

**FETHİYE – BURDUR FAY ZONU’NUN  
İNCİRKÖY – ÖREN (FETHİYE – MUĞLA)  
YÖRESİNİN JEOLojİK VE TEKTONİK  
ÖZELLİKLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA  
YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ**

**UĞUR DOĞAN**

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANA BİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Danışman  
Doç. Dr. Erol ÖZER**

**MERSİN  
HAZİRAN – 2013**

Uğur DOĞAN tarafından Doç.Dr. Erol ÖZER danışmanlığında hazırlanan “Fethiye - Burdur Fay Zonu'nun İncirköy - Ören (Fethiye - Muğla) Yöresinin Jeolojik ve Tektonik Özelliklerinin Uzaktan Algılama Yöntemi ile İncelenmesi” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Prof.Dr. Sevim İNAN

Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ

Doç.Dr. Erol ÖZER

İmza  
İmza  
İmza

Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 06/09/2013 tarih ve 2013-16/458 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç.Dr. Mehmet KÜÇÜKASLAN  
Enstitü Müdürü



## **FETHİYE – BURDUR FAY ZONU'NUN İNCİRKÖY – ÖREN (FETHİYE – MUĞLA) YÖRESİNİN JEOLojİK VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ**

**Uğur DOĞAN**

### **ÖZ**

Muğla ili Fethiye ilçesi kuzeyinde İncirli ve Ören Köyleri civarında yapılan bu çalışmada 10.08.2005 tarihli 179 yörünge 34 sıra numaralı Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsü, 17.10.2011 tarihli 36.5, 29.5 koordinatlı ASTER sayısal yükseklik modeli ve 04.06.2005 tarihli çalışma alanını içeren ASAR-C radar görüntüsü kullanılarak bölgenin tektonostratigrafisi açıklanmaya çalışılmıştır.

İlk olarak Landsat uydu görüntüsü üzerinde görüntü zenginleştirme işlemleri yapılarak yorumlamaya hazır hale getirilmiştir. Ayrıca aktif ve pasif uzaktan algılama kaynakları bir arada kullanılarak füzyon görüntüsü elde edilmiş ve yorumlamada kullanılmıştır. İstatistiki sonuçlar ve arazi çalışmaları ışığında hazırlanan uydu görüntüleri üzerinde litostratigrafik birimler ayırt edilerek uydu görüntülerinden üretilmiş jeoloji haritası oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda Karboniferden güncele kadar 16 adet litostratigrafik birim haritalanmıştır.

Çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli ve topografik haritalardan üretilmiş kabartı haritaları kullanılarak görsel ve otomatik (Hough Dönüşümü) olarak çizgisellik çıkarımı işlemleri sonucunda çalışma alanı içerisindeki çizgisel yapılar ortaya konmuştur. Çizgiselliklerin sol yönlü doğrultu atımlı Fethiye – Burdur Fay Zonu içerisinde basınç gerilmesine paralel gelişen normal faylar olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** uzaktan algılama, Fethiye-Burdur Fay Zonu, Landsat 7 ETM+, tektonizma, Envisat ASAR

**Danışman:** Doç. Dr. Erol ÖZER, Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**INVESTIGATION OF GEOLOGICAL AND TECTONIC PROPERTIES OF  
FETHİYE – BURDUR FAULT ZONE’S İNCİRKÖY – ÖREN (FETHİYE – MUĞLA)  
AREA BY USING REMOTE SENSING METHOD, M. SC. THESIS, UNIVERSITY  
OF MERSİN**

**Uğur DOĞAN**

**ABSTRACT**

With this investigation which is done near İncirli and Ören villages at north of Fethiye district of Muğla, 10.08.2005 dated, 179 path 34 row numbered Landsat 7 ETM+ satellite image, 17.10.2011 dated 36.5, 29.5 coordinated ASTER digital elevation model and 04.06.2005 dated ASAR-C radar image which considers study area are used to interpret tectonostratigraphy of the region.

Firstly, image enhancement processes are done on satellite images to prepare for interpretation. By using active and passive remote sensing data together fusion images have been build and used for interpretation. By using statistical results and field study knowledge, lithostratigraphic units have been distinguished and the geological map has been produced by remote sensing images. As result of this research 16 lithostratigraphic units have been mapped.

By using relief maps which have been produced from digital elevation model and topographic maps, lineament extraction processed are done visually and automatically (Hough transform) and as result linear structures which are inside study area have been presented. It’s observed that the lineaments should be normal faults which are parallel to pressure strain inside Fethiye Burdur Fault Zone which is left lateral strike slip fault.

**Keywords:** Remote Sensing, Fethiye-Burdur Fault Zone, Landsat 7 ETM+, tectonics, Envisat ASAR

**Advisor:** Assoc. Prof. Dr. Erol ÖZER, University of Mersin, Geology Engineering Department

## **TEŞEKKÜR**

Bu tezin ortaya çıkarılmasında ve öncesinde Lisans ve Yüksek Lisans eğitimim boyunca her konuda bilgileri ve önerileriyle beni yönlendiren ve destek olan danışman hocam sayın Doç. Dr. Erol ÖZER’e teşekkürlerimi sunarım.

Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışma Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimince BAP-FBE JM (UD) 2011-5 YL numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarında projemi destekleyen Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Fonu yetkililerine teşekkür ederim.

Fethiye Kaymakamlığı ve Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü’ne sağladıkları arazi aracı ve gösterdikleri ilgi için teşekkür ederim.

Çalışmam sırasında desteklerini esirgemeyen Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde değerli hocalarıma ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Çalışmama bilgileri ve tecrübeleriyle destek olan Jeo. Yük. Müh. Özgür KALELİOĞLU’na teşekkür ederim.

Ham halde elde ettiğim Envisat ASAR-C radar görüntülerini isteğim üzerine işleyip yorumlanabilir hale getiren Luca MELLANO’ya teşekkür ederim.

Hayatım boyunca benden desteğini esirgemeyen aileme çalışmalarım sırasında maddi ve manevi destekleri için teşekkürü borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

### Sayfa

<b>ÖZ</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>EKLER DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. ÇALIŞMANIN AMACI .....	1
1.2. ÇALIŞMA ALANI.....	1
1.3. ÇALIŞMA ALANI ile İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
1.4. UZAKTAN ALGILAMA ile İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	8
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>10</b>
2.1. UZAKTAN ALGILAMA .....	10
2.1.1. Elektromanyetik Enerji .....	10
2.1.2. Elektromanyetik Spektrum.....	11
2.1.3. Elektromanyetik Enerji – Madde Etkileşimi.....	12
2.1.4. Elektromanyetik Enerji – Atmosfer Etkileşimi.....	13
2.2. UZAKTAN ALGILAMA SİSTEMLERİ.....	14
2.2.1. Landsat Sistemleri.....	15
2.2.2. Landsat 7 ETM+ Algılayıcı Bantları Kullanım Alanları .....	16
2.2.3. Envisat ASAR Özellikleri .....	17
2.3. UZAKTAN ALGILAMADA KULLANILAN VERİ .....	19
2.3.1. Mekansal Çözünürlük .....	20
2.3.2. Spektral Çözünürlük.....	20
2.3.3. Radyometrik Çözünürlük .....	21
2.3.4. Zamansal Çözünürlük .....	21

2.4. SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME.....	22
2.4.1. Sayısal Görüntü.....	22
2.4.2. Sayısal Görüntü İşleme .....	23
2.4.3. Önışlemler .....	24
2.4.3.1. Periyodik Hata Giderme.....	24
2.4.3.2. Rastgele Gürültünün Filtrelenmesi .....	25
2.4.4. İyileştirme .....	26
2.4.4.1. Kontrast İyileştirme.....	26
2.4.4.2. Yoğunluk, Ton, Doygunluk (IHS) Dönüşümleri .....	26
2.4.4.3. Mekansal İyileştirme .....	28
<i>Görüntü Keskinleştirme</i> .....	28
<i>Alçak Geçiren Filtreleme</i> .....	29
<i>Yüksek Geçiren Filtreleme</i> .....	30
<i>Kenar İyileştirme</i> .....	30
2.4.4.4. Hough Dönüşümü .....	31
<i>Hough dönüşümünün jeolojide çizgisellik analizi için kullanımı</i> .....	32
2.4.4.5. Aritmetik Operasyonlar .....	33
2.4.4.6. İndeksler .....	34
2.4.4.7. Temel Bileşenler Analizi.....	35
<i>Temel Bileşenler Analizi'nin uydu görüntülerinde kullanılması</i> .....	36
2.4.4.8. Dekorelasyon Germesi .....	39
2.4.5. Çok Bantlı Sınıflama.....	40
2.4.5.1. Eğitimli Sınıflama .....	41
2.4.5.2. Eğitimsiz Sınıflama.....	41
2.5. ÇALIŞMA ALANI JEOLJİSİ.....	42
2.5.1. Bozkır Birliği .....	43
2.5.2. Stratigrafi.....	45
2.5.2.1. Yeşilbarak Napı.....	46
<i>Elmalı Formasyonu (Te)</i> .....	47
2.5.2.2. Likya Napıları .....	48
2.5.2.3. Tavas Napı .....	48
<i>Kiloluk Formasyonu (Ck)</i> .....	49
<i>Çatakdere Formasyonu (Pç)</i> .....	51
<i>Çenger Formasyonu (TRç)</i> .....	51
<i>Ağaçlı Formasyonu (Ja)</i> .....	52
<i>Babadağ Formasyonu (JKb)</i> .....	53
<i>Faralya Formasyonu (Tf)</i> .....	54
2.5.2.4. Bodrum Napı.....	54
<i>Kayaköy Dolomiti (TRJk)</i> .....	56
<i>Sandak Formasyonu (Js)</i> .....	57
<i>Göçgediği Formasyonu (Kg)</i> .....	58
<i>Karaböğürtlen Formasyonu (Kka)</i> .....	58
2.5.2.5. Gülbahar Napı .....	59
<i>Orhaniye Formasyonu (Jko)</i> .....	60
2.5.2.6. Marmaris Ofiyolit Napı.....	61

Adlandırılmamış Melanj (KTm).....	63
Marmaris Peridotiti (Kmo).....	63
Kızılcaadağ Melanj ve Olistostromu (KKzm).....	63
2.5.2.7. Örtü Kayaları.....	64
Çameli Formasyonu (plç).....	64
Yamaç Molozu (Qym).....	65
Alüvyonlar (Qal).....	65
2.5.3. Yapısal Jeoloji.....	65
2.5.3.1. Fethiye – Burdur Fay Zonu (FBFZ).....	66
2.5.3.2. Depremsellik.....	68
<b>3. MATERYAL ve METOT.....</b>	<b>70</b>
3.1. MATERYAL.....	70
3.2. METOT.....	72
3.2.1. Saha Öncesi Çalışmalar.....	72
3.2.2. Saha Çalışmaları.....	73
3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	73
3.2.3.1. Optimum İndeks Faktörü ile Görüntü Oluşturma.....	81
3.2.3.2. Sheffield İndeksi ile Görüntü Oluşturma.....	82
3.2.3.3. Bant Oranlama Görüntüleri Oluşturulması.....	84
3.2.3.4. Radar Görüntülerinin Landsat 7 ETM+ ile Kullanılması.....	85
3.2.3.5. Temel Bileşenler Analizi Görüntüleri Oluşturulması.....	86
3.2.3.6. Dekorelasyon Germesi.....	88
3.2.3.7. Çizgiselliklerin Belirlenmesi.....	88
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....</b>	<b>92</b>
4.1. ELMALI FORMASYONU (Te).....	93
4.2. KİLOLUK FORMASYONU (Ck).....	93
4.3. ÇATAKDERE FORMASYONU (Pç).....	94
4.4. ÇENGER FORMASYONU (Trç).....	96
4.5. AĞAÇLI FORMASYONU (Ja).....	97
4.6. BABADAĞ FORMASYONU (JKb).....	98
4.7. KAYAKÖY DOLOMİTİ (TRJk).....	100
4.8. SANDAK FORMASYONU (Js).....	101
4.9. GÖÇGEDİĞİ FORMASYONU (Kg).....	102
4.10. KARABÖĞÜRTLEN FORMASYONU (KKa).....	103



4.11. ORHANIYE FORMASYONU (JKo).....	104
4.12. ADLANDIRILMAMIŞ MELANJ (KTm).....	105
4.13. MARMARİS PERİDOTİTİ (Kmo) .....	106
4.14. KIZILCADAĞ MELANJİ ve OLİSTOSTROMU (KKzm).....	108
4.15. ÇAMELİ FORMASYONU (plç).....	110
4.16. YAMAÇ MOLOZLARI (Qym).....	111
4.17. ALÜVYONLAR (Qal) .....	111
4.18. UYDU GÖRÜNTÜLERİNDE HARİTALANAMAYAN DİĞER BİRİMLER.....	112
4.19. ÇALIŞMA ALANI İÇERİSİNDE YER ALAN TEKTONİK DOKANAKLARIN AYIRT EDİLMESİ .....	113
4.20. ÇİZGİSELLİK ANALİZİ .....	113
<b>5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....</b>	<b>123</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>125</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>137</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 2.1. Elektromanyetik spektral aralıklar .....	11
Çizelge 2.2. Landsat 7 ETM+ bantları özellikleri.....	16
Çizelge 2.3. Sınıflama Teknikleri Hızlarının Karşılaştırılması.....	40
Çizelge 3.1. Çalışma alanı için kullanılan SYM özellikleri.....	73
Çizelge 3.2. Landsat 7 ETM+ görüntüsüne ait bantların istatiksel değerleri.....	76
Çizelge 3.3. Landsat 7 ETM+ görüntüsüne ait bantların kovaryans değerleri.....	78
Çizelge 3.4. Landsat 7 ETM+ görüntüsüne ait bantların korelasyon değerleri .....	79
Çizelge 3.5. Landsat 7 ETM+ görüntüsüne ait bantların eigenvektör değerleri .....	80
Çizelge 3.6. Çalışma alanına ait uydu görüntüsü için üretilmiş bant çizelgesi.....	82
Çizelge 3.7. Çalışma alanına ait uydu görüntüsü için üretilmiş bant çizelgesi.....	83
Çizelge 4.1. Çalışma alanı içerisinde belirlenen formasyonlar.....	92

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası .....	3
Şekil 2.1. Elektrik alan ve manyetik alan çizgileri.....	10
Şekil 2.2. Elektromanyetik spektrum ve görünür ışık aralığı.....	12
Şekil 2.3. Cisimlerin elektromanyetik radyasyonla etkileşimi.....	13
Şekil 2.4. Elektromanyetik spektrum üzerinde atmosferik iletim grafiği .....	13
Şekil 2.5. Landsat 5 TM bantları ve spektral aralıkları.....	17
Şekil 2.6. Radarda resim modu – Dalga modu karşılaştırması .....	18
Şekil 2.7. ERS uydusuna ait radar görüntüsü (Bathtub sırtı) .....	19
Şekil 2.8. Mekansal Çözünürlük ve detay ilişkisi .....	20
Şekil 2.9. Landsat 5 TM ve ASTER sensörlerinin spektral çözünürlükleri karşılaştırılması.....	21
Şekil 2.10. Piksel değerlerinin bir araya gelerek sayısal görüntü oluşturması.....	22
Şekil 2.11. Sayısal görüntü işleme aşamaları.....	23
Şekil 2.12. Banding hatası.....	24
Şekil 2.13. Gürültü filtreleme, a: gürültü içeren görüntü, b: medyan filtrelenmiş görüntü, c: anizotropik difüzyon filtrelenmiş görüntü.....	25
Şekil 2.14. IHS renklerin elde edilmesi.....	27
Şekil 2.15. Çalışma alanına ait Landsat 7 ETM+ görüntüsünün SPOT pan görüntüsü kullanılarak mekansal iyileştirme yapılması (RGB 123) .....	28
Şekil 2.16. Alçak geçiren filtreleme.....	29
Şekil 2.17. Yüksek geçiren filtreleme .....	30
Şekil 2.18. Kenar iyileştirmesi yapılmış görüntü.....	31
Şekil 2.19. Hough dönüşümünün çizgisellikleri ortaya çıkarmada kullanımı .....	33
Şekil 2.20. NDVI görüntüsü .....	34
Şekil 2.21. Çalışma alanının GB kesimine ait mineral haritası (RGB:5/7-5/4-3/1).....	35
Şekil 2.22. TBA basitleştirilmiş şeması .....	36
Şekil 2.23. Çalışma alanı için Landsat 7 ETM+ bant 1 ve bant 2 sayısal değerleri arasındaki korelasyonu gösteren diyagram.....	37
Şekil 2.24. Temel bileşenler analizi dönüşümü .....	38
Şekil 2.25. TBA işlemi sonucu elde edilen ilk 3 bileşenin aralarındaki zayıf korelasyonu.....	39
Şekil 2.26. Toros kuşağı üzerinde tanımlanan birlikler .....	43
Şekil 2.27. Bozkır Birliği stratigrafik kesiti .....	44
Şekil 2.28. Likya naplarının tektonik ilişkileri .....	46
Şekil 2.29. Yeşilbarak Napı'na ait dikme kesit.....	47
Şekil 2.30. Tavas Napı'na ait dikme kesit.....	50
Şekil 2.31. Bodrum napı genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.....	56
Şekil 2.32. Gülbahar napı dikme kesiti .....	60
Şekil 2.33. Marmaris ofiyolit napının dikme kesiti.....	62
Şekil 2.34. Neotektonik dönemde Anadolu üzerinde etkili olan başlıca fay zonları.....	67
Şekil 2.35. Fethiye Burdur Fay Zonu .....	65
Şekil 2.36. Fethiye Burdur Fay Zonu segmentleri .....	68
Şekil 2.37. Çalışma alanı civarında gözlenen tarihsel depremler .....	69

Şekil 3.1. Çalışma alanına ait 3 boyutlu görünüm .....	71
Şekil 3.2. Çalışma alanına ait ASTER SYM'den üretilmiş topografik harita .....	74
Şekil 3.3. Çalışma alanına ait renklendirilmiş Landsat 7 ETM+ görüntüsü .....	74
Şekil 3.4. Görüntüde mekansal iyileştirme, a: 30m çözünürlük, b: 15m çözünürlük. 75	
Şekil 3.5. Görüntüde IHS yöntemi kullanılarak mekansal iyileştirme.....	75
Şekil 3.6. Çalışma alanına ait Envisat ASAR Level 1B görüntüsü .....	76
Şekil 3.7. Landsat 7 ETM+ görüntüsünün bantlarına ait eigen değerleri .....	77
Şekil 3.8. Çalışma alanına ait RGB345 kombinasyonunda görüntü.....	81
Şekil 3.9. Çalışma alanına ait bant oran görüntüsü.....	84
Şekil 3.10. Çalışma alanı için bant oranlama görüntüsü.....	85
Şekil 3.11. Çalışma alanı için Landsat 7 ETM+ ve ASAR görüntülerinin birleştirilmesi .....	86
Şekil 3.12. Çalışma alanına ait üretilmiş TBA görüntüsü.....	87
Şekil 3.13. Çalışma alanına ait üretilmiş TBA görüntüsü.....	87
Şekil 3.14. Çalışma alanına ait üretilmiş DG görüntüsü.....	88
Şekil 3.15. Çalışma alanına ait üretilmiş sayısal yükseklik modeli.....	89
Şekil 3.16. Çalışma alanına ait rölyef kazandırılmış SYM görüntüleri .....	90
Şekil 3.17. Çalışma alanı için üretilmiş Hough çizgisellik görüntüleri .....	91
Şekil 4.1. Elmalı formasyonu, RGB74-Asar kombinasyonu .....	93
Şekil 4.2. Kiloluk formasyonu .....	94
Şekil 4.3. Çatakdere formasyonu .....	95
Şekil 4.4. Çatakdere formasyonuna ait kireçtaşı.....	96
Şekil 4.5. Çenger formasyonuna ait kırmızı kumtaşı.....	97
Şekil 4.6. Çenger formasyonu, TBA456 kombinasyonu .....	97
Şekil 4.7. Ağaçalı formasyonu.....	98
Şekil 4.8. Babadağ formasyonu .....	99
Şekil 4.9. Babadağ formasyonu içerisinde gözlenen fay yüzeyi.....	100
Şekil 4.10. Kayaköy dolomiti.....	101
Şekil 4.11. Sandak formasyonu.....	102
Şekil 4.12. Göçgediği formasyonu.....	103
Şekil 4.13. Karaböğürtlen formasyonu .....	104
Şekil 4.14. Orhaniye formasyonu.....	105
Şekil 4.15. Adlandırılmamış melanj RGB543 kombinasyonu.....	106
Şekil 4.16. Serpantinleşmiş Marmaris peridotiti.....	107
Şekil 4.17. Marmaris peridotiti .....	108
Şekil 4.18. Kızılcadağ melanji ve olistostromu .....	109
Şekil 4.19. Çameli formasyonu .....	110
Şekil 4.20. Yamaç molozu, RGB543 kombinasyonu .....	111
Şekil 4.21. Alüvyonlar .....	112
Şekil 4.22. Çalışma alanı içinde tektonik dokanaklar .....	113
Şekil 4.23. ASTER sayısal yükseklik modelinden üretilmiş 45° yönündeki rölyef görüntüsü .....	115
Şekil 4.24. ASTER sayısal yükseklik modelinden üretilmiş 315° yönündeki rölyef görüntüsü .....	116
Şekil 4.25. ASAR görüntüsü, a) filtre uygulanmamış görüntü, b) filtre uygulanmış ve uygulanmamış görüntülerin farkı üzerinde belirlenen çizgisellikler.....	117
Şekil 4.26. Manuel olarak belirlenen çizgisel yapıları gösteren sıklık haritası.....	118
Şekil 4.27. Hough dönüşümü ile elde edilen çizgisellikler.....	118

Şekil 4.28. Çalışma alanı için üretilmiş çizgisel yoğunluk haritası ve üzerinde belirlenen çizgisel yapılar.....	119
Şekil 4.29. Çalışma alanı içerisinde belirlenen çizgisellikler ve diri fayların karşılaştırılması .....	120
Şekil 4.30. Çizgisel yapılara ait gül diyagramı .....	121
Şekil 4.31. Doğrultu atımlı fay çifti arasında gelişen normal faylar .....	122

## **EKLER DİZİNİ**

**EK-1** İncirköy – Ören (Fethiye – MUĞLA) Yöresinin Landsat 7 ETM+ Uydu Görüntüsünden Üretilmiş Jeoloji Haritası

**EK-2** İncirköy – Ören (Fethiye – MUĞLA) Yöresinin Tektonostratigrafik Kesiti

## **1. GİRİŞ**

### **1.1. ÇALIŞMANIN AMACI**

Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın amacı Muğla ili Fethiye ilçesine bağlı Ören ve İncirli köyleri kuzeyinde kalan alanın jeolojik ve yapısal unsurlarının arazi çalışması destekli olarak uzaktan algılama metodu ile belirlenmesi ve bölgenin 1:50.000 ölçekli jeolojik haritasının oluşturulmasıdır.

Muğla ilinin Fethiye ilçesinin kuzeyinde, İncirköy ve Söğütlüdere köyleri arasında yer alan çalışma alanı; aktif olan Fethiye – Burdur Fay Zonu üzerinde gelişmiş yapısal unsurlar, Beydağları otoktonuna ait litolojik birimler ve bu otokton üzerine yerleşmiş Yeşilbarak ve Likya naplarından oluşan allokton litolojik birimler içermektedir. Bu yapısal birimlerin sınırlarının uydu görüntülerinden ayırt edilmesi, çizgisel unsurların hazır sayısal yükseklik modeli, radar görüntüleri ve topografik haritalardan üretilecek sayısal yükseklik modellerinden üretilmesi amaçlanmıştır.

Bu kapsamda Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsü ve Envisat Asar-C radar görüntüsü ve ASTER sayısal yükseklik modeli kullanılmıştır. Bu görüntüler üzerinde görüntü rektifikasyonu, görüntü iyileştirme, Temel Bileşenler Analizi (TBA), Dekorelasyon Germesi (DG) ve çizgisellik analizleri için çeşitli teknikler kullanılmıştır.

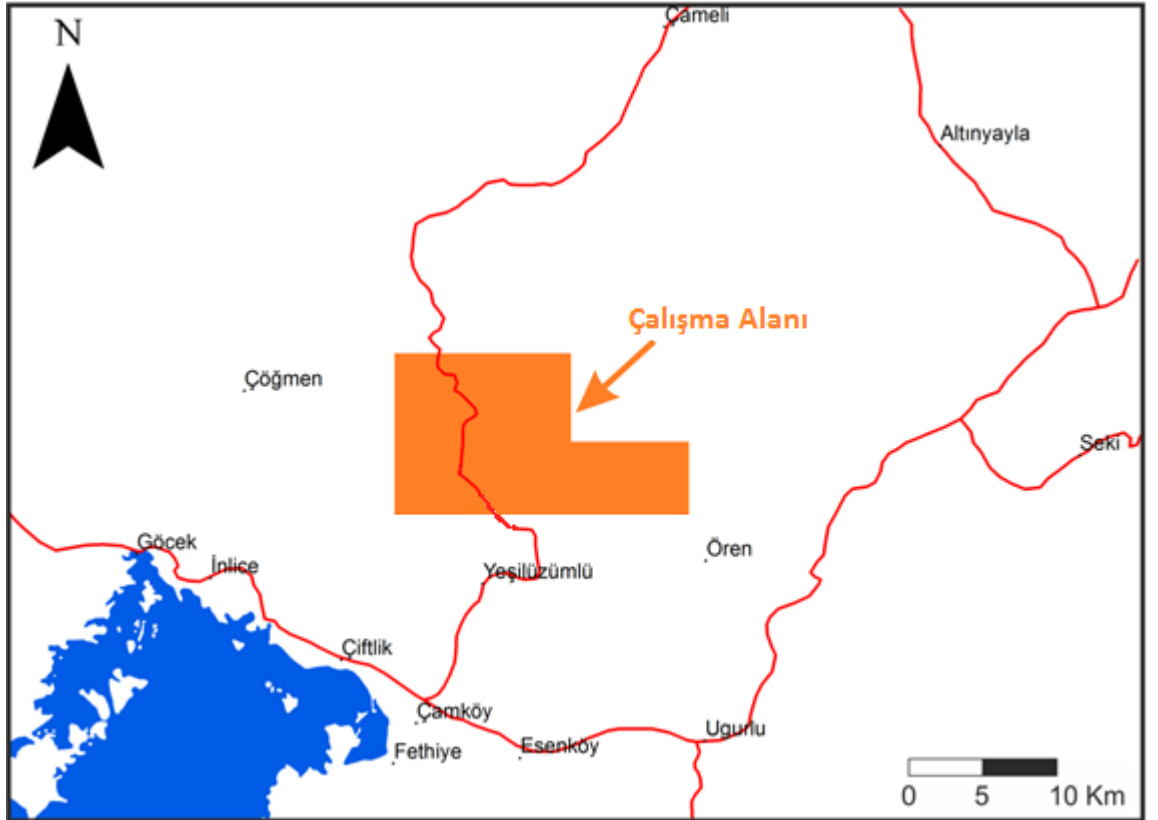
Bu çalışma Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Daire Başkanlığı tarafından BAP-FBE JM (UD) 2011-5 YL protokol numarası ile desteklenmiştir.

### **1.2.ÇALIŞMA ALANI**

Akdeniz Bölgesi Batı bölümünde yer alan çalışma alanı Batı Toroslar üzerinde, Teke Yarımadasının kuzeybatısında yer almaktadır. Muğla ili Fethiye ilçesine karayolu ile yaklaşık 40 km mesafede bulunmaktadır. 1/25.000 ölçekli

Fethiye O22-a3 ve Fethiye O22-b4 paftaları içerisinde kalan çalışma alanı Arpacık Köyü, Söğütlüdere Köyü, Söğütlü Köyü'nü kapsamaktadır. Çalışma alanı içerisinde yer alan önemli yükseltiler Çal Tepesi (1259m), Karapınar Tepesi (1136m), Dikmen Tepesi (1394m), Erengediği Tepesi (1489m), Taşkıran Tepesi (1401m), Doğar Tepesi (1069m), Karadoruk Tepesidir (1759m). Çalışma alanı içerisinde kalan önemli akarsu Akçay'dır. Fethiye – Çameli (Denizli) yolu çalışma alanını Güney – Kuzey doğrultusunda kesmektedir (Şekil 1).





Şekil 1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası

### 1.3. ÇALIŞMA ALANI İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma alanının jeolojisi ve Fethiye – Burdur Fay Zonu ile ilgili önceki çalışmalar kronolojik sıra ile aşağıda verilmiştir.

Topkaya [1961], “Fethiye Ovası Hidrojeolojik Etüdü” adlı çalışmasında Fethiye'nin kuzeyini Kalkerler Bölgesi olarak adlandırmış, burdaki birimlerin Permo-Karbonifer, Triyas, Kretase yaşlı olduğunu belirtmiştir.

Engin [1972], “Petrology of The Ultramafic Rocks and Brief Geology of The Andızlık – Zımparalık Area, Fethiye, Southwest Turkey” adlı çalışmasında Fethiye'nin 40 km kuzeyinde bulunan çalışma alanında Permo-Karbonifer yaşlı şeyller, kuversitler, kumtaşları ve kireçtaşlarının en yaşlı birimler olduğunu, bu birimlerin peridotitlerle doğrudan dokanağı olmadığını ve diğer tortullarla faylı dokanakları olduğunu belirtmiştir. Permian yaşlı kireçtaşlarının geniş alana yayıldığı, arkozla temsil edilen üst Permian'ın üstünde Triyas yaşlı dolomitik kireçtaşları ve kuvarsitlerin bulunduğunu gözlemlemiştir. Breşik Üst Jura ve Alt Kretase yaşlı silisli kireçtaşlarının peridotitlerle yaygın olarak dokanaklı olduğunu ve bu bölgelerde Permian yaşlı kireçtaşlarının Triyas yaşlı dolomitlerle normal dokanaklı olduğunu belirtmiştir. Eosen yaşlı birimler nümülitik kireçtaşları ile Miyosen yaşlı birimlerinise kireçtaşları ve fliş formasyonlarıyla temsil edildiğini belirtmiştir.

Kalafatçioğlu [1973], “Geology of The Western Part of Antalya Bay” adlı çalışmasında Karadağ, Nif, Kiloluk civarında (Fethiye Kuzeyi) Permian yaşlı birimlerin genellikle kireçtaşı, kumtaşı, split, tuf, diyabaz ve arkoz içeren kırmızı breşlerden oluştuğunu ve üst kesimlerinde kısmen dolomitleşmiş kireçtaşları bulunduğunu belirtmiştir.

Özgül [1976], “Toroslar'ın Bazı Temel Jeoloji Özellikleri” adlı çalışmasında Fethiye-Köyceğiz dolayında Bozkır Birliği, Göçek (Fethiye) dolayında ise Geyik Dağı birliği'neait Miyosen yaşlı kırıntılılarının yüzeylediğini belirtmiştir.

Karaca vd. [2003], Fethiye (Muğla) ve çevresinin jeolojik özelliklerini ortaya çıkarmışlardır. Uydu görüntülerini kenar zenginleştirme filtresi, kontrast düzeltmesi, bant oranlamaları ve kontrollü sınıflama ile işleyerek çalışma alanının jeoloji haritasını hazırlamışlardır. Çalışma alanında Fethiye – Burdur Fay Zonu (FBFZ) üzerinde 397 adet çizgisel yapı saptanarak K40-50o D doğrultularında yoğunlaştığı ve FBFZ ile paralellik sunduklarını tespit etmişlerdir.

Verhaert et al. [2006], “Different stress states in the Burdur-Isparta region (SW Turkey) since Late Miocene times: a reflection of a transient stress regime” adlı çalışmasında Burdur – Isparta bölgesini, FBFZ'nun Kuzeydoğu parçası olan Burdur graben sistemi ve Kovada graben sistemlerinin arasında kalan geçiş zonu olarak belirtmiştir. Blumenthal [1963], Isparta açısının kinematik olarak FBFZ boyunca Ege – Batı Anadolu genişleme zonu ve Sultan Dağı Fayı oynca Anadolu platosu ile bağlantısını belirtmiştir. Verhaert et al. [2006], Jura – Kretase yaşlı Beydağları otoktonu üzerine bindirme faylı olarak gelen Orta Triyas – Jura yaşlı Likya napları ve üzerine uyumsuzlukla gelen Miyosen yaşlı ve daha genç otokton birimleri ayırt etmiştir.

Bozcu vd. [2007], “Fethiye – Burdur Fay Zonunun Bazı Neotektonik ve Paleosismik Özellikleri, GB-Türkiye” adlı çalışmasında; FBFZ üzerinde 1914'te 7.1, 1971'de 6.2 büyüklüğünde tarihsel depremlere değinmiş, FBFZ'nin tek bir çizgi halinde olmadığı KD-GB doğrultusunda kesikli uzanımına sahip ve birbirine paralel olabilen basamaklı fay sistemlerinden oluştuğunu belirtmiştir.

Erdoğan et al. [2008], “Monitoring of Deformations Along Burdur Fethiye Fault Zone with GPS” adlı çalışmasında Kıbrıs ve Helen yaylarının Fethiye körfezinde aç yaptıkları, bu açı arasında kalan birimlerin Burdur'dan uzanan fay atımı ile ilişkili geometri sunduklarını belirtmişler, GPS ölçümleriyle FBFZ'nun da Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) gibi güncel ve tehlike oluşturabilecek fay zonu olduğunu ortaya koymuşlardır.

Karagöz [2008], “Yanıklar – Çiftlik – Karagedik (Fethiye –MUĞLA) Yöresinin Jeolojisi ve Kromit Oluşumlarının Mineralojik, Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi” adlı Yüksek Lisans Tez çalışmasında Mesozoyik – Senozoyik zaman aralığında Kayaköy Formasyonu (Üst Triyas – Alt Jura), Babadağ Formasyonu (Üst Jura – Alt Kretase), Çövenliyayla Formasyonu (Üst Kretase), Marmaris Peridotiti (Üst Kretase), Çameli Formasyonu (Pliyosen) birimlerinin allokton olarak yüzelediğini, alüvyon, yamaç molozu ve plaj çökellerinin Kuvarterner yaşlı olduğunu belirtmiştir.

Canbay [2009], “Fethiye – Burdur Fay Kuşağının Güneybatı Uzantısının Kinematik Özellikleri” adlı Yüksek Lisans Tez çalışmasında; FBFZ'nun Kuzeydoğu ucundan orta kısmına kadar olan bölgelerde hareketi sağ yönlü doğrultu atımlı bileşeni  $11.2 \pm 0.6$  mm/yıl, normal faylanma bileşeninin  $0.8 \pm 0.4$  mm/yıl olduğunu belirtmiştir. FBFZ'nun orta kesimi ile Güneybatı ucu arasında oblik sıkışmaya maruz kaldığını, burada sol yönlü doğrultu atımlı bileşenin hızını  $3.1 \pm 0.5$  mm/yıl ve faya dik olan ters faylanma bileşenin hızını  $3.6 \pm 0.6$  mm/yıl olarak belirtmiştir. Son yıllarda Çameli havzasında meydana gelen birçok deprem normal faylanma mekanizmaları sonucu oluştuğunu ve bu havzanın KKD – GGB yönünde açılma rejimi içinde olduğunu ortaya atmıştır.

Doğruluk [2009], “Antalya – Kumluca ve Fethiye’de Manganez ve Krom Araştırılmasında Jeofizik Yöntemlerin Uygulanması” adlı Yüksek Lisans Tezi çalışmasında Tavas Napı içerisinde Ladiniyen yaşlı kireçtaşlarından oluşan Karapınar Formasyonu, Karniyen – Noriyen yaşlı bitkili kumtaşı ve Liyas yaşlı şeyllerden oluşan Belenkavak Formasyonu, algli kireçtaşı – dolomitik kireçtaşlarından oluşan Ağaçlı formasyonu bulunduğunu, Triyas yaşlı Kayaköy dolomitinin Bodrum Napına, Kretase yaşlı Marmaris Peridotitinin de Marmaris Ofiyolit Napına ait olduğunu belirtmiştir.

Gürer vd. [2009], “A VLF Survey using current gathering phenomena for tracing buried faults of Fethiye – Burdur Fault Zone, Turkey” adlı çalışmasında Anadolu'nun aktif tektonik zonları olan Akdeniz ve Güneybatı Anadolu zonlarının

eklemi üzerinde bulunan asıl tektonik elemanların yaklaşan plaka sınırı olan Ege ve Kıbrıs yayları olduğunu belirtmiştir

Veen et al. [2009], “From paleotectonics to neotectonics in the Neotethys realm: The importance of kinematic decoupling and inherited structural grain in SW Anatolia (Turkey)” adlı çalışmasında; Güneybatıdaki neotektonik deformasyonun yapısal sebebinin, Menderes masifinin ayrılarak faylandığı, Menderes masifinin yüzeye çıktığı ve Güneydoğu yönünde Likya naplarının kaydığını, paleotektonik deformasyonun son aşaması sürecinde şekillendiğini ortaya koymuştur.

Över vd. [2010], “Late Cenozoic Stress Field in the Cameli Basin, SW Turkey” adlı çalışmasında; Pliyo-Kuvarterner'den beri önce KB-GD doğrultusunda açılmanın sebebinin Kıbrıs yayına bağlı gelişen plaka çekimi olduğunu, sonra KD-GB ve günümüzde K-G genişlemenin Helen yayı boyunca Anadolu'nun dalma ve çekme kuvvetlerine maruz kalmasıyla ilişkili olduğunu öne sürmüşlerdir.

Elitez vd. [2011], “Çameli, Gölhisar ve Acıpayam Havzalarının Miyosen Kuvarterner Jeodinamiği, Burdur – Fethiye Fay Zonu, GB Türkiye” adlı çalışmasında FBFZ'nu Kuzeyde Afyon – Çay'ın batısında 15 km, Güneyde Pataraile Dalaman – İztuzu arasında 90 km genişliğinde 310 km uzunluğunda bir fay zonu olarak tanımlamıştır. Çameli havzasını Orta Miyosen – Kuvarterner yaşlı KD-GB doğrultulu fay ve havzalarla karakterize etmiştir. Çameli havzasında Jura – Kretase yaşlı ofiyolit ve rekrystalize kireçtaşları ve bunların üzerini uyumsuz örten Eosen yaşlı çakıltaşı, resifal kireçtaşı, kumtaşı, kiltası ve şeylden oluşan Likya napı; üzerine uyumsuz olarak gelen Orta Miyosen yaşlı birimlerin varlığını belirtmiştir .

Şengün [2011], “Saklıkent Canyon (Fethiye – Turkey)” adlı çalışmasında; Alpin orojenezine bağlı Mesozoyik, Tersiyer ve Kuvarterner yaşlı kireçtaşı birimlerin KD-GB doğrultulu Kayadibi fayı ve Dumanlıdağ fayı ile kesildiklerini açıklamıştır.

Över vd. [2013], “Plio-Quaternary Stress State in the Burdur Basin, SW Turkey” adlı çalışmasında KB-GD yönlü açılmanın Pliyo-Kuvarterner’de Burdur havzasının oluşumunda etkili olduğunu, ve bu açılmanın Kıbrıs yayı boyunca yitimden kaynaklı olabileceğini öne sürmüşlerdir.

#### 1.4. UZAKTAN ALGILAMA İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Jeolojik çalışmalarda uzaktan algılama yönteminin kullanılması 20. yy başlarında ilk hava fotoğraflarının kullanılması ile başlar. Landsat uydu görüntülerinin 1972’de yayınlanmasından sonra bu tür araştırmalar çoğalmış ve hız kazanmıştır. Türkiye’de ve yurtdışında çalışılmış uzaktan algılama çalışmalarından bir kaç kronolojik sıra ile aşağıda özetlenmiştir.

Vanderbrug [1976], “Line Detection and Satellite Imagery” adlı çalışmasında Landsat 1 uydu görüntüleri üzerinde çizgiselliği ortaya çıkaran algoritmalar üzerine çalışmıştır.

Qari [1991], “Application of Landsat TM Data to Geological Studies, Al-Khabet Area, Southern Arabian Shield” adlı çalışmasında Landsat Tm görüntüleri üzerinde litolojik ve yapısal özellikleri TBA, DG ve kenar iyileştirme tekniklerini kullanarak harita üretmiştir.

Gomez et al. [2005], “Using ASTER Remote Sensing Data Set for Geological Mapping, in Namibia” adlı çalışmasında ASTER Level 1B görüntülerine temel bileşenler analizi ve eğitilmiş sınıflama uygulayarak jeolojik harita üretilmiştir.

Gürsoy [2006], “Almus Fay Zonu’nun (AFZ) Jeolojik Özelliklerinin Uzaktan Algılama Yöntemleri ve Sayısal Arazi Modelleri ile İncelenmesi” adlı Yüksek Lisans Tezi çalışmasında Topografik haritalardan üretilen sayısal yükseklik modeli (SYM) ile uydu görüntüleri kullanılarak çizgisellikler saptanmıştır.

Pena ve Abdelsalam [2006], “Orbital Remote Sensing for Geological Mapping in Southern Tunisia: Implication for Oil and Gas Exploration” adlı çalışmasında ASTER, Landsat ETM+ uydu görüntülerinden bant oranlama görüntüleri edilmiş ve çalışma alanındaki litolojik birimler haritalanmıştır.

Kavak ve Çetin [2007], Landsat TM uydu görüntülerinin bant 5’te yönlü kenar zenginleştirmesi ve gölge rölyef teknikleri uygulanarak Göl Marmara bölgesindeki çizgisellikler, haritalanmıştır.

Akkök [2009], “Geological Mapping Using Remote Sensing” adlı Yüksek Lisans Tezi çalışmasında farklı kayaç topluluklarının hassas haritalanabilmesi için spektral özelliklerin yanısıra yüzey parametrelerini de kullanmıştır. Bu yöntemle genel doğruluğun %5’ten daha fazla arttığını tespit etmiştir.

Gündoğdu [2009], “Eskişehir Fayı’nın Kinematığı, Depremselliği ve Uzaktan Algulama Yöntemi ile İncelenmesi” adlı Yüksek Lisans Tezi çalışmasında Palsar görüntüsü üzerindeki uzaktan algılama çalışmaları ile elde edilen çizgisellikler kullanılmıştır.

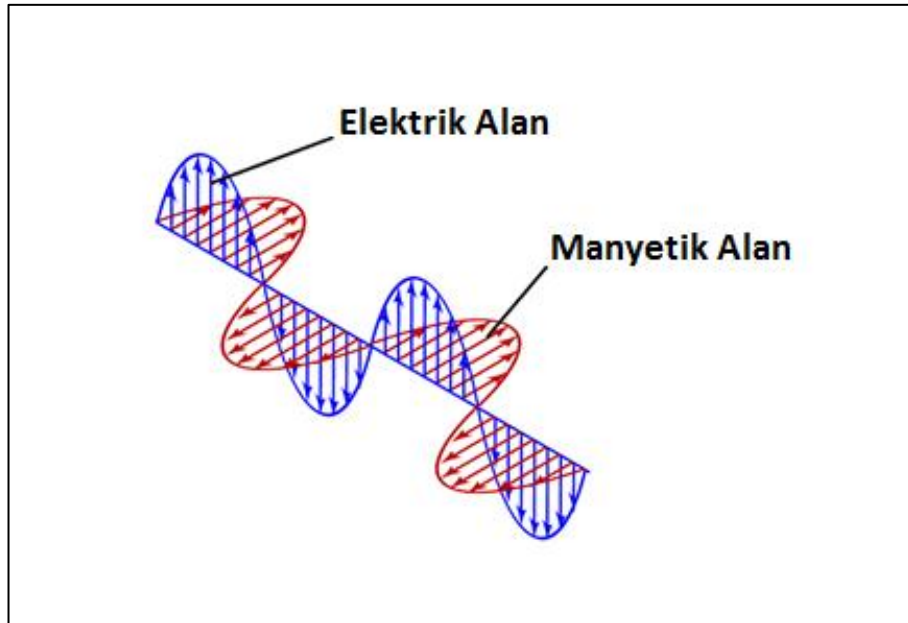
## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1.UZAKTAN ALGILAMA

Elektro-optik uzaktan algılama, bir nesne hakkındaki bilginin fiziksel temas kurulmadan algılanmasıdır [Shaw and Burke, 2003]. Uzaktan algılama, uçak ve uyduların, madde ve elektromanyetik radyasyon arasındaki etkileşimi ile kaydettikleri görüntüler ve ilgili verilerin algılanması, işlenmesi ve sunumudur. Algılama elektro-optik sistemler tarafından kayıt edilmesi, işleme ham verilerin görüntülere dönüştürülmesi iken, sunum kısmı ise birçok kullanıcıya hitap eden geniş yelpazede ürünlerin üretilmesi sürecidir [Sabins, 1999].

#### 2.1.1. Elektromanyetik Enerji

Elektromanyetik enerji birbirine dik elektrik alan ve manyetik alan bileşenlerine sahiptir (Şekil 2.1). EM enerjinin hızı, dalga boyu ve frekans ile tanımlanan ve bir kaynaktan yayılan enerji türüdür [Düzgün, 2010].



Şekil 2.1 Elektrik alan ve manyetik alan çizgileri



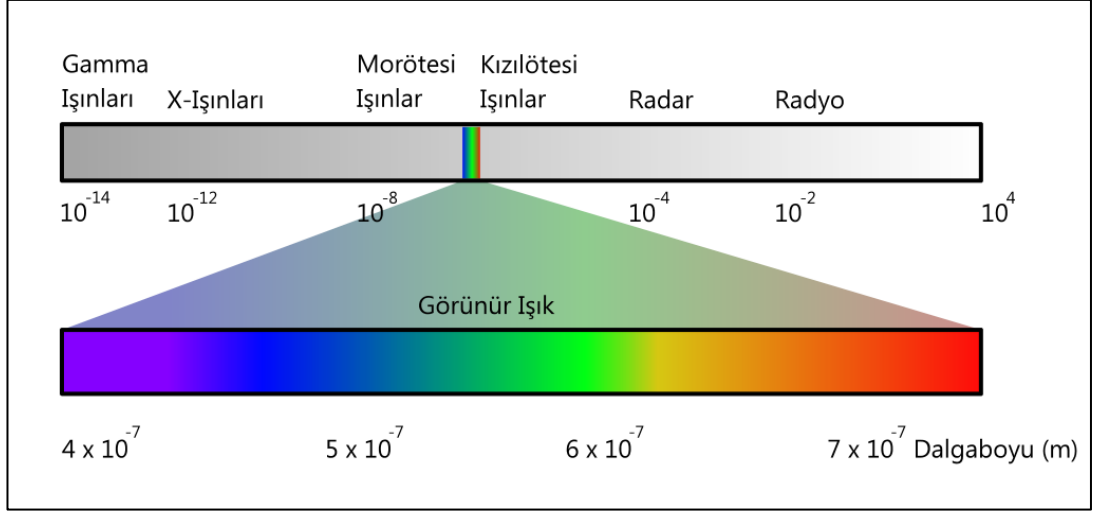
## 2.1.2. Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrum, elektromanyetik enerjinin uzayda vakumlu bir ortamda ışık hızında ve nanometreden birkaç metreye kadar olan dalga boylarına göre kesintisiz şekilde gösterildiği spektrumdur [Sabins, 1999]. Her madde uzayda farklı dalga boylarında elektromanyetik enerji yayar. Dalga boylarına göre elektromanyetik spektrumun çeşitli aralıkları vardır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Elektromanyetik spektral aralıklar

Aralık	Dalgaboyu	Aralık	Dalgaboyu
Gamma Işınları	<0.03nm	Yansıyan IR	0.7 - 3 $\mu$ m
X-ışınları	0.03 – 30nm	Termal IR	3-5 $\mu$ m, 8-14 $\mu$ m
Morötesi Işınlr	0.03 – 0.4 $\mu$ m	Mikrodalga	0.1 – 100cm
Fotografik UV.	0.3 – 0.4 $\mu$ m	Radar	0.1 – 100cm
Görünür Işık	0.4 – 0.7 $\mu$ m	Radyo	>100cm
Kızılötesi	0.7 – 1000 $\mu$ m		

Uzayda bir çok kaynaktan farklı dalga boylarında birçok elektromanyetik enerji yayılmakta, insan gözü bunun çok küçük bir aralığı olan “görünür ışık” olarak adlandırılmış kısmını algılar [Kalelioğlu, 2005]. Elektromanyetik spektrumda görünür ışık denilen alan 0.4 – 0.7  $\mu$ m dalga boyları arasındadır (Şekil 2.2).

