

**ASTER ve LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİ
KULLANILARAK ERDEMLİ (MERSİN) KUZEYİNİN
LİTOLOJİK ve TEKTONİK ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

ÖZGÜR KALELIOĞLU

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**MERSİN
ARALIK – 2013**

**ASTER ve LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİ
KULLANILARAK ERDEMLİ (MERSİN) KUZEYİNİN
LİTOLOJİK ve TEKTONİK ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

ÖZGÜR KALELIOĞLU

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**Danışman
Doç. Dr. Erol ÖZER**

**MERSİN
ARALIK – 2013**

Özgür KALELIOĞLU tarafından Doç. Dr. Erol ÖZER danışmanlığında hazırlanan "Aster ve Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak Erdemli (Mersin) Kuzeyinin Litolojik ve Tektonik Özelliklerinin İncelenmesi" başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Kemal TASLI

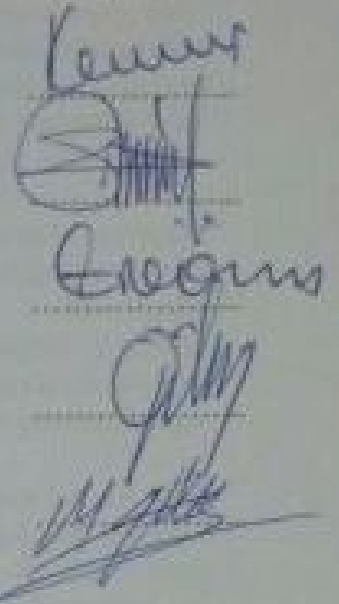
Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ

Doç. Dr. Erol ÖZER

Doç. Dr. Cüneyt GÜLER

Doç. Dr. Murat GÜL

İmza



Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 31.01/2014 tarih ve 2014-02/32 sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜKASLAN
Enstitü Müdürü



ASTER VE LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK ERDEMLİ (MERSİN) KUZEYİNİN LİTOLOJİK VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Özgür KALELİOĞLU

ÖZ

Mersin İli Erdemli İlçesinin kuzeyinde bulunan inceleme alanında yer alan birimleri ayırt etmek, ayrıntılı jeolojik haritasını oluşturmak, tektono-stratigrafik özelliklerini ortaya koymak, bölgenin jeolojik evrimini açıklamak amacı ile Landsat 5 TM ile Aster uydu görüntüleri kullanarak bölgenin uzaktan algılama yöntemleriyle jeoloji haritasını oluşturulmuş, bölgedeki çizgisellikler belirlenerek elde edilen veriler arazi çalışmalarlarıyla karşılaştırılmıştır.

Silifke O32 a3, a4, d1 ve d2 paftaları içerisinde kalan çalışma alanının arazi verileriyle, 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası çizilmiş ve tektono-stratigrafik dikme kesiti hazırlanmıştır. 176/34 ve 176/35 yörünge/satırlı Landsat 5 TM uydu görüntüleri ile Aster uydu görüntüsünden çalışma alanını kapsayan kısımlar kesilerek, görüntülere zenginleştirme işlemleri uygulanarak görüntü yorumlama için hazır hale getirildikten sonra, uygun bant kombinasyonları seçilerek görüntülerden çalışma alanının jeoloji haritası oluşturulmuştur.

Yapılan tüm çalışmalar sonucunda sekiz adet kaya stratigrafi birimi ayırt edilmiş ve bunların birbirleriyle olan ilişkileri açıklanmıştır. Bu birimler yaşlıdan gence doğru; Triyas yaşlı Karagedik Formasyonu, Jura-Üst Kretase yaşlı Cehennemdere Formasyonu, Üst Kretase yaşlı Mersin Ofiyoliti, Üst Kretase yaşlı Fındıkpınarı Karışığı, Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Gildirli Formasyonu, Alt-Orta Miyosen yaşlı Kaplankaya Formasyonu Alt-Orta Miyosen yaşlı Karaisalı Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyondur.

Eşyükselti eğrileri sayısallaştırılarak arazinin sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur. Aster Level3A görüntüsü kullanılarak elde edilen stereoskopik görüntü, tek bantlı ve çok bantlı görüntüler ile oluşturulan sayısal yükseklik modeline rölyef verilerek çizgisellikler belirlenmiştir. Elde edilen verilerden gül diyagramı oluşturularak bölgenin tektonik özellikleri yorumlanmıştır.

Bu çizgiselliklerden hazırlanan gül diyagramının yorumlanması ve bölgenin neotektonik evriminin de göz önüne alınmasıyla, kırıkların yaklaşık K20B ve K50D doğrultulu, sol yönlü doğrultu atımlı fay mekanizması altında oluştuğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Uzaktan Algılama, Aster, Landsat 5 TM, Temel Bileşenler Analizi, Bant Oranlama, Ecemiş Fayı, Erdemli (Mersin).

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

AN INVESTIGATION OF LITHOLOGICAL AND TECTONIC PROPERTIES OF NORTH OF THE ERDEMLİ (MERSİN) USING ASTER AND LANDSAT SATELLITE IMAGES

Özgür KALELİOĞLU

ABSTRACT

The geological map of the study area was prepared with remote sensing techniques using the Landsat 5 TM, Aster satellite images, and lineaments of the region were determined and compared to field studies in order to distinguish the geologic unit of the study area located in the north of the Erdemli Town of Mersin province, to prepare the detailed geological mapping, to reveal the tectono-stratigraphic characteristics of the and to explain the geological evolution of the region.

1/25.000 scale geological maps of the study area remained within the Silifke O32 a3, a4, d1 and d2 sheets and tectono-stratigraphic section has been prepared according to field data. 176/34 and 176/35 paths/rows of the Landsat 5 TM satellite imagery and Aster satellite image of the study area were cropped, enrichment process applied to image for becoming ready for interpretation, then geological map has been created from the images of the selected appropriate band combinations.

As a result of the all of the work done in this study, the eight rock stratigraphic units have been distinguished and their relationships with each other are described. These units are from older to younger; the Triassic Karagedik Formation, the Jurassic-Upper Cretaceous Cehennemdere Formation, Upper Cretaceous Mersin Ophiolite, the Upper Cretaceous Fındıkpınarı Melange, Oligocene-Lower Miocene Gildirli Formation, Lower-Middle Miocene Kaplankaya formation, Lower-Middle Miocene Karaisalı Formation and Quaternary alluvium

The Digital Elevation Model was created from the digitized contour of the land. The lineaments have been identified from the image obtained as a result of the relief giving stereoscopic image obtained from the Aster Level3A image, and digital elevation models created with single-band and multi-band images. Tectonic characteristics of the region was interpreted with using the Rose diagram of the data.

According to the interpretation of lineaments rose diagram and by consideration of the neotectonic evolution of the region; it was concluded that the fractures trending approximately N20W and N50E, and formed under the effect of the left-lateral strike-slip fault mechanism.

Key words: Remote Sensing, Aster, Landsat 5 TM, Principal Component Analysis, Band Ratioing, Ecemiş Fault, Erdemli (Mersin).

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Erol Özer, Mersin University, Department of Geological Engineering

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın ortaya çıkarılmasında ve öncesinde Lisans ve Yüksek Lisans eğitimim boyunca bilgileri ve önerileriyle beni yönlendiren ve her zaman destek olan danışman hocam sayın Doç. Dr. Erol ÖZER'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın her aşamasında olumlu eleştirileri ve önerileriyle çalışmaya yön veren tez izleme komitesi üyesi hocalarım sayın Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ'e ve sayın Doç. Dr. Cüneyt GÜLER'e tez savunma jürisi hocalarım sayın Prof. Dr. Kemal TASLI ve sayın Doç. Dr. Murat GÜL'e, hemen her konuda yardımlarını alabildiğim Jeoloji Mühendisliğinin değerli öğretim üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez çalışmamı BAP-FBE JMB (ÖK) 2009-3 DR numaralı proje ile destekleyen Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimine teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım ve yazım aşamasındaki yardımlarından ve desteklerinden dolayı Öğretim Görevlisi sayın Dr. Hayati KOÇ'a ve arkadaşım Yrd. Doç. Dr. Kemal ZORLU'ya, çizimlerdeki yardımlarından dolayı Arş. Gör. Can AKBULUT'a, Arş. Gör. Uğur DOĞAN'a ve Arş. Gör. Murat CAMUZCUOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Sadece doktora tezini oluşturan bu çalışmam sırasında değil akademik hayatım boyunca göstermiş olduğu sabır ve verdiği desteklerden dolayı sevgili eşim Kimya Mühendisi E. Nurper KALELİOĞLU ve biricik kızım Ela KALELİOĞLU ile aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
EKLER DİZİNİ	xi
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. ÇALIŞMANIN AMACI	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. UZAKTAN ALGILAMA	3
2.1.1. Elektromanyetik Radyasyon	4
2.1.2. Uzaktan Algılama Çeşitleri	6
2.1.3. Uzaktan Algılama Bileşenleri	9
2.1.4. Uydu Yörüngeleri Ve Tarama Alanı	10
2.1.5. Uzaktan Algılamada Çözünürlük Özellikleri	12
2.1.5.1. Mekansal çözünürlük	12
2.1.5.2. Spektral çözünürlük	13
2.1.5.3. Radyometrik çözünürlük	14
2.1.5.4. Zamansal çözünürlük	15
2.1.6. Sayısal Görüntü İşleme	15
2.1.6.1. Ön işlemler	16
2.1.6.2. Görüntü zenginleştirme	19
2.1.7. Landsat Serisi Uyduları	26
2.1.8. Terra Uydusu	31
2.2. UZAKTAN ALGILAMA İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	35
2.3. BÖLGE JEOLJİSİ İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	44
3. MATERYAL ve METOT	53
3.1. MATERYAL	53
3.2. METOT	53

4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	59
4.1. STRATİGRAFİ.....	59
4.1.1. Karagedik Formasyonu (Trk; Triyas)	61
4.1.2. Cehennemdere Formasyonu (JKc; Jura-Üst Kretase)	62
4.1.3. Mersin Ofiyoliti (Krüm; Üst Kretase	64
4.1.4. Fındıkpınarı Karışığı (Krüf; Üst Kretase)	67
4.1.5. Gildirli Formasyonu (Tgi; Oligosen-Alt Miyosen).....	71
4.1.6. Kaplankaya Formasyonu (Tkp; Alt-Orta Miyosen).....	75
4.1.7. Karaisalı Formasyonu (Tk; Alt-Orta Miyosen)	77
4.1.8. Alüvyon (Qal; Kuvaterner)	80
4.2. YAPISAL JEOLJİ.....	81
4.2.1. Tabaka Duruşları.....	81
4.2.2. Uyumsuzluklar	81
4.2.3. Kıvrımlar	82
4.2.4. Faylar	82
4.2.4.1. Ecemiş fay zonu'nun özellikleri.....	83
4.3. LANDSAT VE ASTER UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE FORMASYONLARIN BELİRLENMESİ VE JEOLJİK HARİTA ÇIKARIMI	90
4.3.1. Landsat ve Aster Uydu Görüntüleri RGB Bant Kombinasyonları.....	93
4.3.2. Landsat ve Aster Uydu Görüntüleri Bant Oranlamaları	104
4.3.3. Landsat ve Aster RGB Uydu Görüntüleri Temel Bileşenler Analizi.....	114
4.4. LANDSAT VE ASTER UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE ÇİZGİSELLİK ANALİZİ	130
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	153
KAYNAKLAR	156
ÖZGEÇMİŞ.....	173

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Günümüze kadar gönderilen Landsat uyduları	27
Çizelge 2.2. Landsat 5 TM bantları ve özellikleri.....	28
Çizelge 2.3. Aster bantları ve özellikleri.....	33
Çizelge 4.1. Aster bant indisleri	110
Çizelge 4.2. Altı bant için eigen vektör matris değerleri	116
Çizelge 4.3. Kil mineralleri için eigen vektör matris değerleri.....	119
Çizelge 4.4. Demir mineralleri için eigen vektör matris değerleri.....	119
Çizelge 4.5. Dokuz bant VNIR ve SWIR için eigen vektör matris değerleri	122
Çizelge 4.6. Aster uydu görüntüsüne ait bantlardan seçilmiş dörütlü gruplara temel bileşenler analizi sonucu elde edilen eigen vektör değerleri.....	125

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.	2
Şekil 2.1. Elektriksel ve manyetik alan dalgalarını içeren EMR. Elektriksel ve manyetik dalgalar birbirine ve ışığın yayılma doğrultusuna diktir	4
Şekil 2.2. Elektromanyetik spektrum	5
Şekil 2.3. Yer platformu	6
Şekil 2.4. Hava platformu	6
Şekil 2.5. Uzay platformu	7
Şekil 2.6. Pasif algılayıcılar (1) ve aktif algılayıcılar (2)	7
Şekil 2.7. Uzaktan algılama yönteminde kullanılan pasif algılayıcıların çalışma prensibi	8
Şekil 2.8. Çok bantlı sistemler ile hyperspektral sistemlerin elektromanyetik spektrumdaki kayıt aralıkları	9
Şekil 2.9. Uzaktan algılamanın bileşenleri	9
Şekil 2.10. Uyduların yörüngeleri	11
Şekil 2.11. Farklı mekansal çözünürlüğe ait uydu görüntüleri	12
Şekil 2.12. Farklı uydulara ait mekansal çözünürlükler	13
Şekil 2.13. Quickbird uydusuna ait 4 bandın spektral çözünürlükleri	14
Şekil 2.14. Farklı radyometrik çözünürlüğe sahip görüntüler	15
Şekil 2.15. Orijinal görüntü (1) ve geometrik olarak düzeltilmiş görüntü (2)	17
Şekil 2.16. Engebeli arazideki gerçek nokta ve kaydedilen nokta	18
Şekil 2.17. Orijinal görüntü, sayısal yükseklik modeli ve ikisinin birleştirilmesi	19
Şekil 2.18. Orijinal değerleri 12-43 arasında olan görüntüye kontrast zenginleştirme işleminin uygulanması	21
Şekil 2.19. Orijinal görüntü üzerinde, farklı frekans filtrelerinin uygulanması	22
Şekil 2.20. Temel bileşenler analizi	23
Şekil 2.21. Dekorelasyon işlemi uygulanmamış (a) ve uygulanmış (b) görüntülerin doyunluk oranları	24
Şekil 2.22. Eğitimsiz sınıflandırma	25
Şekil 2.23. Eğitilmiş sınıflandırma	25
Şekil 2.24. Orijinal (a) ve sınıflandırılmış görüntü (b)	26
Şekil 2.25. Paluweh Volkanı Endonezya Landsat 8 görünür bant görüntüsü	30
Şekil 2.26. Paluweh Volkanı Endonezya Landsat 8 termal bant görüntüsü	30
Şekil 2.27. Aral Denizi-Orta Asya üzerinde bulutların Landsat 8 görüntüsü	31
Şekil 2.28. Landsat ve Aster uydu görüntülerinin spektral özellikleri	34
Şekil 3.1. Çalışma alanını kapsayan Landsat 5 TM uydu görüntüsü	54
Şekil 3.2. Çalışma alanını kapsayan Aster uydu görüntüsü	55
Şekil 3.3. O32 a3, a4, d1 ve d2 paftalarını kapsayan uydu görüntüsü	56
Şekil 3.4. Çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli	57
Şekil 4.1. Kayacı-Hacıalanı-Sorgun (Mersin) yöresinin tektono-stratigrafik dikme kesiti	60

Şekil 4.2. Cehennemdere Formasyonu (JKc) ve Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) arasındaki bindirmeli dokanağın görünümü (Sorgun civarı (K1) K'e bakış).....	63
Şekil 4.3. Mersin Ofiyoliti içerisinde yer alan gabroların görünümü (Çerçili (N13) D'ya bakış).....	65
Şekil 4.4. Mersin Ofiyoliti içerisinde yer alan peridotitlerin görünümü (Koromşalı (O16) K'e bakış).....	66
Şekil 4.5. Mersin Ofiyoliti içerisinde yer alan serpantinitleerin görünümü (Yeniköy (P16) K'e bakış).....	66
Şekil 4.6. Fındıkpınarı Karışığına (Krüf) ait matriks ve matriks içerisinde yer alan Cehennemdere Formasyonuna (JKc) ait bloklar (Ziyarettepe (K1) KD'ya bakış).....	68
Şekil 4.7. Fındıkpınarı Karışığının (Krüf) matriksini oluşturan kırmızı-bordo renkli kumtaşı-çamurtaşı seviyeleri (Güzeloluk yolu üzeri K-KD'ya bakış).....	68
Şekil 4.8. Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) içerisinde yer alan radyolaritler (Güzeloluk yolu üzeri KB'ya bakış).....	69
Şekil 4.9. Fındıkpınarı Karışığına (Krüf) ait matriks ve matriks içerisinde yer alan Cehennemdere Formasyonuna (JKc) ait bloklar (Ziyarettepe (K1) D'ya bakış).....	70
Şekil 4.10. Fındıkpınarı Karışığının (Krüf) içerisinde yer alan slump yapılı Kavaklıpınar kireçtaşlarının görünümü (Güzeloluk (R4) K'e bakış).....	70
Şekil 4.11. Gildirli Formasyonuna (Tgi) ait kıltaşı-çakıltaşı-kumtaşı aralanması (Koromşalı yolu (O21) D'ya bakış).....	72
Şekil 4.12. Gildirli Formasyonunun (Tgi) taban kongloması seviyelerinden bir görünüm (Kösbucağı (T21) K'e bakış).....	73
Şekil 4.13. Gildirli Formasyonu'nun (Tgi) taban kongloması seviyelerini oluşturan yuvarlak orta boylanmalı çakıllar (Kösbucağı (T21) K'e bakış).....	73
Şekil 4.14. Gildirli Formasyonu (Tgi) ve Karaisalı Formasyonu (Tk) arasındaki dokanak (Kayacı yol ayrımı (P25) D'ya bakış).....	74
Şekil 4.15. Kaplankaya Formasyonunun (Tkp) orta seviyelerini oluşturan silttaş-killi kireçtaşları (Aydınlar (J12) K'e bakış).....	76
Şekil 4.16. Kaplankaya Formasyonu (Tkp) içerisinde yer alan silttaşı ve marn seviyeleri (Harfili (E10) D'ya bakış).....	77
Şekil 4.17. Karaisalı Formasyonu'nun (Tk) genel görünümü (Yenimahalle (G18) KD'ya bakış).....	78
Şekil 4.18. Karaisalı Formasyonunun (Tk) alt seviyeleri kıltaşı-kireçtaşı aralanmasının üst seviyeleri masif kireçtaşlarının genel görünümü (Sarıkaya yolu üzeri (I12) G'e bakış).....	79
Şekil 4.19. Fındıkpınarı Karışığına (Krüf) içerisinde yer alan slump yapılı Kavaklıpınar kireçtaşlarının görünümü (Güzeloluk (R4) K'e bakış).....	82
Şekil 4.20. Türkiye ve yakın bölgesinin ana neotektonik yapıları (A) ve Namrun (Mersin) civarında Orta Anadolu Fay Zonu'nun Namrun segmenti (B).....	84
Şekil 4.21. Orta Anadolu Fay Zonunun basitleştirilmiş haritası.....	85
Şekil 4.22. Namrun segmentinin morfolotektonik haritası ve fay üzerinde ötelenmelerin ölçüldüğü alanlar.....	88

Şekil 4.23. Çalışma alanını kapsayan 176/34 (açık renkli görüntü) ve 176/35 (koyu renkli görüntü) uydu görüntülerine kontrast zenginleştirme işleminin uygulanması	91
Şekil 4.24. Çalışma alanını kapsayan Landsat 5 TM uydu görüntülerinin mozaikleme işlemi uygulanmış görüntüsü.....	92
Şekil 4.25. Su, toprak, kaya ve bitki örtüsüne ait spektral yansıma eğrisi	94
Şekil 4.26. Landsat 5 TM uydu görüntüsüne ait RGB üçlü bant kombinasyonları ...	96
Şekil 4.27. Aster uydu görüntüsüne ait RGB üçlü bant kombinasyonları	97
Şekil 4.28. Çalışma alanına ait RGB (453) Landsat 5 TM uydu görüntüsü	99
Şekil 4.29. Çalışma alanına ait RGB (476) Landsat 5 TM uydu görüntüsü	100
Şekil 4.30. Çalışma alanına ait RGB (642) Aster uydu görüntüsü	102
Şekil 4.31. Çalışma alanına ait RGB (3713) Aster uydu görüntüsü	103
Şekil 4.32. Bant oranlaması uygulanmış Landsat 5 TM uydu görüntüsüne ait RGB üçlü bant kombinasyonları.....	105
Şekil 4.33. Bant oranlaması uygulanmış Aster uydu görüntüsüne ait RGB üçlü bant kombinasyonları.....	106
Şekil 4.34. Bant oranlaması uygulanmış Landsat 5 TM uydu görüntüsüne ait RGB (5/7, 5/4, 3/1) bant kombinasyonu.....	108
Şekil 4.35. Bant oranlaması uygulanmış Landsat 5 TM uydu görüntüsüne ait RGB (4/3, 2/5, 5/4) bant kombinasyonu.....	109
Şekil 4.36. Bant oranlaması uygulanmış Aster uydu görüntüsüne ait RGB (4/5, 6/7, 3/4) bant kombinasyonu	112
Şekil 4.37. Bant oranlaması uygulanmış Aster uydu görüntüsüne ait RGB (7/6x4/6, 4/5x8/6, 7/5x7/8) bant kombinasyonu.....	113
Şekil 4.38. Landsat 5 TM uydu görüntüsüne temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen kil mineralleri için PC5, demir mineralleri için PC4 ve her iki bandın ortalaması ve bu temel bileşenlerin R:PC5, G:PC5+PC4/2, B:PC4 şeklinde atanmasıyla elde edilmiş kompozit görüntü	117
Şekil 4.39. Landsat 5 TM uydu görüntüsüne temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen R:PC5, G:PC5+PC4/2, B:PC4 şeklinde atanmasıyla elde edilmiş kompozit görüntü.	118
Şekil 4.40. Landsat 5 TM uydu görüntüsüne temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen kil mineralleri için PC5, demir mineralleri için PC4 ve her iki bandın ortalaması ve bu temel bileşenlerin R:PC5, G:PC5+PC4/2, B:PC4 şeklinde atanmasıyla elde edilmiş kompozit görüntü	120
Şekil 4.41. Landsat 5 TM 4'lü bant setlerine temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen RGB kompozit görüntü	121
Şekil 4.42. Aster uydu görüntüsüne temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen kil mineralleri için PC5, demir mineralleri için PC4 ve her iki bandın ortalaması ve bu temel bileşenlerin R:PC5, G:PC5+PC4/2, B:PC4 şeklinde atanmasıyla elde edilmiş kompozit görüntü	123
Şekil 4.43. Aster uydu görüntüsüne temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen R:PC5, G:PC5+PC4/2, B:PC4 şeklinde atanmasıyla elde edilmiş kompozit görüntü	124
Şekil 4.44. Aster uydu görüntüsünde dörtlü bant gruplarına temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen simektit için PC4, illit için PC4 ve kaolinit için PC4 bu temel bileşenlerin R:Simektit, G:Kaolinit, B:İllit şeklinde atanmasıyla elde edilmiş kompozit görüntü	128

Şekil 4.45. Aster 4 lü bant setlerine temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen RGB kompozit görüntü.....	129
Şekil 4.46. Landsat 5 TM uydusu görüntüsüne ait TM 7 bandında belirlenen çizgiselliklerin görüntüsü.....	133
Şekil 4.47. Landsat 5 TM uydusu görüntüsü TM 7 bandında belirlenen çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı	134
Şekil 4.48. Landsat 5 TM uydusu görüntüsüne ait RGB (742) kombinasyonunda belirlenen çizgiselliklerin görüntüsü.....	135
Şekil 4.49. Landsat 5 TM uydusu RGB (742) kombinasyonunda belirlenen çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı	136
Şekil 4.50. Landsat 5 TM uydusu görüntüsü temel bileşenler analizi sonucu elde edilen RGB (PC123) kombinasyonunda belirlenen çizgiselliklerin görüntüsü.....	138
Şekil 4.51. Landsat 5 TM uydusu RGB (PC123) kombinasyonunda belirlenen çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı	139
Şekil 4.52. Aster uydusuna ait RGB (332) kombinasyonunda oluşturulan stereoskopik görüntüde belirlenen çizgiselliklerin görüntüsü	140
Şekil 4.53. Aster uydusu stereoskopik görüntüde belirlenen çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı.....	141
Şekil 4.54. Sayısal yükseklik modeli DEM_315 görüntüsünde belirlenen çizgiselliklerin görüntüsü.....	143
Şekil 4.55. Sayısal yükseklik modeli DEM_315 görüntüsünde belirlenen çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı	144
Şekil 4.56. Sayısal yükseklik modeli DEM_45 görüntüsünde belirlenen çizgiselliklerin görüntüsü.....	145
Şekil 4.57. Sayısal yükseklik modeli DEM_45 görüntüsünde belirlenen çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı	146
Şekil 4.58. Çalışma alanına ait belirlenen çizgiselliklerden doğruluk analizi sonrası elde edilmiş çizgiselliklerin görüntüsü	148
Şekil 4.59. Doğruluk analizi sonrası elde edilmiş çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı	149
Şekil 4.60. Transtansiyonel, sol yönlü doğrultu atımlı bir fay zonun yatay kesiti (K: Foliasyon ve kıvrım eksenleri, TF: Ters faylar, NF: Normal faylar, T: Tansiyon kırıkları, R: Sintetik doğrultu atımlı faylar, R': Antitetik doğrultu atımlı faylar).....	151
Şekil 4.61. Aster ve Landsat 5 TM uydu görüntülerinden elde edilmiş olan çizgiselliklerin, transtansiyonel, sol yönlü doğrultu atımlı bir fay zonunda gelişen yapıları gösteren deformasyon elipsoidi içerisinde değerlendirilmesi.....	151

EKLER DİZİNİ

EK-1 Kayacı-Güzeloluk-Sorgun (Mersin) Yöresinin Jeolojik Haritası.

EK-2 Kayacı-Güzeloluk-Sorgun (Mersin) Yöresinin Uydu Görüntüleri Kullanılarak Hazırlanan Jeoloji Haritası.

EK-3 Kayacı-Güzeloluk-Sorgun (Mersin) Yöresinin 3 Boyutlu Sayısal Yükseklik Modeli.

EK-4 Kayacı-Güzeloluk-Sorgun (Mersin) Yöresinin 3 Boyutlu Sayısal Arazi Modeli.

SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

MTA	: Maden Tetkik Arama Enstitüsü
Aster	: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection
TM	: Thematic Mapper
ETM	: Enhanced Thematic Mapper
MSS	: Multispectral Scanner
RBV	: Return Beam Vidicon
OLI	: Operational Land Image
UTM	: Universal Transverse Mercator
WGS84	: World Geodetic System 1984 Datum
ED50	: European Datum 1950
GCPs	: Ground Control Points
VNIR	: Görünür kızılötesi
SWIR	: Kısa dalga kızılötesi
TIR	: Termal kızılötesi
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
USGS	: United States Geological Survey
NRCAN	: Natural Resources Canada

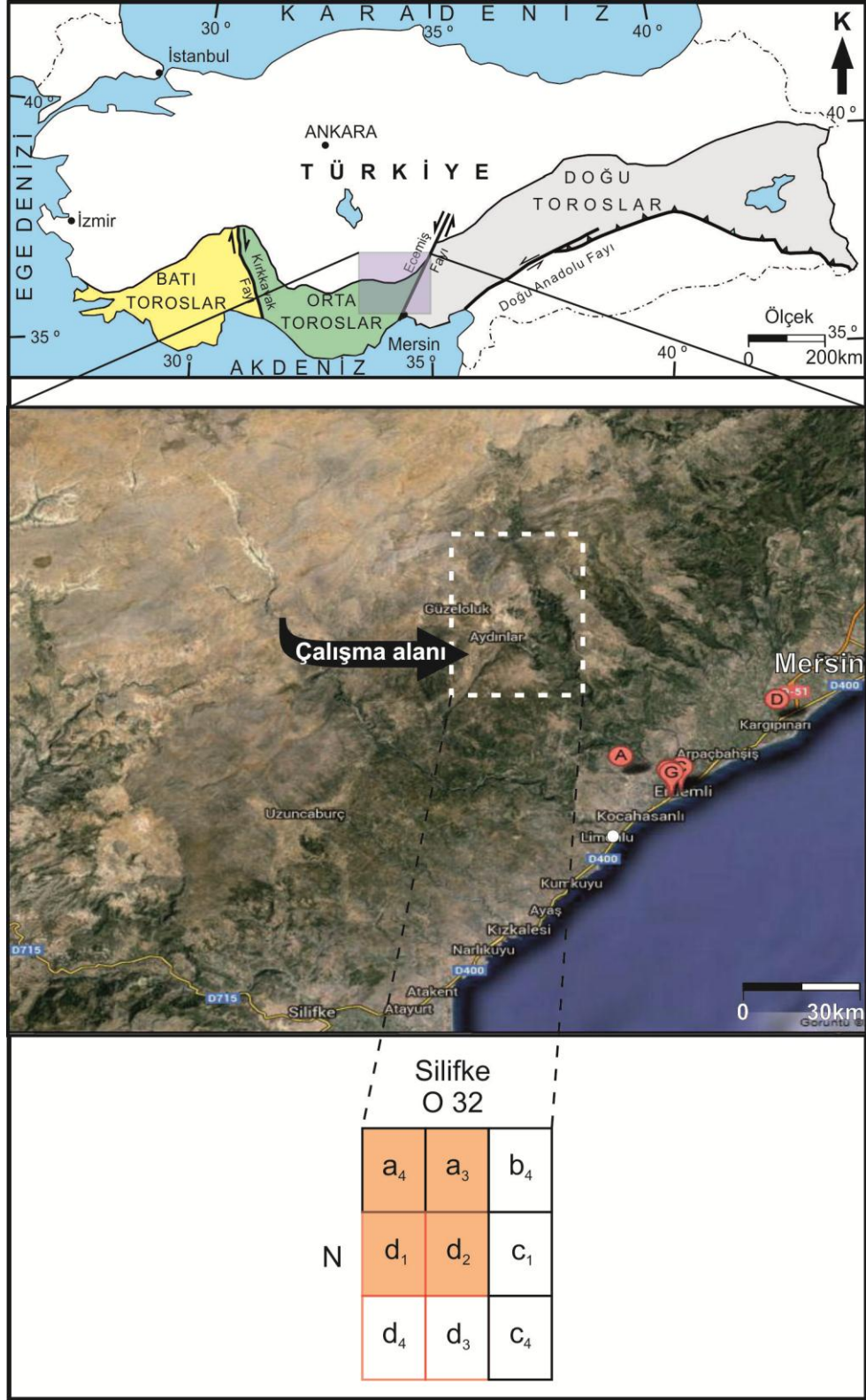
1. GİRİŞ

1.1. ÇALIŞMANIN AMACI

Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak hazırlanan bu çalışma Orta Toroslar'ın doğu kesiminde 1/25.000 ölçekli Silifke O32 a3, a4, d1 ve d2 paftaları içerisinde yaklaşık 600 km² lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1).

Çalışmanın amacı Mersin İli Erdemli İlçesinin kuzeyinde bulunan inceleme alanında yer alan birimlerin ayırt edilmesi sağlanarak ayrıntılı jeolojik haritasını oluşturmak, tektono-stratigrafik özelliklerini ortaya koymak, bölgenin jeolojik evrimini açıklamak ve Landsat 5 TM ile Aster uydu görüntülerini kullanarak bölgenin uzaktan algılama yöntemleriyle jeoloji haritasını oluşturmak ve bölgedeki çizgisellikleri belirleyerek elde edilen verileri arazi çalışmalarıyla karşılaştırmaktır.

Bu amaca yönelik olarak, Silifke O32 a3, a4, d1 ve d2 paftaları içerisinde kalan çalışma alanının arazi verileriyle, 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası çizilmiş (Ek-1) ve tektono-stratigrafik dikme kesiti hazırlanmıştır. Bu çalışma kapsamında birimlerin litolojik özellikleri incelenmiş, kaya türlerini belirlemek amacıyla el örnekleri toplanmıştır. 176/34 ve 176/35 yörünge/satırlı Landsat 5 TM uydu görüntüleri ile Aster uydu görüntüsünden çalışma alanını kapsayan kısımlar kesilerek, görüntülere zenginleştirme işlemleri uygulanarak görüntü yorumlama için hazır hale getirildikten sonra, uygun bant kombinasyonları seçilerek görüntüden jeoloji haritası oluşturulmuştur (Ek-2). Eşyüksekti eğrileri sayısallaştırılarak arazinin sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur. Aster Level3A görüntüsü kullanılarak elde edilen stereoskopik görüntü, tek bantlı ve çok bantlı görüntüler ile oluşturulan sayısal yükseklik modeline rölyef verilerek çizgisellikler belirlenmiştir. Elde edilen verilerden gül diyagramı oluşturularak bölgenin tektonik özellikleri yorumlanmıştır.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. UZAKTAN ALGILAMA

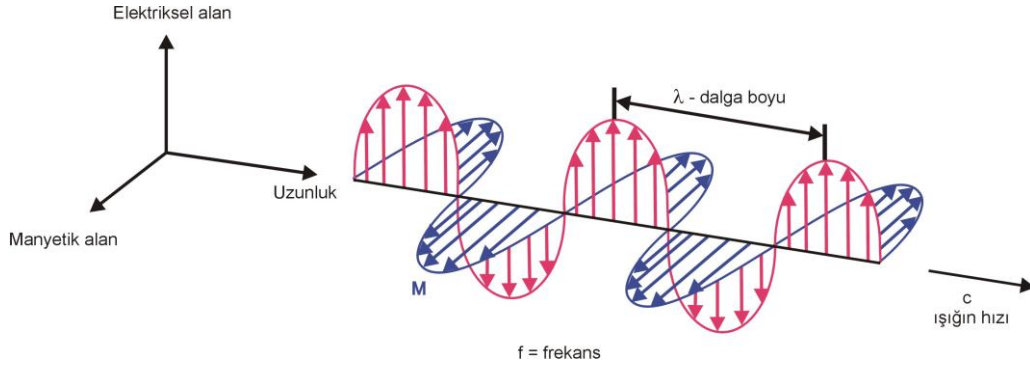
Uzaktan algılama, elektromanyetik spektrumun morötesi ışınları ile mikrodalga ışınları arasındaki bölümlerinden yararlanarak, bir cisim, bir arazi yapısı veya doğal bir olayın fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında, atmosfer ya da uzaya yerleştirilen platformlara monte edilmiş algılayıcı sistemler aracılığı ile arada herhangi bir fiziksel bağlantı olmaksızın, bilgi alma ve değerlendirme yöntemidir [Kavak, 1995; Sesören, 1998; Lillesand ve Kiefer, 1994; Örüklü, 1998.].

Balonla uçuşun gerçekleştirilmesi ve ardından gümüş bir levha üzerine çekilen ilk fotoğraftan sonra, Gaspard Tournuchon isimli bir araştırmacı bu iki olayı birleştirerek Paris yakınlarında bir bölgenin fotoğrafını çekmeyi başarmıştır. Daha sonra askeri amaçlar uzaktan algılamanın gelişiminde belirleyici faktör olmuştur. Uçaklar hava fotoğrafı çekmek için ilk defa 1910 yılında kullanılmıştır. I. Dünya savaşı yılları hava fotoğrafı teknolojisinin en çok geliştiği dönemdir. Elektromanyetik spektrumun gözle algılanamayan aralıklarındaki çalışmalar II. Dünya savaşında en yüksek ivmeyi kazanmıştır. Bu teknolojinin pratikte uygulaması (kızılötesi hava fotoğrafları, uydu görüntüleri vb.) daha sonra gerçekleşmiştir. 1960 yılında ilk dünya gözlem uydusu TRIOS uzaya gönderilmiştir. Yine aynı dönemde kızılötesi ve mikrodalga aralıklarında havadan gözlem teknolojileri kullanılmaya başlanmıştır.

1972 yılında ilk uzaktan algılama uydusu olan Landsat 1 uzaya gönderilmiştir. Landsat bugünkü dünya yörüngeli uzaktan algılama uydularının ilk ve temel örneğidir. 1980 ve 1990 yılları arasında hiperspektral uzaktan algılama teknolojileri geliştirilmiş, 1990 ve sonrasında uzaktan algılamada mekansal ve spektral çözünürlük düzeyleri arttırılmış Irs, Ikonos, Quickbird gibi uydular kullanılmıştır.

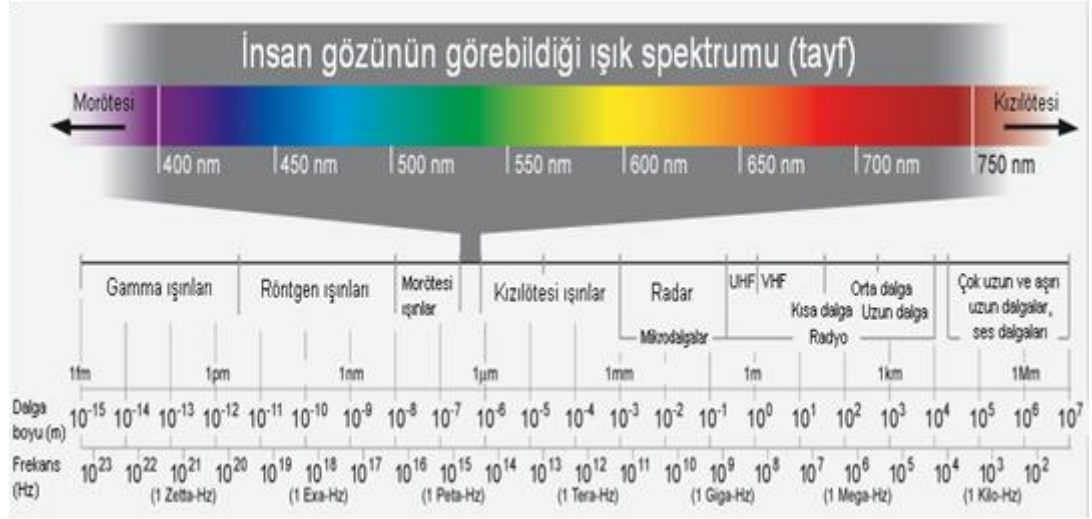
2.1.1. Elektromanyetik Radyasyon

Elektromanyetik radyasyon (EMR); elektrik ve manyetizmanın birlikte bulunduğu durumdur. Bir elektrik akımı her zaman manyetizma oluşturur ve manyetizma elektrik elde etmede kullanılır [Sesören, 1998]. EMR herhangi bir büyüklükteki dalga boyu (λ) ve frekans (f) ile tanımlanabilen ve bir kaynaktan yayılan enerji şeklidir [Köse, 2005]. EMR dalgalar halinde yayılır ve elektriksel dalga (E) ve manyetik dalga (M) birbirine ve ışığın yayılma yönüne dik olarak hareket eder (Şekil 2.1). Dalga boyu büyüklüğü kilometre-nanometre arasında değişebilir. Bu elektromanyetik enerji kümesi elektromanyetik spektrum olarak adlandırılır ve sıfırdan sonsuza kadar değerlere sahiptir (Şekil 2.2).



Şekil 2.1. Elektriksel ve manyetik alan dalgalarını içeren EMR. Elektriksel ve manyetik dalgalar birbirine ve ışığın yayılma doğrultusuna diktir [Drury, 1993].

Elektromanyetik spektrum belli dalga boyu aralıklarına bölünmüştür. Elektromanyetik spektrumun belli bir aralığı uzaktan algılama çalışmalarında kullanılmaktadır [Drury, 1993].



Şekil 2.2. Elektromanyetik spektrum.

Gama ışınları ($\lambda < 3 \times 10^{-5}$ µm) ve *X ışınları* ($3 \times 10^{-5} < \lambda < 3 \times 10^{-3}$ µm) atmosferin üst tabakasında tamamen soğuruldukları ve yeryüzüne ulaşamadıkları için uzaktan algılamada kullanılmazlar.

0,3 µm den küçük dalga boyundaki *mor ötesi ışınlar* ozon tabakasında emilirler ve bundan dolayı uzaktan algılamada kullanılmazlar. 0,3 µm den büyük dalga boyları kullanılabilir.

Gözle görünür ışınlar, 0,4 – 0,7 µm aralığındadır ve insan gözünün algıladığı tüm renkler bu dar aralığın içindedir. Bu ışınlar uzaktan algılamada kullanılır.

Kızıl ötesi-Infrared ışınlar, uzaktan algılamada kullanılır.

Termal kızıl ötesi ışınlar, materyallerin yaydığı ısı enerjisinin yer aldığı bant aralığıdır ve uzaktan algılamada kullanılır.

Mikrodalga ışınlar, dalga boyları büyüktür ve bulut, yağmur vb. faktörler etkisiz hale gelir ve uzaktan algılamada kullanılır.

Radar dalgaları, mikrodalga ışınları ile aynı aralıktadır ve aktif sistemlerin kullandığı mikrodalgalara radar denir. Aktif sistemler radar dalgalarını kendileri gönderir.

Radyo dalgaları, elektromanyetik spektrumun en uzun dalga boyu aralığına sahiptirler ve bazı aktif uzaktan algılama sistemleri tarafından kullanılırlar.

2.1.2. Uzaktan Algılama Çeşitleri

Uzaktan algılama sistemleri 3 ana gruba ayrılır.

a) Kullanılan platformlara göre

- Yer Platformları; Çok ayrıntı gerektiren çalışmalarda kullanılırlar ve mekânsal çözünürlükleri yüksektir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Yer platformu [NRCAN, 2010].

- Hava Platformları; Uçaklara monte edilen uzaktan algılama sensörlerinden oluşan sistemlerdir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Hava platformu [NRCAN, 2010].

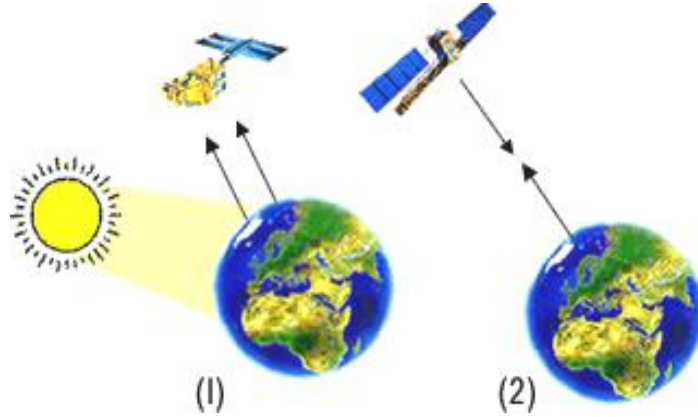
- Uzay Platformları; Uzay platformlarına monte edilen sensörlerden oluşmaktadır (Şekil 2.5), (Landsat, Aster, Quickbird vb.).



Şekil 2.5. Uzay platformu [NRCAN, 2010].

b) Kullanılan enerjiye göre

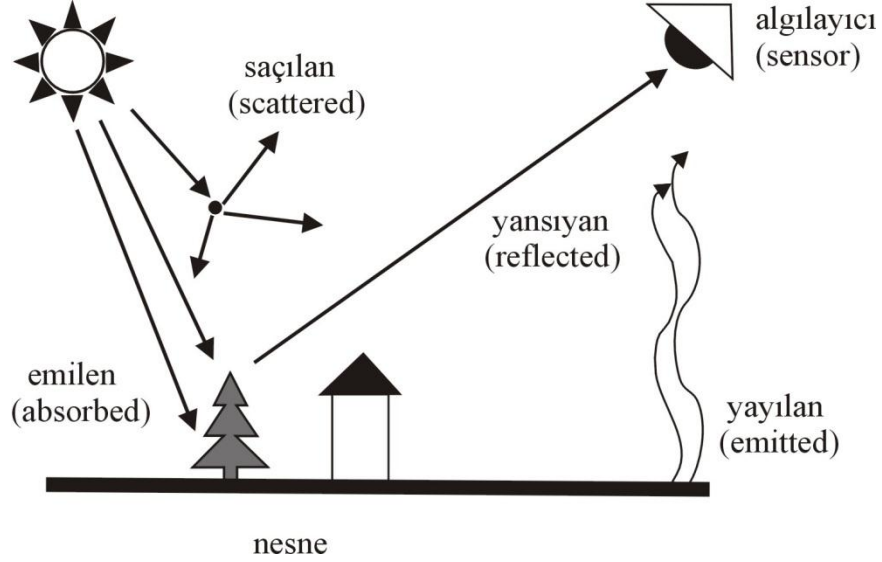
Uzaktan algılama da kullanılan algılayıcılar aktif ve pasif algılayıcılar olarak ikiye ayrılır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Pasif algılayıcılar (1) ve aktif algılayıcılar (2) [UHUZAM, 2008].

Aktif Algılayıcılar: Yeryüzüne kendileri enerji gönderir ve yansıyan enerjiyi kaydederler. Aktif algılayıcıların avantajı gece çekim yapabilir, bulutlardan ve atmosferik şartlardan etkilenmezler (Radarsat, Jers).

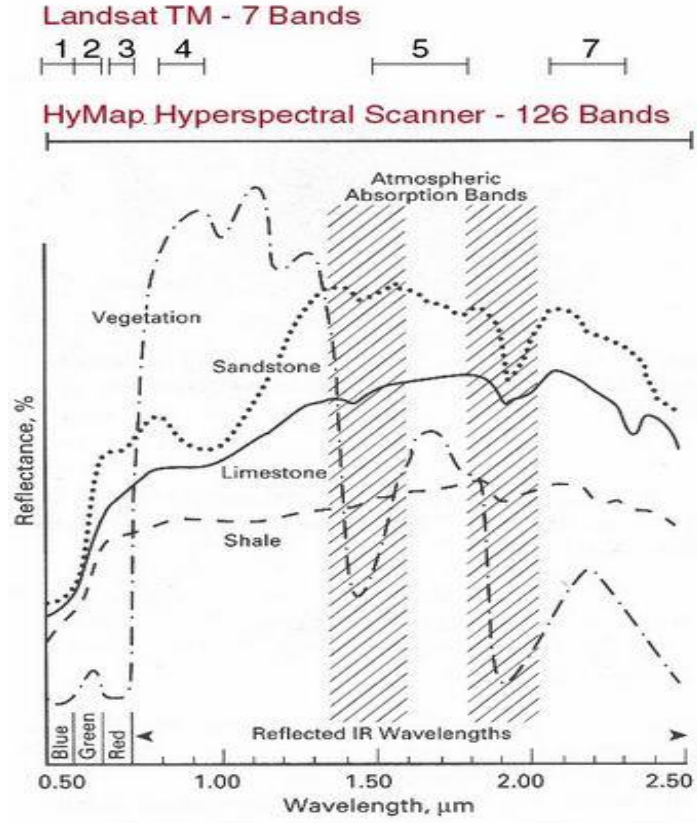
Pasif Algılayıcılar : Güneşten yeryüzüne gelen ve yeryüzünden yansıyan enerjiyi kaydederler (Şekil 2.7). Atmosferik şartlardan etkilenir ve yalnızca güneş açısının uygun olduğu durumlarda etkindirler (Landsat, Aster, Spot, Ikonos).



Şekil 2.7. Uzaktan algılama yönteminde kullanılan pasif algılayıcıların çalışma prensibi [MTA, 2008].

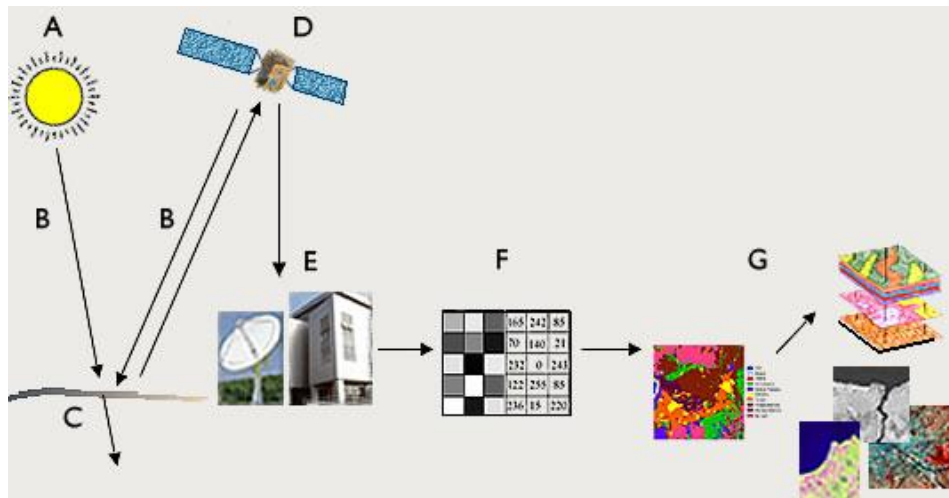
c) Kullanılan spektral sisteme göre

- Pankromatik sistemler; elektromanyetik spektrumun yeşil ile yakın kızıl ötesi bölgesine duyarlıdır (Şekil 2.8).
- Çok bantlı sistemler; elektromanyetik spektrumun görünür bölgesi ile kızıl ötesi bölgesine duyarlıdır (Şekil 2.8).
- Hyperspektral sistemler; çok bantlı sistemlerin duyarlı olduğu bölgelerdeki görüntüleri 100 den fazla bantta kaydederler (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Çok bantlı sistemler ile hyper spektral sistemlerin elektromanyetik spektrumdaki kayıt aralıkları [EPS, 2012].

2.1.3. Uzaktan Algılama Bileşenleri



Şekil 2.9. Uzaktan Algılamanın Bileşenleri [UHUZAM, 2008].

Uzaktan algılama prosesi iki temel aşamadan oluşur (Şekil 2.9). Bunlar "veri elde etme" ve "veri işleme" aşamalarıdır.

Verinin Elde Edilmesi:

- A. *Enerji Kaynağı:* Hedefe bir kaynak tarafından enerji gönderilmesi gerekmektedir. Bu kaynak hedefi aydınlatır veya hedefe elektromanyetik enerji gönderir. Optik uydular için enerji kaynağı güneştir, ancak radar uyduları kendi enerji kaynaklarını üzerlerinde taşır ve elektromanyetik enerji üreterek hedefe yollarlar.
- B. *Işınım ve Atmosfer:* Enerji, kaynağından çıkarak hedefe yol alırken atmosfer ortamından geçer ve bu yol boyunca bazı etkileşimlere maruz kalır.
- C. *Hedef ile Etkileşim:* Atmosfer ortamından geçen elektromanyetik dalga, hedefe ulaştığında hem ışınım hem de hedef özelliklerine bağlı olarak farklı etkileşimler oluşur.
- D. *Enerjinin Algılayıcı Tarafından Kayıt Edilmesi:* Algılayıcı hedef tarafından yayılan ve saçılan enerjiyi algılar ve buna ilişkin veri kayıt edilir.
- E. *Verinin İletimi, Alınması ve İşlenmesi:* Hedeften toplanan enerji miktarına ait veri algılayıcı tarafından kayıt edildikten sonra, görüntüye dönüştürülmek ve işlenmek üzere bir uydu yer istasyonuna gönderilir.

Verinin İşlenmesi:

- A. *Yorumlama ve Analiz:* Görüntü görsel, dijital ve elektronik işleme teknikleri ile zenginleştirilir, analiz edilir ve nicel sonuçlar elde edilecek veriye sahip olunur.
- B. *Uygulama:* İşlenmiş veriden bilgi çıkarılır ve bazı sonuçlara ulaşılır. Ayrıca elde edilen sonuçlar, başka veri kaynakları ile birleştirilerek kullanılabilir.

2.1.4. Uydu Yörüngeleri Ve Tarama Alanı

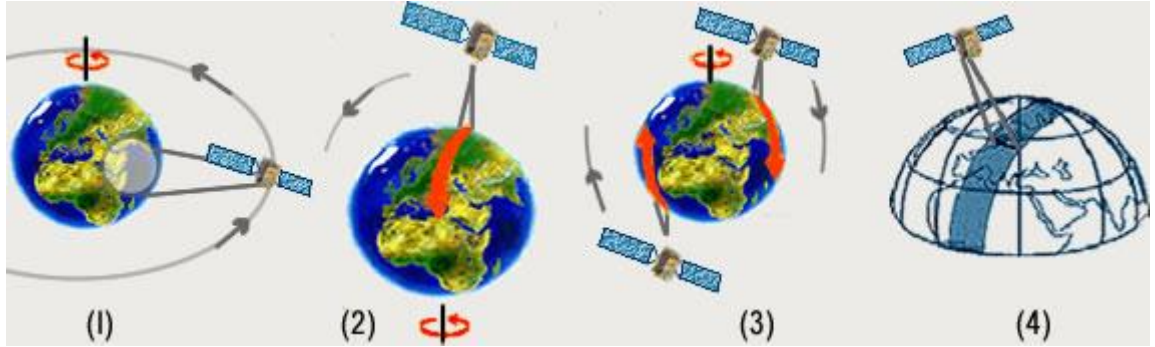
Yörünge; uydunun izlediği ve tamamladığı dairesel yola denir. Yörüngeler yüksekliklerine, dönüş yönlerine ve dünyanın dönüşü ile ilişkilerine göre

sınıflandırılmaktadır (Şekil 2.10). Aşağıda bazı yörünge çeşitleri hakkında bilgi verilmiş ve tarama alanı tanımlanmıştır.

(1) *Yer-Sabit Yörünge:* Bu tür yörüngelere sahip olan uydular genellikle çok yüksek irtifaya sahiptirler. Bu tür uydular her zaman dünyanın aynı bölgesini görürler. Bu nedenle aynı bölgeyi izleme ve o bölge hakkında sürekli bilgi elde etme imkanı sağlarlar. Meteorolojik ve haberleşme uyduları genellikle bu tür yörüngelere sahip uydulardır.

(2) *Yakın-Kutupsal Yörünge:* Pek çok uzaktan algılama platformu kısa sürede dünyanın pek çok yerini görüntülemeyi sağlayacak yörüngelere oturtulmuştur. 'Yakın-kutupsal yörünge' ismi, bu tür uyduların kuzey ve güney kutupları arasında uzanan bir yolu takip etmeleri nedeni ile kullanılmaktadır.

(3) *Güneş-Eşzamanlı Yörünge:* Pek çok yakın kutupsal uzaktan algılama uydusunun yörüngesi aynı zamanda güneş-eşzamanlıdır. Bu sayede, uydu dünyada görüntülediği her bölgeyi aynı yerel saatte görüntüler.



Şekil 2.10. Uyduların Yörüngeleri [UHUZAM, 2008].

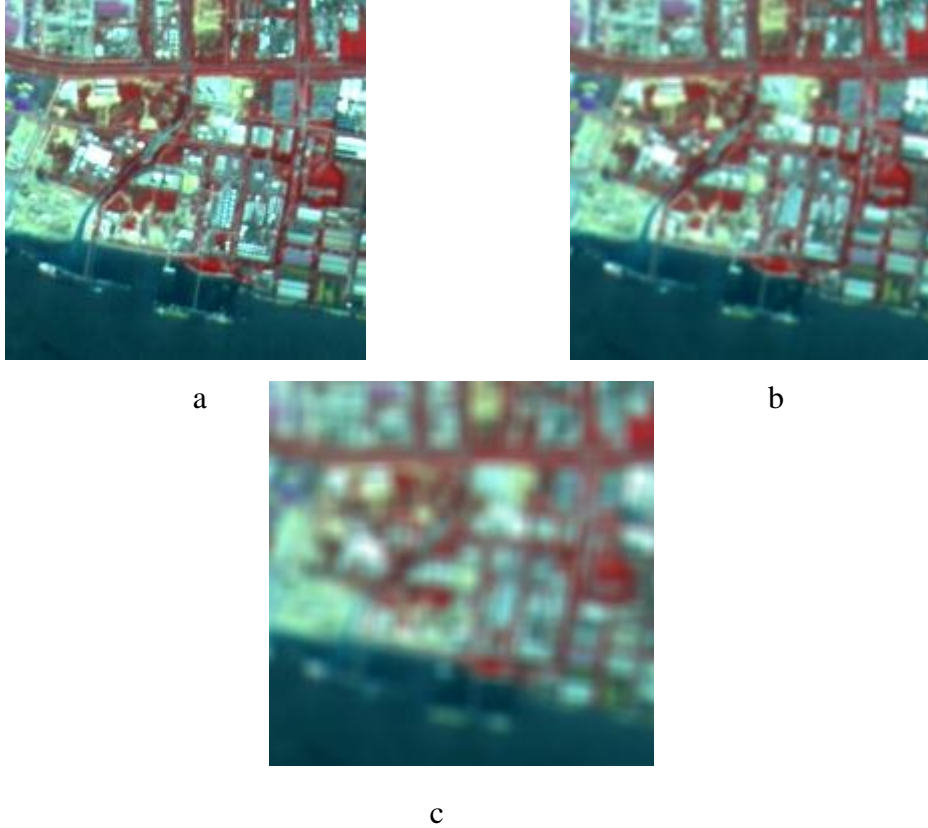
4) *Tarama Alanı:* Uydu dünya etrafında dönerken, algılayıcı yeryüzeyinin belli bir kısmını taramaktadır. Yörünge boyunca ilerlerken taranan bu bölgeye "tarama alanı" denilmektedir.