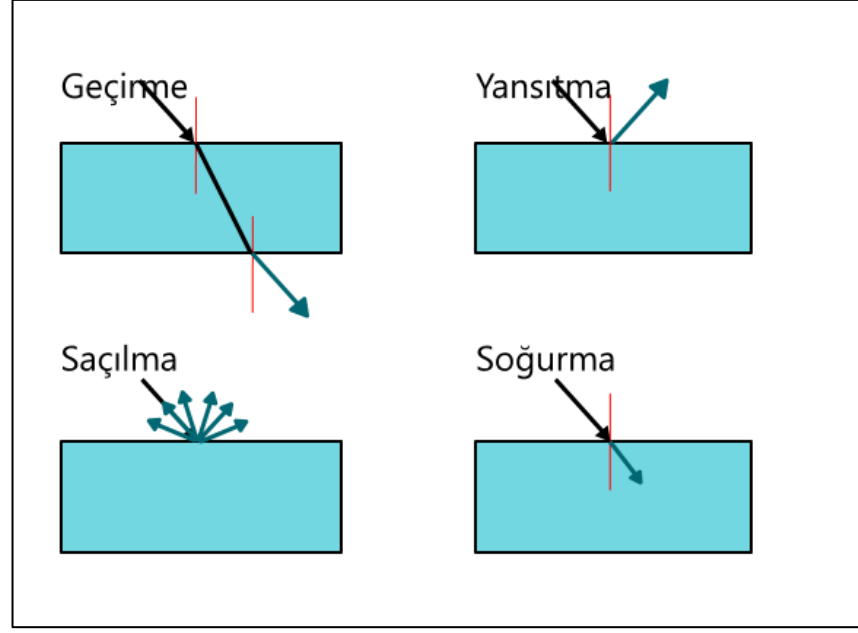


Şekil 2.2. Elektromanyetik spektrum ve görünür ışık aralığı

### 2.1.3. Elektromanyetik Enerji – Madde Etkileşimi

Yeryüzündeki maddelerin elektromanyetik radyasyon ile etkileşimi 4 şekilde olmaktadır. Bunlar yansımaya, geçirmeye ve soğurmaya [Kavak, 1998].

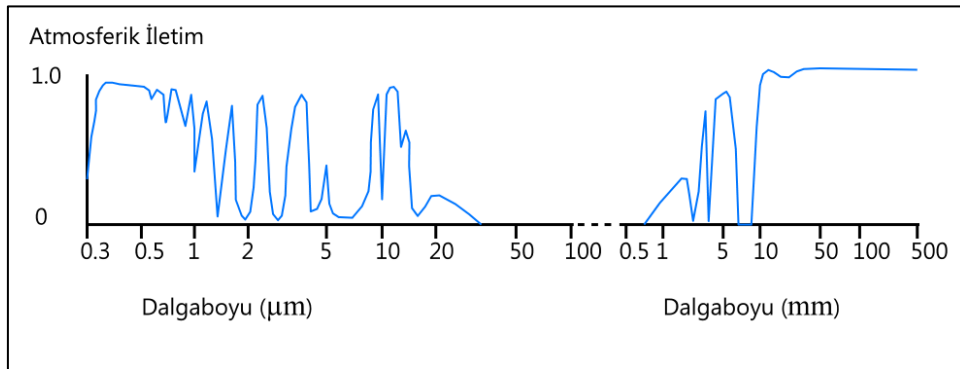
- Yansımaya, maddeye gelen enerjinin belli kurallar içerisinde geri dönmesidir.
- Geçirmeye, enerjinin cisim içerisinde geçmesi, cisim içerisine yayılması şeklindedir.
- Soğurmaya, gelen radyasyonun kısmen veya tamamen yutulması, ısı gibi başka enerji çeşidine dönüşmesidir.
- Saçılmaya, gelen radyasyonun dağınık şekilde geri dönmesidir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Cisimlerin elektromanyetik radyasyonla etkileşimi

#### 2.1.4. Elektromanyetik Enerji - Atmosfer Etkileşimi

Elektromanyetik radyasyon atmosferden geçerken, absorbe edilebilir, atmosferdeki parçacıklar nedeniyle saçılabilir. Atmosferdeki saçılım ise bir kaynaktan gelen enerjiyi tüm yönler dağıtır. Her bir molekülün elektromanyetik spektrum üzerinde kendine has soğurma aralığı bulunmaktadır. Bunun sonucu olarak başlıca atmosferik gazların soğurma aralıkları çıkarıldığında ortaya **atmosferik pencere** ortaya çıkar. Bu aralıkta güneşten gelen elektromanyetik radyasyon yeryüzüne ulaşır (Şekil 2.4) [CRISP, 2013].



Şekil 2.4. Elektromanyetik spektrum üzerinde atmosferik iletim grafiği

Atmosferik etki göz önüne alındığında güneşten gelen elektromanyetik radyasyonun tamamı uzaktan algılamada kullanılmadığı ortaya çıkmaktadır. Gamma ışınları üst atmosfer katmanlarında soğurulduğundan, X-ışınları atmosfer tarafından tamamen soğurulduğu için, morötesi ışınlarda ozon tabakasından geçecek kadar yeterli uzun dalga boyuna sahip olmadığı için kullanılmamaktadır. Fotografik UV bandı (0.3 – 0.4  $\mu\text{m}$ ) atmosferden geçebilmekte fakat atmosferde saçılım bu bandta oldukça şiddetlidir. Görünür ışık uzaktan algılama için kullanışlıdır. Yansıyan kızılötesi, maddelerin termal özellikleri hakkında bilgi içermemekle birlikte (0.7 – 0.9  $\mu\text{m}$ ) filme alınabildiğinden “fotografik kızılötesi band”adını almaktadır. Termal kızılötesi, atmosferik pencerenin olduğu aralık olmakla birlikte filme alınamamaktadır. Optik-mekanik tarayıcılar ve vidicon sistemlerle kaydedilebilir. Mikrodalga aralığı bulut, sis ve yağmuru geçebilmekte, aktif ve pasif algılayıcılar tarafından algılanabilmektedir. Radar, mikrodalga uzaktan algılamanın aktif halidir, çeşitli band aralıklarında aktif olarak görüntü alınabilmektedir [Sabins, 1999].

## 2.2. UZAKTAN ALGILAMA SİSTEMLERİ

Uzaktan algılama sistemleri aktif ve pasif olarak ikiye ayrılır.

Aktif algılayıcılar, kendi enerji kaynaklarını kullanır, yeryüzüne elektromanyetik enerji gönderir ve yüzeyden gelen enerjiyi ölçer, kaydeder. Gece, yağmur, sis vb. Koşullarda pasif uzaktan algılama sistemlerine göre avantajlıdır. Radarsat bir aktif uzaktan algılama sistemidir.

Pasif algılayıcılar, güneşten gelen elektromanyetik radyasyonun, yeryüzünden yansıyan kısmını ölçer ve kaydeder. Pasif algılayıcılar yalnızca güneş açısı uygun olduğunda etkilidir. Landsat, Aster gibi uydular pasif uzaktan algılama platformlarıdır[Zorlu, 2009].

### 2.2.1. Landsat Sistemleri

1975'ten bu yana Landsat yeryüzünün görüntülerini düzenli olarak algılayan, yeryüzüne ileten ve arşivleyen bir sistemdir. Bu sayede birçok bilim adamı uzaktan algılama çalışmasında bu görüntüleri kullanma olanağı bulmuştur. Landsat uyduları üzerinde orta mekansal çözünürlükte sensörler bulunmaktadır [Irons, 2013a].

15 Nisan 1999'da NASA tarafından uzaya gönderilen Landsat serisine ait 5. Gözlem uydusu Landsat 7ETM+, 705km yükseklikten 98.2° inklinasyon açısıyla kutupsal yörüngede güneşle eş zamanlı olarak 14.5 günlük periyotla tüm dünyanın görüntüsünü yer istasyonlarına iletmektedir [Irons, 2013b].

Thematic Mapper, ileri düzeyde multispektral tarayıcıdır. ETM+ multispektral sensörler eşzamanlı olarak 8 bantta algılamaktadır. Bunlar arasında termal sensör 6. banttan algılanmaktadır. 8. bant ise 15m mekansal çözünürlükte pankromatik kayıt almaktadır. Herbir bantın özellikleri Çizelge 2.2'de verilmiştir [Irons, 2013c].

Çizelge 2.2. Landsat 7 ETM+ bantları özellikleri

Bant Numarası	Dalgaboyu ( $\mu\text{m}$ )	Çözünürlük (m)
1	0.45 – 0.52	30
2	0.52 – 0.60	30
3	0.63 – 0.69	30
4	0.76 – 0.90	30
5	1.55 – 1.75	30
6	10.40 – 12.50	60
7	2.08– 2.35	30
Pan	0.52– 0.90	15

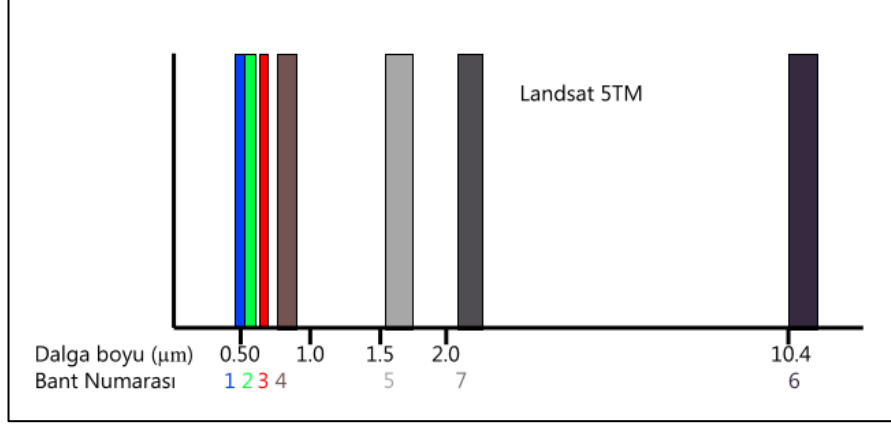
\* 25 Şubat 2010 sonrasında işlenmiş görüntüler 30m çözünürlükte yeniden örneklenmiştir.

Landsat 7 ETM+ uydusu yeryüzünü 185 km genişliğinde alanı tarayarak ilerler. 8 bitlik sayısal görüntüler elde etmektedir. Landsat görüntüleri tarama çizgilerinden kaynaklı hataların giderildiği Level 0R, geometrik düzeltmelerin yapıldığı Level 1G olmak üzere iki şekilde kullanıcılara USGS tarafından sunulmuştur [Irons, 2013d].

#### 2.2.2. Landsat 7 ETM+ Algılayıcı Bantları Kullanım Alanları

Bant1, görünür mavi ışık, bitki ve toprak arasındaki farklılıkları, ormanlık alanları ve kıyı çizgisini belirlemede kullanılır. Bant2, görünür yeşil ışık, canlı bitkilerin yeşil kısımlarının algılanmasında kullanılır. Bant3, görünür kırmızı ışık, farklı bitki türlerinin tespiti, litoloji ve toprak arasındaki sınırın belirlenmesinde kullanılır. Bant4, yakın kızılötesi ışınlar, bitkilerin miktarını saptamada, litolojilerin tanımlanmasında, toprak – litoloji, kara – su arasındaki farkı belirginleştirmede kullanılır. Bant5, kısa dalga kızılötesi, kurak alanlar, su miktarı ve kar – buz arasındaki farklılığı ortaya çıkarmada kullanılır. Bant6, termal kızılötesi, sıcaklık miktarı, bitkiler, termal kirlilik ve jeotermal alanların belirlenmesinde kullanılır.

Bant7, kısa dalga kızılötesi, litoloji ve toprak arasındaki sınırın belirlenmesi, toprak ve bitkilerde su miktarlarının saptanmasında kullanılır [San ve Sümer, 2003].



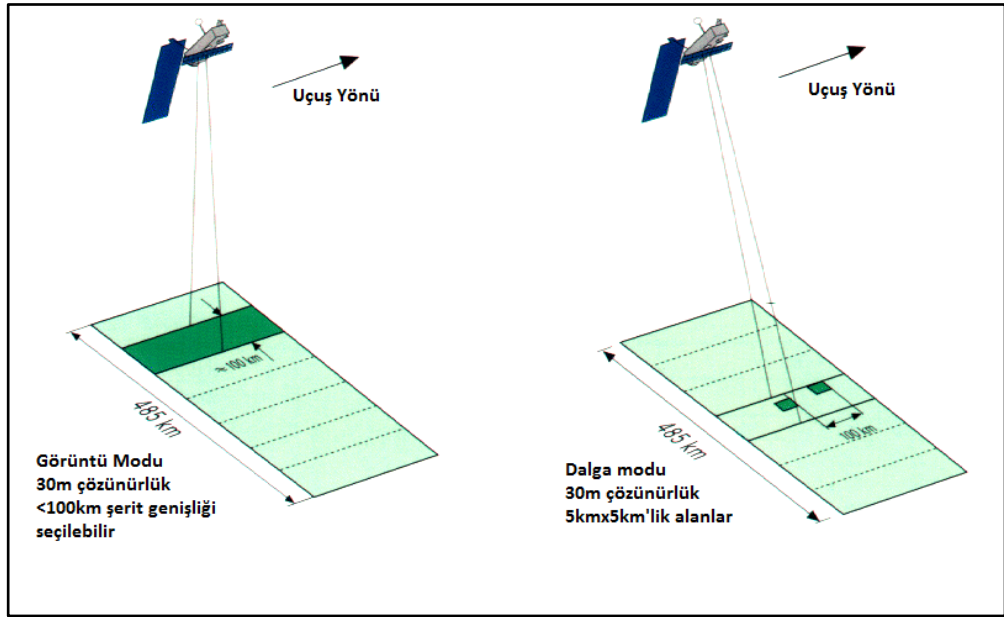
Şekil 2.5. Landsat 5 TM bantları ve spektral aralıkları

### 2.2.3. Envisat ASAR Özellikleri

Advanced Synthetic Aperture Radar (ASAR), Envisat uydusu üzerinde aktif uzaktan algılayıcı bir sistemdir. ASAR, 15 – 45° arası insidans açısıyla kayıtlar alır. Bu kayıtların sıkça kullanıldığı bölgesel çalışmalar

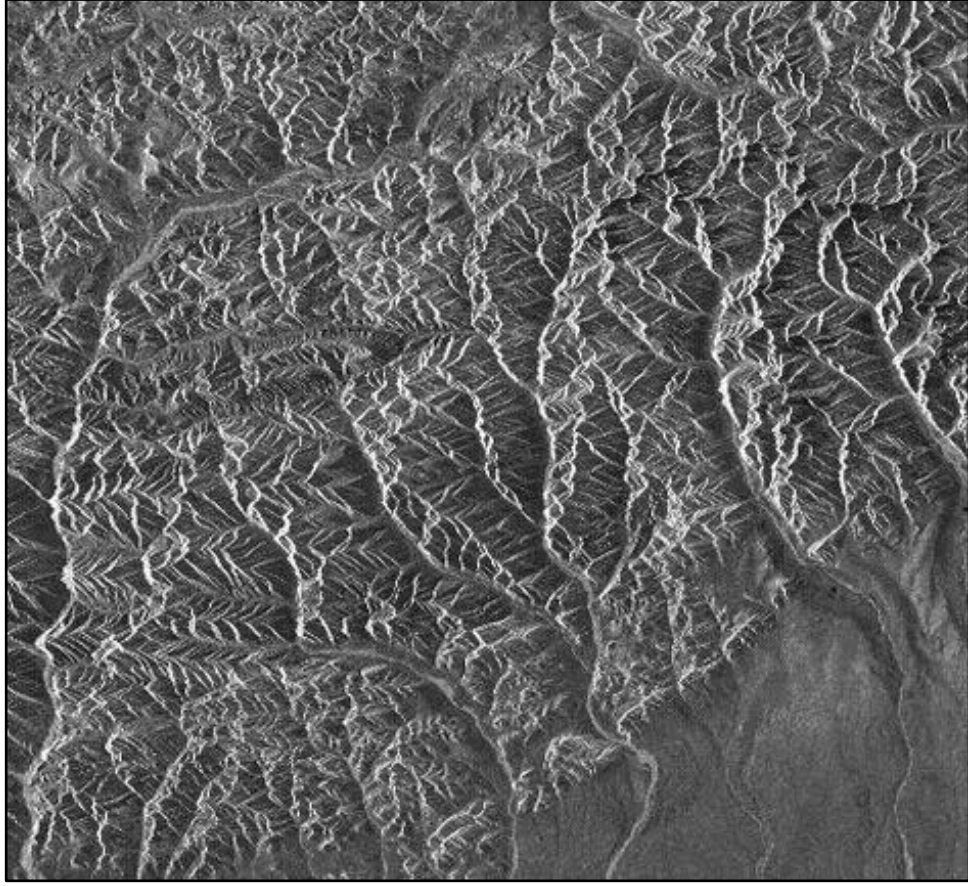
- Açıkdeniz üzerindeki buzullar
- Kar ve buzul haritalama
- Kıyı koruma ve kirlilik görüntüleme
- Gemi trafiği görüntüleme
- Tarım ve orman görüntüleme
- Toprak nemi görüntüleme
- Jeolojik araştırmalar
- Topografik haritalama
- Doğal afetlerin önceden belirlenmeye çalışılması
- Yüzey deformasyonu çalışmalarıdır.

Aktif elektromanyetik ışıma sistemine sahip ASAR, C bandında yani 4 – 8 cm dalga boyunda kayıtlar almaktadır. İşlenmemiş veri olan raw-data (level0) özel yazılımlarla işlenerek uydu görüntüleri gibi yorumlanabilir hale getirilir. ASAR resim ve dalga olmak üzere iki modda kayıt almaktadır. Resim modu sürekli bir şerit halinde kayıt alırken, dalga modu aralıklı ve daha küçük alanlar şeklinde örneklemeyle kayıt alır. Resim modu 100 km şerit genişliği ile sınırlıyken dalga modunda daha küçük ve seyrek örnekleme ile 400 km'ye kadar şerit genişliğinde görüntüler üretilmektedir [ESA, 2013a].



Şekil 2.6. Radarda resim modu – Dalga modu karşılaştırması





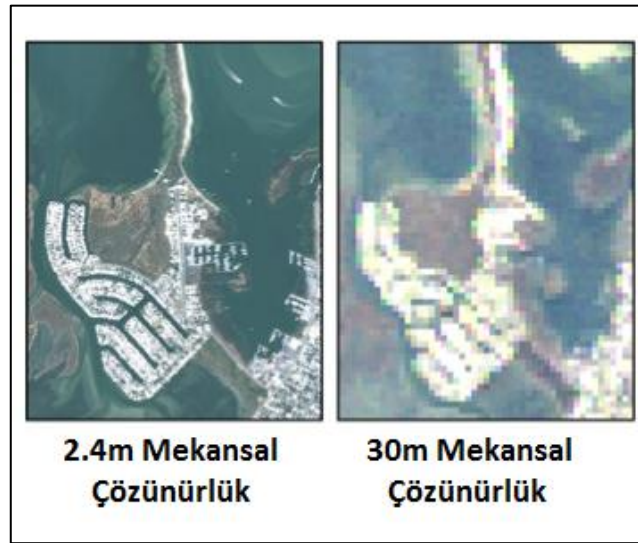
Şekil 2.7. ERS uydusuna ait radar görüntüsü (Bathtub sırtı) [ESA, 2013b]

### 2.3. UZAKTAN ALGILAMADA KULLANILAN VERİ

Uzaktan algılamada kayıt edilen veri içerisinde ayırt edilebilen en küçük detaya çözünürlük denir. Uydu görüntüleri için mekansal çözünürlük, spektral çözünürlük, radyometrik çözünürlük ve zamansal çözünürlük olmak üzere 4 çeşit çözünürlük bulunmaktadır [Zorlu, 2009].

### 2.3.1. Mekansal Çözünürlük

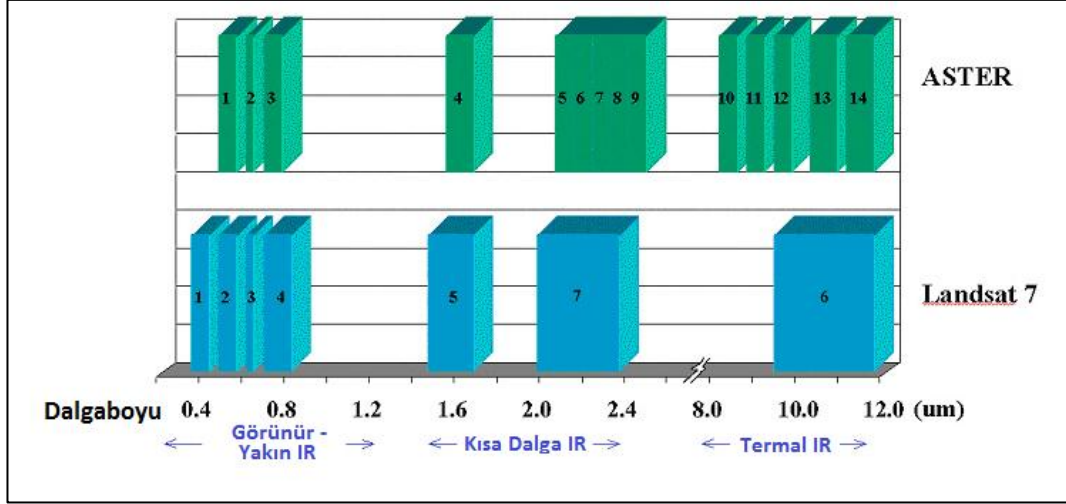
Mekansal Çözünürlük, algılayıcının tasarımı ve yüksekliğine bağlı olup, yeryüzünün ne kadar küçük parçasından gelen elektromanyetik enerjinin kaydedilebildiğinin ölçüsüdür. Sayısal resim üzerindeki pikselin yer yüzündeki ne kadarlık alanı ifade ettiğin gösterir. Örneğin Landsat TM için 1 piksel kenarları 30m olan bir kare alanı temsil eder (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Mekansal Çözünürlük ve detay ilişkisi

### 2.3.2. Spektral Çözünürlük

Ölçülen elektromanyetik enerjinin, sürekli elektromanyetik spektrum içerisinde ne kadar dar sınırları içerisinde kayıt yapılabildiğinin göstergesidir. Algılayıcı üzerindeki her bant ne kadar dar alanı ölçüyorsa ve algılayıcı üzerinde ne kadar çok tarayıcı var ise spektral çözünürlük o kadar iyidir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Landsat 5 TM ve ASTER sensörlernin spektral çözünürlükleri karşılaştırılması

### 2.3.3. Radyometrik Çözünürlük

Her bir bant içerisinde kayıt edilen enerji miktarının ne kadar hassasiyetle ölçüldüğünün göstergesidir. Algılayıcı duyarlılığı ile kaydedilen sinyal şiddetindeki her farklılık sayısal görüntü üzerinde piksel değerlerinin farklılığı olarak gösterilir.

### 2.3.4. Zamansal Çözünürlük

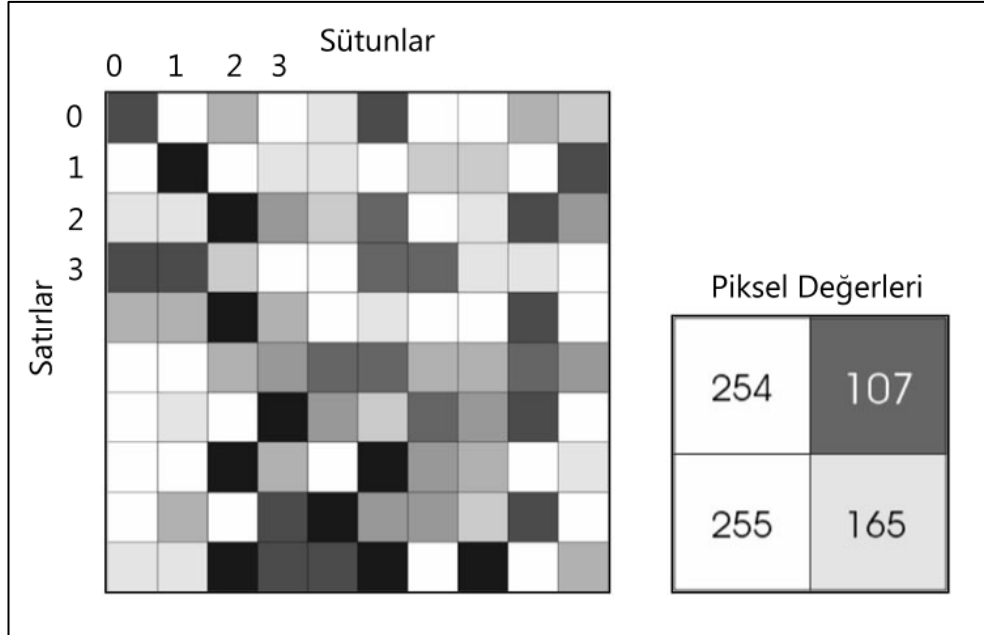
Zamansal çözünürlük, yer gözlem uydusunun aynı yer üzerinden tekrar geçmesi için gereken süredir. Uydulara ve yörüngelerine bağlıdır. Zamana bağlı çözünürlük yeryüzündeki değişimleri inceleyenler için önemli bir konu olup Landsat 5 TM uydusu için 16 gündür [Zorlu, 2009].

## 2.4.SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME

### 2.4.1. Sayısal Görüntü

Multispektral tarayıcılar sayesinde elde edilen spektral veri sayısal görüntü olarak kaydedilmekte, gelişen bilgisayar teknolojileri sayesinde de bu sayısal verilerin işlenmesi hızlıca yapılabilmektedir.

Sayısal görüntü, küçük, eşit alana sahip resim elemanlarından oluşur. Bunlar satır ve sütun olarak dizilirler. Bu elemanların her birine piksel adı verilir. Piksellerin oluşturduğu resim aslında bilgisayarda sayısal ortamda saklanmış piksel dizisi'nden ibarettir. Her pikselin resim içerisinde bulunduğu konumu ifade eden koordinatları (x,y) ve içerdiği bilgiye dair sayısal bir değeri bulunur. Buna digital number(DN) denir. Resim dosyasının içerdiği bilgiye göre örneğin 8 bitlik bir resim için piksel değerleri (0-255) arası değerden oluşur (Şekil 2.10) [Sabins, 1999].

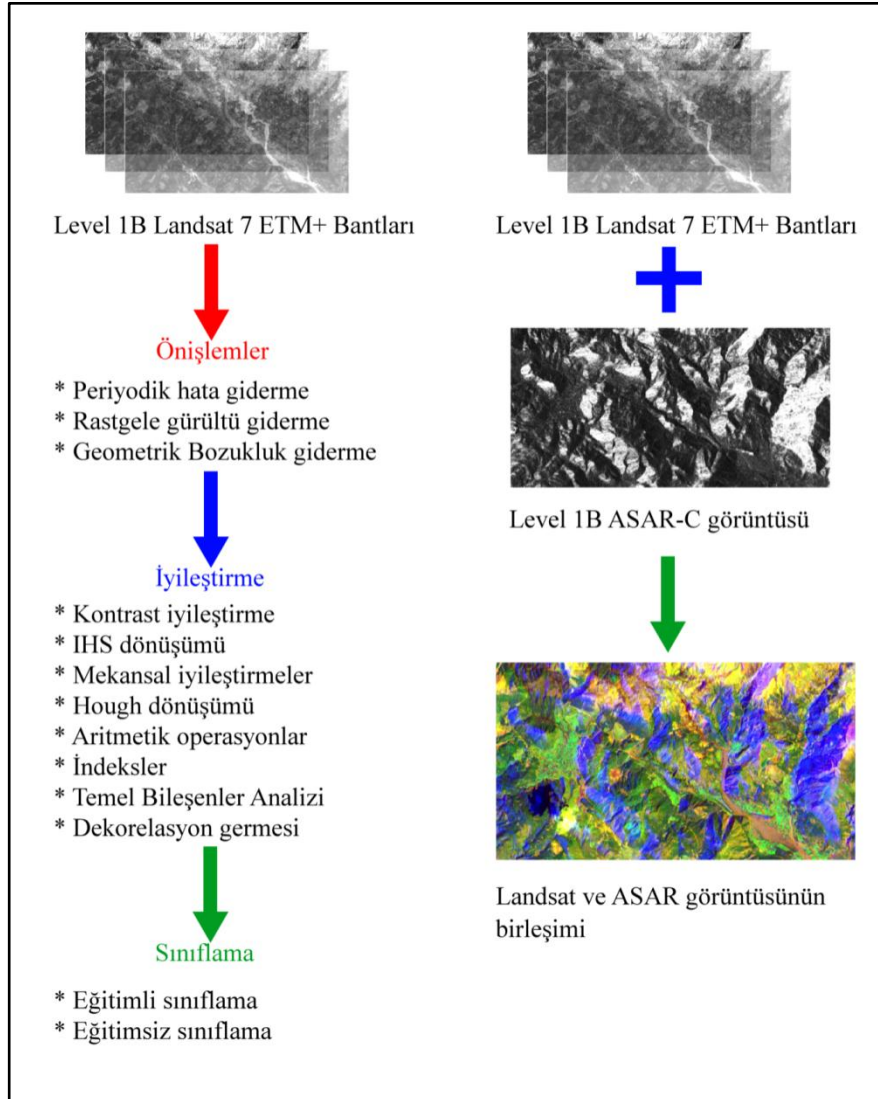


Şekil 2.10. Piksel değerlerinin bir araya gelerek sayısal görüntü oluşturma

Basılı haritaların, basılı hava fotoğraflarının vb. kaynakların taranması, bilgisayar ortamında işlenebilir hale getirilmesine sayısallaştırmadanir.

#### 2.4.2. Sayısal Görüntü İşleme

Sayısal görüntü işleme başlıca 3 aşamada gerçekleşir. Bunlar ön işlemler, görüntü iyileştirme ve sınıflama-analiz şeklindedir (Şekil 2.11).



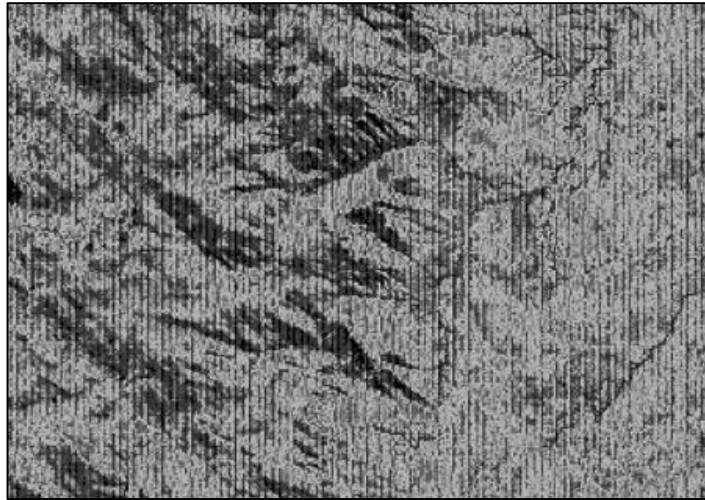
Şekil 2.11. Sayısal görüntü işleme aşamaları

### 2.4.3. Ön İşlemler

Elde edilen uydu görüntüleri üzerinde yorumlamaya hazırlamadan önce bazı hazırlıklar yapılması gerekir. Bunlar sensörlerden kaynaklı sistematik hatalar, atmosferik etkilerden, cihazlardan, kayıt koşullarından vb. kaynaklanan gürültü adı verilen anlamsız verilerden veya yeryüzü şeklinden, elde edilen görüntünün farklı projeksiyon sisteminde olmasından kaynaklı geometrik bozuklukların giderilmesi şeklinde sıralanabilir.

#### 2.4.3.1. Periyodik Hata Giderme

Bazı Landsat TM görüntülerinde doğuya yönelmiş tarayıcıların taradığı pikseller, batıya yönelmiş tarayıcıların taradığı piksellerden koyu veya açık olmaktadır bu ise görüntü üzerinde **banding/striping** adı verilen sistematik hataya neden olmaktadır. Deniz yüzeyi, çöller gibi homojen yüzeylerde daha belirgin görülen bir hatadır. Görüntü üzerindeki koyu ve açık bantların giderilmesi yazılımlarla mümkündür (Şekil 2.12) [Sabins, 1999].

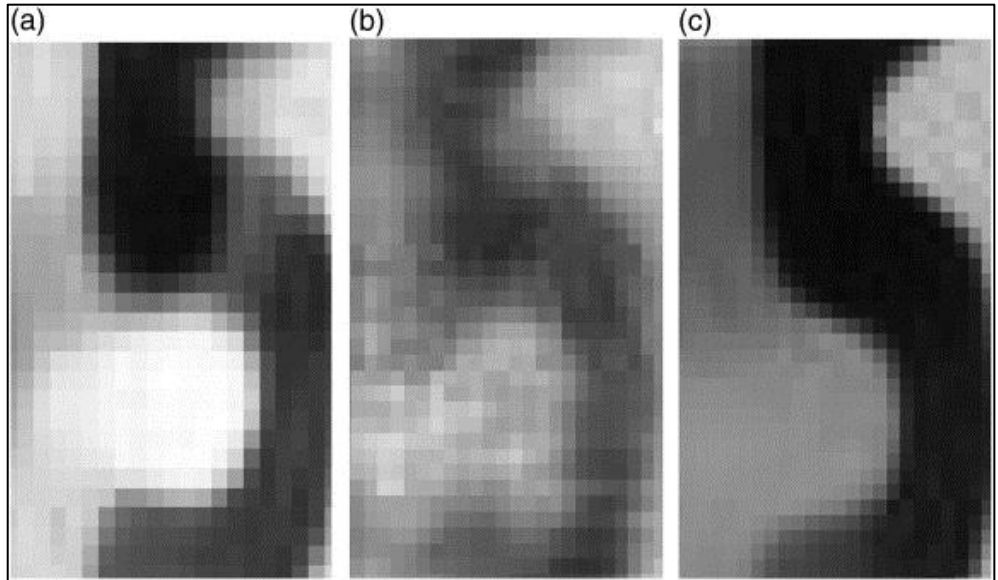


Şekil 2.12 Banding hatası [Naumann, 2008]

Bazen tarama esnasında bazı şeritler kaymış şekilde olabilmektedir. Tarayıcıdan kaynaklı bu hata için, olması gereken yerde bulunmayan şeritleri eski yerine kaydırmak gereklidir. Her şerit, satırlardaki referans pikseli ile başlayacak şekilde yeniden düzenlenerek periyodik hata giderilmiş yeni görüntü oluşturulabilir [Sabins,1999].

#### 2.4.3.2. Rastgele Gürültünün Filtrenmesi

Sayısal verilerin algılanması, iletimi, kaydedilmesi sırasında oluşabilecek, piksellerde olması gerekenden parlak, koyu renklere neden olan hatalara rastgele gürültü denir. Sistematik hatalar olmadığı için düzeltilmesi daha karışiktır. Filtreleme ile piksel değelerinin komuş piksellerden aykırılıkları giderilir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13 Gürültü filtreleme, a: gürültü içeren görüntü, b: medyan filtrelenmiş görüntü, c: anizotropik difüzyon filtrelenmiş görüntü

#### 2.4.4. İyileştirme

İyileştirme, görüntünün kullanıcının amacı doğrultusunda aranan özellikleri vurgulamak için yaptığı değişikliklerdir. Genellikle iyileştirmeler, görüntü içindeki orjinal değerlerin değişmesi ile sonuçlanır, bu nedenle görüntü restorasyonu tamamlanmadan iyileştirme yapılmaz [Sabins, 1999]. Görüntü iyileştirme teknikleri,

- Kontrast iyileştirme
- Kenar iyileştirme
- Yoğunluk, ton, doygunluk (IHS) dönüşümü
- Kombinasyon görüntüleri vb.

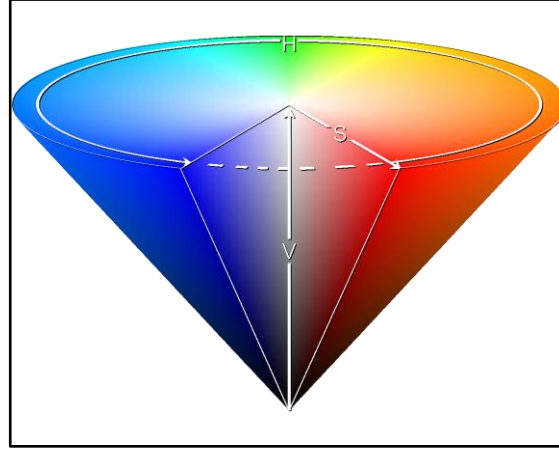
##### 2.4.4.1. Kontrast İyileştirme

Kontrast iki bitişik yüzeyin parlaklık farkından oluşur. Görsel algıda kontrast nesnenin renginin ve parlaklığının diğer nesnelere farkıyla açıklanır. Eğer bir görüntüde kontrast belirli bir aralıkta sıkışık ise aranan bilgi uniform konsantrasyona sahip alan içerisinde kaybolabilir. Burada çözülmesi gereken problem görüntünün kontrastının tüm özellikleri yansıtacak şekilde yeniden düzenlenmesidir. Düşük kontrast, zayıf aydınlanma, sensördeki dinamik aralığın bulunmaması, lens aparatının yanlış kullanılması sonucu oluşabilir. Kontrast iyileştirmenin mantığı ise gri tonların dinamik aralıklarının yeniden düzenlenmesidir. Başlıca lineer ve lineer olmayan iki çeşit kontrast iyileştirme bulunmaktadır [Al-amri, 2011].

##### 2.4.4.2. Yoğunluk, Ton, Doygunluk (IHS) Dönüşümleri

Yoğunluk, ton, doygunluk (IHS) dönüşümü insan algısına en yakın renkleri sağlayan sistemdir. IHS düşey eksenini yoğunluk, yarıçapı doygunluk, daire çevresinin de ton ile temsil edildiği renk küresinde tanımlıdır (Şekil 2.14).





Şekil 2.14 IHS renklerin elde edilmesi

Yoğunluk (I), parlaklık değişkenlerini ifade eder ve siyah – beyaz arasındadır. 8 bitlik bir görüntüde 0 -255 arası değerler alır. Ton (H), rengin baskın dalga boyunu ifade eder. Kırmızı tonlarının orta noktasında 0 değerindedir ve saat yönünün tersinde çember boyunca 0 -255 arası değer alır. Doygunluk (S), rengin saflığını ifade eder ve kürenin merkezinde 0, çevreleyen çember genişledikçe 255'e kadar değer alır [Buchanan, 1979; Sabins, 1999].

IHS dönüşümü uzaktan algılamada görüntü keskinleştirmede kullanılan bir yöntemdir. Daha yüksek çözünürlüklü bir pan bantı kullanılarak çok bantlı bir görüntünün mekansal çözünürlüğü iyileştirilebilmektedir. Bu çalışmada 4 m mekansal çözünürlükte SPOT görüntüsü Google Earth programından elde edilmiştir. RGB sistemindeki bu görüntü IHS sistemine dönüştürülerek pan görüntü elde edilmiştir. Pan görüntü ise görüntü keskinleştirmede kullanılmıştır. RGB – IHS dönüşümü aşağıdaki şekildedir.

$$I = R + G + B$$

$$H = I - 3 * B \quad (\text{Eşitlik 2.2})$$

$$S = I$$

Son olarak  $0 < H < 1$  aralığı  $1 < H < 3$  aralığına genişletilmiştir.

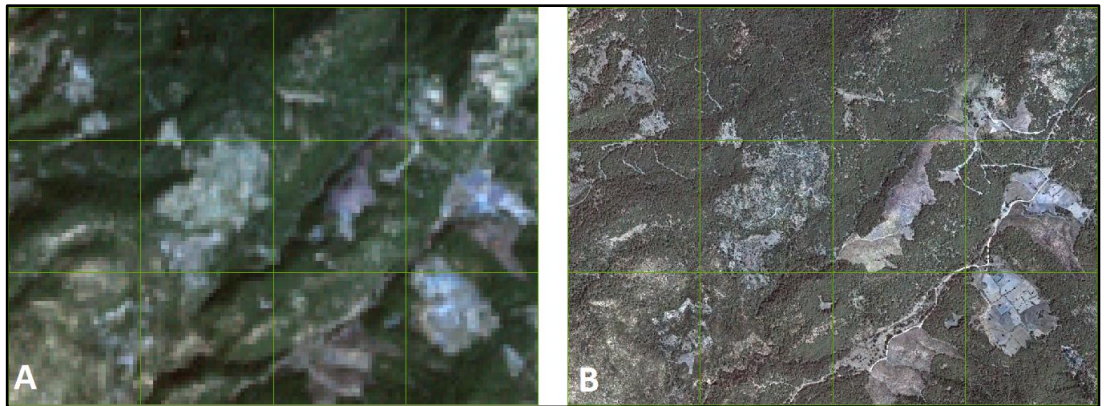
#### 2.4.4.3. Mekansal İyileştirmeler

Mekansal çözünürlük, uzaktan algılanmış bir görüntü üzerinde ayırt edilen en küçük birim alandır ve kare ile temsil edilen piksellerin kenar uzunluğu ile belirtilir. Örneğin Landsat 7 ETM+ için bantlar (6. Bant hariç) 30 metre mekansal çözünürlüğe sahiptir. Görüntü üzerinde belirli ayrıntıların ön plana çıkması veya ayıklanması için yapılan düzeltmelerdir [Zorlu, 2009].

#### *Görüntü Keskinleştirme*

Daha yüksek çözünürlüklü başka bir kaynak kullanarak çok bantlı görüntünün mekansal iyileştirilmesidir. Bunun için IHS dönüşümü kullanılır. Bu çalışmada görüntü keskinleştirme aşağıda belirtilen şekilde yapılmıştır (Şekil 2.15).

1. 30m mekansal çözünürlüğe sahip Landsat 7 ETM+ bantları SPOT görüntüsü kullanılması için 4m çözünürlükte yeniden örneklenmiştir.
2. Landsat 7 ETM+'a ait renkli görüntü IHS dönüşümü yapılmıştır.
3. Dönüştürülmüş Landsat 7 ETM+ görüntüsü içerisinde I bileşeni çıkarılır yerine SPOT görüntüsü eklenir.
4. Yeni oluşturulmuş IHS görüntüsü RGB renk sistemine dönüştürüldüğünde 4m çözünürlükte Landsat 7 ETM+ çok bantlı görüntüsü elde edilir (Şekil 2.15) [Sabins, 1999].

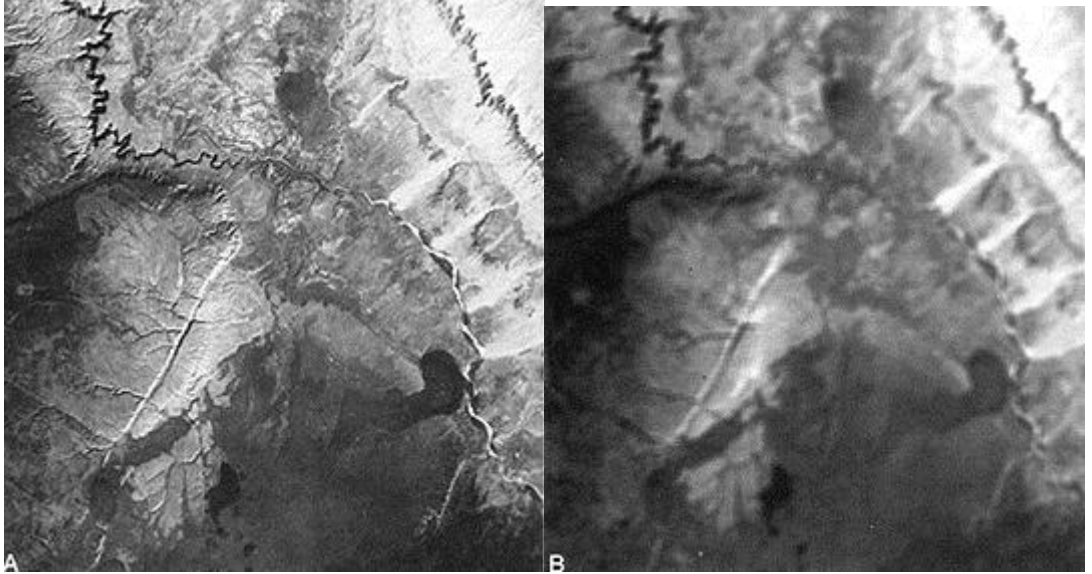


Şekil 2.15. Çalışma alanına ait Landsat 7 ETM+ görüntüsünün SPOT pan görüntüsü kullanılarak mekansal iyileştirme yapılması (RGB 123) A: 30m mekansal çözünürlük, B: 4m mekansal çözünürlük.

### *Alçak Geçiren Filtreleme*

Yüksek frekanslı detayları bloke eden veya önemini azaltan görüntü iyileştirmeye alçak geçiren filtreleme (AGF) denir. En basit AGF belirli girdi pikselinin ve çevreleyen piksellerin parlaklık değerlerini işler ve sonuç olarak bu değerlerin toplamının ortalaması olan yeni bir parlaklık değeri atar. Genellikle 3x3, 5x5 gibi kareler halinde bu işlem bütün görüntüye uygulanır [Kumar, 2012].

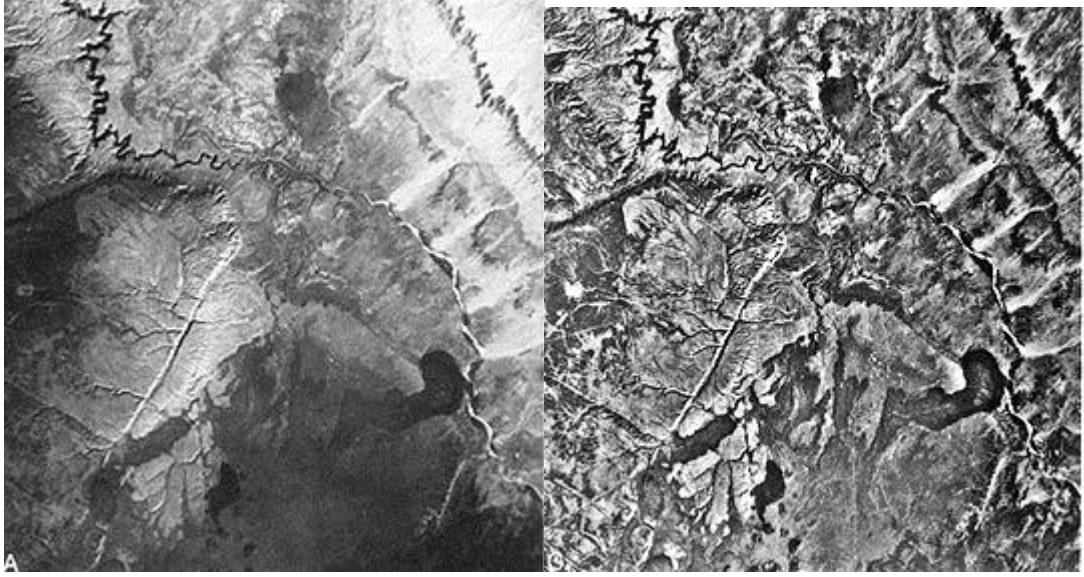
3x3 boyutlarında maskeleme seçildiğinde görüntü 2 satır ve 2 sütun daha küçülür. Bunu gidermek için çalışma alanından daha büyük bir görüntüde filtreleme yapılması daha sonra görüntünün kesilmesi veya kenar hatları boyunca varolan piksellerin ortalamalarının piksel değerleri olarak atanması uygulanabilir (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. Alçak geçiren filtreleme, A: orjinal görüntü, B: Filtrelenmiş görüntü [Short, 2013].

### *Yüksek Geçiren Filtreleme*

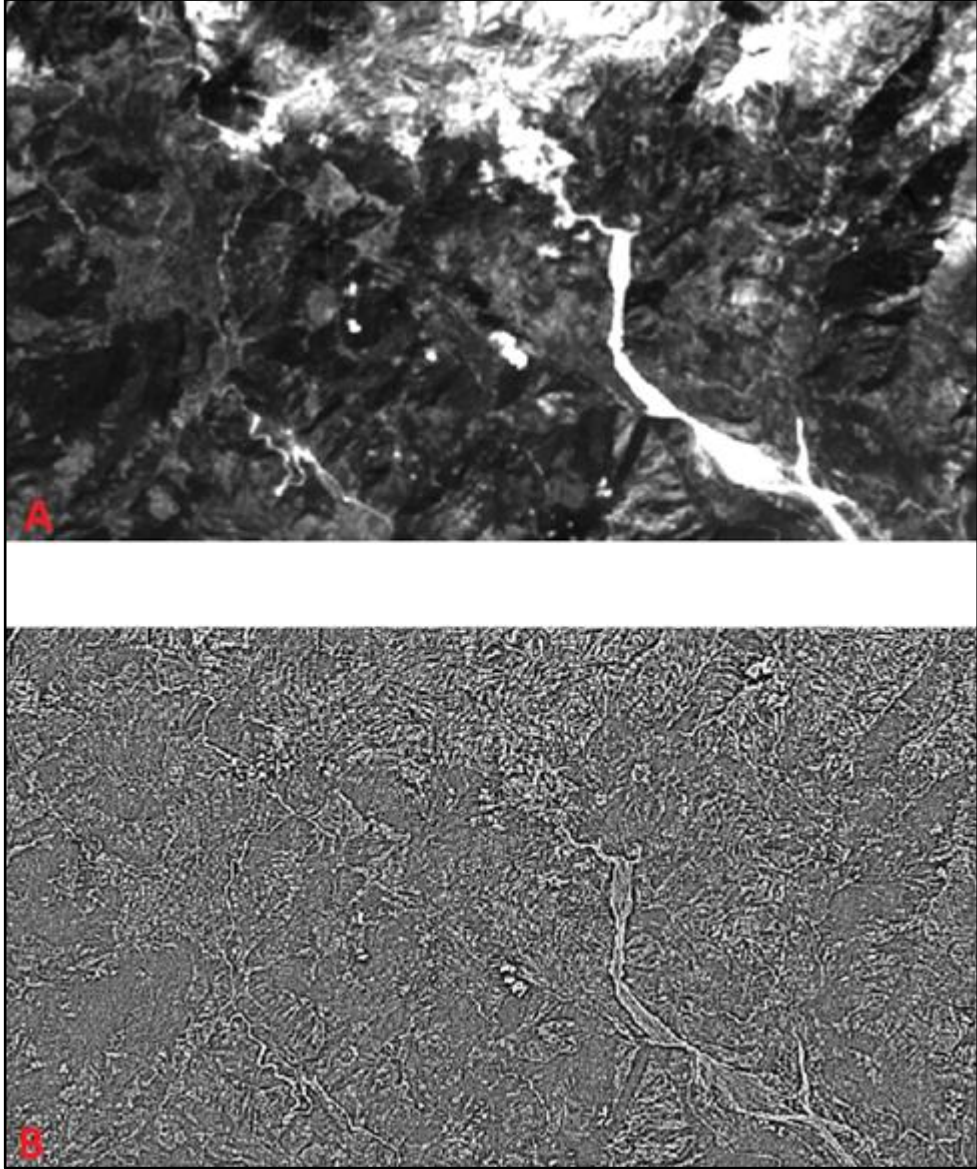
Yüksek geçiren filtreler (YGF) yavaşça değişen bileşenleri görüntüden ayırmak için kullanılır. YGS, görüntüde göreceli dar yoğunluk histogramı sağlar. Bu da çıktı görüntünün görsel analiz yapılmadan önce kontrast gemesi yapılmasını gerektirir (Şekil 2.17).



Şekil 2.17. Yüksek geçiren filtreleme A: orjinal görüntü, C: Filtrelenmiş görüntü [Short,2013].

### *Kenar İyileştirme*

Birçok uzaktan algılama çalışmasında nesnelerin etrafını saran kenarların yorumlanması önemli bir yer tutmaktadır. Kenar iyileştirme kenarları belirginleştirir ve şekilleri ve detayları yorumlamaya daha kolay hale getirir. Kenar iyileştirme doğrusal ve doğrusal olmayan iki şekilde yapılır [Kumar, 2012]. Şekil 2.18'de çalışma alanına ait Landsat 7 ETM+ Band 1 görüntüsü ve kenar iyileştirmesi yapılmış görüntü verilmiştir.



Şekil 2.18. Kenar iyileştirme yapılmış görüntü, A: orjinal görüntü, B: kenarları belirginleştirilmiş görüntü.

#### 2.4.4.4. Hough Dönüşümü

Faylar, eklemler, kıvrımlar, dayklar, litolojik dokanaklar gibi çizgisel özelliklerin bölgesel çalışmalarında, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri kullanılması son birkaç onyılıda önemli ilerlemeler kaydetmiştir [Rowan and Latham, 1980]. Çizgiselliklerin belirlenmesi için sayısallaştırılmış verinin kullanımını Sijmons [1987] iki kategoriye ayırmıştır. Birincisi standart görüntü işleme metodlarıyla çizgisel özelliklerin belirginleştirilmesi (kenar algılama yönlü filtreler gibi), ikincisi ise çizgisellik haritası için tamamen otomatik olarak orjinal

verinin işlenmesi şeklindedir. İkinci gruba giren Hough dönüşümü ise grilik seviyelerinin devamlılığına daha hassas olan bir yöntemdir.[Karnieli et al., 1996].

Hough dönüşümü paralel setlerin kenar piksellerini algılamak için kullanılır. Haritalama esnasında piksel değerleri parametre uzayında yeniden uzaklık ve açı cinsinden tanımlanır. Kenar piksellerin değerleri ise parametre uzayında pik yapar [Ballard and Brown, 1982]. Bir doğru çizgi, onun eğimi  $\alpha$ , ve onun orjinden uzaklığı  $\rho$  ile karakterize edilir. A eğimli bir doğru olmak üzere;

$$\rho = x \cdot \sin\alpha + y \cdot \cos\alpha \quad (\text{Eşitlik 2.3})$$

Görüntü üzerinde uzunca bir doğru sınır varsa e,  $\alpha$  eğime sahip, orjinden  $\rho$  uzaklıkta olsun. Kenar piksel koordinatları (xy) su ve gradyan olarak  $\theta$  yönünde  $\alpha$ 'ya dik olsun.

$$A = \theta + \left(\frac{\pi}{2}\right) \quad (\text{Eşitlik 2.4})$$

Bu durumda,

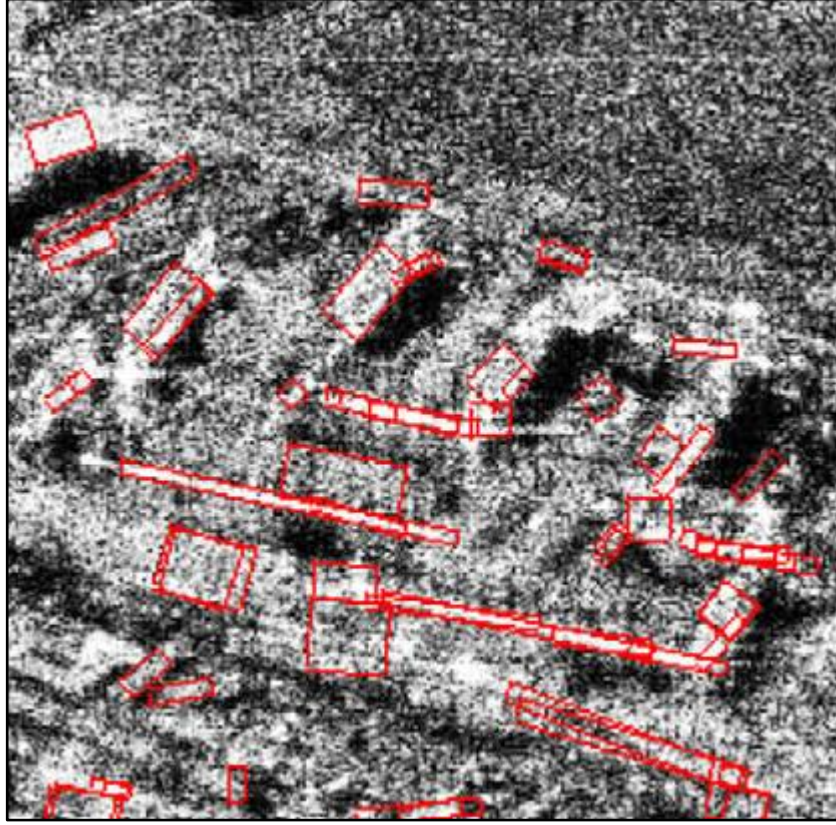
$$\rho = x \cdot \cos\left(\theta \pm \left(\frac{\pi}{2}\right)\right) + y \cdot \sin\left(\theta \pm \left(\frac{\pi}{2}\right)\right) \text{ yani } \rho = \pm(x \cdot \cos(\theta) + y \cdot \sin(\theta)) \quad (\text{Eşitlik 2.5})$$

Eğer  $\rho$  değerinin her kenar piksel için uygularsak e, ( $\rho$ ,  $\alpha$ ) değerlerinden oluşan küme verecektir. Bu durumda her  $\theta + \left(\frac{\pi}{2}\right)$  ve  $\theta - \left(\frac{\pi}{2}\right)$  için sadece bir  $\rho$  değeri hesaplanacaktır [Rosenfeld et al., 1986].

#### *Hough dönüşümünün jeolojide çizgisellik analizi için kullanımı*

Hough Dönüşümü görüntü üzerindeki doğrusallıkları ortaya çıkarmaktadır. Basitçe kenar taramasıyla ve bunu da eğim büyüklüğü ve yönünü kullanarak yapar. Basit kenar bulucu kullanıldığında (Ör: Sobel Operatörü) büyük oranda gürültü içerir. Gürültü ise jeolojik çizgisellikleri gizlemektedir. Bu nedenle gürültüyü gidermek için 3x3 türevi eğimi hesaplamak yerine her piksel için geniş komşuluk arama (Ör: 20x20) gerekmektedir [Karnieli et al., 1996; Rosenfeld et al., 1986].

Algoritma piksel üzerinde ilerlediği gri derecelerin farklarını, olası her yönde toplar, ne zaman ki bu toplam eşik değeriinden az çıkarsa, bu yön boyunca çizgisellik tespit edilir ve yön belirlenir. Yeterince güçlü bir kenar elde edene kadar bu işlem tekrarlanır. Bu tespitin verimli bir yaklaşımı karanlık ve aydınlık yönleri olan çizgisel topografyalarda geçerlidir (Şekil 2.19).



Şekil 2.19.Hough dönüşümünün çizgisellikleri ortaya çıkarmada kullanımı [Wang et al., 2010].

#### 2.4.4.5. Aritmetik Operasyonlar

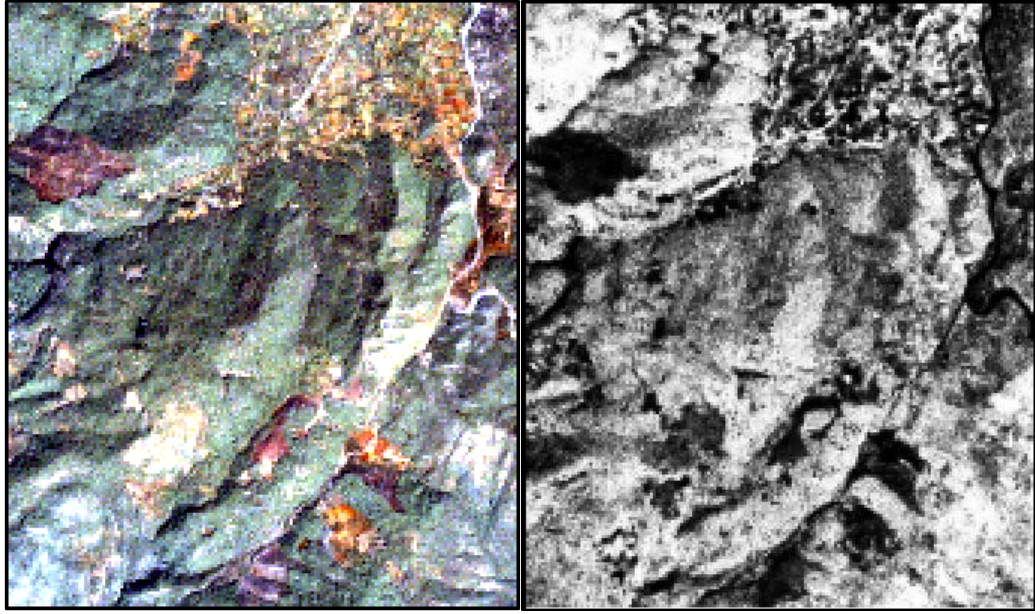
Birden fazla görüntünün piksel değerleri kullanılarak yapılan aritmetik işlemler sonucu yeni görüntüler elde edilir. Yapılan işlemlerin türüne göre farklı özellikler ön plana çıkarılır. Birden fazla bantın piksel değerleri toplanarak gürültüsü azaltılmış, aynı yere ait farklı zamanlarda elde edilmiş görüntülerin farkı alınarak zaman içindeki değişimi ön plana çıkarılmış, bantların birbirine bölünmesiyle gölge

etkisi ortadan kaldırılmış veya 1 ve 0'lardan oluşan görüntü ile çarpılarak istenmeyen alanlar (0 ile çarpılarak) maskelenmiş görüntüler elde edilir [Zorlu, 2009].

#### 2.4.4.6. İndeksler

Uzaktan algılamada çok bantlı sensörlerden elde edilen bantların aritmetik işlemlerden geçirilerek elde edilmiş yaygın kullanıma sahip indeksler bulunmaktadır. Bunlardan biri olan Normalised Difference Vegetation Index (NDVI), bitki örtüsünü ön plana çıkarmaktadır. Yakın kızılötesi (NIR) ve kırmızı renkte (R) bantların farkının toplamına bölünmesiyle elde edilir (Şekil 2.20) [Zorlu, 2009].

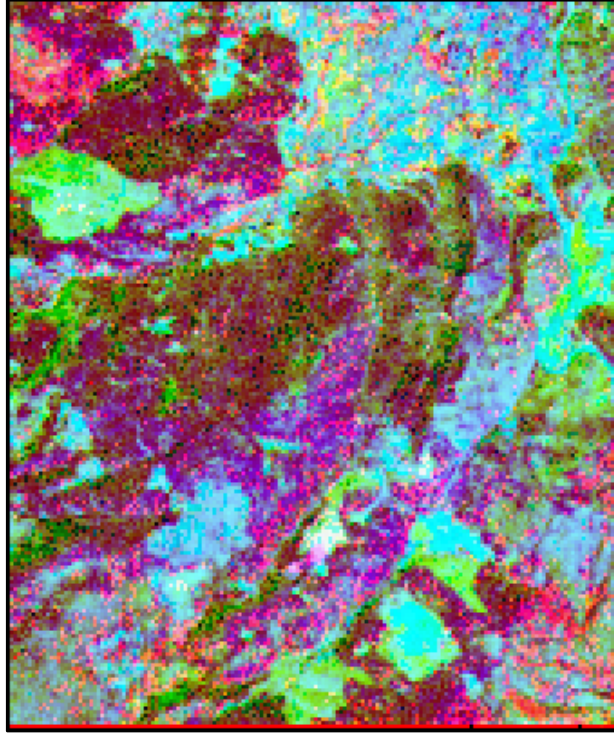
$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$



Şekil 2.20. NDVI görüntüsü, a) Çalışma alanına ait RGB321 görüntü, b) Çalışma alanına ait NDVI görüntüsü.

Demiroksit içeren mineraller için Bant 3'ün Bant 1'e oranı kullanılmaktadır. Bant 5'in Bant 1'e bölünmesiyle kil minerallerince zengin alanlar, Bant 5'in Bant 4'e bölünmesiyle demirli minerallerce zengin alanlar belirginleşir Mineral bileşimi haritası için 5/7-5/4-3/1 kompozit görüntü, hidrotermal bileşimi haritası için de 5/7-3/1-4/3 kompozit görüntü yaygın olarak kullanılır (Şekil 2.21) [Sarı, 2005].



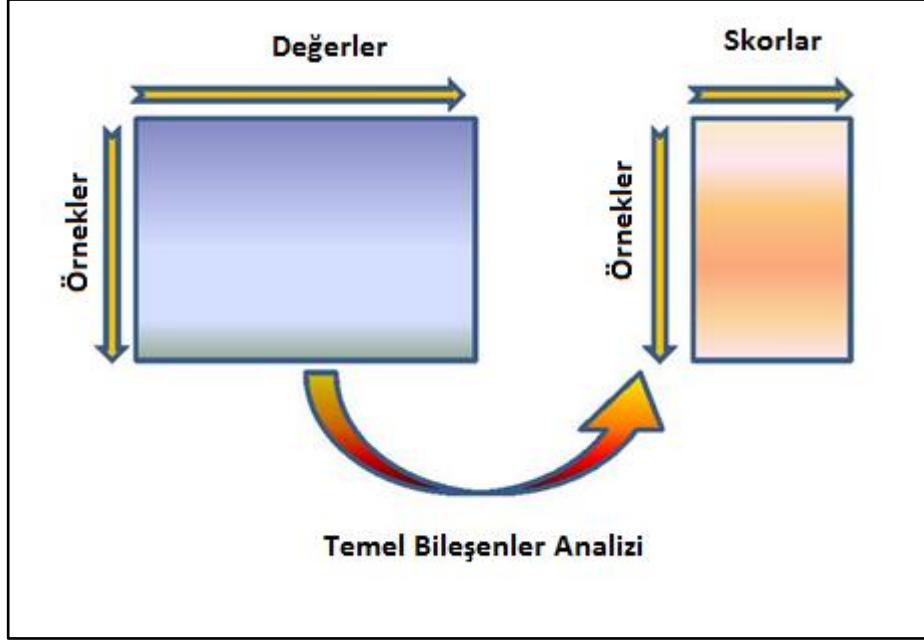


Şekil 2.21 Çalışma alanının GB kesimine ait mineral haritası (RGB:5/7-5/4-3/1).

#### 2.4.4.7. Temel Bileşenler Analizi

Temel Bileşenler Analizi (TBA), ilintili çok değişkenli ölçümleri ilişkili olmayan daha küçük setlere küçültme tekniğidir [Prava Das, 2013]. Gözlenen değişkenler içinde en fazla varyansa sahip olan daha az sayıdaki yapay değişkene temel bileşenler adı verilir [SAS, 2013]. TBA bu şekilde boyutsal azaltmada veri kaybının en az olduğu en sağlıklı yöntemlerden biridir (Şekil 2.22).

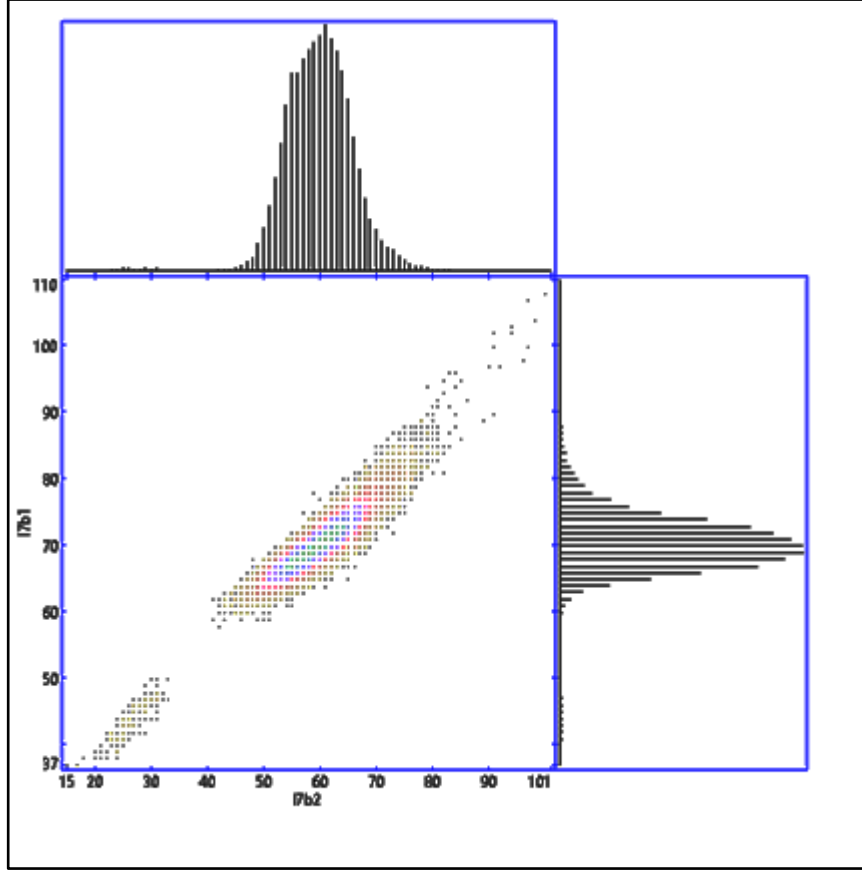
Çok değişkenli veri setlerinde TBA bir varyasyonu arama tekniğidir. TBA ilk aşamada bütün veri seti için ortalama değeri veya aralığı çıkarır, buna orta merkezleme denir. En büyük varyasyona sahip kaynağa temel bileşen 1 (TB1) denir. Veri setindeki ikinci en büyük varyasyon kaynağına da TB2 denir. Temel bileşenler, ortogonal vektörlerden oluşur. Her bir veri için, TB1 ve TB2 vektörüne projeksiyonuna skor değeri adı verilir [Castro-Suarez, 2013].



Şekil 2.22. TBA basitleştirilmiş şeması

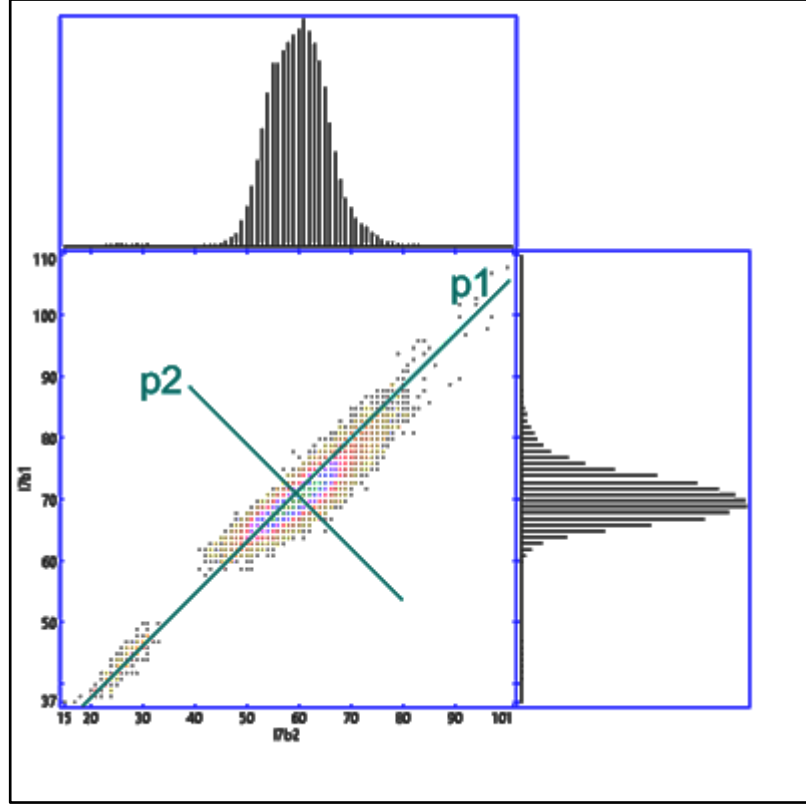
#### *Temel Bileşenler Analizi'nin uydu görüntülerinde kullanılması*

Landsat TM bantları kıyaslandığında koyu ve açık renkli alanların Bant 1 ve Bant 2'deki güçlü benzerliği görülecektir. Bant 1 ve Bant 2 bantlarının diyagram üzerinde gösterildiğinde (Şekil 2.23) sayısal değerlerin bir bant için artarken diğeri içinde sayısal veriler bir hat boyunca uzandığı görülmektedir. Bu durum bantların kuvvetli şekilde korelasyonlu olduğunu, çok bantlı veri seti içinde aynı verilerin gereksiz şekilde tekrarlandığını işaret eder. Bu fazlalık azaltıldığında çok bantlı veri seti veri kaybı olmadan sıkıştırılabilir [Sabins, 1999].



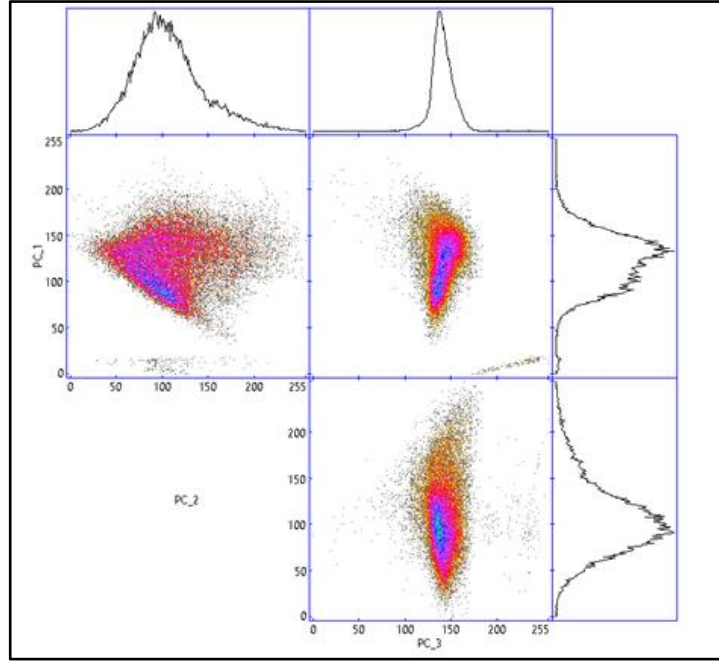
Şekil 2.23. Çalışma alanı için Landsat 7 ETM+ bant 1 ve bant 2 sayısal değerleri arasındaki korelasyonu gösteren diyagram ( $L7b1 = 0.67218 * L7b2 + 30.18564$ ).

Şekil 2.24'teki 2 bant için, TBA iki yeni koordinat sistemi atar, bunlar p1 ve p2. Atanan ilk bant olan p1, dağılımın uzun eksenidir, ikinci bant olan p2 ise p1 eksenine dik olarak seçilir. Matematiksel işlemler sonucunda ilksel koordinat sistemi yerine yeni ortogonal sistemde lineer dönüşümleri alınan piksel değerleri elde edilir (Şekil 2.24) [Sabins, 1999].



Şekil 2.24 Temel bileşenler analizi dönüşümü

Aynı şekilde 2'den fazla bantlı veri seti için de yeni koordinat sistemi üzerinde bileşenler eklenir, her bir bileşen daha önce tanımlanmış aksene dik olarak hesaplanır. Her bir piksel için yeni piksel değerleri bu dik aksene olan uzaklıklarıyla baştan tanımlanır. Yeniden düzenleme sonrası görüntüye ait en çok veri p1 bileşeni üzerinde, kalanın büyük kısmı p2 üzerinde tanımlıdır. Diğer bileşenler ise verinin çok azını temsil eder (Şekil 2.25).



Şekil 2.25. TBA işleminin sonucu elde edilen ilk 3 bileşenin aralarındaki zayıf korelasyonu .

Özet olarak TBA dönüşümünün avantajları,

- Çok bantlı veri setinde değişkenlerin büyük çoğunluğu ilk iki banta sıkıştırılır,
- Aralarında zayıf korelasyon bulunan bantlar üretilmesiyle gürültü uzaklaştırılır,
- Landsat TM bantlarına göre daha belirgin spektral farklılıklar oluşturulması nesnelerin daha görünür olmasına yardımcı olur [Sabins, 1999].

#### 2.4.4.8. Dekorelasyon Germesi

Dekorelasyon Germesi (DG) kökeninde yakın ilişkili iki verinin dönüşüm tekniklerinin bir adaptasyonu ve uzantısıdır [Alley, 1996]. Dekorelasyon Germesi, Soha ve Schwartz [1978] tarafından ortaya atılmıştır. Beyazlatma dönüşümü [Fukunaga, 1972] üzerine kurulu olan bu teknik çeşitli yazarlar tarafından kullanılmıştır. DG dönüşümünde amaç, histogramın tüm öz nitelik uzayını kapladığı, olası görüntü özelliklerinin maksimum olduğu, renk tonlarının fazlaca değişime uğramadığı yeni çok bantlı görüntü oluşturmaktır [Dutra et al., 2013].

#### 2.4.5. Çok bantlı Sınıflama

Her piksel için 6 spektral bantta da yansımaya değerleri kaydedilir. Bir piksel bu sayede farklı dalgaboyundaki yansımaya benzerlikleri spektral imza olarak tanımlanır. Çok bantlı sınıflama spektral imzaları analiz eden ve pikselleri sınıflara atayan bilgi çıkarımı işlemidir [Sabins, 1999].

Sınıflama için birçok metot bulunmakta olup genellikle “maksimum benzerlik” ve “paralel boru” algoritmaları [Lillesand and Kiefer, 2000] kullanılır. Eğitilmiş ve eğitimsiz olmak üzere 2 tür sınıflama vardır. Prosedürler hızlı ve az kesin, yavaş ve daha kesin olabilir. Ortalamaya minimum mesafe tekniği sınıfların varyansını hesaplamadığı için daha hızlı, daha fazla hesaplama ihtiyacı duyduğu için “minimum dağılım açısı” metodu yavaş fakat daha kesin sonuçlar vermektedir. Başlıca sınıflama teknikleri hızları karşılaştırması ve referansları Çizelge 2.3'te verilmiştir [Zaniewski, 2013].

Çizelge 2.3. Sınıflama Teknikleri Hızlarının Karşılaştırılması

Kullanılan Teknik	Türü	İşlem Süresi	Referans alınan Çalışma
Simple One Pass Cluster	Eğitimsiz	14 s.	Jensen (1996)
K Means	Eğitimsiz	82 s.	Duda and Hart (1973); Schowengerdt (1997)
Fuzzy C Means	Eğitimsiz	151 s.	Cannon et al. (1986); Schowengerdt (1997)
Minimum Distribution Angle	Eğitimsiz	1471 s.	Paris and Kwong (1988)
ISODATA Classification	Eğitimsiz	35 s.	Tou and Gonzalez (1974); Jensen (1996)
Self-organizing Neural Network	Eğitimsiz	115 s.	Schowengerdt (1997)
Adaptive Resonance	Eğitimsiz	105 s.	Carpenter and Grossberg(1988)
Min. Distance to Means	Eğitilmiş	13 s.	Jensen (1996); Lillesand and Keifer (2000)
Maximum Likelihood	Eğitilmiş	19 s.	Lillesand and Keifer (2000)
Stepwise Linear	Eğitilmiş	10 s.	Johnston (1978)
Suits Maximum Relative	Eğitilmiş	12 s.	Wagner and Suits (1980)

#### 2.4.5.1. Eğitimli Sınıflama

Analiz yapan kişi, görüntü üzerinde “eğitim alanı” adı verilen her bir kategori için örnek teşkil eden alanları belirler. Eğitim alanı içerisinde kalan her pikselin yansıma değerleri bu sınıf için karar uzayında kullanılır. Her kategori için karar uzayında kümeler oluşturulur ve bilgisayarlar görüntü üzerindeki tüm pikselleri en uygun kümelere atar [Sabins, 1999].

#### 2.4.5.2. Eğitimsiz Sınıflama

Bilgisayarlar tüm piksellerin yansıma değerlerini göz önünde bulundurarak, bir eğitim sınıfı ve kullanıcının yönlendirmesi olmaksızın görüntüyü sınıflara ayırmasıdır [Sabins, 1999]. Eğitimsiz sınıflamada uydu görüntüleri, kullanıcının önceden tanımladığı sınıf sayısı kadar sınıfa ayrılır.

## 2.5. ÇALIŞMA ALANINI JEOLJİSİ

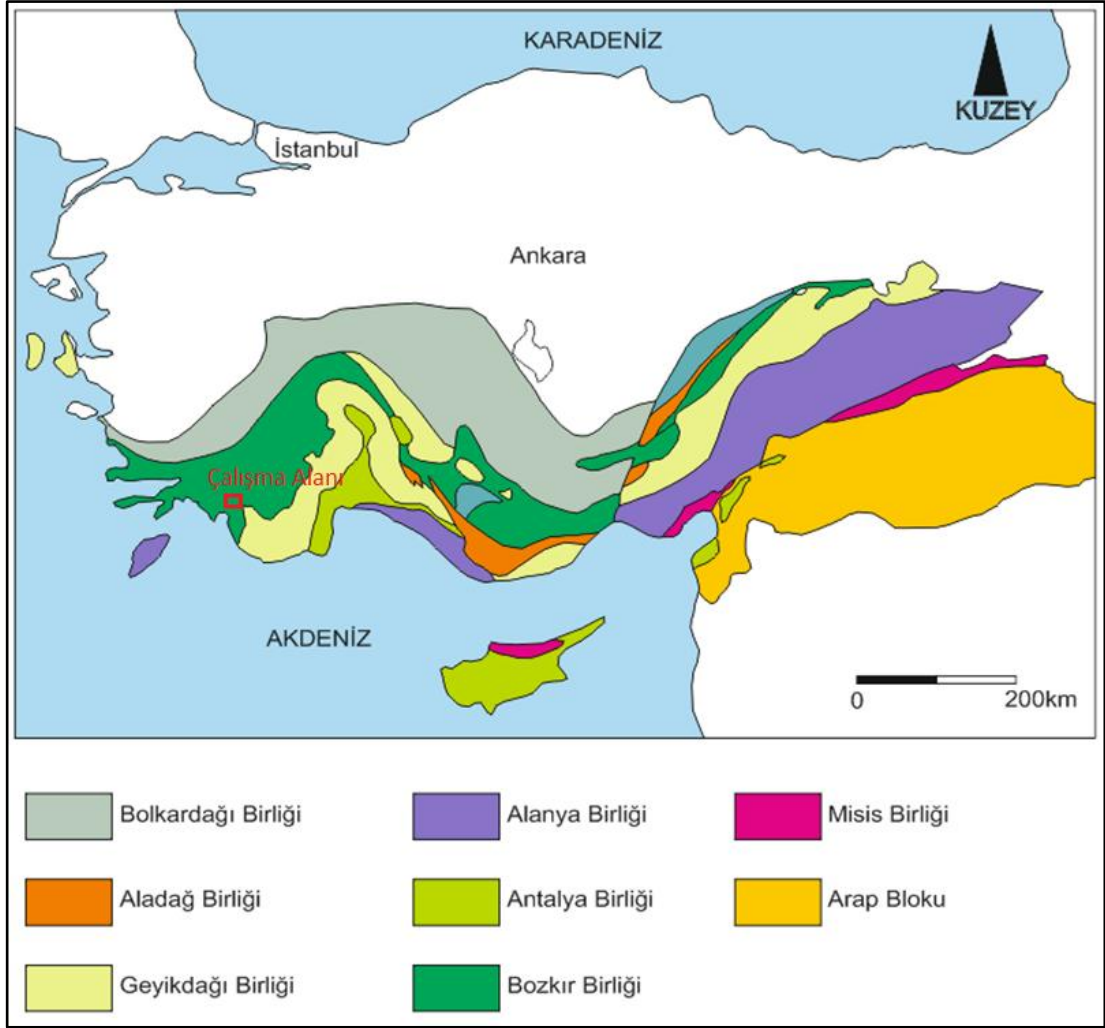
Toroslar, Alpin orojenez kuşağının Anadolu'nun güneyinden geçen bölümünü oluşturmaktadır. Toroslar stratigrafik özellikleriyle ayırt edilen, farklı havza koşullarında oluşmuş kaya birimi topluluklarından ibaret tektonik birliklerden oluşmaktadır [Özgül, 1976; Blumenthal 1963; Özgül 1971, Brunn vd. 1971, Özgül ve Arpat 1973]. Bu birlikler (Özgül ve Arpat 1973) tarafından,

1. Bolkardağı Birliği
2. Aladağ Birliği
3. Geyikdağı Birliği
4. Alanya Birliği
5. Bozkır Birliği
6. Antalya Birliği şeklinde adlandırılmıştır.

Bozkır Birliği; Batı Toroslar'da Fethiye-Köyceğiz civarında Batı Likya Napları [Graciansky, 1967; Brunn vd., 1971] Korkuteli dolayında Doğu Likya Napları [Brunn vd, 1971] olarak bilinmektedir. Bozkır Birliği başlıca 4 grupta toplanmıştır, bunlar Boyalıtepe Grubu, Huğlu Grubu, Gencek Grubu ve Kayabaşı Grubu'dur.

Bozkır Birliği; Permian - Üst Kretase yaş aralığında, birbirinden bağımsız bloklar ve allokon kaya birimleri şeklindedir. Oluşum ortamında gravite tektoniğinin etkin olduğu ortam, deniz altı volkanizması (Üst Triyas) etkin olup, hakim kaya türü pelajik kireçtaşı ve radyolaritler (Üst Triyas, Jurasik Kretase), ofiyolitler, Bolkar dağı birliğine ait allokon kaya birimleridir. Birlik içinde metamorfizma görülmemektedir. Birlik Bolkar Dağı, Aladağ ve Geyik Dağı olistostromları üzerinde yer almaktadır [Özgül, 1976]. Çalışma alanı Bozkır Birliği içerisinde yer almaktadır (Şekil 2.26).



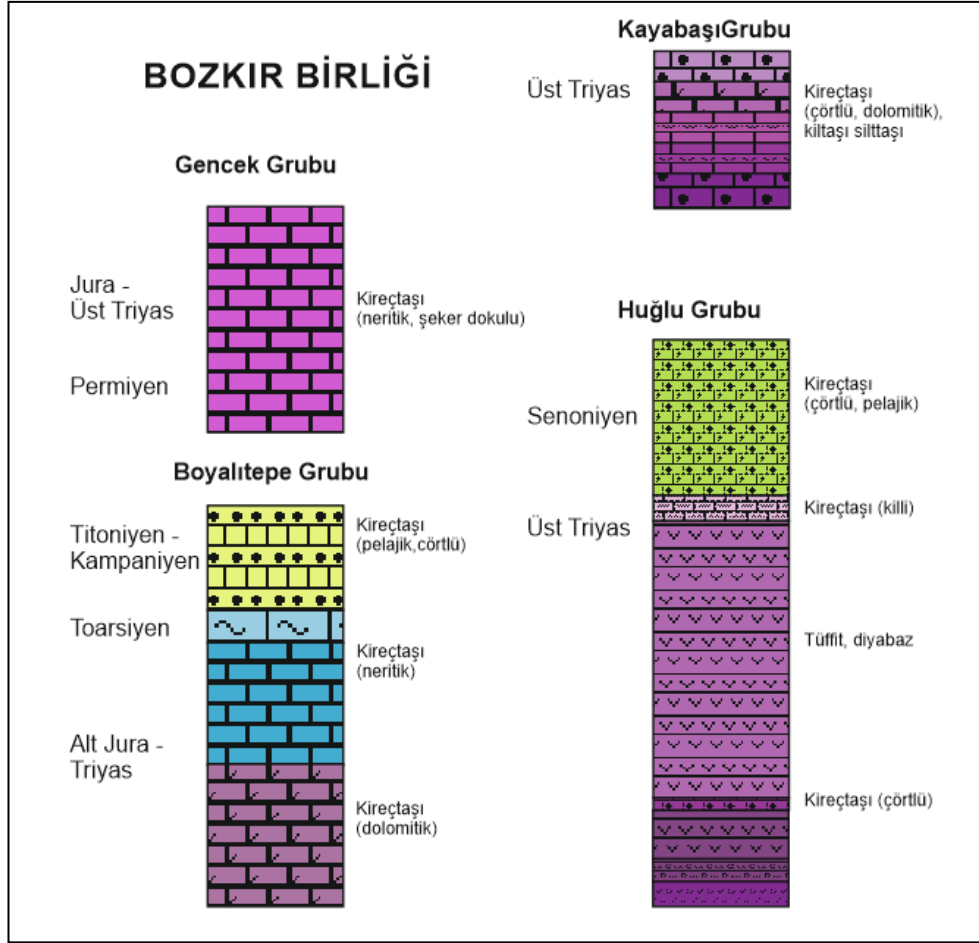


Şekil 2.26. Toros kuşağı üzerinde tanımlanan birlikler [Özgül, 1976].

### 2.5.1. Bozkır Birliği

Bozkır Birliği içerisinde yer alan Batı Likya Napları Fethiye-Köyceğiz civarında [Graciansky, 1967; Brunn vd., 1971]; Doğu Likya Napları Korkuteli civarında [Brunn vd., 1971]; Beyşehir-Hoyran Napı Beyşehir-Seydişehir civarında [Gutnic vd., 1979]; ofiyolitli seri Hadim-Bozkır civarında [Özgül, 1971]; Şist-Radyolarit formasyonu Karaman civarında [Blumenthal, 1956] yer alır. Birlik başlıca 4 gruba ayrılır, bunlar (Şekil 2.27);

1. Boyalı Tepe Grubu
2. Huğlu Grubu
3. Gencek Grubu
4. Kayabaşı Grubu



Şekil 2.27. Bozkır Birliği stratigrafik kesiti [Brunn vd., 1971; Özgül ve Arpat, 1973].

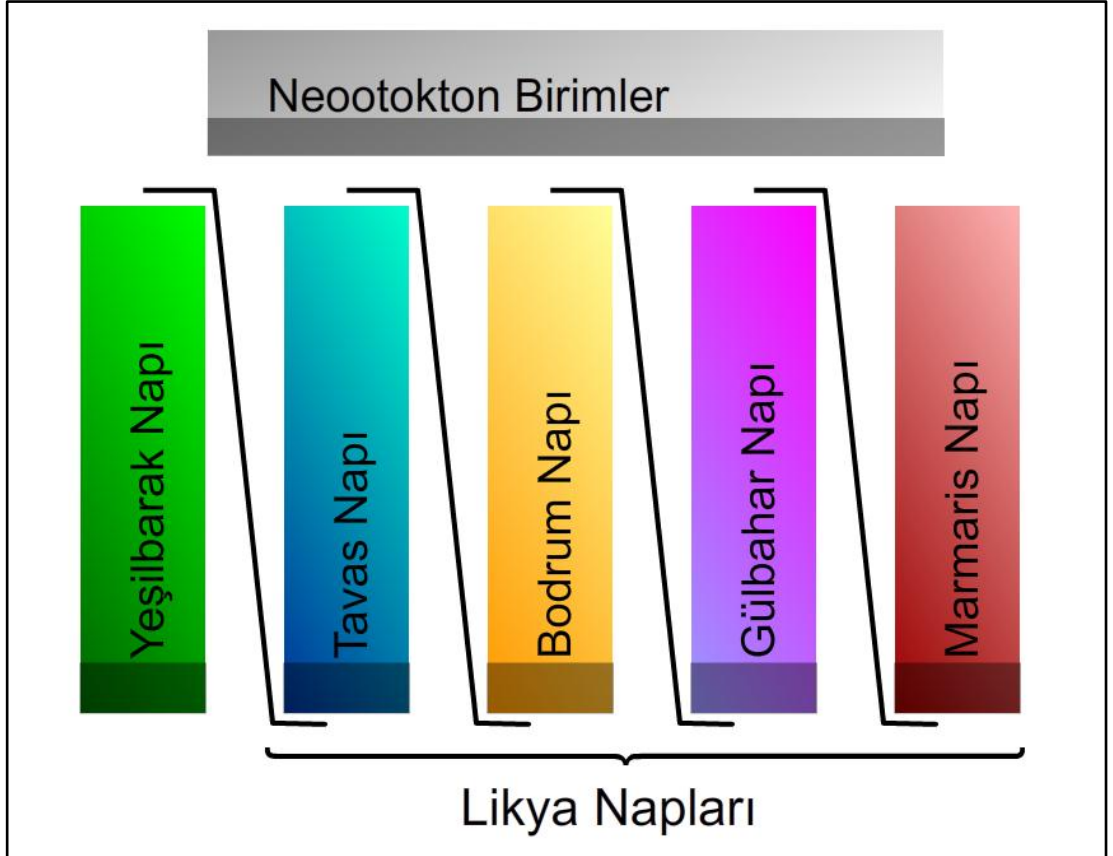
Bozkır birliğinin ayırt edici özellikleri başlıca şunlardır,

- Çakıl boyutundan kilometre boyutuna kadar değişen, değişik tür ve yaşta blok ve allokton litolojik birimleri kapsar.
- Aynı yaşta kaya birimleri bulunmasına rağmen farklı ortam koşulları nedeniyle farklılıklar gösterir.
- Jura – Üst Kretase yaş aralığında fosiller içeren ve derin denizel ortamda çökelmiş kırmızı, çörtlü pelajik kireçtaşı ve radyolaritler kilometrelerce yanal devamlılık gösterirler.
- Ofiyolit (peridotit, serpantin, dünit) blokları, tüf ve bazik denizel volkanitleri içerir.
- Bozkır birliği, Bolkardağı birliğine ait allokton kaya birimlerini içerir.
- Bolkardağı, Aladağ ve Geyikdağı birliklerine ait Maastrichtiyen – Lütesiyen yaşlı olistostromları içerir [Özgül, 1976].

Çalışma alanı Teke yarımadasının kuzeybatısında yer alan Likya napları üzerindedir. Ayrıca Beydağları otoktonu ile Likya napları arasında yanal devamlılığa sahip Yeşilbarak napı gözlenir. Gölsel karakterli Pliyosen ve karasal karakterli Kuvarterner yaşlı litoloji neotokton örtüyü oluşturur [Şenel, 1997].

### 2.5.2. Stratigrafi


Beydağları otoktonu, Yeşilbarak napı ve Likya napları (Tavas nap, Marmaris ofiyolit napı, Gülbahar napı, Domuzdağ napı, Dumanlıdağ napı, Bodrum napı) Teke yarımadasının kuzeybatısında gözlenen başlıca naplardır. Çalışma alanında ise bu stratigrafik birimlerden Elmalı Formasyonu (Üst Lütésiyen – Alt Burdigaliyen), Kiloluk Formasyonu (Karbonifer), Çatakdere Formasyonu (Üst Permiyen), Çenger Formasyonu (Alt Liyas), Ağaçalı Formasyonu (Liyas), Babadağ Formasyonu (Toarsiyen – Maastrichtiyen), Faralya Formasyonu (Üst Paleosen – Orta Eosen), Kayaköy Dolomiti (Üst Triyas – Liyas), Sandak Formasyonu (Üst Liyas – Malm), Göçgediği Formasyonu (Kretase), Karaböğürtlen Formasyonu (Üst Senoniyen), Orhaniye Formasyonu (Jura – Kretase), Adlandırılmamış Melanj (Üst Senoniyen – Eosen?), Marmaris Peridotiti (Alt Kretase), Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu (Eosen – Langiyen), Çameli Formasyonu (Pliyosen), alüvyonlar, alüvyon yelpazesi ve yamaç molozları (Kuvarterner) bulunmaktadır (Şekil 2.28).



Şekil 2.28. Likya naplarının tektonik ilişkileri

#### 2.5.2.1. Yeşilbarak Napı

Önalın [1979], tarafından tanımlanan Yeşilbarak napı, Likya napları ile Beydağları otoktonu arasında yanal yönde devamlılık gösterir. Yeşilbarak napının altı Gömbe, üstü ise Yavuz birimi olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanında gözlenen Elmalı formasyonu Yeşilbarak napının alt birimi olan Gömbe birimi içerisinde yer alır [Şenel, 1997] (Şekil 2.29).

YAŞ	FRM.	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
Üst Lütésiyen - Alt Burdigaliyen	Elmalı formasyonu		kumlu killi kireçtaşı, derecelenmeli kumtaşı, kiltası ve silttaşı
Senomaniyen - Santoniyen	Gebeler frm.		Kireçtaşı, dolomit, dolomitik kireçtaşı

Şekil 2.29 Yeşilbarak Napı'na ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit [Şenel, 1997].

#### Elmalı Formasyonu (Te)

Önalın [1979], tarafından adlandırılan Elmalı formasyonu ince-orta-kalın tabakalı gri, yeşilimsi gri, koyu gri, grimsi kahverengi konglomera, kumlu-killi kireçtaşı, kalkarenit ve mikrit aradüzeyleli kumtaşı, silttaşı, kiltasından oluşur. Elmalı formasyonu türbiditik özellikte olup, kıvrımlı, kırıklı ve ekaylı yapıdadır.

Elmalı formasyonu, Likya napılarını oluşturan birimler tarafından tektonik olarak örtülüdür. Kalınlığı 400-1500m arasındadır.

Kıt fosilli olan Elmalı formasyonun yaşı *Fabiana cassis* (OPPENHEIM), *Haklyardia minima* LIEBUS, *Nummulites millicaput* BOUBEE, *Globorotalia centralis* CUSHMAN-BERMUDEZ, *Globigerinopsis* cf. *Kugleri* LOEBLICH-TOPP, *Miyogypsinooides complanatus* SCHLUMBERGER, *Globigerinopsis* cf. *Dissimilis* CUSHMAN-BERMUDEZ vb. (det: S. Örçen, M. Erkan; Şenel vd., 1989'dan) fosil içeriğine göre Üst Lütésiyen-Alt Burdigaliyen'dir [Şenel 1997].

#### 2.5.2.2. Likya Napları

Likya napları, Güneybatı Türkiye'de Menderes Masifi ile Beydağları otoktonu arasında kalan birimlerdir. Allohton olan Likya napları Demirtaşlı [1975] tarafından Teke Torosları, Blumental [1963] tarafından Lisiyen veya Likya Torosları, Poisson [1968, 1977], Gutnic vd. [1979], Meşhur ve Akpınar [1984], Şenel [1997] tarafından Lisiyen Napı olarak adlandırılmıştır [Aksoy ve Aksarı, 2008].

Likya Napları, Tavas napı, Dumanlıdağ napı, Bodrum napı, Gülbahar napı, Marmaris ofiyolit napı, Domuzdağ napından oluşur. Çalışma alanında bunlardan Tavas napı, Bodrum napı, Gülbahar napı, Marmaris ofiyolit napına ait birimler gözlenmiştir.

#### 2.5.2.3. Tavas Napı

Denizli Tavas arasında Babadağ napı tarafından tektonik olarak üzerlenen Tavas Napı'nın alt kesiminde Permo-Karbonifer çökelleri, Honaz dağı civarında Metaşeyller bulunur. Bu temel üzerine uyumsuzlukla, altta bordo renkli karasal çakıltaşı, kumtaşı, Liyasta neritik kireçtaşlarıyla temsil edilen Jura-Eosen istifleri gelir. Dogger'de yer yer ammonitico rosso fasiyesindeki volkanik ve çört arakatıklı çökeller, Malm-Üst Kretase'de pelajik kireçtaşlarına geçer. Yer yer rudist parçalı Üst Kretase kireçtaşları üzerine Paleosen yaşlı kırmızı mikritler ve Eosen yaşlı olistostromal şeyl-marn ardalanması gelir [Konak, 2003].