2.1.5. Uzaktan Algılamada Çözünürlük Özellikleri

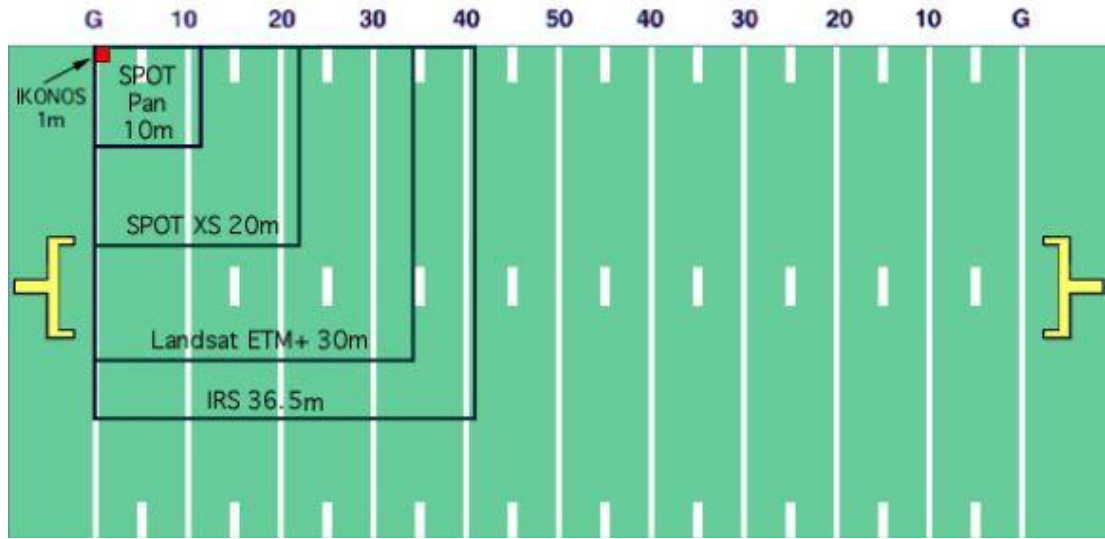
Çözünürlük; uydu tarafından çözülebilen en küçük birimin büyüklüğüdür. Uzaktan algılamada çözünürlük, mekansal çözünürlük, spektral çözünürlük, radyometrik çözünürlük ve zamansal çözünürlük olarak dört bölüme ayrılır.

2.1.5.1. Mekansal çözünürlük

Mekansal çözünürlük, algılayıcının tasarımına ve yüzeyden yüksekliğine bağlı bir fonksiyondur. Algılayıcının görüntülediği toplam alan ve elde edilen verinin ayrıntısının belirlenmesinde büyük rol oynar. Algılayıcıdaki dedektörlerin her biri yeryüzünün belirli bir parçasından gelen enerjiyi ölçerler. Bu parçalar ne kadar küçük olursa, görüntüden elde edilen bilgi de o kadar ayrıntılı olacaktır. İnce veya yüksek çözünürlüklü görüntülerde küçük ayrıntılar belirlenebilir, sadece büyük özelliklerin belirlenebildiği görüntüler kaba veya düşük çözünürlüklü görüntülerdir (Şekil 2.11, Şekil 2.12) .



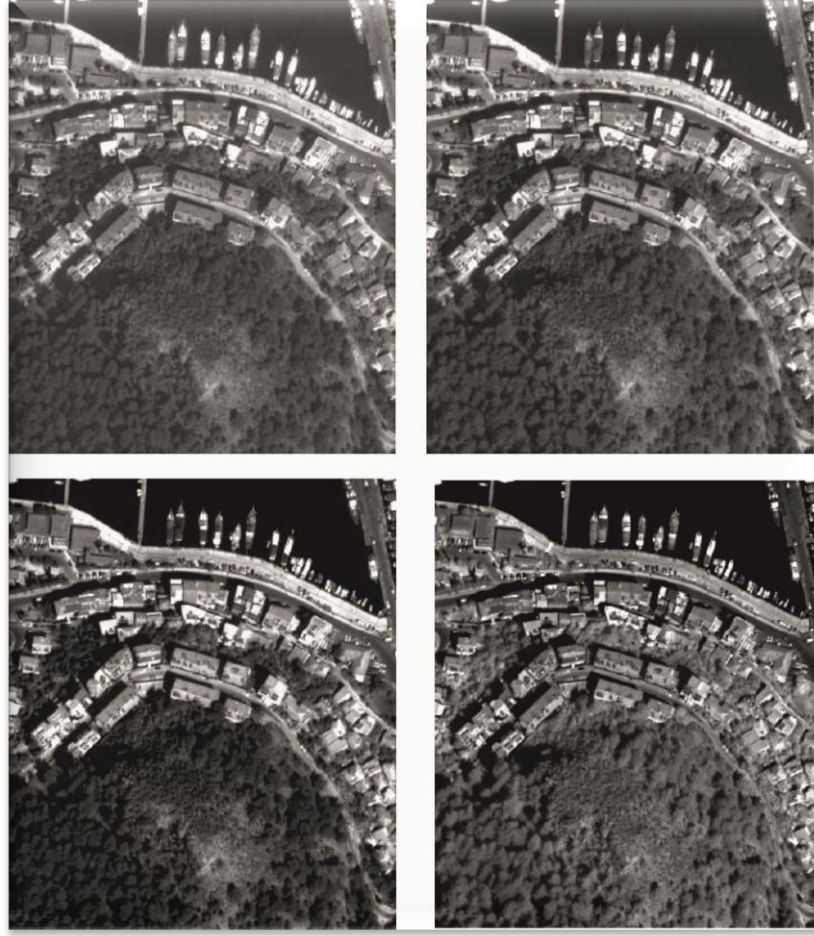
Şekil 2.11. Farklı mekansal çözünürlüğe ait uydu görüntüleri. (a) 10 m, (b) 30m, (c) 80m [YTÜ, 2008].



Şekil 2.12. Farklı uydulara ait mekansal çözünürlükler [Landsat Handbook, 2012].

2.1.5.2. Spektral çözünürlük

Kaydedilen dalga boyunun farklı bölümlerini ayırt etme kabiliyeti ya da algılayıcıların yansıma enerjisini topladıkları dalga boyları arasındaki mesafe veya genişlik olarak adlandırılır. Bu aralık dar ise spektral çözünürlük düşük, geniş ise yüksektir. Günümüzde birçok uydu değişik dalga boylarında alıcılara sahiptirler ve bunlara çok algılayıcı uydu denilmektedir. Landsat TM uydusu 7 bant, Aster uydusu 14 bant, Ikonos uydusu 4 bant ve Quickbird uydusu 4 bantta sahiptir (Şekil 2.13). Bazı uydular çok dar dalga boylarında yüzlerce bantta sahiptir ve bunlara hyperspektral uydular denilir. Hyperion uydusu elektromanyetik spektrumun 0,4 μm ile 2,5 μm dalga boyu aralığını 220 bantta kaydetmektedir.

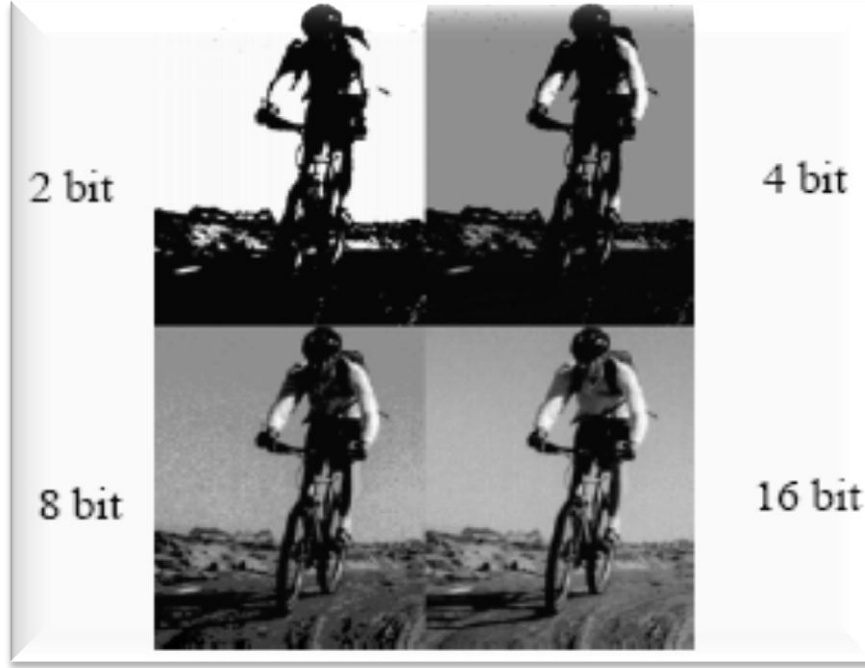


Şekil 2.13. Quickbird uydusuna ait 4 bandın spektral çözünürlükleri [Düzgün, 2010].

2.1.5.3. Radyometrik çözünürlük

Piksellerin düzeni konumsal çözünürlüğü tanımlarken, bir görüntünün gerçek karakteristik özelliğini radyometrik çözünürlük belirler. Radyometrik çözünürlük, algılayıcı duyarlılığının sinyal şiddetindeki farklılığıdır ve görüntüye ait her bir pikselin alabileceği rakamsal değeri kapsayan bir aralıktır. Bir görüntü verisi 0 ile 2^n-1 arasında pozitif sayılarla ifade edilir. Bu aralık binary formatta kaç bit kodlamanın kullanıldığını belirtir. Her bir bit 2n kadar kayıt yapar örneğin 8 bitlik radyometrik çözünürlüğe sahip bir görüntü 256 değer alacaktır ve görüntüdeki minimum enerji 0 ile, maksimum enerji de 255 ile ifade edilecektir. Şekil 2.14'de farklı radyometrik çözünürlükteki görüntüler verilmiştir.

Landsat TM	8 bit
Aster	8 bit
Spot	8 bit
İkonos	11 bit



Şekil 2.14. Farklı radyometrik çözünürlüğe sahip görüntüler [Kaymakçı vd., 2003].

2.1.5.4. Zamansal çözünürlük

Uydunun taramış olduğu bir alanı tekrar tarayınca kadar geçen zaman olarak tanımlanabilir. Farklı zamanlarda yeryüzünden aynı alana ait görüntülerin elde edilmesi yeryüzündeki zamana bağlı değişimlerin belirlenmesinde önemli rol oynar. Bu çalışmada kullanılan Landsat TM için zamansal çözünürlük onaltı Aster içinse ondört gündür.

2.1.6. Sayısal Görüntü İşleme

Sayısal görüntü işleme genel olarak üç ana grupta toplanır; ön işlemler, görüntü zenginleştirme, görüntü sınıflandırma ve analizi.

2.1.6.1. Ön işlemler

Ön işlemler radyometrik ve geometrik düzeltmelerdir.

Radyometrik Düzeltme: Radyometrik düzeltmeye iki tür hata nedeni ile gerek duyulmaktadır. Bu hatalar;

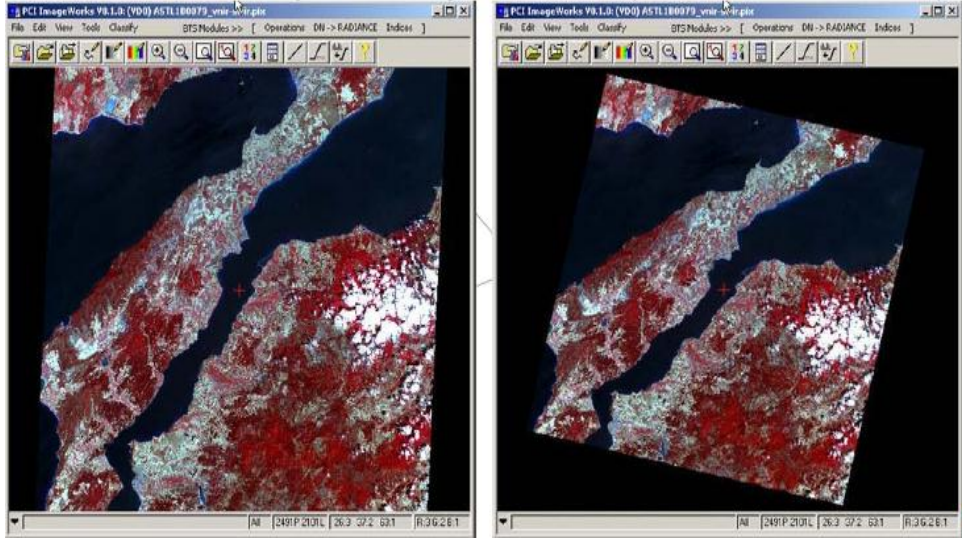
- Algılayıcı sistemi hataları;
Kayıp satır,
De-stripping,
Bit hatası
- Çevresel etkilerden kaynaklı hatalar;
Güneş ışınlarının geliş açısından ve topoğrafyadan kaynaklanan hatalar,
Atmosferik şartlardan kaynaklanan hatalardır.

Kayıp Satır, görüntü elde edilmesi sırasında meydana gelen ve kayıp veya hatalı tarama verisi elde edilmesine neden olan sistematik hatalar sonucunda oluşur. Takip eden hat verisinin eklenmesi ya da önceki ve sonraki hat verilerinin ortalamasının eklenmesi ile düzeltme yapılır.

De-stripping, algılayıcının bantları arasındaki algılama farklarından oluşur. Sorun, sorunlu alana ait tüm bantlardaki algılama değerlerinin göreceli karşılaştırılması ile düzeltilir.

Bit hatası, çevresine göre belirgin yüksek veya düşük parlaklık değerine sahip hücrelerin yol açtığı hatalardır. Çevre hücre değerlerinin ortalamasının hatalı hücreye atanması ile düzeltilir [Atasayan, 2000; Düzgün, 2010].

Geometrik Düzeltme: Algılayıcı sistem tarafından algılanan görüntü elemanlarının gerçek dünya koordinatlarına dönüştürülmesi işlemidir. Bu şekilde görüntü elemanlarının enlem, boylam gibi koordinatları ile tanımlanması işlemine rektifikasyon denir (Şekil 2.15). Bu işlem iki farklı görüntü üzerinde eşleştirme ya da biri diğere göre düzeltiliyorsa geometrik kayıt denilmektedir [Anonim, 2003].

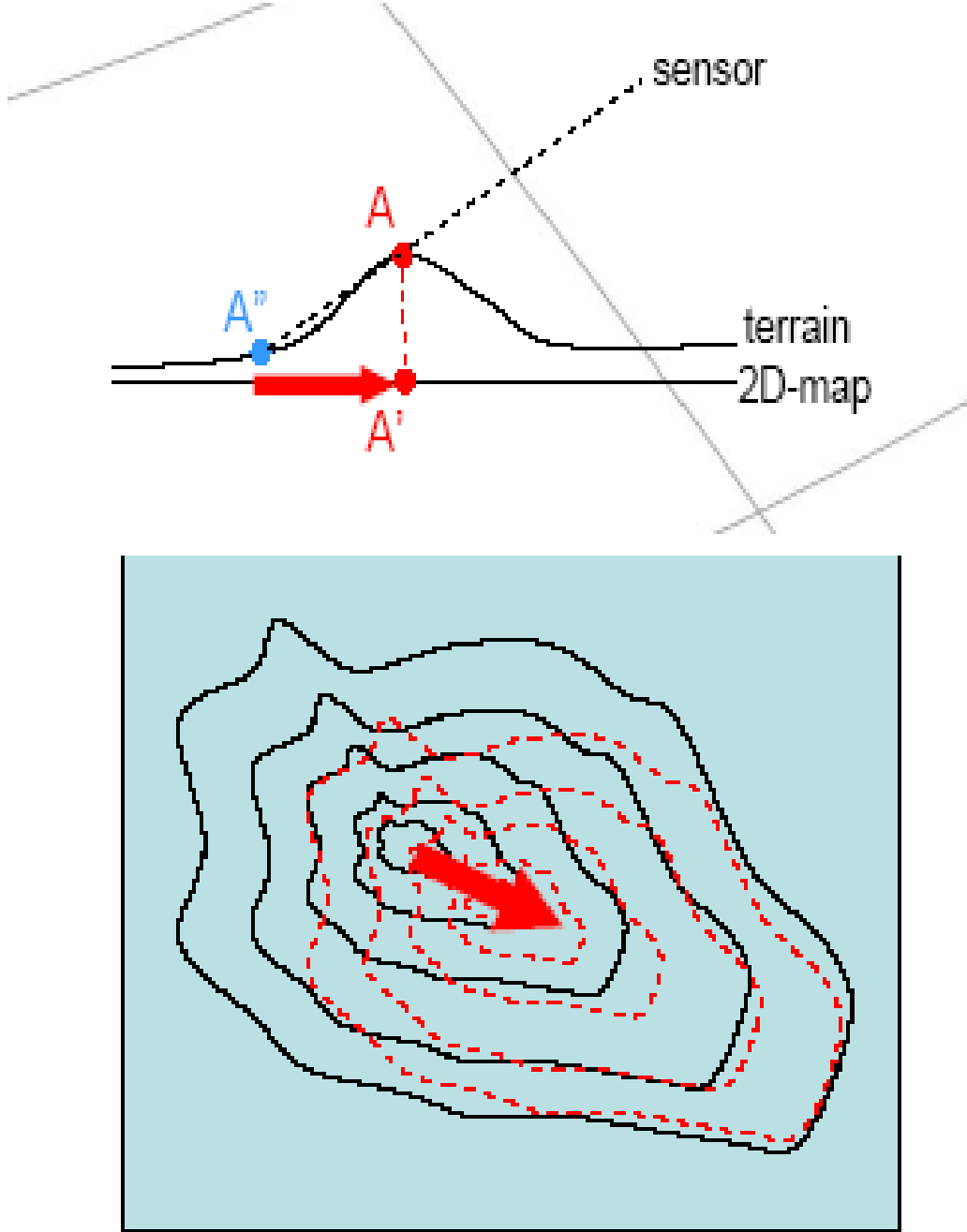


1

2

Şekil 2.15. Orijinal görüntü (1) ve geometrik olarak düzeltilmiş görüntü (2) [MTA, 2008].

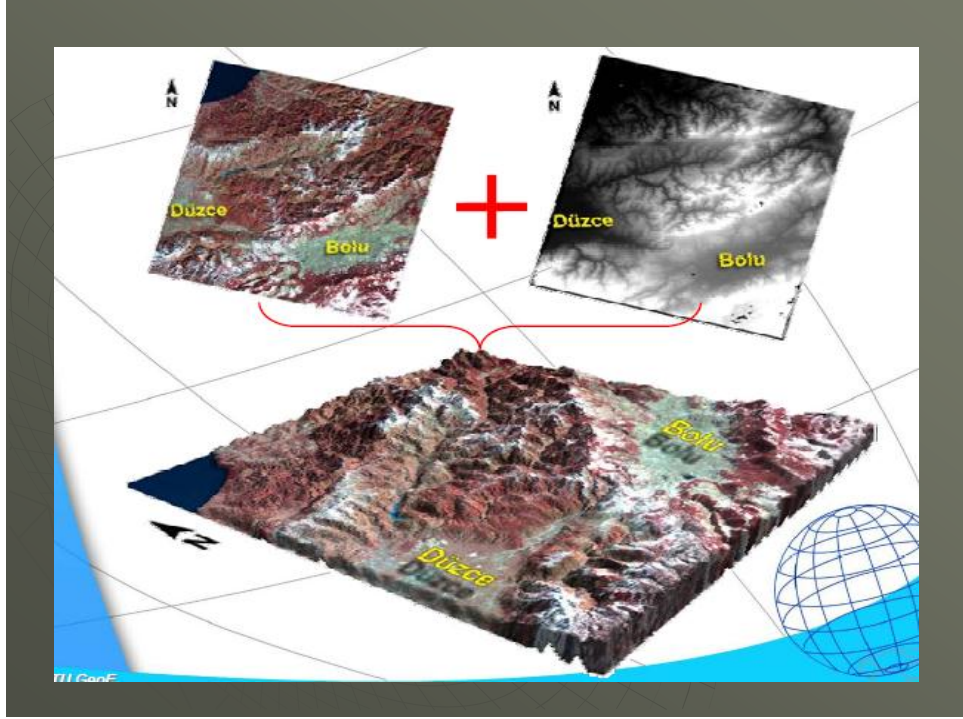
Eğer çalışma alanı topoğrafik olarak engebelerin fazla olduğu bir yer ise kayıt esnasında noktalar oldukları yerden farklı bir noktada kaydedilecektir (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. Engembeli arazideki gerçek nokta ve kaydedilen nokta.

Bu durumda geometrik rektifikasyon yeterli olmayacaktır bunun için ortorektifikasyon adı verilen ve sayısal yükseklik modeli ile görüntünün

birleştirilmesi sonucu düzeltilmiş bir topoğrafik harita ya da başka bir görüntü ile eşleştirme yapılması gerekmektedir [MTA, 2008] (Şekil 2.17).



Şekil 2.17. Orijinal görüntü, sayısal yükseklik modeli ve ikisinin birleştirilmesi [MTA, 2008].

2.1.6.2. Görüntü zenginleştirme

Görüntü zenginleştirme işlemleri uydu görüntülerinden daha iyi sonuçlar elde etmek ve görsel yorumlamayı kolaylaştırmak için yapılan işlemlerdir. Görsel yorumlamada bantlar tek tek kullanılabileceği gibi birkaç bantta bulunan farklı bilgilerin bir araya getirilmesi ile daha zengin bir veri elde edilebilir.

Görüntü zenginleştirme işlemleri tek bantlı ve çok bantlı görüntü zenginleştirme olarak ikiye ayrılır.

Tek Bantlı Görüntü Zenginleştirme:

- Spektral (Kontrast) İyileştirme:

Uydu sensörleri dünya yüzeyine ulaşarak yansıyan veya dünya yüzeyinden yayılan enerjiyi kaydeder. Dünya yüzeyindeki bir materyal belli bir dalga aralığında

yüksek enerji verirken, aynı dalga aralığında başka bir materyalin düşük enerji vermesi görüntüde bu iki materyal arasında kontrast farkı bulunduğu anlamına gelmektedir. Kontrast, bir görüntüdeki açık ve koyu tonlar arasındaki farklılıklardır.

Histogram, bir değer setinde her bir değer için kaç kez tekrar edildiğini gösteren diyagramdır. Histogram görüntüyü oluşturan bütün parlaklık değerleri grafiksel olarak gösterilir. Parlaklık değerleri (0-255) x eksenini boyunca, bulunma sıklığı ise y eksenini boyunca gösterilir [Maillet ve Sharaiha, 1999].

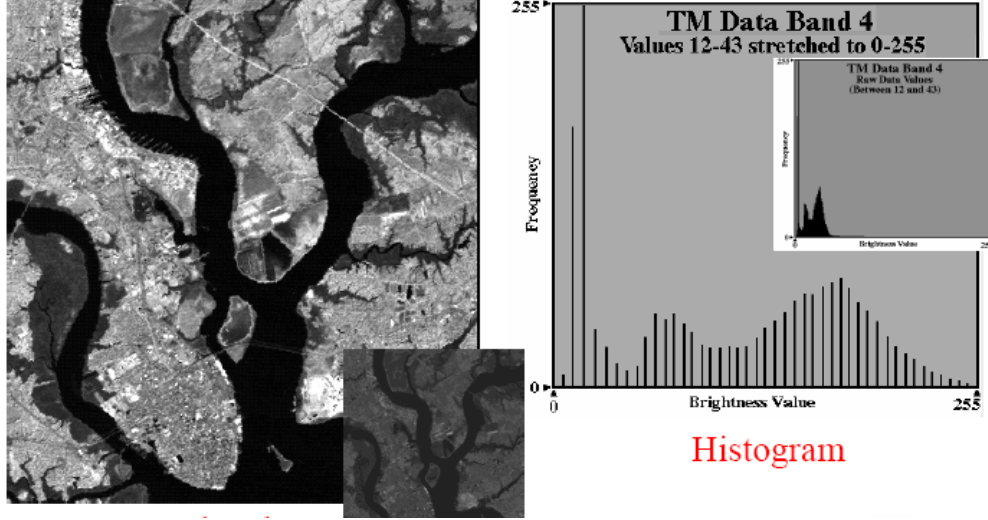
Kontrast iyileştirmede histogramda çıkan değerler 12 ile 43 arasındadır. 12 minimum değeri 0'a 43 maksimum değeri de 255'e atanacak şekilde histogram yayılır. Böylece görüntü 0-255 aralığında 256 renge dağılmış olarak görüntülenebilir (Şekil 2.18). Kontrast iyileştirme metodları üç başlık altında toplanabilir [Anonim, 2003; Sabins, 1987].

a) Doğrusal kontrast iyileştirme; Orijinal görüntü değerleri ile görüntülenen değer arasında doğrusal bir ilişki kurulur. Bu iyileştirme yönteminde en iyi sonuç görüntü histogramının Gauss dağılımı (değerlerin, tek modlu bir aralıkta bulunduğu ve modun her iki yanında simetrik biçimde dağıldığı) gösterdiği durumda alınmaktadır.

b) Parçacıl doğrusal kontrast iyileştirme; görüntü histogramının tek modlu olmadığı durumlarda bu iyileştirme yöntemi kullanılmaktadır. Su ve kara materyallerinin aynı görüntüde yer alması durumunda bu metod daha iyi sonuçlar vermektedir.

c) Doğrusal olmayan kontrast iyileştirme; histogram eşitleme, histogram normalizasyonu, logaritmik ve üstel kontrast iyileştirme metodlarıdır. En sık kullanılanları histogram eşitleme ve histogram normalizasyonudur.

Kontrast iyileştirme metodunun seçimi orijinal görüntü histogramına ve bu görüntüde kullanıcıyı ilgilendiren materyallere bağlıdır. Kontrast iyileştirmeden iyi sonuçlar alabilmek için histogramlar incelenmeli, iyileştirmede kullanılan metodlar görüntü üzerinde denenmeli ve gerekli olursa dönüşüm eğrisi üzerinde manuel olarak değişikliklerde yapılmalıdır.



Şekil 2.18. Orijinal değerleri 12-43 arasında olan görüntüye kontrast zenginleştirmesi işleminin uygulanması [Kaymakçı vd., 2003].

- Mekansal İyileştirme (Filtreleme) :

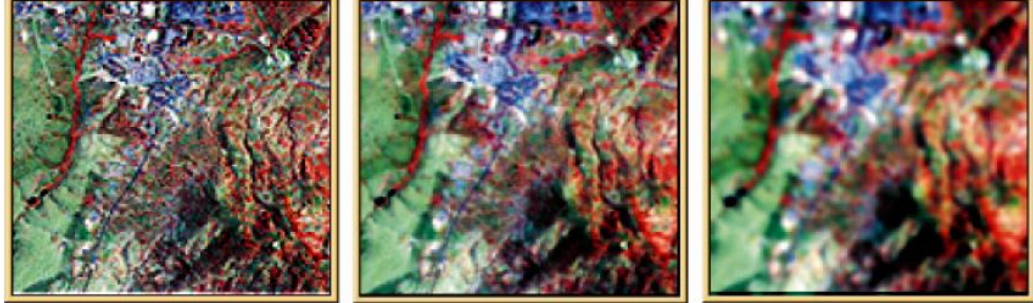
Filtreleme işlemi bir görüntüdeki bazı nesnelere belirginleştirmek ya da yok etmek, görüntüyü yumuşatmak ve kenar belirginleştirmek amacıyla kullanılır (Şekil 2.19). Bunu gerçekleştirmek için çeşitli sayısal filtreleme matrisleri kullanılır [UHUZAM, 2008; Altuntaş ve Çorumluoğlu, 2002].

Filtreler doğrusal ve doğrusal olmayan filtreler olarak ikiye ayrılır [Kaymakçı vd., 2003]. Doğrusal filtreler, alçak ve yüksek geçişli filtrelerdir. Doğrusal olmayan filtreler, ortalama, benek ve morfolojik filtrelerdir.

Alçak geçiş filtreleri, yüksek frekans detaylarını azaltır ve benzer tona sahip büyük homojen alanları belirginleştirmek için kullanılır (Şekil 2.19).

Yüksek geçiş filtreleri ise bir görüntüdeki benzer veya yavaş değişim gösteren özellikleri ortadan kaldırıp, ani değişimleri ve küçük detayları daha belirgin hale getirmek için kullanılır (Şekil 2.19).

Kenar zenginleştirme filtreleri de bir tür yüksek geçiş filtreleridir ve doğrusallık gösteren bileşenlerin belirlenmesinde kullanılır. Yolları, formasyon sınırlarını ya da çizgisellikleri çıkarmada kullanılır [Atasayan, 2000; Anonim, 2003].



Yüksek geçiş filtresi

Orijinal görüntü

Düşük geçiş filtresi

Şekil 2.19. Orijinal görüntü üzerinde, farklı frekans filtrelerinin uygulanması [Kaymakçı vd., 2003].

Çok Bantlı Görüntü Zenginleştirme : Birden çok bant kullanılarak yapılan işlemlerdir. Bunlar, aritmetik operasyonlar, temel bileşenler analizi (TBA) ve indekslerdir [Atasayan, 2000; Anonim, 2003].

- Aritmetik Operasyonlar

Toplama: Bir ya da birden fazla görüntü üzerinde görüntü kirliliğini ortadan kaldırmak amacıyla yapılır.

Çıkarma: İki görüntünün matematiksel olarak birbirinden çıkarılma işlemidir. Özellikle bir yerde meydana gelen değişiklikler aynı yere ait farklı tarihlerdeki görüntülerin birbirinden çıkarılmasıyla ortaya çıkarılır.

Bölme: Gölge etkisinin ortadan kaldırılması için kullanılır. İki görüntünün matematiksel olarak birbirine bölünme işlemidir.

Çarpma: Diğer işlemlerden farklı olarak tek bir görüntü üzerinde yapılır. Görüntüdeki değerlerin 0 ve 1 ile çarpılmasıdır. 1 ile çarpılan değerler aynı kalırken 0 ile çarpılan değerler siyah olur. Bu işlem maskeleyme olarak da adlandırılır.

- İndeksler

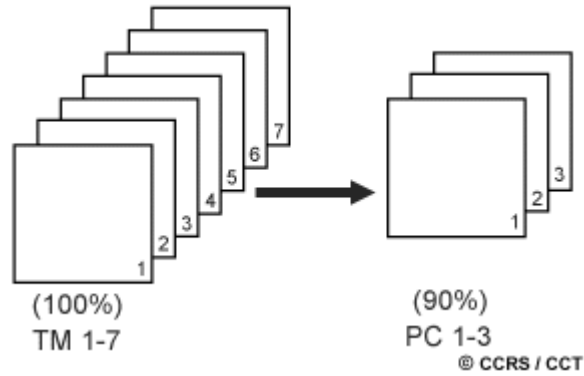
Uzaktan algılama ile ilgili uygulamaların büyük bir çoğunluğunu bitkiler oluşturur. Bitki indeksi birden çok banta uygulanarak bitki örtüsü, bitki türü tespiti için tek bir banta dönüştürür. En yaygın kullanılan bitki indeksi

$$\text{NDVI}_{\text{TM}} = \frac{\text{TM 4} - \text{TM 3}}{\text{TM 4} + \text{TM 3}}$$

= (NIR - red) / (NIR + red)' dir.

- Temel Bileşenler Analizi (TBA)

Bu analiz bantlar arasındaki geniş korelasyon problemini çözmek için kullanılmaktadır. Farklı dalga boylarındaki dijital veriler aslında aynı bilgiyi taşımaktadır. Temel bileşenler analizi, bu farklı multispektral verilerdeki fazlalıkları azaltmayı ya da ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. Ayrıca temel bileşenler analizi ile veri sıkıştırması da gerçekleştirilir. Şekil 2.20'de Landsat TM uydusuna ait yedi bantta ait verilerin temel bileşenler analizi ile üç bantta dönüştürüldüğü gösterilmektedir.

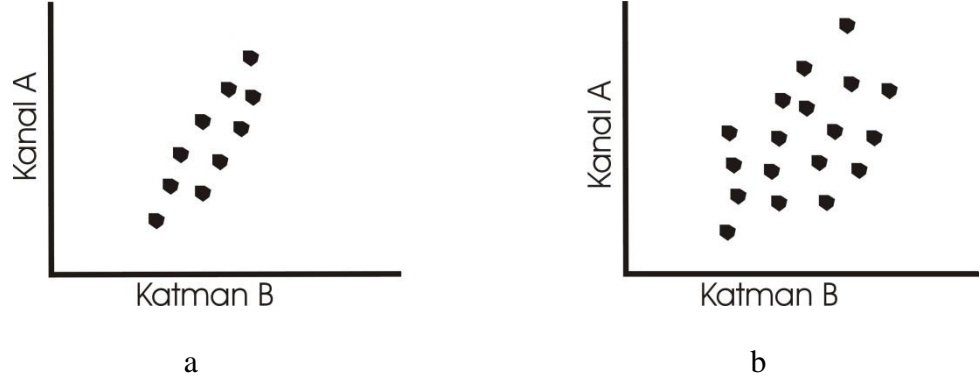


Şekil 2.20. Temel Bileşenler Analizi [NRCAN, 2010].

- Dekorelasyon Germesi

Bantlara uygulanan kontrast zenginleştirme işleminde, sadece şiddet aralığında bir genişleme söz konusudur. Renkler yine pastel tonlar içerir. Esası temel bileşenler analizi olan dekorelasyon girmesinde ise renk tonu ve şiddetinde çok az

miktarda değişiklik olmasına rağmen, doygunlukta abartılı bir değişiklik meydana gelmektedir (Şekil 2.21). Buda görüntüde bazı bileşenlerin daha rahat ayrılmasını sağlamaktadır.



Şekil 2.21. Dekorelasyon işlemi uygulanmamış (a) ve uygulanmış (b) görüntülerin doygunluk oranları.

Sınıflandırma Analizleri :

Görüntü sınıflandırma yeryüzüne ait ham halde bulunan bilgilerin tematik bilgiye dönüştürülmesi işlemidir. Oluşturulan tematik bilgi hızlı görsel yorumlama için renklerle kodlanır. Sınıflandırma manuel ve otomatik olarak iki şekilde yapılır.

- Manuel Sınıflandırma

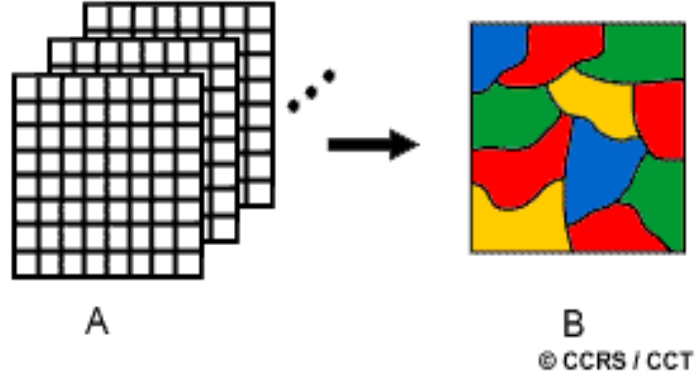
Araştırmacının ekran üzerinden görüntüyü değerlendirmesi ve farklı görsel özelliklere sahip alanların hangi tematik sınıfa ait olduklarına ilişkin fikir yürütmesidir.

- Otomatik Sınıflandırma

Otomatik sınıflandırma eğitimli ve eğitimsiz sınıflandırma olarak iki şekilde gerçekleştirilir.

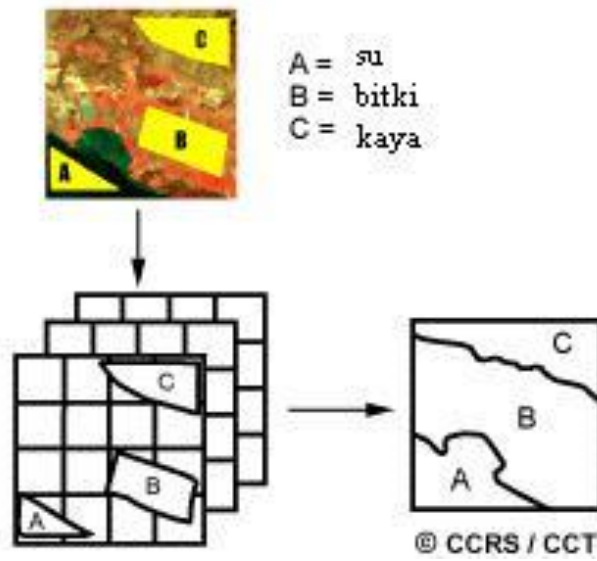
Eğitimsiz sınıflandırmada herhangi bir ön bilgi olmaksızın hücrelerin spektral sınıflarına göre yeni spektral sınıflar oluşturulur. Her bir piksel yakınlık derecesi ve dijital sayısı (DN digital number) değerine göre değerlendirilir ve en yakın olduğu

sınıfa ayrılır. Ancak bu sınıfların hangi tematik sınıfı temsil ettiği bilinmemektedir (Şekil 2.22.).

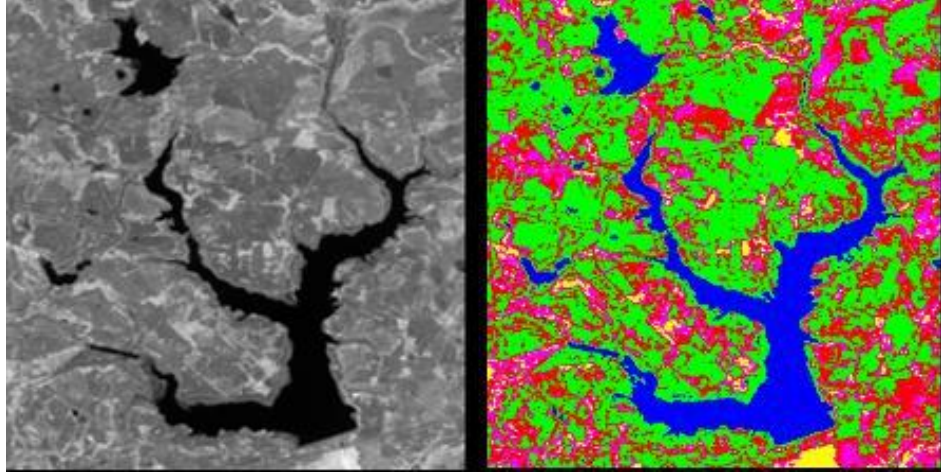


Şekil 2.22. Eğitimsiz sınıflandırma [NRCAN, 2010].

Eğitilmiş sınıflandırma ise bir ön bilgiye dayalı olarak yapılır. Kullanıcı ilk aşamada bir eğitim seti oluşturur ve sınıflar belirler. Arazinin kaç tematik sınıfa ayrılacağı belirlendikten sonra bir arazi çalışması ya da bir harita ile bu sınıflara ait piksel setleri toplanır (Şekil 2.23). Kullanılacak pikseller her bir sınıf için, o sınıfı en iyi temsil eden bölgelerden manuel olarak toplanır. Daha sonra tüm pikseller incelenir ve her piksel kendisine en yakın istatistik özellikler gösteren eğitim setindeki sınıflara atanır (Şekil.2.24).



Şekil 2.23. Eğitilmiş sınıflandırma [NRCAN, 2010].



a

b

Şekil 2.24. Orijinal (a) ve sınıflandırılmış görüntü (b) [14].

2.1.7. Landsat Serisi Uyduları

Landsat uyduları; tekrarlanmalı, dairesel, güneşle eşzamanlı, kutupsala yakın yörüngeye sahiptirler. Bu özellikleri sayesinde 81 °N ve 81°S arasında görüntüleme yapabilmektedir. İlk uzaktan algılama uydusu ve adı ERTS (Earth Resources Technology Satellite) olarak bilinen Landsat 1'in 23 Temmuz 1972 yılında uzaya gönderilmesi ile Landsat serisi uydular başlamıştır. İlk kuşak üç uydudan oluşmaktadır. Bu uydular iki algılayıcı taşımaktadır. Return Beam Vidicon (RBV) kamera ve Multispectral Scanner (MSS). RBV kamera ile yaşanan teknik sorunlar ve MSS'in spektral ve radyometrik üstünlüğü nedeniyle RBV verisi nadiren kullanılır.

İkinci kuşak Landsat uyduları, 1982'de Landsat 4 ile başlayarak, RBV yerine Thematic Mapper (TM) adında yeni bir cihazla donatılmışlardır. 1993 yılında, Landsat 6 düştükten sonra Landsat 7, geliştirilmiş Thematic Mapper ve yüksek çözünürlüklü tarayıcı ile donatılarak 15 Nisan 1999'da fırlatılmıştır. 11 Şubat 2013'de ise NASA tarafından Landsat 8 fırlatılmıştır (Çizelge 2.1).

Landsat uydularında Worldwide Reference System (WRS) temel alınarak onaltı günlük yörünge dönüşü, ekvatorunda 64,6° boylamından başlayarak 001 den 233'

e kadar, doğudan - batıya doğru devam eder ve Kuzey Kutup noktasından, Güney Kutup noktasına kadar 233 rotaya böler. Her bir uydu rotası ise 248 satıra bölünmüştür. Her bir yörünge / satır (path / row) parçası 185×170 km'lik alanı kapsayan bir Landsat görüntüsüdür [Kavak, 1995; Anonim, 2003; COMU, 2012].

Çizelge 2.1. Günümüze kadar gönderilen Landsat Uyduları

Uydu	Fırlatma Tarihi	İrtifa (km)	Çalışan Sensörler	Mevcut Durumu
L1	23 Tem 1972	907	MSS	6 Ocak 1978'de görev sonu
L2	22 Ocak 1975	908	MSS	5 Şubat 1982'de görev sonu
L3	5 Mart 1978	915	MSS	31 Mart 1983'de görev sonu
L4	16 Tem 1982	705	MSS, TM	Temmuz 1993'de görev sonu
L5	1 Mart 1984	705	MSS, TM	Görevine devam ediyor.
L6	4 Ekim 1993		MSS, TM	Fırlatma aşamasında kaybedildi.
L7	15 Nisan 1999	705	ETM+	Görevine devam ediyor.
L8	11 Şubat 2013	705	OLI, TIRS	Görevine devam ediyor.

Çalışmada kullanılan Landsat 5 TM uydusu 1987 yılında yörüngeye yerleştirilmiştir. Onaltı günde bir yeryüzünde aynı bölgenin görüntüsünü almaktadır. Radyometrik çözünürlüğü 8 bittir ve 0-255 aralığında değerlere sahiptir. Çizelge 2.2. de Landsat 5 uydusuna ait bantlar ile bunların özellikleri verilmektedir.

Landsat 5 TM'deki bantların özellikleri [MTA, 2008; Anonim, 2003]:

Bant 1 (Mavi): Mavi renge, suya ve H₂O içeren minerallere hassastır. Su yüzeylerini, bitki ve toprak arasındaki farklılıklar ile kıyı çizgilerinin haritalanmasında kullanılır.

Bant 2 (Yeşil): Yeşil renge hassastır, bitki örtüsünü tespit etmekte kullanılır.

Bant 3 (Kırmızı): Kırmızı renge hassastır, bitkiler düşük yansıma verir, litoloji ve toprak arasındaki sınırı belirlemede kullanılır

Bant 4 (Yakın kızıl ötesi): Klorofile hassastır, yoğun bitki örtüsü tespitinde kullanılır. Toprak / litoloji ve kara / su arasındaki kontrastlığı verir.

Bant 5 (Orta kızıl ötesi): Kalsit, siderit gibi karbonat minerallerine hassastır. Jeolojik çalışmalarda ve bulut ile kar arasındaki ayrımı yapmada kullanılır.

Bant 6 (Termal kızıl ötesi): Isıya hassastır. Sıcaklık miktarı, termal kirlilik ve jeotermal alanların belirlenmesinde kullanılır.

Bant 7 (Orta kızıl ötesi): Hidroksil iyonuna ve karbonat minerallerine hassastır. Jeolojide formasyonları ayırt etmede ve sınırları belirlemede kullanılır.

Çizelge 2.2. Landsat 5 TM bantları ve özellikleri.

Bant	Spektral Aralık (µm)			Çözünürlük (m)
1	0,45 – 0,52	Mavi	Görünür	30
2	0,52 – 0,60	Yeşil		30
3	0,63 – 0,69	Kırmızı		30
4	0,76 – 0,90	Yakın kızıl ötesi	Yansıyan yakın kızılötesi	30
5	1,55 – 1,75	Orta kızıl ötesi		30
6	10,42 – 12,5	Termal kızıl ötesi	Termal IR	120
7	2,08 – 2,35	Orta kızıl ötesi	Yansıyan orta IR	30

Landsat 7 ETM+ uydusu yeryüzünde 185 km genişliğinde bir alanı tarayarak ilerler. 8 bitlik sayısal görüntüler elde etmektedir. Landsat görüntüleri tarama çizgilerinden kaynaklı hataların giderildiği Level 0, radyometrik düzeltmelerin yapıldığı Level 1R, radyometrik ve geometrik düzeltmelerin yapıldığı Level 1G ve zenginleştirilmiş yersel düzeltmelerin yapıldığı GTCE olmak üzere dört şekilde kullanıcılara USGS tarafından sunulmuştur [NIK, 2008; IRONS, 2013]. Landsat 7 ETM+ Landsat 5 TM'e göre daha yüksek çözünürlükte (60 m) termal banda ve 15 m mekânsal çözünürlüğe sahip pankromatik banda sahiptir.

Landsat 8 uydusu, görünür, yakın-kızılötesi, kısa dalga kızılötesi ve termal kızılötesi aralıklarında görüntü almakta olup, spektral aralığa bağlı olarak 15 ile 100 metre arasında bir mekansal çözünürlüğe sahiptir.

Landsat 8 iki farklı cihaz taşımaktadır:

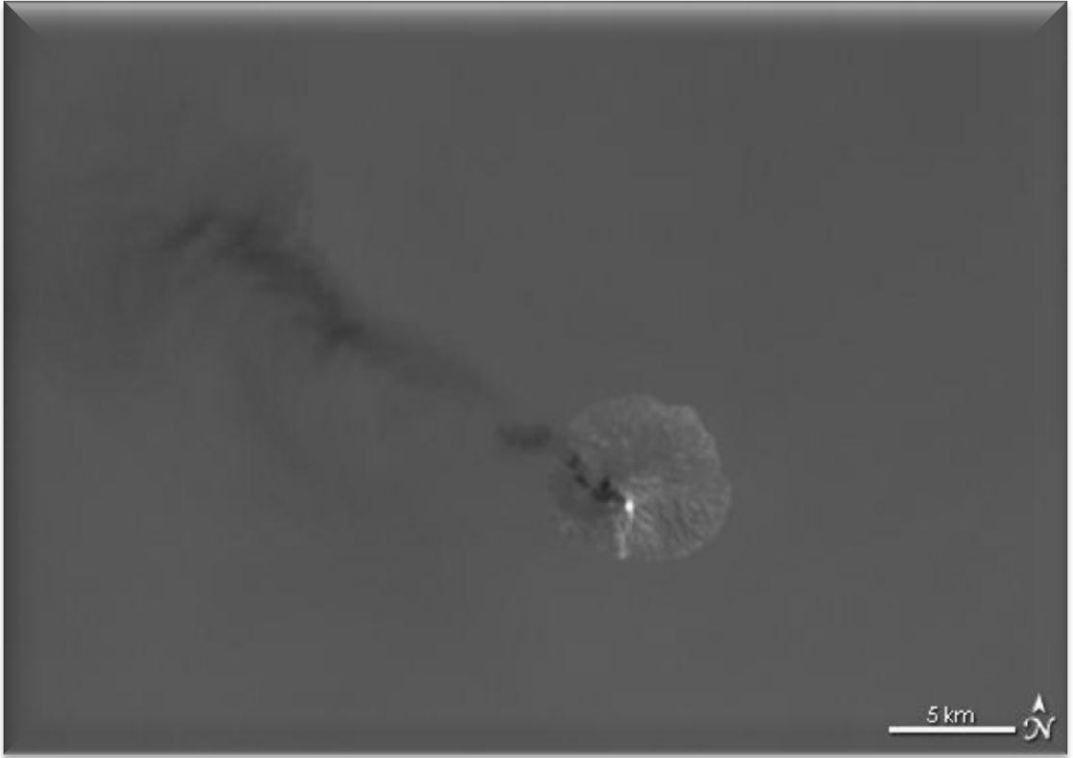
- OLI (Operational Land Imager), sensörü daha önceki Landsat sensörlerinden geliştirilerek NASA, Ball Aerospace tarafından yapılan kontrat doğrultusunda üretilmiştir. OLI sensörü, NASA'nın deneysel uydusu EO-1'de bulunan ALI (Advanced Land Imager) sensörünün teknik olarak geliştirilmiş halidir. OLI, önceki Landsat serilerinde kullanılan whiskbroom sensör yerine pushbroom sensör kullanmaktadır. Bu sensör dizaynı daha az hareketli parça yanında hassasiyetin artmasını ve daha içerikli yeryüzü bilgilerine erişim sağlamıştır.

OLI, dokuz adet spektral bant olarak veri toplamaktadır. Bu dokuz bandın yedisi daha önceki Landsat 5 TM ve Landsat 7 ETM sensörlerinde bulunan aralıklarına sahiptir ki böylece eski Landsat verileri ile uyumlu olması sağlanmıştır. Yeni iki spektral bant derin mavi/aerosol ve kısa dalga kızılötesi sirus bantları ile yüksek ve ince bulutların tespiti ve su kalitesinin ölçülmesi mümkün olmaktadır (Şekil 2.25, 2.26, 2.27).

- TIRS (Thermal Infrared Sensor) sensörü iki adet termal banda sahiptir. Bu sensörler sinyal-gürültü radyometrik performansı 12 bit üzerinde radyometrik çözünürlük sağlamaktadır. Bu 8 bit 256 gri seviye renge göre 4096 potansiyel gri renk seviyesi sağlamaktadır [NASA 2013; USGS 2013].



Şekil 2.25. Paluweh Volkanı Endonezya Landsat 8 görünür bant görüntüsü [NIK, 2008].



Şekil 2.26. Paluweh Volkanı Endonezya Landsat 8 termal bant görüntüsü [NIK, 2008].



Şekil 2.27. Aral Denizi-Orta Asya üzerinde bulutların Landsat 8 görüntüsü [NIK, 2008].

2.1.8. Terra Uydusu

1999 yılında Aster algılayıcısı (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer-İleri Uzaydan Gözlem ile Termal Yayımlım ve Yansıma Radyometresi) ilk dünya yer gözlem sistemi olan (EOS-Earth Observing Sistem) NASA 'ya ait Terra uydusu üzerine monte edilmiş beşinci sensördür. CERES, MISR, MODIS, MOPITT ise Terra uydusuna ait diğer sensörlerdir. Dünya çevresinde dairesel olarak yer yüzeyinden 705 km uzaklıkta kutuplara yakın bir yörüngede dönmektedir. Yörüngede güneşle eş zamanlı olarak ve yerel saatle sabah saat 10:30'da yeryüzünden veri toplamaya başlamaktadır. Yüksek alansal (spatial), tayfsal (spektral) ve radyometrik çözünürlüğe sahip toplam 14 bant spektral aralığa sahiptir. Görüntü büyüklüğü 60×60 km'dir [Fujisada, 1995; ASTER Reference Guide, 2003; Sümer vd., 2006].

Bu bantlar dalga boylarına göre görünür kızılötesi, kısa dalga kızılötesi, termal kızılötesi olmak üzere üç farklı spektral alandan oluşurlar ve her bir alanın yersel çözünürlüğü farklıdır.

Aster görüntüleri VNIR'de 15 m, SWIR'de 30 m, TIR'de 90 m yersel çözünürlüğe sahip olup, radyometrik çözünürlük bakımından VNIR ve SWIR'de 8 bit iken TIR'de 12 bittir (Çizelge 2.3).

VNIR (Visible and Near Infrared) görünür ve yakın kızılötesi alanda 3 spektral banda sahiptir. Bu alanın dalga boyu aralığı 0,52-0,86 μm 'dir. Aster algılayıcısının yakın kızıl ötesi alanda yüzeye dik görüntü alan sensörü dışında 27,6⁰ açıyla görüntü alan geri bakış sensörü (3B-backward band) bulunmaktadır. Bu sensör ile elde edilen veri sayesinde stereoskopik görüntü elde edilebilir. Jeoloji çalışmaları, demiroksit minerallerinin tespiti, buzul izleme, kara alanlarının sınıflandırılması ve değişimi, sulak alanların haritalanması, bitki örtüsü belirleme, sayısal yükseklik modeli oluşturma bu bölgede yer alan bandların kullanıldığı uygulama alanlarıdır [Sümer vd., 2006].

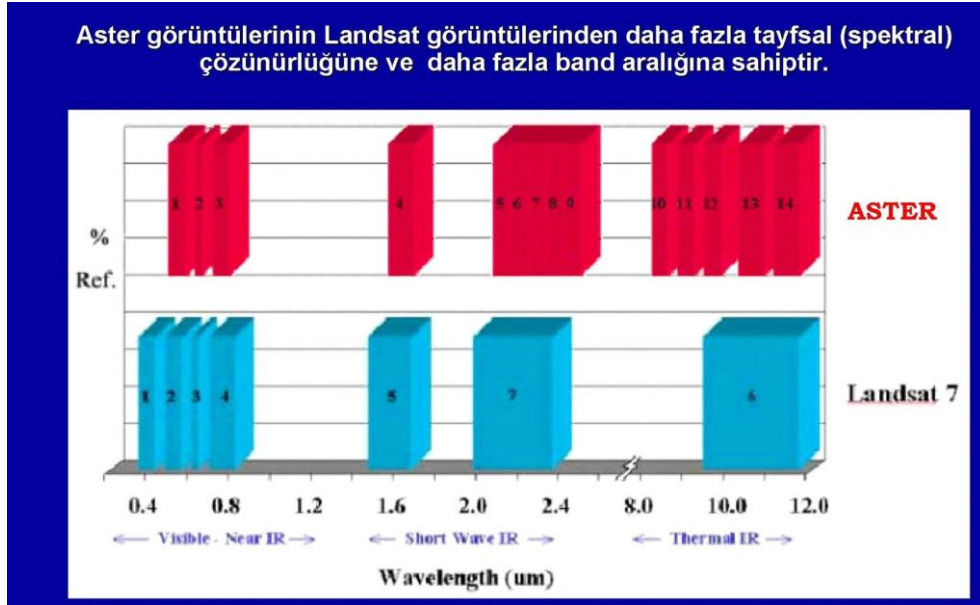
SWIR (Short Wave Infrared) kısa dalga kızıl ötesi alanda yani 1,6-2,43 μm dalga boyu aralığında Aster görüntüsü 6 spektral banda sahiptir. Bu bölgedeki bantlar jeolojik haritalama gibi yer bilimleri alanında yapılan çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

TIR (Thermal Infrared) termal kızılötesi spektrum alan son 5 bandı kapsamaktadır. Bu bantlar yardımı ile yüzey ısısı, yüzey yansımalarını, toprak nemliliği belirleme, yangın alanlarının izlenmesi, volkanik faaliyetleri izleme gibi çalışmalar yapılabilir. Bu alan 8,125-11,65 μm dalga boyu aralığını kapsamaktadır [ASTER Referance Guide, 2003].