Tavas napı içerisinde ayırtlanmış olan jeolojik birimler Üst Devoniyen yaşlı Sazak formasyonu, Karbonifer yaşlı Kiloluk formasyonu, Alt Permian yaşlı Akkavak formasyonu, Üst Permian yaşlı Çatakdere formasyonu, Üst Permian yaşlı İncirbeleni formasyonu, Üst Permian yaşlı Nişangahtepe formasyonu, Üst Aniziyen – Alt Ladiniyen yaşlı Sarıtaş formasyonu, Landiniyen yaşlı Karapınar formasyonu, Karniyen – Noriyen yaşlı Belenkavak formasyonu, Alt Liyas yaşlı Çenger formasyonu, Liyas yaşlı Ağaçalı formasyonu, Toarsiyen – Maastrichtiyen yaşlı Babadağ formasyonu, Üst Paleosen – Orta Eosen yaşlı Faralya formasyonudur.

Çalışma alanı içerisinde Tavas napına ait gözlenen birimler Kiloluk formasyonu, Çatakdere formasyonu, Çenger formasyonu, Ağaçlı formasyonu, Babadağ formasyonu, Faralya formasyonudur (Şekil 2.30).

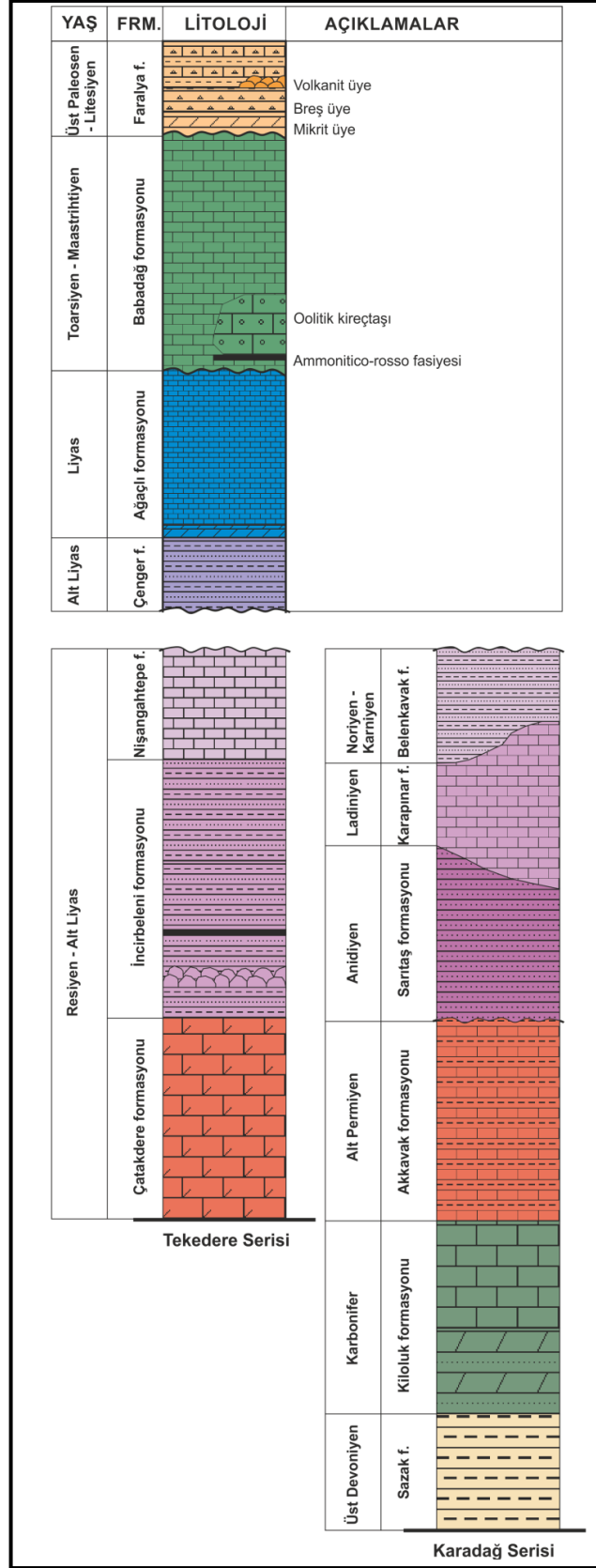
#### *Kiloluk Formasyonu (Ck)*

Erakman vd. [1982] tarafından adlandırılan Kiloluk formasyonu, ince şeyl ara seviyeli biyoklastik kireçtaşı, dolomit ve dolomitik kireçtaşlarından oluşur.

İnce-orta-kalın tabakalı, aşınma yüzeyi koyu gri, taze yüzeyi ise siyahımsı gri, siyah renkli kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarından oluşur. İnce şeyl ve kumlu seviyeler içeren birim bol brakiyopod, bryzoa ve mercan içerir.

Yaklaşık 550m kalınlığındaki Kiloluk formasyonu Sazak formasyonunun üzerinde Akkavak formasyonunun altında uyumlu olarak bulunmaktadır.

*Septabrunsinina* sp., *Pseudostafella* sp., *Ozawainella* sp., *Endothyra omphalata* RAUZER-CHEROUSOVA, *Fusulinella* sp., *Cribrögerina* sp., *Bradyina* sp., vb. (det: E. Çatal; Şenel vd., 1994'den) fosil içeriğine göre Kiloluk formasyonu Karbonifer yaşlı olup sığ şelf ortamı çökeli temsil eder [Şenel, 1997].



Şekil 2.30 Tavas Napı'na ait dikme kesit [Şenel, 1997].



### Çatakdere Formasyonu (Pç)

Erakman vd. [1982], kireçtaşı ve kristalize kireçtaşlarından oluşan birimi Çatakdere formasyonu olarak adlandırmıştır.

Orta-kalın tabakalı Çatakdere formasyonu, aşınma yüzeyi koyu gri, kahverengimsi gri, taze yüzeyi açık gri, rekristalize kireçtaşı, kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarından oluşur.

Karadağ serisi üzerine tektonik olarak gelen Çatakdere formasyonu, İncirbeleni formasyonu ile uyumlu olarak örtülüdür. Birim yaklaşık 200m kalınlığındadır.

Çatakdere formasyonu bolca makro ve mikro fosil içermekte olup, içerdığı *Mizzia velebitiana* (SCHUBERT), *Globivalvulina vonderschmitti* REICHEL, *Neoschwagerina craticulitera* SCHUBERT, *Hemigordius renzii* REICHEL, *Pachyploia* sp., vb. (det: E: Çatal; Şenel vd., 1994'den) fosilleri Üst Permiyen yaşlı soğ karbonat şelf ortamını işaret eder [Şenel, 1997].

### Çenger Formasyonu (Trç)

Graciansky [1972]'nin kırmızı arkozlar olarak incelediği birim Erakman vd. [1982] tarafından Çenger formasyonu olarak adlandırılmıştır [Soycan, 2009].

Taban kısmında kırmızı renkli, ince kumtaşı seviyeli çamurtaşı yer alır. Çamurtaşları üzerine ince-orta-kalın tabakalı kırmızı-kahverengi konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanması gelir. Üst kesimlerinde ise sarımsı, yeşilimsi ve kırmızı kumtaşı ve çamurtaşı yer alır [Şenel vd., 1994].

İncirbeleni, Nişangahtepe ve Belenkavak formasyonlarının üzerine açısız uyumsuzlukla gelen Çenger formasyonu Ağaçlı formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülür [Şenel, 1997].

*Arganodontidae*, *Arganodus* cf. *Donensis* VAROBJEVA-MINIKH, *Pthyroceratodus donensis* VAROBJEVA-MINIKH, [Monod vd., 1983] ve *Phytosaur* dişlerine [Buffetaut vd., 1988] göre Çenger formasyonu Üst Noriyen – Resiyen yaşlı alt kesimlerde karasal üst kesimlerde ise kıyı – kıyı gerisi ortamda çökelmiştir [Şenel, 1997].

#### *Ağaçlı Formasyonu (Ja)*

Şenel vd. [1994] tarafından yapılan çalışmada Tavas napı içerisinde Ağaçlı formasyonu mercan ve fosil izleri içeren orta-kalın tabakalı birim olarak tanımlanmıştır [Soycan, 2009].

Masif görümlü kalın tabakalı, aşınma yüzeyi gri, açık gri, taze yüzeyi açık gri renkli dolomit, dolomitik kireçtaşı, algi kireçtaşlarından oluşur. Kireçtaşları bol makrofosil içerir.

Çenger formasyonu üzerine uyumlu gelen birim Babadağ formasyonu tarafından yer yer uyumsuz olarak örtülüdür. Birim yaklaşık 450m kalınlığındadır [Şenel, 1997].

Ağaçlı formasyonu içerisinde *Paleodasycladus mediterranus* PIA, *Siphovalvulina* sp., *Ammobaculites* sp., *Trocholina* sp., *Ophthalmidium* sp., *Paleodasycladus gracilis* GROS-LEMOINE, *Thaumatoporella parvavesiculifera* RAINERI, *Orbitopsella* sp., *Cayeuxia* sp., vb. (det: M. Serdaroğlu; Şenel vd., 1994'ten; Graciansky, 1972'den) fosilleri bulunmakta ve Liyas yaşlı duraylı sığ karbonat şelfini temsil etmektedir [Şenel, 1997].

### Babadağ Formasyonu (JKb)

Stratigrafisi ilk kez Graciansky [1972] tarafından ayrıntılı olarak tanımlanan birim Erakman vd. [1982] tarafından Babadağ formasyonu olarak adlandırılmıştır [Soycan, 2009].

Şenel vd. [1994] tarafından Fethiye – Kemer kuzeyinde yapılan çalışmaya göre birim ince-orta tabakalı, yumrulu yapılı, kırmızı, pembe sarımsı gri, bej renkli ammonitico-rosso fasiyesindeki mikritik kireçtaşları ile başlayıp, manganlı şeyller, killi kireçtaşı tabakaları, breşik kireçtaşı seviyeleri, algli kireçtaşı blokları ile devam eder. Üstte çört yumru ve bantlı, mikritik dokulu, radyolaryalı kireçtaşları bulunur [Soycan, 2009].

Babadağ formasyonu kırmızı mikrit üyesi, oolitle kireçtaşı üyesi olmak üzere iki alt birime ayrılır. Üst Toarsiyen yaşlı ammonitico rosso fasiyesi kırmızı mikrit üyesini, Üst Dogger – Malm yaşlı çörtlü kireçtaşları oolitle kireçtaşı üyesini oluşturur [Şenel, 1997].

Ağaçlı formasyonu üzerine yersel uyumsuz gelen Babadağ formasyonu Faralya formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülü olup 650 – 1200m kalınlıktadır.

*Calliphylocears aceyrononse*, *Phyllyoceans* sp., *Dumortieria* (det: F. Alkaya, Şenel vd., 1994), *Trocholinaelongata* (LEUPOLD), *Protopenoroplis trochangulata* SEPTFONTAINE, *Neotocholina* sp., *Pfenderina* sp., *Peudocyclamina* sp., *Protopenoroplisstriata* WEYNSCHENK, *Nummoculina* sp., *Orbitolina concovata* (LAMARCK), *Praeglobotruncana arca* (CUSHMAN), *Globotruncana conica* WHITE, *Rosita cintusa* (CUSHMAN), *Marginotruncana coranata* BOLLI, *Orbitoides medus* (D'ARCIAC) vb. Fosiller (det: M. Serdaroğlu, Şenel vd., 1994'ten) fosilleri Babadağ formasyonunun Toarsiyen – Maastrichtiyen yaşlı yamaç – havza kenarı ortamında çökeldiğini gösterir [Şenel, 1997].

### *Faralya Formasyonu (Tf)*

Faralya formasyonu ilk kez Şenel vd. [1989] tarafından adlandırılmış ve ayrıntılı stratigrafisi açıklanmıştır.

Birimin alt kısmı ince-orta tabakalı kırmızı, pembe renkli, laminalı, çört yumruları veya killi seviyeler içeren, planktonik foraminiferli mikritlerden, üst kısmı ise orta-kalın tabakalı çört ve mikrit parçalarından oluşmuş breşlerden oluşur. Breşler üzerine kızıl, kırmızımsı, yeşil renkli yastık yapıllı spilitleşmiş bazalt seviyeleri gelir. Volkanitler ise genellikle dolomitten oluşan, kumtaşı, şeyl, breşik kireçtaşı, konglomera vb. litolojiden oluşan fliş benzeri çökeller tarafından örtülüdür [Soycan, 2009].

Birim litolojik olarak kırmızı mikrit üyesi, ölüdeniz volkanit üyesi, breş üyesi olmak üzere 3 üyeye ayrılır. Babadağ formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelen birim yanal yönde Dumanlıdağ napına ait Kozağaç formasyonuna geçişli olup, Bodrum napına ait Çökek birimi tarafından tektonik örtülüdür.

Faralya formasyonunun, *Globorotalia* cf. *Pusilla* BOLLI, *Globorotalia* cf. *Triculinoidea* PLUMMER, *Sphaerogypsina globulus* REUSS, *Globigerina* sp., *Nummulites* sp., *Discocyclina* sp., *Alveolina* sp., vb. (det: S. Örçen, M. Erkan, Şenel vd., 1991'den) fosillerini içermesi Üst Paleosen – Orta Eosen arasında çökeldiğini gösterir. Faralya formasyonu duraysız ve bir süreliğine bazik volkanizmaya maruz kalmış havza ortamını işaret eder [Şenel, 1997].

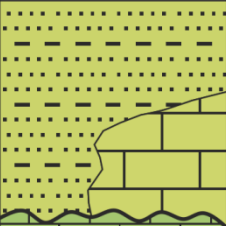
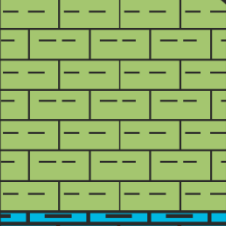
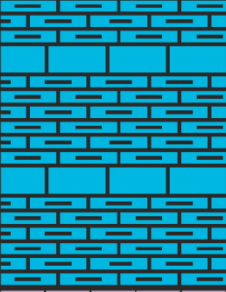
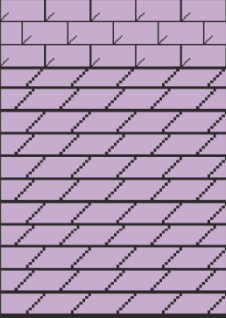
#### 2.5.2.4. Bodrum Napı

Tavas napı üzerinde, Menderes masifinin güneyinden Kütahya-Afyon-Bolkar dağı kuşağına ve Doğu Toroslara uzanan Bodrum napı gelir. Menderes masifi, güneyinde ve güneydoğusunda düşük derece metamorfizmaya maruz kalmış Ören birimi ve metamorfizmaya uğramamış Çökek birimi olmak üzere iki yapısal birime ayrılmaktadır.

Ören birimi Erken Triyas yaşlı metakumtaşı, metakonglomera ve şistler, Orta Triyas yaşlı dolomit ve kristalize kireçtaşları, Dogger Geç Kretase yaşlı mermer ve çörtlü mermerler ile temsil edilir.

Çökek birimi Orta Triyas – Liyas yaşlı dolomit ve kireçtaşları Dogger – Geç Kretase yaşlı mikrit, çörtlü mikrit ve kalsitürbiditlerle temsil edilir.

Ören ve Çökek birimleri Geç Senoniyen yaşlı bloklu flişle sona erer. Bodrum napı üzerine Marmaris ofiyolit napı gelir. Bodrum napına ait dikme kesit Şekil 2.31'de verilmiştir [Şenel, 2007].

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FRM.	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
MESOZOYİK	KRETASE	Üst Kretase	Karaböğürtlen f.		İnce-orta-kalın tabakalı, gri, siyahımsı gri konglomera, kumlu-killi kireçtaşı
		Göçgediği f.		İnce-orta tabakalı gri, açık gri kalsitürbidit radyolaryalı mikrit, çörtlü kireçtaşı	
	JURA	Orta - Üst Jura	Sandak formasyonu		Orta-kalın tabakalı gri, bej kireçtaşı, dolomit, gastropod, lamelli ve mercanlar
	TRİYAS	Üst Triyas - Alt Jura	Kayaköy dolomiti		Masif, kalın tabakalı, siyah, koyu gri dolomit, dolomitik kireçtaşı

Şekil 2.31. Bodrum napı genelleştirilmiş stratigrafik kesiti [Şenel, 1997].

### Kayaköy Dolomiti (TRJk)

Şenel vd. [1994], dolomit, dolomitik kireçtaşları ve çörtlü dolomitten oluşan birimi Kayaköy dolomiti olarak ilk kez adlandırmıştır.

Açık gri, kirli beyaz renkli, kırıklı ve çatlaklı masif yapıda dolomit, dolomitik kireçtaşları Kayaköy dolomitini oluşturmaktadır. Karstlaşma yaygındır [Karagöz, 2008].

Birim Tavas napı üzerine ve Tavas napı bulunmadığı yerlerde Yeşilbarak napı üzerine tektonik olarak gelmiştir. Kayaköy dolomitinin üzerine ise Sandak formasyonu uyumsuzluk ile gelir. Gerçek kalınlığı ölçülemedi fakat 1200m üzerinde olduğunu belirtmektedir [Şenel, 1997].

*Gyroporella vesiculifera* GUMBEL, *Diplopora subtilis* PIA, *Gyropella* cf. *Amplephorata* PIA, *Dasycladacea* (det: L. Lemonie, Graciansky, 1972'den) ve üst seviyelerde *Involutina liassica* (JONES), *Siphovalvulina* sp., *Nautiloculina* sp., *Ammobaculites* sp., *Aulotortus* sp., *Vidalina* sp., *Trochammina* sp., *Frondicularia* sp., vb. (det: C. Bilgi, M. Serdaroğlu; Şenel vd., 1989 ve 1994'den) fosil içeriğine göre Üst Triyas – Liyas yaşlıdır. Duraylı sığ karbonat şelf ortamında çökelmiştir.

#### *Sandak Formasyonu (Js)*

Şenel vd. [1994] birimin dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluştuğunu belirterek Sandak formasyonu olarak adlandırmışlardır.

Aşınma yüzeyi gri, orta-kalın tabakalı birimin taze yüzeyi bej, krem, açık gri renklidir. Birim kireçtaşı, dolomit, oolitli pelletli kireçtaşı, yer yer çörtlü seviyelerden oluşmaktadır.

Altındaki Kayaköy dolomiti ile üstünde bulunan Göçgediği ile uyumlu olan Sandak formasyonu 300-700m kalınlığındadır.

Birim, *Pseudocyclammia* sp., *Mesoendothyra* sp., *Nautiloculina* sp., *Protopenneroplisstriata* WEYNSCHENK, *Clypeina jurassica* FAVRE, *Kurnubia* sp., *Parurgonia* sp., *Trocholina* sp., *Trochammina* sp. Vb. (det: C. Bilgi, M. Serdaroğlu;

Şenel vd., 1989, 1994'ten) fosil içeriğine göre Üst Liyas – Malm yaşlıdır. Çökelme ortamı resif önü olduğu düşünülmektedir [Şenel, 1997].

#### *Göçgediği Formasyonu (Kg)*

Kalsitürbidit, mikrit ve çörtlü mikritlerden oluşan Göçgediği formasyonu Şenel vd. [1989] tarafından adlandırılmıştır [Çiftçi, 2010].

Ersoy [1991]'a göre Göçgediği formasyonu ince-orta-kalın tabakalı, gri, koyu gri, bej, kirlili sarı renkli, kalsitürbidit ara düzeyli mikrit ve çörtlü mikritlerden oluşur. Formasyon içerisinde yer yer rekristalize kireçtaşı, dolomit, ve dolomitik kireçtaşı seviyeleri gözlenmektedir. Formasyon tabanı radyolarit, çört, şeyl ve marn içermekte, üst kesimlerinde ise rudist parçalı kalsitürbiditler bulunmaktadır [Çiftçi, 2010].

Altta Sandak formasyonu bazı yerlerde ise Kayaköy dolomiti ile uyumlu olan Göçgediği formasyonu Karaböğürtlen formasyonu ile uyumsuz olarak örtülmektedir. Formasyonun kalınlığı 400-600m arasındadır [Şenel, 1997].

Göçgediği formasyonu *Pseudocyclamina* sp., *Protopeneroplis* sp., *Siphovalvulina* sp., *Trocholina* sp., *Orbitolina* sp., *Rotalipora* sp., *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), *Roterbinella* sp., *Globotruncana* sp., vb. (det: C. Bilgi, M. Serdaroğlu; Şenel vd., 1994'den) fosil içeriğine göre Dogger – Kretase yaşlı yamaç, havza kenarı ortamında çökelmiştir [Şenel, 1997].

#### *Karaböğürtlen Formasyonu (Kka)*

Bloklu fliş karakterine sahip olan birim Philipson [1915] ve Graciansky [1972] tarafından Çamova formasyonu, Erakman vd. [1982] tarafından Alakaya



formasyonu, Şenel vd. [1989, 1994] tarafından Sofular formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada Şenel [1997]'ye göre Karaböğürtlen formasyonu adı kullanılmıştır.

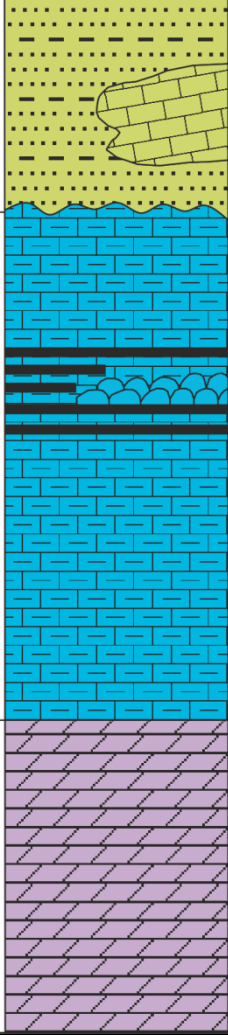
Karaböğürtlen formasyonu ince-orta-kalın tabaklı siyahımsı gri, siyahımsı yeşil, yer yer kırmızı, pembe renklerde konglomera, kumlu-killi kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı, kalsitürbidit, breş vb. kaya türündedir.

Altındaki birimlerin üzerine uyumsuzlukla gelen Karaböğürtlen formasyonu tektonik dokanakla üzeri örtülüdür. Kalınlığı 650m'yi bulmaktadır [Şenel, 1997].

Karaböğürtlen formasyonunun yaşı tabanında bulunan kireçtaşları içerisindeki *Marginotruncana pseudolinneiana* PESSAGNO, *Marginotruncana* cf. *Coronata* (BOLLI), *Hedbergella* sp., *Dicarinella* sp., *Orbitoides* sp., *Siderolites* sp., vb. (det: M. Serdaroğlu; Şenel vd., 1994'ten) fosil içeriğine göre Üst Senoniyen yaşlı ve duraysız havza ortamında çökelmiştir [Şenel, 1997].

#### 2.5.2.5. Gülbahar Napı

Batıda Bodrum napı üzerinde, Marmaris ofiyolit napı altında, doğuda ve kuzeydoğuda ise Marmaris ofiyolit napı altında bulunur. Orta – Üst Triyas yaşlı kalın bazik volkanitlerden oluşan Ağla birimi ve Orta – Üst Triyas yaşlı Orluca formasyonu, Jura – Kretase yaşlı Orhaniye formasyonu ve Üst Senoniyen yaşlı Karaböğürtlen formasyonlarında oluşan Turunç birimleri Gülbahar napını oluşturur (Şekil 2.32) [Şenel, 1997].

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FRM.	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
MESOZOYİK	KRETASE	Üst Kretase	Karaböğürtlen f.		Bloklu fiş, gri, siyahımsı gri konglomera, kumlu-killi kireçtaşı, kalsitürbidit <b>Kireçtaşı üyesi</b>
		JURA	Orhaniye formasyonu	İnce-orta tabakalı gri, açık gri, bej, bazik volkanit, radyolarit, çört, şeyl <b>Radyolarit volkanit üyesi</b>	
	TRİYAS	Üst Triyas	Orluca formasyonu	Orta-kalın tabakalı, gri, bej, krem rengi, dolomit, dolomitik kireçtaşı	

Şekil 2.32. Gülbahar napının dikme kesiti [Şenel, 1997].

#### *Orhaniye Formasyonu (JKo)*

Meşhur vd. [1989], bazik volkanit, radyolarit ve çört seviyeler içeren birimi Orhaniye formasyonu olarak adlandırmıştır.


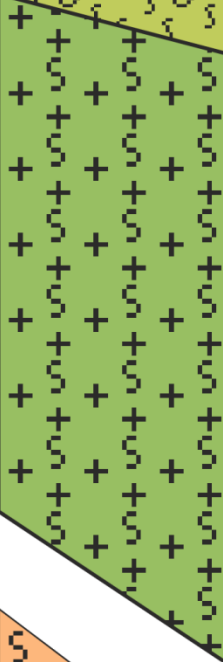
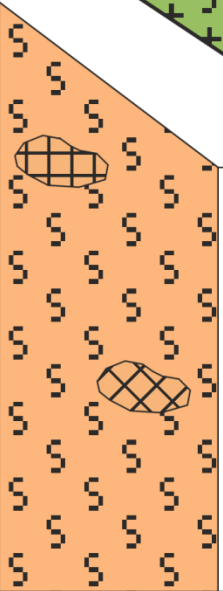
Orhaniye formasyonu ince-orta tabakalı, aşınma yüzeyi gri, açık gri, taze kırık yüzeyi bej, krem rengi, çok sık kıvrımlı, bazik volkanit, radyolarit, çört, şeyl ara katmanlı çörtlü mikritlerden oluşur.

Orluca formasyonu üzerine uyumlu gelip, üstünde Karaböğürtlen formasyonu ile uyumsuz dokanağa sahiptir. Formasyonun kalınlığı 400m'yi bulmaktadır [Şenel, 1997].

Tabanında Toarsiyen yaşını belirten *Ammonit*'ler, Üst Senoniyen'i belirten *Globotruncana*'lar içerir. *Aulotortus* cf. *Sinusa* WEYNSCHENK, *Ophtalmidium martana* FARANACCI, *Haurania* sp., *Pseudocyclamina* sp., *Protopeneroplis striata* WEYNSCHENK, *Trochamina* sp., *Trocholina* sp., *Nautiloculina* sp., *Calpionella eliptica* CADISH, *C.Alpina* LORENZ, *Tintinospella* sp., *Hedbergella* sp., *Globotruncana stuarti* De LAPPARENT, *G. Arca* (CUSHMAN), *G. Linneiana* D'ORBIGNY, *Rosita contusa* (SUCHMAN), *Marginotruncana coronata* BOLLI, vb. (det: C. Bilgi; Şenel vd., 1979'dan) fosil içeriğine göre Jura – Kretase yaşlıdır. Birim zaman zaman bazik volkanizmanın etkin olduğu havza ortamında çökelmiştir [Şenel, 1997].

#### 2.5.2.6. Marmaris Ofiyolit Napı

Marmaris ofiyolit napı Bodrum napı üzerine, tabanında serpantinitle temsil edilen adlandırılmamış melanj dilimi, peridotitler ve en üstte ofiyolitli melanj ile gelir. Marmaris napının üst kesimi Kızılcadağ melanj ve olistostromu olarak adlandırılır (Şekil 2.33).

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FRM.	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
MESOZOYİK	KRETASE	Üst Kretase	Kızılcaadağ melinj.		Serpantinit, serpantinleşmiş harzburjit dünit vb., neritik kireçtaşı, pelajik kireçtaşı radyolarit, çört, dolomit vb. bloklu
			Marmaris Peridotiti		Açık yeşilimsi gri, yeşil, kahverengi dünit Serpantinleşmiş, bol olivin, seyrek piroksen kristalli
MESOZOYİK	Kretase	Üst Kretase	Melanj		Yeşil, yeşilimsi gri, serpantinit, harzburjit, içinde gabro, amfibolit, kireçtaşı bloklu
SENOZOYİK	Paleojen	Eosen ?			

Şekil 2.33. Marmaris ofiyolit napının dikme kesiti [Şenel, 1997].

### *Adlandırılmamış Melanj (KTm)*

Birim yeşil, yeşilimsi gri renkli serpantin, serpantinleşmiş harzburjit gibi kayalardan oluşur. Gabro, amfibolit ve kireçtaşı içeren bloklar bulunduran melanjın kalınlığı 130 m'yi bulur.

Şenel [1997], Marmaris peridotitinin Bodrum napı veya diğer birimler üzerinde yatay hareketine bağlı Üst Senoniyen – Senoniyen (?) aralığında geliştiğini belirtmiştir.

### *Marmaris Peridotiti (Kmo)*

Hakim litolojinin harzburjit olduğu birim Çapan [1980] tarafından adlandırılmıştır. Marmaris peridotiti küçük diyabaz ve gabro kütleleri ve küçük dünit kütleleri içerir [Çiftçi, 2010].

Marmaris peridotiti masif peridotit ve serpantinize peridotit kütlelerinden oluşur. Genellikle dünit, harzburjit ve lertzolitten oluşan mineralojik bileşime sahiptir. Tektonize kesimlerde, listvenit zonları genişmiştir [Ersoy, 1991].

Alt ve üst ilişkisi tektonik olan Marmaris peridotiti yaklaşık 1000m kalınlığında olup, birimin oluşum yaşı kesin olmamakla birlikte Alt Kretase'dir [Thuizat vd., 1981]. Üst Senoniyen, Eosen ve Langiyen yatay hareketlerin etkisinde kalmıştır [Şenel, 1997].

### *Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu (KKzm)*

Ofiyolitli melanjla temsil edilen birim Poisson [1967] tarafından ilk kez adlandırılmıştır.

Serpantin, serpantinleşmiş harzburjit, dünit vb. litolojiden oluşan birim, neritik kireçtaşı, pelajik kireçtaşı, radyolarit, çört, dolomit blokları içerir. Yer yer olistostromlar içeren birim genellikle ofiyolit üzerindeki kireçtaşı naplarına (Gülbahar napı, Domuzdağ napı) ait parçaları içerir.

Alt ve üst ilişkisi tektonik olan birim 200m kalınlığına ulaşabilmektedir. Üst Senoniyen yaşlı kireçtaşı naplarının Marmaris peridotiti üzerine sürüklenmesiyle oluşan birim, Eosen sonu ve Langiyen'de gelişmiş sürüklenmelerle tekrar aktarılmıştır [Şenel, 1997].

#### 2.5.2.7. Örtü Kayaları

Şenel [1997] çalışmasında Pliyosen yaşlı Çameli formasyonu ve Kuvarterner yaşlı karasal tortullar örtü kayaçları olarak adlandırmıştır. Bu çalışma kapsamında Çameli formasyonu (Pliyosen) dışında güncel alüvyonlar, Alüvyonlar (Kuvarterner), Alüvyon yelpazeleri (Kuvarterner) ve Yamaç molozları (Kuvarterner) olmak üzere 3 ayrı birim olarak ele alınmıştır.

#### *Çameli Formasyonu (plç)*

Gösel kiltası, marn, kumtaşından oluşan birim Erakman vd. [1982] tarafından adlandırılmıştır.

İnce-orta-kalın tabakalı birim kirli beyaz, kirli sarı, açık gri renkli kumtaşı, kiltası, killi kireçtaşı, kireçtaşı, marn, konglomera kayaç türlerinden oluşur. Çameli formasyonu Şenel [1997] tarafından Göçmenler konglomera üyesi, Uzunluk konglomera üyesi, Yemişen konglomera üyesi, Gevenalanı konglomera üyesi, Killi kireçtaşı üyesi, Kireçtaşı üyesi olmak üzere 6 üyeye ayrılmıştır.

Çameli formasyonu içerisinde bulunan *Acer* aft. *Trilobatum* A.Br., *Acer angustilabum* HEER, fosilleri (det: E. Gündüzhan; Şenel vd., 1994'ten) birimin Üst

Miyosen'de çökelmeye başladığını göstermektedir. Göl ortamında çökelmiş birimin tabanında yer yer akarsu, bataklık koşulları egemen olmuştur [Şenel, 1997].

#### *Yamaç Molozu (Qym)*

Dağ yamaç ve eteklerinde, köşeli çakıllı ve bloklu tutturulmamış yamaç molozu ve birikinti konilerinden oluşur.

#### *Alüvyonlar (Qal)*

Akarsu yataklarında, çöküntülerde, ova kesimlerde çakıl, kum ve çamur birikintileridir.

### 2.5.3. Yapısal Jeoloji

Neotektonik dönemde doğu Anadolu'da Kafkaslar ve Zagros'ta kıta-kıta çarpışması devam ederken, Anadolu plakası Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) boyunca batıya hareket etmektedir. Bu esnada kuzeye ilerleyen Afrika levhası Anadolu'nun güneyinde Helen ve Kıbrıs yayları boyunca Anadolu plakasının dalmakta, bu yitimin etkisiyle batı Anadolu'da güneye çekilmekte ve batı Anadolu'da açılma rejimi sürmektedir [McKenzie, 1970,1972; Mc Kenzie et al., 1970] (Şekil 2.34).

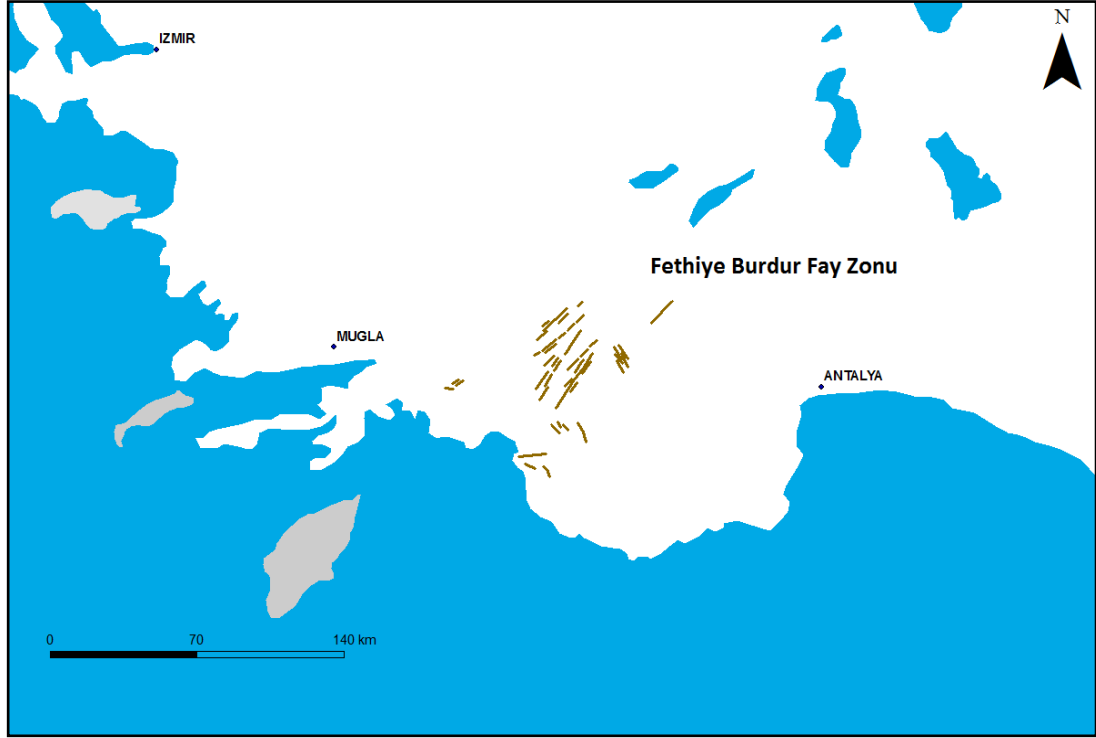


Şekil 2.34. Neotektonik dönemde Anadolu üzerinde etkili olan başlıca fay zonları.

#### 2.5.3.1. Fethiye – Burdur Fay Zonu (FBFZ)

Isparta açısı, otokton Toros karbonat ekseninin Antalya Körfezi kuzeyi ile Isparta çevresinde ters V şeklinde bükülmesiyle oluşan jeolojik yapıdır [Bozcu vd., 2007]. Fethiye Burdur Fay Zonu (FBFZ) Isparta açısının batı kanadını oluşturur. Güneybatı Anadolu'da Fethiye Körfezi ile Burdur Gölü arasında yaklaşık 300km uzanımlı sol oblik atım bileşenine sahip çok sayıda normal faydan oluşan FBFZ aynı zamanda Güneybatı Anadolu'nun en önemli aktif fayı olup, Kuzeydoğu – Güneybatı gidişli yönünde kesikli (an echelon) bir uzanıma sahiptir (Şekil 2.35).

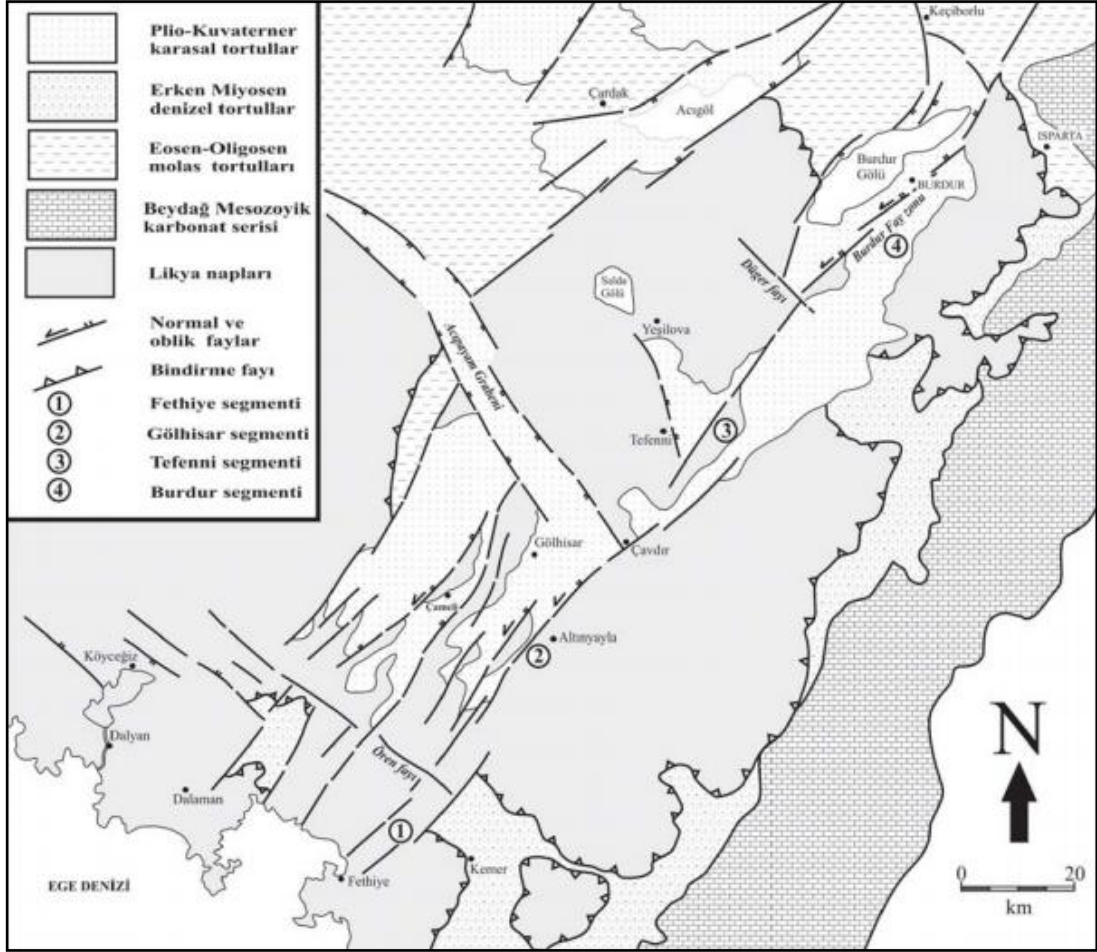




Şekil 2.35. Fethiye Burdur Fay Zonu [MTA Diri Fay Haritası'ndan değiştirilerek]

Canbay [2009], FBFZ'da hareketin sol yönlü doğrultu atımlı bileşeninin hızı 11mm/yıl ve normal faylanma bileşeninin hızı ise 1mm/yıl civarında olduğunu belirtmiştir. FBFZ zonunun KD ucunda KB-GD yönlü açılma 0.8mm/yıl iken sol yönlü doğrultu atım 11mm/yıl'dır. FBFZ'nun GB ucunda ise oblik hareket korunmakta düşey bileşeni dik yönlü sıkışma oluşturmaktadır.

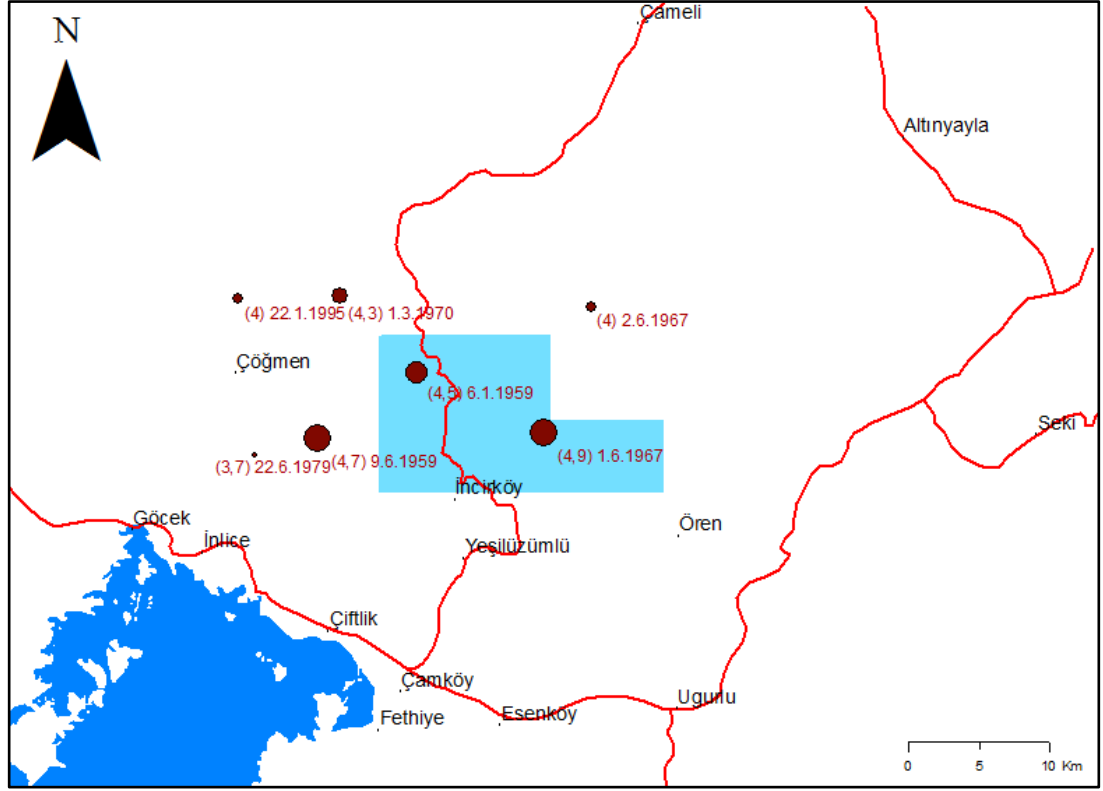
FBFZ aynı zamanda Isparta Açısı olarak bilinen jeolojik yapı ile Batı Anadolu genişleme rejimini ayıran bir tektonik hattır [Barka vd., 1995]. FBFZ oluşturan faylar çoğu yerde Kuvaterner yaşlı birimleri keserler, kestikleri yerde yüksek eğimli basamaklara yol açarlar. FBFZ içerisindeki KB gidişli faylar ise KD gidişli fayları keserek segmentlere ayırmışlardır. Yağmurlu vd. [2005], FBFZ'nu Fethiye segmenti, Gölhisar segmenti, Tefenni segmenti ve Burdur segmenti olmak üzere 4 segmente ayırmışlardır (Şekil 2.36).



Şekil 2.36. Fethiye – Burdur Fay Zonu segmentleri [Bozcu vd., 2007].

### 2.5.3.2. Depremsellik

Çalışma alanını içeren FBFZ diri faylardan oluşan bir fay zonu olup tarihsel depremlere neden olmuştur. Bunlar 1914'te Burdur merkezli 7.1 büyüklüğünde, 1957'de Fethiye merkezli 7.1 büyüklüğünde depremlerdir. Kandilli rasathanesinden elde edilen bilgilerle çalışma alanı civarında gözlenen depremler haritalanmıştır [Kandilli, 2013] (Şekil 2.37).



2.37. Çalışma alanı civarında gözlenen tarihsel depremler.

### **3. MATERYAL ve METOT**

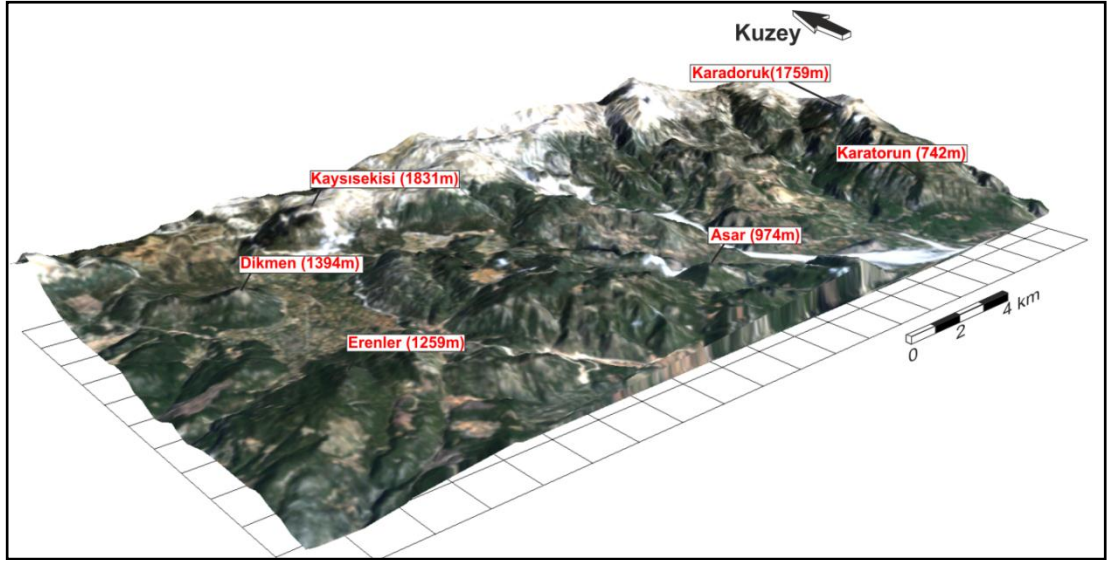
#### **3.1.MATERYAL**

Akdeniz bölgesi Batı bölümünde, Batı Toroslar üzerinde Fethiye Burdur Fay Zonu güney kesimi incelenmiştir. Çalışma alanını 1:25.000 ölçekli FETHİYE O32a3 ve FETHİYE 032b4 topografik haritaları içerisinde kalmaktadır.

İnceleme alanı, 200m ile 2100m arasında kotlara sahip oldukça sarp bir topografyaya sahiptir. Çalışma alanındaki yükseltiler Akyokuş tepesi (1046m), Zorlampa tepesi (845m), Kaşıkçı tepesi (844m), Alıçlıçukur tepesi (1106m), Tapansarıklı tepesi (1413m), Tazan tepesi (1519m), Erenler tepesi (1259m), Karapınar tepesi (1136m), Kırtaş tepesi (1119m), Dikmen tepesi (1394m), Kurupınar tepesi (1382m), Kozağacı tepesi (1344m), Ardıçlı tepesi (1358m), Telfeci tepesi (1337m), Kaysisekisi tepesi (1831m), Koruçtu tepesi (1980m), Kızlanoluk tepesi (1520m), Kelerlik tepesi (2103m), Kuruköknar tepesi (2061m), Karadağ (2418m), Yoncalı tepesi (1908m), Kepez tepesi (1763m), Karakepez tepesi (1627m), Danasivrisi tepesi (1592m), Pusak tepesi (1304m), Belenalanı tepesi (1196m), Kızıl tepe (1034m), Azar tepesi (543m), Karatorun sırtı (742m), Karakaya tepesi (669m), Domuzölen tepesi (403m)'dir.

Çalışma alanında bulunan önemli yerleşim birimleri, Müngüş mahallesi, Söğütlüdere köyü, Sekiyakası mahallesi, Siyamlar mahallesi, Yukarıdere mahallesi, Kuru yaylası, Kızılyaka mahallesi, Arpacık (Nif) köyü, Hasanbağ mahallesidir. Çalışma alanına en yakın ilçe 40km mesafedeki Fethiye ilçesidir.

Bölgede tipik Akdeniz iklimi hakimdir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılıman ve yağışlıdır. Çalışma alanının kuzeyinde kalan yüksek rakımlarda kar yağışı gözlenmektedir. Çalışma alanının akarsuları Akçay, Çamaçakan deresi, Kireçocağı pınarı, Karan deresi, Issız dere, Karapınar, Kavaklıpınar, Bozluca deresi, Nif çayı, Beşkovak deresi, Damarası deresi, Böğürtlencik deresidir.



Şekil 3.1 Çalışma alanına ait 3 boyutlu görünüm.

Çalışma alanı içerisindeki köy ve mahallelerde halk çiftçilikle geçinir. Ayrıca köy ve mahalleler dağ yamaçlarında olduğu için hayvancılıkla da geçinir. Bir kısım köylüler Orman kooperatifi aracılığıyla kerestecilik, orman yolu işleri ve reçine işiyle geçimini sağlamaktadır. Yakın civardaki madenlerde krom, manganez, kömür (düşük kalitede) Etibank ve özel şirketler bünyesinde çalışanlar da mevcuttur. Çalışma alanı içerisinde yer alan en büyük yerleşim birimi olan Arpacık Köyünde Sağlık ocağı ve ilköğretim okulu bulunmaktadır.