Çizelge 2.3. Aster Bantları ve özellikleri.

Bant	Spektral Aralık (μm)			Yersel Çözünürlük (m)	Radyometrik Çözünürlük
1	0,52–0,60	Yeşil	Görünür (VNIR)	15	8 bit
2	0,63–0,69	Kırmızı			
3N 3B	0,78–0,86	Yakın kızılötesi			
4	1,60–1,70	Kısa dalga IR	Kısa dalga Kızıl ötesi (SWIR)	30	8 bit
5	2,145–2,185	Kısa dalga IR			
6	2,185–2,225	Kısa dalga IR			
7	2,235–2,285	Kısa dalga IR			
8	2,295–2,365	Kısa dalga IR			
9	2,360–2,430	Kısa dalga IR			
10	8,125–8,475	Termal kızılötesi (TIR)	90	12 bit	
11	8,475–8,825	Termal kızılötesi (TIR)	90		
12	8,925–9,275	Termal kızılötesi (TIR)	90		
13	10,25–10,95	Termal kızılötesi (TIR)	90		
14	10,95–11,65	Termal kızılötesi (TIR)	90		

Çalışmada kullanılan Landsat 5 TM uydu görüntüsü ile Aster uydu görüntüsü arasında bulunan en önemli fark Şekil 2.28 de görüldüğü gibi spektral çözünürlükte karşımıza çıkmaktadır. Landsat elektromanyetik spektrumu 7 bantta kaydederken Aster de 14 bantta kaydedilmektedir. Landsat'ın 6. ve 7. bantlarına karşılık gelen elektromanyetik spektrum aralığı Aster de daha dar band aralıklarına bölünmüştür, bu da kullanıcılara Aster uydu görüntüsünde Landsat'a göre mineral haritalama imkanı sunmaktadır.



Şekil 2.28. Landsat ve Aster uydu görüntülerinin spektral özellikleri [Kaymakçı vd., 2003].

2.2. UZAKTAN ALGILAMA İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Vincent [1975], çok bantlı termal kızılötesi tarayıcılarda 8-14 µm dalga boyu bölgesinin, silikatlı kayalar ve minerallerin belirgin kompozisyon bilgisini içerdiğini ve bunun jeolojik uzaktan algılamada çok önemli olduğunu belirtmiştir. Silikatlı kayaların türüne bağlı olarak, atom içi titreşimlerden kaynaklanan farklı dalga boylarında yayılmalar meydana geldiğini açıklamıştır.

Hunt [1979], Güneybatı Oregon ve kuzeybatı Kaliforniya'daki kromca zengin alanlardan derlediği örneklerle yaptığı çalışmada, ultramafik kayaların 0,35-2,5 µm aralığında belirgin yansıma spektrumu olduğunu belirtmiştir. Kromit örneklerinin, 1,0 µm dalga boyu yakınındaki FeO minerallerinin neden olduğu belirgin soğrulma özelliği ile ayırtlanabileceğini ve 1,0 µm dalga boyundaki soğrulma özelliğinin tipik olarak mafik ve ultramafik kayalarda bulunmakta olduğunu savunmuştur.

Quari [1991], Landsat TM görüntüsüne temel bileşenler analiz, dekorelasyon germe ve kenar belirginleştirme işlemleri uygulayarak çalışılan bölgedeki litolojik ve yapısal unsurları ortaya çıkarmıştır.

Ayday ve Çolak [1994], Bilecik yerleşim yeri ve civarının yeraltı suyu olanaklarını araştırmak için, bölgenin çizgiselliklerini saptamaya yönelik çalışmasında Landsat 5 TM uydu görüntüsü kullanmışlardır. Temel bileşenler analizi ve bant kombinasyonlarını kullanarak yaptıkları çalışmada, çizgiselliklerin en iyi 7, 5 ve PCA1 bant kombinasyonlarını kullanarak ortaya çıkarıldığını belirtmişlerdir.

Yıldırım ve Alparslan [1994], İstanbul'un kuzeybatısında Karadeniz kıyısında yer alan arazilerin kullanımında olan değişiklikleri ortaya çıkarmak amacıyla farklı yıllara ait Landsat MSS ve TM uydu görüntüleri kullanmışlardır. Uydu görüntülerine temel bileşenler analizi (TBA) uygulayarak, veri sıkıştırma yanında yıllara ait değişimlerin ortaya çıkarılmasını sağlamışlardır.

Nalbant ve Alptekin [1995], temel bileşenler analizi, şiddet-renk-yoğunluk dönüşümleri, bant oranlamaları ve kenar zenginleştirme yöntemleri gibi görüntü işleme teknikleri kullanarak, Korucu-Dula arasındaki alanın jeolojik yapısını ve litolojisini ortaya koymuşlardır.

Ninomiya ve Matsunaga [1997], yer yüzeyinin ana bileşeni olan silikat mineralleri en güçlü moleküler titreşimini termal kızılötesi (8-12 μm) dalga boyu bölgesinde gösterdiğini belirtmiştir. Buna karşın yaptıkları çalışmaya göre, silikat mineralleri görünür-yakın kızıl ötesinde (0,4-1,0 μm) ve kısa-dalga kızıl ötesinde (1,5-2,5 μm) düşük spektral özellikler göstermektedir. Termal kızılötesi bölgesindeki bu belirgin spektral özellik büyük oranda kimyasal bileşimle özellikle de silikat (SiO_2) içeriği ile ilişkilidir. 1999'da, Aster yörüngeye yerleştirilmeden daha önce çok bantlı termal kızıl ötesine sahip uzaktan algılama uydusunun bulunmadığını belirtmektedir. Bu çalışma sırasında, Cuprite bölgesinin termal kızıl ötesi deneme görüntüleri kullanılmış ve magmatik kayaların termal kızıl ötesi spektrası ile Aster spektral bantları arasındaki ilişki ve buna ilave olarak kimyasal olarak tanımlanması SiO_2 içeriğinin çoklu regresyon analizi ile bu içeriğin spektral değerlendirilmesine yönelik bir formül oluşturulmasına çalışılmıştır.

Süzen ve Toprak [1998], çizgiselliklerin çıkarımı ile ilgili yaptıkları çalışmada, tekli bant ve çoklu bant zenginleştirmelerinin yanında alansal filtreler kullanmışlardır. Smooth ve gradient filtrelerinin bölgesel ölçekli çizgisellik çıkarımında oldukça yararlı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Novak ve Soulakellis [2000], Landsat 5 TM verilerini kullanarak, Yunanistan'ın Lesvos adasının jeomorfolojik ve topoğrafik özelliklerini ortaya koyduktan sonra bölgede yer alan altı tane jeolojik birim ayırmış ve çizgisellikleri haritalamıştır. Bu çalışma sırasında görüntü analiz tekniklerinden temel bileşen analizi ve iki adet yalancı renk bileşiminden (kompozit) yararlanmışlardır.

Kavak ve Çetin [2001], Landsat TM uydu görüntülerinden bant 5’te yönlü kenar zenginleştirmesi ve gölge röliyef teknikleri uygulayarak Göl Marmara bölgesindeki çizgiselliklerinin haritalanmasını gerçekleştirmişlerdir.

Tarı vd., [2001], 17 Ağustos 1999 İzmit depremi sonrası gelişmiş olan sismojenik yapıları uzaktan algılama yöntemleri kullanarak incelemişlerdir. Bu amaçla, araştırmacılar ilk olarak 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritaları sayısallaştırarak sayısal yükseklik modeli (Digital Elevation Model (DEM)) oluşturmuşlardır. Bunları Landsat TM ve ERS SAR uydu görüntüleriyle birleştirmişlerdir. Sonuç olarak, inceleme alanının jeomorfolojik özelliklerini ve çizgiselliklerini belirleyip, arazi çalışmalarını ile deformasyon mekanizmalarını araştırmışlardır.

Tüfekçi vd., [2001], Landsat 5-TM ve Landsat 7-ETM uydu görüntülerini kullanarak, Kuzeybatı Anadolu’da aktif faylara bağlı olarak gelişmiş Düzce, Adapazarı, Bursa, Gemlik ve İnegöl alüvyal yelpazelerindeki toprak nemliliğini araştırmışlardır. Beş ayrı dönemde alınmış olan uydu fotoğraflarından yola çıkılarak en düşük toprak nemliliğinin, 17 Ağustos 1999 İzmit Depremi ve 12 Kasım 1999 Düzce Depremi sırasında geliştiğini tespit etmişlerdir.

Aydal vd., [2003], Kızıldağ masifindeki jeolojik birimleri ayırt etmek için, Landsat TM görüntüleri üzerinde, belirlediği bant kombinasyonlarından 731 ile mafik ve ultramafik birimleri tanımlamış, ofiyolitik kayaların içerdiği demiroksit ve hidroksil oranlarını baz alarak 751 ve 531 kombinasyonları ve dekorelasyon ile temel bileşenler analizini uygulayarak, litolojik sınıflamayı en iyi şekilde ortaya koymuştur. Ayrıca PCA 123’ ün ofiyolitik birimlerin ve alterasyona uğramış kayaların ayrımı için en ideal bant kombinasyonu olduğunu belirtmiştir.

Chellaiah [2003], ultramafikler ve bununla ilişkili kaya türlerini haritalama konulu çalışmasında, yaptığı analizlerde Landsat TM uydu verisini kullanmıştır. Ultramafik kayaların fazla miktarda ekonomik değere sahip olduğu vurgulanan çalışmada, yapay renklendirilmiş görüntüler oluşturmak için TM 754 bantları

kompoziti ve TM 5/7 4/5 3/1 bant oranlama kompoziti kullanılmıştır. Kullanılan bu kompozit görüntülerin ultramafik kayaların ve silikatlı kayaların alterasyon ürünlerinin haritalanmasında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Kansu ve Kaymakçı [2003], Sungurlu (Çorum) bölgesinde yaptıkları çalışmada, alanın ham, zenginleştirilmiş ve sayısal arazi modeli (SAM) ile birleştirilmiş görüntüleri üzerinde çizgisellikleri çıkartmışlar, elde edilen sonuçları coğrafi bilgi sistemleri kullanarak değerlendirmişlerdir. Bu çizgiselliklerden en çok tekrar edilenler arazide belirlenmesi mümkün olan faya karşılık gelen çizgisellikler olarak tanımlanmıştır.

Yetkin [2003], uzaktan algılama yöntemi ile asidik volkanik kayalarda görülen alterasyon tiplerini belirlemek amacıyla, Hasandağ-Melendiz Dağı arasındaki alanda Landsat 5 TM görüntüsünü kullanmıştır. Alterasyon mineralleri için bant oranlaması baz alınmış, bunun için USGS spektral kütüphanesi kullanılarak her mineral elektromanyetik spektrumun bant aralıklarına göre incelenmiş ve en uygun bant oranları seçilmiştir.

De Carvalho vd., [2004], spektral karışım analizi uygulayarak mafik veya ultramafik kayalar üzerindeki bitki örtüsü türlerini tespit etmek amacıyla yaptıkları bu çalışmayı üç ana aşamada gerçekleştirmişlerdir. Bunlar; konumlandırma ve maskeleme gibi ön işlemleri kapsayan birinci aşama, uç üyelerin tanımlanması aşaması ve son olarak da spektral karışım analizi (SMA) aşamasıdır.

Rowan vd., [2004], çalışmalarında, 126 bant ve 6 m yersel çözünürlüğe sahip HyMap verisini kullanmışlar ve spektral yansıma dönüşümü için geniş alan kaplayan alüvyal birimlerde yerinde spektrometre ölçümleri yapmışlardır. Saha ve laboratuvar spektralarının analizi ve piksel saflık indeksi kullanılarak seçilen eşlemeli filtre işlemi sonucu bölgeyi çeşitli sınıflara ayırmışlardır. Spektral olarak çeşitlilik sunan bir bölgedeki kaya türlerini temsil eden örneklerde, 0,4-2,5 µm dalga boyunda sahada ve laboratuvarında yansıma ölçümleri yapılmıştır. Mafik-ultramafik kaya türlerindeki Fe, Mg-OH soğrulmaları 2,35 µm'de biyotit, 2,32-2,38µm'de

şonkinit ve piroksenit gibi flagopit içeren kayalarda çarpıcı bir özellik sunmaktadır. Tüm bu mafik-ultramafik kaya türleri 2,25 µm'de zayıf Fe, Mg-OH özelliği göstermektedir. Yüksek çözünürlüğe sahip HyMap verisinin kullanıldığı eşlemeli filtre analizi sonucunda Mordor Pound çalışma bölgesinde 11 Al-OH spektral sınıf ayırtlanmıştır.

Uysal [2004], Dereboğazı (Isparta) çevresinde gerçekteştirilen çalışması ile çalışma alanında yer alan farklı birimlerin haritalanmasını gerçekteştirmiştir. Uydu verileri ile bazı jeolojik üniteler çok net ayrılırken, bazı jeolojik birimlerin ayırımının zor olduğu belirtilmiş, eldeki uydu görüntüleri ile ayrıntılı bir jeolojik haritanın mutlaka saha kontrollü olarak gerçekteştirilmesi gerekliliği ve aynı renk tonlarını veren farklı birimlerin olabileceği gibi aynı jeolojik birim içerisinde farklı renk tonlarının da gözlenebileceği belirtilmiştir.

Ayten [2005], Malatya Sürgü Fay zonunda yaptığı çalışmada Landsat TM, Aster, sayısal yükseklik modeli ve hava fotoğrafları kullanarak, Sürgü Fay Kuşağının geometrisi, deformasyon mekanizmasını ve kinematikiğini araştırmıştır. Görüntüleri kontrast iyileştirme, temel bileşenler analizi, dekorelasyon analizi ve renk kombinasyonları gibi teknikler uygulayarak, el ile, yarı otomatik ve otomatik olmak üzere üç değişik yöntem kullanarak çizgisellikler çıkartılarak sonuç çizgisellik haritası elde edilmiştir.

Kavak vd., [2005], bu çalışmada, Yeniçağa (Bolu) civarında, yaklaşık K 70° D doğrultusunda geçen Kuzey Anadolu Fay Zonu' nu (KAFZ) içine alan ERS-2 SAR radar ve Landsat TM görüntüleri üzerinde yapılan jeolojik amaçlı sayısal görüntü işleme çalışmaları gerçekteştirmiştir. Amaca yönelik olarak, görüntü üzerinde istenmeyen verilerin ortadan kaldırılması amacıyla gerçekteştirilen çalışmalarından Frost filtresi en iyi sonucu vermiştir. Fay zonunun görsel açıdan ortaya çıkarılmasına yönelik olarak ise yersel zenginleştirme yöntemlerinden kenar belirleme yöntemi kullanılmıştır. Arazide fay zonundan toplanan mesozkobik ölçekteki fay ölçümlerinden ortaya çıkarılan en büyük gerilme eksenini göz önüne alınarak seçilen filtreleme sonuçları, sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay zonunda

gözlenebilecek yapılarla deneştirilmiştir. Bu kinematik amaçlı çalışmalar sonucunda da, KAFZ'nun bölgede yaklaşık olarak K 47° B doğrultulu sıkışma ekseninin altında geliştiği anlaşılmıştır.

Da Silva vd., [2005], Güneydoğu Brezilya'da Sao Paula eyaleti sınırları içinde kalan Sorocaba bölgesinde yer alan hafif metamorfize olmuş kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşları ile fillit, mikaşist ve ince bantlı gnaystan oluşan bir alanı Landsat görüntülerini kullanarak incelemiştir. Çalışmanın amacı, uzaktan algılama görüntüleri ve basit tektonik modelleri birleştirerek, bölgenin daha karmaşık olan jeolojik yapısını ortaya çıkarmaktır. Bölgesel tektonik tarihçe, paleostress analiz sonuçları temel alınarak yapılmıştır. Tektonik yapıların çıkarılmasında ve yönlü özelliklerin belirlenmesinde kalitatif (histogramlar) ve istatistiksel metodlar kullanılmıştır. 'D oran testi' ile elde edilen sonuçların % 90-95 oranında güvenilir olduğu bulunmuştur.

Sarp [2005], çalışmasında çizgisellikleri belirlemek için dört yöntem önermiştir. Bu yöntemler; verilerin belirlenmesi ve bunların analiz için hazır hale getirilmesi, görüntü üzerinde belirlenen çizgiselliklerin otomatik ya da otomatik olmayan yöntemlerle belirlenmesi, belirlenen çizgiselliklerin yardımcı veriler kullanılarak test edilmesi, çizgiselliklerin analiz edilmesi ve analiz sonuçlarının jeolojik olarak yorumlanmasıdır.

Kaymakçı vd., [2006], Malatya havzasında yaptıkları çalışmada, uzaktan algılama, sismik yorumlama ve paleostres analizleri kullanarak Malatya-Ovacık fay kuşağının tek bir fay kuşağının iki ayrı segmenti değilde, birbirinden bağımsız hareket eden iki fay kuşağı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Gürçay [2007], Çankırı İli civarında Eldivan Dağında yüzeyleyen ofiyolitlerle ilgili yaptığı çalışmada Aster uydu görüntüsünü kullanarak ultramafik kayaların ve bozunma ürünlerinin termal spektral özellikleri göz önüne alınarak geliştirilen algoritmalar neticesinde, olivin içeriğinin yüksek olduğu kaya türleri

belirgin olarak ayırtlanmıştır. Belirlenen bu kaya türleri saha gözlemleri ve derlenen örneklerin petrografik tanımlamaları ile de denetlenmiştir. Elde edilen görüntü analiz sonuçları bölge jeolojisi ile karşılaştırıldığında, olivin içeriği yüksek peridotit türü kayaların melanj olarak haritalandığı gözlenmiştir.

Uslu [2007], Mihalıçcik (Eskişehir) çevresindeki kromit ve manyezit yatakları ile ilgili yaptığı çalışmada Landsat 7 ETM+ ve Aster uydu verileri kullanmıştır. Çalışma alanına ait 1/25.000 ölçekli paftaları sayısallaştırarak bölgenin sayısal yükselik modelini oluşturmuştur. Ayrıca görüntülere yönlendirilmiş ve yönlendirilmemiş sınıflandırmalar, temel bileşenler analizi, dekorelasyon gemesi ve filtrelemeler yaparak manyezit ve kromit cevherleri içeren ultramafik kayaların yerleri haritalanabilmiştir.

Domaç Dağgez ve Süzen [2008], alterasyon minerallerinin farklı dalga boylarındaki soğurma değerlerinin, Aster görüntüleriyle mineral haritalaması yapılmasına olanak sağladığını belirtmişlerdir. Çalışmada, arazi verileri ve spektral kütüphaneler kullanılarak Aster görüntüleriyle arazi çalışması öncesi hedef noktaları belirleyerek, araziden toplanan altere olmuş örnekler önce spektrometre yardımıyla tanımlanmış ve daha sonra spektral haritalama yöntemlerinden biri kullanılarak kalibrasyon yapılmış görüntü sınıflandırılmıştır.

Kayadibi vd. [2008], Gölcük ve Keçiborlu (Isparta) bölgesinde Landsat ve Aster uydu görüntüleri kullanarak yaptıkları çalışmada, Landsat görüntüleri ile demiroksit/hidroksit minerallerini (hematit, götit vb.) belirlemek için 3/1 bant oranlaması ve OH- içeren mineralleri (kil mineralleri) belirlemek için 5/7 bant oranlaması uygulanmıştır. Aster görüntüleri ile demiroksit/hidroksit (hematit, götit vb.), alunit/kaolinit, Al-OH içeren mineraller (kil mineralleri, muskovit, serizit vb.), opal ve jarosit minerallerini belirlemeye yönelik çalışma yapılmıştır. Bu mineralleri belirlemek amacıyla demiroksit/hidroksit mineralleri için 2/1, alunit/kaolinit için 4/5, Al-OH içeren mineraller için 5+7/6, opal için 4+5/7 ve jarosit minerali için 8/7 bant oranlamaları kullanılmıştır. Çalışma alanındaki alterasyon alanlarının mineral haritalaması Landsat TM ve Aster görüntüleri kullanılarak belirlenmiştir.

Sarp ve Erener [2008], Bolu bölgesine ait yaklaşık 50 km²'lik bir alanda üç farklı litolojik birimi kapsayan Aster uydu görüntüsünün 14 spektral bandını kullanmışlardır. Uydu görüntüsünün kapladığı alana ait spektral yansımalar incelenerek alanda bulunan litolojik birim sayısı belirlenmiş, belirlenen sınıf sayısına göre; görünür ve yakın kızılötesi (VNIR), kısa dalga kızılötesi (SWIR) ve termal kızılötesi (TIR) olmak üzere üç farklı algılayıcı bantta, eğitimli ve eğitimsiz iki farklı sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Sınıflandırma yöntemleri sonucunda elde edilen harita sonuçlarının doğrulukları bölgeye ait olan 1/100.000 ölçekli jeolojik haritalarla karşılaştırılarak elde edilen hata matrisleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek doğruluk, SWIR bantları kullanılarak yapılan eğitimli sınıflandırma yönteminden elde edilmiştir.

Alkeveli vd., [2010], Tuzgölü fay zonunda yaptıkları çalışmada 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalardan ve Aster Level 3A görüntüsünden elde edilen stereoskopik görüntüyü kullanarak çizgisellik analizleri yapılmıştır. Tuzgölü'nün kuzeyi ile Kemerhisar (Niğde) arasında K25° - 60°B doğrultusunda uzanan yaklaşık 200 km uzunluğunda, 2 ile 25 km genişliğinde aktif bir fay zonedir. TFZ üzerindeki yapısal gözlemler, bu zonun ortalama K 25°- 60°B doğrultulu, 65°- 85° GB'ya eğimli, çok küçük oranda sağ yanal doğrultu atım bileşenine sahip (sapma açısı; 75°- 85°) yüksek açılı normal faylardan oluşan bir fay zonu olduğunu ortaya konulmuştur.

Öztürk ve Batuk [2010], Samsun ilinde çizgisellik özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla Landsat-ETM+ uydu görüntüsü ve 1/25.000 ölçekli standart topoğrafik haritalar (STH) kullanılarak oluşturulan 10 m grid boyutlu sayısal yükseklik modeli (SYM) kullanılmıştır. Landsat-ETM+ uydu görüntüsünden çizgiselliğin elde edilmesinde filtreleme, bantların oranlanması ve farklı bant kombinasyonları uygulanmış, çizgisellikler görsel yorumlama ile manuel olarak sayısallaştırılmıştır. SYM'den farklı aydınlanma açılarında elde edilen kabartma haritalardan ve Landsat-ETM+ uydu görüntüsünden elde edilen çizgiselliklerin

birbirinden farklılıklar gösterdiği görülmüş ve elde edilen çizgisellikler karşılaştırılarak kontrollü olarak birleştirilmiştir.

Yakan ve Kavak [2010], bu çalışma kapsamında, inceleme alanına ait Aster uydu görüntülerine uygulanan ve arazide gerçekleştirilen haritalama çalışmalarını destekleyip kontrol etme olanağı sağlayan görüntü işleme yöntemleri de uygulanmıştır. Aster görüntüleri üzerinde (4/7,4/3,2/1) ve (4/1,3/1,12/14) (RGB) ve (2/1), (4/3), (5/3+2/1) olmak üzere bant oranlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bölgede gözlenen yapısal verilerin ortaya çıkarılması için uydu görüntüsüne dekorelasyon gerilmesi uygulanmıştır. Görüntüde aynı spektral özellikleri taşıyan pikselleri arazi sınıflarına veya konularına göre otomatik veya kullanıcı tanımlı olarak sınıflara ayırmak için sınıflandırma işlemi uygulanmış ve litolojik birimlerden oluşan yüzey örtü tiplerinin birbirinden ayrılmasını sağlamışlardır.

2.3. BÖLGE JEOLJİSİ İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Blumenthal [1941], Adana ve Niğde civarında yapmış olduğu çalışmada, bölgenin 1/100.000 ölçekli jeolojik haritasını yapmıştır. Ayrıca Belededik tektonik penceresini ve üzerindeki örtü birimleri tanımlanmıştır. Çalışma alanında Paleozoik zamanında, zengin karakteristik fosillere dayanarak Devoniyen ve Karbonifer, pizolitik kalkerler yardımı ile de Permiyen yaşlı birimleri ayırt etmiştir.

Blumenthal [1947], Ecemiş fay kuşağındaki incelemesinde Niğde-Adana illeri arasında Toroslar üzerinde jeolojik incelemeler yaparak bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamış, Ecemiş uzunlamasına çukurunun Tersiyer çökelleriyle doldurulduğunu ve Tersiyer öncesi hareketi ifade ederek Ecemiş fay kuşağı için “ Ecemiş Çayı Koridoru” ismini kullanmıştır.

Ketin [1968], Niğde ile Adana arasındaki Toroslar’ı enine kesen Ecemiş çukurluğunu doğrultu atımlı fayların meydana getirdiğini ve muhtemelen Tersiyer başında gelişmiş olan bu fayların yaklaşık olarak 45 km’lik bir yatay atım oluşturduklarını belirtmiştir.

İlker [1975], çalışma alanını kapsayan bir bölgede ve Adana Havzası’nda yaptığı çalışmada, Mesozoyik ve Tersiyer istiflerinin stratigrafisini incelemiştir. Bölgenin temelini Triyas yaşlı birimlerin oluşturduğunu, bu temel üzerine uyumlu olarak Jura-Kretase yaşlı karbonatlı birimleriyle ilk kez kendisinin tanımladığı Üst Kretase yaşlı Yavca formasyonu birimlerini içeren Mardin Grubunun geldiğini ve bu birimlerin de Üst Kretase yaşlı Ofiyolitik Melanj tarafından tektonik olarak üzerlendiğini belirtmektedir. Eosen yaşlı kireçtaşlarının açısız uyumsuzlukla bütün bu birimlerin üstüne geldiğini ve bu kireçtaşları üzerine ise açısız uyumsuzlukla Alt Miyosen yaşlı Gildirli Formasyonunun, onun üzerine uyumlu olarak Alt-Orta Miyosen yaşlı Karaisalı Formasyonu, ve bunu da Orta Miyosen yaşlı Güvenç Formasyonunun üzerlediğini, bölgenin en üst seviyesinde ise Üst Miyosen yaşlı Kuzgun Formasyonunun yer aldığını belirtmiştir.

Özgül [1976], Güney Türkiye’de yer alan Toroslar bölgesini, farklı tektonik birliklere ayırarak incelemiştir. Bunlar Bolkardağ Birliği, Geyikdağı Birliği, Aladağ Birliği, Alanya Birliği, Bozkır Birliği ve Antalya Birliği olarak isimlendirmiştir. Mersin ve civarında yaygın olarak Bolkardağ Birliği, Bozkır Birliği ve Geyikdağı Birliğine ait birimlerin bulunduğunu belirtmiştir.

Pampal [1984], Mersin’in kuzeybatısında, Arslanköy-Tepeköy yöreleri arasında yer alan Jura-Kretase yaşı Çalıoluktepe Kireçtaşı, Maastrihtiyen yaşı Yavca kireçtaşı, Üst Kretase-Paleosen yerleşim yaşı Tepeköy Türüsü, Burdigaliyen yaşı Arslanköy Marnı ve Miyosen yaşı Karaisalı Kireçtaşı olarak adlandırılmış birimleri ayırt etmiştir.

Demirtaşlı vd., [1984], Bolkar Dağlarında iki farklı tip çökel havzası ayırt etmiştir. Bunlar, kuzeyde Ereğli-Ulukışla Havzası, güneyde Ayrancı Havzasıdır. Çalışmada kuzeyde Bolkar Birliği, güneyde Orta Toros Birliği olarak tanımlanmış iki farklı tektonik istif ayırtlanmış ve Orta Toroslarda bulunan ofiyolit ve ofiyolitik melanjin farklı havzalardaki bulunuş şekillerine değinilmiştir.

Şengör vd., [1985], doğrultu atımlı faylar boyunca, kıtasal kaçma ile bağlantılı olarak gelişen havzaların oluşum ve gelişim süreçlerini incelemişlerdir. Bu mekanizmaya çok güzel bir örnek olan Türkiye’nin, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fayları boyunca güneybatıya kaçması ve bu faylar üzerinde gelişen birincil ve ikincil gevşeten büklümler üzerindeki çek-ayır havzaların ayrıntılı olarak incelendiği çalışmada, Türkiye ve çevresindeki bölgenin güncel tektoniğinin detaylı çalışılması sonucunda kıtasal kaçmayı oluşturan sebepler ve bu olayın sonuçlarının net olarak ortaya çıkarılabileceği belirtilmiştir.

Yetiş ve Demirkol [1986], Adana Havzasında yaptıkları çalışmada Paleozoyik’de Orta-Üst Devoniyen yaşı Yerköprü Formasyonu ve Permo-Karbonifer yaşı Karahamzauşağı Formasyonu ile Mesozoyik de Triyas-Kretase yaşı

Demirkazık Formasyonu, Üst Kretase yaşlı Yavca Formasyonu, allokton konumlu Kızıldağ Melanjı ve Faraşa Ofiyoliti birimlerini ayırt etmişlerdir. Bu birimler üzerine uyumsuz olarak Tersiyer yaşlı Gildirli, Karsantı, Kaplankaya, Karaisali, Cingöz, Kuzgun (Kuzgun üyesi, Salbaş Tüfit üyesi, Memişli Üyesi), Handere (Gökkuyu alçıtaşı üyesi) Formasyonları ve Kuvaterner yaşlı taraça, kaliçi, eski-yeni aluvyonlar gelmektedir.

Demirtaşlı vd., [1986], Bolkar Dağları'nda yapmış oldukları çalışmada, bölgede üç farklı istifin yer aldığını belirtmişlerdir. Bunlar Ereğli-Ulukışla Baseni, Bolkardağları bölgesi ve Bolkardağları güney bölgesi olarak ayrılmışlardır. İnceleme alanının içine dahil olduğu Bolkar Dağları ve Bolkar Dağları'nın güneyi bölgelerinde birbirinden farklı özellikler sunan Permiyen-Üst Kretase yaşlı birimlerin yer aldığını ve bu birimlerin de Üst Kretase yaşlı Ofiyolitik melanjla tektonik olarak üzerlendiğini belirtmişlerdir. Bolkar Dağları bölgesinde, tabanda yer alan istiflerin Alt Paleosen yaşlı Melekli formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla üzerlendiğini ve bu birimin de Üst Paleosen-Alt Oligosen (?) zaman aralığında çökelmiş Güzeller formasyonu ile uyumlu olarak devam ettiğini, Miyosen yaşlı Mut Formasyonunun bütün birimleri açısız uyumsuzlukla örttüğünü belirtmişlerdir.

İşler [1990], Mersin'in kuzeybatısında; Fındıkpınarı ve çevresinde yüzeylenen, Geç Kretase yerleşim yaşlı ofiyolitik melanj ve ofiyolitik seri ile Alt-Orta Miyosen yaşlı resifal kireçtaşlarını ayırtlamıştır. Ofiyolitik serinin harzburjit ve serpantinleşmiş harzburjitten oluştuğunu ve diyabaz, mikrodiyorit ve mikrogabro ile kesildiğini belirtmiştir. Ofiyolitik melanjın ise çeşitli yaşta kireçtaşı blokları içerdiğini vurgulamıştır.

Ünlügenç vd., [1990], Adana havzasının, Toros orojenik kuşağı içerisinde yer alan en büyük Neojen havzası olduğunu belirterek, Geç Tersiyer döneminde oluştuğunu vurgulamıştır. Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak gelen, sekiz Tersiyer formasyonunun toplam kalınlığının 9000 m olduğunu ifade etmiştir.

Yaman [1991], inceleme alanının güneyinde Gözne ve çevresinde yüzeylenen birimleri haritalayarak, tabandan tavana doğru Jura-Alt Kretase yaşlı Çağıloluk Tepe Kireçtaşı, Üst Kretase yaşlı kireçtaşı, Maastrichtiyen yaşlı harzburjit, diyabaz ve dünitden oluşan Mersin Ofiyoliti, kireçtaşı bloklu amfibolit, radyolarit, bazalt ve serpantinden oluşmuş Fındık Karmaşığı, Burdigaliyen yaşlı Kaplankaya Formasyonu ve Burdigaliyen-Langiyen yaşlı Karaisalı Formasyonu'nu tanımlamıştır.

Avşar [1992], Namrun ve civarında yaptığı çalışmada, tabanda yer alan Üst Kretase çökellerinin tamamen ofiyolitik malzemeden ibaret olup; radyolarit, kireçtaşı blokları ve fliş karakterli çökellerle temsil edildiğini, bunun üzerine açısız uyumsuz olarak Üst Paleosen-Orta Eosen yaşlı birimin geldiğini ileri sürmektedir. Yazar, Miyosen yaşlı birimler tarafından açısız uyumsuz olarak üzerlenen bu birimi formasyon adlaması kullanmadan sadece bentik foraminifer içeriği bakımından incelemiş, cins ve tür tanımlaması yaparak birime yaş vermiştir. İlerdiyen-Lütesiyen yaşlı olarak gösterilen birim, bu tez çalışmasına konu olan Güzeller Formasyonu olup, çalışmanın yapıldığı yıllarda Üst Paleosen'in en üst katı olarak gösterilen İlerdiyen'in tespit edilmiş olması nedeniyle Üst Paleosen-Orta Eosen yaş aralığından bahsedilmiştir.

Özalp [1992], Gülek-Çamalan (Tarsus) civarında yapmış olduğu yüksek lisans çalışmasında Üst Triyas – Orta Miyosen zaman aralığına çökelmiş beş birim ayırt etmiştir. Bu birimler; Üst Triyas-Kretase yaşlı Demirkazık Formasyonu, Oligosen-Alt Miyosen yaşlı karasal nitelikli Gildirli Formasyonu, Alt-Orta Miyosen yaşlı Kaplankaya Formasyonu ve Karaisalı Kireçtaşı, Pliyosen yaşlı Gülek Çakıltaşıdır.

Parlak vd., [1995], Mersin Ofiyolitinin tabandan tavana Mersin Melanjı, ofiyolitle ilişkili metamorfik kayalar (mermer, mikaşist, kalkışist, amfibolit, fillit), tektonitler, ultramafik ve mafik kümülatlar, bazaltlarla ara tabakalı derin deniz sedimanları ve ofiyolitlerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, Gözne-Sorgun arasında birimden elde edilmiş yapısal özelliklere göre Mersin Ofiyoliti'nin; Bolkar

Dağları Mesozoyik Karbonatları üzerine güneydoğudan, kuzeybatıya doğru bindirdiği belirtilmiştir.

Yetiş vd., [1995], Kuzeydoğu Akdeniz bölgesinde yüzeylenen Geç Senozoyik birimlerinin karşılaştırmasını yapmıştır. Bu amaçla, Güney-Orta Anadolu'da Çamardı, Adana Havzası, Misis Dağları, Kyrenia Sıra Dağları (Kuzey Kıbrıs) ve denizin altında Florence yükseliminde (Batı Kıbrıs) yer alan birimlerin stratigrafik karşılaştırmalarını yapmıştır. İnceleme alanında gözlenen Kaplankaya Formasyonu ve Karaisalı Formasyonu'nun Erken Miyosen'de gelişmiş olan bölgesel transgresyona bağlı olarak çökeldiğini ifade etmişlerdir.

Dhont vd., [1998], Orta Anadolu' da, Bolkar Dağlarını da içeren bir bölgede, SAR ERS-1 ve sayısal yükseklik modeli kullanarak tektonik ve volkanizma arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Bu çalışmada; Bolkar Dağları'nda kuzey doğu-doğu, güney-güneybatı doğrultulu ve güneydoğuya eğimli normal fayların yer aldığını belirtmişlerdir.

Koçyiğit ve Beyhan [1998], güncel neotektonik çalışmaları, uzaktan algılama ve hava fotoğrafları çalışmaları ve çeşitli ölçekte saha çalışmalarından elde edilen verilerle; Orta Anadolu fay zonunun, büyük bir sol yönlü kıta içi doğrultu atımlı bir fay olduğunu belirtmektedirler. Yazarlar, Orta Anadolu Fay zonu' nun güneybatı ucunda Namrun Segmenti'nin yer aldığını, bu segmentin Kıbrıs'ın batısında Kıbrıs Anamur fay segmenti olarak adlandırılan bir normal faya dönüşerek, Kıbrıs trençiyile birleştiğini belirtirler.

Dilek ve Whitney [1999], Adana'nın kuzeyinde yüzeylenen Kızıltepe Ofiyolitlerinin tabanında foliasyonlu metamorfik temel bulunduğunu ve amfibolitler ile mavişist fasiyesini içerdikini belirtmişlerdir. Bu metamorfik tabanın dalma batmanın erken zamanında olduğunu ifade etmişlerdir. Yine bu çalışmada, Orta Toroslarda yüzeylenen Neo-Tetis ofiyolitlerinin Aladağ ve Bolkar dağları bölgesinde yüzeylendikini ve Ecemiş Fayı ile ayrıldığını göstermişlerdir.

Westaway [1999], önceki araştırmacılar tarafından, Orta Anadolu Fay Zonu olarak tanımlanan ana yırtılma fayının bileşenlerini ve farklı bölgelerdeki özelliklerini tartışmıştır. Bu fay zonuna ait olduğu ifade edilen Namrun Segmenti Mersin'in kuzeyinde yer almaktadır. Bu bölgede yüzeylenen çizgiselliklerin yaşlı ters fayların etkisiyle geliştiğini vurgulamıştır.

Tekbaş [2000], Namrun'un güneyinde yapmış olduğu yüksek lisans çalışmasında; sekiz ayrı litostratigrafi kaya birimi ayırt etmiştir. Bunlar sırasıyla, Mesozoyik yaşlı olan Demirkazık Kireçtaşı, mağmatik kompleks, Fındık Karmaşığı, Mersin Ofiyoliti ile Senozoyik yaşlı Gildirli Formasyonu, Kaplankaya Formasyonu, Karaisalı Kireçtaşı ve alüvyon birimleridir. Çalışma alanında mağmatik kompleks ve Fındık Karmaşığı birimlerini içeren kayaç topluluğunu Mersin Ofiyolitli Melanj'ı olarak tanımlamıştır.

Özer vd., [2002], Mersin ilinde, Mesozoyik platform karbonatlarında (Cehennemdere Formasyonu) ve Üst Kretase yaşlı Yavca Formasyonunda yaptıkları çalışmada; pasif kıtasal bir kenar üzerine ofiyolit yerleşimi ve bindirmesiyle ilişkili karbonat platformundan yamaç ve havza çökellerini içeren bir foreland havzaya geçişin olduğunu belirtmişlerdir.

Özer vd., [2004], Fındıkpınarı Karışığında yaptıkları çalışmada, birimin Maastrichtiyen-Paleosen (?) yaşlı olistostromal karışık ve Geç Senomaniyen yaşlı tektonik karışıktan oluştuğunu belirtmişlerdir.

Parlak ve Robertson [2004], Bolkar Dağları güneyinde Mersin Karışığı olarak adlandırılan, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda yüzeylenmiş, metamorfik bir taban içeren, Mersin Ofiyoliti tarafından tektonik olarak üzerlenmiş ve Torid Karbonat platformu üzerinde tektonik olarak yer alan bir karışığın oluşumundan söz ederler. Araştırmacılar Mersin melanjının, Beyşehir Hoyran naplarına benzer şekilde, kuzeyden güneye doğru yerleşmiş ve İç Torid okyanusundan türeyen, ofiyolitik naplara bağlı olarak Toros Karbonat Platformunun üzerinde oluştuğunu ileri sürerler.

Clark ve Robertson [2004], İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Geç Kretase Erken Tersiyer Ulukışla havzasının tektonik ve sedimanter evrimini incelemişlerdir. Araştırmacılar Ulukışla havzasının transtansiyonel bir havza olarak geliştiğini, İç Torid okyanusunun kapanımına bağlı oluşan Alihoca Ofiyolitik Melanji'nin üzerinde uyumsuz olarak yer aldığını belirtirler.

Özoktay [2005], Bolkar Dağları'nın güneyinde yaptığı çalışmada, Üst Permiyen-Miyosen zaman aralığında 8 birim ayırt etmiştir. Çalışılan bölgedeki birimlerin özellikle taban seviyelerinde basınç gerilmeleri etkisi ile gelişmiş yoğun deformasyonların olduğunu belirtmiştir.

Şen [2005], Orta Torosların doğu kısmında yer alan Arslanköy ve yakın yöresinde yaptığı çalışmada, Senoniyen - Miyosen zaman aralığında 7 birim ayırt etmiştir. Bölgedeki en önemli yapısal unsur olan Orta Anadolu Fay Zonu'nun güneybatıya doğru devamını oluşturan Namrun Fay Segmentinin, incelenen alanda K50D ve K70D doğrultulu 2 fayla izlendiğini belirtmiştir.

Kalelioğlu [2005], Arslanköy-Güzelyayla (Mersin) yöresinde yaptığı çalışmada, Landsat 5 TM uydu görüntülerini kullanarak bölgenin tektonostratigrafik evrimini açıklamıştır. Sayısal yükseklik modeli, uydu görüntüleri ve arazi çalışmaları sonucunda bölgedeki çizgisellikleri tespit etmiş ve oluşturduğu gül diyagramlarının yorumlanması ile bölgedeki kırıkların, yaklaşık K60D doğrultulu, sol yönlü doğrultu atımlı fay mekanizması içerisinde geliştikleri sonucuna varmıştır.

Başalan [2006], Çamlıyayla (KD Mersin) güneyinde yapmış olduğu yüksek lisans tezinde, Jura-Kretase yaşlı Cehennemdere Formasyonu, Maastrichtiyen yaşlı Fındıkpınarı Karışığı, Alt Eosen yaşlı Güzeller Formasyonu, Alt-Orta Miyosen yaşlı Kaplankaya Formasyonu, Alt-Orta Miyosen yaşlı Karaisalı formasyonu olmak üzere 5 adet kaya stratigrafi birimi ayırt etmiştir. Çalışmada bir adet tip kesit ve iki adet yardımcı kesitte yaptığı ayrıntılı paleontolojik incelemelerle, Alt İlerdiyen-Orta Küviziyen yaş aralığında, sığ bentik foraminiferlere göre, SBZ 5- SBZ 11 aralığındaki biyozonlarını belirlemiş, bu biyozonların Tetis kuşağındaki bazı bentik

foraminiferlere uygun olmasına rağmen, genellikle farklı stratigrafik aralıklarda bulduklarını tespit etmiştir.

Kaya [2006], Çamlıyayla (KD Mersin) ve güneydoğusunda yapmış olduğu yüksek lisans tezinde, inceleme alanının da Alt Triyas–Orta Miyosen zaman aralığında altı adet kaya stratigrafî birimi ayırt etmiştir.

Gök [2006], Çamlıyayla güneyinde yapmış olduğu yüksek lisans tezinde, İnceleme alanın jeoloji haritasını hazırlayarak, Üst Triyas–Orta Miyosen zaman aralığında yedi adet kaya stratigrafî birimi ayırt etmiştir.

Yılmaz [2006], Çamlıyayla güneydoğusunda bulunan Sarıkavak–Bağçatağı köyleri civarında yapmış olduğu yüksek lisans tezinde, İnceleme alanın jeoloji haritasını hazırlayarak, Üst Triyas – Orta Miyosen zaman aralığında 8 adet kaya stratigrafî birimi ayırt etmiştir.

Alan vd., [2007], Orta Toroslar’ın doğu kesiminde Ereğli (Konya), Ulukışla (Niğde), Karsantı (Adana) ve Namrun (Mersin) ilçeleri arasında kalan bölgede yapmış oldukları çalışmada, Geyik Dağı, Bolkar Dağı, Aladağ ve Bozkır birlikleri ile Namrun Tektonik Dilimine ait birimler ve bunları örten Ereğli-Ulukışla havzası, Ayrancı-Adana ve Karsantı havzalarına ait Tersiyer yaşlı örtü kayaçlarını haritalayarak bölgenin jeodinamik evrimini yorumlamışlardır.

İnan ve Ekingen [2007], Namrun Fayının Namrun ve yakın yöresindeki jeolojik ve morfolotektonik özelliklerini incelemişlerdir. Namrun Fay Zonunun bölgede K60-80D doğrultularında ve 3-8 km uzunluğunda çok sayıda fay ile temsil edildiğini, bunların sırasıyla; Namrun, Çamarası, Sebil, Cehennemdere, Alaiye, Tepetaş, Meydan ve Çevlik fayları olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Tersiyer yaşlı kaya birimlerinin sınırları ile morfolojide gözlenen sol yanal ötelenmeler, fay düzlemi çözümleri ve bölgede meydana gelen depremler, bu fayların önemli bir düşey bileşene sahip sol yanal doğruItu atımlı diri fay olduğu sonucuna varmışlardır.

Taslı vd., [2007], Bolkar Dağları'nın metamorfik olmayan güney kesimlerinde yapmış oldukları çalışmada, Jura-Kretase karbonat istiflerinde dört yüzlek kesitinden derledikleri 1320 ince kesitin incelenmesi sonucunda, Bolkar Dağ Karbonat Platformu'nun eski Permiyen-Triyas platformunun yüzlek veren kesimleri üzerinde Bajosiyen'de kurulmaya başladığını ve çalışılan bölgede en fazla 800 m'lik bir kalınlığa ulaşarak Santoniyen'e kadar gelişimini devam ettirdiğini belirtmişlerdir.

Zorlu [2009], Çamlıyayla ve yakın yörelerini içeren çalışmasında Landsat 5 TM uydu görüntüsü ve SRTM görüntüleri ile 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritaların sayısallaştırılması sonucunda oluşturulmuş sayısal yüksekli modeli, RGB kombinasyonları ile arazi verilerinden üretilmiş jeoloji haritasını kullanarak inceleme alanındaki morfotektonik yapıları belirlemiştir. Bu yapıları elde edilen veriler kullanılarak gül diyagramları ile bölgede hakim olan transtansiyonel nitelikli doğrultu atımlı tektonik rejim içerisinde yorumlamıştır.

Koç ve Taslı [2010], Çalışma Kırkkavak fayı ve Ecemis fayı ile sınırlı ve güney Türkiye'de yer alan Orta Toroslar'ın orta kesiminde 11 yerden seçilen Senomaniyen-Maastrichtiyen istifinden oluşur. Yapılan çalışma sonucunda istiflerin litolojik, paleontolojik ve dokusal özelliklerine göre 7 litofasiyes ayırt edilmiştir

3. MATERYAL ve METOT

3.1. MATERYAL

Çalışma alanı; Mersin'in kuzeyinde, Orta Torosların doğusunda yer almakta ve arazi engebeli bir yapı sunmaktadır. Yükseltiiler, Kırmızıziyaret Tepe (C1, 2074m), Gök Tepe (C3, 2058m), Demirözü Tepe (B13, 1422m), Ardiç Tepe (B15, 1474m), Kıraç Tepe (B24, 1251m), Kurt Tepe (C25, 1205m), Kekikburnu Tepe (E12, 1476m), Çatal Tepe (F1, 1603m), Kuyucak Tepe (F3, 1592m), Tavşan Tepe (I12, 1323m), Hamurcubeleni Tepe (I7, 1573m), Dedekavak Tepe (İ4, 1774m), Ziyaret Tepe (K1, 1654m) (Ek-1).

İnceleme alanındaki başlıca yerleşim birimleri; Alibeyli (Ç22), Anduvar (T7), Arslanlı (O22), Aydınlar (J12), Bolkoyağı (I5), Çamlı (O12), Çerçili (N13), Elbeyli (Ç20) Güneyli (C10), Güzeloluk (R4), Harfilli (E10), Karaoğlan Mevkii (B3), Kalecik Mevkii (D5), Kayacık (P25), Kadılar (I15), Koromşalı (O16), Kösereli (N19), Kösbucağı (T21), Sorgun (K1), Şahmurlu (A26) (Ek-1).

Bölge Akdeniz iklimi etkisindedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise yağışlı ve ılımandır. Çalışma alanında kış ayları süresince kar yağışı gözlenmektedir. Bölgede çam ormanları yaygındır. Bölge halkı meyvecilik ve küçükbaş hayvancılıkla uğraşmaktadır.

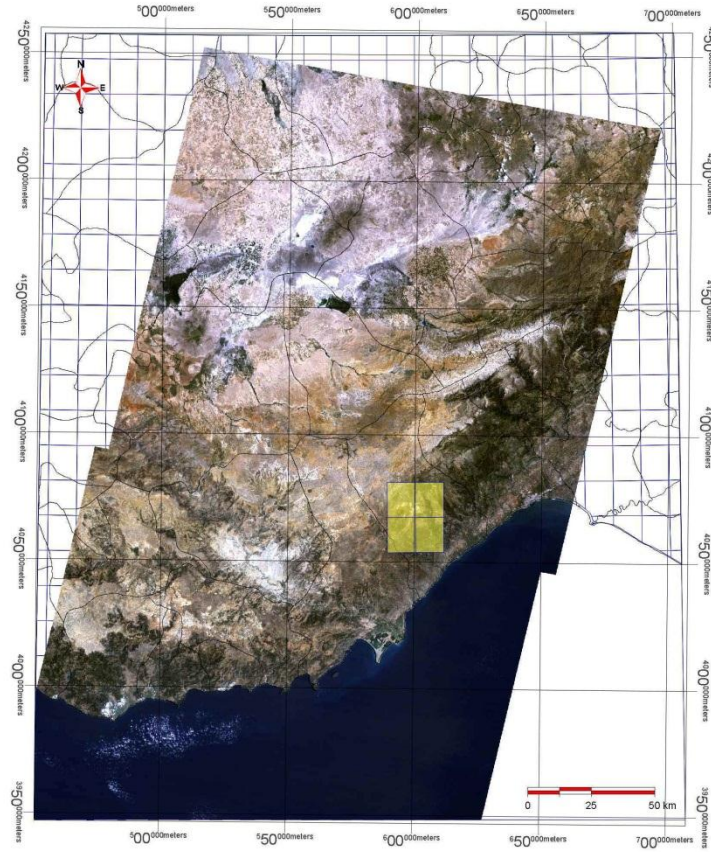
Çalışmada kullanılan en önemli materyaller 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar ile çalışma alanını kapsayan, Maden Tetkik Arama Enstitüsünden (MTA) elde edilen Landsat 5 TM uydusuna ait 176/34 ve 176/35 yörünge/satırlı uydu görüntüleri, Aster Level 3A uydu görüntüsü ve Arcasoy Danışmanlık ve Mühendislik Hizmetleri Limited Şirketinden alınan Aster Level 1B görüntüsüdür.

3.2. METOT

Doktora tezi olarak hazırlanan bu çalışma; 1/25.000 ölçekli Silifke O32 a3, a4, d1 ve d2 paftalarında, yaklaşık 600 km² lik bir alanı kapsamaktadır. Bu çalışma saha öncesi çalışmaları, saha çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada yürütülmüştür.

Saha Öncesi Çalışmalar

Bu aşamada, çalışma alanı ile ilgili bilgi toplamak için literatür taraması yapılmış, bunun için MTA ve üniversitelerin kütüphaneleri, bunlara ek olarak internetten abone olunan veri tabanları taranmıştır. Böylece çalışma alanı ve çalışma metodu ile ilgili; makale, tez, bildiri, rapor gibi kaynaklar derlenmiş, çalışma alanı ve yakın çevresine ait yapılmış jeolojik haritalar incelenmiştir. Uzaktan algılama çalışmasında kullanılacak olan 176/34 ve 176/35 yörünge/satırlı 1987 yılına ait Landsat 5 TM uydu görüntüleri ve Aster Level 3A uydu görüntüsü MTA Uzaktan Algılama Laboratuvarından elde edilmiştir (Şekil 3.1). Çalışma alanını kapsayan 17 Mayıs 2005 tarihli Aster Level 1B görüntüsünde Arcasoy Danışmanlık ve Mühendislik Limited Şirketinden temin edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.1. Çalışma alanını kapsayan Landsat 5 TM uydu görüntüsü.



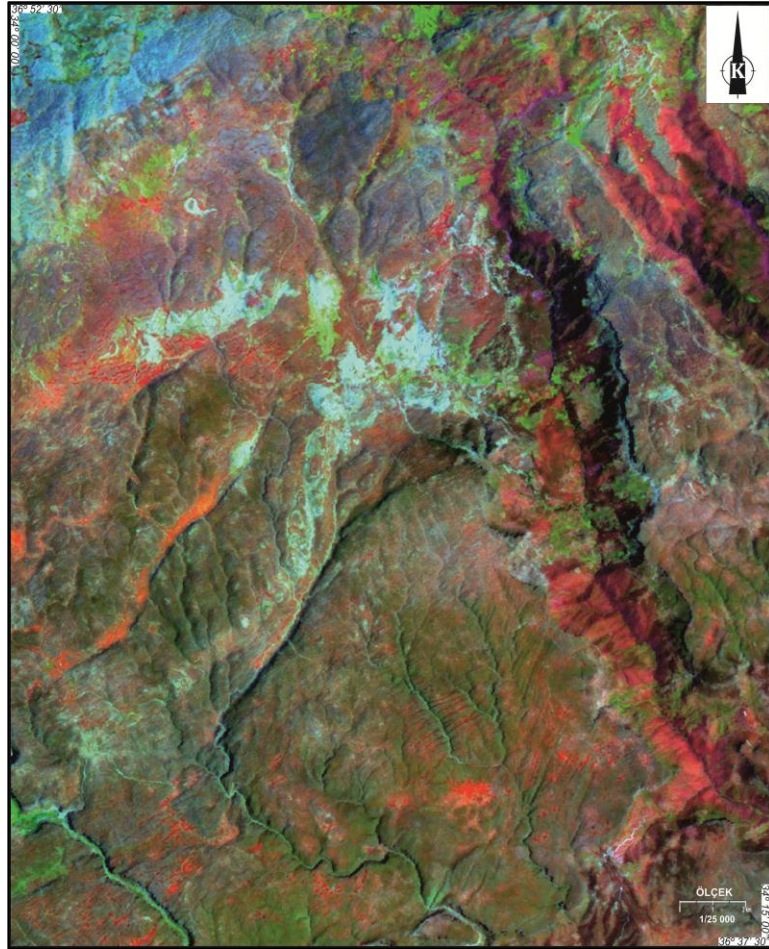
Şekil 3.2. Çalışma alanını kapsayan Aster uydu görüntüsü.

Saha Çalışmaları

Bu aşamada, ilk olarak çalışma alanının 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritaları kullanılarak 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası hazırlanmış, çalışma alanındaki formasyon sınırları belirlenmiş, birimlerin litolojik özellikleri, makrofosil içerikleri, birimler arasındaki dokanak ilişkileri saha defterine not edilmiş ve taslak kesitlerle açıklanmıştır. Bölgedeki faylar ve tabaka duruşları pusulayla ölçülerek haritaya yerleştirilmiştir. Gerekli görülen yerlerden el örnekleri toplanmış, bunların makroskobik özellikleri araştırılmış, birimlerin litolojik özelliklerini, dokanak ilişkilerini ve yapısal unsurları ortaya çıkarmak amacıyla fotoğraf çekimi yapılmıştır.

Laboratuvar Çalışmaları

Bu aşamada, ilk olarak çalışma alanını kapsayan paftalar taranarak bilgisayar ortamına aktarılmış ve koordinatlandırılmıştır. Çalışma alanı 176/34 ve 176/35 yörünge/satırlı uydu görüntülerinde yer aldığı için iki görüntü öncelikle mozaikleme işlemi ile tek bir görüntü haline getirilmiştir. Aster ve Landsat görüntülerinden, koordinatlandırılmış paftalar kullanılarak çalışma alanını kapsayan kısımlar kesilmiştir (Şekil 3.3). Daha sonra görüntüler topoğrafik haritalar aracılığıyla jeoreferanslandırılmıştır.

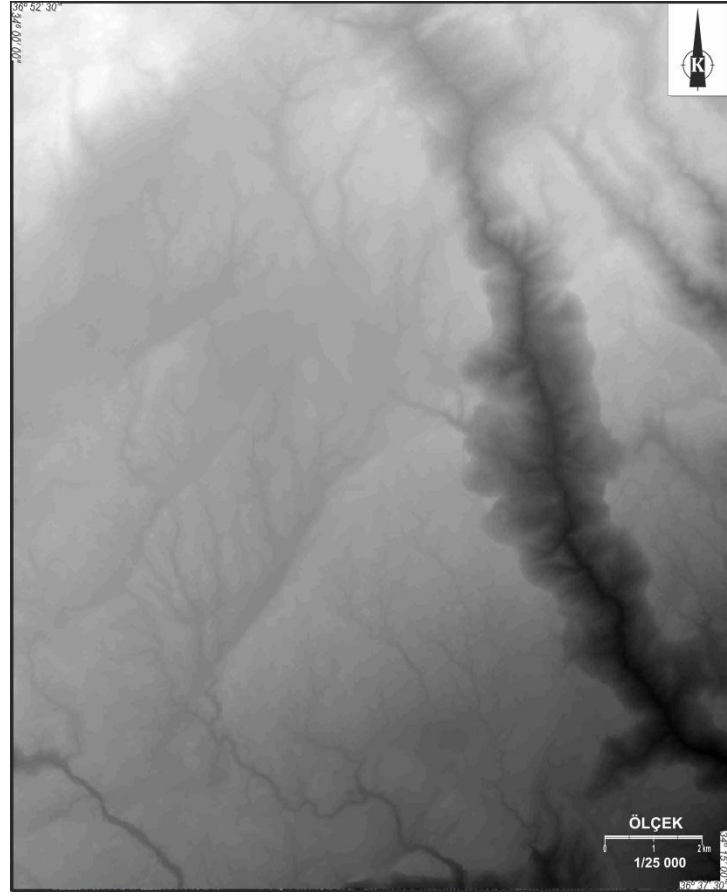


Şekil 3.3. O32 a3, a4, d1 ve d2 paftalarını kapsayan uydu görüntüsü.

Harita Genel Komutanlığının 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalarındaki eşyüksekti eğrileri sayısallaştırılmıştır.

Sayısallaştırılan eşyüksekti eğrilerinden, arazinin sayısal yükseklik modeli (Şekil 3.4) ve model üzerine jeolojik harita yerleştirilerek sayısal arazi modeli oluşturulmuştur (Ek-3 ve Ek-4).

Jeoreferanslandırılmış görüntüye, uzaktan algılama bölümünde anlatılan görüntü zenginleştirme işlemlerinden; histogram zenginleştirme, kenar zenginleştirme filtreleri, dekorelasyon gemesi ve temel bileşenler analizi işlemleri uygulanarak, uydu görüntüsü bant seçimleri için hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.4. Çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli.

Bu çalışmada bant seçimleri yapılırken, bantlar arasındaki korelasyonlar göz önüne alınmıştır. Bunun yanında, litolojiye dayalı bant seçim yöntemi de göz önüne alınarak, çalışma alanı ile ilgili en iyi sonuç veren tek bantlı ve RGB kodunda, görüntüler seçilerek uydu görüntülerinden çalışma alanının jeoloji haritası oluşturulmuştur. Tek bantlı, çok bantlı görüntüler ile sayısal yüksek modeli ve Aster Level 3A uydu görüntüsünün 3N ve 3B görüntüleri kullanılarak elde edilen stereoskopik görüntüden çizgisellik analizleri yapılarak, gül diyagramları

oluşturulmuştur. Sonuçta elde edilen tüm veriler değerlendirilmiş ve çalışma alanının yapısal özellikleri hakkında yoruma gidilmiştir.

Büro Çalışmaları ve Tez Yazımı

Bu aşamada, saha çalışmaları ve uzaktan algılama ile ilgili laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler kullanılarak;

- Çalışma alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış, tez içerisinde kullanılan yerleşim birimleri ve yüzey şekilleri jeolojik harita (Ek-1) üzerine yerleştirilmiştir.
- Çalışma alanının Landsat 5 TM uydu görüntüleri ve Aster uydu görüntüsü kullanılarak jeoloji haritası (Ek-2) oluşturulmuştur.
- Çalışma alanındaki birimleri ve dokanak ilişkilerini içeren, ölçeksiz tektono-stratigrafik kesit hazırlanmıştır.
- Tez içerisinde kullanılacak şekiller ve çizelgeler oluşturulmuştur.
- TNT Mips programında, görüntüler üzerinde yapılan işlemler tez formatına uygun hale getirilerek, tez içerisine konulmuştur.
- Arazide çekilmiş fotoğraflar düzenlenmiş ve tez formatına uygun hale getirilmiştir.
- Elde edilen tüm verilerin “Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans ve Doktora Tezleri Yazım Kuralları Yönergesi” ne uygun olarak düzenlenmesi ve tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma sırasında hazırlanan jeolojik haritanın (Ek-1), stratigrafik kesitin, yer bulduru haritasının, arazi fotoğraflarının ve diğer bütün şekillerin çiziminde ve düzenlenmesinde Corel DRAW X6, Corel PHOTOPAINT X6, CorelTRACE X6, Adobe Photoshop Cs6, Microsoft Photo Editor programları, Google Earth, şekillerin boyutlarını küçültmek için Advanced jpeg compressor programı, uydu görüntüsü ile ilgili tüm işlemlerde TNT Mips 6.9 ve Erdas Imagine programları kullanılmıştır.

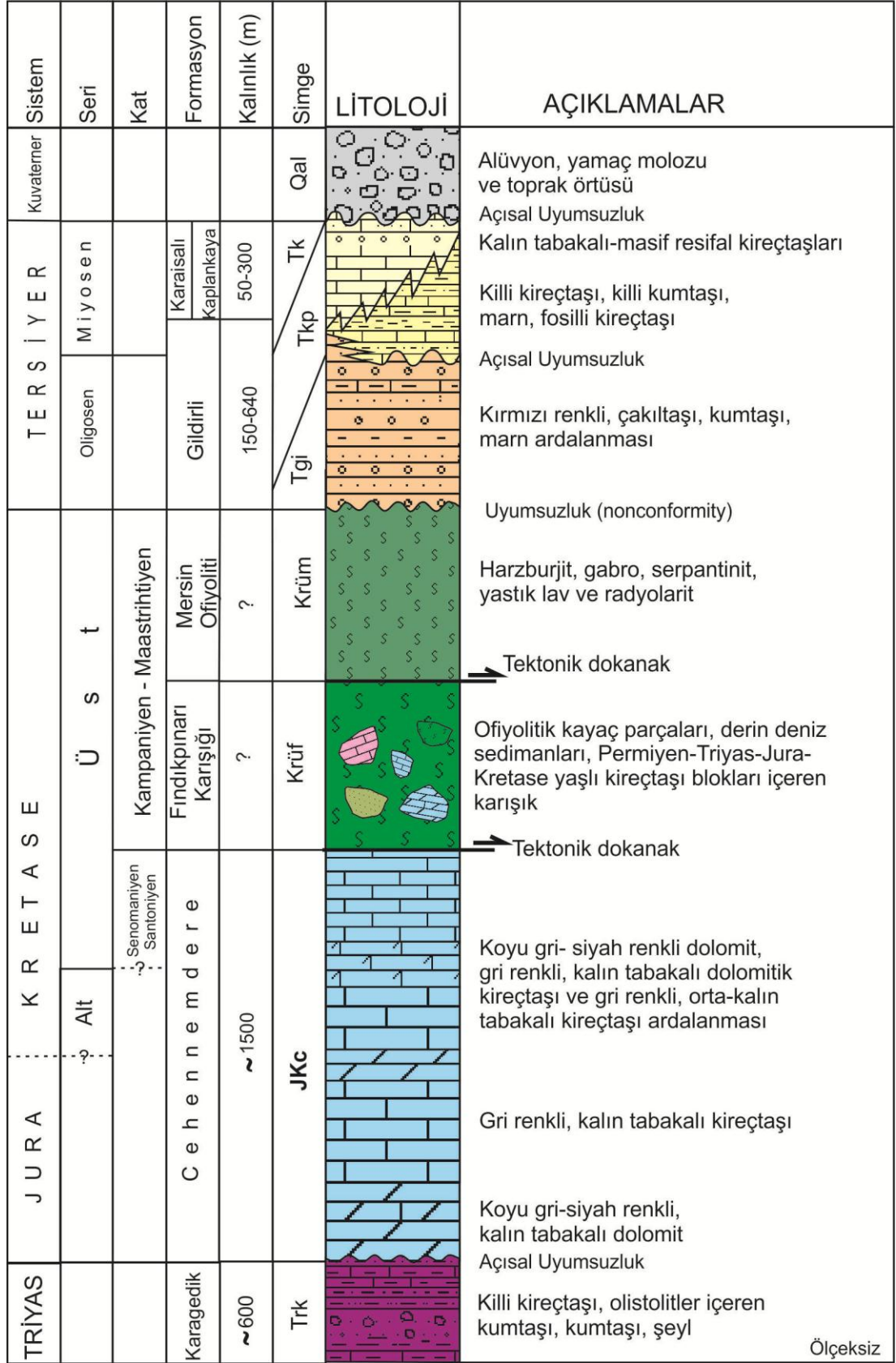
4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. STRATİGRAFİ

Orta Toroslar'da yer alan çalışma alanı karmaşık jeolojik özellikleri nedeni ile araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda farklı litolojik özellikleri ile değişik havza koşullarını yansıtan alt bölümlere ayrılarak incelenmiştir. Blumenthal [1947], yapmış olduğu çalışmada Toros Kuşağı'nı üç alt bölümde incelemiştir. Özgül [1976] ise Toros kuşağını coğrafik olarak batıda Kırkkavak Fayı'na kadar olan bölümü batı Toroslar, Kırkkavak Fayı ile Ecemiş Fayı arasında kalan bölümü Orta Toroslar ve Ecemiş Fayı'nın doğusunda kalan bölümü de Doğu Toroslar olarak adlandırmıştır. Özgül ve Arpat [1973], Orta Toroslarda yapmış olduğu çalışmada, değişik havza koşullarına işaret eden litolojik ve tektonik özelliklerden yola çıkarak altı farklı birlik tanımlamıştır. Bunlar Aladağ, Alanya, Antalya, Bolkar Dağı, Bozkır ve Geyik Dağı birlikleridir.

Çalışma alanında Triyas-Tersiyer zaman aralığında çökelmiş sekiz farklı birim ayırt edilmiştir. Bu birimler yaşlıdan gence doğru aşağıdaki gibidir (Şekil 4.1).

Alüvyonlar	(Qal; Kuvaterner),
Karaisalı Formasyonu	(Tk; Alt-Orta Miyosen),
Kaplankaya Formasyonu	(Tkp; Alt-Orta Miyosen),
Gildirli Formasyonu	(Tg; Oligosen-Alt Miyosen),
Fındıkpınarı Karışığı	(Krüf; Üst Kretase),
Mersin Ofiyoliti	(Krüm; Üst Kretase),
Cehennemdere Formasyonu	(JKc; Jura-Üst Kretase),
Karagedik Formasyonu	(Trk; Triyas).



Şekil 4.1. Kayacı-Hacıalanı-Sorgun (Mersin) yöresinin tektono-stratigrafik dikme kesiti.

4.1.1. Karagedik Formasyonu (Trk; Triyas)

Demirtaşlı vd., [1984] tarafından Namrun (Mersin) ilçesinin kuzeyinde yüzeylenen sleyt, kireçtaşı ve kumtaşından oluşan birim için formasyon adı ilk olarak kullanılmıştır. Çalışma alanında Cehennemdere Formasyonu'nun tabanında yer alan ve benzer litolojik özellikler sunan birim için aynı formasyon isminin kullanılması uygun görülmüştür.

Birim inceleme alanında küçük alanlarda mostralara vermektedir (Ek-1). Çalışma alanının kuzeyinde Karaoğlanini Mevkii (B3) kuzeyinde yer almaktadır. Kolay aşınabilen litolojiden oluşan birim yumuşak röliyef sunmaktadır.

Birim düşük derecede metamorfizma geçirmiş bloklar içeren kumtaşı, kumtaşı-şeyl ara katkılı killi kireçtaşlarından oluşmaktadır. Alttaki kumtaşları içerisinde yer alan bloklar, konglomera ve Permiyen yaşlı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Şeyller genellikle sleytlere dönüşmüştür.

İnceleme alanındaki en yaşlı birim olan Karagedik Formasyonu'nun tabanı çalışma alanında gözlenememiştir. Demirtaşlı vd., [1984] yaptıkları çalışmada birimin Üst Permiyen yaşlı Öşün Formasyonu üzerine uyumlu olarak geldiğini belirtmektedirler. Birimin üzerine Jura-Senoniyen yaşlı Cehennemdere Formasyonu açısız uyumsuzlukla gelmektedir (Şekil 4.1). Çalışma alanının güney kesimlerinde ise Miyosen yaşlı birimler tarafından açısız uyumsuzlukla örtülmektedir. Birimin görünür kalınlığı Demirtaşlı vd., [1984] tarafından 600 metre olarak ölçülmüştür.

Demirtaşlı vd., [1984] birim içerisindeki *Meandrospira inlia*, *Glomospira* sp., *Ammodiscus* sp., ve *Glomospirella* sp. fosillerine ve stratigrafik konumuna göre Triyas yaşını vermişler ve birimin duraysız şelf koşullarında geliştiğini belirtmişlerdir.

Karagedik Formasyonu Gül vd., [1984] tarafından tanımlanan Bolkar Dağları'nda yayılım gösteren Altınlı ve Sarıkaya formasyonları ile deneştirilebilir.

4.1.2. Cehennemdere Formasyonu (JKc; Jura-Üst Kretase)

Demirtaşlı vd., [1984] Bolkar Dağlarında yüzeylenen Mesozoyik yaşlı dolomit, dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı ardalanmalı platform karbonatlarından oluşan birimi Cehennemdere Formasyonu olarak tanımlamıştır. Bu çalışmada da benzer stratigrafik konum, çökme ortamı ve litolojik özelliklerden dolayı aynı formasyon ismi kullanılmıştır.

Cehennemdere Formasyonu çalışma alanında kuzey kesimde Bolkayağı Mevkii (I5), Sorgun (K1), Karaoğlanini Mevkii (B3), Kalecik Mevkii (D5), Gök Tepesi (C3) ve Çatal Tepenin (F1) olduğu alanlarda yüzeylenmektedir. Birimi oluşturan kireçtaşı ve dolomitler aşınmaya karşı dirençli oldukları için yüksek topografya sunmaktadırlar ve renklerinden dolayı arazide kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Ek-1).

Birim, çalışma alanında Triyas yaşlı Karagedik Formasyonunu açısız uyumsuzlukla üzerlemektedir. Geç Kretase yaşlı Fındıkpinarı Karışığı tarafından tektonik dokanakla üzerlenirler (Şekil 4.2). Geç Kretase yaşlı birimlerin yer almadığı alanlarda ise Tersiyer yaşlı birimler açısız uyumsuzlukla Cehennemdere Formasyonu üzerine gelmektedir.

Birimin kalınlığı bu çalışmada ölçülmemiştir. Ancak, Toroslarda yüzeylenen benzer birimlerin kalınlıklarının, İlker [1975] tarafından Bolkar Dağlarında 1000-1500 m, Aydoğdu [2002] tarafından Namrun civarında, 750 m ve Koç [2003] tarafından Aydıncık (Mersin) civarında ise 1500 m olduğu belirtilmektedir.

Birimin tabanı kireçtaşı, dolomit ve dolomitik kireçtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Bu seviyelerde yer alan kireçtaşları; koyu gri renkli, orta-kalın tabakalı; dolomitler ve dolomitik kireçtaşları ise koyu gri-siyah renkli, orta-kalın tabakalıdır. Birimin orta seviyeleri ise tamamen dolomitlerden oluşmaktadır.

Dolomitler, siyah renkli kalın tabakalı, yer yer masif olup, sık sık laminalanmalı yapı ile breşleşmeler sunmaktadır.



Şekil 4.2. Cehennemdere Formasyonu (JKc) ve Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) arasındaki bindirmeli dokanağın görünümü (Sorgun civarı (K1) K'e bakış).

Birimin üst seviyeleri seyrek dolomitik kireçtaşı ara seviyeli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kireçtaşları, açık gri-pembe renkli, orta-kalın tabakalı, bol kırıklı-çatlaklı ve kalsit dolguludur. En üst seviyelerdeki kireçtaşları ise, açık gri-pembe renkli, ince-orta tabakalı yer yer laminalı ve makro fosil kırıntılıdır.

Cehennemdere Formasyonu'nun yaşı Demirtaşlı vd., [1984] tarafından Jura-Kretase, Özer vd., [2002] tarafından Jura-Üst Kretase (Senoniyen), Koç vd., [1997] tarafından Jura-Alt Kretase, Taslı vd., [2007] tarafından ise birimin yaşını Orta Jura (Bajosiyen) - Santoniyen olarak belirtilmiştir. Bu verilere göre birimin yaşı Jura-Kretase olarak kabul edilmiştir.

Birimin litolojik özellikleri ve önceki çalışmalardaki fauna içeriği sığ denizel durgun bir karbonat platformunda çökeldiğini gösterirken, birim içerisinde dolomitlerin yer alması ise ortamın yer yer gel-git ortamı olduğunu göstermektedir.

Birim, Adana Havzasının kuzey kesimlerinde yüzeyleyen Demirkazık Formasyonu [Yetiş ve Demirkol, 1984], Gözne-Fındıkpınarı-Güzeloluk-Sorgun civarında yüzeyleyen Çağıloluktepe Kireçtaşı [Pampal, 1984; Pampal, 1987], Bolkar Dağlarında yüzeyleyen Karakoyak Formasyonu [Gül vd., 1984], Bolkar Dağlarında yüzeyleyen Tokmar Formasyonu [Demirtaşlı, 1987] ile deneştirilebilir.

4.1.3. Mersin Ofiyoliti (Krüm; Üst Kretase)

Geç Kretase Neotetis okyanusal litosfere ait ofiyolitik dizi kayaçları Toros kuşağının değişik bölgelerinde yer almaktadır. Yaman [1991], çalışma alanının güneyinde yer alan ve oluşum yaşı olarak Fındık Karmaşığının tabanında yer alan ofiyolitik seriyi Mersin Ofiyoliti olarak adlandırmıştır. Bu çalışmada da aynı adlandırmanın kullanılması uygun görülmüştür.

Mersin Ofiyoliti çalışma alanının orta ve doğu kısımlarında geniş yüzlekler sunmaktadır. Doğu kesimde Anduvar Mevkii (T7), Çilişkırı Tepesi (S5), Culfasırtı Tepesi (Ş1), Çamlısırt Tepesi (Ş7) yer almaktadır. Orta kesimde ise Çamlı (O12), Çerçili (N13), Koramşalı (O16), Yeniköy (P16), Kösereli (N19) ve Sevinç Tepesi'nin (Ş22) olduğu alanlarda yer almaktadır (Ek-1).

Birim Fındıkpınarı Karışığı üzerinde tektonik dokanakla yer almakta olup, Miyosen birimleri tarafından transgresif uyumsuzlukla üzerlenmektedir.

Parlak vd., [1995] yaptıkları çalışmada Mersin Ofiyolitinin harzburjitik tektonitler, ultramafik ve mafik kümülatlar, alkalın ve toleyitik bazaltlar ile pelajik sedimanlardan oluştuğunu belirtmektedirler.

Çalışma alanında, Sorgun vadisi boyunca, güneyden kuzeye doğru Mersin Ofiyolitleri kesintisiz bir istif sunmaktadır. Tabanda dünit ve harzburjitlerden oluşan tektonitler yer almaktadır. Bunların üzerine ultramafik kümülatlar ve gabrolardan oluşan seviyeler gelmektedir (Şekil 4.3). Birim, üste doğru yeşil renkli piroksenitler ile devam etmekte olup, yer yer sepantinleşmiş peridotitlerle son bulmaktadır (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5).



Şekil 4.3. Mersin Ofiyoliti içerisinde yer alan gabroların görünümü (Çerçili (N13) D'ya bakış).



Şekil 4.4. Mersin Ofiyoliti içerisinde yer alan peridotitlerin görünümü (Koromşalı (O16, K'e bakış).



Şekil 4.5. Mersin Ofiyoliti içerisinde yer alan serpantinitleerin görünümü (Yeniköy (P16) K'e bakış).

Birimin yaşı, İşler [1990], Yaman [1991] ve Parlak vd., [1995] tarafından Geç Kretase olarak belirtilmektedir.

Mersin Ofiyoliti olarak adlandırılan birim [İşler, 1990; Yaman, 1991; Parlak vd., 1995; Özer vd., 2002] Adana Havzası kuzeyinde yüzeylenen Faraşa Ofiyoliti [Yetiş ve Demirkol, 1986; Ünlüenç vd., 1990] ile deneştirilebilir.

4.1.4. Fındıkpınarı Karışığı (Krüf; Üst Kretase)

Mesozoyik serilerinin en üstünde tektonik olarak yerleşmiş, küçüklü-büyükü kireçtaşı blokları ile radyolarit, serpantinit, derin deniz sedimanlarından oluşan karışık, Mersin kuzeyinde Tepeköy Türüsü [Pampal, 1984], Fındıkpınarı Karmaşığı [İşler, 1990; Yaman, 1991], Özer vd., [2004] tarafından ise Fındıkpınarı Karışığı olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da Fındıkpınarı Karışığı isminin kullanılması uygun görülmüştür.

Birim çalışma alanının kuzey-kuzeydoğusunda Sorgun (K1) ile Eşik Tepesi (N4) arasında kalan alanlarda görülmektedir (Ek-1). Karışığın matriksini oluşturan kumtaşı ve serpantinitlerin kolay aşınması nedeniyle birim düşük röliyef sunar, ancak karışık içerisinde yer alan kireçtaşı blokları ise aşınmaya karşı dirençli oldukları için yüksek röliyef sunmaktadır.

Fındıkpınarı Karışığı Jura-Üst Kretase yaşı Cehennemdere Formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelmekte olup, Geç Kretase yaşı Mersin Ofiyoliti tarafından tektonik bir dokanakla üzerlenmektedir. Birimin üzerine Tersiyer yaşı birimler uyumsuzlukla gelmektedir (Ek-1).

Fındıkpınarı Karışığı radyolarit, serpantinit, peridotit, gabro, farklı yaşlardaki kireçtaşlarından oluşan bloklar ve bunları bağlayan kumtaşı matriksten oluşmaktadır (Şekil 4.6 ve Şekil 4.7).



Şekil 4.6. Fındıkpınarı Karışığına (Krüf) ait matriks ve matriks içerisinde yer alan Cehennemdere Formasyonuna (JKc) ait bloklar (Ziyarettepe (K1) KD'ya bakış).



Şekil 4.7. Fındıkpınarı Karışığının (Krüf) matriksini oluşturan kırmızı-bordo renkli kumtaşı-çamurtaşı seviyeleri (Güzeloluk yolu üzeri K-KD'ya bakış).

Serpantinitler koyu yeşil, siyah renkli ve parlaktırlar, radyolaritler kırmızı-bordo renkli, çatlak ve kırıklar kalsit dolgu ile doldurulmuş ve oldukça serttirler (Şekil 4.8). Kireçtaşı blokları ise birkaç metreden 3-5 km genişliklerindedir (Şekil 4.9). Çalışma alanı içerisinde yüzlek vermeyen slump yapılı Kavaklıpınar Kireçtaşlarına ait bloklarda fındıkpınarı karışığı içerisinde gözlenmektedir (Şekil 4.10). Ayrıca birim içerisinde Permiyen-Triyas yaşlı kireçtaşlarında yer almaktadır Pampal [1984].



Şekil 4.8. Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) içerisinde yer alan radyolaritler (Güzeloluk yolu üzeri KB'ya bakış).

Özer vd., [2004] tarafından Fındıkpınarı Karışığı'nın Üst Kretase yaşlı olistostromal melanj ve Geç Senomaniyen yaşlı tektonik melanj olarak iki ayrı fasiyese ayrıldığını belirtmişlerdir. Olistostromal melanjın Üst Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı foreland havza sedimanlarını (Yavca Formasyonu) üzerlediği ve çeşitli yaştaki kireçtaşı blokları, radyolarit, ofiyolitik kayalar ve ofiyolitle ilişkili metamorfik kayalar içerdiğini ifade etmişlerdir. Melanjın matrisi kırmızı kireçtaşı, kireçtaşı, şeyl, marn ve radyolaritlerdir. Tektonik melanj ise Mesozoyik karbonat platformunu tektonik olarak üzerlemektedir. Köşeli gabro blokları, serpantinleşmiş

peridotit, Mesozoyik platform karbonatları ve ofiyolitle ilişkili metamorfitletler makaslamaya uğramış serpantinli matriksi içine dağılmış durumdadır. Ofiyolitik napların İç Torid Okyanusundan türediği ve Menderes-Toros bloğunun güneyine yerleştini vurgulamışlardır.



Şekil 4.9. Fındıkpınarı Karışığına (Krüf) ait matriks ve matriks içerisinde yer alan Cehennemdere Formasyonuna (JKc) ait bloklar (Ziyarettepe (K1) D'ya bakış).



Şekil 4.10. Fındıkpınarı Karışığına (Krüf) içerisinde yer alan slump yapılı Kavaklıpınar kireçtaşlarının görünümü (Güzeloluk (R4) K'e bakış).

Birimin yerleşim yaşı, Pampal [1984] tarafından Üst Kretase-Paleosen, Yetiş ve Demirkol [1986] Ünlügenç vd., [1990], İşler [1990], Yaman[1991], Maastrichtiyen, Özer vd., [2004] ile Girgin [2005] tarafından Maastrichtiyen-Paleosen(?) olarak belirtilmektedir.

Fındıkpınarı Karışığı, Mersin Ofiyoliti'ni oluşturan ofiyolitik kayaçların yanı sıra çeşitli yaşta kireçtaşı bloklarını bünyesinde bulundurur. Bu bloklar, ofiyolitlerin Cehennemdere Formasyonu ve daha yaşlı birimler üzerine bindirmeleri ve yerleşimleri sırasında, platformdan koparılmış olup, tektonik olarak aktif bir havzada ofiyolitler içine katılarak karışık oluşturmuşlardır.

Birim Adana Havzasının kuzeyinde yüzeylenen Kızıldağ Melanjı [Yetiş, 1986; Ünlügenç vd., 1990], Doğu Toroslarda, Aladağ Ofiyolitik Melanjı [Tekeli vd., 1981] ve Orta Toroslarda Alihoca Ofiyolitik Karışığı [Demirtaşlı vd., 1986] ile deneştirilebilir.

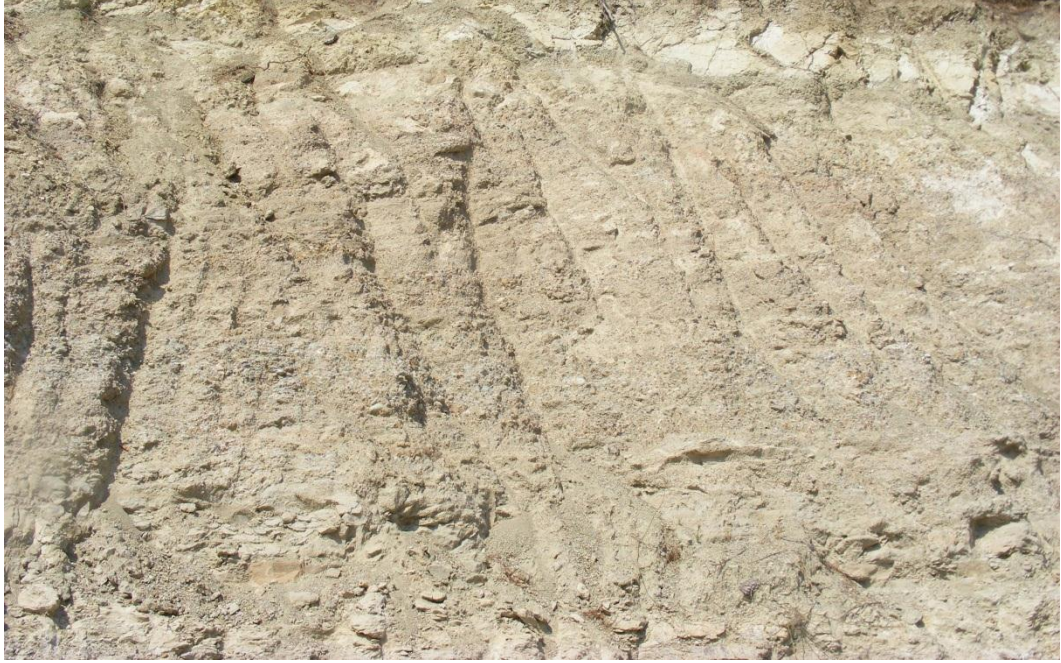
4.1.5. Gildirli Formasyonu (Tgi; Oligosen-Alt Miyosen)

Schmidt [1961], Adana Havzasında gözlenen çakıltası, kumtaşı ve şeyllerden oluşan karasal, gel-git ve sığ denizel nitelikli çökeller için Gildirli Formasyonu ismini kullanmıştır. Bu çalışmada da aynı isim kullanılmıştır.

Birim doğrusal uzanım gösteren Mersin Ofiyolitinin kenarlarında çalışma alanının orta kesiminde Hamurcubeleni Tepesi (I7) civarında, güneyde Kösbucağı Köyü (T21) ve Yeniköy (P16) civarında yüzlekler vermektedir (Ek-1). Birim kırmızı renginden dolayı arazide kolaylıkla tanınabilmektedir.

Birimin kalınlığı İlker [1975]'e göre 150-640 m arasında değiştiğini belirtmektedir.

Gildirli Formasyonu genel olarak konglomera, kumtaşı, silttaşı ve marn araldanmasından oluşmaktadır (Şekil 4.11). Birimin alt seviyeleri, kırmızı-kahverengi renkli konglomera-kumtaşı araldanmasından oluşmaktadır (Şekil 4.12) Konglomeranın çakılları yuvarlak ve orta boylanmalı olup, genellikle ofiyolit ve kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 4.13). Kumtaşlarında yer yer büyük boyutlu çapraz tabakalanma gözlenmektedir. Birim üste doğru dereceli olarak gri, yeşil, siyah renklerde silttaşı-kiltaşı araldanmasına geçer. Bunlar karbonat çimento ile tutturulmuş olup, içerisinde bitki kök izleri görülmektedir. Birim, daha sonra krem-sarı renkli, ince-orta tabakalı, kumtaşı, kiltası ve marnlarla son bulmaktadır.



Şekil 4.11. Gildirli Formasyonuna (Tgi) ait kiltası-çakiltası-kumtaşı araldanması (Kormşalı yolu (O21) D'ya bakış).

Birimin yaşı, Yetiş ve Demirkol [1984]'un Adana Baseni kuzeybatısındaki yaptıkları çalışmalarında Oligosen-Alt Miyosen aralığında formasyonun çökeldiğini belirtmektedirler. Aydoğdu [2002] birimin üzerine Alt-Orta Miyosen yaşı Kaplankaya ve Karaisalı Formasyonları gelmesine dayanarak Oligosen-Alt Miyosen yaşını vermiştir. Schmidt [1961] ve İlker [1975] ise birimin üzerine gelen denizel düzeylere dayanarak birimin Alt Miyosen yaşında olduğunu belirtmektedir. Bu verilere dayanarak birimin, Oligosen-Alt Miyosen yaşı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.12. Gildirli Formasyonunun (Tgi) taban konglomerası seviyelerinden bir görünüm (Kösbucağı (T21) K'e bakış).



Şekil 4.13. Gildirli Formasyonunun (Tgi) taban konglomerası seviyelerini oluşturan yuvarlak orta boy lanmalı çakıllar Kösbucağı (T21) K'e bakış).

Gildirli Formasyonu çalışma alanı içerisindeki Tersiyer yaşlı birimlerin en yaşlısıdır. Birim, daha yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Birimin üst dokanağı ise Alt-Orta Miyosen yaşlı Kaplankaya ve Karaisalı Formasyonları ile yanal ve düşey geçişlidir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Gildirli Formasyonu (Tgi) ve Karaisalı Formasyonu (Tk) arasındaki dokanak (Kayacı yol ayrımı (P25) B'ya bakış).

Gül vd. [2005], kırmızı renkli, fosilsiz, çakıltaşı ve kumtaşları içeren akarsu çökelleri ile başlayan Gildirli Formasyonunun yanal yönde kamalanarak, tane boyunun incelmesini ve pelesipod-gastropod-ekinid-ostrea gibi sığ denizel fosilli, oygulu (burrow) çoğunlukla kumtaşı ve çakıllı dağıtım kanal çökellerinden oluşan Kaplankaya formasyonuna geçiş gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu oluşumda deniz seviyesinin düşümü ile ortamın karasal hale geldiğini ve kırmızı, kırmızımsı sarı fosilsiz karasal çakıltaşı-kumtaşlarının geliştiğini sonrasında deniz seviyesinin göreceli küçük yükselimi ile sığ denizel fosilli, karbonat çimentolu çakıltaşı ve kumtaşları ile karbonat çimentolu, sığ denizel fosilli çakıltaşları ve kumtaşları ve iri pelesipodlu kumtaşlarının gelişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Gildirli Formasyonunun litolojik özelliklerine, rengine ve daha önceki çalışmalarda denizel fosile

rastlanılmamasına dayanılarak akarsu ortamında çökeldiği düşünülmektedir. Çakıl boyutundaki yer yer değişimler ise enerji düzeyinin değişimini gösterir.

Birim, İlker [1975] tarafından Sebil Formasyonu, Gedik vd., [1979] tarafından Mut Havzasında yüzeyleyen Derinçay Formasyonu ile, Yetiş ve Demirkol [1984], Ünlügenç vd., [1990] tarafından adlandırılan Adana Havzasında yüzeyleyen Gildirli Formasyonu ile eşdeğerdir.

4.1.6. Kaplankaya Formasyonu (Tkp; Alt-Orta Miyosen)

Birim ilk olarak Yetiş ve Demirkol [1986] tarafından Adana havzasında yüzeyleyen marn, fosilli kumtaşı ve kumlu kireçtaşları için kullanılmıştır. Bu çalışmada da aynı formasyon ismi kullanılmıştır.

Birim çalışma alanında, orta kesimlerde Harfilli (E10), Güzeloluk (H10), Sarıkaya (İ12) ve Aydınlar (J12) yerleşim yerleri ile Horaoğlu Tepesinde (I1), Mersin Ofiyolitinin doğu sınırı boyunca, güneyde ise Kayacı yerleşim yerinde ve Arıkaya Tepesinde yüzeylenmektedir (Ek-1). Aşınmaya karşı dirençsiz olması nedeniyle düşük röliyef sunan birim, rengi ile arazide kolaylıkla tanınabilmektedir.

Birim, Gildirli Formasyonu'nun doldurduğu çukur alanlarda Gildirli Formasyonu ile geçişli bir dokanak göstermekte olup, Gildirli Formasyonunun çökemediği alanlarda Mesozoyik yaşlı birimler üzerine aşıl uyumsuzlukla gelmektedir. Üst dokanağı ise Karaisalı Formasyonu ile yanal ve düşey geçişlere sahiptir. Formasyonun kalınlığını Açlan [1993], 50-150 m, Aydoğdu [2002], 130 m ve Alan vd., [2007], 75-200 m olarak ölçmüşlerdir.

Birim altta sarımsı-kahve renkli, masif, kötü boylanmalı çakıltaşı-kumtaşından oluşan bir ardalanma ile başlamaktadır. Bu seviyenin üzerine yine sarımsı-kahve renkli gastrapod ve ekinid dikenleri içeren silttaşları gelmektedir (Şekil 4.15). Birimin üst seviyelerinde ise kıltaşı ve marn ardalanmaları

gözlenmektedir (Şekil 4.16). Kilitaşları; açık sarı-kirli beyaz renkli, orta tabakalı olup, seyrek gastropod fosilleri içermektedir. Marnlar ise, açık sarı-beyaz renkli, ince-orta tabakalı, bol yaprak fosilli ve konkoidal kırılma özelliğine sahiptir.



Şekil 4.15. Kaplankaya Formasyonunun (Tkp) orta seviyelerini oluşturan silttaşı-killi kireçtaşları (Aydınlar (J12) K'e bakış).

Kaplankaya Formasyonunun yaşı Yetiş ve Demirkol [1986] ile Ünlügenç vd., [1990] tarafından Burdigaliyen, Nazik [1993] tarafından ise Burdigaliyen-Erken Langiyen olarak verilmiştir.

Kaplankaya Formasyonu Nazik [1993] tarafından belirlenen bol miktardaki ostrakod içeriği ve Karaisalı Formasyonu ile yanal ve düşey geçişlere sahip olmasından dolayı sığ denizel resif gerisi bir ortamı karakterize etmektedir.

Birim, Pampal [1984] tarafından Arslanköy-Tepeköy civarında tanımlanan Burdigaliyen yaşı Arslanköy marnı ile deneştirilebilir.



Şekil 4.16. Kaplankaya Formasyonu (Tkp) içerisinde yer alan silttaşı ve marn seviyeleri (Harfili (E10) D'ya bakış).

4.1.7. Karaisalı Formasyonu (Tk; Alt-Orta Miyosen)

Formasyon adını Adana'da yer alan Karaisalı ilçesinden alır ve ilk olarak Schmidt [1961] tarafından Karaisalı Kireçtaşı olarak adlandırılmıştır. İlker [1975] tarafından kireçtaşları ve yer yer tabanda yer alan konglomeralar için Karaisalı Formasyonu adını kullanılmıştır. Bu çalışmada da benzer litolojili birim için Karaisalı Formasyonu ismi benimsenmiştir.

Birim, çalışma alanında oldukça geniş alanda yüzeylenmektedir. Kuzeyde Güneyli (C10) ve Kalecik Mevkii (D5) ile Cevizli Tepe (D8), Kekikburnu Tepe (E12), Demirözü Tepe (B13), Çardak Tepe (Ç13), orta kesimlerde Yağda (D16), Kadılar Mahallesi (I15), Yenimahalle Mahallesi (G18), Kösereli (N19) ile Bağbeleni Tepe (H17), güneyde ise Şahmurlu (A26), Yenyurt (I27), Hüsametli (M23), Arslanlı (O22), ile İktepe Tepesi (E27) ve Canyonı Tepe (Ç26) civarında yer almaktadır. Aşınmaya karşı dirençli olan birim dik röliyefler sunmaktadır. Bununla birlikte diğer

birimler üzerinde yatay tabakalı olması ve masif görünümü ile de arazide kolaylıkla tanınabilmektedir.

Karaisalı Formasyonu stratigrafik olarak Kaplankaya Formasyonu ile geçişli bir dokanağa sahip iken, çoğu yerde daha yaşlı birimler üzerine açısız uyumsuzlukla gelmektedir (Ek-1). Birimin üstüne Kuvaterner yaşlı birimler uyumsuz olarak çökeltmiştir. Birimin kalınlığının İlker [1975] tarafından 50-300 m, Özalp [1992] tarafından 114 m ve Gül vd., [1984] tarafından 50-300 m arasında değiştii belirtilmiştir.

Karaisalı Formasyonu genel olarak resifal kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birim, Gildirli ve Kaplankaya Formasyonlarının çökeltmediği alanlarda ise kalsit çimentolu sığ denizel fosilli polijenik elemanlı çakıtaşı seviyesi ile başlamaktadır. Birimin genel litolojisini oluşturan resifal kireçtaşları, ayrışmış yüzeyi gri-bej, taze yüzeyi kirli beyaz-krem renkli, kalın tabakalı yer yer masiftir (Şekil 4.17 ve Şekil 4.18). Bol miktarda mercan, gastropod, pelesipod, *Ostrea* sp. ve ekinid gibi makrofosiller ile ostrakod gibi mikrofosil içermektedir.



Şekil 4.17. Karaisalı Formasyonunun (Tk) genel görünümü (Yenimahalle (G18) KD'ya bakış).



Şekil 4.18. Karaisalı Formasyonu'nun (Tk) alt seviyeleri kıltaşı-kireçtaşı ardalanmasının üst seviyeleri masif kireçtaşlarının genel görünümü (Sarıkaya yolu üzeri (İ12) G'e bakış).

Karaisalı Formasyonu'nun yaşı, Gül vd., [1984] tarafından Serravaliyen, Pampal [1984] tarafından Burdigaliyen, yine Pampal [1987] tarafından Güzeloluk-Sorgun civarındaki çalışmasında Langiyen-Serravaliyen, Nazik [1993] ve Yaman [1991] tarafından Langiyen-Serravaliyen, Ünlügenç ve Demirkol [1988] tarafından Burdigaliyen-Serravaliyen, Yetiş ve Demirkol [1986] tarafından Burdigaliyen-Langiyen olarak belirtilmektedir.

Birimin litolojik özellikleri ve fauna içeriği resif çekirdeği, resif ilerisi ve resif gerisi ortam ürünlerinin olduğu resifal bir ortamda çökeli göstermektedir.

Karaisalı Formasyonu Gedik vd., [1979] tarafından Mut Havzasında tanımlanan Mut Formasyonu ile deneştirilebilir.

4.1.8. Alüvyon (Qal; Kuvaterner)

İnceleme alanında yüksek topoğrafik eğime sahip kısımlarda yer alan birimlerdeki kırılıp parçalanmalarından dolayı yersel, haritalanamayacak ölçekte yamaç molozu oluşumları gözlenmektedir. Bölgedeki paleotopoğrafyaya bağlı olarak, çukur alanlarda toprak örtüler oluşmuştur. Bu kesimler alüvyon olarak haritalanmıştır.

4.2. YAPISAL JEOLJİ

4.2.1. Tabaka Duruşları

Çalışma alanı içerisinde yer alan birimlerin tabaka duruşları birbirinden farklılıklar göstermektedir. Tabaka duruşlarındaki farklılık bölgenin tektonik olarak oldukça aktif olmasına bağlıdır.

İnceleme alanında yer alan Triyas yaşlı Karagedik Formasyonu'nun tabaka doğrultuları K30-45D, eğim açıları ise 30-35° GD arasında değişmektedir. Jura-Senoniyen yaşlı Cehennemdere Formasyonu'na ait tabaka doğrultuları K25-50D ve eğim açıları 10-35° GD arasında değişmektedir. Fındıkpınarı Karışığı içerisinde yer alan Cehennemdere Formasyonu'na ait bloklardaki tabakalanmalar bindirmenin etkisiyle çok farklı doğrultu ve eğim açısı değerleri sunmaktadır. Mesozoyik yaşlı birimleri uyumsuz olarak üzerleyen Tersiyer yaşlı Gildirli, Kaplankaya ve Karaisalı Formasyonları yataya yakın duruşludur (Ek-1).

4.2.2. Uyumsuzluklar

Çalışma alanında yüzeylenen birimler arasındaki dokanaklar incelendiğinde Triyas yaşlı Karagedik Formasyonu ile Jura-Senoniyen yaşlı Cehennemdere Formasyonu arasında bir açısız uyumsuzluk görülmüştür. Fındıkpınarı Karışığı ve karışık üzerinde de Mersin Ofiyoliti tektonik dokanakla yer almaktadır. Tersiyer yaşlı birimler Mesozoyik yaşlı birimleri açısız uyumsuzlukla üzerlemektedirler. Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Gildirli Formasyonunun üst seviyeleri Kaplankaya Formasyonu ile yanal ve düşey geçişlidir. Kaplankaya ve Karaisalı Formasyonları da birbirleri ile yanal ve düşey geçişlere sahiptir. İnceleme alanındaki en genç birim olan Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yamaç molozları diğer jeolojik birimleri açısız uyumsuzlukla üzerlemektedir.

4.2.3. Kıvrımlar

Çalışma alanında yer alan Fındıkpınarı Karışığı (Krüm) içerisindeki pelajik kireçtaşlarında küçük ölçekli kıvrımlı yapılar gözlenmiştir. Bunlar kıta yamacında çökelmiş birimin yamaç boyunca kayması sonucu oluşmuş slump yapılı kıvrımlardır (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Fındıkpınarı Karışığına (Krüf) içerisinde yer alan slump yapılı Kavaklıpınar kireçtaşlarının görünümü (Güzeloluk (R4) K'e bakış).

4.2.4. Faylar

Çalışma alanında, sıkışma rejimine bağlı olarak çeşitli jeolojik birimler arasında gelişmiş bindirme fayları gözlenmiştir (Ek-1). Maastrichtiyen-Paleosen yaşlı Fındıkpınarı Karışığı, Bajosiyen-Santoniyen yaşlı Cehennemdere Formasyonu üzerine bindirme fayı ile yerleşmiştir. İlker [1975], aynı dönemde benzer litolojili birimler üzerine bindirme fayları ile ofiyolitik kayaçların yerleştiğini ve bu birimler üzerine de Tersiyer yaşlı birimlerin açısız uyumsuzlukla geldiğini belirtmiştir. İnceleme alanında ise Mersin Ofiyoliti'nin Fındıkpınarı Karışığı üzerine bindirme

fayı ile yerleştiiği tespit edilmiştir. Bu verilere dayanarak inceleme alanında yer alan bindirme faylarının Geç Kretase-Paleosen döneminde gelişmiş olabileceği yorumu yapılmıştır.

Türkiye'nin Neotektonik gelişimine bağlı olarak inceleme alanına yakın bölgelerde önemli doğrultu atımlı fay sistemleri gelişmiştir. Bunlar; Ölü Deniz Fay Zonu, Doğu Anadolu Fay Zonu ve Ecemiş Fay Zonu' dur. Bunlardan Ecemiş Fay Zonuna bağlı olarak gelişen doğrultu atımlı tektonik rejimin inceleme alanında yüzeylenen birimleri etkilediği düşünülmektedir.

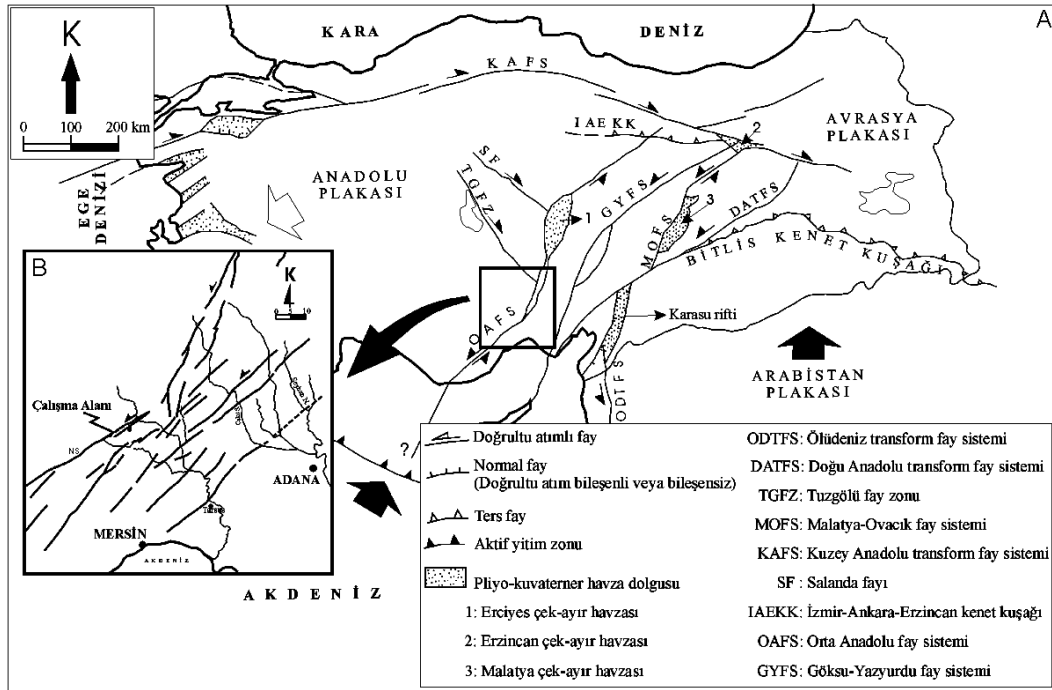
4.2.4.1. Ecemiş fay zonu'nun özellikleri

Anadolu'nun batı kenarı bir dizi iyi gelişmiş D-B, KB-GD uzanımlı horst-graben yapıları ve ekstansiyonel neotektonik rejimle karakteristiktir. Buna karşılık doğu kesim ise bir dizi sol ve sağ yönlü doğrultu atımlı fay ve bunlarla ilişkili çek-ayır havzalar ile karakteristiktir.

Sulucaova (Niğde) ve Tekir (Adana) arasında yaklaşık 2-8 km genişliğinde, 0,9-2,3 km derinliğinde ve 22° uzanımlı çizgisel bir çöküntü alanı yer almaktadır. Bu doğrultu atımla ilişkili kıta içi çöküntü alanı birçok çalışmada farklı şekilde adlandırılmış ve yorumlanmıştır [Koçyiğit ve Beyhan, 1998].

Orta ve Doğu Toroslar arasındaki sınırı oluşturan Ecemiş Fay Zonu, Kuzey Anadolu ile Doğu Anadolu fay zonlarından sonra, Türkiye'nin en uzun ve önemli fay zonlarından birisidir. Genel olarak KD-GB uzanımlı olan Ecemiş Fay Zonu, Ecemiş Nehri Koridoru [Blumenthal, 1941], Ecemiş Koridoru [Blumenthal, 1952; Metz, 1956], Tekir Dislokasyonu [Metz, 1956], Ecemiş Dislokasyonu [Ketin, 1960], Ecemiş Transcurrent Fayı [Pavoni, 1961], Demirkazık Fayı [Arpat ve Şaroğlu, 1975], Ecemiş Fay Kuşağı [Yetiş, 1978] adlanmaları ile kullanılmıştır. Ecemiş Fay Zonunun kuzeye doğru devamı niteliğinde ve Erciyes Volkanik Kompleksi'nden KD'ya doğru uzanan kesimi ise İnan [1993] tarafından Kızılırmak Fayı olarak adlandırılmıştır.

Koçyiğit ve Beyhan [1998], Orta Anadolu Fay Zonu adlamasını kullanmış ve zonun Anamur'dan Erzincan'a kadar Anadolu bloğunu kesen, yaklaşık 730 km uzunluğunda, 2-80 km genişliğinde, sol yanal ve aktif, kıta içi bir doğrultu atımlı fay zonu olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 4.20). Çalışmada Orta Anadolu Fay Zonu 24 segmente ayrılarak ayrıntılı olarak incelenmiştir (Şekil 4.21). İnan ve Ekingen [2007], Namrun segmenti üzerinde ayrıntılı çalışmalar yapmış ve bu segmenti oluşturan fayların 3-8 km uzunluğunda, normal bileşene sahip sol yanal doğrultu atımlı faylar olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 4.22).

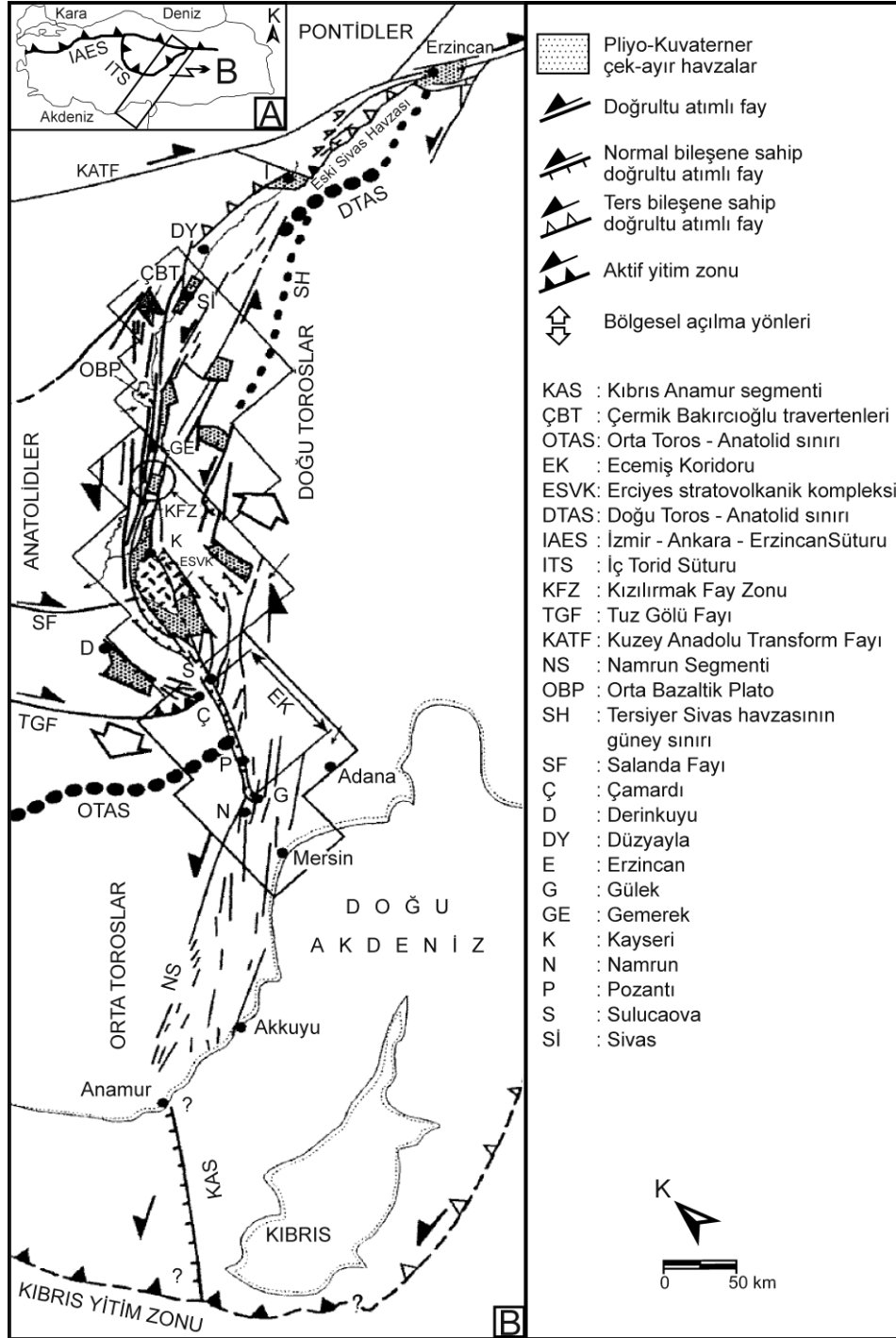


Şekil 4.20. Türkiye ve yakın bölgesinin ana neotektonik yapıları (A) ve Namrun (Mersin) civarında Orta Anadolu Fay Zonu'nun Namrun segmenti (B) [İnan ve Ekingen, 2007; Koçyiğit ve Beyhan, 1998].

Jaffey ve Robertson [2001], Ecemiş Fay Zonu üzerinde yapmış oldukları çalışmada, fayın Orta-Geç Miyosen'de doğrultu atımlı fay karakteri ile oluşmaya başladığını ve Pliyosen-Kuvaterner'de Anadolu bloğunun batıya kaçması ile birlikte ekstansiyonel/transtansiyonel özellik kazanarak bölgede önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir.

Koçyiğit ve Beyhan [1998], Orta Anadolu Fay Zonu olarak adlandırdıkları yapının, 2-80 km genişliğinde, 730 km uzunluğunda ve KD-GB uzanımlı, aktif, sol

yönlü bir kıta içi doğrultu atımlı fay olduğunu belirtmiştir. Bu yapı kuzeydoğuda Düzyayla (Sivas)'dan başlayarak, güneydoğuda Kıbrıs'ın batısına doğru Anadolu plakasını 2'ye bölerek ilerler. Fay zonu, üzerinde bulunan atlamalar, düzgün ve keskin bendler, dallanmalar ve çek-ayır havzalarla karakteristiktir (Şekil 4.21).