Çalışma kapsamında saha çalışmaları aşamasında GPS, jeolog pusulası, topografik harita, lup, örnek torbası, jeolog çekici, fotoğraf makinesi gibi araçlar kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında kullanılan en önemli materyaller ise uydu görüntüleridir. Çalışma için 10.08.2005 tarihli 179 yörünge, 34 sıra numaralı Lansat 7 ETM+ uydu görüntüsü, 17.10.2011 tarihli 36.5, 29.5 koordinatlı ASTER sayısal yükseklik modeli, 04.06.2005 tarihli ASAR görüntüsü kullanılmıştır. Ayrıca topografik haritalar, Diri Fay Haritası [MTA, 1992] da kullanılmıştır.

### 3.2.METOT

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan “Fethiye – Burdur Fay Zonu’nun İncirköy – Ören (Fethiye – MUĞLA) Yöresinin Jeolojik ve Tektonik Özelliklerinin Uzaktan Algılama Yöntemi İle İncelenmesi” başlıklı bu çalışmada 1:25.000 ölçekli FETHİYE O32a3 ve FETHİYE O32b4 paftalarının içerisindeki 172 km<sup>2</sup>’lik alanı kapsamaktadır. Bu çalışma Ekim 2011 – Haziran 2013 arasında saha öncesi çalışmalar, saha çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere 4 aşamada yürütülmüştür.

#### 3.2.1. Saha Öncesi Çalışmalar

Çalışma kapsamında çalışma alanı, yakın çevresine ait jeolojik çalışmalar araştırılmış, uzaktan algılama, sayısal görüntü işleme konularında literatür taraması yapılmış, internet üzerinden tez, kitap, makale vb. veri tabanlarından gerekli görülen dokümanlar derlenerek bölge ve uzaktan algılamada kullanılan teknikler hakkında ön bilgiler edinilmiştir.

Saha çalışmalarında kullanılmak üzere inceleme alanına ait topografik haritalar elde edilmiştir. Laboratuvar çalışmaları için kullanılacak Landsat 7 ETM+ görüntüleri ve ASTER sayısal yükseklik modeli United States Geological Surveys (USGS) arşivinden temin edilmiş, ASAR görüntüsü ise European Space Agency arşivinden ham halde (Level 0) elde edilip, CHELYS (İtalya) firmasınca kullanılabilir Level 1B haline getirilmiştir.

### 3.2.2. Saha Çalışmaları

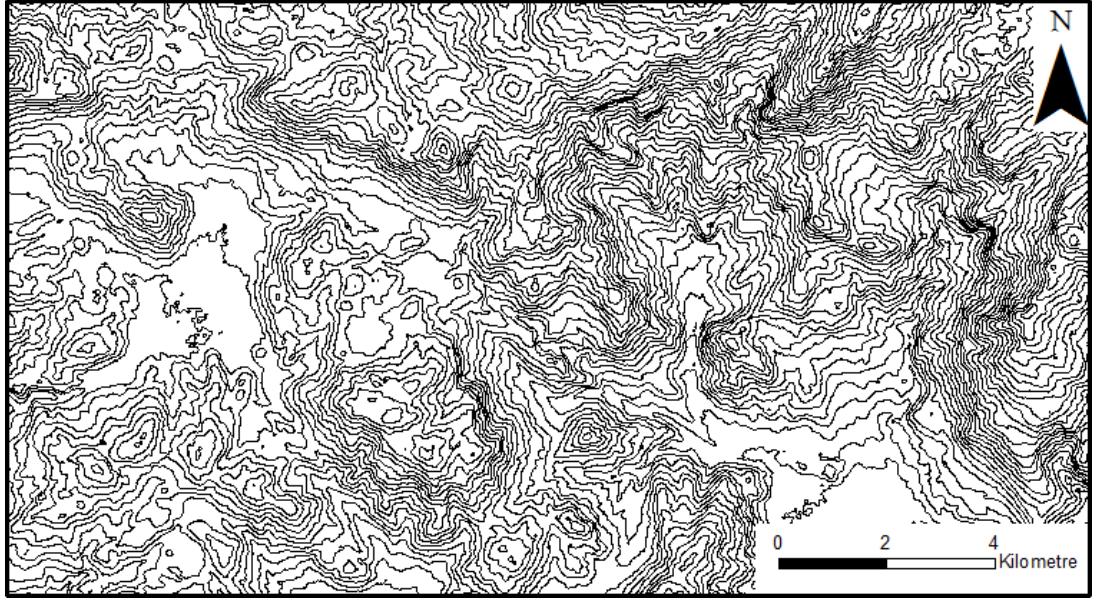
Saha çalışmaları aşamasında çalışma alanında gözlenen formasyon sınırları, örnek alım noktaları vb. kayıtlar önceden hazırlanan topografik harita üzerine işlenmiştir. Arazi defterine gözlenen litolojiler, koordinatlar arazi defterine not alınmıştır. Arazide gözlenen formasyonların fotoğrafları çekilmiştir.

### 3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları aşamasında inceleme alanına ait ASTER GDEM sayısal yükseklik modeli (SYM) ve sayısallaştırılmış topografik haritalar kullanılmıştır. Çalışma alanını içeren ASTER sayısal yükseklik modelinin özellikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Aster sayısal yükseklik modeli çalışma alanı kadar kesilip 10m ve 50m aralıklı topografik harita üretilmiştir (Şekil 3.2). Ayrıca 1:25.000 ölçekli topografik harita da sayısallaştırılıp 50m aralıklarla konturları çizilerek SYM oluşturulmuştur.

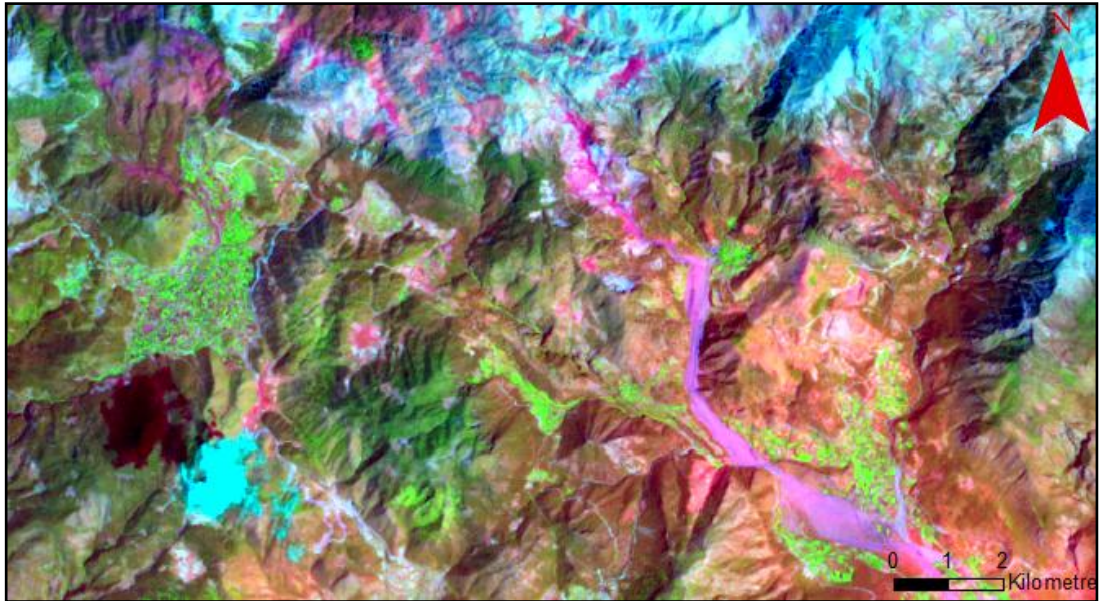
Çizelge 3.1. Çalışma alanı için kullanılan SYM özellikleri

Görüntü Ebatları	3601x3601 piksel (1° x 1°)
Piksel Boyutu	1 yay-saniye
Coğrafi Koordinat Sistemi	Coğrafi, enlem – boylam
Sayısal Görüntü Özellikleri	GeoTIFF formatı, işaretli 16-bit, dikey birim metre, WGS84/ EGM96 geoid datum (WGS84: 1984 World Geodetic System, EGM96: 1996 Earth Gravitational Model)
Özel Sayısal Değerler	-9999 boş pikseller için, 0 deniz seviyesi için
Kapsama Alanı	Kuzeybatı: Boylam:29, Enlem:37
	Güneydoğu: Boylam:30, Enlem: 36



Şekil 3.2 Çalışma alanına ait ASTER SYM'den üretilmiş topografik harita.

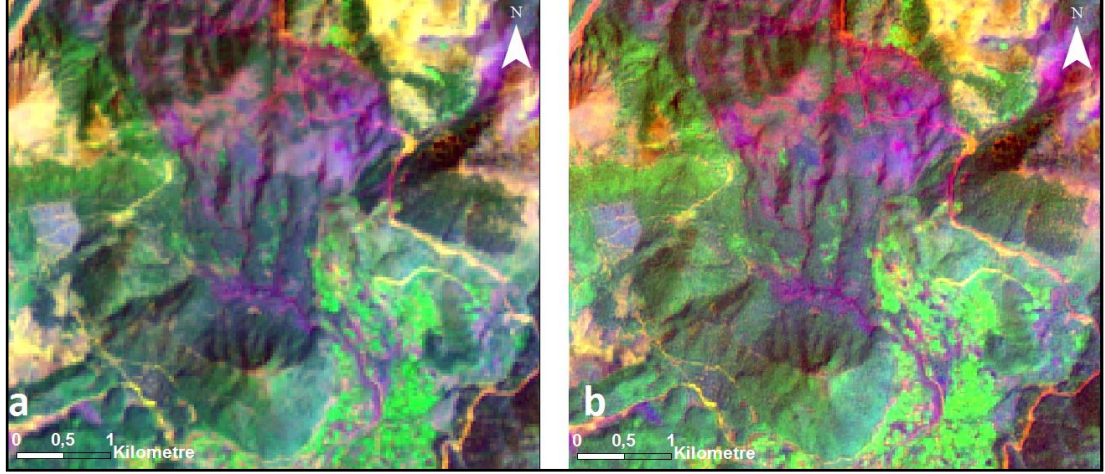
Çalışma alanına ait 10.08.2005 tarihli 179 yörünge 34 sıra numaralı Landsat 7 ETM+ görüntüsü çalışma alanı sınırları boyunca kesilip görüntü işlemlerine hazır hale getirilmiştir. Bu aşamada ArcGIS™ 9.3 coğrafik bilgi sistemi (CBS) yazılımı kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında kullanılan ve oluşturulan sayısal veriler UTM Zone 35 koordinat sistemi üzerinden haritalanmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Çalışma alanına ait renklendirilmiş Landsat 7 ETM+ görüntüsü (RGB:643).

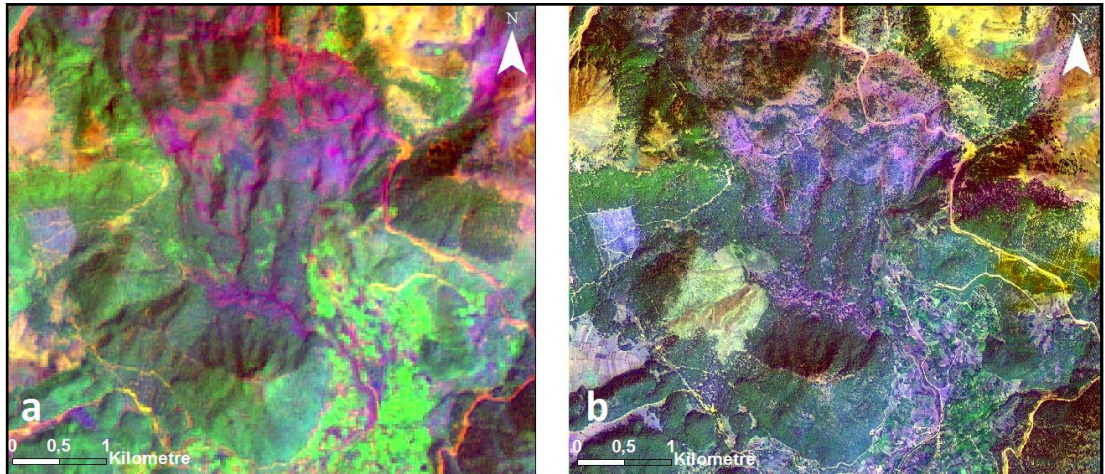


Görüntü üzerinde pankromatik mekansal iyileştirme yapmak üzere Landsat 7 ETM+ görüntüsüne ait pan bandı kullanılarak bütün bantlar 15m mekansal çözünürlüğe iyileştirilmiştir. Bu işlem Erdas Imagine™ 9.2 programı ile yapılmıştır (Şekil 3.4).



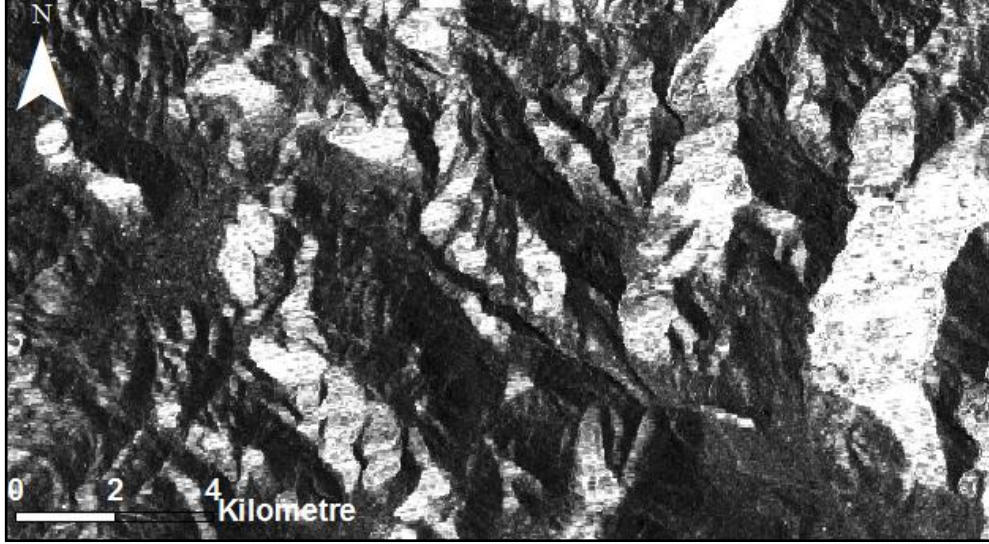
Şekil 3.4. Görüntüde mekansal iyileştirme, a: 30m çözünürlük, b: 15m çözünürlük(RGB:643).

Ayrıca IHS dönüşümü ile Atlas Map Creator™ programı ile elde edilen gerçek renklerde ve 4m mekansal çözünürlüğe sahip SPOT görüntüsü kullanılarak Erdas Imagine™ 9.2 programı ile 4m mekansal çözünürlükte Landsat 7 ETM+ görüntüsü elde edilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Görüntüde IHS yöntemi kullanılarak mekansal iyileştirme a: 15m çözünürlük, b: 4m çözünürlük (RGB:643).

Çalışma alanına ait Envisat ASAR verisi koordinatlı ve sayısal görüntü halinde (Level 1B) olarak alınıp çalışma alanı sınırlarınca kesilerek 30m çözünürlükte yorumlamaya hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.6).

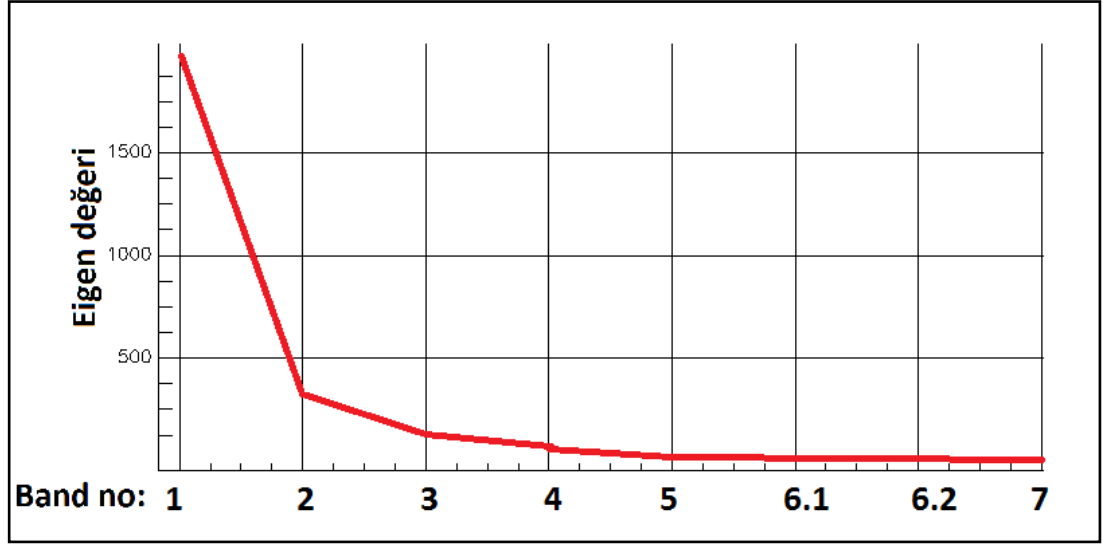


Şekil 3.6. Çalışma alanına ait Envisat ASAR Level 1B görüntüsü.

Çalışma alanına 15m mekansal çözünürlüğe sahip hale getirilmiş Landsat 7 ETM+ görüntüsünün istatistiksel değerleri ENVI™ 4.7 programında hesaplanmış ve Çizelge haline getirilmiştir (Çizelge 3.2). Eigen değerlerine ait grafik Şekil 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Landsat 7 ETM+ görüntüsüne ait bantların istatistiksel değerleri.

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma	Eigen değeri
Band 1	35	280	88.472352	15.664302	1981.597224
Band 2	30	284	78.353727	17.047234	317.218139
Band 3	20	303	84.356164	22.260988	130.415519
Band 4	0	186	71.569559	12.212972	71.198198
Band 5	3	302	105.265287	25.753517	14.468762
Band 6.1	38	193	146.378566	7.816985	7.066868
Band 6.2	47	241	177.725683	13.266180	2.069780
Band 7	-51	293	72.770548	21.074115	1.111100



Şekil 3.7. Landsat 7 ETM+ görüntüsünün bantlarına ait eigen değerleri.

Çalışma alanına ait Landsat 7 ETM+ görüntüsünün kovaryans değerleri (Çizelge 3.3), korelasyon değerleri (Çizelge 3.4), Eigenvektör değerleri (Çizelge 3.5) hesaplanmış ve aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.3. Landsat 7 ETM+ görüntüsüne ait bantların kovaryans değerleri

Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6.1	Band 6.2	Band 7
245.370368	260.201677	317.718785	109.651252	262.095987	-11.358267	-20.126549	238.420236
260.201677	290.608173	366.664507	137.116502	329.360322	-1.632443	-2.779120	291.813961
317.718785	366.664507	495.551590	175.993927	476.962824	14.585612	26.272286	418.886628
109.651252	137.116502	175.993927	149.156693	241.318354	17.870193	32.718417	174.735075
262.095987	329.360322	476.962824	241.318354	663.243663	54.983958	99.811820	525.163888
-11.358267	-1.632443	14.585612	17.870193	54.983958	61.105255	102.371791	33.490333
-20.126549	-2.779120	26.272286	32.718417	99.811820	102.371791	175.991527	60.644121
238.420236	291.813961	418.886628	174.735075	525.163888	33.490333	60.644121	444.118321

Çizelge 3.4. Landsat 7 ETM+ görüntüsüne ait bantların korelasyon değerleri

Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6.1	Band 6.2	Band 7	Kovaryans
1.00000	0.974418	0.911145	0.573167	0.649700	-0.092760	-0.096853	0.722242	Band 1
0								
0.97441	1.000000	0.966208	0.658589	0.750206	-0.012250	-0.012289	0.812274	Band 2
8								
0.91114	0.966208	1.000000	0.647339	0.831962	0.083819	0.088963	0.892900	Band 3
5								
0.57316	0.658589	0.647339	1.000000	0.767242	0.187184	0.201941	0.678906	Band 4
7								
0.64970	0.750206	0.831962	0.767242	1.000000	0.273124	0.292146	0.967629	Band 5
0								
-	-0.012250	0.083819	0.187184	0.273124	1.000000	0.987177	0.203297	Band 6.1
0.09276								
-	-0.012289	0.088963	0.201941	0.292146	0.987177	1.000000	0.216917	Band 6.2
0.09685								
0.72224	0.812274	0.892900	0.678906	0.967629	0.203297	0.216917	1.000000	Band 7
2								

Çizelge 3.5. Landsat 7 ETM+ görüntüsüne ait bantların eigenvektör değerleri

Kovaryans	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6.1	Band 6.2	Band 7	Kovaryans
Band 1	0.298506	0.352418	0.481083	0.207349	0.546967	0.030043	0.054190	0.457438	Band 1
Band 2	-0.387119	-0.312831	-0.230838	0.099168	0.367608	0.364061	0.630868	0.153246	Band 2
Band 3	0.328955	0.290205	0.283308	-0.127260	-0.432144	0.354670	0.578163	-0.253573	Band 3
Band 4	0.101296	0.115320	-0.179423	0.899348	-0.005491	-0.000105	0.004952	-0.367922	Band 4
Band 5	0.640208	0.091240	-0.677496	-0.218914	0.266545	0.040753	0.046556	-0.003225	Band 5
Band 6.1	0.033048	0.049633	-0.256002	0.242904	-0.550515	0.059415	0.016943	0.751679	Band 6.1
Band 6.2	0.481243	-0.817469	0.278749	0.123381	-0.063948	-0.031224	0.017350	0.043126	Band 6.2
Band 7	0.002660	-0.037109	0.024047	0.001445	0.026663	0.857088	-0.511875	-0.026625	Band 7

### 3.2.3.1. Optimum İndeks Faktörü (OIF) ile görüntü oluşturulması

Chavez et al.[1982], uydu görüntüleri üzerinde bantlar arası korelasyon katsayısı ve bantların standart sapmasını kullanarak istatistiksel bir yöntemle optimum bant indeksi geliştirmiştir [Sarı, 2005]. Hesaplaması şu şekildedir;

$$OIF = \frac{\sum_{k=1}^3 s_k}{\sum_{j=1}^3 Abs(r_j)} \quad \begin{array}{l} s_k: \text{ band } k \text{ için standart sapma değeri} \\ r_j: \text{ iki bant kombinasyonu arasındaki} \\ \text{korelasyon katsayısı} \end{array} \quad (\text{Eşitlik 3.1})$$

Optimum indeks faktörü kullanılarak bant çizelgesi üretilmiştir (Çizelge 3.6). Bu çizelgeye göre optimum band kombinasyonu RGB345'tir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Çalışma alanına ait RGB345 kombinasyonunda görüntü.

Çizelge 3.6. Çalışma alanına ait uydu görüntüsü için üretilmiş bant çizelgesi.

Band Kombinasyonu	Toplam sk	Abs(rj)	OIF
123	54,97252	2,8516	19,27778
124	44,92451	2,2062	20,36284
125	58,46505	2,3743	24,62412
127	53,78565	2,5089	21,43794
134	50,13826	2,1316	23,52142
135	53,63079	2,3928	22,4134
137	58,99941	2,5262	23,355
<b>145</b>	<b>53,63079</b>	<b>1,9901</b>	<b>26,94879</b>
147	48,95139	1,9743	24,7943
<b>157</b>	<b>62,49193</b>	<b>2,3395</b>	<b>26,71166</b>
234	51,52119	2,272138	22,6752
235	65,06174	2,54838	25,53063
237	60,38234	2,67138	22,60342
245	55,01372	2,17604	25,28158
247	50,33432	2,14977	23,41382
257	63,87487	2,53011	25,24588
<b>345</b>	<b>60,22748</b>	<b>2,20654</b>	<b>27,29499</b>
347	55,54808	2,21915	25,03124
357	69,08862	2,69249	25,65975
457	59,0406	2,413782	24,45979

### 3.2.3.2. Sheffield İndeksi ile Görüntü Oluşturma

Sheffield [1985], veri bantlarının spektral uzayda kapladığı hacme dayanan metot geliştirdi. Üç temel bileşenin eigen değerlerinin çarpımının karekökü görüntülerin spektral uzayda kapladığı hacmi verir. Sheffield [1985], en büyük hacimlerin seçilmesini önermiştir. Bu şekilde yüksek miktarda korelasyon, düşük hacime sahip olacağı için gözardı edilecektir. Eigen değerlerinin çarpımı orjinal



kovaryans matrisinin determinantına eşit olacaktır. Sheffield İndeksi (SI) aşağıdaki şekilde hesaplanır (Çizelge 4.7) [Beauchemin and Fung, 2001].

$$SI = |M_{pxp}| \quad (\text{Eşitlik 3.2})$$

Çizelge 3.7. Çalışma alanına ait uydu görüntüsü için üretilmiş bant çizelgesi.

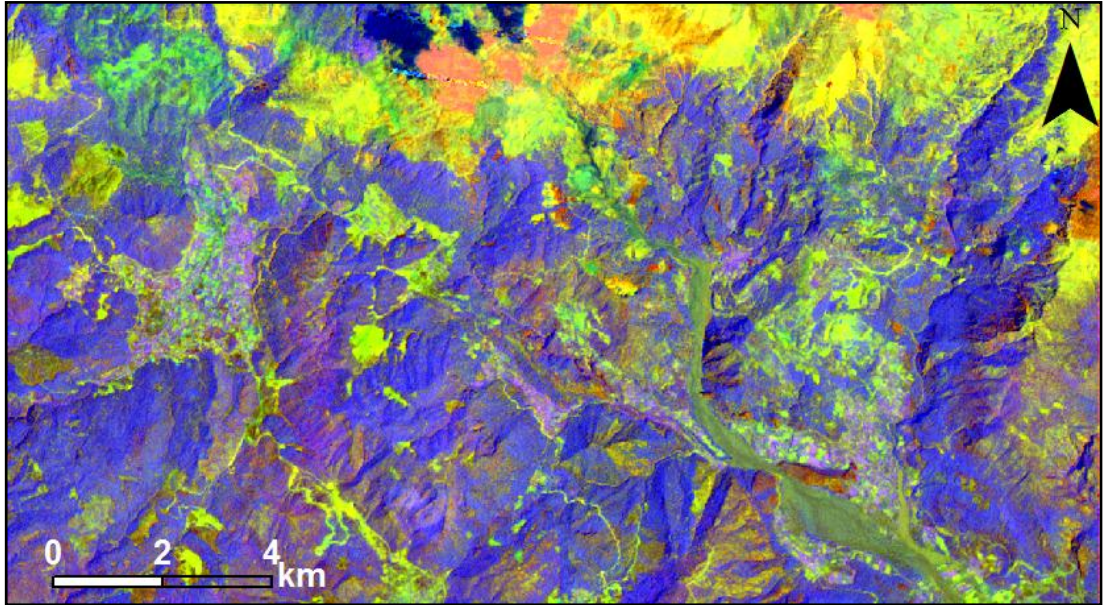
Band Kombinasyonu	Sheffield İndeksi (SI)
<b>345</b>	<b>6203683,664</b>
<b>145</b>	<b>5634691,483</b>
<b>245</b>	<b>4972001,094</b>
147	4080110,238
347	3532055,694
247	3309713,681
135	3269285,498
157	2027486,550
134	1784218,208
257	1745363,885
357	1735056,940
235	1678781,707
137	1408774,439
457	973937,182
234	805567,192
125	731659,842
237	698708,193
127	392316,900
124	254193,470
123	86050,957

Sheffield İndeksine göre bant kombinasyonları sıralandığında Optimum İndeks Faktörü hesaplamasında olduğu gibi en iyi sonucu RGB345 kombinasyonu vermektedir (Şekil 4.9). En iyi sonuç veren kombinasyonlar (345, 145, 245, 157) harita çiziminde kullanılmıştır.

### 3.2.3.3. Bant Oranlaması Görüntüleri Oluşturulması

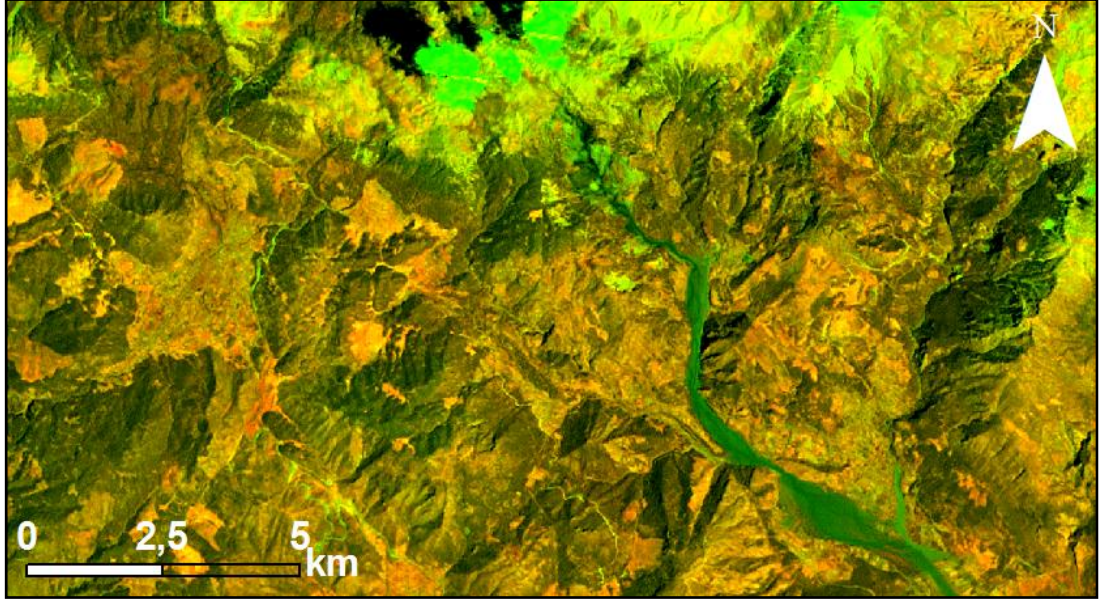
Bant oranlama, topografik değişimler, tane boylarından kaynaklanan yansıma ve parlaklık değişimleri, yeryüzü bilgileri, ilgisiz gölgeler vb. etkilerini minimuma düşürmek için uygulanan bir yöntemdir [Abrams vd., 1983].

Abrams yöntemi, arazi içerisindeki demir oksitleri, kil minerallerini ve demir içeren diğer mineralleri belirlemek için kullanılır. 5/7 oranı kil minerallerini, 3/1 oranı demiroksit minerallerini, 4/5 oranı ise demir içeren diğer mineraller için kullanılır. Bu 3 oran görüntüsü RGB ile renklendirilerek araziye ait oranlama görüntüsü elde edilir [Abrams vd., 1983]. Çalışma alanı için bant oranlama görüntüsü üretilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Çalışma alanına ait bant oran görüntüsü (RGB: 5/7-3/1-4/5).

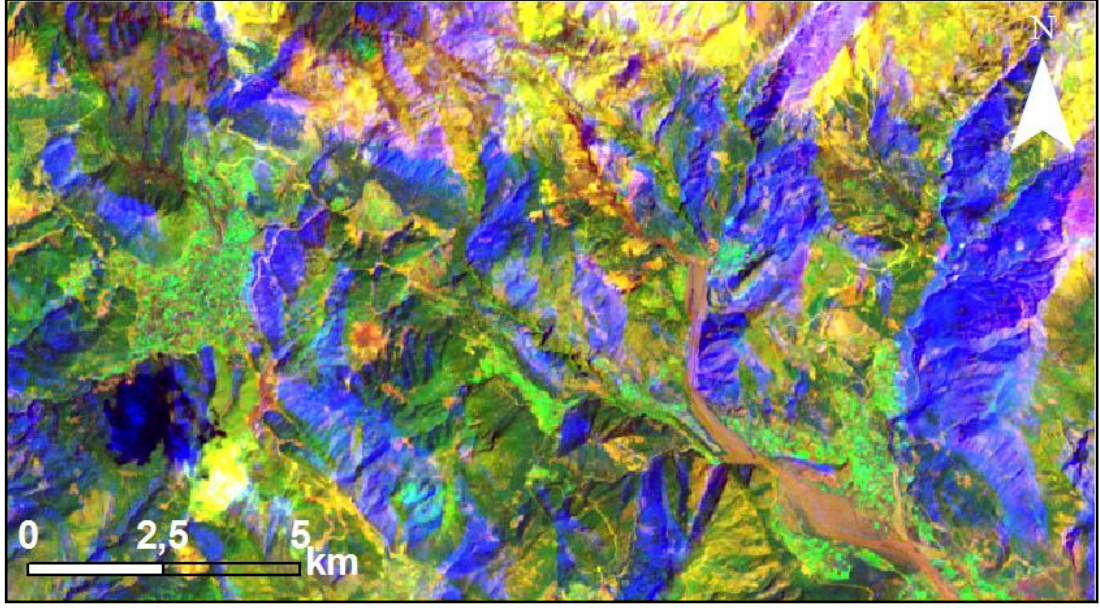
Bant oranlamasında diğer bir yöntem de ultramafik arazilerde kullanılan 5/1-5/7-5/4\*3/4 oranlarıdır. 5/1 oranı opak mineral içeriğini, 5/7 oranı hidroksil minerallerini, 5/4\*3/4 oranı Fe alümina silikatları ortaya çıkarmaktadır [Sarı, 2005]. Çalışma alanı için bant oranlama görüntüsü üretilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Çalışma alanı için bant oranlama görüntüsü (RGB: 5/1-5/7/5/4\*3/4).

#### 3.2.3.4. Radar görüntüsünün Landsat 7 ETM+ ile kullanılması

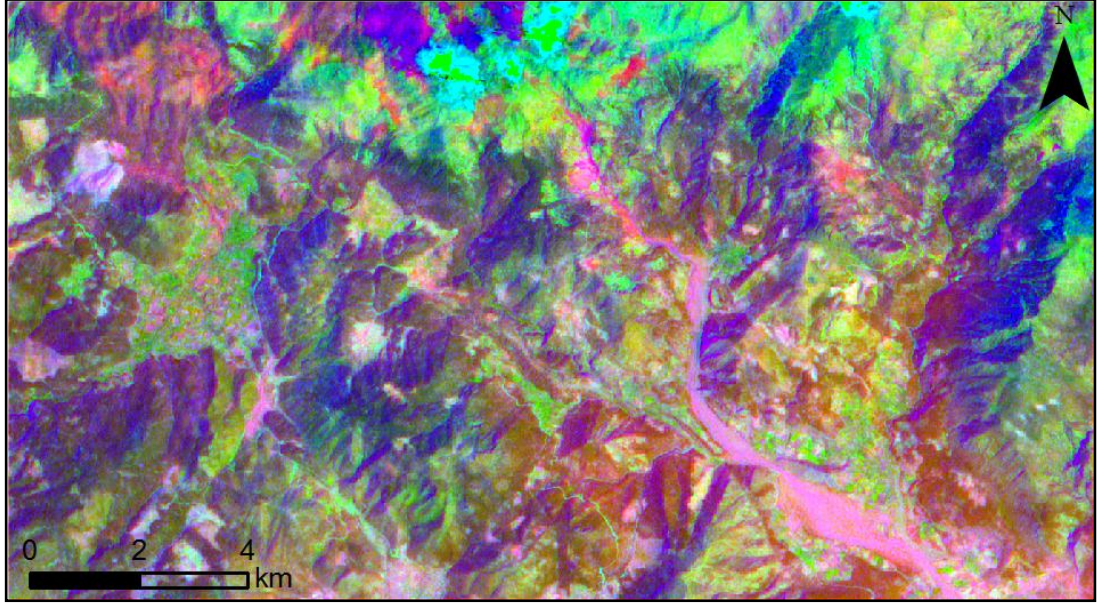
Raharimahefave Kusky [2005], görüntü haline getirilmiş radar verisi (Level 1b – image mode) ile Landsat bantlarını kullanarak kompozit görüntü oluşturmuş ve radar görüntüsünün penetrasyon avantajının yanı sıra Landsat bantlarından gelen spesifik detayları da kullanmışlardır. Bu çalışmada Landsat Landsat 7 ETM+'a ait 4 ve 7. bantlar ile ASAR radar görüntüsü kullanılarak kompozit görüntü oluşturulmuştur (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Çalışma alanı için Landsat 7 ETM+ ve ASAR görüntülerinin birleştirilmesi (RGB:7-4-ASAR).

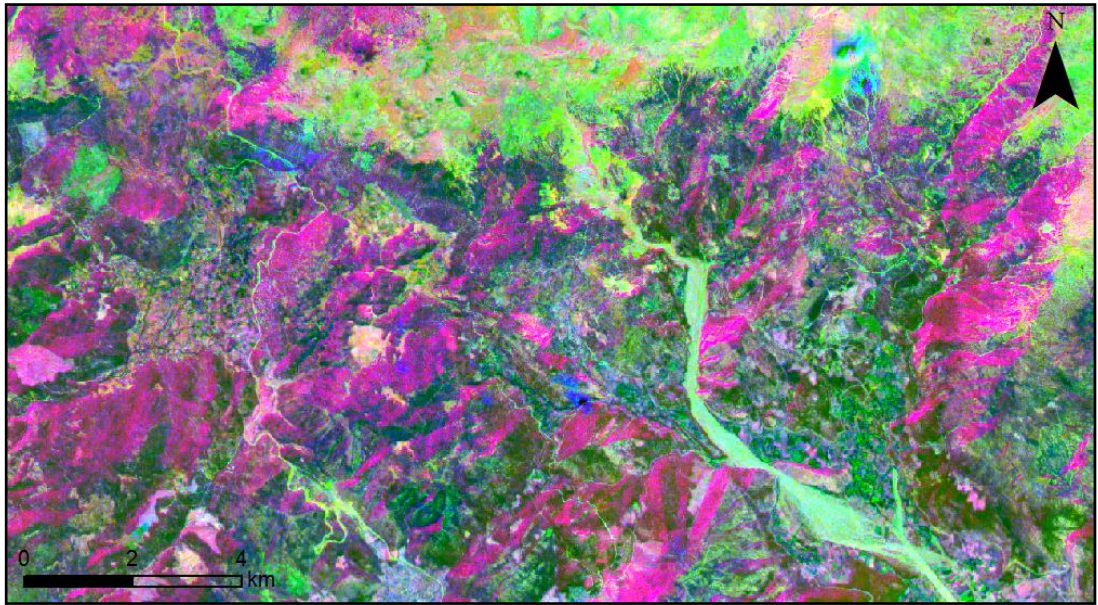
#### 3.2.3.5. Temel Bileşenler Analizi Görüntüleri Oluşturulması

Temel bileşenler analizi (TBA) görüntüleri oluşturulduğunda aralarında korelasyon bulunan bantlar korelasyon olmayan yeni “temel bileşen” adı verilen bantlara dönüştürüldüğünde orjinal verinin %90'dan fazlası ilk 3 bileşende yer aldığı diğer bileşenlerin ise çok az bir kısmını temsil ettiği bilinmektedir. Bunun için Sabins [1999], önerdiği şekilde gerçek renkli ilk 3 bant ayrı TBA işlemine, kızılötesi 3 bant da (bant4, bant5 ve bant7) ayrıca TBA işlemine tutulmuştur. Bu işlem için ERDAS Imagine™ 9.2 yazılımı kullanılmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Çalışma alanına ait TBA görüntüsü (TBA:543, Çözünürlük 15m).

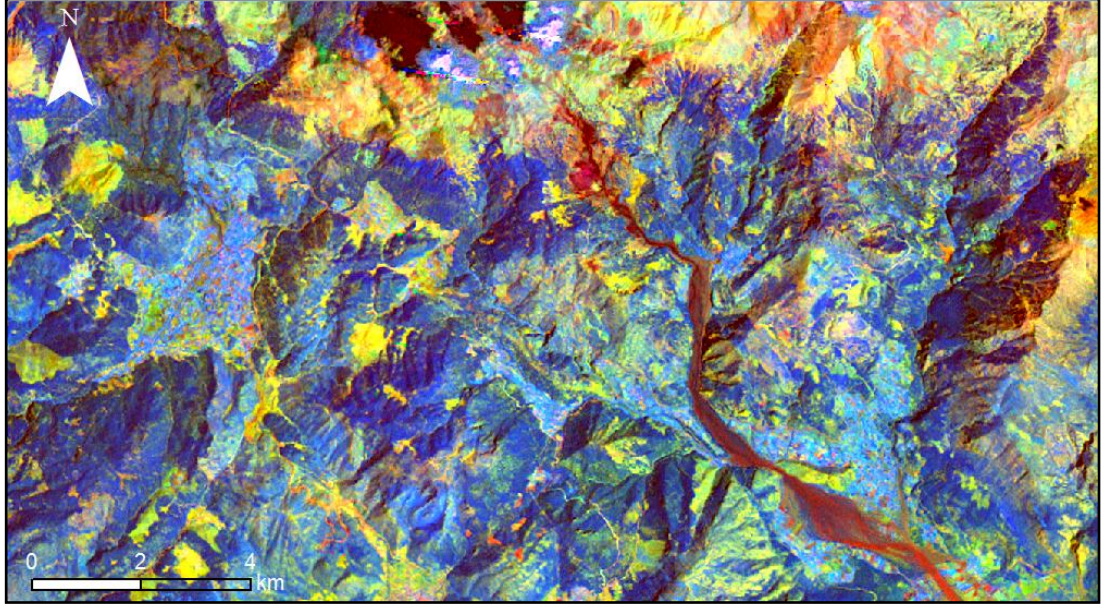
TBA işlemini iki ayrı grupta yaparak multispektral veri setinde varyans her grubun ilk iki TBA görüntüsüne sıkıştırılmış oldu, ayrıca aralarında korelasyon olmayan bantlardan kaynaklanan gürültü giderildi ve spektral farklılıklar daha belirginleştirildi. Aynı işlemler daha hassas formasyon çizimleri için 4m çözünürlükteki görüntüye de uygulandı (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Çalışma alanına ait TBA görüntüsü (TBA:543, Çözünürlük 4m).

### 3.2.3.6. Dekorelasyon Germesi

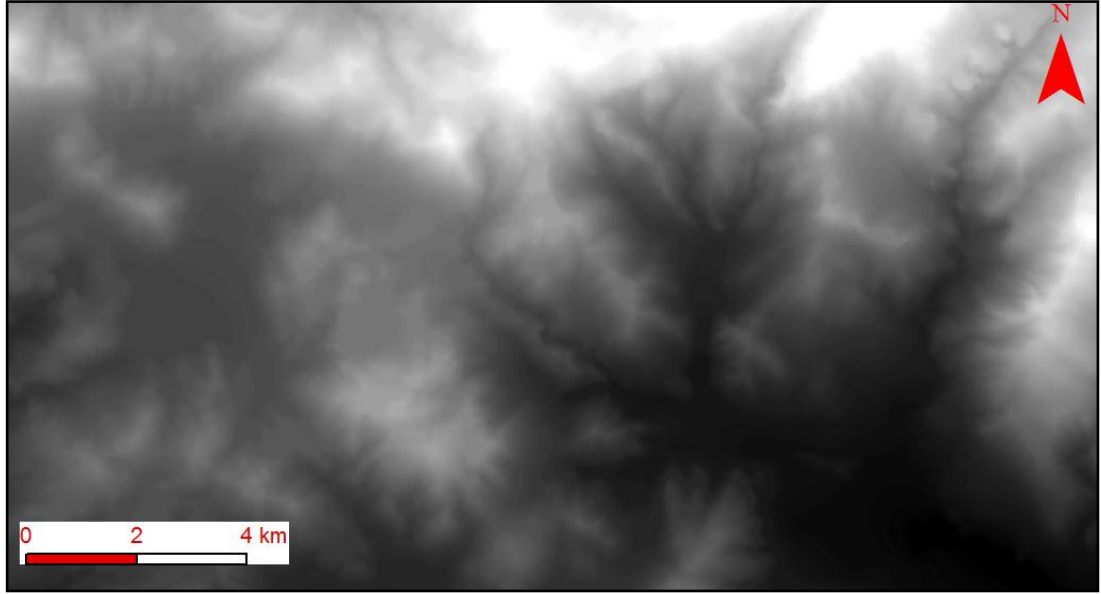
Çalışma alanına ait Landsat 7 ETM+ görüntüsüne dekorelasyon germesi (DG) işlemi uygulandıktan sonra bu görüntüler de formasyon sınırlarının tespiti için kullanıma hazır hale getirildi (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Çalışma alanına ait üretilmiş DG görüntüsü (DG:754).

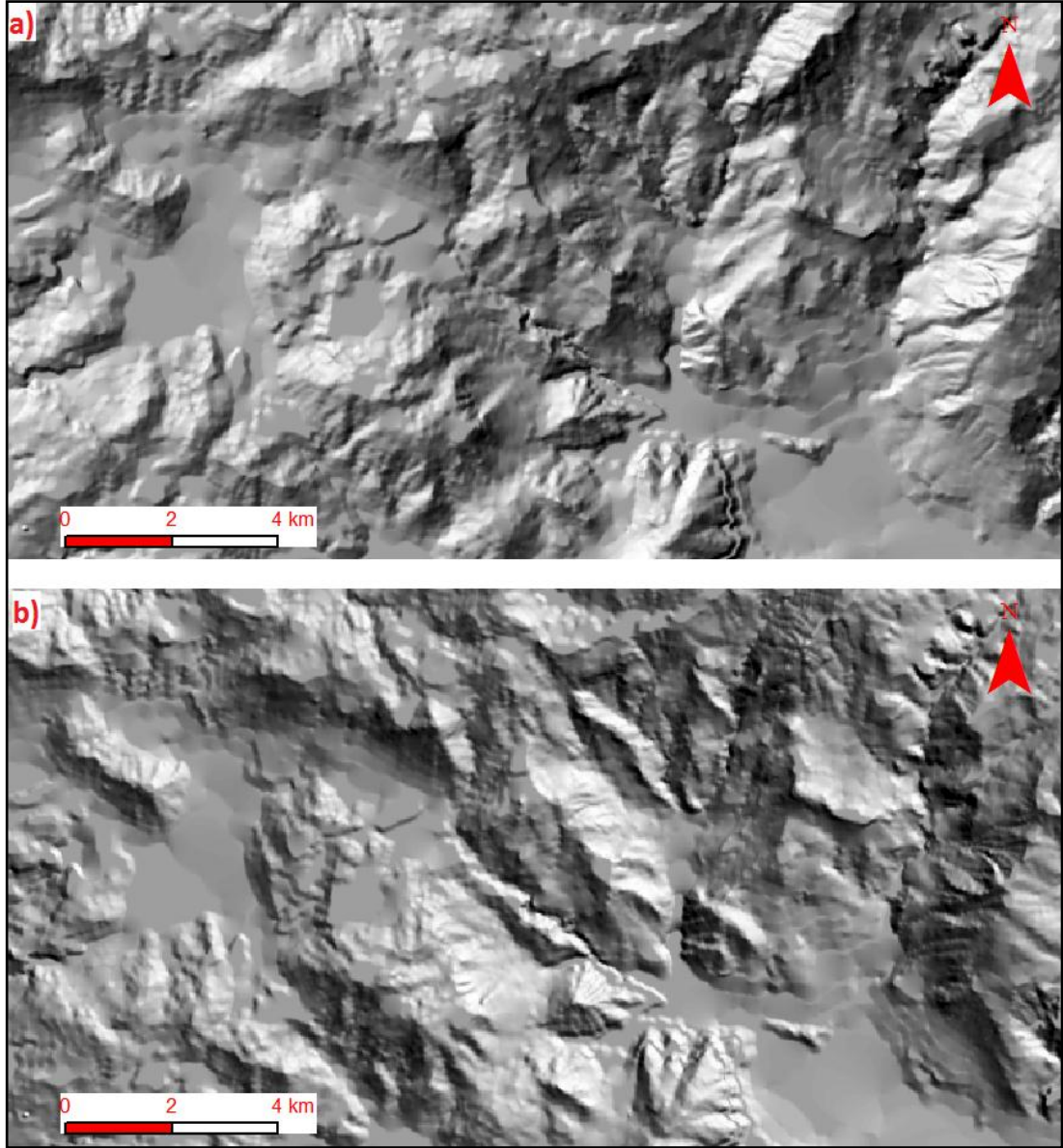
### 3.2.3.7. Çizgiselliklerin Belirlenmesi

Çalışma alanı içerisinde yer alan çizgisel yapıların tespit edilmesi amacıyla Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsünün 4, 5 ve 6. bantları, ASAR görüntüsü, topografik haritadan üretilmiş SYM kullanılmıştır. Topografik haritadan 50m aralıklarla çizilen konturlar noktalar şekil dosyasına çevrilmiş daha sonra yükseklik bilgileri içeren bu noktalar Kriging yöntemiyle aradeğerlendirme işlemi sonucunda 30m yatay 10m düşey çözünürlükte sayısal yükseklik modeli (SYM) çevrilmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Çalışma alanına ait üretilmiş sayısal yükseklik modeli.

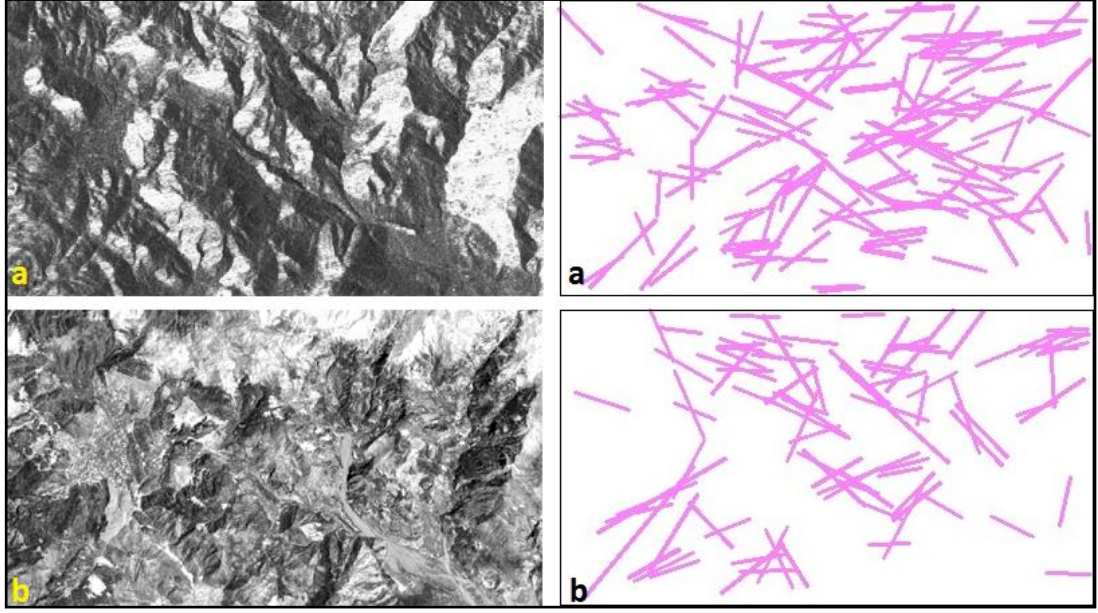
Oluşturulan SYM'lerine 45° eğimle, 45° ve 315° yönlerinde ışık verilerek rölyef kazandırılmıştır. Bu yönler FBFZ'nun Kuzeydoğu – Güneybatı doğrultusu göz önüne alınarak seçilmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Çalışma alanına ait rölyef kazandırılmış SYM görüntüleri, a: 315° yönünde, b: 45° yönünde aydınlatılmıştır.

Çizgisel yapıları ortaya çıkarmak için her bir görüntü üzerinde Hough dönüşümü uygulanmıştır. Bu işlem için Microsoft Visual Studio™ 2012’de program derlenmiş ve çizgisellikleri ortaya çıkaran sonuç görüntüleri çıktı olarak alınmıştır (Şekil 3.17).





Şekil 3.17. Çalışma alanı için üretilmiş Hough çizgisellik görüntüleri, a: Asar görüntüsü, b: Landsat 7 ETM+ band5 görüntüsü

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

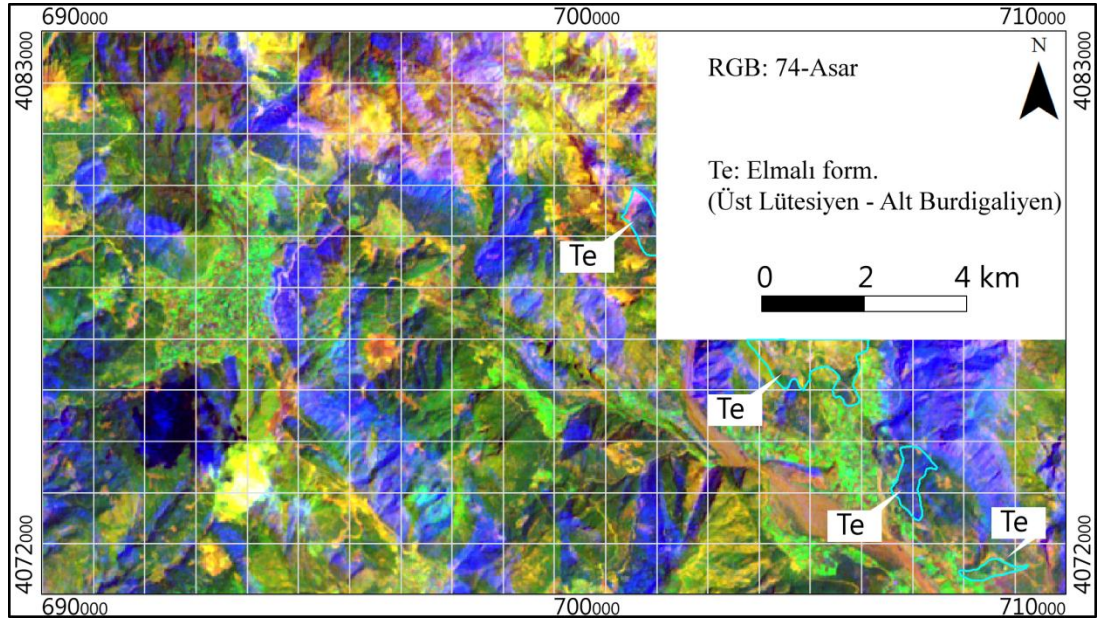
Yüksek Lisans Tezi çalışması kapsamında bölgedeki formasyonlar ve çizgisel yapılar Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsü, ASTER sayısal yükseklik modeli ve ASARradar görüntüleri baz alınarak haritalanmıştır. Çalışma alanı üzerinde 18 birim ayırt edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Çalışma alanı içerisinde belirlenen formasyonlar.

Sıra	Nap	Formasyon	Kıslt.	Yaş
1	Yeşilbarak N.	Elmalı Formasyonu	Te	Üst Lütasiyen - Alt Burdigaliyen
2	Tavas N.	Kiloluk Formasyonu	CP	Karbonifer
3		Çatakdere Formasyonu	Pc	Üst Permiyen
4		Çenger Formasyonu	TRc	Üst Noriyen - Resiyen
5		Ağaçlı Formasyonu	Ja	Liyas
6		Babadağ Formasyonu	JKb	Toarsiyen - Maastrichtiyen
7		Faralya Formasyonu	Tf	Üst Paleosen - Orta Eosen
8	Bodrum N.	Kayaköy Dolomiti	TRJk	Üst Triyas - Liyas
9		Sandak Formasyonu	Js	Üst Liyas - Malm
10		Göçgediği Formasyonu	Kg	Dogger - Kretase
11		Karaböğürtlen Formasyonu	Kka	Üst Senoniyen
12	Gülbahar N.	Orhaniye Formasyonu	Jko	Jura - Kretase
13	Marmaris Of.N.	Adlandırılmamış Melanj	KTm	Üst Senoniyen
14		Marmaris Peridotiti	Kmo	Alt Kretase
15		Kızılcadağ Melanjı	KKzm	Eosen - Langiyen
16	Neootokton	Çameli Formasyonu	plc	Üst Miyosen
17		Yamaç Molozu	Qym	Kuvarterner
18		Alüvyon	Qal	Kuvarterner

#### 4.1. ELMALI FORMASYONU (Te)

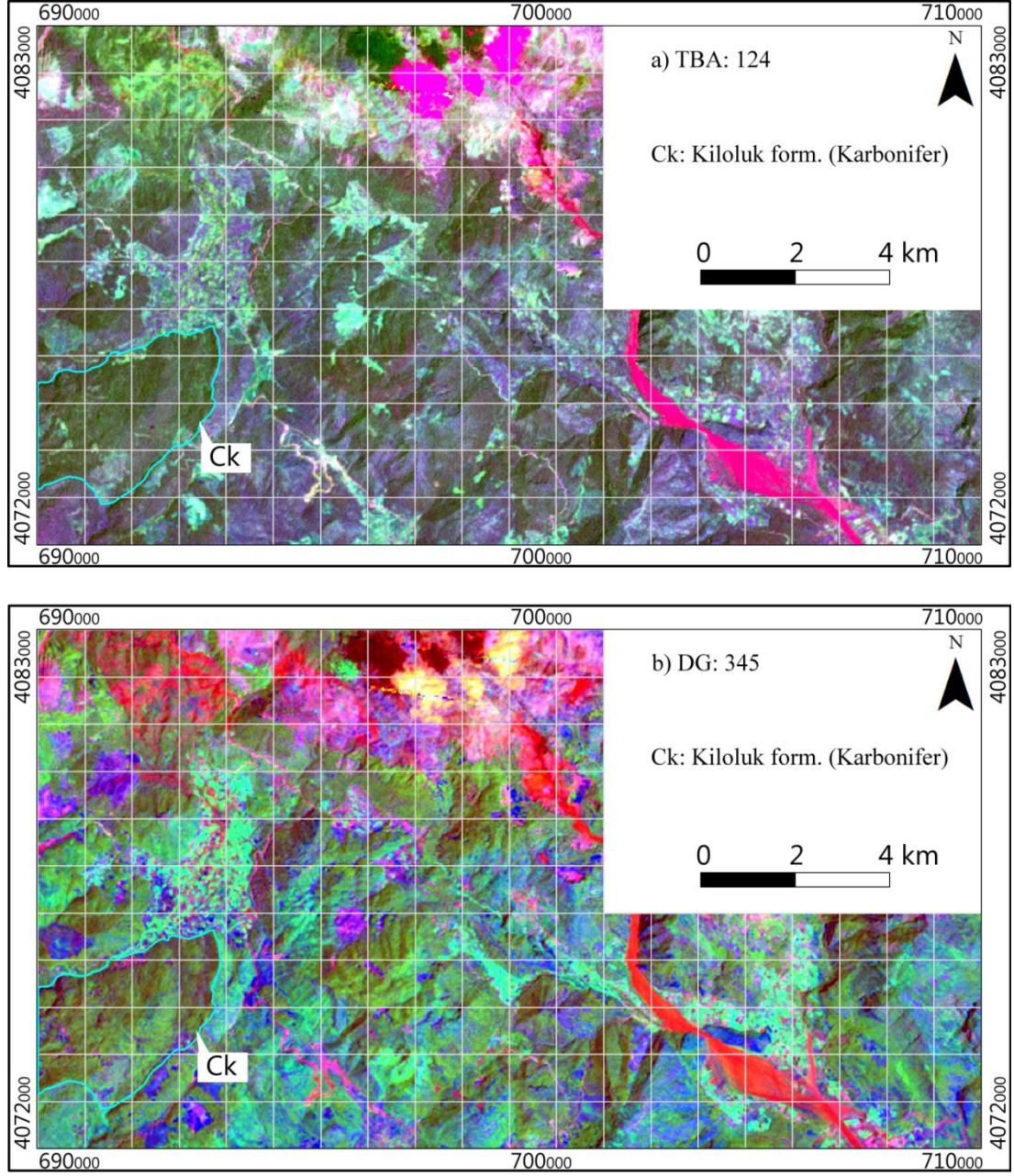
Çalışma alanı güneydoğu kesiminde kumtaşı, şeyl olarak gözlenen Üst Lütesiyen – Alt Burdigaliyen yaşlı [Önalın, 1979] Elmalı formasyonu Söğütlüdere köyü güneydoğusunda ve Oyunlar mahallesi kuzeybatısında Landsat 7 ETM+ ve Asar görüntülerinin birleştirilmesiyle elde edilen kombinasyon kullanılarak haritalanmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Elmalı formasyonu, RGB74-Asar kombinasyonu.

#### 4.2. KİLOLUK FORMASYONU (Ck)

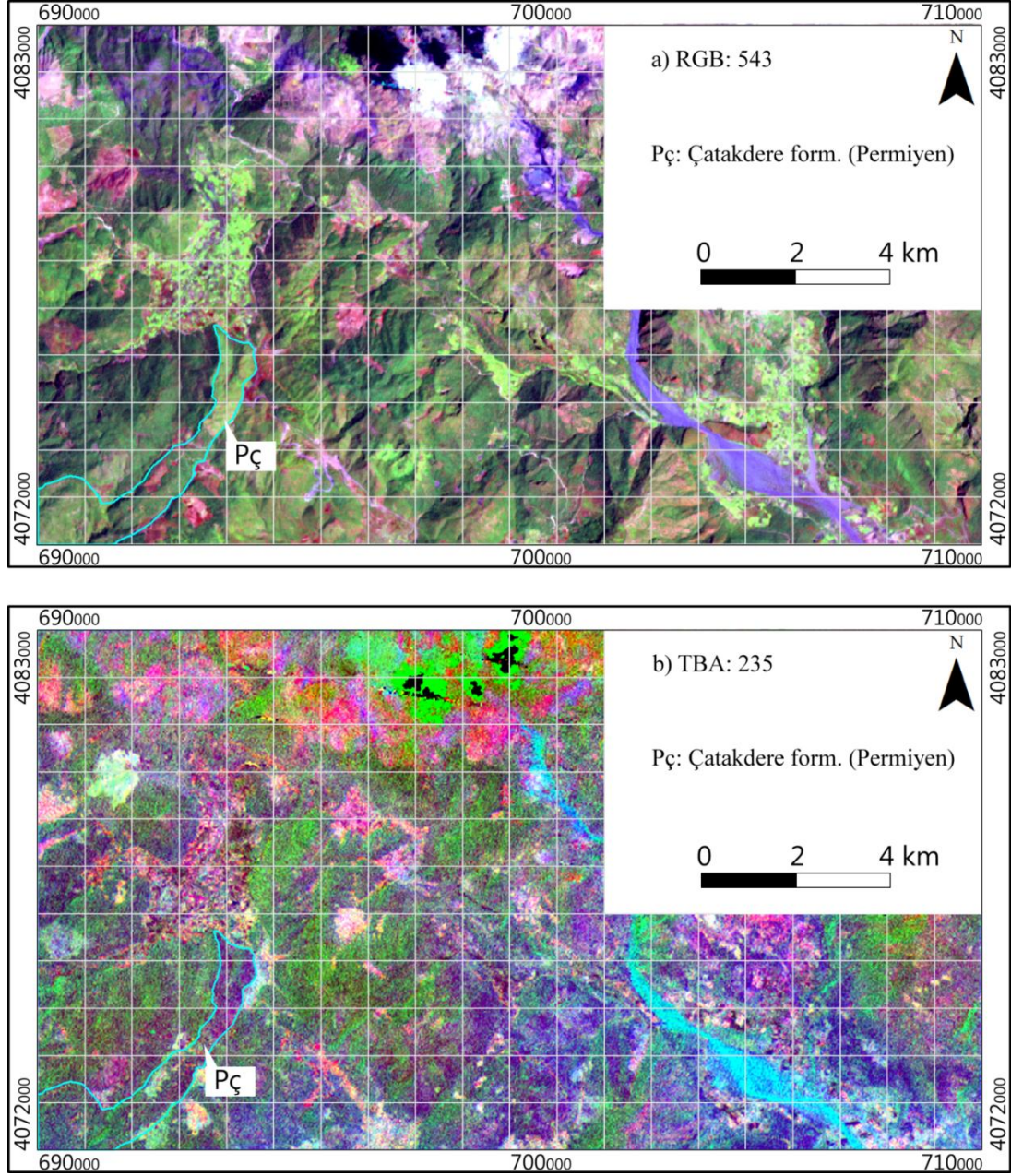
Çalışma alanının güneybatısında Ahat dağı üzerinde yüzeyleyen Karbonifer yaşlı [Erakman vd., 1982] Kiloluk formasyonu sahada biyoklastik kireçtaşı, dolomit ve dolomitik kireçtaşı olarak ayırt edilmiş ve haritalanmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Kiloluk formasyonu, a)TBA124 kombinasyonu, b) DG345 kombinasyonu.

#### 4.3. ÇATAKDERE FORMASYONU (Pç)

Çalışma alanı güneybatısında Ahat dağının Güneydoğu yamaçlarında saha çalışmasında rekristalize kireçtaşı ve dolomit olarak gözlenen Üst Permiyen [Erakman vd., 1982] yaşlı Çatakdere formasyonu haritalanmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Çatakdere formasyonu, a) RGB543 kombinasyonu, b) TBA235 kombinasyonu.

Çatakdere formasyonuna ait kireçtaşları orta – kalın tabakalı dış yüzeyi koyu gri, kırılma yüzeyleri ise açık gri olarak gözlemlenmiş ve fotoğraflanmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Çatakdere formasyonuna ait kireçtaşı (Belenkavak tepesi doğu yamacı)

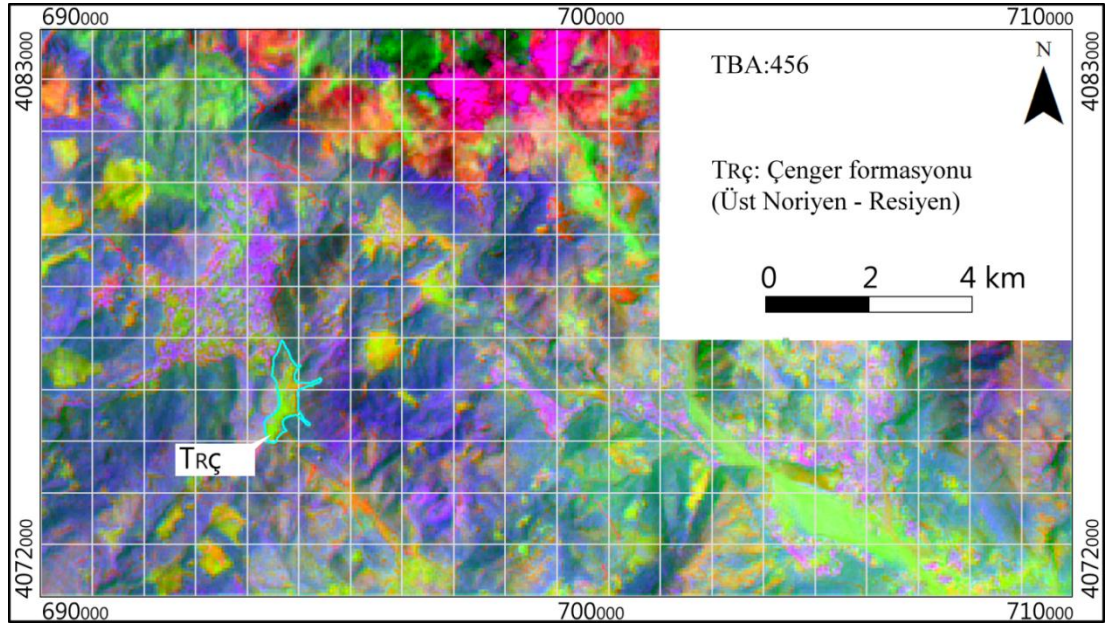
#### 4.4. ÇENGER FORMASYONU (TRÇ)

Erakman vd. [1982] tarafından Çenger formasyonu olarak tanımlanan kırmızı kumtaşı, konglomera ve çamurtaşı litolojiye sahip birimsaha çalışmasında Belbaşı tepesi ve Sandıklı tepesi arasında gözlenmiştir (Şekil 4.5).

Çenger formasyonu en iyi TBA456 kombinasyonunda gözlenmiş ve formasyon sınırları çizilmiştir (Şekil 4.6).



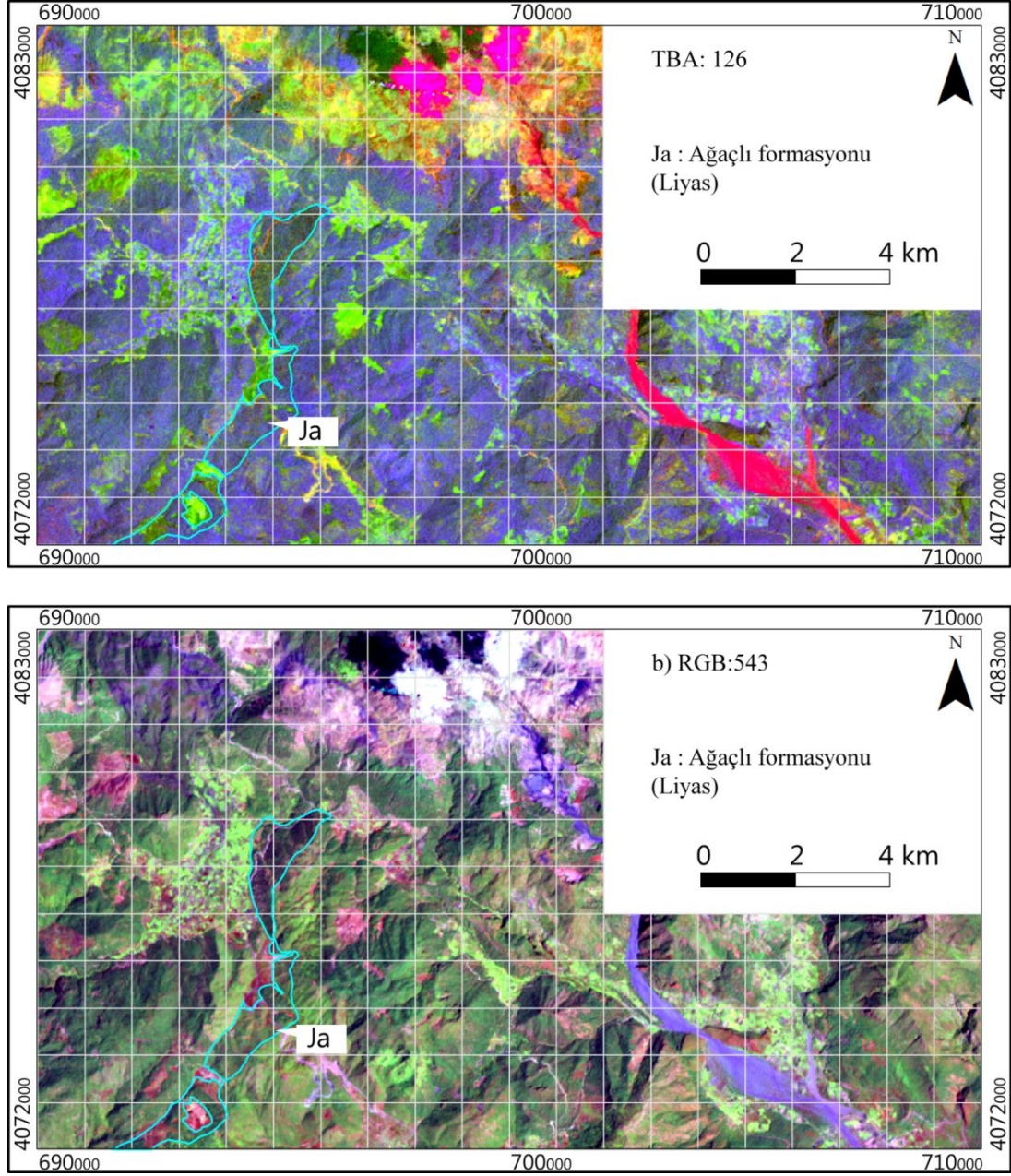
Şekil 4.5. Çenger formasyonuna ait kırmızı kumtaşı. (Belbaşı Tepesi Kuzeybatı yamacı)



Şekil 4.6. Çenger formasyonu, TBA456 kombinasyonu.

#### 4.5. AĞAÇLI FORMASYONU (Ja)

Masif kireçtaşı olarak gözlenen Liyas yaşlı [Şenel vd., 1994] Ağaçlı formasyonu çalışma alanının güneydoğusunda Çal tepesi ve Sandıklı tepesi arasında gözlenmiş ve haritalanmıştır (Şekil 4.7).



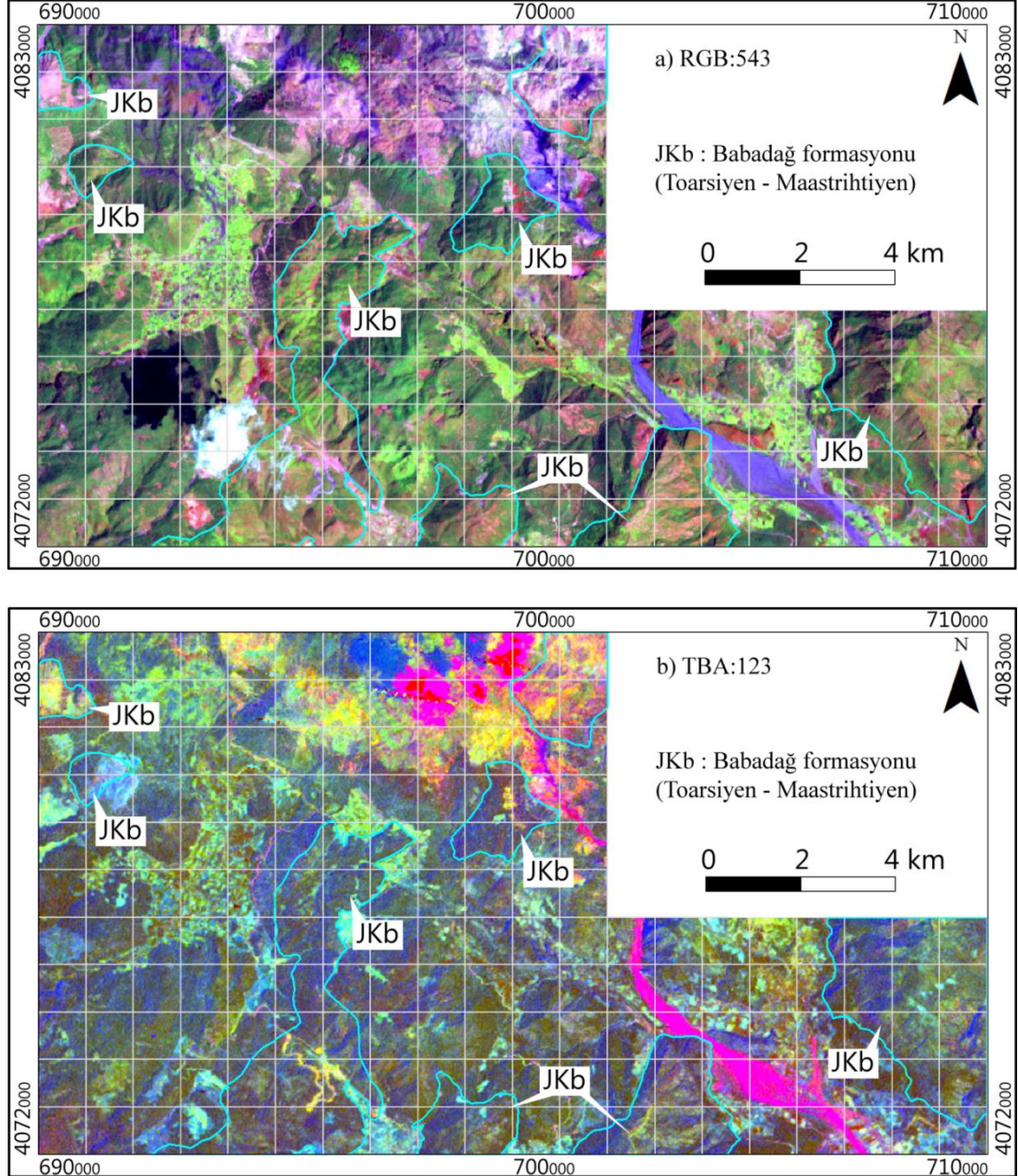
Şekil 4.7. Ağaçalı formasyonu, a) TBA126 kombinasyonu, b) RGB543 kombinasyonu.

#### 4.6. BABADAĞ FORMASYONU (JKb)

Mikrit ve kalsitüridit breşik dolomit ve kireçtaşı olarak saha çalışmasında gözlenen Toarsiyen – Maastrichtiyen [Erakman vd., 1982] yaşlı Babadağ formasyonu haritalanmıştır (Şekil 4.8). Babadağ formasyonu içerisinde kalan, Fethiye – Çameli



yolu üzerinde, Arpacık köyü güneydoğusunda fay yüzeyi arazide gözlemlenmiştir (Şekil 4.9).



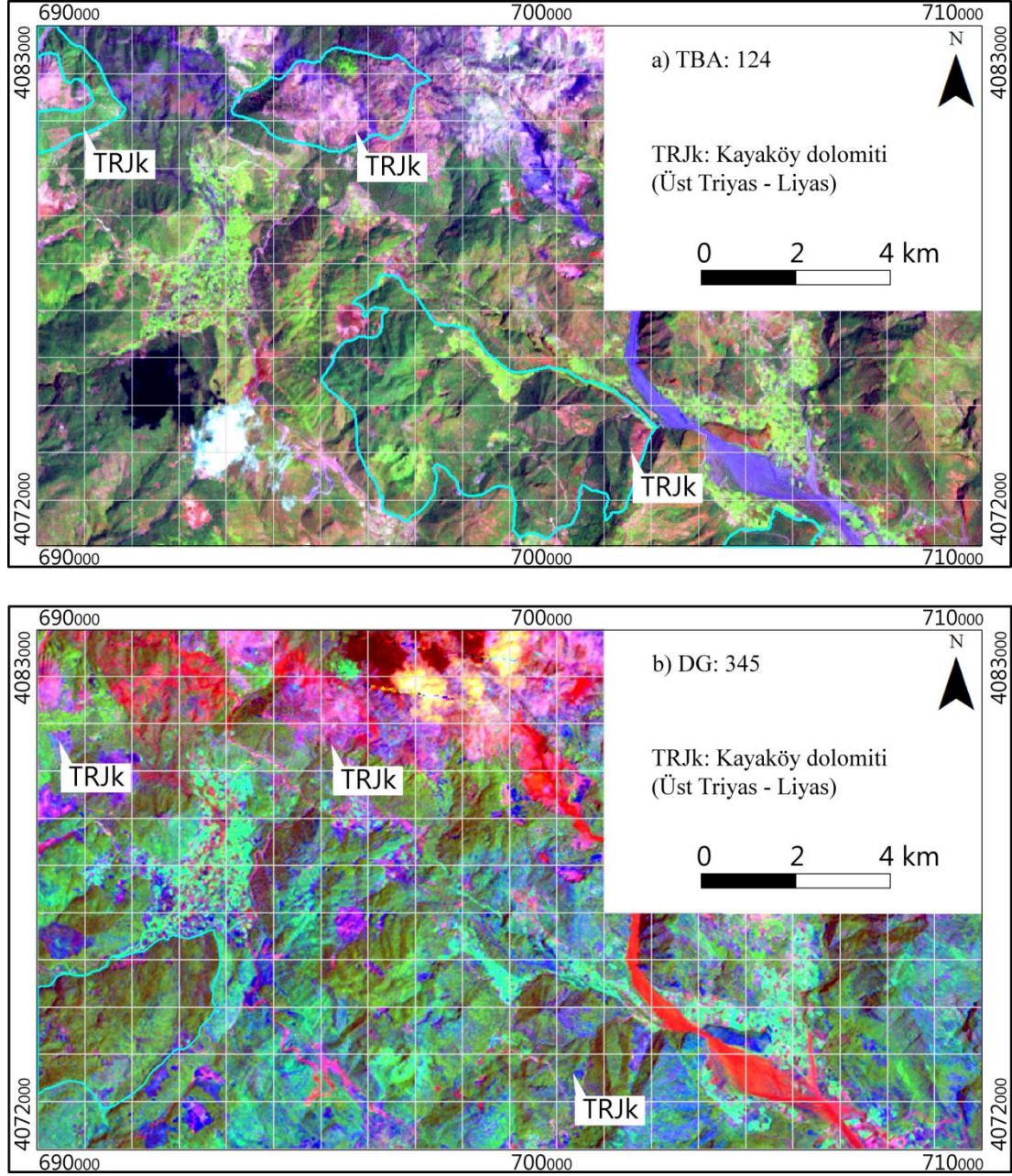
Şekil 4.8. Babadağ formasyonu, a) RGB543 kombinasyonu, b) TBA123 kombinasyonu.



Şekil 4.9. Babadağ formasyonu içerisinde gözlenen fay yüzeyi (Kırkıçlı boğazı mevkii, Fethiye Çameli yolu üzeri).

#### 4.7. KAYAKÖY DOLOMİTİ (TRJk)

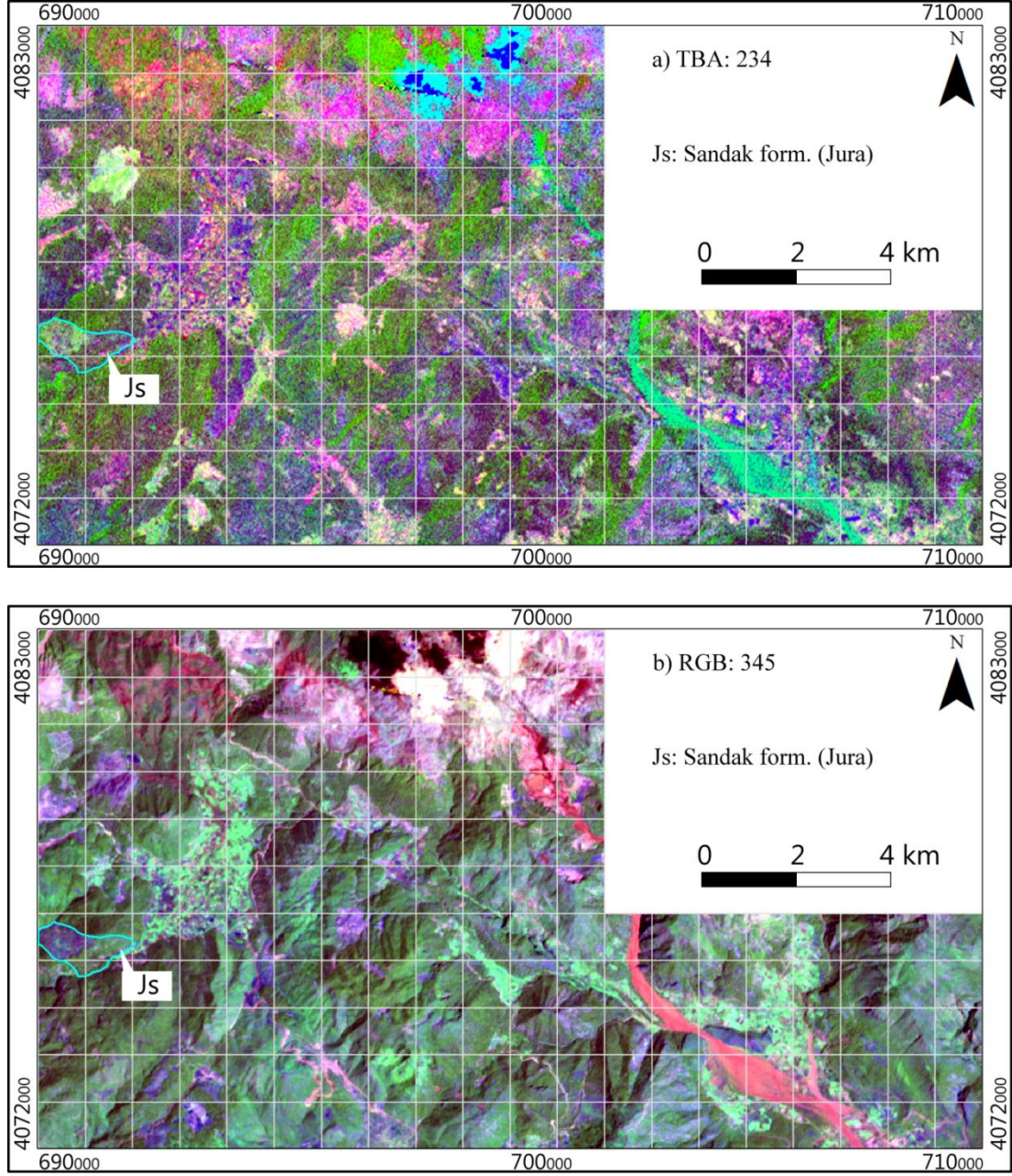
Çalışma alanı kuzeyinde Kaysisekisi tepesi, güneyinde ise Pazan tepesi ve Karain sırtı mevkilerinde dolomit olarak gözlenmiş ve haritalanmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Kayaköy dolomiti, a) TBA124 kombinasyonu, b) DG345 kombinasyonu

#### 4.8. SANDAK FORMASYONU (Js)

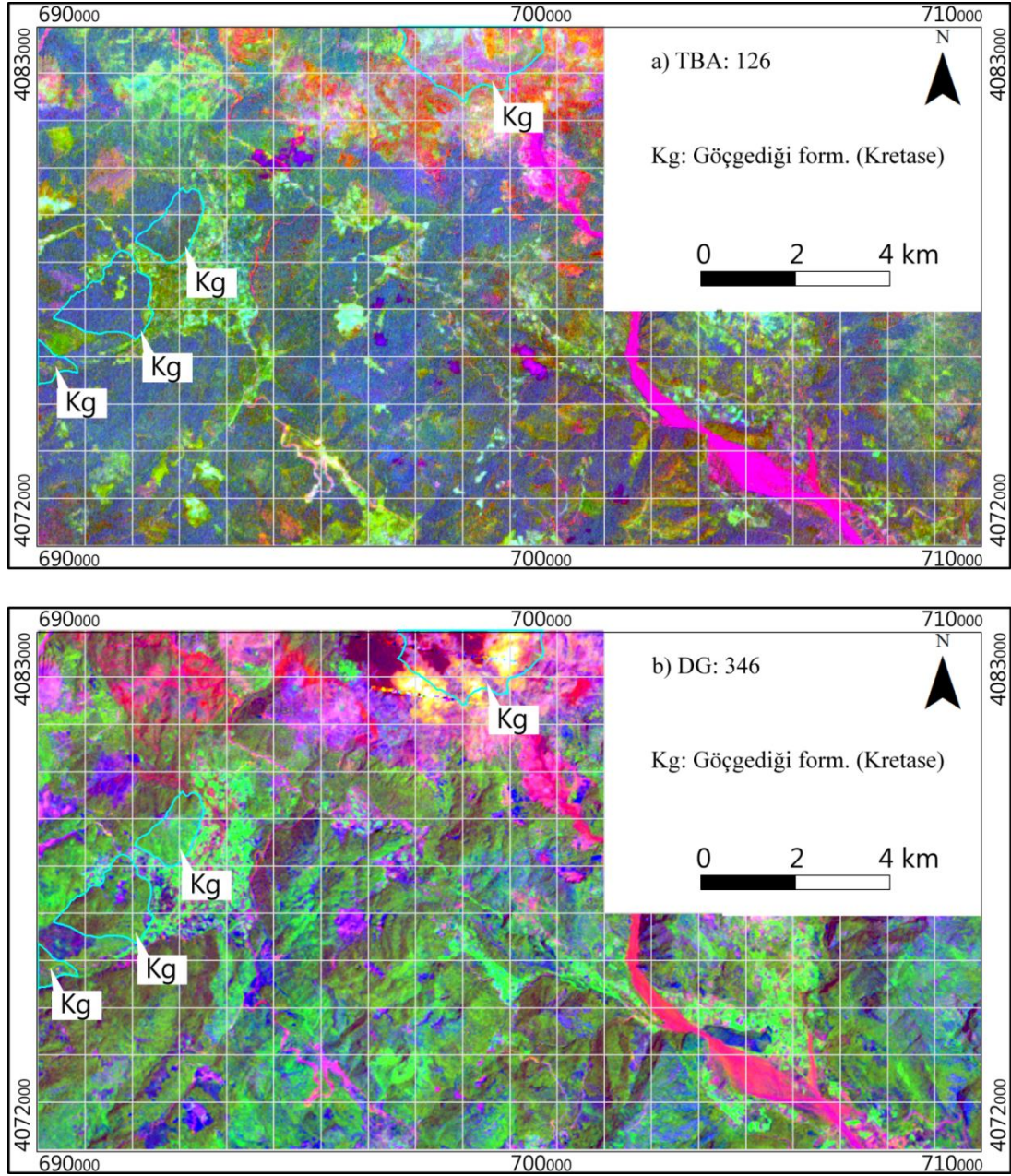
Çalışma alanı batısında yer alan Üst Liyas – Malm yaşlı [Şenel vd., 1989] Sandak formasyonu saha çalışmasında çörtlü kireçtaşı, dolomit olarak gözlenmiş ve haritalanmıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Sandak form., a)TBA234 kombinasyonu, b) RGB345 kombinasyonu.

#### 4.9. GÖÇGEDİĞİ FORMASYONU (Kg)

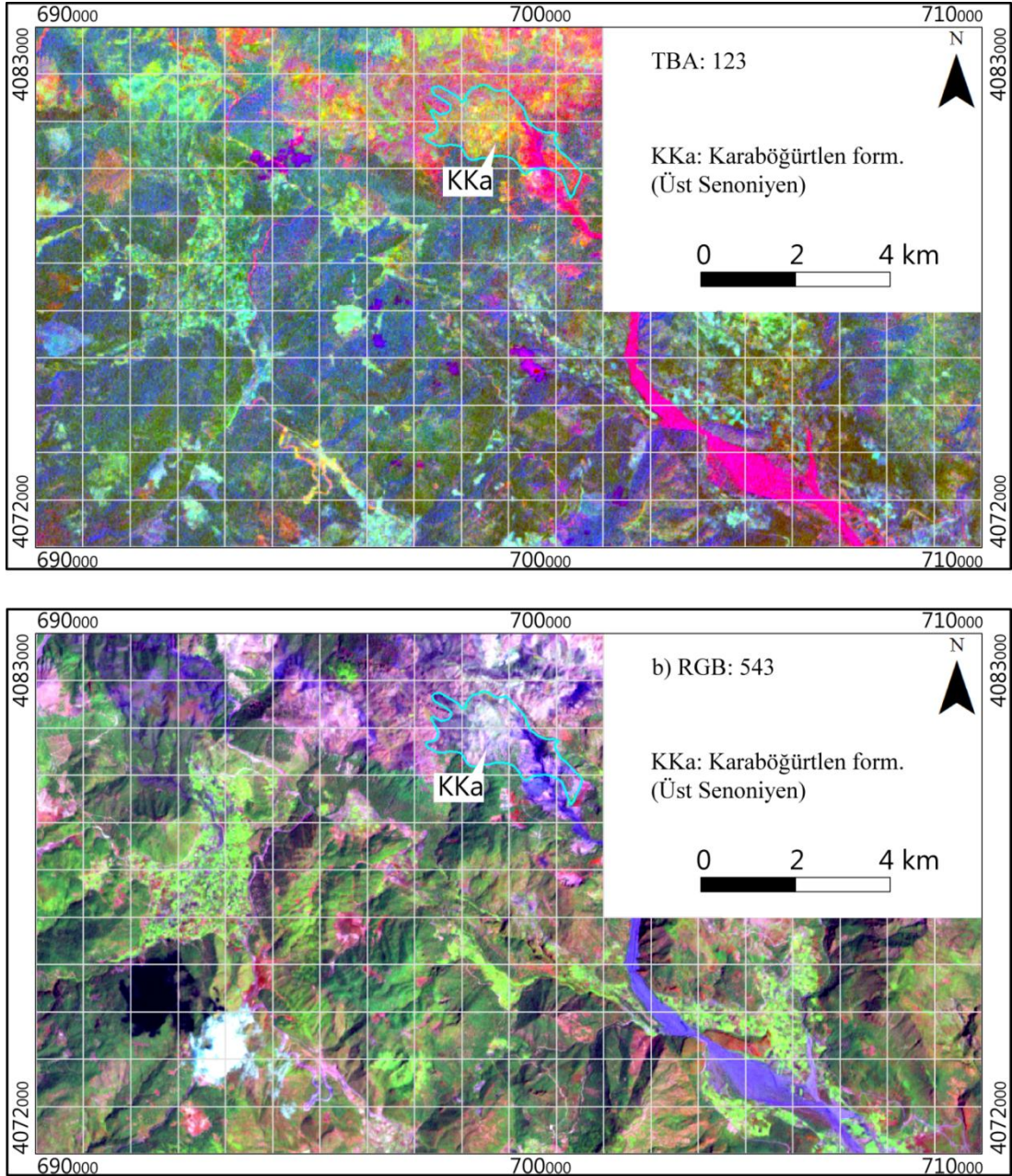
Kretase yaşlı [Şenel vd., 1989] kalsitürbidit, çört ve kireçtaşlarından oluşan Göçgediği formasyonu çalışma alanının güney – güneybatı kesiminde Arpacık köyü güneyinde Zorlampa tepesinde, güneybatısında Kırtaş tepesinde, batısında Dikmen tepesinde ve çalışma alanının kuzeyinde Evrilce tepesinde gözlenmiş ve haritalanmıştır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Göçgediği formasyonu, a) TBA126 kombinasyonu, b) DG346 kombinasyonu.

#### 4.10. KARABÖĞÜRTLİN FORMASYONU (KKa)

Konglomera, killi kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı litolojiye sahip, Üst Senoniyen [Philipson, 1915] olarak gözlenen Karaböğürtlen formasyonu çalışma alanı içerisinde Gökboyun sırtı üzerinde haritalanmıştır (Şekil 4.13).

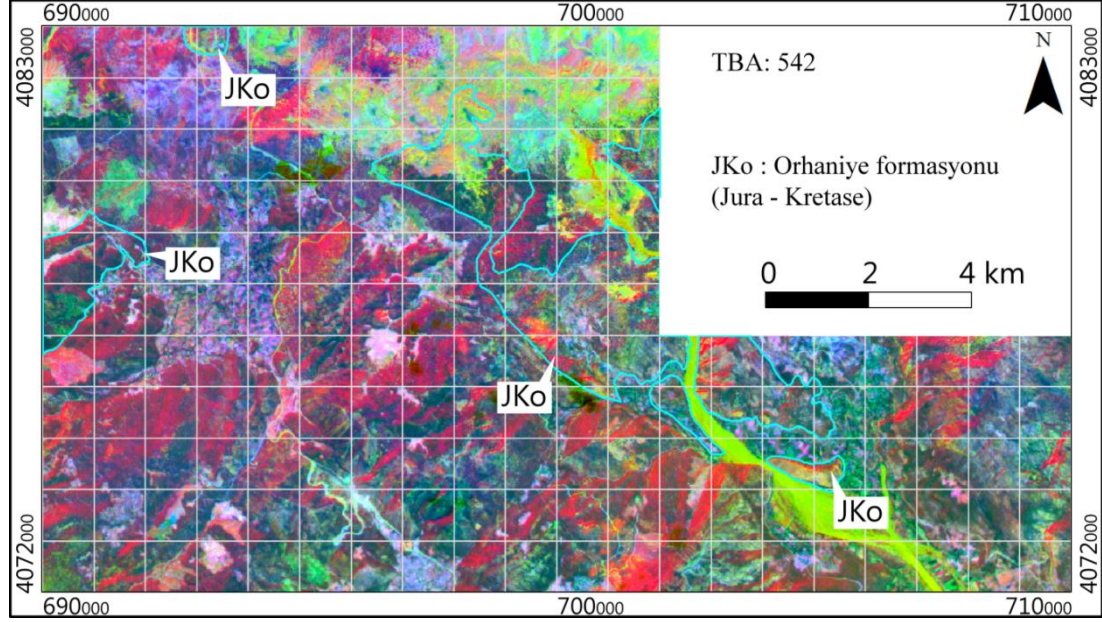


Şekil 4.13. Karaböğürtlen formasyonu, a) TBA123 kombinasyonu, b) RGB543 kombinasyonu.

#### 4.11. ORHANIYE FORMASYONU (JKo)

Çalışma alanının batısında Arpacık köyü batısı, ve Söğütlüdere köyü kuzeyinde genişçe bir alanda yer alan volkanit, radyolarit ve çörtlü litolojiye sahip

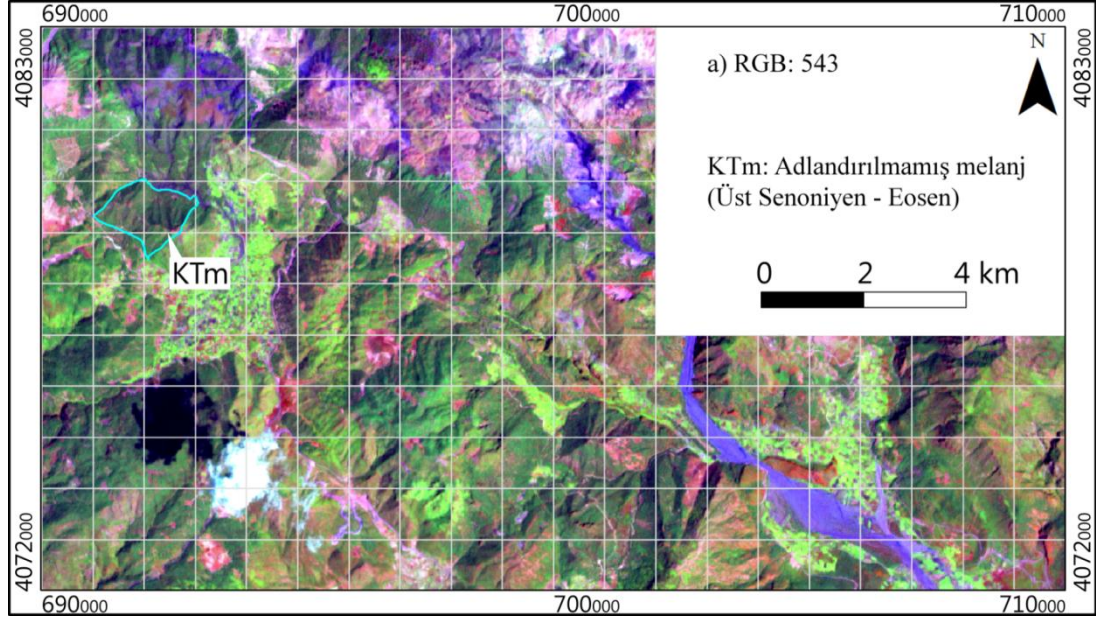
Jura- Kretase yaşlı [Meşhur vd., 1989] birim Orhaniye formasyonu olarak haritalanmıştır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Orhaniye formasyonu, TBA542 kombinasyonu

#### 4.12. ADLANDIRILMAMIŞ MELANJ (KTm)

Serpantinleşmiş kayalarla birlikte kireçtaşı bloklarının görüldüğü melanj Üst Senoniyen – Eosen [Şenel, 1997] çalışma alanında Dikmen tepesi üzerinde yüzlemektedir. Saha çalışmasından elde edilen veriler ve uydu görüntüleri ile birim haritalanmıştır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Adlandırılmamış melanj RGB543 kombinasyonu.