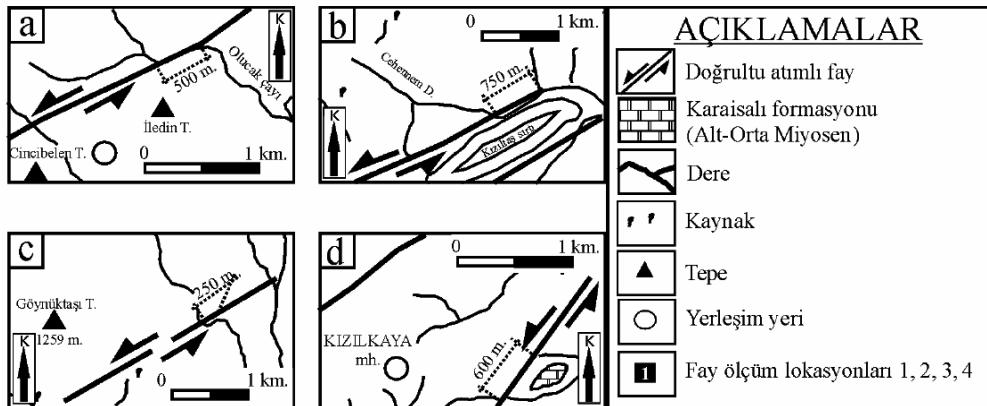
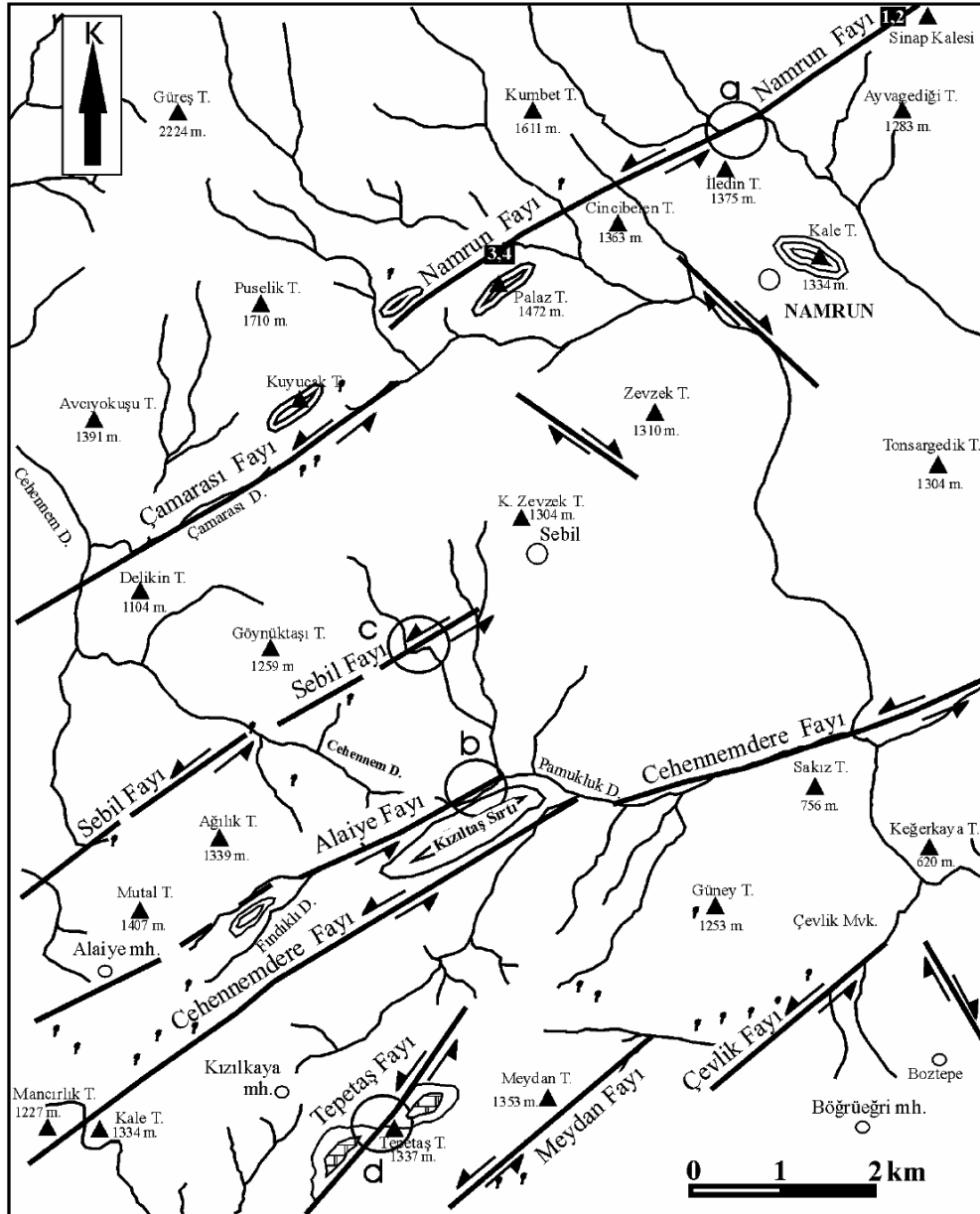
Şekil 4.21. Orta Anadolu Fay Zonunun basitleştirilmiş haritası [Koçyiğit ve Beyhan, 1998].

Koçyiğit ve Beyhan [1998], Orta Anadolu Fay Zonu'nu, kuzey, orta ve güney bölüm olmak üzere üç alt bölüme ayırmışlardır. Yazarlar, Orta Anadolu Fay Zonu'nu Sivas, Kızılırmak, Gemerek-Sarkışla, Erkilet, Yeşilhisar, Kavlaktepe-Dikilitaş, Tecer, Dökmetaş, Dünderli-Erciyes, Develi, Samankaya-Yeniköy, Kaynar-Pazarören, Karanfıldağ, Çamardı-Derinkuyu, Demirkazık-Sulucaova, Cevizlik, Kamışlı, Asaryaylası, Akça-Kızılcık, Ardıçlı, Hamidiye-Fındıklı, Ayvalı-Tekir, Namrun, Kıbrıs-Anamur olmak üzere 24 segmente ayırarak incelemişlerdir (Şekil 4.21). Orta Anadolu Fay Zonu'nun kuzey bölümü, İç Torid Sütur Zonu'nun kuzeydoğusunda bulunan bir zayıflık zonunda gelişmiştir ve 25-80 km genişliğinde, 200 km uzunluğunda yaklaşık 60° bir doğrultu boyunca uzanmaktadır. Orta Anadolu Fay Zonu'nun güney bölümünde yer alan Namrun segmenti, 40 km genişliğinde, 220 km uzunluğunda olup, kuzeydoğuda Ayvalı-Namrun'dan başlayarak, güneybatıda Anamur'a kadar uzanmaktadır. Önceki çalışmalarda, Ecemiş Koridoru içerisine dahil edilmiş olan bu segment 45°-60° doğrultusunda uzanan, birkaç yüz metreden elli kilometreye kadar değişen uzunluklarda, birbirlerine yaklaşık paralel faylardan oluşmaktadır.

Orta Anadolu Fay Zonu ve değişik çalışmalarda farklı isimlendirmeler verilmiş olan bu zonun alt bölümleri ve segmentlerinin yaşları ve atımları konusunda da farklı değerlendirmeler bulunmaktadır. Metz [1956], Tekir dislokasyonu olarak adlandırdığı bölümün yaşı için Kretase sonrası-Paleosen öncesini önermiştir. Yetiş [1978], Ecemiş Fay Zonu için Paleosen sonrası- Lütésiyan öncesini önermiştir. Yazar, Permien-Alt Triyas yaşlı Maden kireçtaşı ve Üst Triyas-Jura yaşlı Demirkazık Kireçtaşı arasındaki stratigrafik korelasyondan yola çıkarak fay için 80 ± 10 km lik atım önermiştir. Gül vd., [1984], Fay için Eosen yaşını önermişlerdir. Ayrıca Aladağlar ile Bolkar Dağları arasındaki karşılaştırmadan yola çıkarak fayın toplam 75 km sol yanal atıma sahip olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar fayın aktivitesinin Erken Miyosen'de başladığını, Miyosen denizel çökelleri ve Kuvaterner akarsu konglomeralarına göre 24-75 km sol yanal atıma sahip olduğunu bildirmişlerdir. İnan [1993], Orta Anadolu Fay Zonu'nun orta kesimlerinde yer alan Kızılırmak Fay Zonu için 0,5-4 km lik sol yanal atım değeri bulmuştur, aynı fay zonunda çalışan Ozaner ve Tüfekçi [1988], Kızılırmak Fayı'nın Oligosen'den beri

aktif ve normal fay karakterinde olduğunu belirtmişlerdir. Westaway [1999] ise Ecemiş Fay Zonu'nun yaşının Eosen olduğunu belirtmiş ve fay için toplam 62 km atım önermiştir. Whitney ve Dilek [1997], zon üzerindeki ana faylanmanın Geç Oligosen-Miyosen döneminde geliştiğini, Toprak ve Göncüoğlu [1993] ise doğrultu atımlı hareketin Miyosen öncesinde ve normal faylanma hareketinin de Miyosen sonrasında geliştiğini belirtmişlerdir.

Namrun segmenti üzerinde ayrıntılı çalışmalar yürüten İnan ve Ekingen [2007], bu segment içerisinde değerlendirdikleri sekiz fayı haritalayarak isimlendirmişlerdir. Bu faylar, Namrun, Çamarası, Sebil, Alaiye, Cehennemdere, Tepetaş, Meydan ve Çevlik Faylarıdır (Şekil 4.22). Yazarlar yapmış oldukları çalışmada, Namrun Fayı üzerinde 500 m, Sebil fayı üzerinde 250 m, Cehennemdere Fayı üzerinde 3 km, Alaiye Fayı üzerinde 750 m ve Tepetaş Fayı üzerinde de 600 m'lik atım değerleri ölçmüşlerdir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Namrun segmentinin morfolitolojik haritası ve fay üzerinde ötelenmelerin ölçüldüğü alanlar [İnan ve Ekingen, 2007].

Bu rejimin inceleme alanı üzerine olan etkilerini belirlemek ve bölgedeki hakim gerilme yönlerini tespit etmek amacıyla bölüm 4.4'te inceleme alanının eşyükselti eğrileri kullanılarak sayısal yükseklik modeli hazırlanmış ve oluşturulan bu modele röliyef verilerek üç boyutlu hale getirilmiştir. Oluşturulan bu model, RGB üçlü bant kombinasyonu görüntüler, tek bantlı görüntüler, stereoskopik görüntü ve temel bileşenler analizi uygulanmış görüntülerden faydalanılarak, inceleme alanına ait çizgisellikler çıkarılmıştır. Daha sonra bu çizgiselliklere ait gül diyagramı hazırlanarak, hakim olan tektonik kuvvetlerin yönü ve tektonik rejimi yorumlanmıştır.

4.3. LANDSAT VE ASTER UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE FORMASYONLARIN BELİRLENMESİ VE JEOLJİK HARİTA ÇIKARIMI

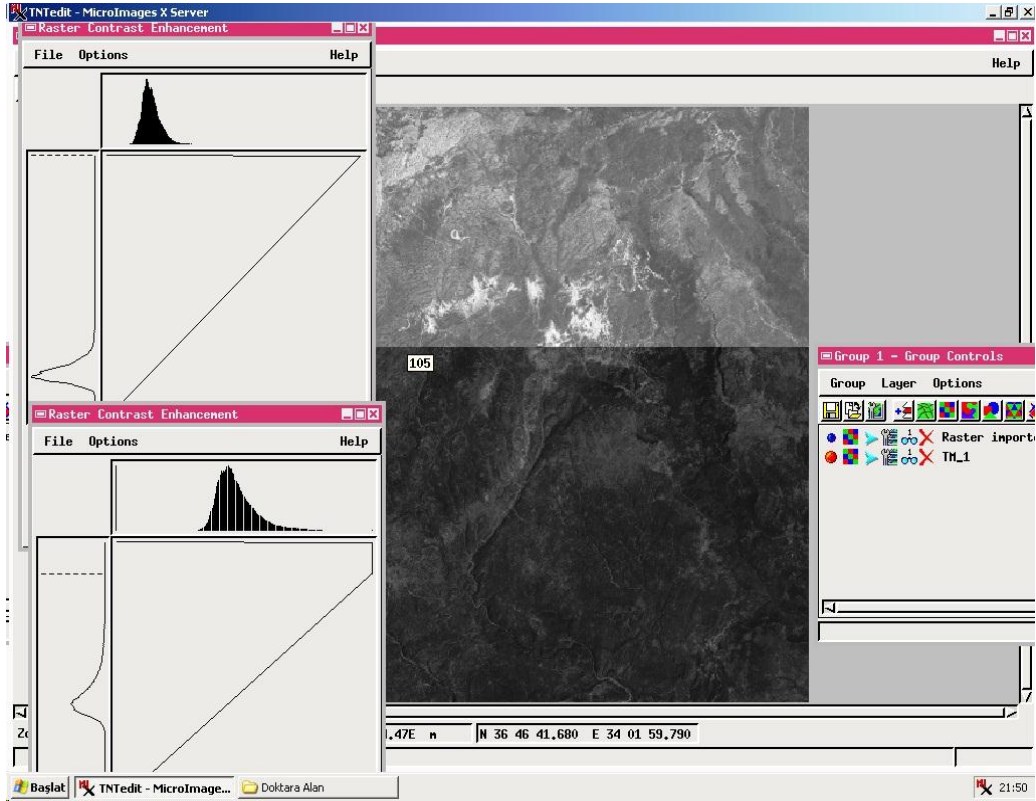
Uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilen uydu görüntüleri, günümüzde birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Jeolojide ise jeolojik haritalamada, yapısal analizlerde ve ekonomik değer taşıyan hammadde kaynaklarının araştırılmasında son 20–30 yıldır artan bir eğilimde yararlanılmaktadır. Volkanik kayalar ve benzeri kayaç türlerinin haritalanmasında ve bunların bozunması ile gelişen hidrotermal alterasyon zonu minerallerinin tespitinde uydu görüntülerinin faydalı bilgiler sağladığı bilinmektedir [Crosta ve Moore, 1989; Loughlin, 1991; Nalbant ve Alptekin, 1995; Torres-Vera ve Prol-Ledesma, 2003; Ramadan ve Kontny, 2004].

Bu çalışma kapsamında çalışma alanında yer alan birimlerin sınırlarını belirlemek amacıyla 9 Haziran 1987 tarihli Landsat 5 TM 176/34 ve 176/35 yörünge/satırlı uydu görüntüleri ile 17 Mayıs 2005 tarihli Aster L1B uydu görüntüleri kullanılmıştır.

Uydu görüntülerini yorumlamaya hazır hale getirmek için öncelikle radyometrik ve geometrik düzeltmelerin yapılması gerekmektedir. Multispektral bantlar değişken değerlere sahip sinyal etkileşimlerine maruz kalmaktadır. Bu etkiye atmosferik etki (haze) denilmekte olup, çok duyarlı bantlar ile az duyarlı bantların korelasyonu sağlanarak uzaklaştırılabilir [Mather, 1989; Jensen, 1996]. Aster Level 1B görüntüsü radyometrik düzeltmeleri yapılmış olarak kullanıcılara sunulduğundan, radyometrik düzeltme Landsat görüntüsüne uygulanmıştır. Koyu piksellerin çıkarımı yöntemi ile radyometrik düzeltme gerçekleştirilmiştir [Chavez, 1988]. Geometrik düzeltme için ise jeoreferanslama işlemi uygulanmıştır. Çalışma alanını kapsayan 1/25000 lik paftalar sayısal hale getirildikten sonra Universal Transverse Mercator (UTM) sistem, 36. Zon ve European Datum 1950 (ED50) datum tanımlanarak koordinatlandırılmıştır. Koordinatlanan paftalar yardımıyla görüntüler üzerinde 30 adet yer kontrol noktası (GCPs) belirlenerek jeoreferanslandırılmıştır. Jeoreferanslama sonucu Landsat uydu görüntüleri için hata payı 0,4 piksel yaklaşık 12 metre, Aster uydu görüntüsü içinse 0,7 piksel yaklaşık 10,5 metre dir.

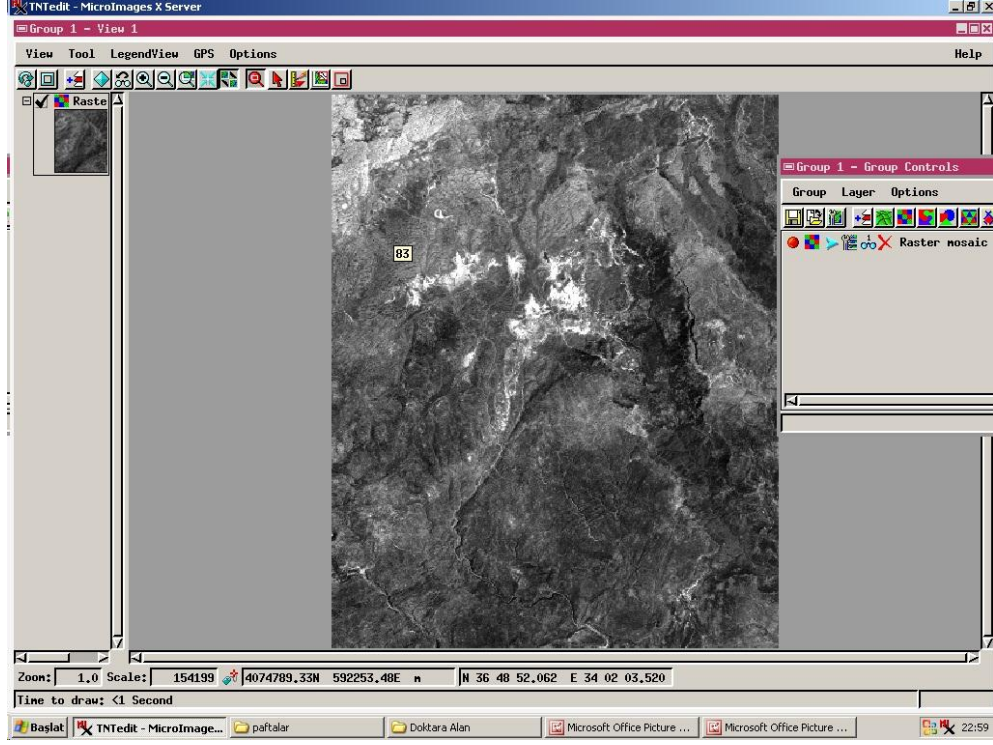
Landsat uydusuna ait görüntülerin 6. bandı (termal bant) dışındaki bantlar (1-7) 30 m mekânsal çözünürlüğe, Aster uydu görüntülerinde VNIR (1-2-3) bantları 15 metre, SWIR (4-5-6-7-8-9) bantları 30 m ve TIR (10-11-12-13-14) bantları 90 m mekânsal çözünürlüğe sahiptir. Bu nedenle Landsat 6. bant ve Aster SWIR ve TIR bantlarına en yakın komşuluk yöntemi kullanılarak yeniden örnekleme işlemi uygulanmış ve Landsat bantları 30 m, Aster bantları da 15 m mekânsal çözünürlüğe sahip olmuştur.

Aster ve Landsat uydu görüntülerine tek bantlı kontrast zenginleştirme işlemi uygulanmıştır. Bunun için öncelikle bantların histogramları incelenmiş ve değerlerin Gaus dağılımı gösterdiği tespit edilmiştir. Her bir banda doğrusal kontrast zenginleştirme uygulanarak görüntülere ait değerler yeniden gerdirilmiştir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Çalışma alanını kapsayan 176/34 (açık renkli görüntü) ve 176/35 (koyu renkli görüntü) uydu görüntülerine kontrast zenginleştirme işleminin uygulanması.

Çalışma alanını kuzey bölümü Landsat 176/34, güney bölümü ise 176/35 yörünge/satırlı uydu görüntüsünde yer almaktadır. Bu nedenle düzeltme işlemlerinden sonra iki adet Landsat uydu görüntüsü mozaikleme işlemi yapılarak çalışma alanını kapsayan kısım tek bir görüntü haline getirilmiştir (Şekil 4.24).



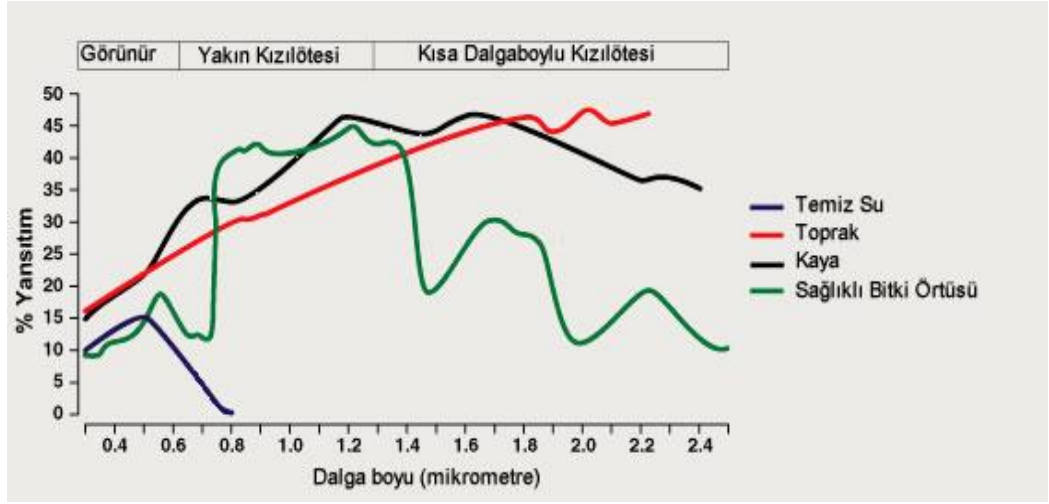
Şekil 4.24. Çalışma alanını kapsayan Landsat 5 TM uydu görüntülerinin mozaikleme işlemi uygulanmış görüntüsü.

Çok kanallı uydu görüntülerinden oluşturulacak tek bantlı ve RGB (kırmızı, yeşil, mavi) kodlu çok sayıda kombinasyon oluşturulabilmesine rağmen, litolojik sınırları belirlemede en uygun yöntemin hangisi olduğu konusunda araştırmacılar arasında birliktelik bulunmamaktadır. Örneğin Abrams vd., [1983] ve Sultan vd., [1986] tarafından farklı bant oranlamalarıyla oluşturulacak kompozit görüntülerle litolojik birimlerin daha belirgin hale geleceğini öne sürerken, Kargı, [2004] 741, Sabins, [1997] 742 ve Won-In ve Charusiri, [2001] 754 bantlarıyla oluşturulan renkli görüntülerin litolojik ayırımında daha etkin olduğunu belirtmiştir. Chavez vd., [1982] ise optimum indeks faktör (OIF) olarak bilinen istatistiksel yöntemi önermiş ve bu yöntem pek çok araştırmacı tarafından yaygın olarak kullanılmıştır.

Bu çalışmada, birimlerin sınırlarını belirlemeye yönelik üçlü bant kombinasyonları, bant oranlama ve temel bileşenler analizi kullanılarak 32 adet kombinasyon yapılmıştır.

4.3.1. Landsat ve Aster Uydu Görüntüleri RGB Bant Kombinasyonları

Bir malzeme için yansıyan, yutulan, veya iletilen ışınım miktarları elektromanyetik spektrumun dalga boylarında farklılık gösterirler. Elektromanyetik radyasyon ile dalga boyu arasındaki ilişki spektral tepki eğrisi olarak tanımlanır [Gupta, 1991]. Bu önemli özellik sayesinde farklı nesnelere ya da sınıfları ayırt etmek olanaklıdır. Şekil 4.25 de yeryüzündeki bazı maddelerin spektral yansımaları gösterilmektedir. Çalışmanın amacına göre, bir görüntüde ayırt edilmek istenen maddeler değişecektir. Daha iyi bir analiz yapmak için, spektral imzalardan yararlanarak kullanılması gereken spektral bantları belirlemek gerekmektedir.



Şekil 4.25. Su, toprak, kaya ve bitki örtüsüne ait spektral yansımaya eğrisi [RSACL, 2013].

Aşağıda bazı minerallerin spektral özellikleri erilmiştir;

Demir mineralleri spektral özellikleri ile VNIR bölgesinde oldukça iyi tanımlanır, örneğin limonit mavi dalga boyu bölgesinde düşük yansımaya özelliğine görünür bölgenin uzun dalga boyunda ise yüksek yansımaya özelliği göstermektedir.

Piroksenler VNIR ve MIR bölgesinde düşük yansımaya özelliği göstermektedir.

Olivin MIR bölgesinde görülmektedir. Eğer Mg mevcutsa 2,3 µm da olivin düşük yansımaya göstermektedir.

Demiroksit, hidroksit, kil ve karbonat minerallerince zengin alanların belirlenmesinde VNIR ve SWIR spektrum aralığı yaygın olarak kullanılmaktadır.

Amfiboller, mikalar ve killer demir içerikleri nedeniyle VNIR bölgesinde, hidroksil iyonlarından dolayı SWIR bölgesinde ve içerdikleri silikat nedeniyle TIR bölgesinde düşük yansımaya göstermektedirler.

Silikatlar, oksitler, hidroksitler, karbonatlar ve fosfatlar ise VNIR bölgesinde spektral özellikleri düşüktür.

Karbonat mineralleri SWIR ve TIR bölgesinde düşük yansımaya gösterirler. SWIR bölgesi içinde karbonatların önemli düşük yansımaya bölgeleri 1,9 µm, 2,35 µm ve 2,55 µm dalga boylarındadır. Bunun yanında 11,4 µm (ASTER Bant 14, Landsat

6) spektrum değerkliklerinde C-O bağından ötürü kalsit, 11,2 µm spektrum çevresinde dolomit düşük yansımaya özelliği göstermektedir.

VNIR bölgesinde, siderit içerdđi demirden dolayı düşük yansımaya özelliği gösterir.

Hidroksil iyonları alüminyum ve magnezyum ile birlikte bileşim oluşturduğu zaman, Al-OH ve Mg-OH (killer ve hidrosilikatlar), spektrumun 2,1-2,4 µm bölgesinde düşük yansımaya özelliğine sahiptir.

Killer yaklaşık 1,6 µm yüksek yansımaya, Kaolinit minerali 2,18-2,2 µm dalgaboyu aralığında düşük yansımaya, 0,52-0,86 µm spektrum aralığında yüksek yansımaya özelliğine sahiptir. Alunit minerali 1,6-1,7 µm spektral aralığında yüksek yansımaya ve 2,145-2,185 µm spektral aralığında düşük yansımaya özelliği göstermektedir.

Silikat mineralleri ise TIR dalga boyunda 8,5-12 µm dalga boyunda emilim özelliğine sahiptir.

Su molekülleri 1,4-1,9 µm dalgaboyu aralığında düşük yansımaya özelliğine sahiptir.

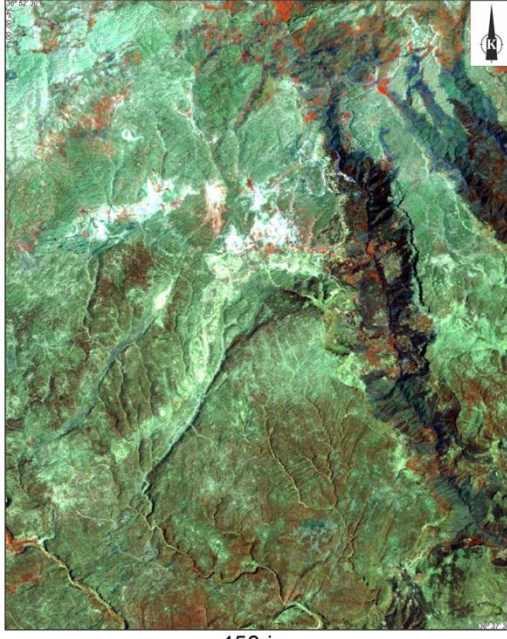
Granit 1,4 µm, 1,9 µm ve 2,2 µm'de düşük yansımaya, ultramafik kayalar, 8,9-9,2 µm'de düşük yansımaya göstermektedirler.

Kil ve Şeyl 2,1-2,3 µm'de emilim özelliğine sahiptir.

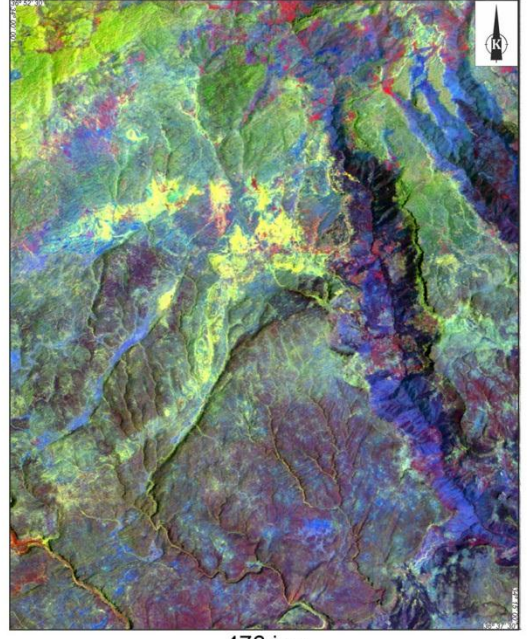
Demirli ve demir iyon içerkli sedimanter kayalar VNIR bölgesinde emilim özelliği gösterirler.

Kireçtaşları, 1,9 µm ve 2,35 µm'de düşük yansımaya göstermektedirler [Gad ve Kusky, 2006; Gupta, 2003; Gümüşlüoğlu, 2007; Ninomiya vd., 2005; San vd., 2004; Deller, 2006; Galvao, 2005; Gupta, 1991; Clark, 1999; Crosta vd., 2003].

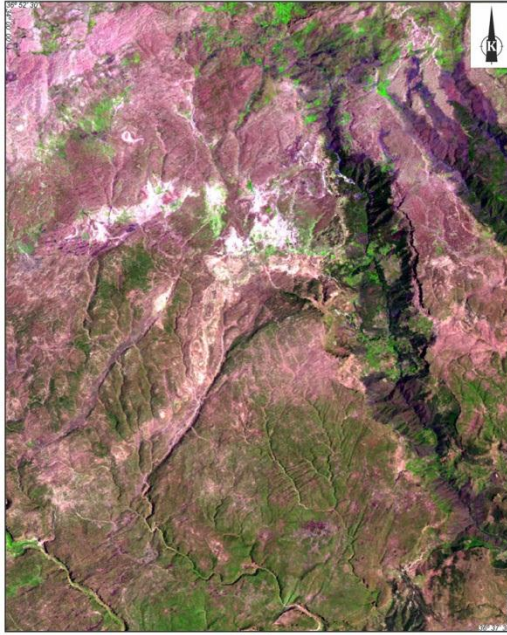
Chavez vd., [1982]'nin önerdiği optimum indeks faktör, Kansu [1998]'de Sheffield [1995] in önermiş olduğu algoritmalar ve yukarıda verilen spektral özellikler kullanılarak RGB kodunda 34 adet üçlü bant kombinasyonları yapılmıştır. Arazi verileriyle elde edilen jeolojik harita ve görsel analiz ile birimlerin sınırlarının en iyi görüldüğu Landsat 5 TM (453, 476, 543 ve 641) ve Aster (642, 721, 831 ve 3713) için 4'er adet üçlü bant kombinasyonu seçilmiştir (Şekil 4.26 ve Şekil 4.27).



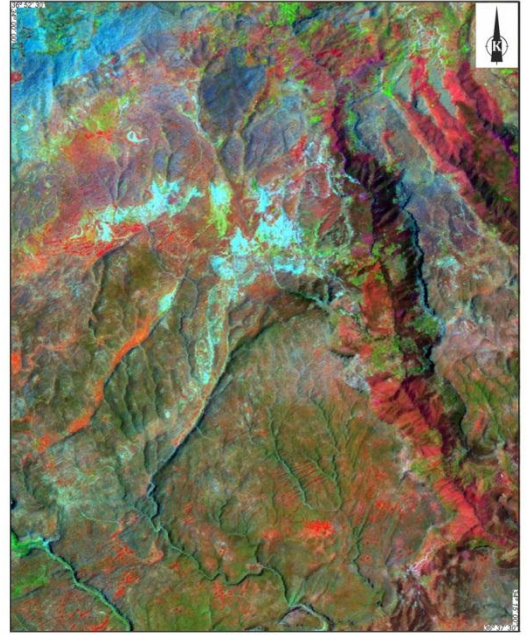
453.jpg



476.jpg

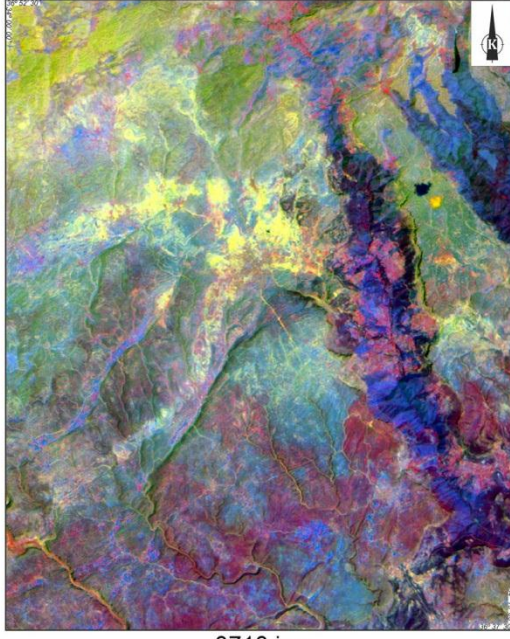


543.jpg

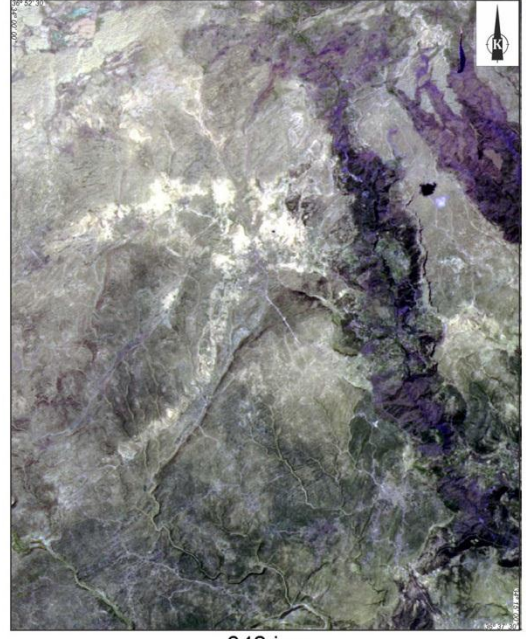


641.jpg

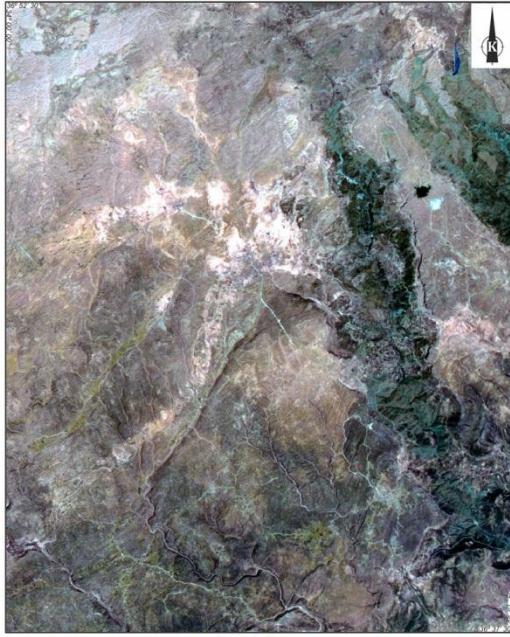
Şekil 4.26. Landsat 5 TM uydu görüntüsüne ait RGB üçlü bant kombinasyonları.



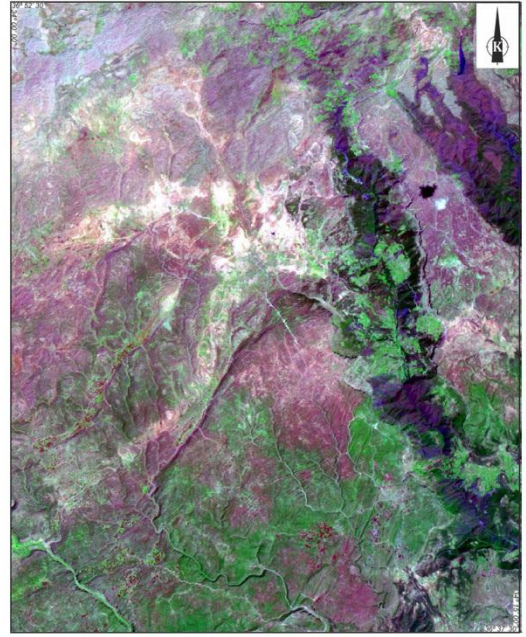
3713.jpg



642.jpg



721.jpg



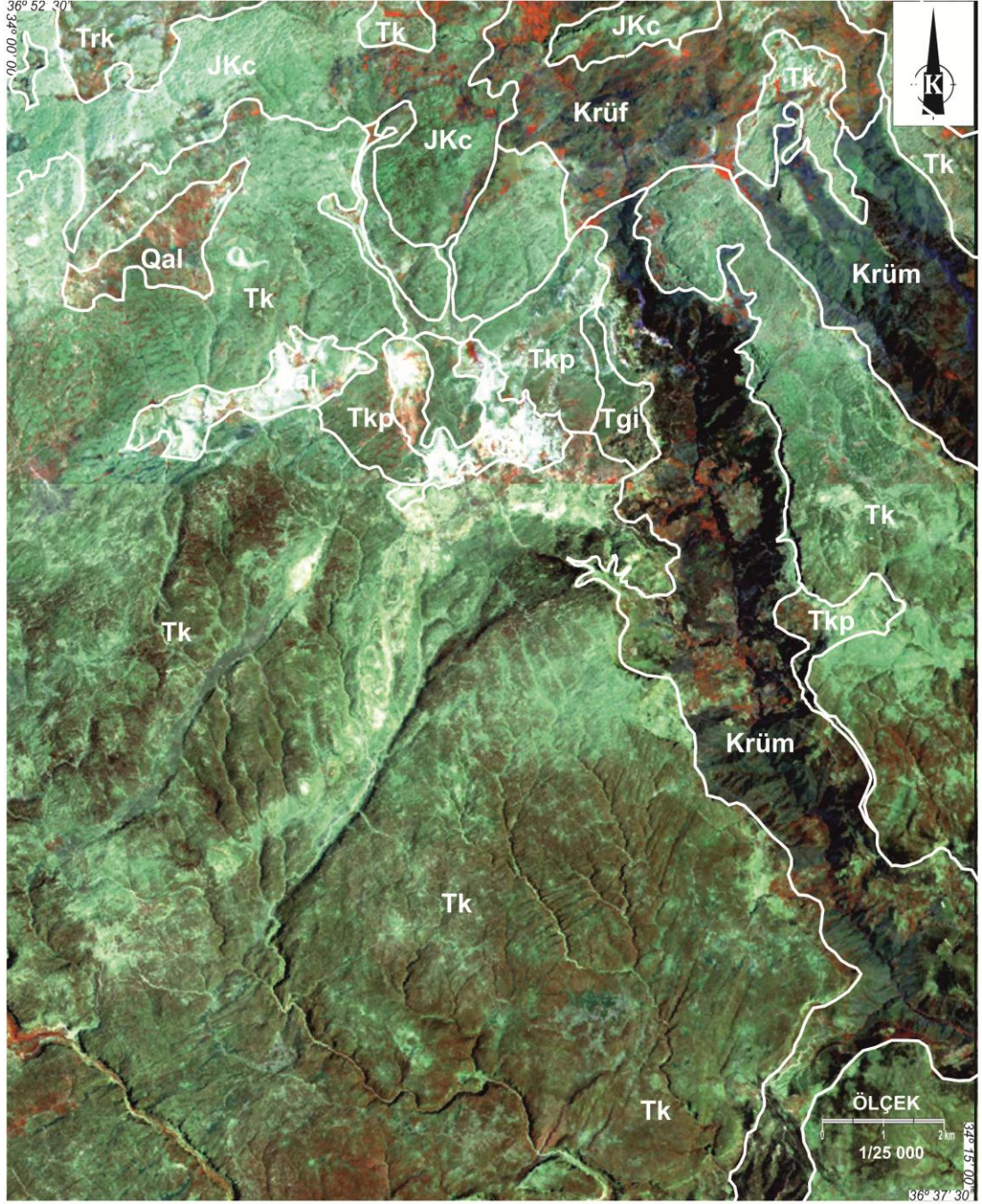
831.jpg

Şekil 4.27. Aster uydu görüntüsüne ait RGB üçlü bant kombinasyonları.

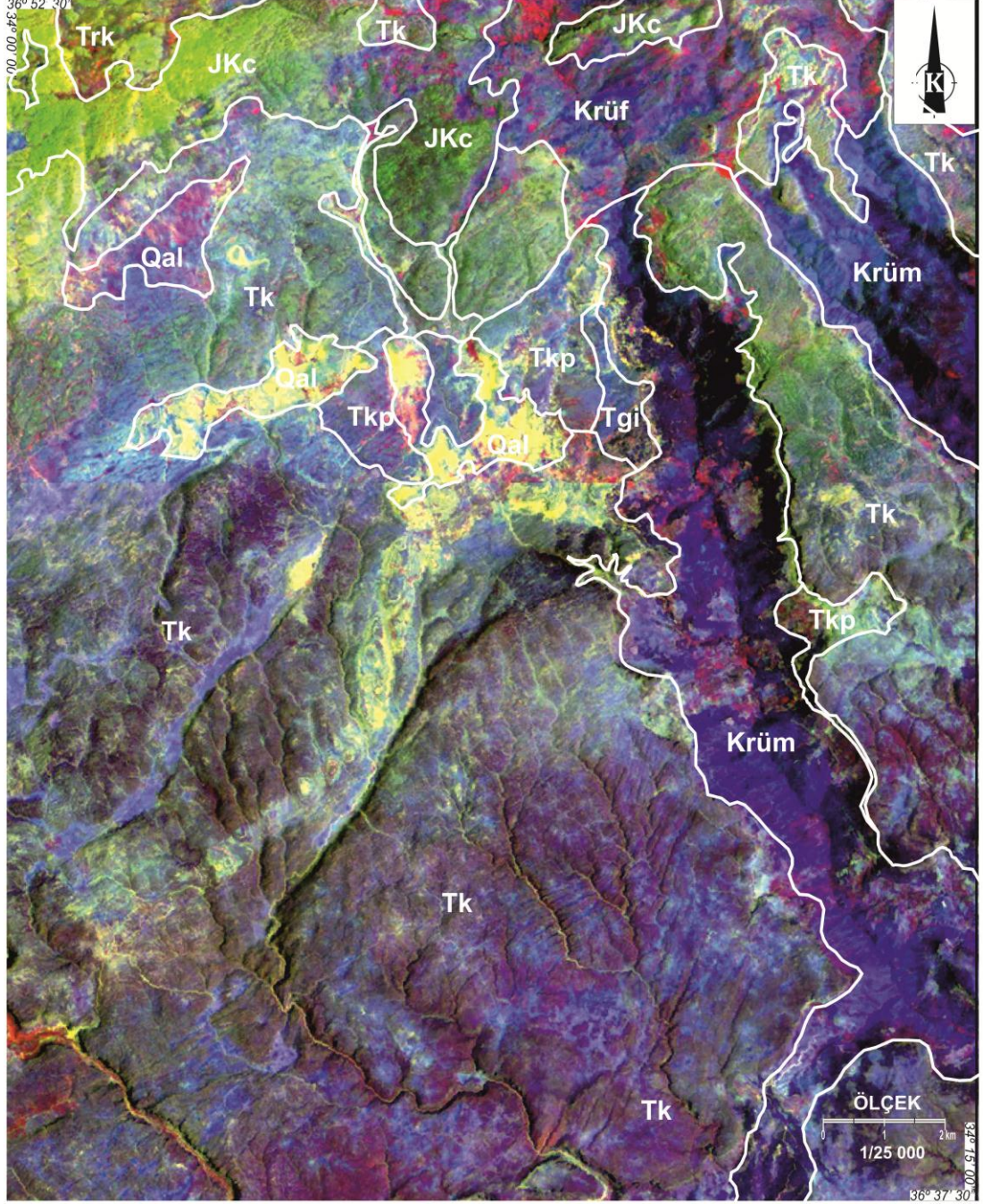
Landsat 5 TM uydu görüntüsüne ait kırmızı renge hassas olan ve bitkilerin düşük yansımaya verdiği 3. bant, toprak ve litoloji arasındaki kontrastı açığa çıkaran 4. bant, kil, kalsit, siderit gibi karbonat minerallerine hassas ve jeolojide formasyon sınırlarını belirlemede yaygın olarak kullanılan 5. ve 7. bantlar kullanılarak seçilmiş olan RGB (453) ve RGB (476) kombinasyonlarında çalışma alanına ait birimlerin sınırları ayırt edilebilmiştir (Ek-2). Ayrıca, Rothery [1987] ve Quinn [2001] de benzer litolojik özelliklere sahip birimlerin yer aldığı çalışma alanlarında sınırları belirlemek ve çizgiselliklerin ayırımını yapmak için bu kombinasyonları kullanmışlardır.

RGB (453) kombinasyonunda çalışma alanında kuzeybatıda küçük bir alanda yüzeylenen Karagedik Formasyonu (Trk) koyu yeşil renkte, kuzeybatıda yer alan Cehennemdere Formasyonu (JKc) açık yeşil renkte, doğuda yer alan Mersin Ofiyoliti (Krüm) siyah renkte, kuzeyde yüzeylenen Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) koyu yeşil, kahverengi içinde kırmızımsı tonlarda renkte, çalışma alanında oldukça geniş alan kaplayan Karaisalı Formasyonu (Tk) kahverengi renkte, alüvyonlar (Qal) ise beyaz renkte görülmektedir (Şekil 4.28).

RGB (476) kombinasyonunda Karagedik Formasyonu (Trk) koyu yeşil renkte, kuzeybatıda yer alan Cehennemdere Formasyonu (JKc) açık yeşil renkte, doğuda yer alan Mersin Ofiyoliti (Krüm) mor-mavi renkte, Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) mor-kırmızı renkte, Karaisalı Formasyonu (Tk) lila renkte, orta kesimlerde yüzeylenen Gildirli Formasyonu (Tgi) lila-mor renkte, alüvyonlar (Qal) ise beyaz renkte görülmektedir (Şekil 4.29).



Şekil 4.28. Çalışma alanına ait RGB (453) Landsat 5 TM uydu görüntüsü.

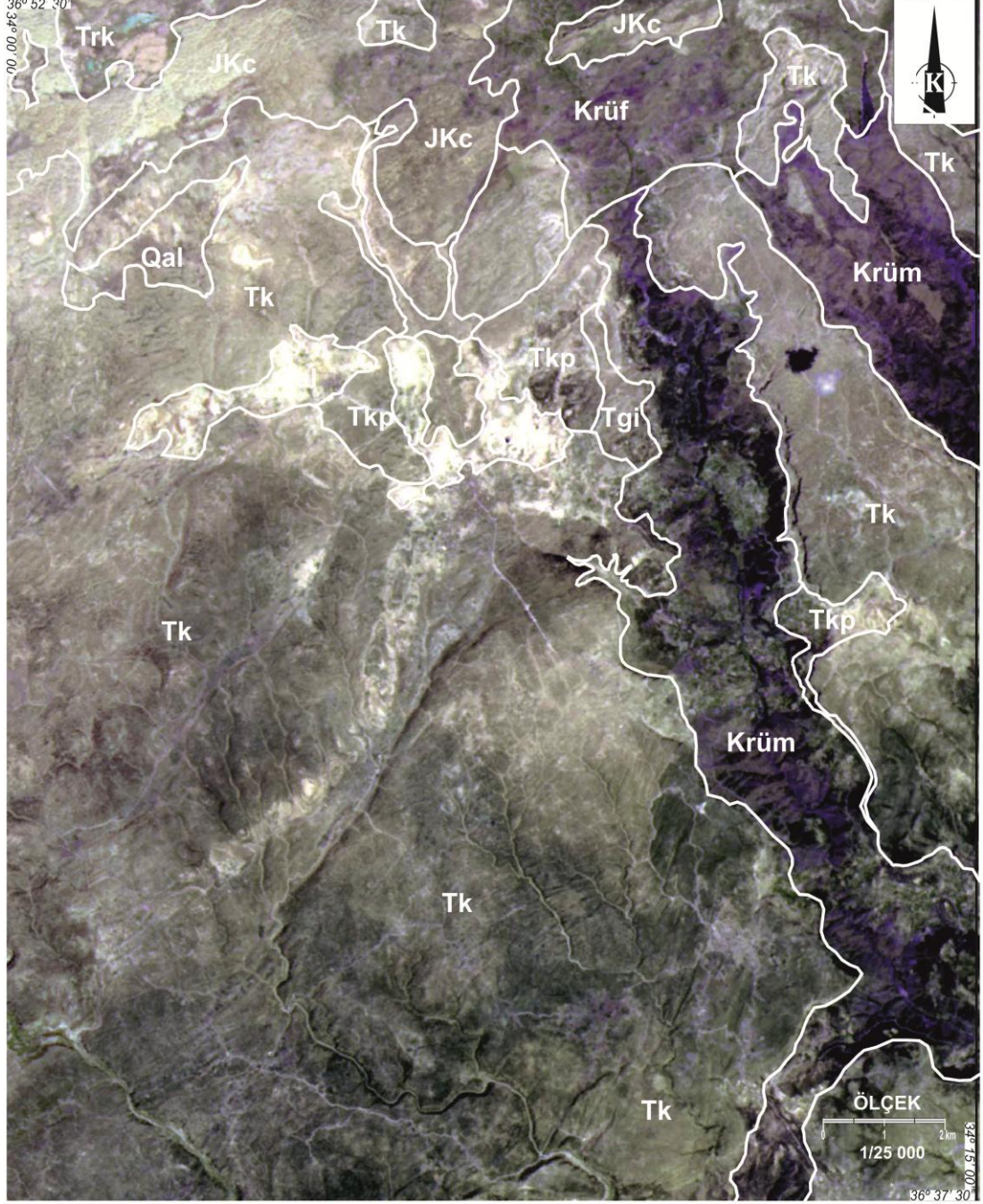


Şekil 4.29. Çalışma alanına ait RGB (476) Landsat 5 TM uydu görüntüsü.

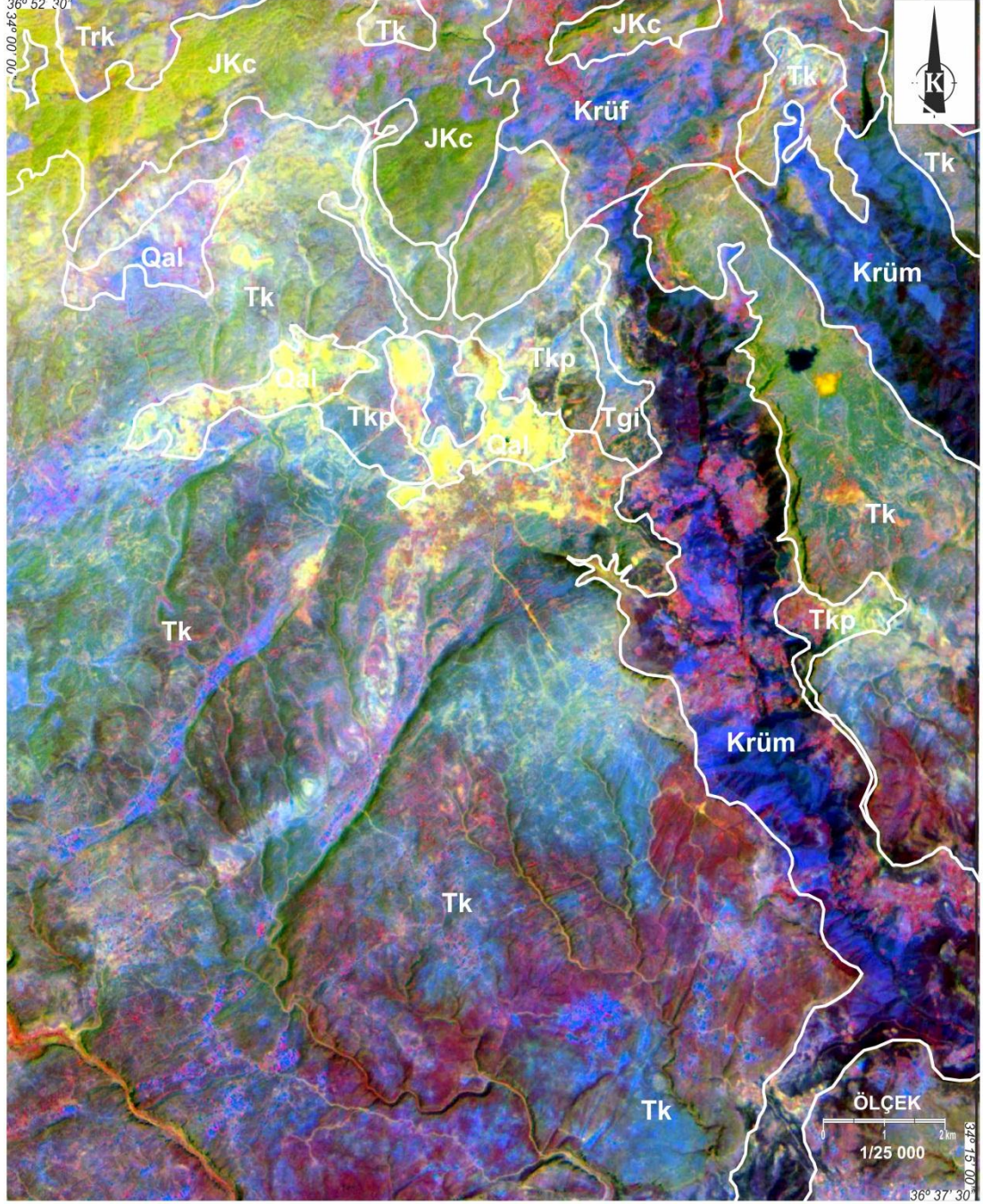
Çalışma alanında yer alan birimlerin spektral yansıma eğrilerine göre Landsat 5 TM deki seçime benzer şekilde Aster uydu görüntüsünden dört adet üçlü bant kombinasyonu birim sınırlarını belirlemede kullanılmış olup (Ek-2), bu kombinasyonlardan en iyi görülen iki tanesinde birimlerin sınırları ve gösterdikleri renkler açıklanmıştır.

Demir minerali içeren kayalar ile harzburjit, dünit ve hidroksil minerali içeren kayaların yüksek yansıma değerleri verdiği RGB (642) kombinasyonunda Şekil 4.30'da Karagedik Formasyonu (Trk) yeşil renkte, kuzeybatıda yer alan Cehennemdere Formasyonu (JKc) krem renkte, doğuda yer alan Mersin Ofiyoliti (Krüm) siyah renkte, kuzeyde yüzeyleyen Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) koyu yeşil-kahve renkte, Karaisalı Formasyonu (Tk) yeşil renkte, alüvyonlar (Qal) ise beyaz renkte görülmektedir.

Ultramafik kayaların TIR bantlarında, dolomit ve kireçtaşlarının SWIR bantlarında verdiği yüksek yansıma özelliği kullanılarak seçilen RGB (3713) kombinasyonunda Şekil 4.31'de Karagedik Formasyonu (Trk) lila renkte, kuzeybatıda yer alan Cehennemdere Formasyonu (JKc) yeşil renkte, doğuda yer alan Mersin Ofiyoliti (Krüm) mavi-mor, kuzeyde yüzeyleyen Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) lila-mavi renkte, Karaisalı Formasyonunun (Tk) çalışma alanının güneyde yer alan kesimi lila renkte, doğuda ofiyollitler arasında kalan alanda yeşil renkte, alüvyonlar (Qal) ise sarı renkte görülmektedir.



Şekil 4.30. Çalışma alanına ait RGB (642) Aster uydu görüntüsü.