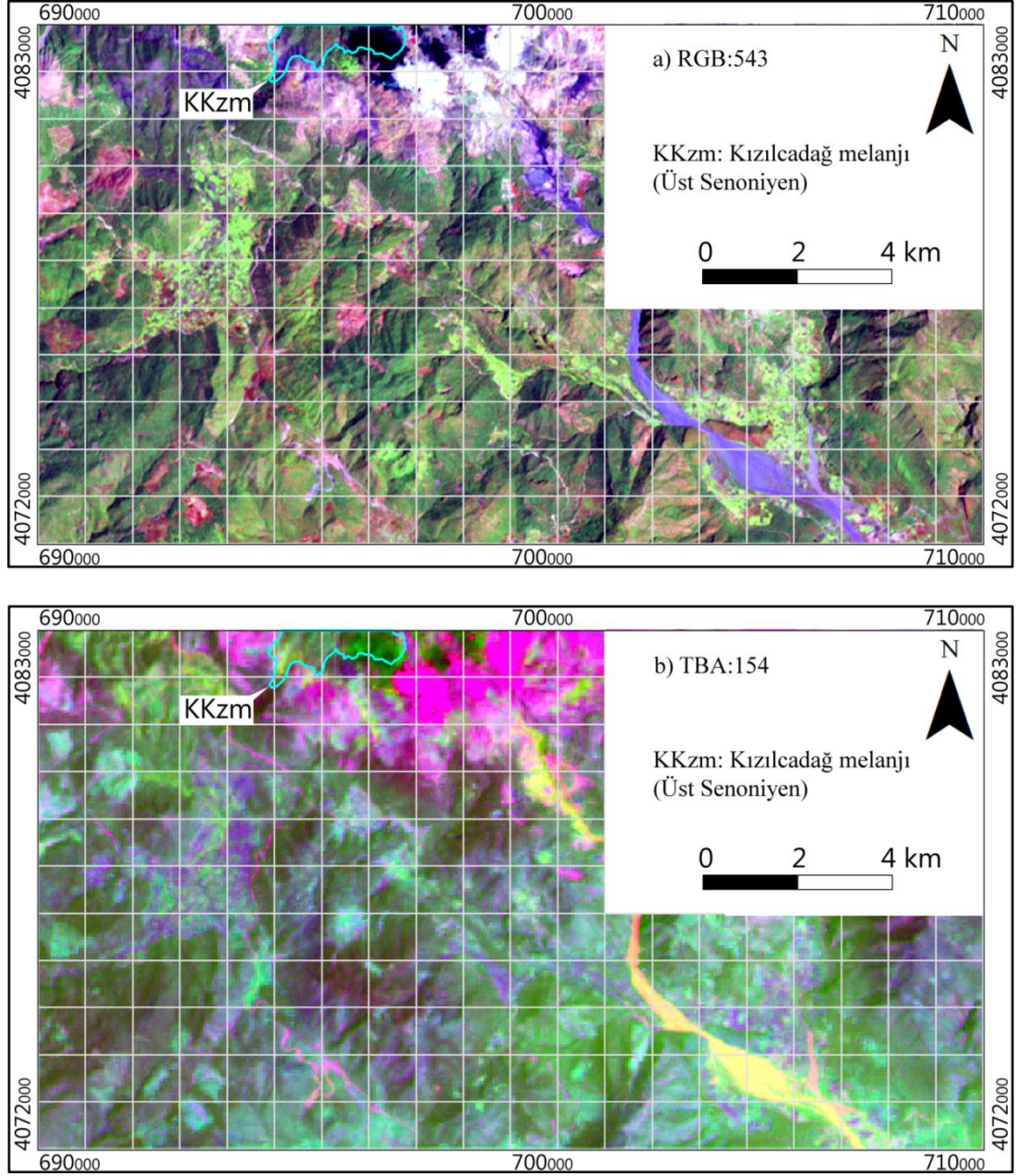
#### 4.13. MARMARİS PERİDOTİTİ(Kmo)

Çalışma alanının kuzeybatısındaki saha çalışmalarında Alt Kretase [Thuizat vd., 1981] yaşlı Marmaris peridotiti serpantinleşmiş peridotitler şeklinde gözlenmiştir (Şekil 2). Marmaris ofiyoliti OIF ve SI görüntülerinin yanı sıra içerdiği magmatik kökenli kayalardan dolayı bant oranlama görüntüleri de kullanılarak sınırları uydu görüntüsü üzerinden belirlenmiştir (Şekil 4.16, 4.17).





Şekil 4.16. Serpantinleşmiş Marmaris peridotiti (Kızlanoluk tepesi güneybatısı).

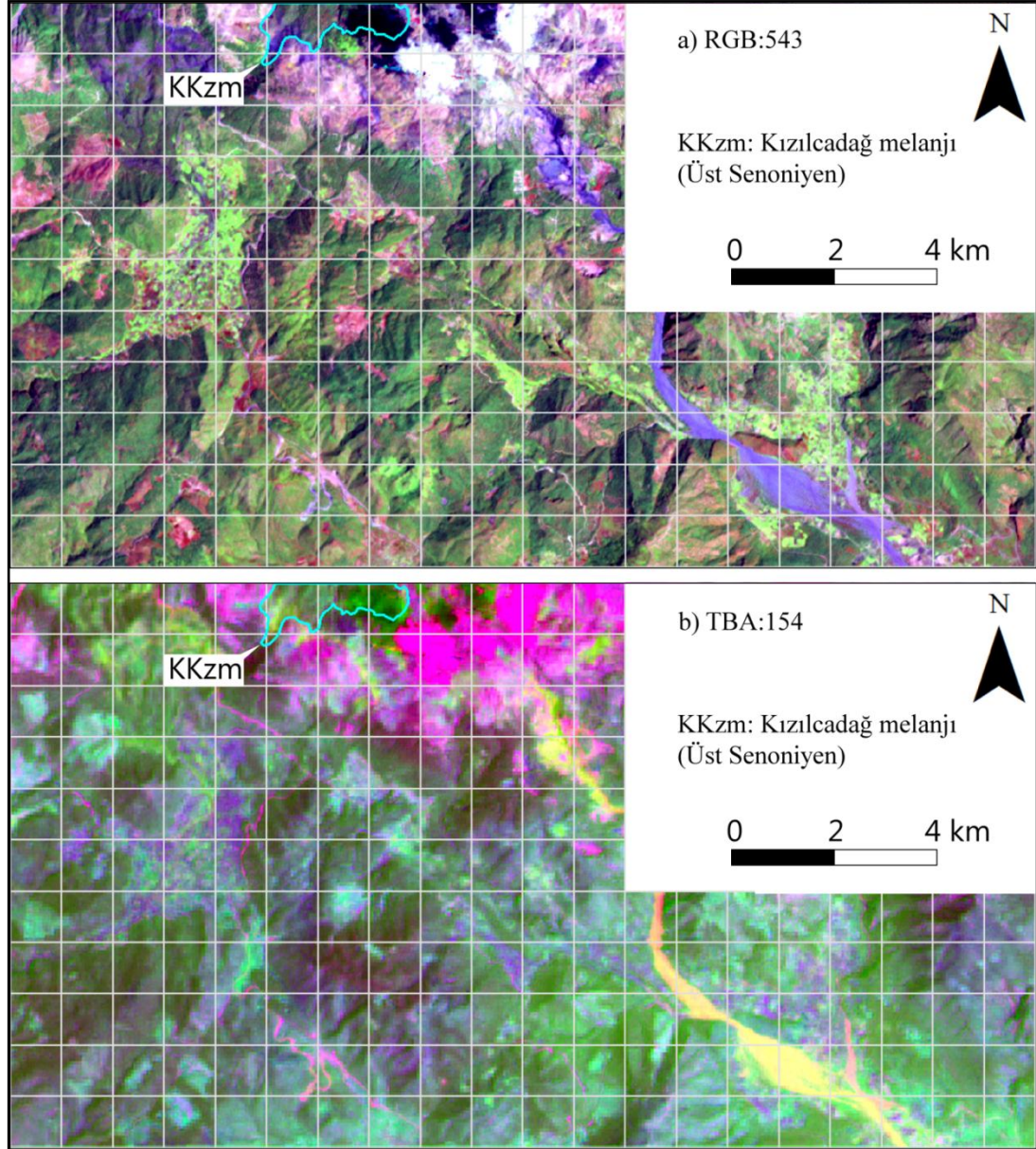


Şekil 4.17. Marmaris peridotiti, a) RGB543 kombinasyonu, b) TBA154 kombinasyonu.

#### 4.14. KIZILCADAĞ MELANJİ ve OLİSTOSTROMU (KKzm)

Çalışma alanı içerisinde gözlenen Üst Senoniyen yaşlı [Şenel, 1997] Kızılcaadağ melanjı ve olistostromu çalışma alanı kuzeyinde haritalanmıştır (Şekil

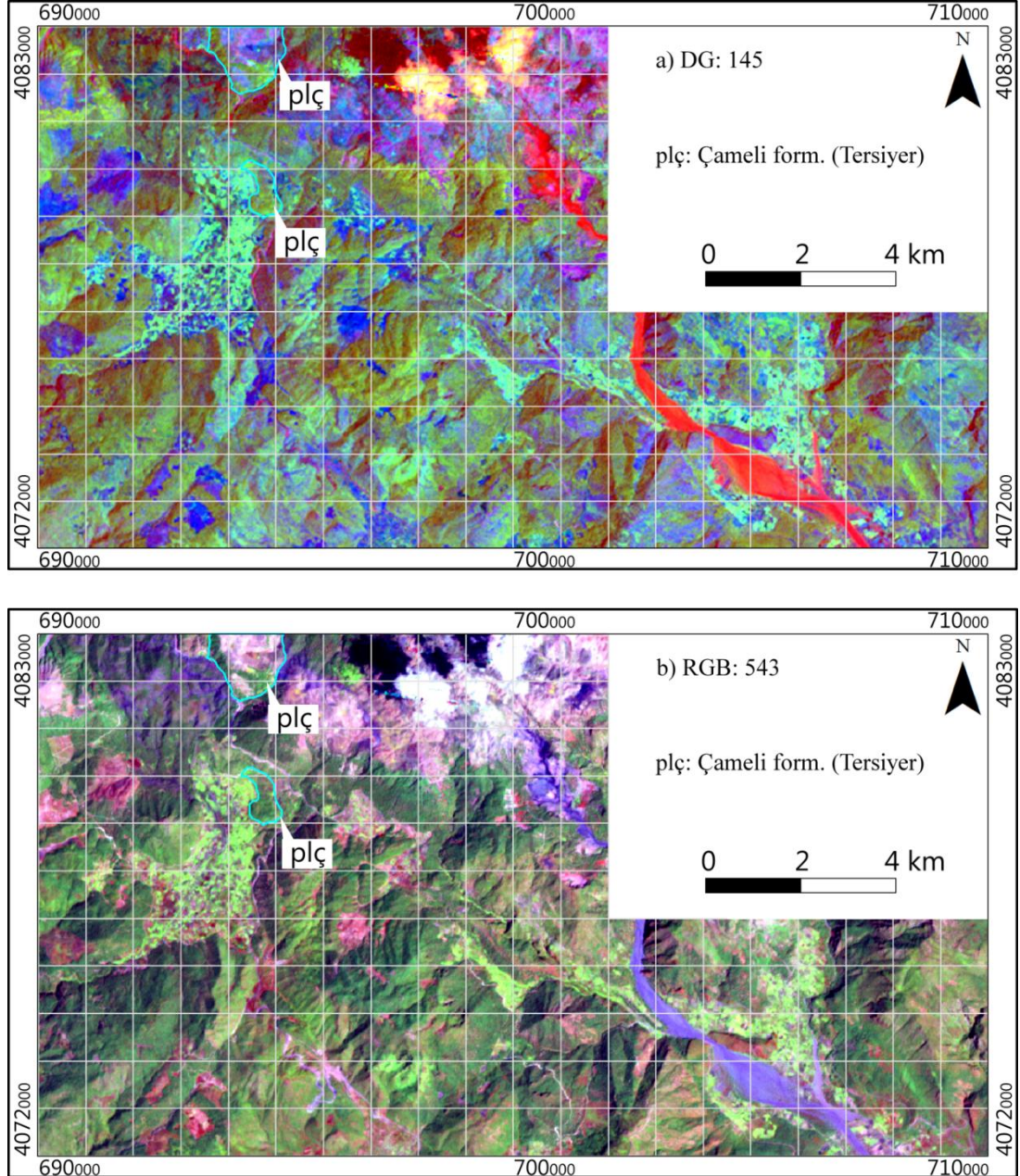
4.5). Serpantinleşmiş kaya türlerinin yanısıra kireçtaşı blokları içeren birim saha çalışmaları sırasında gözlenmiş ve fotoğraflanmıştır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Kızılcaadağ melanjı ve olistostromu, a) RGB543 kombinasyonu, b) TBA154 kombinasyonu.

#### 4.15. ÇAMELİ FORMASYONU (plç)

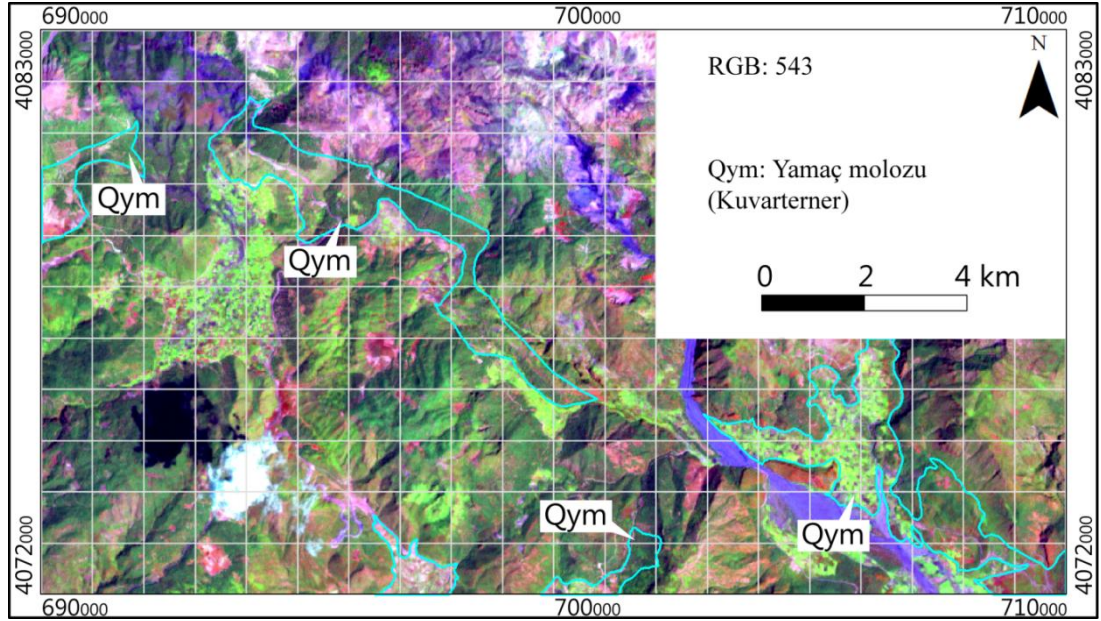
Erakman vd. [1982] tarafından gösel kiltası, marn, kumtaşı birimlerle tanımlanan Çameli formasyonu çalışma alanı kuzeyinde ve Arpacık köyü kuzeydoğusunda gözlenmiştir ve haritalanmıştır (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Çameli formasyonu, a) DG145 kombinasyonu, b) RGB543 kombinasyonu.

#### 4.16. YAMAÇ MOLOZLARI (Qym)

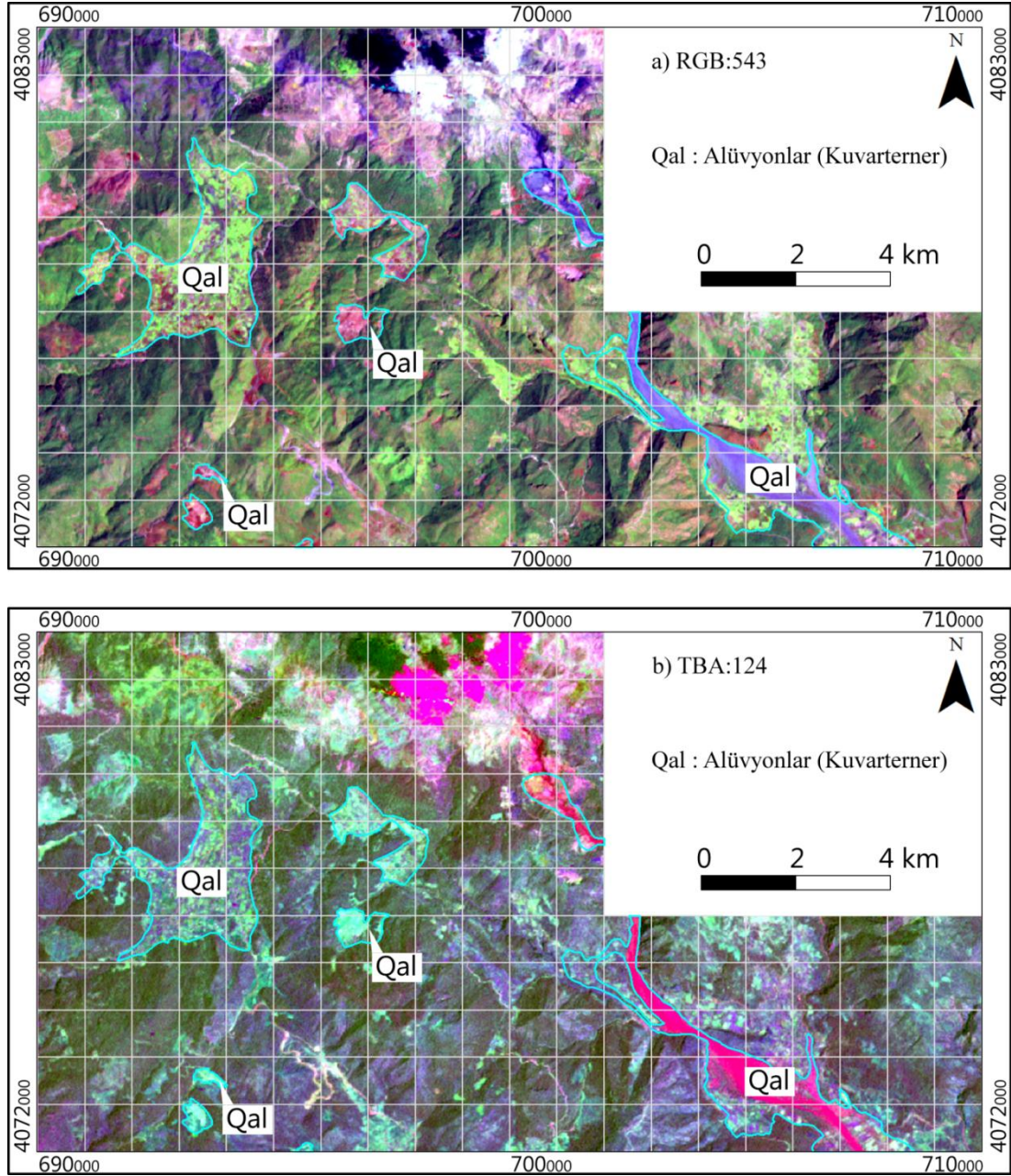
Çalışma alanı içerisinde yüksek eğimli dağ yamaç ve eteklerinde tutturulmamış, köşeli çakıllı molozlar yamaç molozları olarak haritalanmıştır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Yamaç molozu, RGB543 kombinasyonu.

#### 4.17. ALÜVYONLAR (Qal)

Çalışma alanında Söğütlüdere akarsu yatağında ve Arpacık Köyü'nde Alüvyonlar geniş yer almaktadır. Alüvyonların en iyi gözlemlendiği bant kombinasyonları RGB543 (Sheffield İndeksi ve Optimum İndeks Faktörüne göre) ve TBA124 seçilmiştir. Ayrıca alüvyon sınırları çizilirken arazi gözlemleri ve sayısal yükseklik modeli de göz önünde tutulmuştur (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Alüvyonlar, a)RGB543 kombinasyonu, b) TBA124 kombinasyonu.

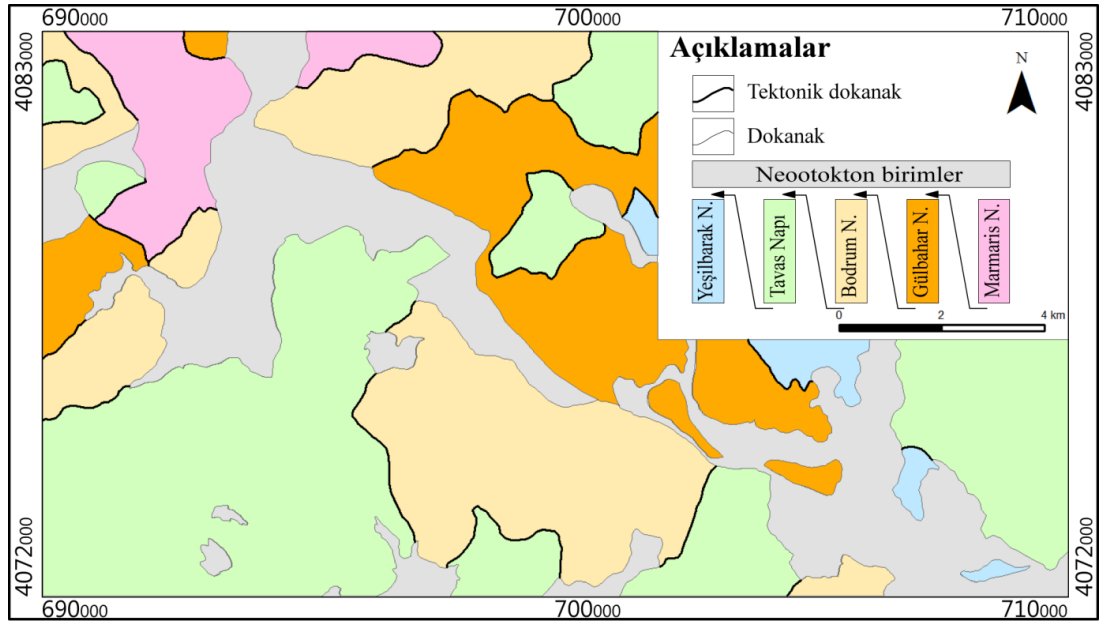
#### 4.18. UYDU GÖRÜNTÜLERİNDE HARİTALANAMAYAN DİĞER BİRİMLER

Çalışma alanı içerisinde saha çalışmasında gözlenen fakat uydu görüntülerinde tespit edilemeyen birimler bulunmaktadır. Çövenliyayla formasyonu saha çalışmasında Belenkavak tepesi civarında split, bazalt olarak gözlenenmiş ve göreceli küçük alan kapladığı için ve kırmızı kumtaşı litolojiye sahip Çenger formasyonundan uydu görüntüleri üzerinde ayırt edilemediği için Çenger

formasyonu olarak haritalanmıştır. Ayrıca kalsitürbitit olarak gözlemlenen Faralya formasyonu çalışma alanı üzerinde çalışma alanı kuzeyinde Gökboyun sırtı üzerinde tespit edilmesinde rağmen uydu görüntülerinde ayırt edilemediği için üretilen jeolojik haritada Kayaköy dolomiti sınırları içerisinde kalmıştır.

#### 4.19. ÇALIŞMA ALANI İÇERİSİNDE YER ALAN TEKTONİK DOKANAKLARIN AYIRT EDİLMESİ

Çalışma alanı içerisinde yer alan birimlerin arasındaki tektonik ilişkisinin belirlenmesi için formasyon sınırları kullanılarak çalışma alanı içerisinde yer alan napların sınırları çıkarılmıştır, bu sayede tektonik dokanakla oluşmuş formasyon sınırları tespit edilmeye çalışılmıştır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Çalışma alanı içerisinde tektonik dokanaklar

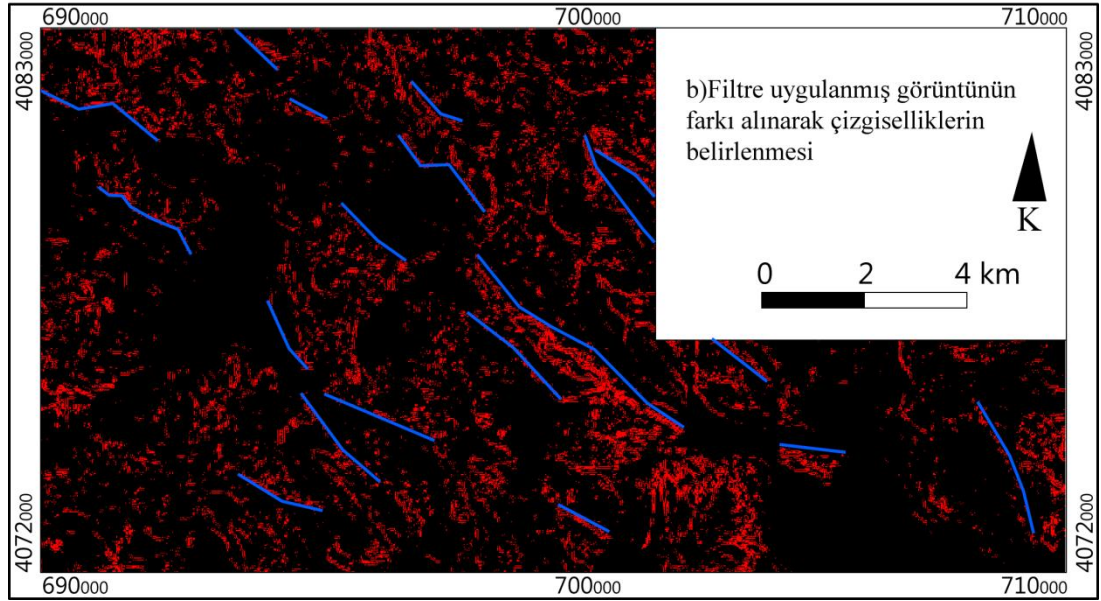
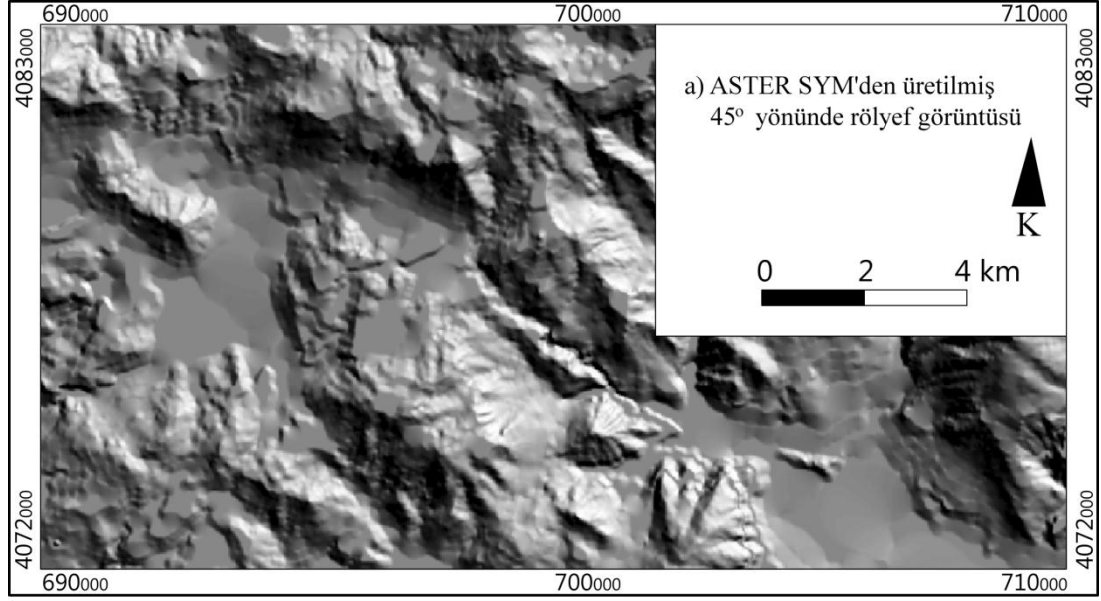
#### 4.20. ÇİZGİSELLİK ANALİZİ

Çalışma alanı içerisinde bulunan çizgiselliklerin tespiti için ASTER sayısal yükseklik modeli, topografik haritadan üretilmiş sayısal yükseklik modeli, sayısal

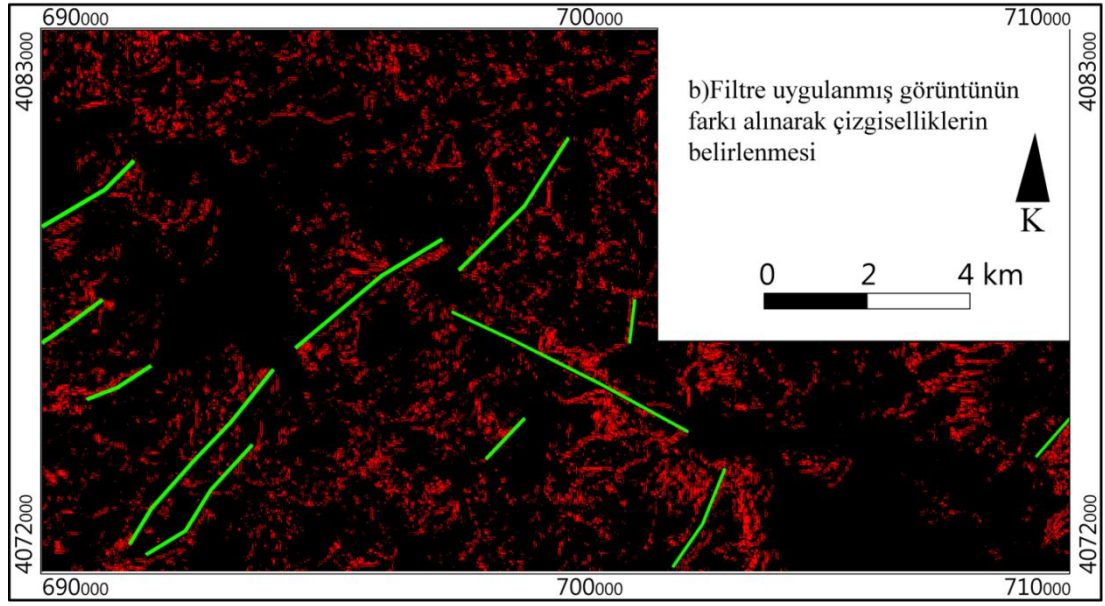
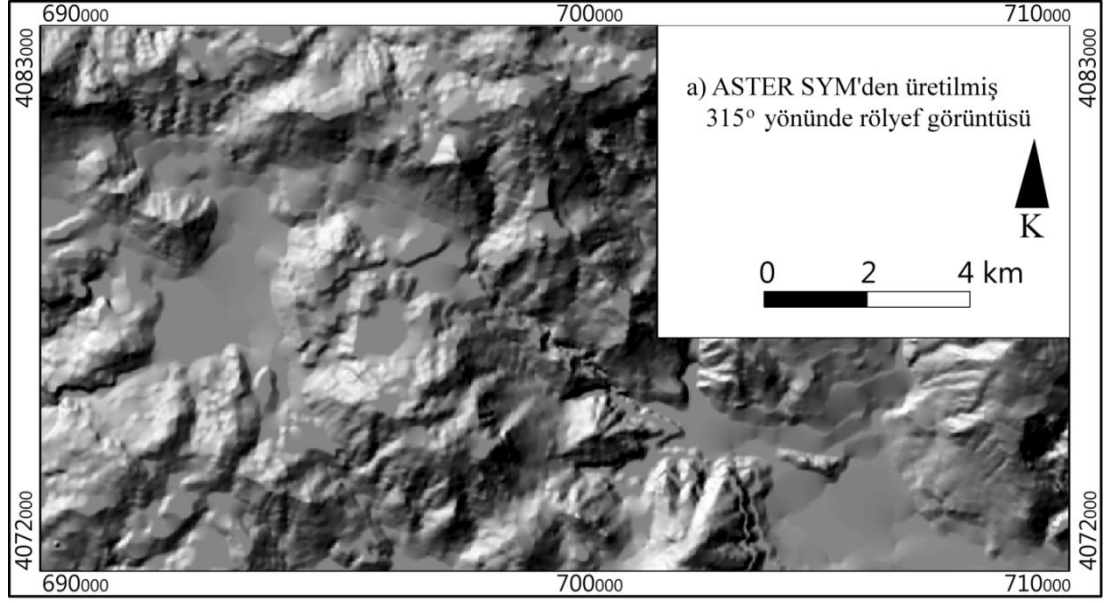
yükseklik modellerinden üretilmiş rölyefler ve Envisat ASAR uydu görüntüleri kullanılmıştır. Gözle tespit edilen çizgiselliklerin yanı sıra, bilgisayar tarafından üretilen çizgisellikler karşılaştırılmıştır.

Manuel olarak çizgiselliklerin çıkarılması için 3x3 yüksek geçiren filtre uygulanmış görüntü ile filtre uygulanmamış görüntünün farkları alınmıştır. Piksel değerlerinin farkı için 15 değeri eşik olarak seçilmiş ve eşik değerini geçen pikselleri ortaya çıkaran görüntüler üzerinde hat boyunca değişimler çizgisellik olarak belirlenmiştir. Bu işlem ASAR görüntüsüne ve ASTER sayısal yükseklik modelinden üretilmiş 315° ve 45° yönlerinde aydınlatılmış rölyeflere uygulanmıştır (Şekil 4.23, 4.24 ve 4.25).

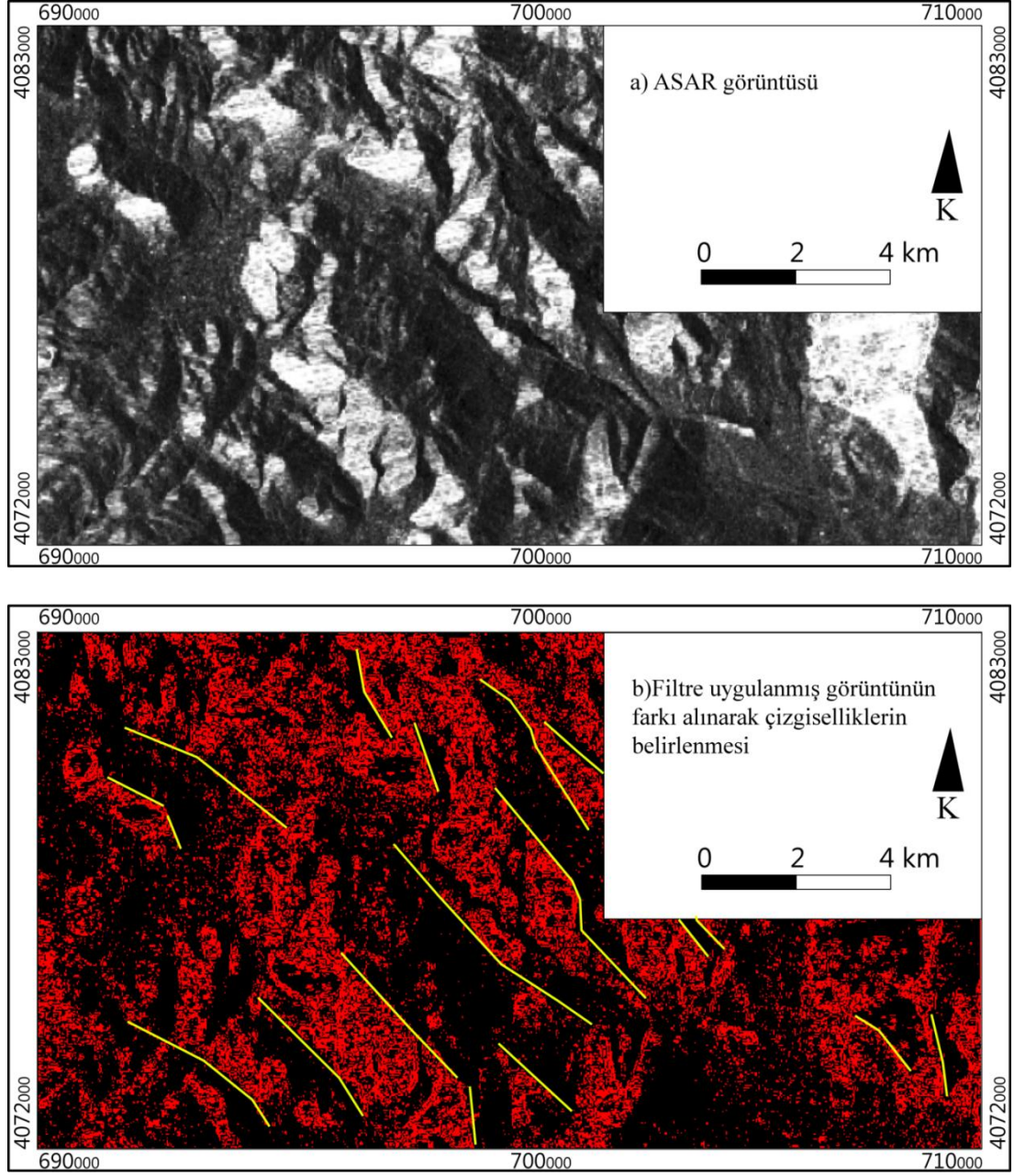




Şekil 4.23. ASTER sayısal yükseklik modelinden üretilmiş 45° yönündeki rölyef görüntüsü, a) filtre uygulanmamış görüntü, b) filtre uygulanmış ve uygulanmamış görüntülerin farkı üzerinde belirlenen çizgisellikler.

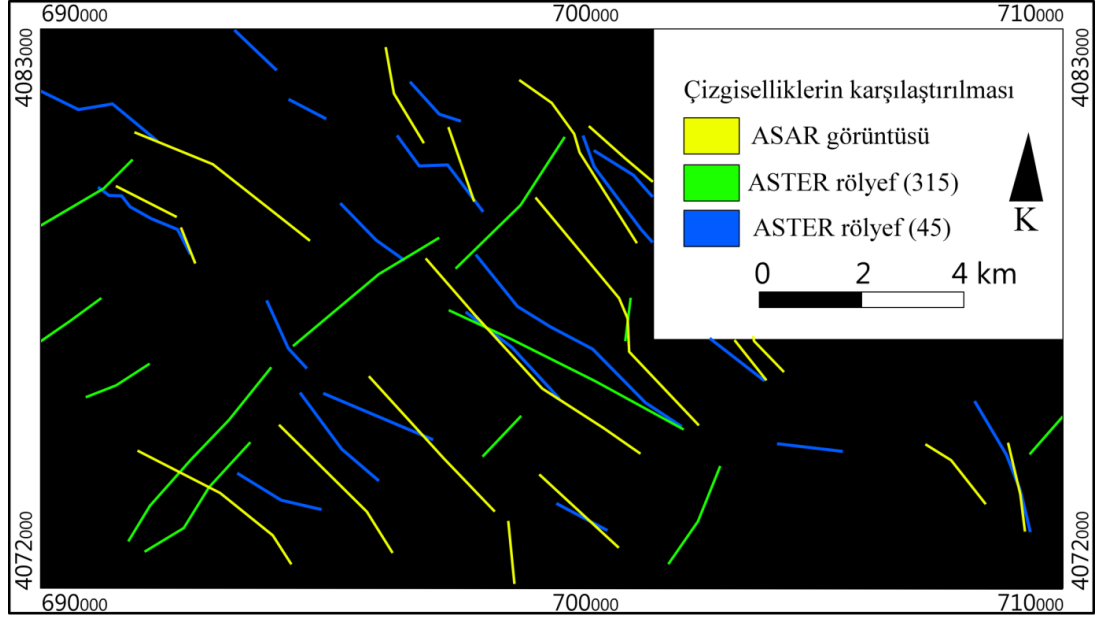


Şekil 4.24. ASTER sayısal yükseklik modelinden üretilmiş 315° yönündeki rölyef görüntüsü, a) filtre uygulanmamış görüntü, b) filtre uygulanmış ve uygulanmamış görüntülerin farkı üzerinde belirlenen çizgisellikler.



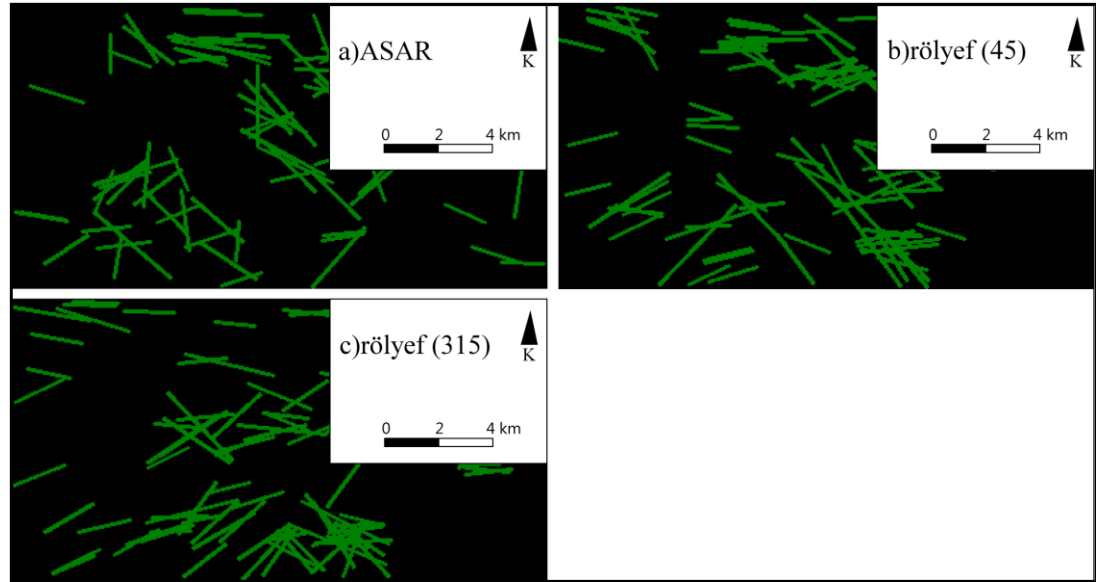
Şekil 4.25. ASAR görüntüsü, a) filtre uygulanmamış görüntü, b) filtre uygulanmış ve uygulanmamış görüntülerin farkı üzerinde belirlenen çizgisellikler

Manuel olarak üretilen çizgisellikler üst üste çakıştırılarak çizgiselliklere ait sıklık haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.26). Bu sıklık haritası otomatik olarak üretilen çizgisellik haritaları ile karşılaştırılacaktır.



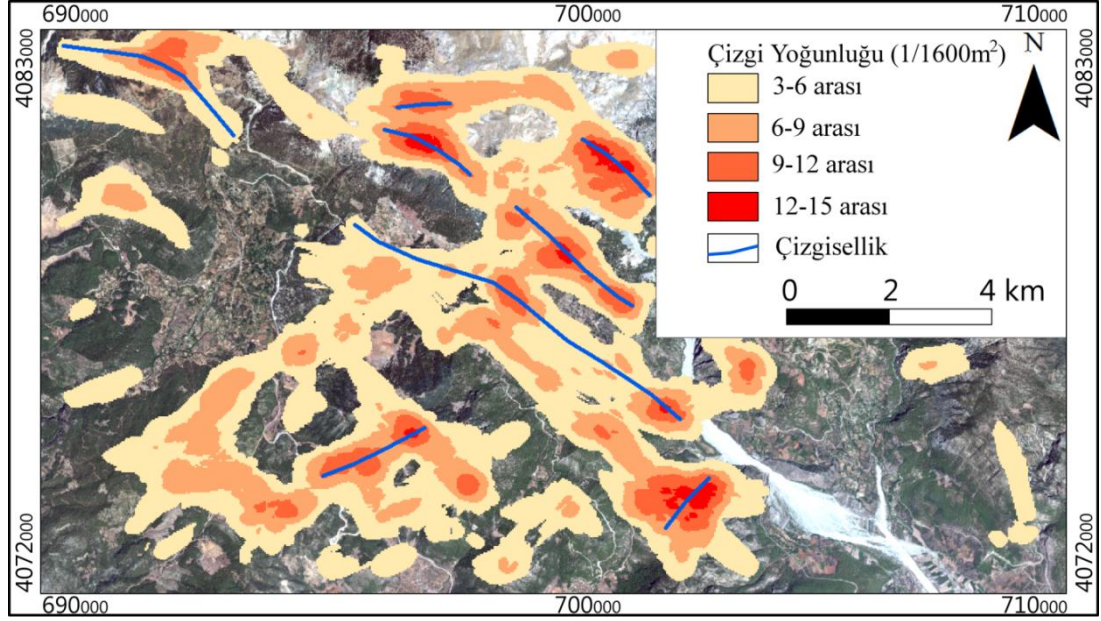
Şekil 4.26. Manuel olarak belirlenen çizgisel yapıları gösteren sıklık haritası.

Çalışma alanına ait ASAR görüntü ve SYM'den 45o ve 315o yönlerinde aydınlatılarak üretilmiş rölyef görüntüleri kullanılarak Hough yöntemi kullanılarak üretilen çizgisellikler haritalanmıştır (Şekil 4.27).



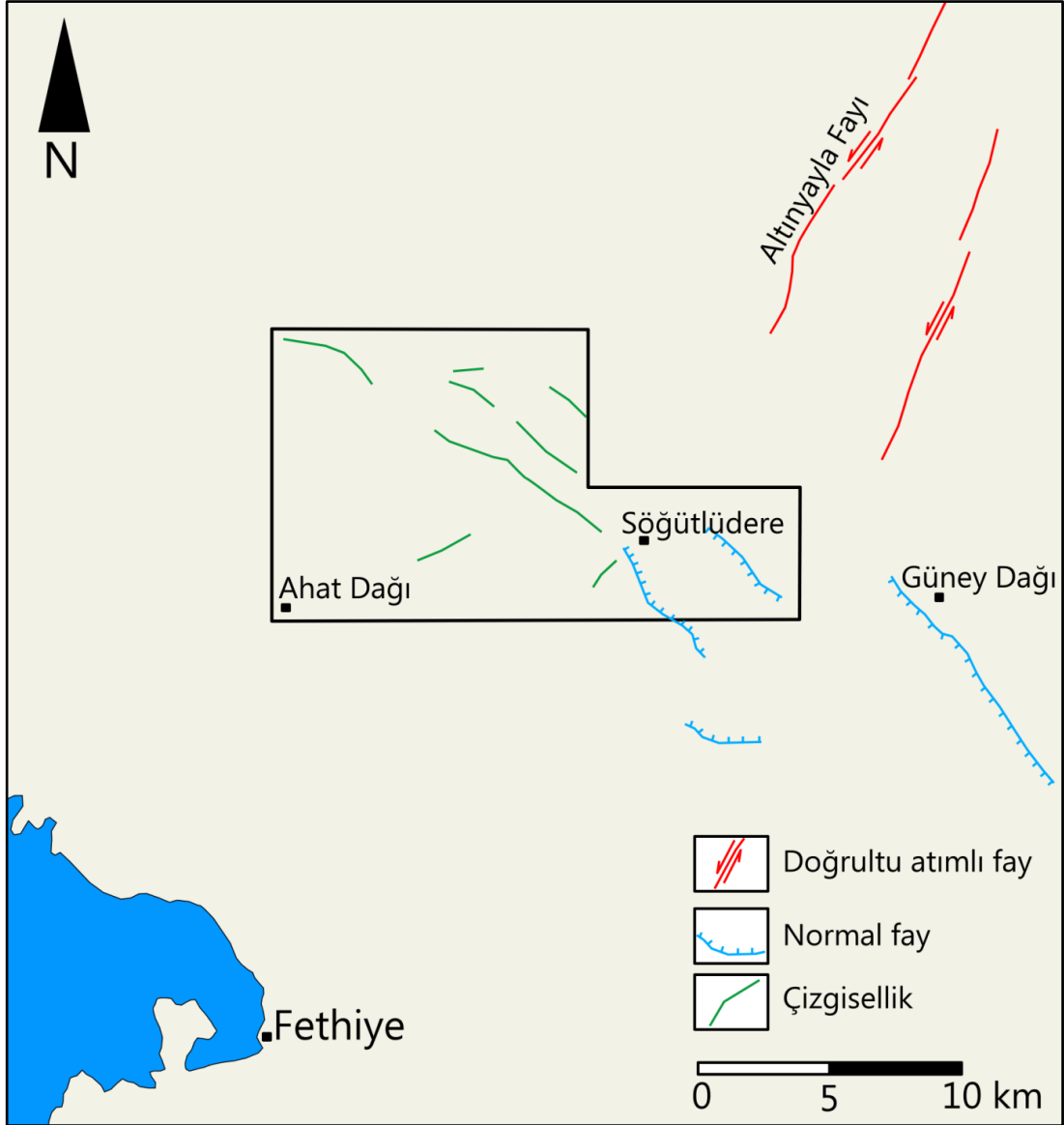
Şekil 4.27. Hough dönüşümü ile elde edilen çizgisellikler, a) ASAR görüntüsünden elde edilmiş çizgisellikler, b) 45° yönünde aydınlatılarak oluşturulan rölyef görüntüsünden elde edilmiş çizgisellikler, c) 315° yönünde aydınlatılarak oluşturulan rölyef görüntüsünden elde edilmiş çizgisellikler.