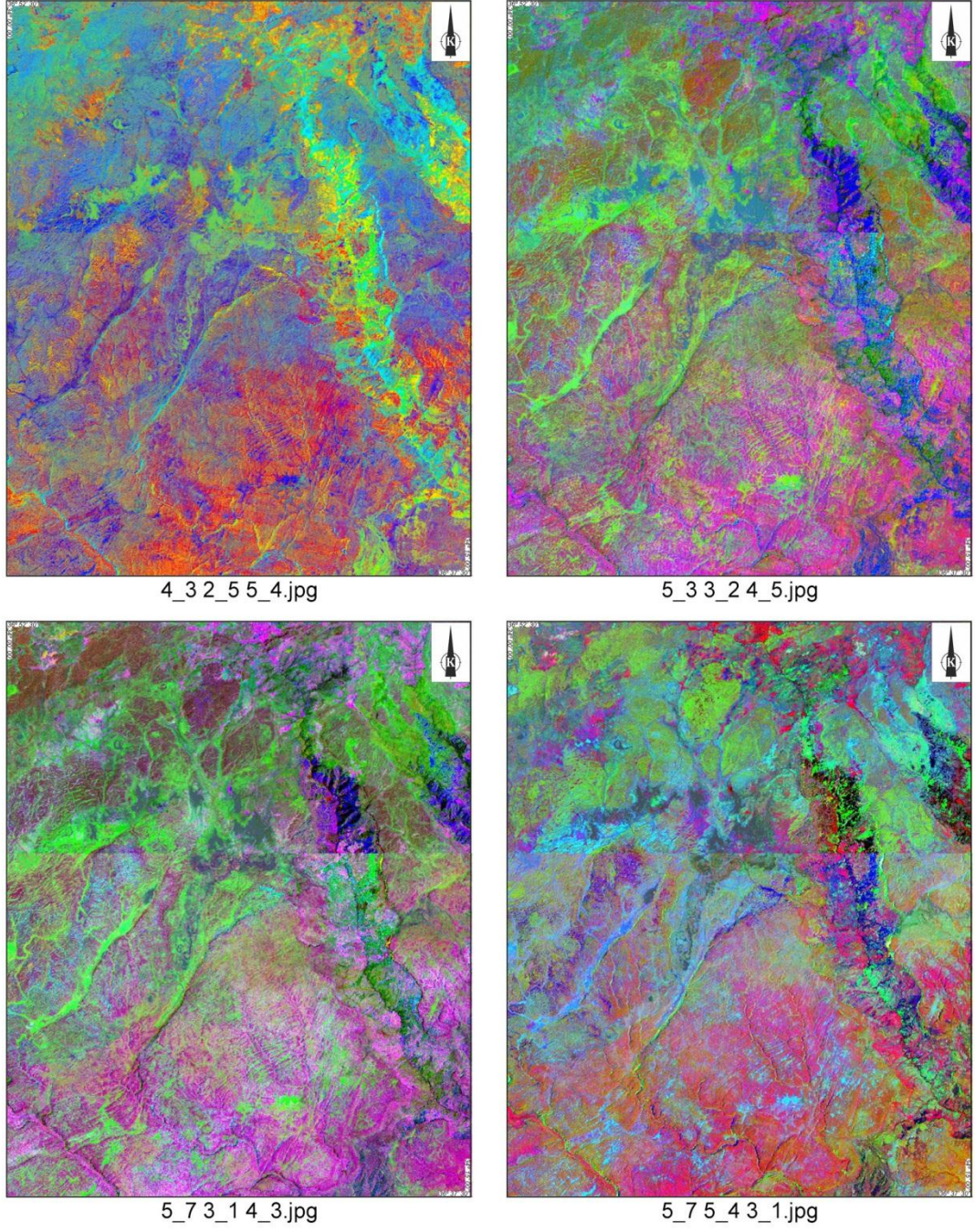
Şekil 4.31. Çalışma alanına ait RGB (3713) Aster uydu görüntüsü.

4.3.2. Landsat ve Aster Uydu Görüntüleri Bant Oranlamaları

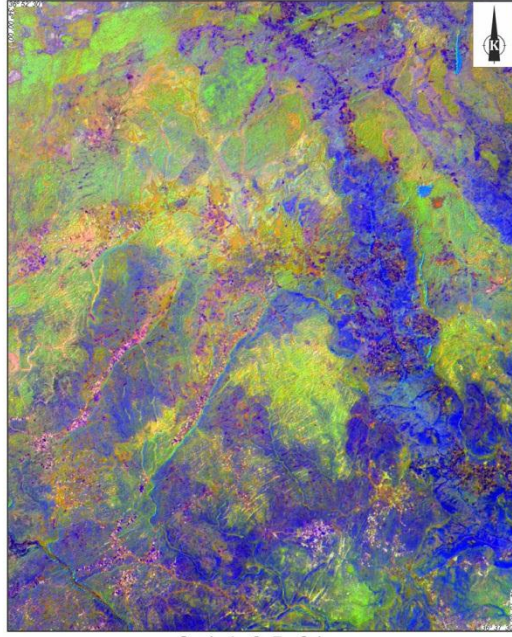
Bant oranlama yöntemi, minerallerin spektral yansıma eğrilerindeki düşük yansıma ve yüksek yansıma özelliklerine dayalı olarak litolojik birimlerin ayırt edilmesinde oldukça sık kullanılan bir yöntemdir [Kavak vd., 2005]. demiroksit/hidroksit ve kil mineralleri gibi hidrotermal alterasyon mineralleri belirli spektral aralıklarda yüksek yansıma gösterirken, bazı spektral aralıklarda ise soğurulma (düşük yansıma) özellikleri gösterirler. Çok bantlı uydu görüntülerinde bu yansımaların her bir banttaki değeri dikkate alındığında yüksek yansıma ve düşük yansıma değerlerini veren aralık kullanılarak bant oranlamaları oluşturulabilir.

Bant oranlamada kullanılacak görüntülerde yüksek yansımaya sahip bant düşük yansıma gösteren banda bölünerek daha büyük bir değer elde edilir. Bant oranlamaları ile materyaller çevrelerine göre daha belirgin hale getirilebilir. Oran görüntülerin en önemli avantajı, topoğrafik düzensizliklerden ve ışığın yeryüzünde yansımasından oluşan gölge etkilerini en aza indirmesine olanak sağlamasıdır [Lillesand ve Kiefer, 1994; Kayadibi vd., 2008]. Bant oranlamasında görüntüdeki spektral farklılıklar belirginleştirilir ve RGB kompozit görüntüleri oluşturularak mineral ve kaya türleri daha belirgin hale getirilir, bu da yorumlamayı kolaylaştırmaktadır.

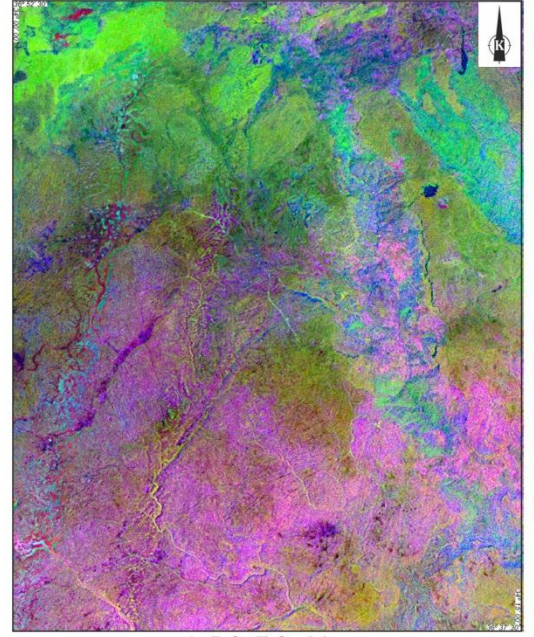
Minerallerin spektral özellikleri incelenerek bant oranlaması uygulanmış bantlar kullanılarak RGB üçlü bant kombinasyonunda Landsat 5 TM ve Aster uydu görüntülerinden 4'er tane görüntü oluşturulmuştur (Şekil 4.32 ve Şekil 4.33).



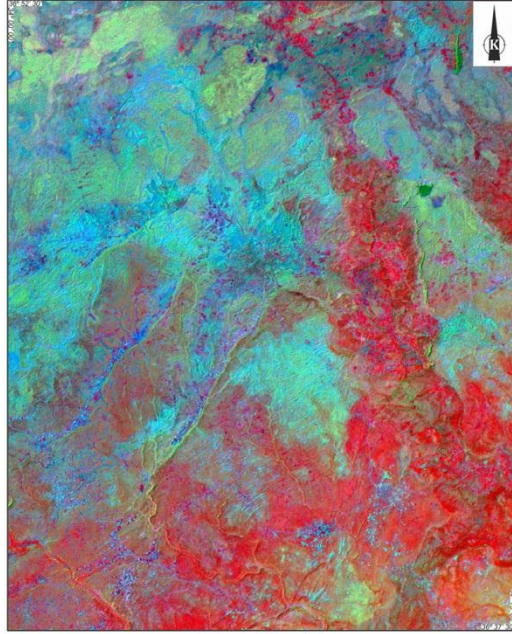
Şekil4.32. Bant oranlaması uygunlamış Landsat 5 TM uydu görüntüsüne ait RGB üçlü bant kombinasyonları.



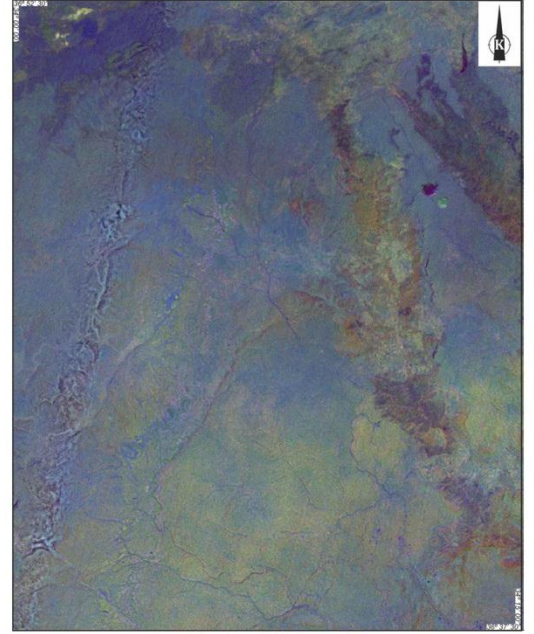
2_14_35_6.jpg



4_5_6_7_3_4.jpg



4_7_4_3_2_1.jpg



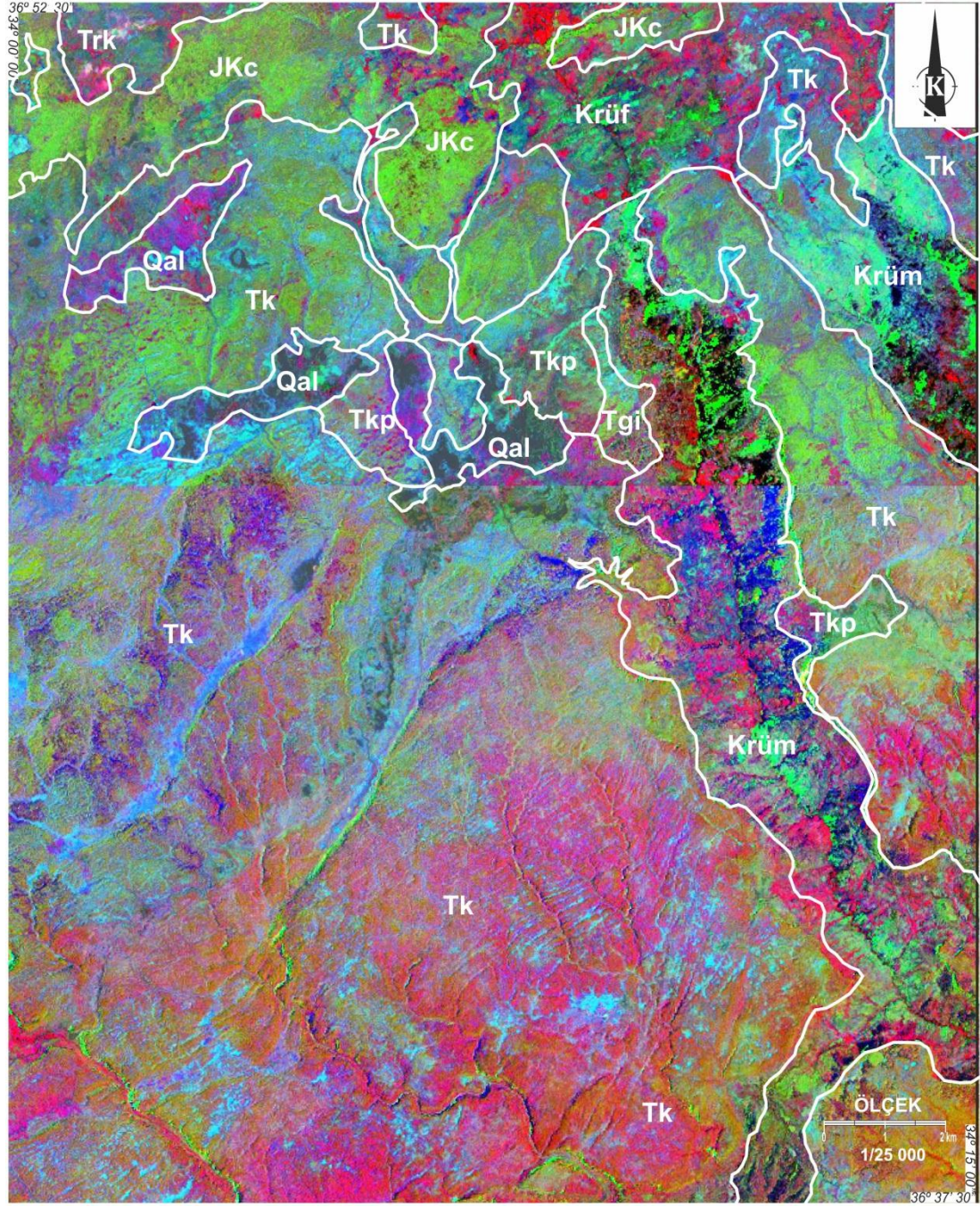
76_46_45_86_75_78.jpg

Şekil4.33. Bant oranlaması uygunlamış Aster uydu görüntüsüne ait RGB üçlü bant kombinasyonları.

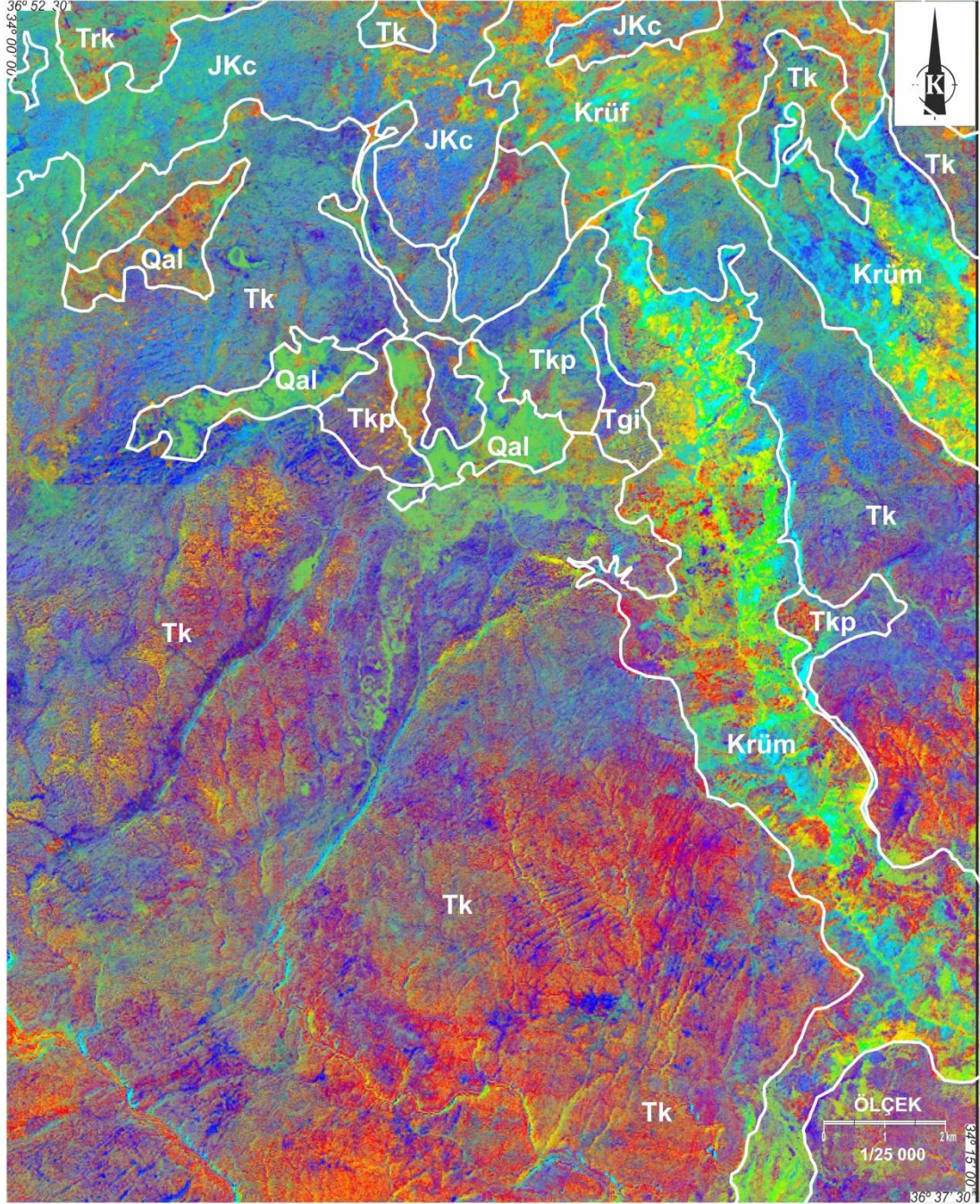
Kil mineralleri, demirli mineraller ve demir oksitler ile hidroksil minerallerini içeren TM5, TM7, TM4, TM3 ve TM1 bantları kullanılarak yapılan oranlamaların üçlü bant kombinasyonlarına atanması sonucunda çalışma alanında yer alan birimlerin sınırları RGB (5/7, 5/4, 3/1) ve RGB (4/3, 2/5, 5/4) bant kombinasyonlarından çizilmiştir (Ek-2).

RGB (5/7, 5/4, 3/1) kombinasyonunda Karagedik Formasyonu (Trk) koyu yeşil-mor renkte, Cehennemdere Formasyonu (JKc) yeşil renkte, Mersin Ofiyoliti (Krüm) siyah renkte Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) mor-kırmızı renkte, Karaisalı Formasyonu (Tk) lila-yeşil renkte, alüvyonlar (Qal) ise mavi renkte görülmektedir (Şekil 4.34).

RGB (4/3, 2/5, 5/4) kombinasyonunda Karagedik Formasyonu (Trk) koyu yeşil-mor renkte, Cehennemdere Formasyonu (JKc) mor renkte, Mersin Ofiyoliti (Krüm) sarı renkte, Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) turuncu renkte, Karaisalı Formasyonu (Tk) mavi ve tonları renklerde, çalışma alanının orta kesimlerinde yüzeylenen Kaplankaya Formasyonu (Tkp) açık yeşil renkte, alüvyonlar (Qal) ise yeşil renkte görülmektedir (Şekil 4.35).



Şekil 4.34. Bant oranlaması uygunlanmış Landsat 5 TM uydu görüntüsüne ait RGB (5/7, 5/4, 3/1) bant kombinasyonu.



Şekil 4.35. Bant oranlaması uygulanmış Landsat 5 TM uydu görüntüsüne ait RGB (4/3, 2/5, 5/4) bant kombinasyonu.

Ninomiya [2003], litolojik ve mineralojik haritalama yapmada bant oranlaması yönteminin Aster uydusunun daha fazla spektral bant aralığına sahip olmasından dolayı daha iyi sonuçlar vereceğini belirtmiştir. Yaptığı çalışmasında mineralojik haritalama ve litolojik haritalama için Aster bant indisleri önermiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Aster bant indisleri [Ninomiya, 2003].

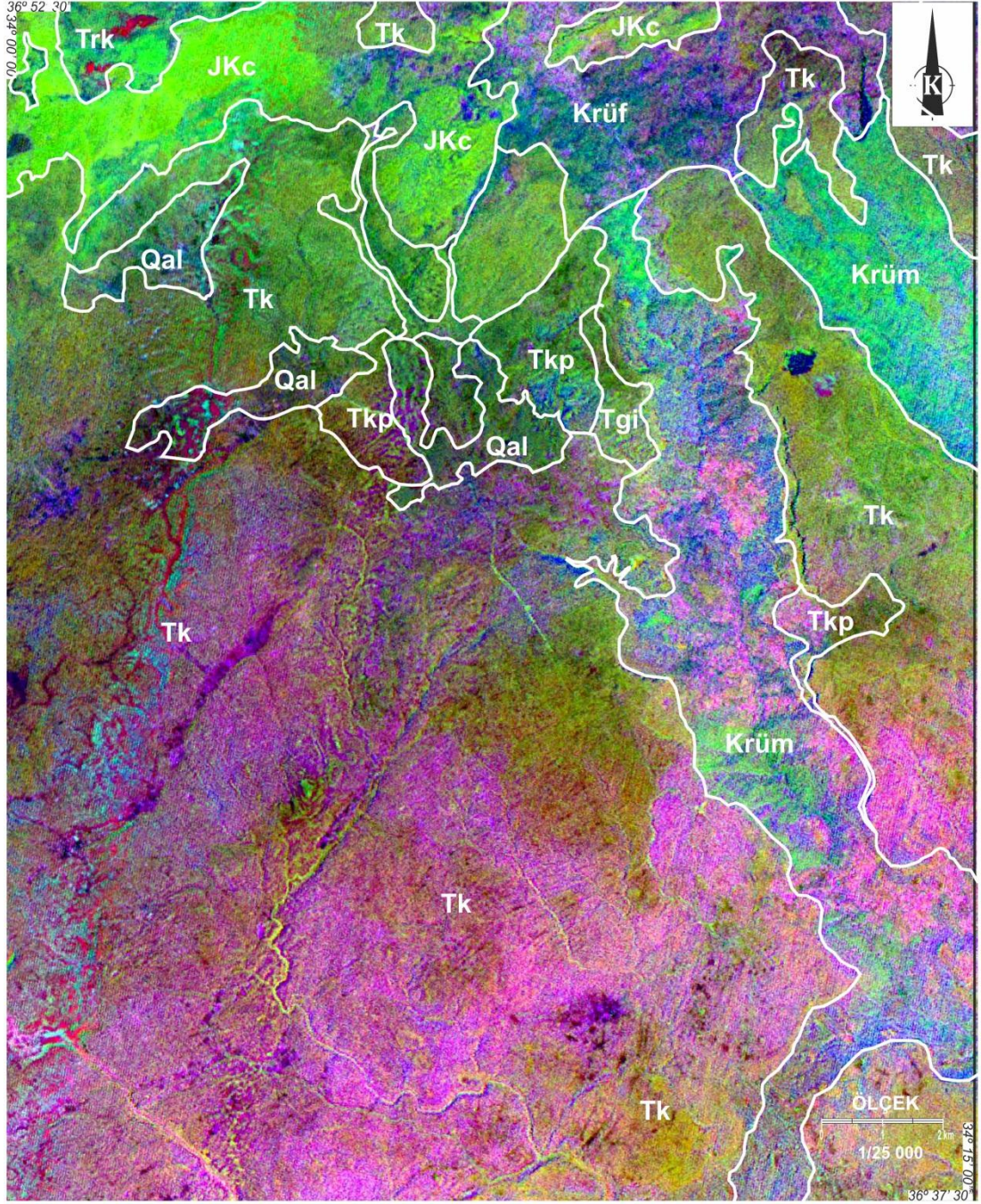
OH içerikli alterasyon mineral indisi	$(\text{Bant7} / \text{Bant6}) \times (\text{Bant4} / \text{Bant6})$
Kaolinit indisi	$(\text{Bant4} / \text{Bant5}) \times (\text{Bant8} / \text{Bant6})$
Alünit indisi	$(\text{Bant7} / \text{Bant5}) \times (\text{Bant7} / \text{Bant8})$
Kalsit indisi	$(\text{Bant6} / \text{Bant8}) \times (\text{Bant9} / \text{Bant8})$
Kuvars (QI)	$(\text{Bant11} / \text{Bant10}) \times (\text{Bant11} / \text{Bant12})$
Karbonatlar (CI)	Bant13 / Bant14
Toplam SiO ₂ içeriği	Bant12 / Bant13
Değişken SiO ₂ içeriği	$SI_i = SI / CI_i$

Xiong vd., [2011], ofiyolitler ile ilgili yapmış oldukları çalışmada ofiyolitlere ait birimleri görüntülerden ayırt edebilmek için bant oranlaması yöntemini kullanmışlar ve Aster uydusuna ait bantlardan yapmış oldukları RGB (4/5, 6/7, 3/4) kombinasyonunun litolojik haritamalamada oldukça başarılı olduğu sonucuna varmışlardır.

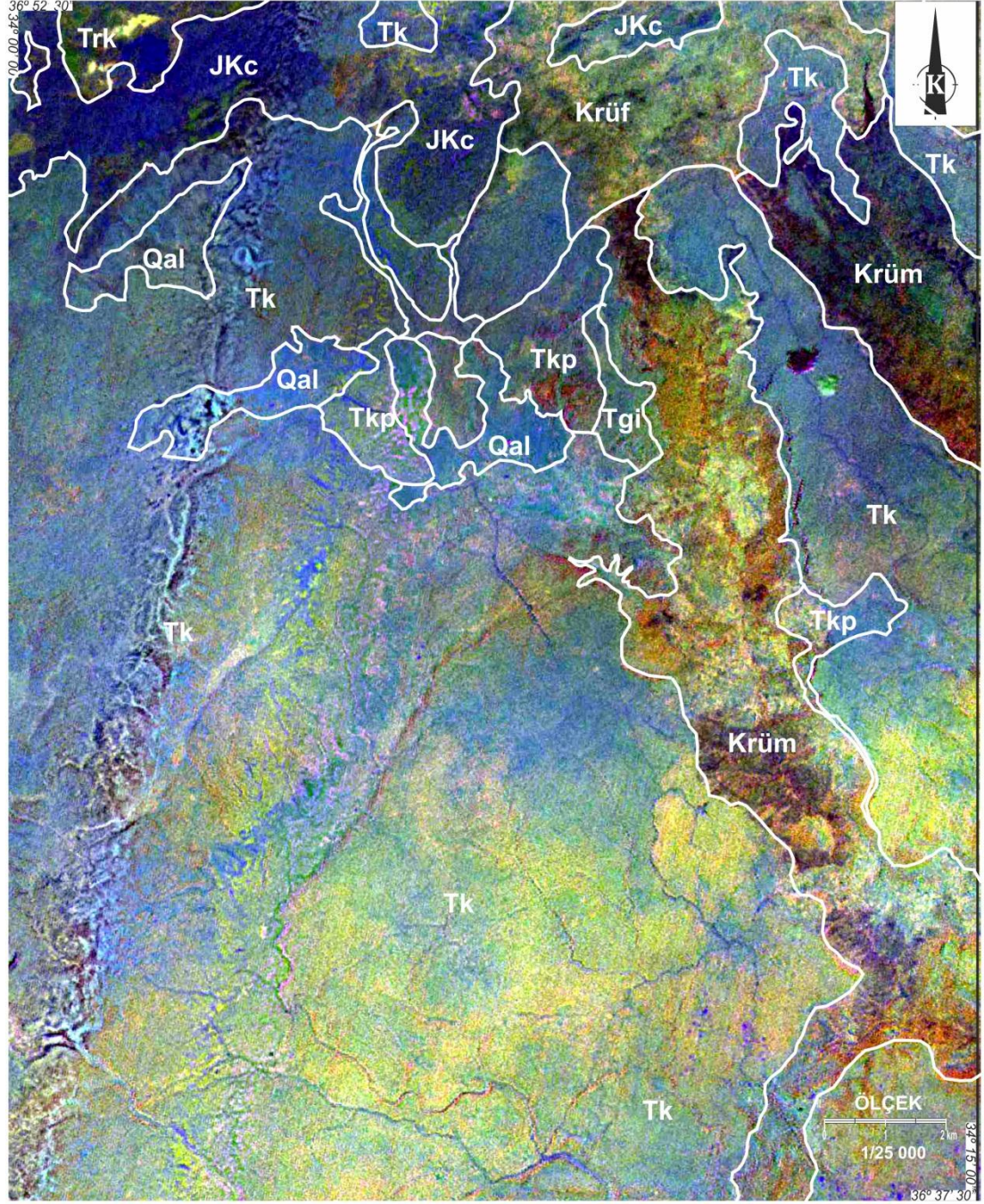
Bu çalışmada da minerallerin yansıma ve soğrulma değerleri dikkate alınarak kombinasyonlar oluşturulmuştur. Xiong vd., [2011], ofiyolitler için kullandığı kombinasyonla ile Ninomiya [2003]'ün önerdiği indisleri kullanılarak hazırlanan kombinasyondan çalışma alanında yer alan birimler belirlenmiştir (Ek-2).

RGB (4/5, 6/7, 3/4) kombinasyonunda Karagedik Formasyonu (Trk) koyu yeşil renkte, Cehennemdere Formasyonu (JKc) açık yeşil renkte, Mersin Ofiyoliti (Krüm) mor renkte, Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) krem renkte, Gildirli Formasyonu (Tgi) yeşil renkte, Kaplankaya Formasyonu (Tkp) çok koyu yeşil renkte, Karaisalı Formasyonu (Tk) çalışma alanının doğu kesiminde yeşil güney kesiminde lila renkte, alüvyonlar (Qal) ise mor-lila renkte görülmektedir (Şekil 4.36).

RGB (7/6×4/6, 4/5×8/6, 7/5×7/8) kombinasyonunda Karagedik Formasyonu (Trk) yeşil renkte, Cehennemdere Formasyonu (JKc) mor renkte, Mersin Ofiyoliti (Krüm) kahverengi renkte, Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) krem renkte, Karaisalı Formasyonu (Tk) mor renkte görölmektedir (Şekil 4.37).



Şekil 4.36. Bant oranlaması uygulanmış Aster uydu görüntüsüne ait RGB (4/5, 6/7, 3/4) bant kombinasyonu.



Şekil 4.37. Bant oranlaması uygunlanmış Aster uydu görüntüsüne ait RGB (7/6×4/6, 4/5×8/6, 7/5×7/8) bant kombinasyonu.

4.3.3. Landsat ve Aster RGB Uydu Görüntüleri Temel Bileşenler Analizi

Temel bileşenler analizi, uydu görüntülerinin içerdiği multispektral fazlalıkların ortadan kaldırılmasını amaçlar. Bu istatistiksel yöntemde, aralarında korelasyon bulunan değişkenler aralarında ilişki olmayan yeni bir değişken setine dönüşmektedir. Temel bileşenler (PC) dönüşümü, orijinal veri vektörünün bir matris çarpımı sonucunda elde edilen doğrusal bir veri kümesidir. Veri sayısının azaltılmasıyla, ham veride gizlemiş ya da görülemeyen spektral özellikleri daha belirgin hale getirilmektedir [Dinç, 2001; Sümer vd., 2006; Kayadibi vd., 2008].

Temel bileşenler analizi yöntemi litolojik haritalama ve özellikle alterasyon haritalaması için yaygın olarak kullanılmaktadır [Abrams vd., 1983; Kaufman, 1988; Loughlin, 1991; Bennett vd., 1993; Rutz-Armenta ve Prol-Ledesma, 1998; Tangestani ve Moore, 2000; 2001; Kalelioğlu vd., 2009; Gül vd., 2012].

Crosta tekniği, yönlü özelliklerin temel bileşim seçimi (Feature Oriented Principal Components Selection) olarak da bilinir [Crosta ve Moore, 1989]. Eigen vektör değerlerinin analizleri özel mineraller hakkında spektral bilgiler içeren temel bileşenlerin tanımlanmasına izin verir. Bu teknikle, eigen vektör değerlerinin işareti ve şiddetine göre ayırtlanması hedeflenen bileşenlerin parlak veya koyu renkli piksellerle temsil edilmesini sağlar.

Çoklu spektral görüntü kanalları bir değişken gibi işleme tabii tutulduğunda ve dönüşümü söz konusu olduğunda, temel bileşen sıralamasında, hem değişken yüzey alanlarının alansal baskınlığı, hem de görüntü istatistikleri etkilenir [Tangestani ve Moore, 2001]. Standart ve seçimli (Crosta tekniğindeki gibi) TBA arasındaki fark; standart analizde bir görüntüde mevcut olan tüm bantlar TBA'da işleme girebilir seçimli analizde ise sadece kesin olan seçilmiş bantlar işleme tabii tutulur. FPCS metodu temel bileşenler analizinde hesaplanan eigen vektör değerleri kullanılarak, özel hedeflerin ya da yorumlanacak alanların kuramsal spektral işaretleriyle ilişkili yoğunlaşmış bilgilerin hangi PC imajlarında olduğuna karar vermede kullanılmaktadır [Crosta and Moore, 1989]. Bu yaklaşımın temel öngörüsü PC görüntülerinde koyu ya da açık piksellerin hedef yüzey tiplerinde zenginleşip zenginleşmediğidir [Loughlin, 1991]. PC analizinde bütün bantların kullanılması bazı sakıncalara neden olmaktadır [Crosta and Moore, 1989]. Bu nedenle hidroksil

taşıyan silikatlar, karbonatlar ve demir oksitli minerallerin tek bir PC görüntüsü ile ayrılması mümkün değildir. Bu teknik TM verilerinde seçilmiş dört banda uygulanmaktadır [(Loughlin, 1991; Ranjbar vd., 2004)].

Aster uydu görüntülerinden mineral tayinleri ve yüzey görüntüleri ile doğrudan alterasyonlu alanları saptayabilmektedir. Crosta vd., [2003] tarafından Patagonia-Arjantin’de epitermal altın sahaları üzerinde haritalama amacıyla temel bileşenler analizini (PCA) Aster uydu görüntüsünün VNIR ve SWIR bantlarına uygulamışlardır. Aster SWIR bantları ile Landsat TM 5 ve 7 nolu bantlar incelendiğinde benzer kil ve demir oksit birliktelikleri gösterdiği sonuca varmışlardır.

Altere zonların olduğu alanları belirlemek amacıyla minerallerin yüksek yansımaya ve düşük yansımaya gösterdikleri bantlara dördü gruplar halinde temel bileşenler analizi uygulanmaktadır [Crosta vd., 2003; Tangestani vd., 2008; Boloki ve Poormirzaee, 2009].

Kaolin minerali için Bant 1, 4, 6 ve 7

İllit minerali için Bant 1, 3, 5 ve 6

Simektit minerali için Bant 1, 4, 6 ve 9

Montmorillonit-İllit minerali için Bant 1, 4, 5 ve 7

Çalışma alanındaki altere zonların belirlenmesine yönelik olarak Landsat 5 TM uydu görüntüsünün 6 bandına ve 4 bandına, Aster uydu görüntüsünde ise 9 banda ve VNIR ve SWIR bantlarında minerallere göre temel bileşenler analizi uygulanmış ve çalışma alanında yer alan birimlerin sınırları belirlenmiştir (Ek-2).

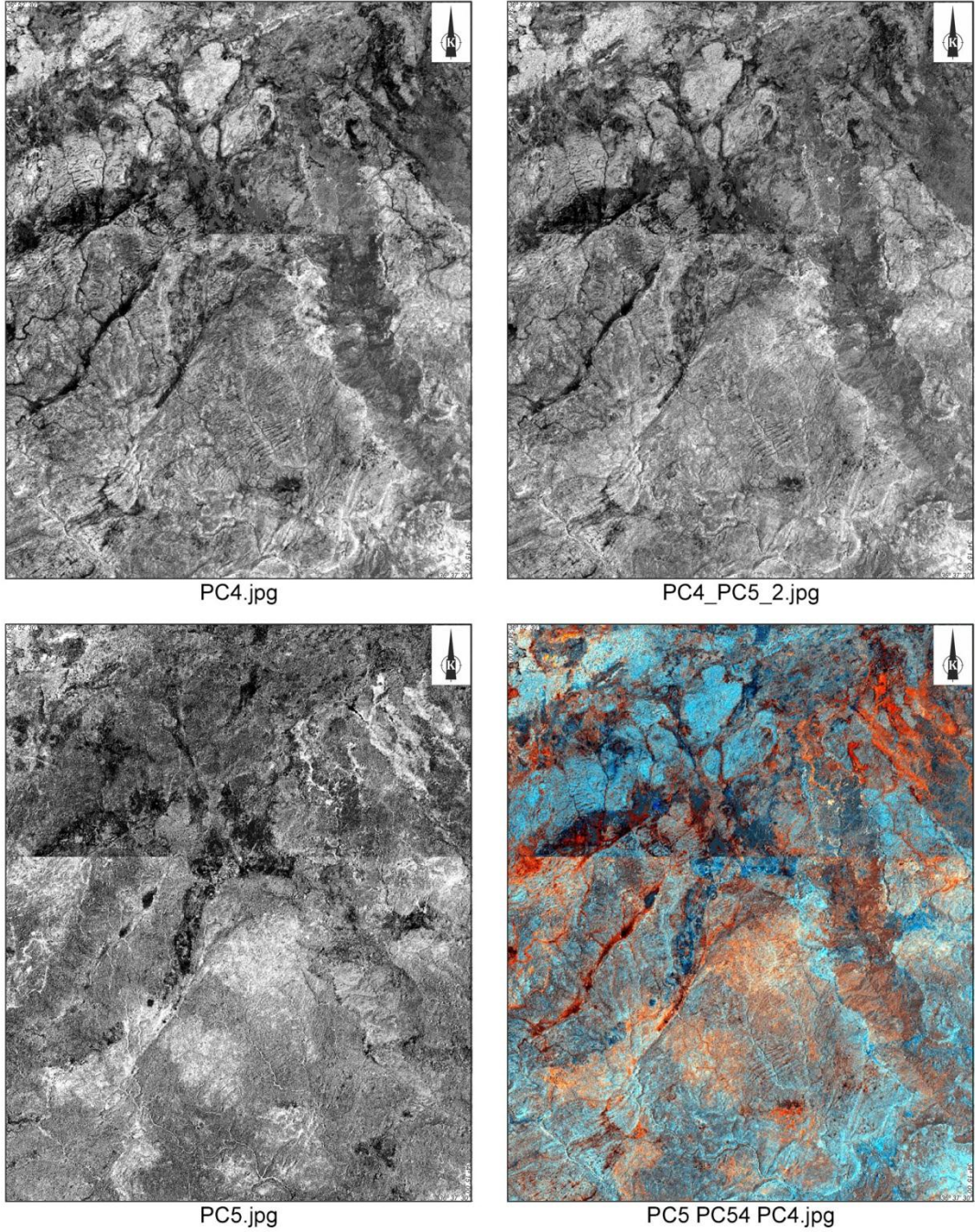
Temel Bileşenler Dönüşümü için eigen değerleri ve eigen vektör değerleri Landsat TM in 6 bandı için çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Altı bant için eigen vektör matris değerleri.

Bantlar	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7	Eigen Değerleri %
PC1	0,37	0,39	0,42	0,32	0,48	0,46	91,73
PC2	-0,22	-0,11	-0,21	0,92	0,02	-0,20	4,05
PC3	-0,58	-0,36	-0,15	-0,14	0,55	0,43	3,01
PC4	0,55	-0,09	-0,69	-0,07	0,42	-0,13	0,86
PC5	-0,19	0,19	0,29	-0,13	0,54	-0,73	0,25
PC6	-0,36	0,81	-0,44	-0,06	-0,05	0,10	0,10

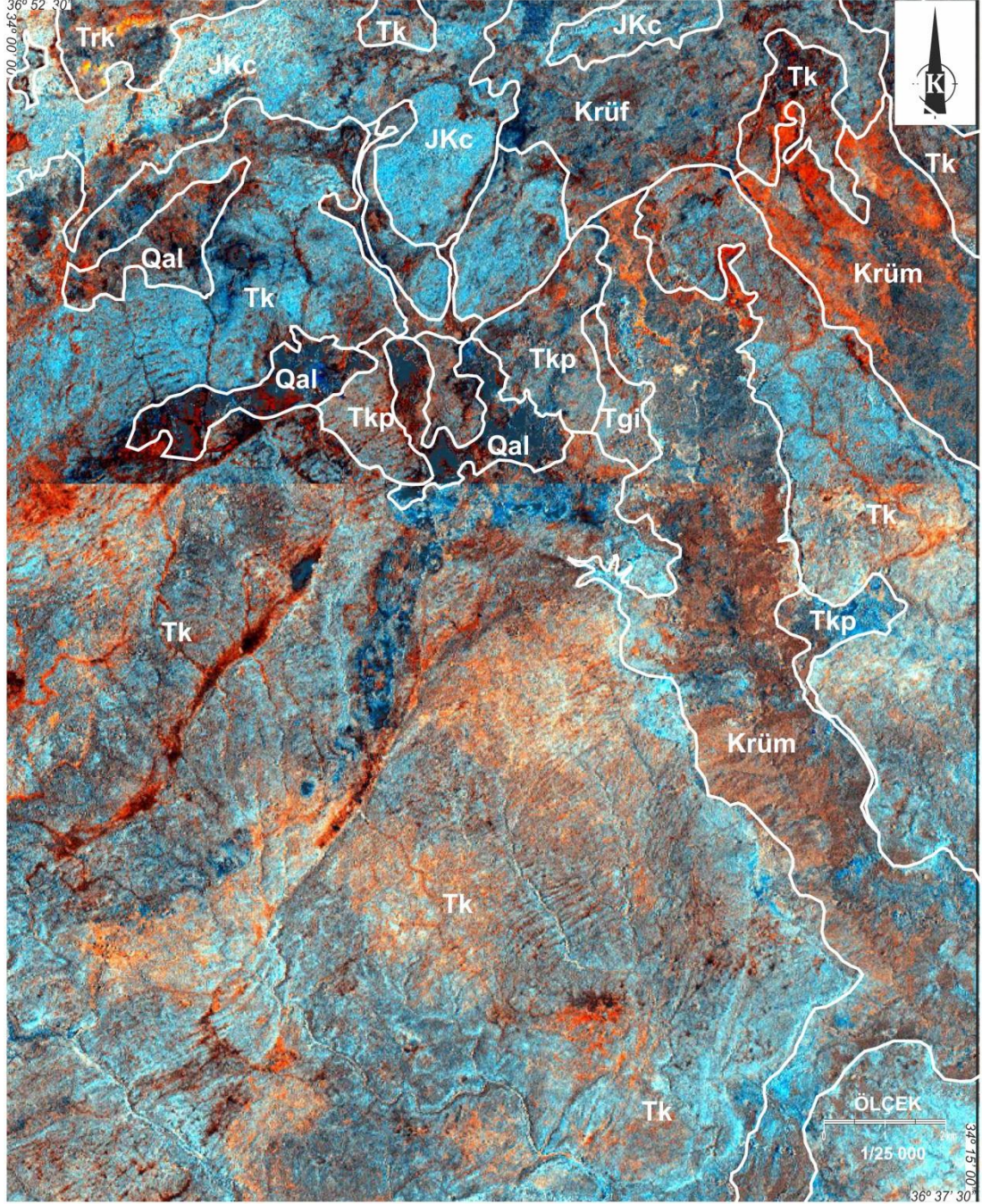
Çizelge 4.2’de PC1 birinci temel bileşen verilerin %91,73’ü içermektedir, buda albedo ve topoğrafik etkileri göstermektedir. TM4 bandı ikinci temel bileşende (0,92) en yüksek değerini vermiş ve verilerin % 4,05 i bu bileşende toplanmaktadır. PC2 TM4 bandının yüksek yüklemesi bitki yoğunluğunun ölçümüdür. Kıl mineralleri 5. Bantta yüksek yansımaya gösterirken 7. bantta emilim gösterirler. PC5’te TM5 (0,54) pozitif işaretli, orta yüklemeye, TM7 (-0,73) negatif işaretli yüksek yüklemeye ile yüklenmiştir. Eğer yüklemeler mineralin yansıtıcı bandında pozitif ise görüntü parlak pikseller, eğer negatif ise görüntüde koyu pikseller görülecektir. (Crosta ve Moore 1989; Loughlin 1991). PC5’te mineraller parlak piksellerle görülecektir. Demir mineralleri ise bant 3’de yansımaya, bant 1’de ise emilim gösterirler. PC4 de TM3 (-0,69) negatif işaretli yüksek yansımaya, TM1 (0,55) pozitif işaretli, orta yüklemeye ile yüklenmiştir. TM3 negatif işaretinden dolayı mineraller koyu piksellerle görülecektir. Bu durumda görüntü -1 ile çarpılarak terslenir.

Hem demir oksit bakımından, hemde hidroksil bakımından zengin alanları göstermek için ise bu iki PC’nin ortalaması elde edilir. Elde edilen PC’lerden PC5 kırmızı banda, PC4 mavi banda, bu iki PC nin ortalaması ise yeşil banda atanarak RGB üçlü bant kombinasyonu oluşturulur (Şekil 4.38) [Abera, 2005; Crosta and Moore 1989].



Şekil 4.38. Landsat 5 TM uydu görüntüsüne temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen kil mineralleri için PC5, demir mineralleri için PC4 ve her iki bandın ortalaması ve bu temel bileşenlerin R:PC5, G:PC5+PC4/2, B:PC4 şeklinde atanmasıyla elde edilmiş kompozit görüntü.

RGB (PC5, (PC5+PC4)/2, PC4) görüntüsünde Mersin Ofiyoliti (Krüm) koyu yeşil-kızıl renkte, Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) koyu yeşil renkte, Kaplankaya Formasyonu (Tkp) koyu mavi renkte, Karaisalı Formasyonu (Tk) lila renkte görülmektedir (Şekil 4.39).



Şekil 4.39. Landsat 5 TM uydu görüntüsüne temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen R:PC5, G:PC5+PC4/2, B:PC4 şeklinde atanmasıyla elde edilmiş kompozit görüntü.

Seçimli temel bileşenler analizi Landsat 5 TM uydu görüntüsünün 1,4,5 ve 7. bantları ile 1, 3, 4 ve 5. bantları olmak üzere iki sete uygulanmıştır (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4) .

Çizelge 4.3. Kil mineralleri için eigen vektör matris değerleri.

Bantlar	TM1	TM4	TM5	TM7	Eigen Değerleri %
PC1	0,44	0,39	0,58	0,56	89,84
PC2	-0,17	0,91	-0,16	-0,34	5,72
PC3	-0,88	0,01	0,40	0,27	3,18
PC4	-0,10	0,13	-0,69	0,71	1,26

Çizelge 4.3'te PC4 de TM5 (-0,69) negatif işaretli, yüksek yükleme, TM7 (0,71) pozitif işaretli yüksek yükleme ile yüklenmiştir. TM5 negatif işaretinden dolayı görüntüde mineraller koyu piksellerle görülmektedir.

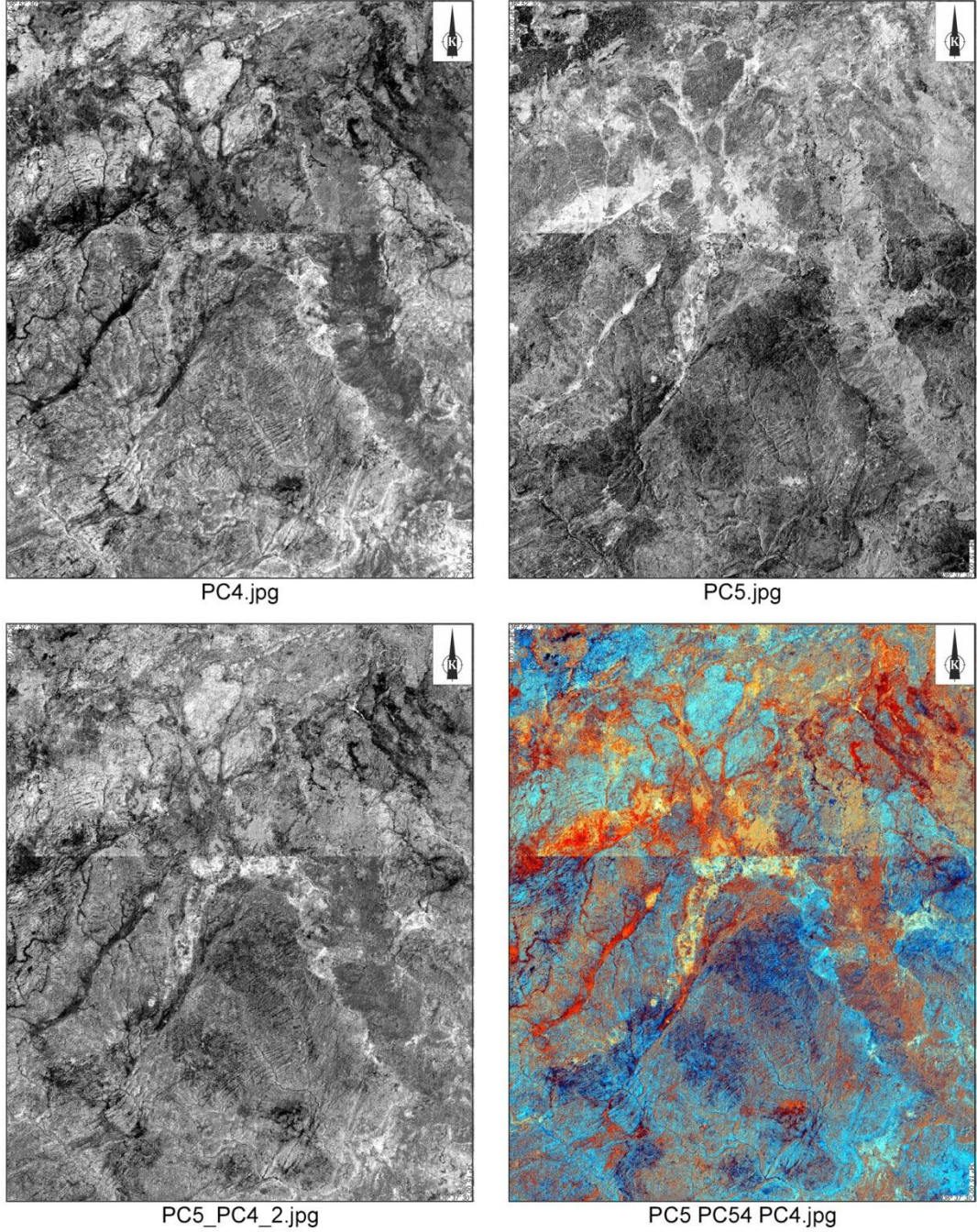
Çizelge 4.4. Demir mineralleri için eigen vektör matris değerleri.

Bantlar	TM1	TM3	TM4	TM5	Eigen Değerleri %
PC1	0,46	0,52	0,41	0,59	89,84
PC2	-0,38	-0,31	0,87	-0,03	5,72
PC3	0,60	0,09	0,27	-0,74	3,17
PC4	0,52	-0,79	-0,04	0,31	1,26

Çizelge 4.4'de PC4 de TM3 (-0,79) negatif işaretli yüksek yansıma, TM1 (0,52) pozitif işaretli, orta yükleme ile yüklenmiştir. TM3 negatif işaretinden dolayı mineraller koyu piksellerle görülecektir. Görüntüler -1 ile çarpılarak terslenir.

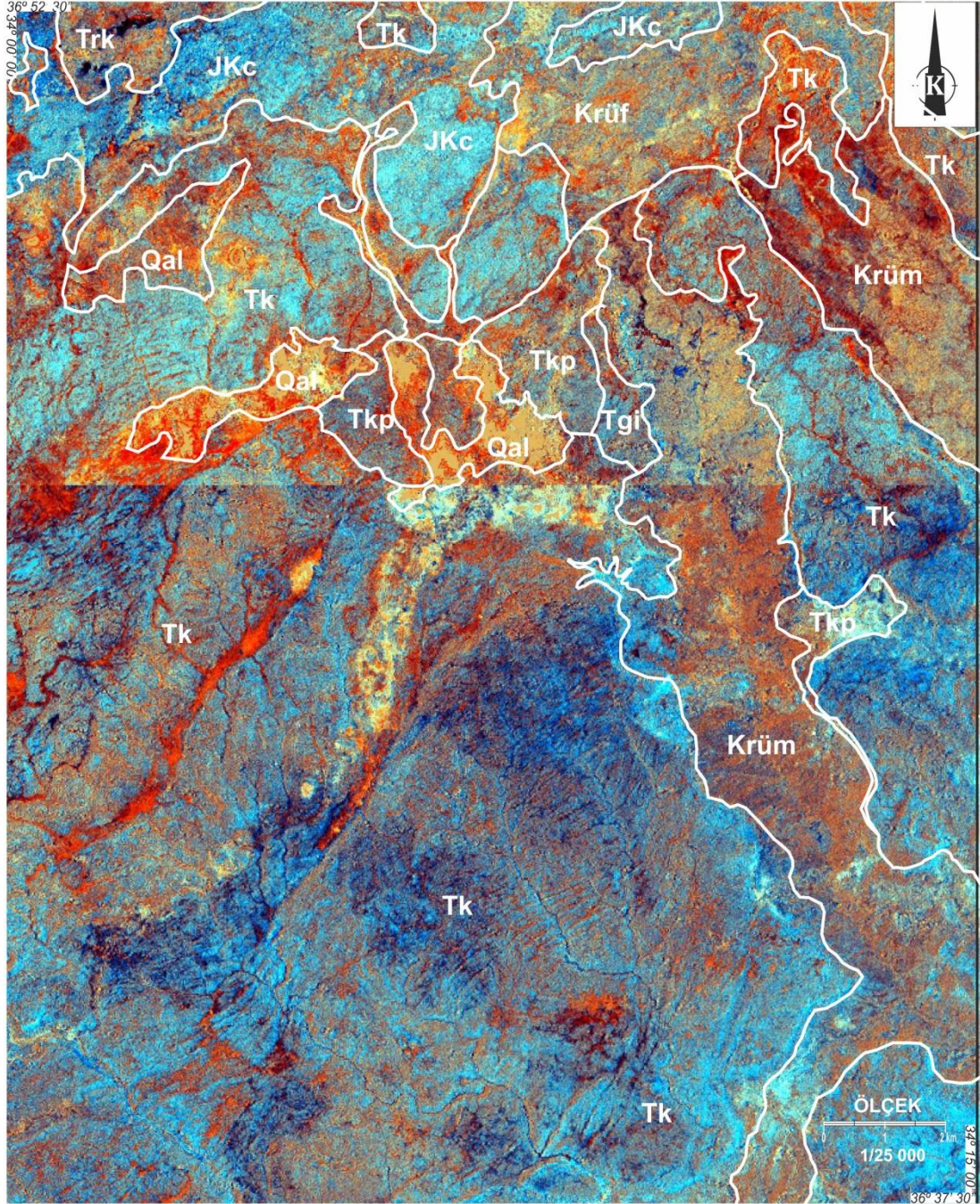
Hem demir oksit bakımından, hemde hidroksil bakımından zengin alanları göstermek için 6 bandın temel bileşenin olduğu gibi bu iki PC'nin ortalaması elde edilir. Elde edilen PC'lerden kil için PC4 kırmızı banda, demir mineralleri için PC4

mavi banda, bu iki PC nin ortalaması ise yeşil banda atanarak RGB üçlü bant kombinasyonu oluşturulur (Şekil 4.40).



Şekil 4.40. Landsat 5 TM uydu görüntüsüne temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen kil mineralleri için PC5, demir mineralleri için PC4 ve her iki bandın ortalaması ve bu temel bileşenlerin R:PC5, G:PC5+PC4/2, B:PC4 şeklinde atanmasıyla elde edilmiş kompozit görüntü.

4 lü bantlar için yapılan temel bileşenlerin RGB görüntüsünde Mersin Ofiyoliti (Krüm) kahverengi-kızıl renkte, Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) kırmızı renkte, Kaplankaya Formasyonu (Tkp) açık kahve-kızıl renkte, Karaisalı Formasyonu (Tk) mor-mavi renkte görülmektedir (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. Landsat 5 TM 4 lü bant setlerine temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen RGB kompozit görüntü.

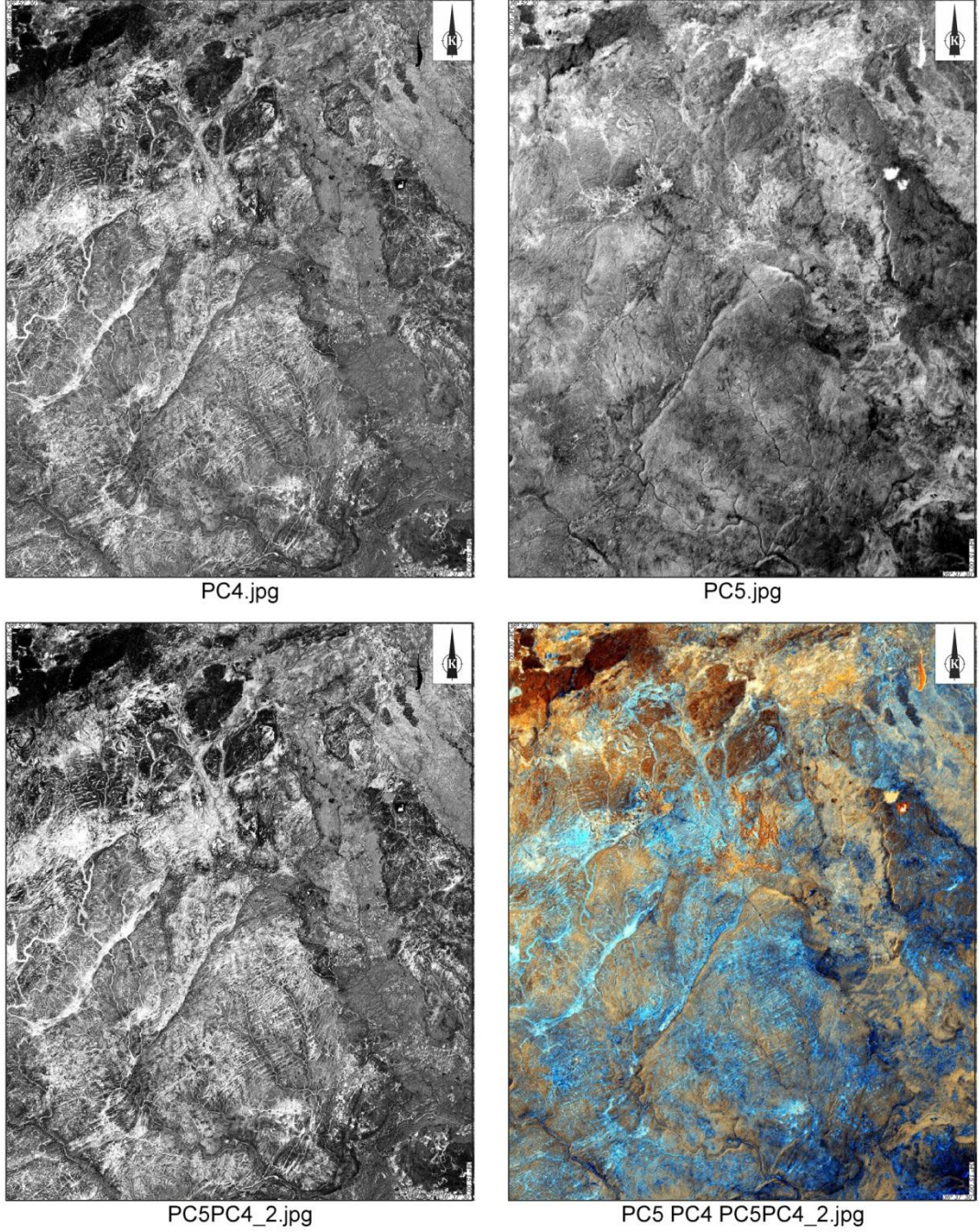
Temel bileşenler dönüşümü için eigen değerleri ve eigen vektör değerleri Asterin 9 bandı için çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Dokuz bant VNIR ve SWIR için eigen vektör matris değerleri.

Bantlar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eigen Değerleri %
PC1	0,43	0,46	0,20	0,31	0,29	0,33	0,29	0,29	0,30	92,11
PC2	-0,54	-0,41	-0,31	0,23	0,25	0,27	0,27	0,29	0,29	4,76
PC3	0,19	0,33	-0,91	-0,16	0,01	0,01	-0,03	-0,01	0,03	2,08
PC4	-0,64	0,66	0,13	-0,18	-0,1	-0,14	0,13	0,22	-0,07	0,48
PC5	0,12	-0,15	0,12	-0,74	0,08	-0,15	0,04	0,21	0,57	0,21
PC6	0,23	-0,20	-0,05	-0,10	-0,23	-0,15	0,42	0,63	-0,50	0,19
PC7	-0,04	0	0,06	-0,43	0,62	0,41	0,03	-0,14	-0,49	0,08
PC8	-0,03	0	0,03	-0,17	-0,56	0,75	-0,26	0,14	0,01	0,04
PC9	0	0	0	0,11	0,28	-0,12	-0,75	0,55	-0,06	0,03

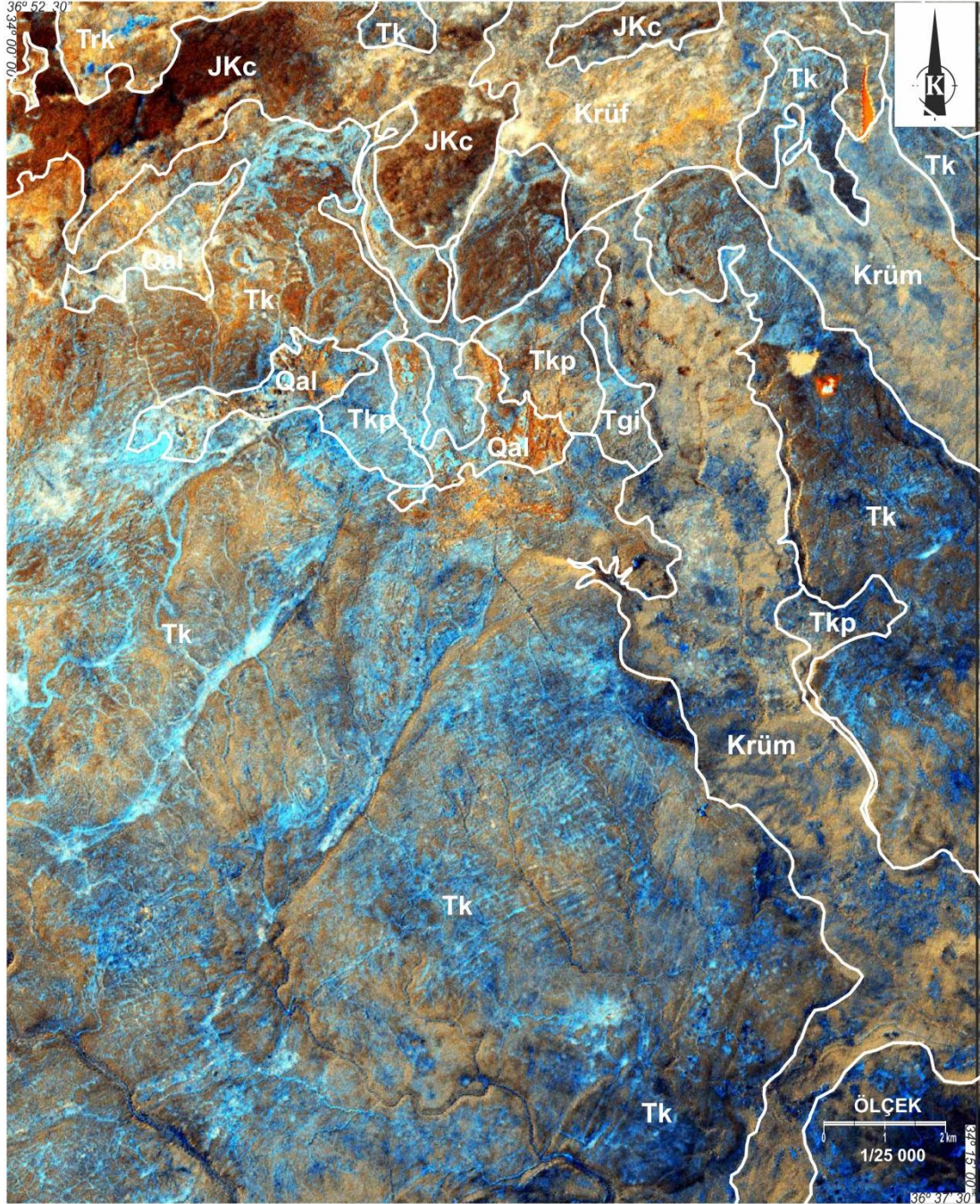
Çizelge 4.5’de PC1 birinci temel bileşen verilerin %92,11’i içermektedir, bu da albedo ve topoğrafik etkileri göstermektedir. Kil mineralleri Aster uydu görüntüsünün SWIR (4, 5, 6, 7, 8, 9) bant aralığında görülebilmektedir. 4. bantta yüksek yansımaya gösterirken diğer bantlarda emilim gösterirler. PC5 de 4. bantta (-0,74) negatif işaretli, yüksek yükleme, 9. bantta (0,57) pozitif işaretli orta yükleme ile yüklenmiştir. Yüklemelerin mineralin yansıtıcı bandında negatif olması sebebiyle görüntüde koyu pikseller görülecektir. Bu durumda görüntü -1 ile çarpılarak terslenir. Demir mineralleri ise bant 2’de yansımaya, bant 1’de ise emilim gösterirler. PC4 de 2. bantta (0,66) pozitif işaretli yüksek yansımaya, 1. bantta (-0,64) negatif işaretli, yüksek yükleme ile yüklenmiştir. 2. bandın pozitif işaretinden dolayı mineraller parlak piksellerle görülecektir.

RGB görüntü elde etmek için bu iki PC’nin ortalaması elde edilir. Elde edilen PC’lerden PC5 kırmızı banda, PC4 mavi banda, bu iki PC nin ortalaması ise yeşil banda atanarak RGB üçlü bant kombinasyonu oluşturulur (Şekil 4.42) [Abera, 2005 ; Crosta ve Moore, 1989].



Şekil 4.42. Aster uydu görüntüsüne temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen kil mineralleri için PC5, demir mineralleri için PC4 ve her iki bandın ortalaması ve bu temel bileşenlerin R:PC5, G:PC5+PC4/2, B:PC4 şeklinde atanmasıyla elde edilmiş kompozit görüntü.

RGB (PC5, (PC5+PC4)/2, PC4) görüntüsünde Cehennemdere Formasyonu (JKc) koyu kahverengi renkte, Mersin Ofiyoliti (Krüm) krem renkte, Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) açık kahverengi renkte, Karaisalı Formasyonu (Tk) mavi dalgali açık kahverengi renkte görülmektedir (Şekil 4.43).



Şekil 4.43. Aster uydu görüntüsüne temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen R:PC5, G:PC5+PC4/2, B:PC4 şeklinde atanmasıyla elde edilmiş kompozit görüntü.

Crosta vd., [2003], Tangestani vd., [2008], Boloki ve Poormirzaee [2009]'un önerdiği şekilde çalışma alanında da altere zonların olduğu alanları belirlemek amacıyla minerallerin yüksek yansımaya ve düşük yansımaya gösterdikleri bantlara dörtlü gruplar halinde temel bileşenler analizi uygulanmıştır (Çizelge 4.6).

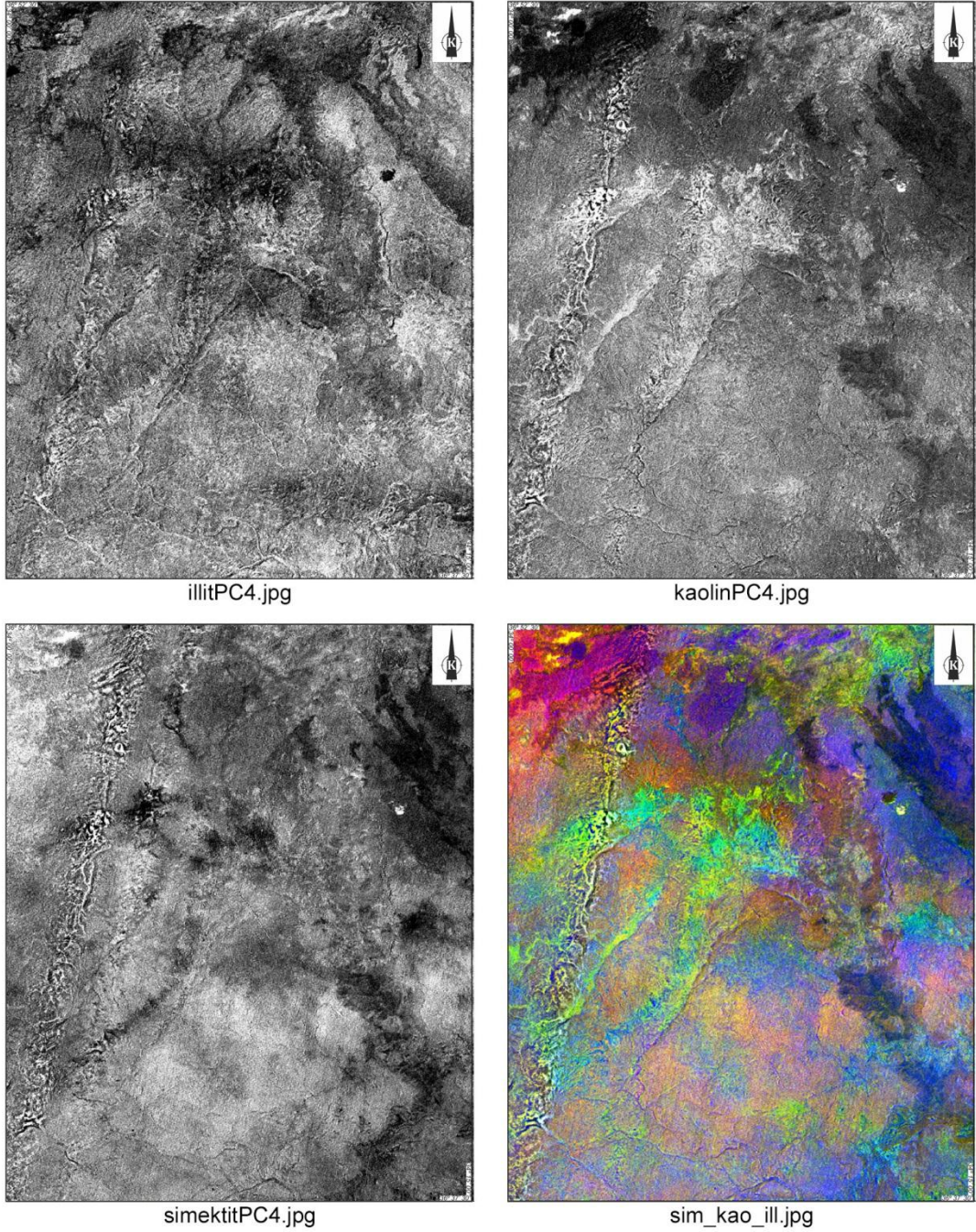
Çizelge 4.6. Aster uydu görüntüsüne ait bantlardan seçilmiş dörtlü gruplara temel bileşenler analizi sonucu elde edilen eigen vektör değerleri.

BANTLAR				PC	Mineraller
1	4	6	9		Simektit
0,0267	-0,7169	0,0097	0,6965	PC3	
0,0160	0,4110	-0,8018	0,4334	PC4	
1	3	5	6		İllit
-0,6456	0,6943	0,2186	0,2312	PC3	
-0,0113	0,0022	-0,7452	0,6667	PC4	
1	4	6	7		Kaolinit
0,0182	-0,7898	0,2278	0,5691	PC3	
0,0264	0,2164	-0,7652	0,6057	PC4	

Kaolinit Aster Bant 4 ve 7 içerisinde yüksek yansımaya değerleri sunarken, 1 ve 6. bantlarda ise kuvvetli absorpsiyon sunmaktadır. Bu bantların temel bileşenler analizi eigenvektör istatistik değerlerinde, Bant 7'de PC4 yüksek ve pozitif değere ve Bant 6'nın PC4 yüksek ve negatif değerlere sahip olduğu görülmektedir. Kaolinit PC4'de açık piksellerle görülecektir (Şekil 4.44).

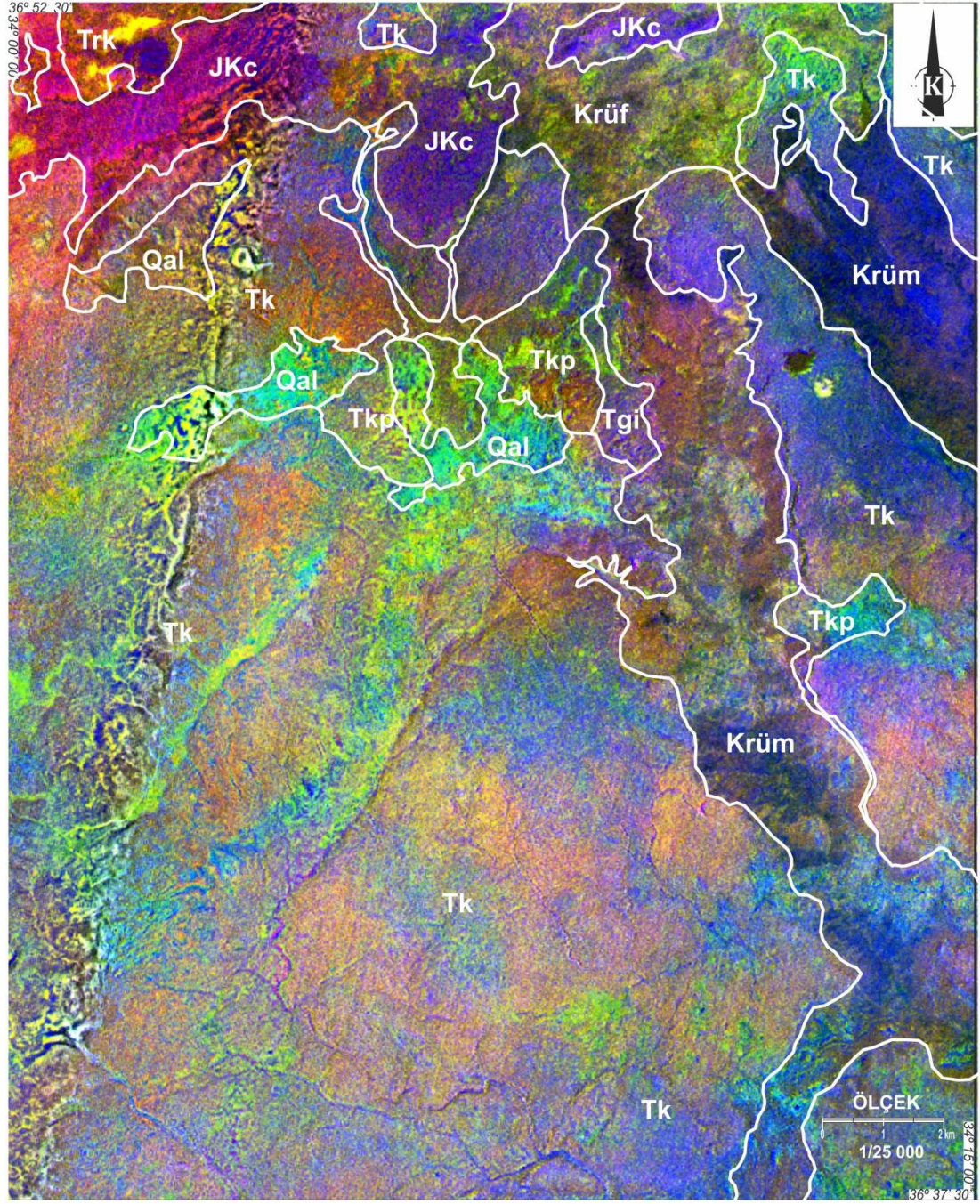
İllit, Aster bant 1 ve 5 içerisinde yüksek yansımaya değerleri sunarken, 3 ve 6. bantlarda ise kuvvetli absorpsiyon sunmaktadır. Temel bileşenler analizinde, bant 5 PC4'de yüksek ve negatif değer ve Bant 6 ise PC4'de yüksek ve pozitif değerler göstermektedir. İllit, PC4'de koyu piksellerle görülecektir (Şekil 4.44).

Simektit Aster bant 1 ve 9 içerisinde yüksek yansıma değerleri sunarken, 4. ve 6. bantlarda ise kuvvetli absorpsiyon sunmaktadır. Temel bileşenler analizinde, bant 9 PC4’de orta ve pozitif değer ve Bant 6 ise PC4’de yüksek ve negatif değerler göstermektedir. Simektit, PC4’de açık piksellerle görülecektir (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. Aster uydu görüntüsünde dörtlü bant gruplarına temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen simektit için PC4, illit için PC4 ve kaolinit için PC4 bu temel bileşenlerin R: Simektit, G: Kaolinit, B: İllit şeklinde atanmasıyla elde edilmiş kompozit görüntü.

4'lü bantlar için yapılan temel bileşenlerin RGB görüntüsünde Karagedik Formasyonu (Trk) kırmızı renkte, Cehennemdere Formasyonu (JKc) mor renkte, Mersin Ofiyoliti (Krüm) açık kahverengi-lacivert renkte, Fındıkpınarı Karışığı (Krüf) açık yeşil-mor renkte, Kaplankaya Formasyonu (Tkp) mavi-yeşil renkte, Karaisalı Formasyonu (Tk) lila renkte, alüvyonlar (Qal) yeşil renkte görülmektedir (Şekil 4.45).



Şekil 4.45. Aster 4'lü bant setlerine temel bileşenler analizi uygulanarak elde edilen RGB kompozit görüntü.

4.4. LANDSAT VE ASTER UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE ÇİZGİSELLİK ANALİZİ

Çizgisellik şekil itibariyle çevresinde bulunan yapılardan kolayca ayrılabilen ve muhtemelen yeraltı yapılarını temsil eden haritalanabilir yüzey özellikleridir [O’Leary et al., 1976 Sarp ve Toprak, 2007’den].

Çizgiselliklerin haritalanması farklı disiplinlerde çeşitli problemlerin çözümlenmesinde önem teşkil etmektedir. Mühendislik çalışmalarında baraj ve köprü inşaa sahalarının belirlenmesinde, mineral araştırmalarında mineralleşme zonlarının belirlenmesinde, jeolojik formasyon sınırlarının belirlenmesinde, fay ve kırık zonlarının belirlenmesinde vb. çalışmalarda çizgiselliklerin belirlenmesi büyük önem teşkil etmektedir [Sarp ve Toprak, 2007].

Çizgiselliklerin görsel değerlendirmeleri bazı kriterlere bağlıdır. Bunlar; renk tonu ve doku gibi topoğrafik özellikler, drenaj sistemleri ve yoğunluğu, arazi şekli ve tabakalanmanın gelişimi, bitki örtüsü, fay yüzeyinin varlığı, doğrusal vadiler, üçgen yüzlerin dizilimi, nehir gidişlerinin yer ve yön değiştirmesi, su kaynakları, heyelanlar gibi jeomorfolojik özelliklere dayanmaktadır [Karaca vd., 2003].

Singh vd., [2007], sayısal yükseklik modelinden elde edilen röliyef verilmiş modelin çizgisellik analizlerinde çok güçlü ve kullanışlı bir yöntem olduğunu ve jeolojik, jeomorfolojik ve tektonik çalışmalarda, arazi çalışmalarında zaman kazandırdığını belirtmişlerdir.

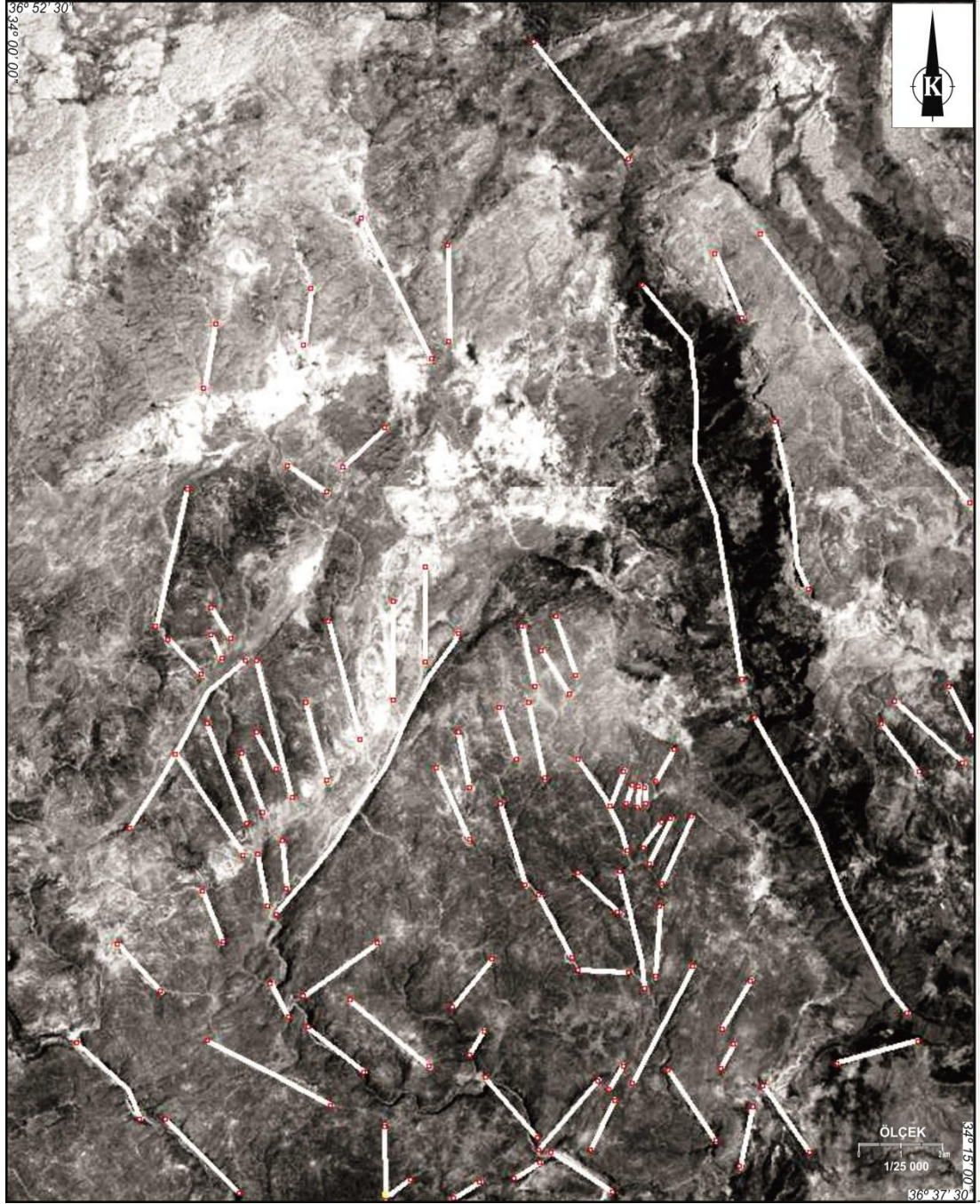
Çalışma alanı içerisinde yer alan çizgiselliklerin belirlenmesine yönelik olarak Landsat 5 TM uydu görüntüsünden tek bantlı, üçlü bant kombinasyonları, temel bileşenler analizi uygulanmış görüntüler ile Aster Level 3A görüntüsündeki nadir ve back bantlarından elde edilen stereoskopik görüntü ve röliyef verilmiş sayısal yükseklik modeli kullanılmıştır. Sayısal yükseklik modeli için çalışma alanını kapsayan 1/25.000 ölçekli Silifke O32 a3, a4, d1 ve d2 paftaları sayısallaştırılıp uydu görüntüleri ile uyumlu olacak şekilde koordinatlama işlemlerinden sonra, topoğrafik

haritalarda yer alan eşyükseklik eğrileri 10 metre aralıklarla sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan eşyükseklik eğrilerinden sayısal yükseklik modeli oluşturmak için TNT Mips programındaki yöntemler tek tek denemiş ve en uygun dem mincurve yöntemi ile elde edilmiştir. Elde edilen sayısal yükseklik modeline röliyef kazandırıldıktan sonra çizgiselliklerin belirlenmesi için 45° ve 315° yönlerinde görüntüye ışık verilerek DEM_45 ve DEM_315 olarak adlandırılan görüntüler elde edilmiştir. Bu yönlerin seçiminde bölgenin genel tektonik yapısı ve arazi çalışmaları sırasında tespit edilen fayların yönelimi dikkate alınmıştır. Çalışılan bölgedeki hakim kırık yönünün yaklaşık olarak KD-GB olması nedeni ile 315° yönü seçilmiştir. Ayrıca doğrultu atımlı fay zonlarında, ana fay doğrultusundan farklı yönlerde gelişen yapılar ve ikincil kırıkların tespit edilebilmesi amacı ile 45° yönü seçilmiştir.

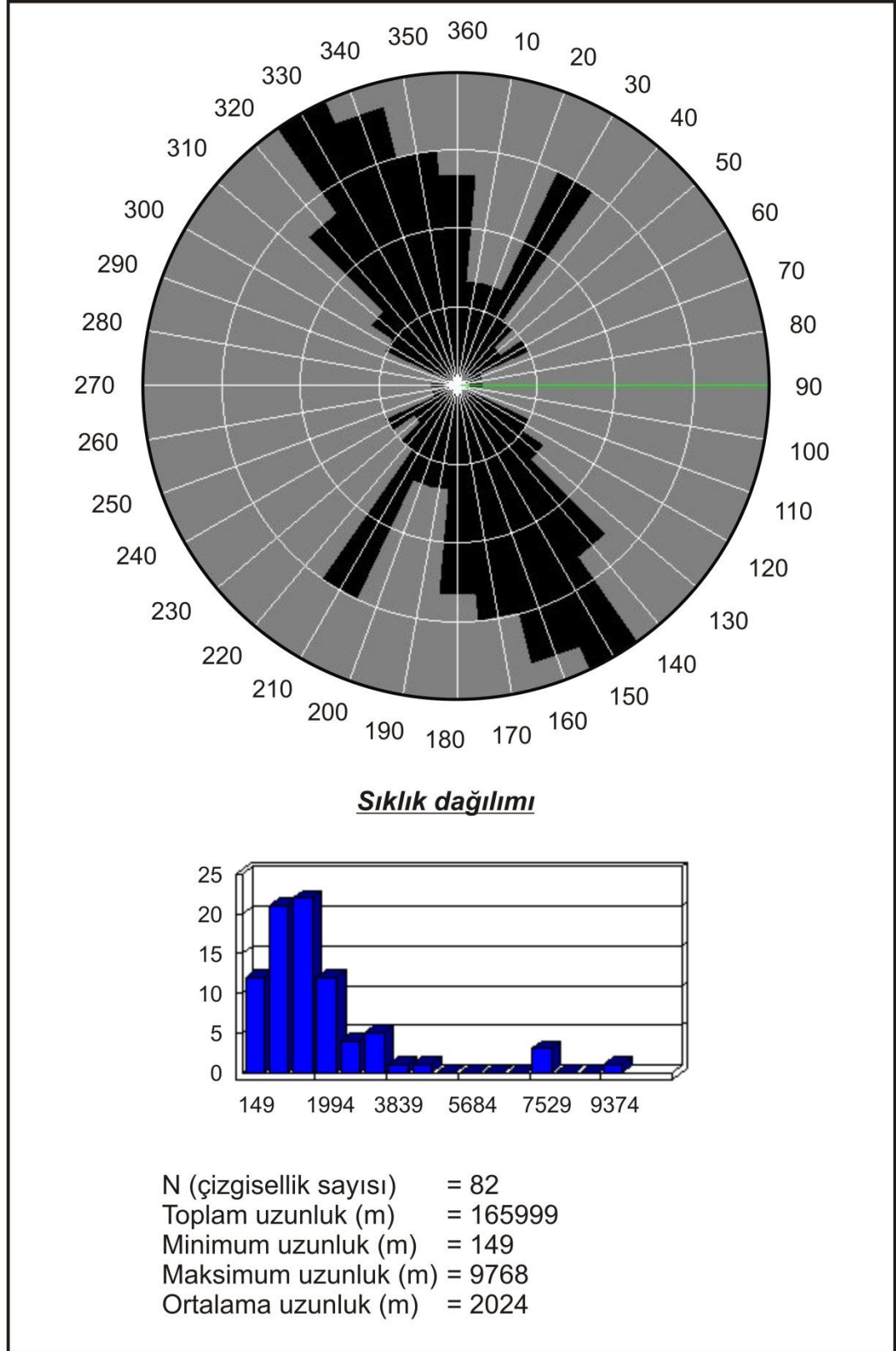
Landsat 5 TM uydu görüntüsü, Aster uydu görüntüsü ve röliyef kazandırılmış sayısal yükseklik modelleri ile çizgiselliklerin çıkarımı için toplam 6 adet görüntü kullanılmıştır. Görüntüler üzerinde yer alan tüm çizgisellikler, stereoskopik görüntü için 3 boyutlu gözlük, diğer görüntüler için direk olarak ekrandan görsel yorumlama metodu her bir görüntü için ayrı ayrı ve farklı katmanlar halinde çizilmiştir. Çizgiselliklerin çizimi sırasında, yapılabilecek algılama hatalarının ve seçilmiş olan görüntülerin yanıltıcı etkilerinin azaltılması amacıyla tüm görüntülerden çizilmiş olan çizgiselliklere doğruluk analizi yapılmıştır. Bu işlem sırasında tüm görüntülerden çizilmiş olan çizgisellikler TNT Mips programında üst üste çakıştırılmış ve en az iki görüntüde çakışan çizgisellikler doğru olarak kabul edilmiş ve doğruluk analizini geçen çizgisellikler tek bir görüntüde birleştirilerek çalışma alanının uydu görüntülerinden üretilen ortak bir çizgisellik görüntüsü oluşturulmuştur. Çizgisellik çıkarımında kullanılan her bir görüntüde çizilmiş olan çizgisellikler için ve doğruluk analizi sonucunda kalan çizgisellikler kullanılarak doğrultu gül diyagramı hazırlanmıştır. Sonuçta elde edilen tüm veriler değerlendirilerek bir yoruma gidilmiştir.

Landsat 5 TM uydusuna ait TM 7 tek bantlı uydu görüntüsünde yapılan çizgisellik analizi Şekil 4.46'da verilmiştir. TM 7 görüntüsünde çizgisellikler KB-GD ve KD-GB olarak her iki yönde de uzanım göstermektedir. Elde edilen çizgisellikler kullanılarak görüntüye ait doğrultu gül diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 4.47). Diyagram da görüleceği üzere çizgiselliklerin yoğun dağılımının K10-40B olduğu ve yoğun olmamakla beraber K30D yönünde de bir gruplaşmanın olduğu tespit edilmiştir. Görüntüde yer alan çizgisellikler, minimum 149 m maksimum 9768 m ortalama 2024 m uzunluktadırlar. Çizgiselliklerin toplamı 82 adet olup toplam uzunlukları 165 km olarak analiz edilmiştir.

Landsat 5 TM uydusuna ait 7,4 ve 2,1 bantları birbirleriyle korelasyonu düşük olan bantlardır. Çalışma alanındaki çizgisellikleri belirlemeye yönelik olarak seçilmiş TM 742 RGB üçlü band kombinasyonu görüntüsünde yapılan çizgisellik analizi Şekil 4.48'de verilmiştir. Görüntüde çizgisellikler KD-GB olarak uzanım göstermektedir. Elde edilen çizgisellikler kullanılarak görüntüye ait doğrultu gül diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 4.49). Diyagramda görüleceği üzere çizgiselliklerin yoğun dağılımının K20-60D olduğu ve yoğun olmamakla beraber K5-30B yönünde de bir gruplaşmanın olduğu tespit edilmiştir. Görüntüde yer alan çizgisellikler, minimum 16 m maksimum 9273 m ortalama 1337 m uzunluktadırlar. Çizgiselliklerin toplamı 185 adet olup toplam uzunlukları 247 km olarak analiz edilmiştir.



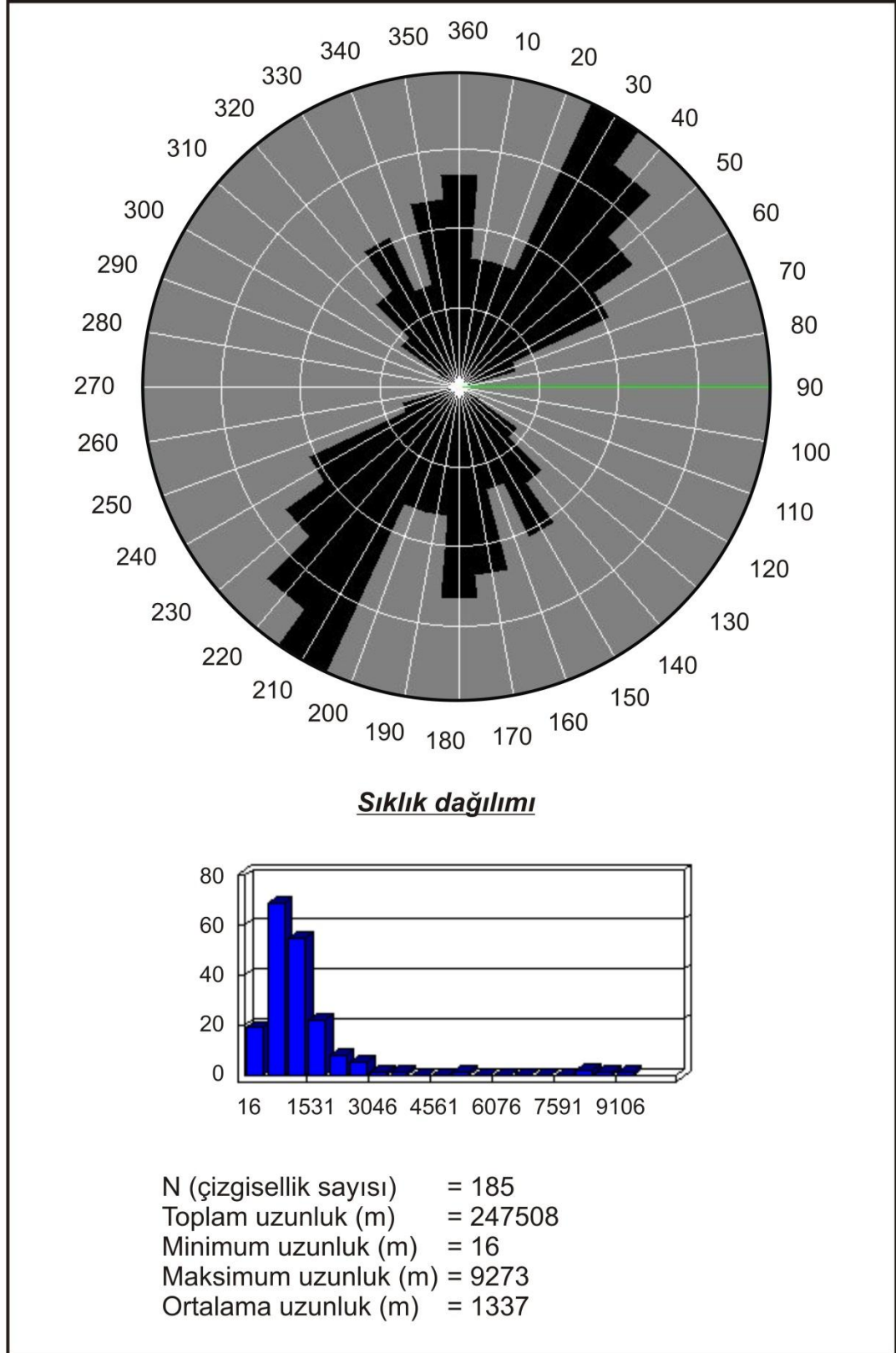
Şekil 4.46. Landsat 5 TM uydusu görüntüsüne ait TM 7 bandında belirlenen çizgiselliklerin görüntüsü.



Şekil 4.47. Landsat 5 TM uydusu görüntüsü TM 7 bandında belirlenen çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı.



Şekil 4.48. Landsat 5 TM uydusu görüntüsüne ait RGB (742) kombinasyonunda belirlenen çizgiselliklerin görüntüsü.



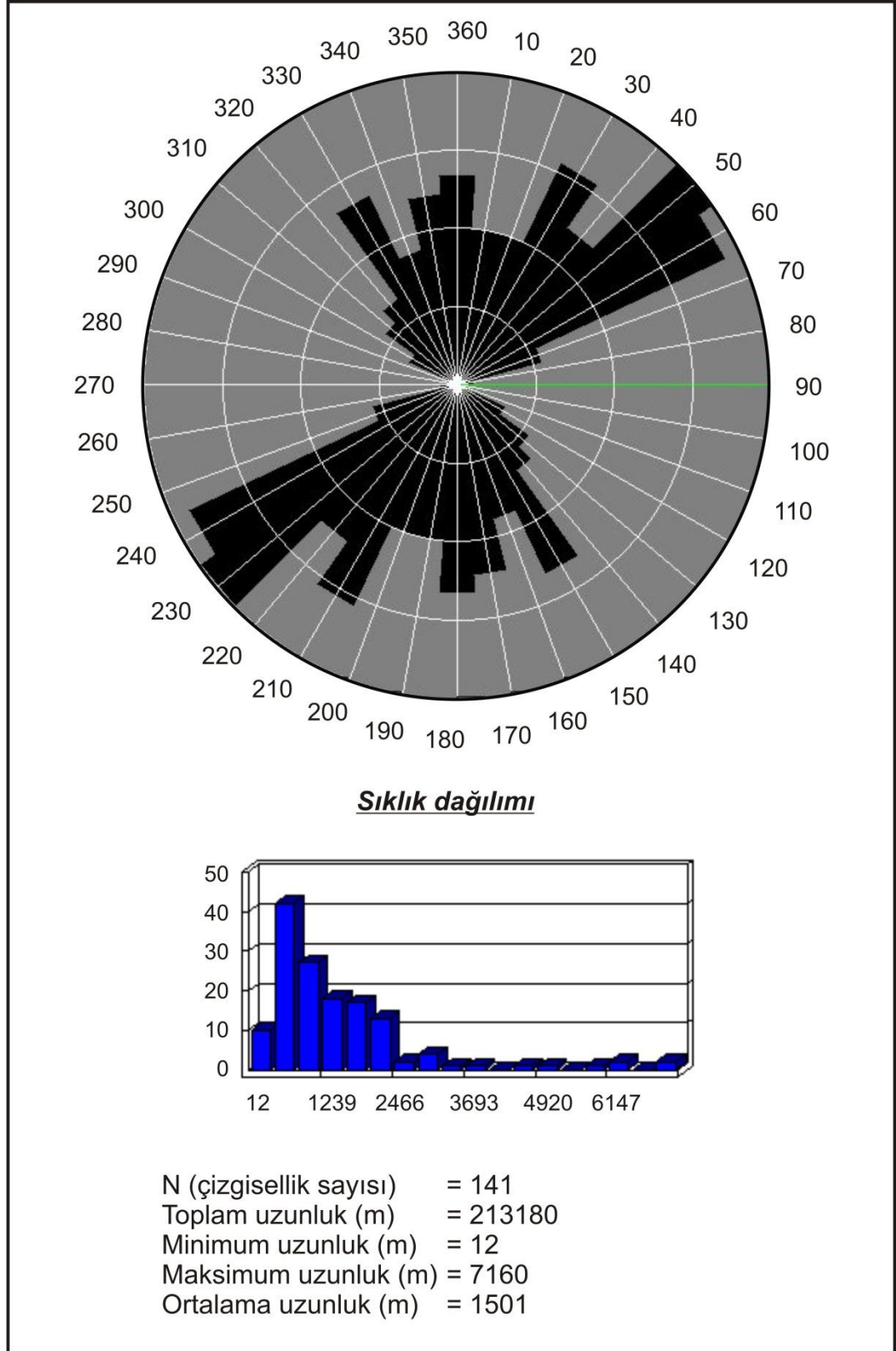
Şekil 4.49. Landsat 5 TM uyduyu RGB (742) kombinasyonunda belirlenen çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı.

Temel bileşenler analizi çoklu verilerin sıkıştırılmasına yönelik kullanışlı ve oldukça sık kullanılan bir yöntemdir. Temel bileşenler analizinde eigen vektör değerleri temel bileşenlerin ilk üçünde bilginin %97-99'luk kısmını içermektedir. Bu çalışmada kullanılan 6 bandın temel bileşenler analizi sonucu elde edilen eigenvektör değerlerinde birinci temel bileşen verilerin %91,73'ü, ikinci temel bileşen %4'ü, üçüncü temel bileşen %3'ü olmak üzere üç bileşende verilerin %98,73'ü toplanmaktadır. Özellikle birinci temel bileşendeki yüksek yüzdelik topoğrafik etkilerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle çalışma alanındaki çizgisellikleri belirlemeye yönelik olarak PC123 RGB üçlü bant kombinasyonu çizgisellik analizinde kullanılmıştır (Şekil 4.50). Görüntüde çizgisellikler KD-GB olarak uzanım göstermektedir. Elde edilen çizgisellikler kullanılarak görüntüye ait doğrultu gül diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 4.51). Diyagramda görüleceği üzere çizgiselliklerin yoğun dağılımının K30-60D olduğu tespit edilmiştir. Görüntüde yer alan çizgisellikler, minimum 12 m maksimum 7160 m ortalama 1501 m uzunluktadırlar. Çizgiselliklerin toplamı 141 adet olup toplam uzunlukları 213 km olarak analiz edilmiştir.

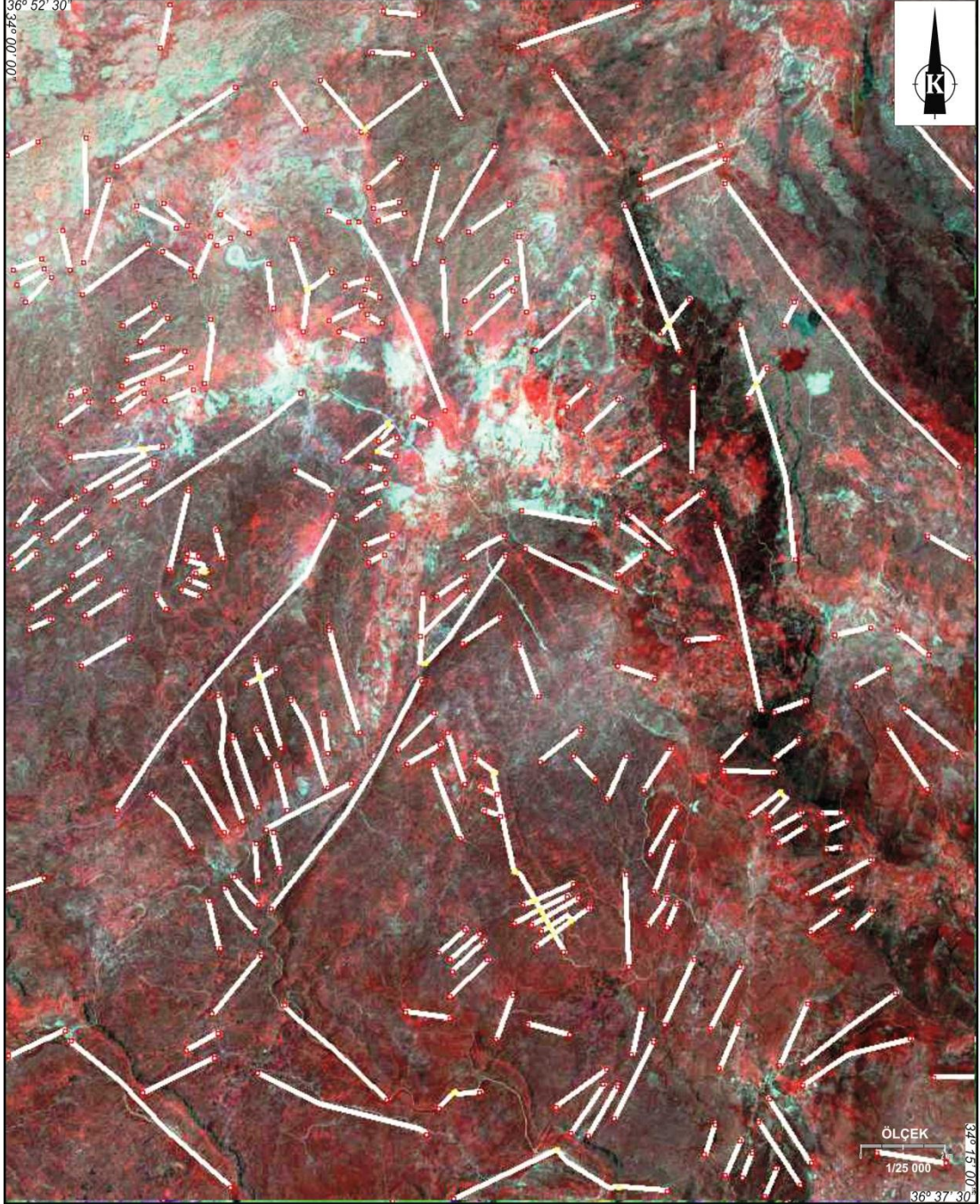
Aster Level 3A uydu görüntüsüne ait VNIR bantlarından 3N ve 3B bantlarından yararlanılarak oluşturulan stereoskopik görüntü çalışma alanındaki çizgisellikleri belirlemeye yönelik seçilmiştir (Şekil 4.52). Görüntüde çizgisellikler KD-GB olarak uzanım göstermektedir. Elde edilen çizgisellikler kullanılarak görüntüye ait doğrultu gül diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 4.53). Diyagramda görüleceği üzere çizgiselliklerin yoğun dağılımının K50-60D ve yoğun olmamakla beraber K20B yönünde de bir gruplaşmanın olduğu tespit edilmiştir. Görüntüde yer alan çizgisellikler, minimum 6 m maksimum 8630 m ortalama 1271 m uzunluktadırlar. Çizgiselliklerin toplamı 246 adet olup toplam uzunlukları 312 km olarak analiz edilmiştir.



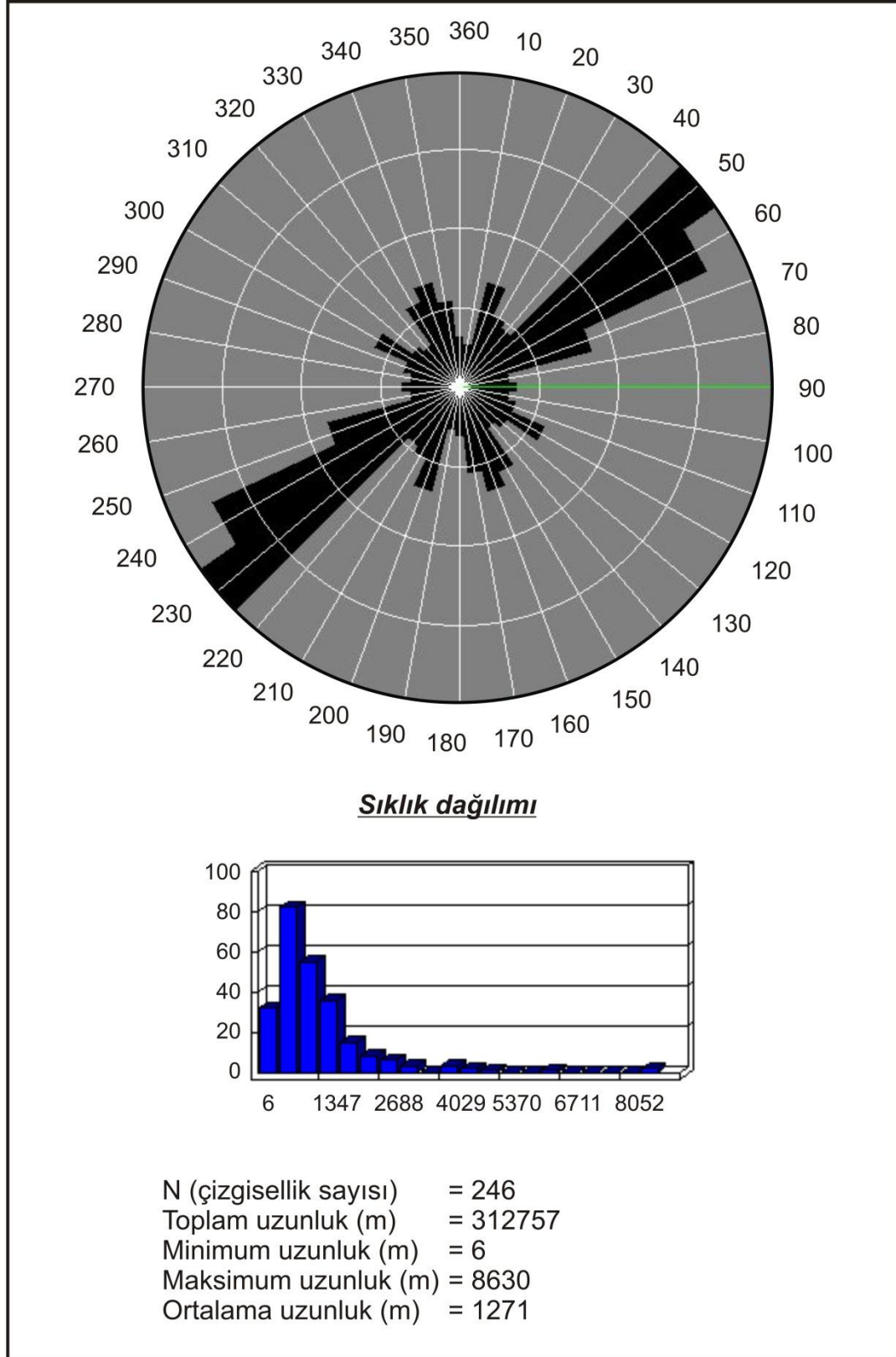
Şekil 4.50. Landsat 5 TM uydusu görüntüsü temel bileşenler analizi sonucu elde edilen RGB (PC123) kombinasyonunda belirlenen çizgiselliklerin görüntüsü.



Şekil 4.51. Landsat 5 TM uyduyu RGB (PC123) kombinasyonunda belirlenen çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı.



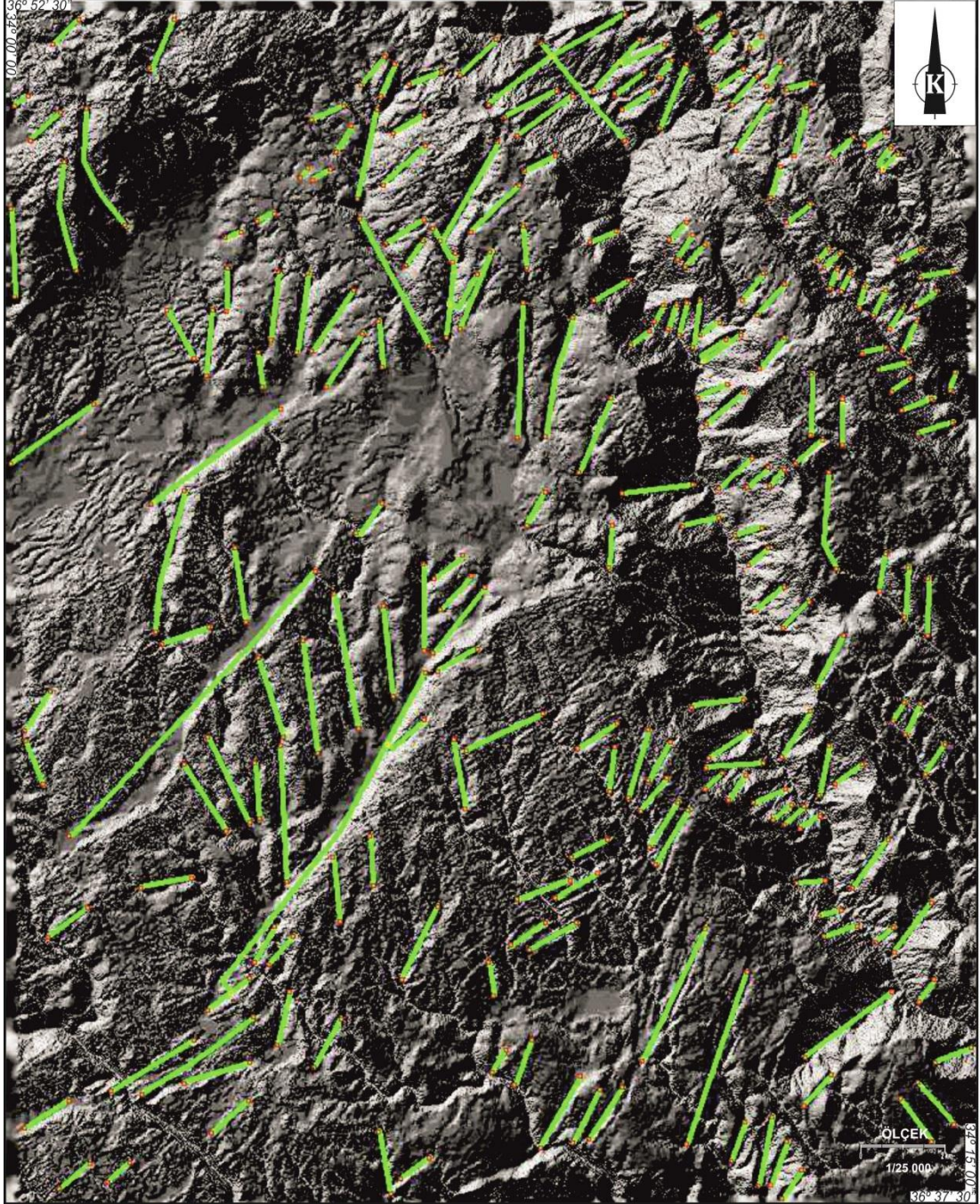
Şekil 4.52. Aster uydusuna ait RGB (332) kombinasyonunda oluşturulan stereoskopik görüntüde belirlenen çizgiselliklerin görüntüsü. (3 boyutlu görüntü için sayfanın saat yönünde yatay olacak şekilde çevrilmesi gerekmektedir).