Manuel ve otomatik olarak üretilmiş çizgisel yapılar tek bir harita üzerinde katmanlar halinde toplanarak üretilen çizgisel yoğunluk haritası üzerinde 1600m<sup>2</sup>'lik alan (40m x 40m) içerisinde 12'den fazla çizgisellik içeren hatlar boyunca çizgisellikler gerçek kabul edilerek haritalanmıştır (Şekil 4.28).



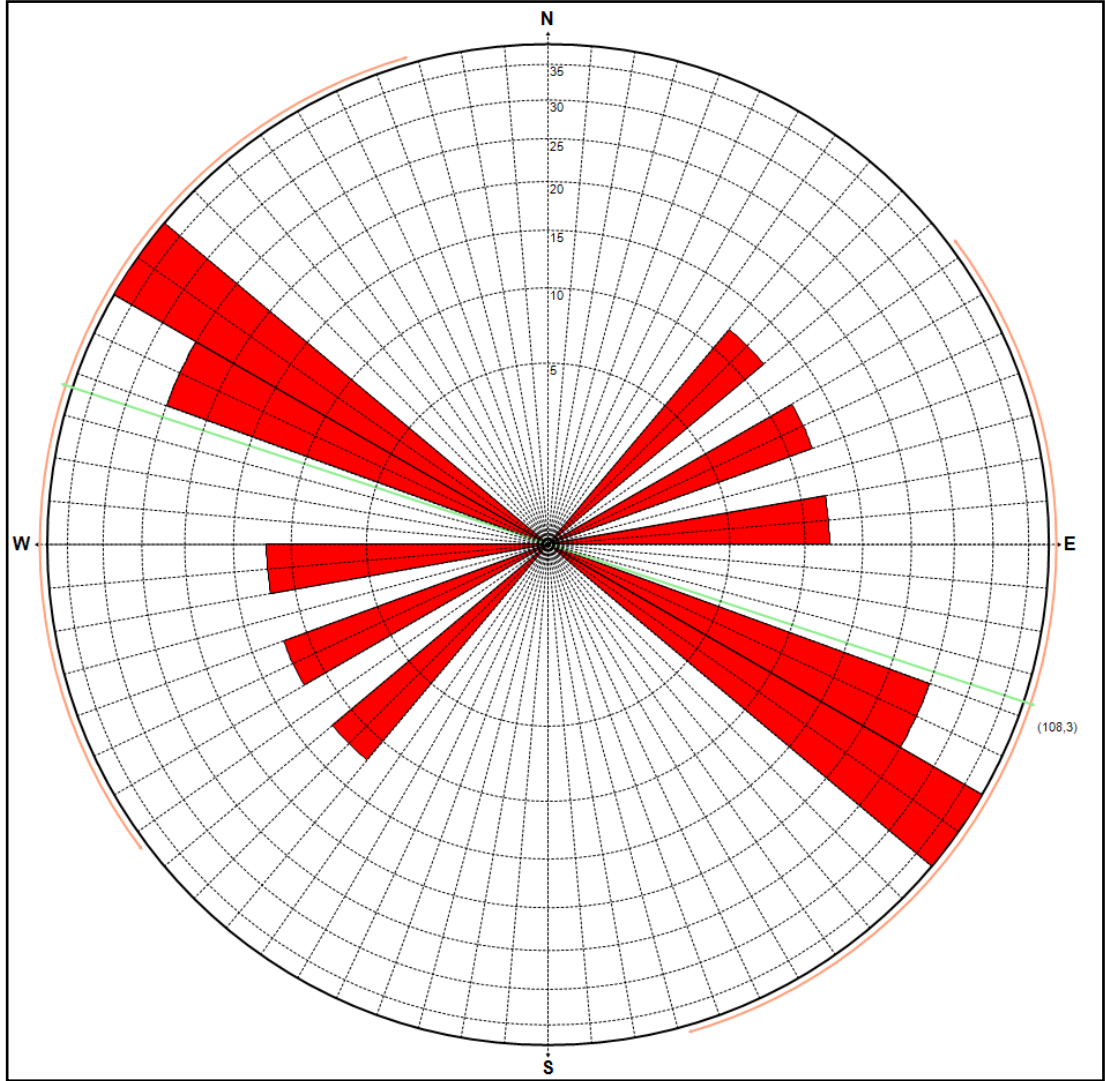
Şekil 4.28. Çalışma alanı için üretilmiş çizgisel yoğunluk haritası ve üzerinde belirlenen çizgisel yapılar.

Çalışma alanını içine alan 1:250.000 ölçekli MTA tarafından hazırlanan diri fay haritası üzerinde, çizgisellik analizi ile belirlenen çizgisel yapılar yerleştirildiğinde çizgisel yapıların normal faylarla aynı doğrultuda oldukları gözlemlenmiştir (Şekil 4.29). MTA tarafından belirlenen Söğütlüdere civarındaki karşılıklı normal faylar, topografyanın düze yakın olduğu için çizgisellik analizinde belirlenememiştir. Bununla beraber neotokton örtü kayalar üzerindeki çizgisel yapıların neotektonik döneme ait diri faylarla aynı olduğu düşünülerek yeşil renkle gösterilen çizgisellikler jeoloji haritasına normal fay olarak işlenmiştir.



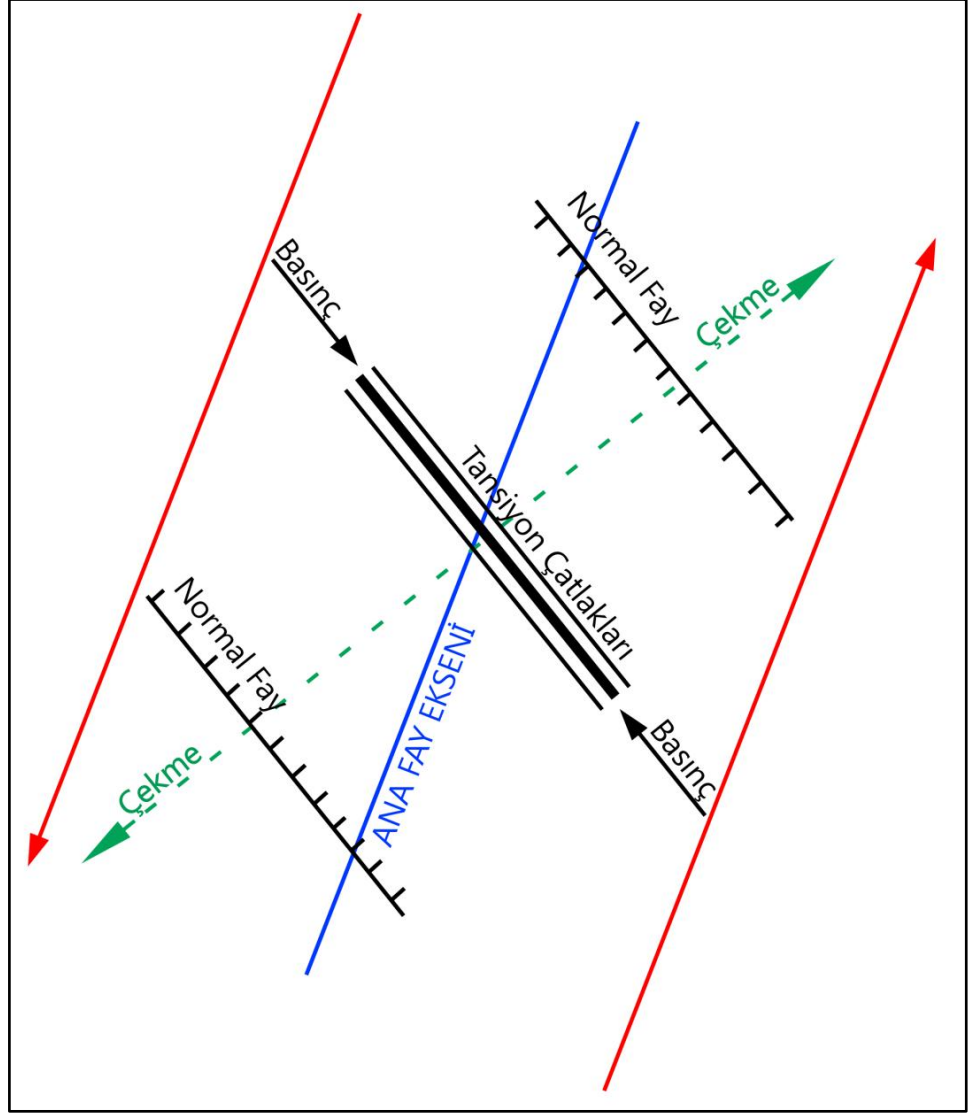
Şekil 4.29. Çalışma alanı içerisinde belirlenen çizgisellikler ve diri fayların karşılaştırılması.

Oluşturulan çizgisellik haritası üzerinde bulunan çizgisel yapıların doğrultuları gül diyagramına aktarılmıştır (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Çizgisel yapılara ait gül diyagramı (Manuel olarak elde edilen 48 adet çizgisel yapıdan oluşturulmuştur).

Bölgede hakim tektonik rejim KD – GB uzanımındaki sol yanal doğrultu atımlı FBFZ olduğu düşünüldüğünde ideal gerilme elipsoidi üzerinde Şekil 4.30'daki gibi olmalıdır. İdeal bir gerilme elipsi üzerinde sol yanal atımlı fay zonu ile  $60^\circ$  açı yapan basınç gerilmesine paralel normal faylar olması beklenmektedir (Şekil 4.31).



Şekil 4.31 Doğrultu atımlı fay çifti arasında gelişen normal faylar.



## **5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER**

Muğla ili Fethiye ilçesi kuzeyinde İncirköy- Ören Köyleri civarında yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Arazi ve uzaktan algılama çalışmaları ile Landsat 7 ETM+, Envisat ASAR-C ve ASTER SYM verileri kullanılarak çalışma alanına ait 1:50.000 ölçekli jeolojik harita üretilmiştir (EK-1).

2. Çalışma kapsamında Landsat 7 ETM+ uydu görüntülerine IHS yöntemi ile mekansal çözünürlük iyileştirme, Envisat ASAR-C radar görüntüsü ile birlikte kullanılması, Optimum İndeks Faktörü [Chavez et al., 1982], Sheffiel İndeksi [Sheffield, 1985], Bant Oranlama Görüntüleri oluşturulması, Temel Bileşenler Analizi, Dekorelasyon Gemesi yöntemleri uygulanarak görüntüler üzerinde 16 adet litostratigrafik birim ayırt edilmiştir. Bunlar,

- Elmalı formasyonu (Üst Lütesiyen – Alt Burdigaliyen)
- Kiloluk formasyonu (Karbonifer)
- Çatakdere formasyonu (Üst Permiyen)
- Çenger formasyonu (Üst Noriyen – Resiyen)
- Ağaçlı formasyonu (Liyas)
- Babadağ formasyonu (Toarsiyen – Maastrichtiyen)
- Kayaköy dolomiti (Üst Triyas – Liyas)
- Sandak formasyonu (Üst Liyas – Malm)
- Göçgediği formasyonu (Dogger – Kretase)
- Karaböğürtlen formasyonu (Üst Senoniyen)
- Orhaniye formasyonu (Jura – Kretase)
- Adlandırılmamış melanj (Üst Senoniyen)
- Marmaris peridotiti (Alt Kretase)
- Kızılcadağ melanjı (Eosen – Langiyen)
- Çameli formasyonu (Üst Miyosen)

- Yamaç molozu (Kuvarterner)
  - Alüvyon (Kuvarterner)
3. Arazi çalışmaları sırasında çalışma alanı içerisinde Karbonifer'den güncele kadar değişik yaşlarda 18 litostratigrafik birim ayırt edilmiş uydu görüntüleri üzerinde 16'sı haritalanabilmiştir. Haritalanan birimler önceki çalışmalar da göz önüne alınarak 5 farklı nap içerisinde yer alan allokton birimler ve Pliyosen – Güncel yaş aralığında örtü kayaçları olarak açıklanmıştır.
4. Çalışma alanı içerisinde bulunan çizgisellikler uydu görüntüleri ve sayısal yükseklik modeli üzerinde yapılan analizlerle ortaya çıkarılmış, Fethiye – Burdur Fay Zonu ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Buna göre KD – GB doğrultulu sol yanal atımlı olan fay zonu üzerinde fay zonuna dike yakın açıda gelişmesi beklenen normal fayların çalışma alanında hakim çizgisel yapılarıdır. Çizgiselliklere ait gül diyagramı çizgiselliklerin K60B doğrultusunda yoğunlaştıklarını göstermektedir.

## KAYNAKLAR

- Abrams, M.J., Brown, L., Lepley, R., and Sadowski, P., "Remote Sensing for Porphyry Copper Deposits in Southern Arizona", *Economic Geol.*, 78(1), pp.591-604, (1983).
- Akkök, İ., "Geological Mapping Using Remote Sensing Technologies", Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 92s., Ankara, (2009).
- Aksoy, R., ve Aksarı, S. "Elmalı (Antalya, Batı Toroslar) Kuzeyinde Likya Naplarının Jeolojisi", *S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg.*, 23(2), 45-59, (2008).
- Al-amri, S.S., "Contrast Stretching Enhancement in Remote Sensing Image", *Bioinfo Sensor Networks*, vol:1(1), pp:06-09, (2011).
- Alley, R.E., "Algorithm Theoretical Basis Document for Decorrelation Stretch", Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, 19p., (1996).
- Ballard, D., Brown, C., "Computer Vision", Prentice Hall Inc., New York, (1982).
- Barka, A., Reilinger, R., Şaroğlu, F., and Sengör, A.M. C., "The Isparta Angle: Its evolution and importance in the tectonics of the eastern Mediterranean region", *Int. Earth Sci. Collog. Aegean Region: Proceedings*, 3-17, (1995).
- Beauchemin, M., and Fung, K.B., "On Statistical Band Selection for Image Visualization", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, pp.571-574, (2001).
- Blumenthal, M.M., "Karaman – Konya Havzası Güneybatısında Toros Kenar Silsileleri ve Şist Radyolarit Formasyonunun Stratigrafi Meselesi", *MTA Enst. Dergisi*, 48, s:1-36, (1956).
- Blumenthal, M.M., "Le Systemé Structural du Taurus sud Anatolien", *Mémoires de la Société Géologique de France*, No:1(2), P:611-662, (1963).

- Bozcu, M., Yağmurlu, F., Şentürk, M., “Fethiye – Burdur Fay Zonunun Bazı Neotektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, GB-Türkiye”, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 31(1), s:25-46, (2007).
- Brunn, J.H., Dumont, J.H., Graciansky, P.Ch. de, Gutnic, M., Juteau, Th., Marcoux, J., Monod, O., ve Poisson, A., “Outline of the geology of the western Taurids: Geology and History of Turkey”, Petroleum exploration Society of Libya, Tripoli, 225-255, (1971).
- Buchanan, M.D., “Effective Utilisation of Colour in Multidimensional Data Presentation”, Proc. Of the Society of Photo-Optical Engineers, vol:199, pp:9-19, (1979).
- Buffefaut, E., Martin, M. and Monod, O., “Phytosaur Remains FromÇenger Formation of the Lycien Taurus (Western Turkey): Stratigraphical Implications”, Geobios, b.21, fasc.2, p:223-243, (1988).
- Canbay, E., “Fethiye – Burdur Fay Kuşağının Güneybatı Uzantısının Kinematik Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 63s., İstanbul, (2009).
- Cannon, R.L., Dave, J.V., Bezdek, J.C., and Trivedi, M.M., “Segmentation of Thematic Mapper Image Using the Fuzzy C-Means Clustering Algorithm”, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, GE-24(3), pp.400-408, (1986).
- Carpenter, G.A., and Grossberg, S., “The Art of Adaptive Pattern Recognition by a Self-Organizing neural Network”, IEEE Computer, vol:21, pp.77-88, (1988).
- Castro-Suarez, J.R., Ortiz-Rivera, W., Galan-Freyte, N., Figueroa-Navedo, A., Pacheco-Londoño, L.C., and Hernández-Rivera, S.P., “Multivariate Analysis in Vibrational Spectroscopy of Highly Energetic Materials and Chemical Warfare Agents Simulants”, InTech Pub., 254p., (2013).

- Chavez, P.S., Berlin, G.L., and Sowers, L.B., “Statistical Method for Selecting Landsat MSS Ratios”, *Journal of Applied Photographic Engineering*, 8(1), pp.22-30, (1982).
- CRISP, Central for Remote Sensing and Processing, “Atmospheric Effects”, <http://www.crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/atmoseff.htm>, (11.03.2013).
- Çapan, U., “Toros Kuşağı Ofiyolit Masiflerinin İç yapıları, Petrolojisi ve Petrokimyalarına Yaklaşımlar”, H.Ü. Yer. Bil. Ens. Doktora Tezi, 400s., Ankara, (1980).
- Çiftçi, T., “Datça (Muğla) ve Yakın Dolayının Jeolojisi”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 103s, (2010).
- Doğruluk, H.K., “Antalya – Kumluca ve Fethiye’de Manganez ve Krom Araştırılmasında Jeofizik Yöntemlerin Uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 160s., (2009).
- Duda, R.D., and Hart, P.E., “Pattern Classification and Scene Analysis”, New York: John Wiley, (1973).
- Dutra, L.V., Meneses, P.R., Paradella, W.R., “Color Enhancement of Remote Sensing Imagery Using IHS Transformations and Decorrelation Stretch Methods”, [www.isprs.org/proceedings/XXVII/congress/part3/312\\_XXVII-part3-sup.pdf](http://www.isprs.org/proceedings/XXVII/congress/part3/312_XXVII-part3-sup.pdf), (11.05.2013).
- Düzgün, Ş., “Uzaktan Algılamaya Giriş”, Ulusal Açık Ders Malzemeleri Konsorsiyumu, ODTU, 64s., Ankara, (2010).
- Elitez, İ., Yaltrak, C., Akkök, R., “Çameli, Gölhisar, ve Acıpayam Havzalarının Miyosen Kuvarterner Jeodinamiği, Burdur – Fethiye Fay Zonu, GB Türkiye”, 04 (2011), 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı, (2011).
- Engin, T., “Petrology of the Ultramafic Rocks and Brief Geology of the Andızlık – Zımparalık Area, Fethiye Southwest Turkey”, *Bulletin of the Mineal Research and Exploration Institute of Turkey*, no:78, p:1-18, (1972).

- Erakman, B., Meşhur, M., Gül, M.A., Alkan, H., Öztaş, Y., ve Akpınar, M., “Fethiye - Köyceğiz – Tefenni – Elmalı – Kalkan Arasında Kalan Alanın Jeolojisi”, Türkiye 6. Pet. Kong. Tebl. S:23-31, (1982).
- Erdoğan, S., Şahin, M., Yavaşoğlu, H., Tiryakioğlu, İ., Erden, T., Karaman, H., Tarı, E., Bilgi, S., Tüysüz, O., Baybura, T., Taktak, F., Telli, A.K., Güllü, M., Yılmaz, İ., Gökalp, E., Boz, Y., “Monitoring of Deformations Along Burdur Fethiye Fault Zone with GPS”, Journal of Earthquake Engineering, 12(S2), p:109-118, (2008).
- Ersoy, Ş., “Datça (Muğla) Yarımadasının Strarigrafisi ve Tektoniği”, Türkiye Jeo.Bült., 34/2, 1-14, (1991).
- ESA, European Space Agency, “Geophysical Coverage”, <https://earth.esa.int/handbooks/asar/CNTR1-1-4.htm>, (12.05.2013a).
- ESA, European Space Agency, “Geophysical Coverage”, <https://earth.esa.int/handbooks/asar/CNTR1-1-1.htm>, (12.05.2013b).
- Fukunada, J., “Introduction to Statistical Pattern Recognition”, Academic Press, New York, (1972).
- Gomez, C., Delacourt, C., Allemand, P., Ledru, P., Wackerle, R., “Using ASTER Remote Sensing Data Set for Geological Mapping, in Namibia”, Physics and Chemistry of the Earth, vol:30, p:97-108, (2005).
- Graciansky, P., Ch., de, “Existence d'une nappe ophiolithique a l'extremite occidentale de la chaine sud-anatolienne; relations entre les autres unites charrişes et avec les terrains autochtones (Turquie)”, C.R. Acad. Sci., Paris, fasc:264, 2876-2879, (1967).
- Graciansky, P.C., “Recherces geologiques dans le Taurus Lycien occidental”, These Univ, Paris – Sud, Orsay, 731s, (1972).
- Gutnic, M., Monod, O., Poisson, A. and Dumont, J. F., “Géologie des Taurides occidentales (Turquie)”. Mem. Soc. Geol. France Paris, 137, p.1-112, (1979).

- Gündoğdu, E., “Eskişehir Fayı’nın Kinematığı, Depremselliği ve Uzaktan Algılama Yöntemiyle İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 104s., Çanakkale, (2009).
- Gürer, A., Bayrak, M., Gürer, Ö.F., “A VLF Surver Using Current Gathering Phenomena for Tracing Burried Faults of Fethiye – Burdur Fault Zone, Turkey”, Journal of Applied Geophysics, no:68, p:437-447, (2009).
- Gürsoy, Ö., “Almus Fay Zonu (AFZ)’nun Jeolojik Özelliklerinin Uzaktan Algılama Yöntemleri ve Sayısal Arazi Modeli ile İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 65s, İstanbul, (2006).
- Irons, J.R., NASA Official, “Landsat Then and Now”, <http://landsat.gsfc.nasa.gov/about>, (09.05.2013a).
- Irons, J.R., NASA Official, “Landsat Then and Now”, [http://landsat.gsfc.nasa.gov/about/L7\\_td.html](http://landsat.gsfc.nasa.gov/about/L7_td.html), (09.05.2013b).
- Irons, J.R., NASA Official, “Landsat Then and Now”, <http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/17.html>, (09.05.2013c).
- Irons, J.R., NASA Official, “Landsat Then and Now”, <http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/data.html>, (09.05.2013d).
- Jensen, J.R., “Introductory Digital Image Processing; A Remote Sensing Perspective 2nd ed.”, Englewood Cliffs: Prentice Hall, (1996).
- Johnston, R.L., “Multivariate Statistical Analysis in Geography”, New York: Longman, (1978).
- Kalafatçıoğlu, A., “Geology of the Western Part of Antalya Bay”, Bulletin of the Mineal Research and Exploration Institute of Turkey, no:79, p:31-82, (1973).
- Kalelioğlu, Ö., “Landsat 5 TM Uydu Görüntüleri Kullanılarak Arslanköy – Güzelyayla (MERSİN) Arasının Tektonostratigrafik Özelliklerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 76s., Mersin, (2005).

- Kandilli Rasathanesi ve Depram Araştırma Enstitüsü, “<http://www.koeri.boun.edu.tr/scripts/1st2.asp>”, (2013).
- Karaca, Ö., Karagüzel, R, ve Ertunç, A., “Uzaktan Algılama Yöntemi Kullanılarak Fethiye ve Çevresinin Jeolojik Özelliklerinin Belirlenmesi”, Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seria A- Yerbilimleri, 20 (1), 52-61, (2003).
- Karagöz, M.S., “Yanıklar – Çiftlik – Karagedik (Fethiye – Muğla) Yöresinin Jeolojisi ve Kromit Oluşumlarının Mineralojik, Petrografik ve Jeokimyasal İncelemesi”, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, 93s., Konya, (2008).
- Karnieli, A., Meisels, A., Fisher, L., Arkin, Y., “Automatic Extraction and Evaluation of Geological Linear Features from Digital Remote Sensing Data Using a Hough Transform”, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol:62(5), pp:525-531, (1996).
- Kavak, K.Ş., “Uzaktan Algılamanın Temel Kavramları ve Jeolojideki Uygulama Alanları”, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, Sayı:52, s:63-74, (1998).
- Kavak, K.Ş., ve Çetin, H., “A Detailed Geologic Lineament Analysis Using Landsat TM Data of Gölarmara/Manisa Region, Turkey”, Online Journal of Earth Sciences, 1(3), p:145-153, (2007).
- Konak, N., “Menderes Masifinin Güneydoğusundaki Naplı Yapılar”, 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı,, 304-315, (2003).
- Kumar, M., “Digital Image Processing”, Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology, pp:81-102, (2012).
- Lillesand, T.M., and Keifer, R.W., “Remote Sensing and Image Interpretation 4th ed.”, Toronto: John Wiley, (2000).
- Mckenzie, D. P., “Plate tectonics of the Mediterranean region”, *Nature*, 226, 239–243, (1970).



- Mckenzie, D.P., “Active tectonics of the Mediterranean region”, *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, 30, 109–185, (1972).
- Meşhur, M. ve Akpınar, M., “Yatağan-Milas-Bodrum (Muğla) Karacasu-Kale-Acıpayam-Tavas (Denizli) Civarının Jeolojisi ve Petrol Olanakları”, Türkiye Petrol Arama Şirketi Arama Grubu Başkanlığı rapor no: 1963, 52 sayfa, Ankara, (1984).
- Meşhur, M., Yoldemir, O., Akpınar, M., Öztaş, Y., Alkan, H., “Batı Torosların Jeolojisi ve Petrol Olanakları Raporu”, TPAO rap., (1989), (Hazırlanmakta)
- Monod, O., Meşhur, M., Martin, M., Lys, M., “Decouverte de Dipneustes Triasiques (Ceratodontiformes, Dipnoi) dans le Formation de Çenger (Arkoses Rouges) du Taurus Lycien (Turquie Occidentale)”, *Geobies*, N:16, fasc:2,p:161-168, (1983).
- MTA, “Diri Fay Haritası, Denizli Paftası 1:1.000.000 ölçekli”, MTA Genel Müd., Ankara, (1992).
- Naumann, S., *Einführung in die Fernerkundung - Skriptum.*(Heidelberg) 45 pp., <http://www.seosproject.eu/modules/remotesensing/remotesensing-credits.html>, (2008).
- Önalın, M., “Elmalı – Kaş (Antalya) Arasındaki Alanın Jeolojisi”, İ.Ü., Fen Fakültesi Monografileri, sayı:29, Doktora Tezi, İstanbul, 139s, (1979).
- Över, S., Pınar, A., Özden, S., Yılmaz, H., Ünlügenç, U.C., Kamacı, Z., “Late Cenozoic Stress Field in the Cameli Basin, SW Turkey”, *Tectonophysics*, vol:492, pp:60-72, (2010).
- Över, S., Yılmaz, H., Pınar, A., Özden, S., Ünlügenç, U.C., Kamacı, Z., “Plio-Quaternary Stress State in the Burdur Basin, SW-Turkey”, *Tectonophysics*, vol:588,pp:56-68, (2013).
- Özgül, N., “Orta Torosların Kuzey Kesiminin Yapısal Gelişiminde Blok Hareketlerin Önemi”, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 14, s:75-87, (1971).

- Özgül, N, ve Arpat, E., “Structural units of the Taunus orogenic belt and their continuation in neighbouring regions; selection of papers on the Eastern Mediterranean region”, presented at the 23 rd congress of CIESM in Athens, November 1972 de: Bull, of the Geol, Soci. of Greece, 10-1, 156-164, (1973).
- Özgül, N., “Torosların Bazı Temel Jeolojik Özellikleri”, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C:19, s:65-78, (1976).
- Paris, J.F., and Kwong, H.H., “Characterization of Vegetation with Combined Thematic Mapper (TM) and Shuttle Imaging Radar (SIR-B)”, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol:54, pp.1187-1193, (1988).
- Pena, S., Abdelsalam, M.G., “Orbital Remote Sensing for Geological Mapping in Southern Tunisia: Implication for Oil and Gaz Exploration”, Journal of African Earth Sciences, vol:44, o:203-219, (2006).
- Philipson, A., “Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien”, Pet: Mitt., H., 167p., (1915).
- Poisson, A., “Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquie), Thèse, Univ. Paris – Sud., Orsay, 795p., (1967).
- Poisson, A., “Le Crétacé supérieur détritique de l'unité de Yeleme (Taurus Lycien, Turquie).Extrait du”, C.R. Sommaire des séances de la Société géologique de France, Fascicule 6,Séance du 24 Juin 1968, p. 188, (1968).
- Poisson, A., “Recherches Geologiques Dans les Taurides Occidentales (Turquie)”, These, Universite de Paris-Sud, (Centre d’orsay), No:1902, Tome:1-2, 795p, (1977).
- Prava Das, R., “Principal Component Analysis in Multispectral Satellite Images”, <http://ficta.in/attachments/article/55/18%20/PRINCIPAL%20COMPONENT%20ANALYSIS%20IN%20MULTISPECTRAL%20SATELLITE%20IMAGES.pdf>, (11.05.2013).

- Qari, M.Y.H.T., "Application of Landsat TM Data to Geological Studies, Al-Khabt Area, Southern Arabian", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol:57(4), p:421-429, (1991).
- Raharimahefa, T., Kusky, T.M., "Structural and remote sensing studies of the southern Betsimisaraka Suture, Madagascar", *Gondwana Research*, vol:10, pp.186-197, (2005).
- Rosenfeld, A., Orneals, J., Hung, Y., "Hough Transform Algorithms for MESH-Connected SIMD Parallel Processors", University of Maryland, Center for Automation Research, CAR-TR-178, (1986).
- Rowan, L.C., Lathram, B.H., "Mineral Exploration in Remote Sensing in Geology", Editors: Sicgal B.S. and Gikkespie A.R., John Willey and Sons, N. York, (1980).
- Sabins, F. F., "Remote Sensing Principles and Interpretation 3<sup>rd</sup> Edition", W. H. Freeman and Company, 494p, New York, (1999).
- San, B.T., Sümer, E.Ö., "Uzaktan Algılama ve Yerbilimlerinde Uygulamaları", MTA Genel Müdürlüğü, Dr. İsmail Seyhan Uzaktan Algılama Merkezi, 23s., (2003).
- Sarı, N., "Denizli ve Civarının Jeolojik Özelliklerinin Uzaktan Algılama Yöntemi ile İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 62s, (2005).
- SAS Institute Inc., "Principal Component Analysis: Chapter 1", <http://support.sas.com/publishing/pubcat/chaps/55129.pdf>, (11.05.2013).
- Schowengerdt, R.A., "Remote Sensing; Models and Methods for Image Processing 2nd ed.", Toronto: Academic Press, (1997).
- Shaw, G. A., Burke, H. K., "Spectral Imaging for Remote Sensing", *Lincoln Laboratory Journal*, p:3-28, Vol:14, No: 1, (2003).
- Sheffield, C., "Selecting band combinations from multispectral data", *Photogrammetric Engineering 6. Remote Sensing*, 51(6):681-687, (1985).

- Sijmons, K., “Computer Assisted Detection of Linear Features from Digital Remote Sensing Data”, ITC J, V:1987-1, p:-23-32, (1987).
- Short, N., “Spatial Filtering”  
,[http://www.fas.org/irp/imint/docs/rst/Sect1/Sect1\\_13.html](http://www.fas.org/irp/imint/docs/rst/Sect1/Sect1_13.html), (14.05.2013).
- Similox-Tohon, D., Sintubin, M., Muchez, P., Verhaert, G., Vanneste, K., Fernandez, M., Vandycke, S., Vanhaverbeke, H., Waelkens, M., “The Identification of an Active Fault by a Multidisciplinary Study at the Archaeological site of Sagalassos (SW Turkey)”, Tectonophysics, no:420, p:371-387, (2006).
- Soha, J.M., and Schwartz A.A., “Multispectral Histogram Normalization Contrast Enhancement”, Proceedings of the 5th Canadian Symposium on Remote Sensing, Victoria BC, Canada, pp.86-93, (1978).
- Soycan, H. “Tavas Napı'nın Orta Jura Radyolarya Faunasının Biyostratigrafisi ve Sistematiği, Tavas, Denizli, GB Anadolu”, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 156s., (2009).
- Şengün, M.T., “Saklıkent Canyon (Fethiye – Turkey)”, Procedia Social and Behavioral Sciences, no:19, p:571-579, (2011).
- Şenel, M., “Türkiye Jeoloji Haritaları: Fethiye L8 Paftası”, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 22s., Ankara, (1997).
- Şenel, M., Selçuk, H., Bilgin, Z. R., Şen, A. M., Karaman, T., Dinçer, M. A., Arbas, E., Örcen, S. ve Bilgi, C., “Çameli (Denizli)-Yeşilova (Burdur)-Elmalı (Antalya) ve dolayının jeolojisi”, MTA Rap., 9429, 344s., Ankara (yayınlanmamış), (1989).
- Şenel, M., Akdeniz, N., ÖZTÜRK, E. M., Özdemir, T., Kadıncık, G., Metin, Y., Öcal, H., Serdaroğlu, M. ve Örcen, S., “Fethiye (Muğla) - Kalkan (Antalya) ve Kuzeyinin Jeolojisi”, MTA Rap., 9761, 121s, Ankara (yayınlanmamış), (1994).
- Şenel, M., “Likya Naplarının Özellikleri ve Evrimi”, Menderes Masifi Kolokiyumu Genişletilmiş Bildiri Özleri Kitabı, s:51-55, (2007).

- Thuizat, R., Whitechurch, H., Montigny, R., Juteau, T., “K-Ar Dating of Some İnfra-Ophiolitic Metamorphic Soles from the Eastern Mediterranean”, New İvidence for Oceanic Thrusting Before Obduction Earth Planet. Sci. Lett. 52, 302-310, (1981).
- Topkaya. M. “Fethiye Ovası Hidrojeolojik Etüdü”, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Rapor, s:96-124, Ankara, (1961).
- Tou, J.T., and Gonzales, R.C., “Pattern Recognition Principles (Reading: Addison-Wesley), (1974).
- Vanderbrug, G.J., “Line Detection in Satellite Imagery”, Geoscience Electronics, IEEE Transactions, vol:GE-14, o:37-44, (1976).
- Veen, H.J., Boulton, S.J., Alçiçek, M.C., “From Palaeotectonics to Neotectonics in The Neotethys realm: The Importance of Kinematic Decoupling and Inherited Structural Grain in SW Anatolia (Turkey)”, Tectonophysics, no:473, p:261-281, (2009).
- Wagner, H.L., and Suits, G.H., “A Low Cost Classification Algorithm for Developing Countries”, Proceedings of the 14th International Symposium on Remote Sensing of the Environment, Ann Arbour: Environmental Research Institute of Michigan, (1980).
- Wang, Y., Tupin, F., Han, C., “Building Detection from High Resolution PolSAR Data at the Rectangle Level by Combining Region and Edge Information”, Pattern Recognition Letters, no:31, p:1077-1088, (2010).
- Yağmurlu, F., Bozcu, M., Şentürk, M., “Burdur-Fethiye arasındaki bölgede Burdur fayının sismotektonik özellikleri”, Tübitak ÇAYDAG, Proje No:101Y027, 79 s., (Yayınlanmamış Rapor), (2005).
- Zaniewski, K., “Multispectral Classification Algorithms and Their Application to Thin Section Imagery”, <http://pcag.uwinnipeg.ca/Prairie-Perspectives/PP-Vol05/Zaniewski.pdf>, (12.05.2013).

Zorlu, K., “Bolkar Dağları Güneyinde, Ecemiş Fay Zonu’nun Jeolojik ve Tektonik Özellikleri”, Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 221s, (2009).

## İNCİRKÖY - ÖREN (FETHİYE - MUĞLA) YÖRESİNİN LANDSAT 7 ETM+ UYDU GÖRÜNTÜSÜNDEN ÜRETİLMİŞ JEOLojİ HARİTASI

## AÇIKLAMALAR

## Neotokton Birimler

plc	<b>Çameli formasyonu</b> Üst Miyosen
Qym	<b>Yamaç molozu</b> Kuvaterner
Qal	<b>Alüvyon</b> Kuvaterner
Yeşilbarak Napı	
Te	<b>Elmalı formasyonu</b> Üst Lütсын. - Alt Burdigaliyen

## Tavas Napı

JKb	<b>Babadağ formasyonu</b> Toarsiyen - Maastrichtiyen
Ja	<b>Ağaçlı formasyonu</b> Liyas
TRc	<b>Çenger formasyonu</b> Üst Noriyen - Resiyen
Pc	<b>Çatakdere formasyonu</b> Üst Permiyen
CP	<b>Kiloluk formasyonu</b> Karbonifer

## Bodrum Napı

Kka	<b>Karaböğürtlen form.</b> Dogger - Kretase
Kg	<b>Göçgediği formasyonu</b> Dogger - Kretase
Js	<b>Sandak formasyonu</b> Üst Liyas - Malm
TRJk	<b>Kayaköy dolomiti</b> Üst Triyas - Liyas

## Gülbahar Napı

JKo	<b>Orhaniye formasyonu</b> Jura - Kretase
-----	--

## Marmaris Ofiyolit Napı

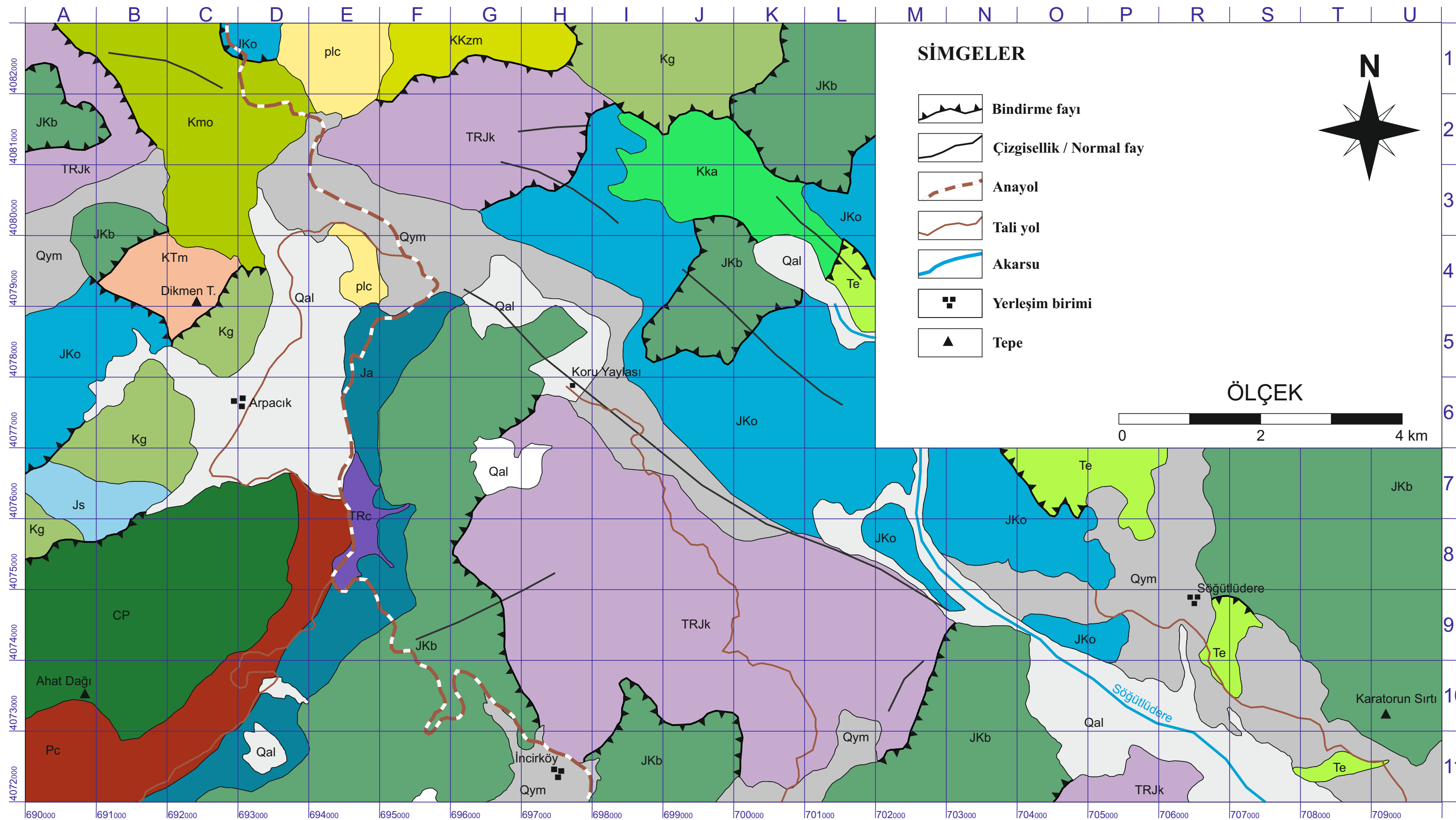
KTm	<b>Adlandırılmamış melanj</b> Üst Senoniyen
Kmo	<b>Marmaris peridotiti</b> Alt Kretase
KKzm	<b>Kızıladağ melanjı</b> Eosen - Langiyen

## SİMGELER

	Bindirme fayı
	Çizgisellik / Normal fay
	Anayol
	Tali yol
	Akarsu
	Yerleşim birimi
	Tepe



## ÖLÇEK



## İNCİRKÖY - ÖREN (FETHİYE - MUĞLA) YÖRESİNİN TEKTONOSTRATİGRAFİK KESİTİ

Neotokton Birimler

Üst Sistem	Sistem	Seri	Formasyon	Simge	Litoloji	Açıklama
SENOZOYİK	Kuvaterner	Alüvyon	Qal			Akarsu yatağı çökeli, çakıl, kum, çamur
			Qym			Köşeli çakıllı, orta derece tutturulmuş moloz
	Tersiyer	Neojen	Çameli F.	p1ç		İnce-orta-kalın tabakalı gölsel kilitaşı, marn, kumtaşı
			Yamaç molozu			

Marmaris Ofiyolit Napı

Üst Sistem	Sistem	Seri	Formasyon	Simge	Litoloji	Açıklama
MESOZOYİK	Kretase	Üst Kretase	Kızılcaadağ Melanjı	KKzm		Serpantinlit, serpantinleşmiş harzburjit dünit vb., neritik kireçtaşı, pelajik kireçtaşı radyolarit, çört, dolomit vb
			Marmaris Peridotiti	Kmo		Açık yeşilimsi gri, yeşil, kahverengi dünit Serpantinleşmiş, bol olivin, seyrek piroksen kristalli
MESOZOYİK	SENOZOYİK	Tersiyer	Paleojen			Yeşil, yeşilimsi gri, serpantinlit, harzburjit, içinde gabro, amfibolit, kireçtaşı bloklu
Üst Kretase	Adlandırılmamış Melanj	Kım				

Gülbahar Napı

Üst Sistem	Sistem	Seri	Formasyon	Simge	Litoloji	Açıklama
MESOZOYİK	Kretase	Üst Kretase	Karaböğürtlen F.	Kka		Bloklu fiş, gri, siyahımsı gri konglomera, kumlu-killi kireçtaşı, kalsitürbidit Kireçtaşı üyesi
			Orhaniye Formasyonu	JKo		İnce-orta tabakalı gri, açık gri, bej, bazik volkanit, radyolarit, çört, şeyl
						Radyolarit volkanit üyesi

Bodrum Napı

Üst Sistem	Sistem	Seri	Formasyon	Simge	Litoloji	Açıklama
MESOZOYİK	Kretase	Üst Kretase	Karaböğürtlen F.	Kka		Bloklu fiş, gri, siyahımsı gri konglomera, kumlu-killi kireçtaşı, kalsitürbidit Kireçtaşı üyesi
			Göğgediği F.	Kg		İnce-orta tabakalı gri, açık gri kalsitürbidit radyolarıyalı mikrit, çörtlü kireçtaşı
	Jura	Orta - Üst Jura	Sandak Formasyonu	Js		Orta - Kalın tabakalı gri, bej kireçtaşı, dolomit, gastropod, lamelli ve mercanlar
			Kayaköy Dolomiti	TRJk		Masif, kalın tabakalı siyah koyu gri dolomit, dolomitik kireçtaşı

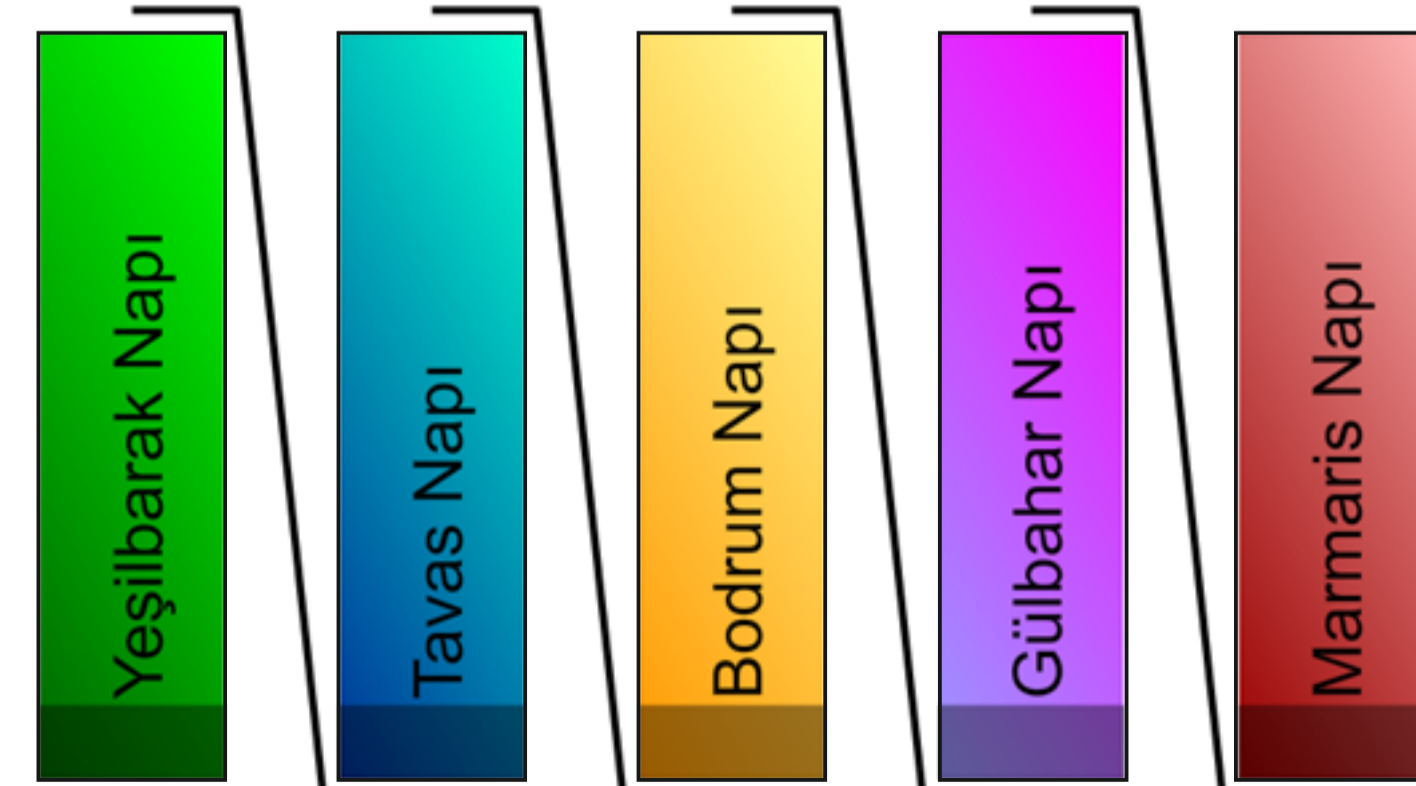
Tavas Napı

Üst Sistem	Sistem	Seri	Formasyon	Simge	Litoloji	Açıklama
SENOZOYİK	Tersiyer	Paleosen - Eosen	Faralya F.	Tf		Bazik volkanit, mikrit, breş, kumtaşı, çörtlü mikrit, kumlu kireçtaşı
MESOZOYİK	Kretase	Üst Kretase	Babadag Formasyonu	JKb		Çörtlü mikrit, kalsitürbidit, ammonitli kireçtaşı, Ooliti kireçtaşı
	Jura	Liyas	Ağaçlı Formasyonu	Ja		Masif, kalın tabakalı gri renkli dolomit, dolomitik kireçtaşı, algli kireçtaşı
			Alt Liyas	TRç		Kırmızı kumtaşı, konglomera ve çamurtaşı
PALEOZOYİK	Karbonifer	Kiloluk Formasyonu	Üst Triyas - Alt Liyas (Çatakdere F. (Tebelelere Serisi))	Pç		Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, killi-kumlu kireçtaşı
			Çökür F.	TRç		İnce şeyl araseviyeli biyoklastik kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı

Yeşilbarak Napı

Üst Sistem	Sistem	Seri	Formasyon	Simge	Litoloji	Açıklama
SENOZOYİK	Tersiyer	Eosen - Milyosen	Elmalı F.	Te		Kumlu killi kireçtaşı, derecelenmeli kumtaşı, kilitaşı ve silttaşı

Neotokton Birimler



Likya Napları