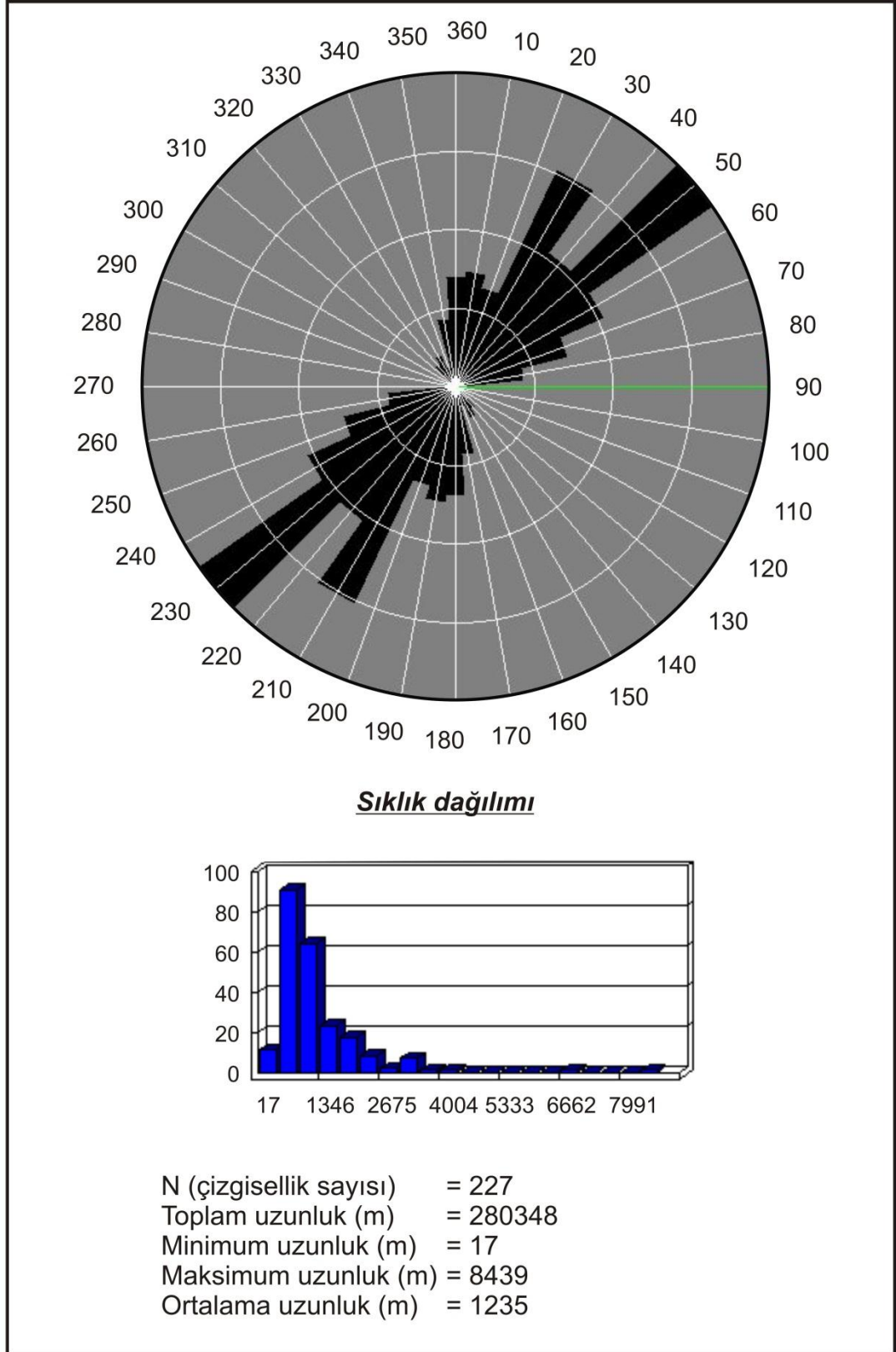
Şekil 4.53. Aster uydusu stereoskopik görüntüde belirlenen çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı.

Sayısal yükseklik modeline röliyef verilmesi ve 315° ışık açısı elde edilen DEM_315 çalışma alanındaki çizgisellikleri belirlemeye yönelik analizde kullanılmıştır (Şekil 4.54). Görüntüde çizgisellikler KD-GB olarak uzanım göstermektedir. Elde edilen çizgisellikler kullanılarak görüntüye ait doğrultu gül diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 4.55). Diyagramda görüleceği üzere çizgiselliklerin yoğun dağılımının K30-50D olduğu tespit edilmiştir. Görüntüde yer alan çizgisellikler, minimum 17 m maksimum 8439 m ortalama 1235 m uzunluktadırlar. Çizgiselliklerin toplamı 227 adet olup toplam uzunlukları 280 km olarak analiz edilmiştir.

DEM_45 de ise KB-GD olarak uzanım göstermektedir (Şekil 4.56). Elde edilen çizgisellikler kullanılarak görüntüye ait doğrultu gül diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 4.57). Diyagram da görüleceği üzere çizgiselliklerin yoğun dağılımının K20-40B olduğu tespit edilmiştir. Görüntüde yer alan çizgisellikler, minimum 128 m maksimum 5890 m ortalama 1531 m uzunluktadırlar. Çizgiselliklerin toplamı 246 adet olup toplam uzunlukları 376 km olarak analiz edilmiştir.



Şekil 4.54. Sayısal yükseklik modeli DEM_315 görüntüsünde belirlenen çizgiselliklerin görüntüsü.

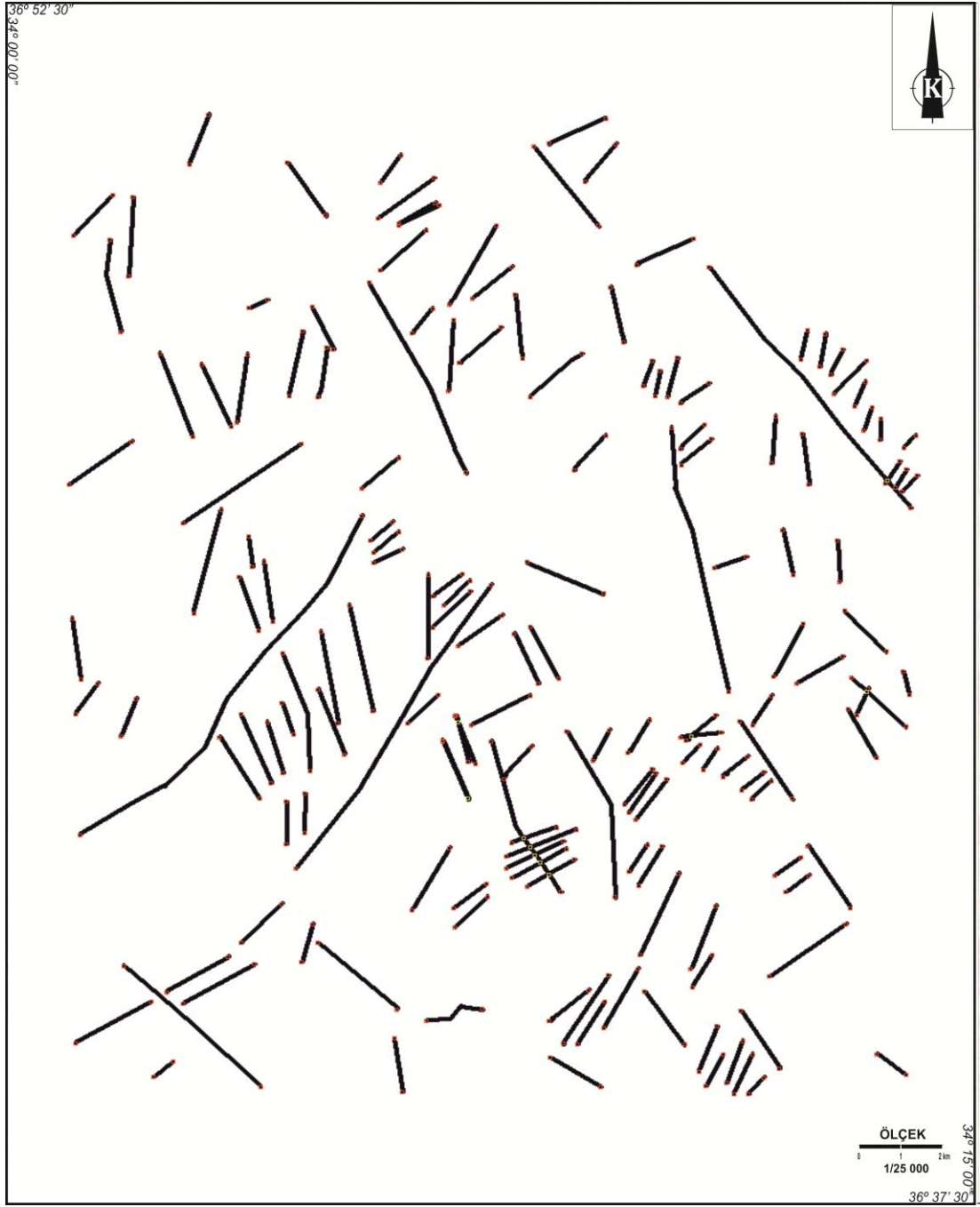


Şekil 4.55. Sayısal yükseklik modeli DEM_315 görüntüsünde belirlenen çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı.

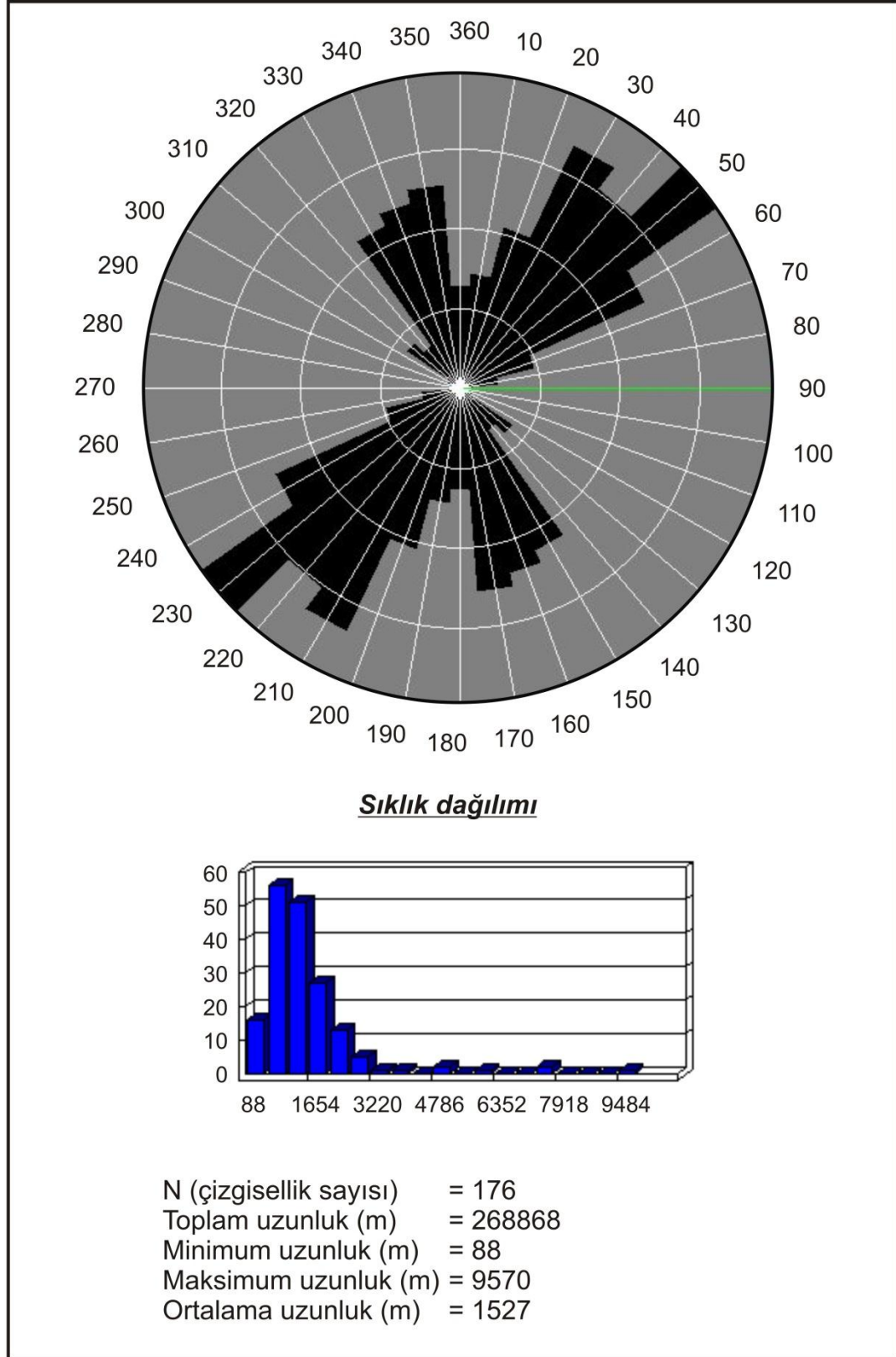


Şekil 4.56. Sayısal yükseklik modeli DEM_45 görüntüsünde belirlenen çizgiselliklerin görüntüsü.

Yapılan doğruluk analizi sonucunda, seçilmiş olan altı farklı görüntü üzerinden tespit edilmiş ve en az iki görüntüden belirlenmiş olan çizgisellikler birleştirilerek, çalışma alanına ait, Aster ve Landsat 5 TM uydu görüntülerinden ortak bir çizgisellik görüntüsü oluşturulmuştur (Şekil, 4.58). Bu işlem sonucunda, elde edilen çizgisellikler kullanılarak görüntüye ait doğrultu gül diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 4.59). Diyagramda görüleceği üzere çizgiselliklerin yoğun dağılımının K30-60D olduğu ve yoğun olmamakla birlikte K10-30B yönünde bir gruplaşmanın olduğu tespit edilmiştir. Görüntüde yer alan çizgisellikler, minimum 88 m maksimum 9570 m ortalama 1527 m uzunluktadırlar. Çizgiselliklerin toplamı 176 adet olup toplam uzunlukları 269 km olarak analiz edilmiştir.



Şekil 4.58. Çalışma alanına ait belirlenen çizgiselliklerden doğruluk analizi sonrası elde edilmiş çizgiselliklerin görüntüsü.

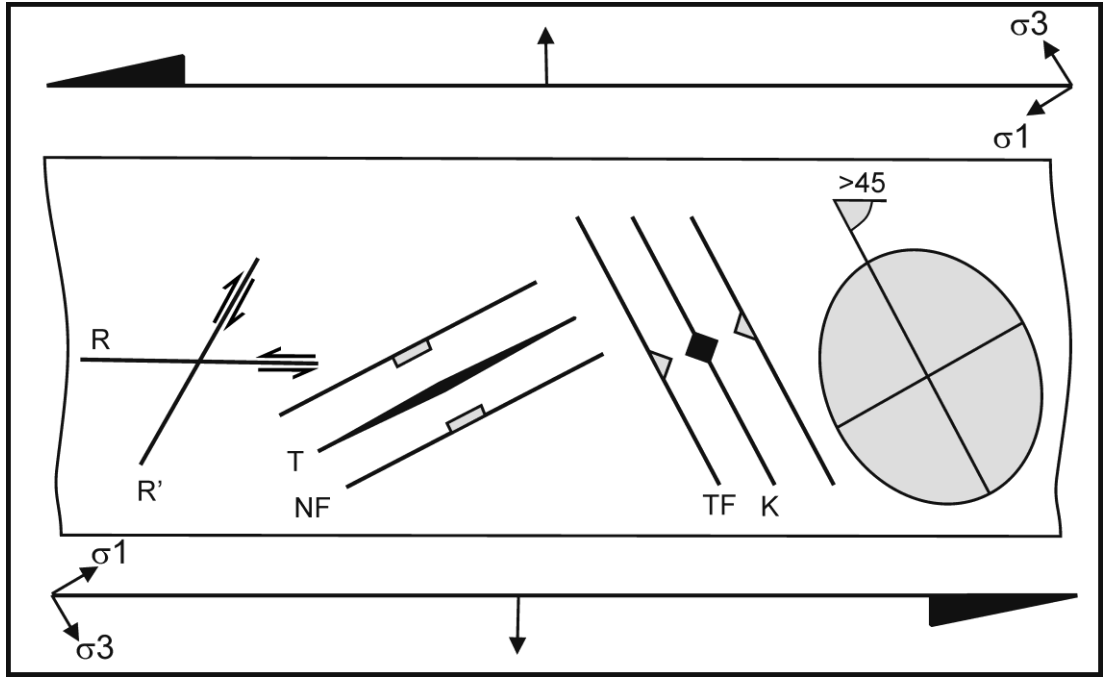


Şekil 4.59. Doğruluk analizi sonrası elde edilmiş çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramı.

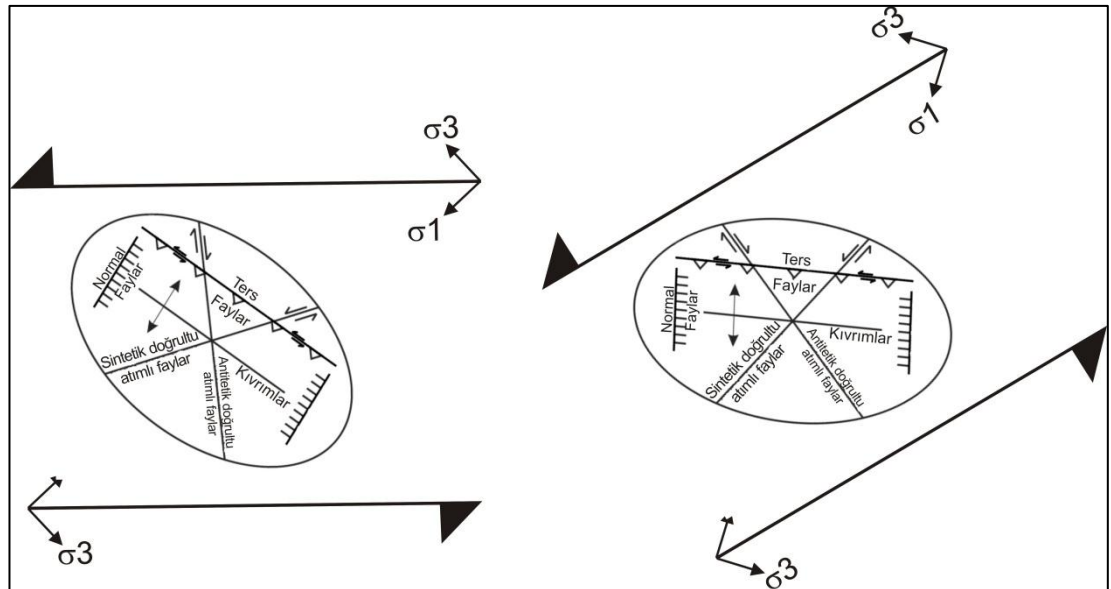
Doğrultu atımlı fay zonlarında deformasyon saf ve basit makaslamanın bir bileşimi şeklinde gelişmektedir. Saf makaslama bileşeni kompresyonel ve tansiyonel hareketten, basit makaslama bileşeni ise doğrultu atımlı hareketten doğmaktadır. Zonlarda etkili olan kompresyonel kuvvetler kabukta kalınlaşma ve yükselime sebep olurken, ekstansiyonel kuvvetler ise kabuksal incelme ve çöküntü alanlarının oluşmasına neden olur. Doğadaki birçok doğrultu atımlı zon, plaka sınırlarında oblik yaklaşma veya uzaklaşma ile ilgili olduğu için, saf makaslamaadan daha çok, bölgesel ölçekte basit makaslama bölgeleri oluşmaktadır [Woodcock and Schubert, 1994].

İzotrop kayalarda basit makaslamanın etkin olduğu alanlarda gelişen yapıların açısız ilişkileri şöyledir (Şekil 4.60).

- 45°'lik açı ile gelişmiş bir deformasyon elipsoidi düşünülür ve makaslamaaya uygun olarak elipsin şekli uzar ve açı 45°'den küçük olur. Elips döner X/Z oranı artar.
- Foliasyon, klivaj ve şistozite yapıları deformasyon elipsoidinin kısa eksenine dik olarak gelişir. Yapılar merkezde daha düşük açılı, kenarlarda daha yüksek açılı olarak gelişir.
- Kıvrım eksenleri, deformasyon elipsinin kısa olan Z eksenine dik olarak gelişir. Fakat devam eden deformasyonlarla kıvrım eksenleri dönmeli bir yapı kazanır.
- Tansiyon kırıkları ve normal faylar, minimum kompresif gerilmelere dik olarak, en büyük basınç yönünde gelişirler. Devam eden gerilmeler sonucu bu yapılar da dalgalı bir konum kazanırlar.
- Doğrultu atımlı makaslama kırıkları, birbirleri ile makaslama çifti oluşturacak şekilde iki doğrultuda gelişirler. Bu faylar maksimum kompresyon yönüyle 30°-35° lik açı yapacak şekilde gelişirler. Ana doğrultu atımlı fay zoneyla düşük bir açı yapacak şekilde gelişen doğrultu atımlı faylar sentetik doğrultu atımlı faylar, bunlarla 60°-70° lik açı yapacak şekilde gelişenler ise antitetik doğrultu atımlı faylardır.
- Bindirme fayları ve ters faylar maksimum kompresyon yönüne dik olarak, normal faylar ise maksimum kompresyon yönüne paralel olarak gelişirler.



Şekil 4.60. Transtansiyonel, sol yönlü doğrultu atımlı bir fay zonunun yatay kesiti (K: Foliasyon ve kıvrım eksenleri, TF: Ters faylar, NF: Normal faylar, T: Tansiyon kırıkları, R: Sintetik doğrultu atımlı faylar, R': Antitetik doğrultu atımlı faylar) [Woodcock and Schubert, 1994].



Şekil 4.61. Aster ve Landsat 5 TM uydu görüntülerinden elde edilmiş olan çizgiselliklerin, transtansiyonel, sol yönlü doğrultu atımlı bir fay zonunda gelişen yapıları gösteren deformasyon elipsoidi içerisinde değerlendirilmesi.

Aster ve Landsat 5 TM uydu görüntülerinden hazırlanmış olan ortak çizgisellik görüntüsünden elde edilmiş olan gül diyagramı incelendiğinde, çizgiselliklerin genel doğrultularının K20B ve K50D yönlerinde yoğunlaştıkları görülmüştür. Bu elde edilen değerler, çalışma alanında yer alan ana fay zonuna göre konumlandırılmış olan deformasyon elipsoidi ile birlikte değerlendirilmiştir. Transtansiyonel nitelikli, sol yönlü doğrultu atımlı bir fay zonunda gelişmesi beklenen yapıların açısız ilişkilerini gösteren deformasyon elipsoidi Şekil 4.60'da verilmiştir. Hazırlanmış olan doğrultu gül diyagramı (Şekil 4.59) ve çizgisellik görüntüsü birlikte değerlendirildiğinde; Çalışma alanında, antitetik doğrultu atımlı kırıkların K10-30B yönlerinde, sentetik doğrultu atımlı kırıkların ise K30-60D yönlerinde konumlandıkları görülmüştür, bu kırık çiftini oluşturan hakim maksimum basınç gerilmesi (σ_1) yönünün K30-35D olduğu tespit edilmiştir. Teorik modellerde antitetik ve sentetik doğrultu atımlı faylar arasındaki açı 60° - 70° civarında olarak belirtilmektedir. Çalışma alanında, uydu görüntüleri kullanılarak elde edilmiş olan çizgiselliklerden antitetik ve sentetik doğrultu atımlı faylar olarak belirlenmiş olan çizgisellikler arasındaki açı da 60° - 70° olarak belirlenmiş ve bu değerler teorik modellerle uyumluluk göstermiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Erdemli (Mersin) ilçesi kuzeyinde yer alan çalışma alanı 1/25.000 ölçekli Silifke O32 a3, a4, d1 ve d2, paftalarında yaklaşık 600 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Arazi çalışmaları ve uzaktan algılama yöntemi ile aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. İnceleme alanına ait 1/25.000 ölçekli jeolojik harita (Ek-1) ve Landsat 5 TM ile Aster Level 1B uydu görüntüleri kullanılarak çalışma alanına ait 1/25 000 ölçekli jeolojik harita (Ek-2) hazırlanmıştır. Aster Level 3A görüntüsünden oluşturulan stereoskopik görüntü, sayısal yükseklik modeli, Aster ve Landsat görüntüleri arazi verileri de kullanılarak çalışma alanına ait çizgisellik görüntüleri oluşturulmuş, doğrultu gül diyagramları hazırlanmış ve bu diyagramlar değerlendirilerek,

- 1- Çalışma alanının 1/25.000 ölçekli arazi verileri ve Landsat 5 TM ile Aster uydu görüntüleri kullanılarak jeolojik haritaları oluşturulmuştur (Ek-1 ve Ek-2).
- 2- Jeolojik haritaların birbiriyle büyük oranda uyumluluk gösterdiği tespit edilmiştir.
- 3- Çalışma alanı içerisinde yer alan Kaplankaya Formasyonu ve Gildirli Formasyonu küçük alanlarda yüzlekler vermesi ve Karaisalı Formasyonu ile yanal ve düşey geçişli olmasından dolayı, kullanılan görüntülerin çoğunluğunda tespit edilememiş, bant oranlaması ve temel bileşenler analizi yöntemleri uygulanmış görüntülerde haritalanabilmiştir.
- 4- Triyas-Kuvaterner zaman aralığı içerisinde gelişmiş sekiz tane formasyon ayırt edilmiştir. Bu birimler yaşlıdan gence doğru; Triyas yaşlı Karagedik Formasyonu, Jura-Üst Kretase yaşlı Cehennemdere Formasyonu, Üst Kretase yaşlı Mersin Ofiyoliti, Üst Kretase yaşlı Fındıkpınarı Karışığı, Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Gildirli Formasyonu, Alt-Orta Miyosen yaşlı Kaplankaya Formasyonu ve Alt-Orta Miyosen yaşlı Karaisalı Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır.

- 5- Çalışma alanında Karagedik Formasyonu ile Cehennemdere Formasyonu arasında bir açisal uyumsuzluk, Fındıkpınarı Karışığı ile Mersin Ofiyoliti arasında tektonik dokanak belirlenmiştir. Tersiyer yaşlı yatay tabakalı Gildirli, Kaplankaya ve Karaisalı Formasyonları birbirleriyle yanal ve düşey geçişlere sahip olup, Mesozoyik yaşlı birimler üzerine açisal uyumsuzlukla gelmektedir.
- 6- Saha çalışmalarıyla gözlenemeyen pek çok küçük ölçekli çizgisellikler sayısallaştırılan eş yükselti eğrilerinden oluşturulan sayısal arazi modeliyle, görüntülerin ve hazırlanan jeoloji haritasının birleştirilmesi sonucu uzaktan algılama yöntemiyle ayırt edilmiştir.
- 7- Uydu görüntülerinden çizgisellikler oluşturulmuş ve bunların analizi sonucunda çalışma alanını temsil edecek ortak bir çizgisellik görüntüsü oluşturulmuştur. Doğrultu gül diyagramlarında çizgiselliklerin yoğun dağılımının K30-60D olduğu ve yoğun olmamakla birlikte K10-30B yönünde bir gruplaşmanın olduğu tespit edilmiştir. Görüntüde yer alan çizgisellikler, minimum 88 m maksimum 9570 m ortalama 1527 m uzunluktadırlar. Çizgiselliklerin toplamı 176 adet olup toplam uzunlukları 269 km olarak analiz edilmiştir.
- 8- Çalışma alanında, antitetik doğrultu atımlı kırıkların K10-30B yönlerinde, sentetik doğrultu atımlı kırıkların ise K30-60D yönlerinde konumlandıkları görülmüştür. Teorik modellerde antitetik ve sentetik doğrultu atımlı faylar arasındaki açı 60°-70° civarında olarak belirtilmektedir. Çalışma alanında uydu görüntüleri kullanılarak elde edilmiş olan çizgiselliklerden antitetik ve sentetik doğrultu atımlı faylar olarak belirlenmiş bu kırık çiftini oluşturan hakim maksimum basınç gerilmesi (σ_1) yönünün K30-35D olduğu tespit edilmiştir.
- 9- Antitetik ve sentetik kırık çiftleri arasındaki açı da 60°-70° olarak belirlenmiş ve bu değerler teorik modellerle uyumluluk göstermiştir.
- 10- Çalışma alanının kuzey doğusunda da yapılan daha önceki çalışmalarda da tektonik rejimin sol yönlü doğrultu atımlı tektonik rejim içerisinde geliştiği belirtilmiş olup, bu çalışmada da elde edilen sonuçlar Ecemiş

Fayı ve bu fayın segmentlerinden Namrun Fayının çalışma alanının tektonik rejimine etkidiği sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abera, B., Application of Remote Sensing and Spatial Data İntegration Modelling to Predictive Mapping of Apatite-Mineralized Zones in the Bikilal Layered Gabbro Complex, Weatern Ethiopia, (2005).
- Abrams, M. J., Brown, D., Lepley, L., and Sadowski, R., "Remote sensing for porphyry copper deposits in southern Arizona", *Economic Geology*, 78: 591–604, (1983).
- Açlan, M. "Namrun Güneydoğusu (Mersin) Yöresinin Jeolojik ve Petrografik İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 88s, (1993).
- Alan, İ., Şahin, Ş., Saçlı, L., Keskin, H., Pehlivan, Ş., Altun, İ., Kop, Alican., Bakırhan, B., Hanilçı, N., Balcı, V., Çelik, Ö.F. ve Böke, N. "Orta Torosların Jeodinamik Evrimi Ereğli (Konya)-Ulukışla (Niğde)-Karsantı (Adana)-Namrun (İçel) Yöresi", MTA raporu, 245 s., (2007).
- Alkeveli, T., Kürçer, A., Gökten, Y.E. ve Alkan, G. "Aster Level 3a Uydu Verileri Yardımıyla Tuzgölü Fay Zonu'nun Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi, Orta Anadolu, Türkiye" 2. Ulusal Jeolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı, Ankara, 7-8, (2010).
- Altuntaş, C. ve Çorumluoğlu, Ö. "Uzaktan Algılama Görüntülerinde Dijital Görüntü İşleme ve RS Image Yazılımı", Selçuk Üniversitesi, Jeodezi Fotogrametri Mühendisliği Bölümü 30.Yıl Sempozyumu, 434-442, 16-18 Ekim, Konya, (2002).
- Anonim. Uzaktan Algılama, 64 s., Hatgis, Ankara, (2003).
- Arpat, E. ve Şaroğlu F. "Türkiye'de Önemli Bazı Genç Tektonik Olaylar", T.J.K. Bülteni, 18: 91-101, Ankara, (1975).
- Atasayan, Ö. "Uzaktan Algılama Metoduyla Arazi Kullanımının Belirlenmesinde Yeşil Alanların Sınıflandırılması ve Yeşil Alanlardaki Değişikliklerin Tespiti-Çanakkale", Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlaması ana Bilim Dalı, Gebze, 111s., (2000).
- Avşar, N. "Namrun (Mersin) Yöresinin Bentik Foraminifer Faunası", MTA Dergisi, 114: s. 127-144, (1992).

- Aydal, D., Altaş, M. ve Polat, O. “Kızıldağ Ofiyolitlerinde Jeolojik Haritalama ve Maden Araştırmaları için Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Uzaktan Algılama Tekniklerinin Birlikte Kullanılması”, Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 10.Yıl Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı, Mersin, 112, (2003).
- Ayday, C. ve Çolak, S. “Bilecik Yerleşim Yeri ve Civarının Yeraltı Suyu Olanaklarının Uzaktan Algılama Yöntemi ile Saptanabilmesi”, G. Günay, M. Önder (ed.), II. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, Bursa, 16-23, (1994).
- Aydoğdu, E. “Boğazpınar-Sandal (İçel) Dolayının Stratigrafisi”, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 72s., (2002).
- Ayten, K. “Remote Sensing Study Of Sürgülü Fault Zone Malatya Turkey”, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 90 s., (2005).
- Başalan, A. “Çamlıyayla (KD Mersin) Güneyinin Stratigrafisi”, Yüksek Lisans Tezi, ME.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 112 s., (2006).
- Bennett, S.A., Atkinson, W.W., Kruse, F.A., “Use of Thematic Mapper imagery to identify mineralization in the Santa Teresa district, Sonora, Mexico”, *International Geology Review*, 35: 1009–1029, (1993).
- Blumenthal, M. “Niğde ve Adana Vilayetleri Dahilindeki Torosların Jeolojisine Umumi Bir Bakış”, M.T.A. yayını, 6/B, 95 s., Ankara, (1941).
- Blumenthal, M. “Beyşehir-Seydişehir Hinterlandındaki Toros Dağlarının Jeolojisi”, *Maden Tetkik Arama Enst.*, Seri D, 2, 242 s., (1947).
- Blumenthal, M. “Das Taurische Hochgebirge des Aladağ, Neuere Forschungen zu Seiner Geographic, Stratigraphie und Tektonik”, *Jeolojik Harita Materyalleri*. M.T.A. Yayınları. Seri D. No. 6, (1952).
- Boloki, M. and Poormirzaee, R., “Using ASTER Image Processing for Hydrothermal Alteration and Key Alteration Minerals Mapping in Siyahrud area, Iran” *International Journal of Geology*, 2(3): 38-43, (2009).
- Chellaiah, S., “Mapping of Ultramafic and Associated Lithological Units Using Satellite Data”, *Map Asia Conference, Emerging Application*, 5, (2003).

- Chavez, P.C., “An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data”, *Remote Sensing of Environment*, 24(3): 459-479, 1988.
- Chavez, P. C., Berlin, G. L., and Sowers, L. B., “Statistical methods for selection Landsat MSS ratios”, *Journal of Applied Photographic Engineering*, 8(1): 23-30, (1982).
- Clark, R.N., “Spectroscopy of Rocks and Minerals, and Principles of Spectroscopy, in *Manual of Remote Sensing*”, *Remote Sensing for the Earth Sciences*, (A.N. Rencz, ed.) John Wiley and Sons, New York, 3:3-58, (1999).
- Clark, M. and Robertson, A.H.F. “Uppermost Cretaceous-Lower Tertiary Ulukışla Basin, South-Central Turkey: Sedimentary Evolution of Part of a Unified Basin Complex Within an Evolving Neotethyan Suture Zone”, *Sedimentary Geology*, 37, (2004).
- Crosta, A. and Moore, J.Mcm., “Enhancement of Landsat Thematic Mapper imagery for residual soil mapping in SW Minas Gerais State, Brazil: a prospecting case history in Greenstone belt terrain”, In: *Proceedings of the Seventh ERIM Thematic Conference: Remote Sensing for Exploration Geology*, 1173–1187, (1989).
- Crosta, A. P., Filho, S. C. R., Azevedo, F., Brodie, C., “Targeting key alteration minerals in epithermal deposits in Patagonia, Argentina, using ASTER imagery and principal component analysis”, *International Journal of Remote Sensing*, 24(21): 4233-4240, (2003).
- Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, “COMU”, “Uzaktan Algılama Ders Notları” <http://obs.comu.edu.tr/dosyalar/DersMateryal/uydu.doc>, (13.07.2012).
- Da Silva, P.C.F., Cripps, T.J.C., and Wise, S.M. “The use of Remote Sensing techniques and empirical tectonic models for inference of geological structures: Bridging from regional to local scales”, *Remote Sensing of Environment*, 96(1):18-36, (2005).
- De Carvalho, O. A. Jr., Guimaraes, R. F., De Carvalho, A. P. F., De Souza Martins, E., “Spectral Mixture Analysis of ASTER Image to Geobotanical Investigation Between Ultramafic and Mafic Rocks from Niquelandia,

- Brazil”, Geoscience and Remote Sensing Symposium, Proceedings of the IEEE, 1: 250-253, (2004).
- Deller, M.E.A.,” Facies discrimination in laterites using Landsat Thematic Mapper, ASTER and ALI data-examples from Eritrea and Arabia”, International Journal of Remote Sensing, 27(12-14): 2389-2409, (2006).
- Demirtaşlı, E. “Silifke Batısında Hacıışaklı, Büyükeceli, Korucuk ve Akdere Köyleri Arasında Kalan Bölgenin Jeolojisi”, MTA Raporu, Ankara, Rapor No: 8769, (1987).
- Demirtaşlı, E., Turhan, N., Bilgin, A.Z., and Selim, M. “Geology of the Bolkar Mountains”, in: Geology of the Taurus Belt, Proceedings of International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, Ankara, 125- 141, (1984).
- Demirtaşlı, E., Turan, N. ve Bilgin, A.Z. “Bolkar Dağları ile Ereğli-Ulukışla Havzasının Jeolojisi”, MTA Jeoloji Etüdüleri Dairesi, 133 s., Ankara, (1986).
- Dilek, Y. ve Whitney, D.L. “Counterclockwise P-T-t Trajectory from The Metamorphic Sole of A Neo-Tethyan Ophiolite (Turkey)”, Tectonophysics, 280: 295-310, (1999).
- Dinç, A.O., Peştamalci, V., Dinç, U., Kandırmaz, M., Yeğingil, İ. “Uzaktan Algılamanın Temel Esasları ve Bazı Uygulamaları”, Ders Notları. Çukurova Üniversitesi, Adana, (2001).
- Dhont, D., Chorowicz, J., Yurur, T., Froger, J.-L., Kose, O. and Gundogdu, N. “Emplacement of Volcanic Vents and Geodynamics of Central Anatolia, Turkey”, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85 : 33–54, (1998).
- Domaç Dağgez, A. ve Süzen, M.L. “ASTER görüntülerinin Dogu Anadolu bölgesinde spektral mineral haritalamasında kullanılması”, 1.Ulusal Jeolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı, Sivas, 10-11, (2008).
- Drury, S.A. “Image Interpretation in Geology”, 2nd ed., Chapman&Hall, 283p., (1993).
- Düzgün, Ş., “Uzaktan Algılamada Veri ve Görüntü Ön İşleme”, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 192 s., (2010).

- Earth and Planetary Sciences, “EPS”, Erişim; <http://www.eps.ucsc.edu/~hyperwww/chevron/multispec.html> (13.07.2012).
- Earth Remote Sensing Data Analysis Center (ERSDAC), ASTER Reference Guide, Version 1, 61 p., (2003).
- Ekingen, S. “Çamlıyayla (Mersin) Yöresinin Tektonostratigrafik Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 66 s., (2003).
- Fujisada FUJISADA, H., “Design and performance of ASTER instrument”, Proceedings SPIE (International Society for Optical Engineering), 2583: 16–25, (1995).
- Gad, S. Ve Kusky, T., “ASTER spectral rationing for lithological mapping in Arabian-Nubian shield, the Neoproterozoic Wadi Kid area, Snia, Egypt”, Elsevier B.V., (2006).
- Galvao, L.S., Almeida-Filho, R. ve Vitorello, I., “Spectral discrimination of hydrothermally altered materials using ASTER short-eave infrared bands: Evaluation in tropical savannah environment”, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 7: 107-114, (2005).
- Gedik, A., Birgili, Ş., Yılmaz, H. ve Yoldaş, R. “Mut-Ermenek-Silifke Yöresinin Jeolojisi ve Petrol Olanakları”, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 22: 7-26, (1979).
- Girgin, S. “Arslanköy (Mersin) Foreland Havzasının Stratigrafisi ve Tektonik Evrimi”, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 69 s., (2005).
- Gök, M. “Çamlıyayla (Tarsus Kuzeyi) Güney Kesiminin Jeolojisi” Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 52 s. (2006).
- Gupta, R.P., “Remote Sensing Geology”, Verlag Berlin Heidelberg, 213-219, (1991).
- Gupta, R.P., “Remote Sensing Geology”, Second edition, Springer Verlag, Berlin, 655 p., (2003).
- Gül, M.A., Çuhadar, Ö., Özbaş, Y., Alkan, H., Efeçinar, T. “Bolkar- Belededik Yöresinin Jeolojisi ve Petrol Olanakları”, TPAO Arşivi, Ankara, Rapor No: 1972, 159s., (1984).

- Gül, M. Gürbüz, K., Kalelioğlu, Ö., “Lithology discrimination in foreland basin with using Landsat TM Images”, *Journal of Indian Remote Sensing Society*, 40(2): 257-269, (2012).
- Gül, M., Zorlu, K., Koç, H. ve Kalelioğlu, Ö., “Gildirli ve Kaplankaya Formasyonları Geçişindeki Kırıntılı Sedimanların Özellikleri ve Ortamsal Etkileri (Adana Havzası-G Türkiye)”, *Geosound*, 47, 103-120, (2005).
- Gümüüülüoğlu, E., “Eskişehir Yerleşim Yeri Çevresindeki Kayaçların Farklı Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Algılanabilirliği”, *Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir*, 145 s., (2007).
- Gürçay, B. “Çankırı İli civarındaki Ofiyolitik Kaya Türlerinin Aster Uydu Görüntü Analizleri İle Ayırtlanması”, *Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli*, 110 s., (2007).
- Hunt, G.R., Wynn, J.C., “Visible and Near-Infrared Spectra of Rocks from Chromium-Rich Areas”, *Geophysics*, 44(4): (1979).
- Irons, J.R., NASA Official, “Landsat Then and Now”, <http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/data.html>, (25.10.2013).
- İlker, S. “Adana Baseni Kuzeybatısının Jeolojisi ve Petrol Olanakları”, *TPAO Arşivi, Ankara*, Rapor No: 933, 63s., (1975).
- İnan, S. “Kızılırmak fay zonunun yapısal ve morfolotektonik özellikleri”, *TJK Bülteni*, 8: 321-328, (1993).
- İnan, S. ve Ekingen, S. “Namrun Fay Zonu’nun jeolojik– morfolotektonik özellikleri: Orta Anadolu Fay Sistemi’nin güneybatı bölümü (Orta Toroslar – Türkiye)” *Hacettepe Üniveritesi Yerbilimleri Dergisi*, 28(3): 147-158 (2007).
- İşler, F. “Fındıkpınarı yöresi (Mersin) ofiyolitlerinin jeolojisi”, *Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Dergisi, Seri A, Yerbilimleri*, 6-7(1-2): 45-53, (1989/1990).
- Jaffey, N. and Robertson, A.H.F. “New sedimentological and structural data from the Ecemiş Fault Zone, southern Turkey: implications for its timing and offset and the Cenozoic tectonic escape of Anatolia”, *J. Geol. Soc. London* 158: 367–378, (2001).
- Jensen, R. J., “Introductory Digital Image Processing A Remote Sensing Perspective. 2nd edition”, *Upper Saddle River, Prentice Hall, New Jersey*, (1996).

- Kalelioğlu, Ö. “Landsat 5 TM Uydu Görüntüleri Kullanılarak Arslanköy-Güzelyayla (Mersin) Arasının Tektono-Stratigrafik Özelliklerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, ME.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 76 s. (2005).
- Kalelioğlu, Ö., Zorlu, K., Kurt, M. A., Gül, M. and Güler, C., “Delineating compositionally different dykes in the Ulukışla basin (Central Anatolia, Turkey) using computer-enhanced multi-spectral remote sensing data:”, *International Journal of Remote Sensing*, 30(11): 2997-3011, (2009).
- Karaca, Ö., Karagüzel, R. ve Ertunç, A., “Uzaktan algılama Yöntemi Kullanılarak Fethiye ve Çevresinin Jeolojik Özelliklerinin Belirlenmesi”, *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 20(1): 52-61, 2003.
- Kargı, H., “Landsat TM uydu görüntülerinde bazı litoloji ayırım yöntemlerinin karşılaştırılması”, *Yerbilimleri/Geosound*, 44-45: 99-109, (2004).
- Kansu, E. “Remote Sensing Study Using Landsat 5 TM Imagery for Geological Mapping Around Sungurlu (Çorum)”, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara, 117 s., (1998).
- Kansu, E. ve Kaymakçı, N. “Uydu Görüntüsü ve SAM Kullanarak Çizgiselliklerin Görsel Yorumlama ile Ayıklanması-Sungurlu (Çorum)”, *Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 10.Yıl Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı*, Mersin, 118, (2003).
- Kaufman, H., “Mineral exploration along the Agaba-Levant structure by use of TM-data concepts, processing and results”, *International Journal of Remote Sensing* 9: 1630–1658, (1988).
- Kavak, K.Ş. “Uzaktan Algılamanın Temel Kavramları ve Sivas Havzası'nın Güneydoğusuna Ait Landsat MSS Görüntülerinin Arazi Verileriyle Deneştirilmesine Yönelik Bir Uygulama”, *Doktora semineri 1*, C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Sivas, 70s., (1995).
- Kavak, K.Ş. and Çetin, H. “A Lineament Analysis Using Landsat TM Data of Gölarmara/Manisa Region, Turkey”, *Fourth International Turkish Geology Symposium, Çukurova University-Adana*, 335, (2001).

- Kavak, K.Ş., Özden, S., Dündar, S. ve Över, S. “Yeniçağa (Bolu) yöresinde Kuzey Anadolu Fay Zonu’nun (KAFZ) ERS-2 SAR ve Landsat TM Görüntüleriyle İncelenmesi” Türkiye Kuvaterner Sempozyumu Turqua V Bildiriler Kitabı, İstanbul, 164-170, (2005).
- Kaya, A. “Çamlıyayla (Mersin) ve Güneydoğu’sunun Jeolojik Ve Tektonik İncelemesi” Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 44 s. (2006).
- Kayadibi, Ö., Cengiz, O., Şener, E. ve Topçu, T. “Gölcük ve Keçiborlu (Isparta) bölgeleri arasındaki hidrotermal alterasyon alanlarını ASTER ve Landsat TM/ETM+ uydu görüntüleri ile haritalama” 1. Ulusal Jeolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı, Sivas, 59-60, (2008).
- Kaymakçı, N., Süzen, M.L. ve Toprak V. “Uzaktan Algılama Ders Notları”, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 145s., (2003).
- Kaymakçı, N., İnceöz, M. And ertepinar, P. “3D-Architecture and Neogene Evolution of the Malatya Basin: Inferences for the Kinematics of the Malatya and Ovacik Fault Zones” Turkish Journal of Earth Sciences 15: 123-154, (2006).
- Ketin, İ. “Anadolunun Tektonik Birlikleri”, MTA dergisi, 66: 20-34, (1960).
- Ketin, İ. “Türkiye'nin Genel Tektonik Durumu ile Başlıca Deprem Bölgeleri Arasındaki İlişkiler”, M.T.A. Derg. no. 71, s. 129-134, Ankara. (1968).
- Koç, H. “Aydıncık (İÇEL) Yöresinin Tektonostratigrafik ve Jeolojik Evrimi”, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 283 s., (2003), (yayınlanmamış).
- Koç, H., Özer, E. ve Özsayar, T. “Aydıncık (İçel) Yöresinin Jeolojisi”, Geosound 30: 417-427, (1997).
- Koç, H. ve Taslı, K., “Orta Toroslar’da (Güney Türkiye) Senomaniyen-Maastrichtiyen Çökellerinin Lito-Biyostratigrafisi ve Olayların Analizi”, TÜBİTAK proje raporu, proje no:109Y161, 106 s., (2010).
- Koçyiğit, A. and Beyhan, A. “A New Intracontinental Transcurrent Structure: The Central Anatolian Fault Zone, Turkey”, Tectonophysics, 284: 317-336, (1998).

- Köse, O. “Kuzey Anadolu Fay Kuşağında Tektonik Gerilim Birikim Noktalarının Uzaktan Algılama Teknikleri İle Belirlenmesi”, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara, 121 s., (2000).
- Landsat Handbook, Erişim; <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/> (13.07.2012)
- Lillesand, T.M. ve Kiefer, R.W. “Remote Sensing and Image Interpretation”, 3rd ed., John Wiley&sons, Inc, 750p., (1994).
- Loughlin, W.P., “Principal Component analysis for Alteration Mapping”, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 57, 1163–1169, 1991.
- Maillet, S.M. and Sharaiha, Y. M. “Binary Digital Image Processing”, 3rd ed., 251p., Academic Press, (1999).
- Mather, M. P., “Computer Processing of Remotely Sensed Images: An Introduction”, John Wiley and Sons, Great Britain, (1989).
- Metz, K. “Aladağ ve Karanfil Dağının yapısı ve bunların Kilikya Torosu tesmiye edilen batı kenarları hakkında malumat husuli için yapılan jeolojik etüd”, Maden Tetkik Arama Dergisi 48, 63-75, (1956).
- MTA Uzaktan Algılama Laboratuvarı, Uzaktan Algılama ile İlgili Dökümanlar, Erişim: http://www.mta.gov.tr/RSC_WEB/tr.html, (20.06.2008).
- Nalbant, S.S., and Alptekin, Ö. “The Use of Landsat TM Imagery for Analyzing Lithology and Structure of Korucu-Dula Area in Western Turkey”, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 16(13): 2357-2374, (1995).
- NASA, http://www.nasa.gov/mission_pages/landsat/main/mission-updates.html, (25.10.2013).
- Natural Resources Canada, “NRCAN”, Erişim: <http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/geography-boundary/remote-sensing/fundamentals/2115>, (07.05.2010).
- Nazik, A. “Gözne (Mersin) Yöresi Kırıntılı İstifinin Ostrakod Biyostratigrafisi ve Ortamsal Yorumu”, Doğa-Türk Yerbilimleri Dergisi 2:, 167-173, (1993).
- NIK, http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=20, (15.05.2008).

- Ninomiya, Y., “Advanced remote lithologic mapping in ophiolite zone with ASTER multispectral thermal infrared data”, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 21-25 July, Centre de Congrès, Pierre Baudis, Toulouse, France, (2003).
- Ninomiya, Y., Fu, B., Cudahy, T.J., “Detecting litology Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) multispectral thermal infrared “radiance-at-sensor” data”, Remote Sensing of Environment, 99: 127-139, (2005).
- Ninomiya, Y. and Matsunaga, T., “Estimation of SiO₂ Content Using Simulated TIR Remote Sensing Data Generated From Spectra Measured on the Sawed Surfaces of Rocks at Cuprite, Nevada”, 30th International Geology Congress, Proceedings, (10): 49-62, (1997).
- Novak, I.D. and Soulakellis, N. “Identifying Geomorphic Features Using Landsat-5 TM Data Processing Techniques on Lesvos, Greece”, Geomorphology, 34: 101–109, (2000).
- O’Leary, D. W. Friedman, J. D., Pohn, H. A., “Lineament, linear, lineation: Some proposed new standards for old terms”, Geological Society America Bulletin, 87, 1463-1469, 1976.
- Ozener, F.S. ve Tüfekçi, K. “ arkı la-Gemerek Dolaylarının Jeomorfolojisi ve Gen  Tektoniği”, Jeomorfoloji Dergisi, 16, 53-60, (1988).
-  r kl , E. “Uzaktan Algılama”, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, 96s., (1988).
-  zalp, S. “G lek- amalan (Tarsus) alanının stratigrafisi”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 100 s., Adana, (1992).
-  zer, E., Taslı, K. and Ko , H. “The Stratigraphy and Tectonic Evolution of The Late Cretaceous Foreland Basin in the I el Region (Central Taurides, Turkey)”, 1st Int. Sym. of the Faculty of Mines (ITU) on Earth Science and Engineering, İstanbul, 87, (2002).
-  zer, E., Ko , H. and  zsayar, T.Y. “Stratigraphical Evidence for The Depression of The Northern Margin of The Menderes–Tauride Block (Turkey) During The Late Cretaceous”, Journal of Asian Earth Sciences, 22: 401-412, (2004).

- Özgül, N. “Torosların Bazı Temel Jeolojik Özellikleri”, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 19: 65-78, (1976).
- 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).
- Özoktay, E. “Cocak Dere Yöresinin (Bolkar Dağları Güneyi) Tektonostratigrafik İncelemesi”, Yüksek Lisans Tezi, ME.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 78 s., (2005).
- Öztürk, D. ve Batuk, F. “Çizgisellik Haritalarının Elde Edilmesinde Uydu Görüntülerinin Ve Sayısal Yükseklik Modellerinin Kullanılması-Samsun Örneği” 2. Ulusal Jeolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı, Ankara, 3-4, (2010).
- Pampal, S. “Arslanköy- Tepeköy (Mersin) Yöresinin Jeolojisi”. S. Ü., Fen- Edebiyat Fak. Fen Dergisi, Konya, 3: 237-258, (1984).
- Pampal, S. “Güzeloluk-Sorgun (Mersin) Yöresinin Jeolojisi”, Gazi Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi Dergisi 2 (1):, 143-174, (1987).
- Parlak, O., Delaloye, M. and Bingöl, E. “Origin of Subophiolitic Metamorphic Rocks Beneath The Mersin Ophiolite, Southern Turkey”, Ofioliti, 20(2): 97-110, (1995).
- Parlak, O. and Robertson, A. “The Ophiolite-Related Mersin Melange, Southern Turkey: Its Role in The Tectonic–Sedimentary Setting of Tethys in the Eastern Mediterranean Region”, Geol. Mag., 141(3): 257-286, (2004).
- Pavoni, N. “Die Nordanatolische Horizontalverschiebung”, Geol. Rundschau, 51: 122-139, (1961).
- Quari, M.Y.H.T. “Aplication of Landsat Data to Geological Studies, Al-Khalat Area, Southern Arabian Shield”, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 57(4): 421-429, (1991).
- Quinn, W. J., Band combinations. Retrieved 10 May 2007 from <http://web.pdx.edu/%7Eemch/ip1/bandcombinations.html>, (2001).

- Ramadan, T. and Kontny, A., "Mineralogical and structural characterization of alteration zones detected by orbital remote sensing at Shalatin District area, SE Desert, Egypt", *Journal of African Earth Sciences*, Volume 40(1-2):89-99, (2004).
- Ranjbar, H., Honarmand, H., M. and Moezifar, Z., "Application of the Crosta technique for porphyry copper alteration mapping, using ETM data in the southern part of the Iranian volcanic sedimentary belt", *Journal of Asian Earth Sciences*, 24: 237-243, (2004).
- Rothery, D. A., "Improved discrimination of rock units using Landsat Thematic Mapper imagery of the Oman ophiolite", *Journal of the Geological Society*, London, 144: 587-597, (1987).
- Rowan, L. C., Simpson, C. J., Mars, J. C., "Hyperspectral Analysis of the Ultramafic Complex and Adjacent Lithologies an Mordor, NT, Australia", *Remote Sensing of Environment*, 91: 419-431, (2004).
- Rutz-Armenta, J.R. and Prol-Ledesma, R.M., "Techniques for enhancing the spectral response of hydrothermal alteration minerals in Thematic Mapper images of Central Mexico", *International Journal of Remote Sensing* 19: 1981-2000, (1998).
- RSACL, <http://www.rsac1.co.uk/rs.html>, (Erişim 25.10.2013).
- Sabins, F. F. "Remote Sensing Principles and Interpretation, 2nd ed.", W.H. Freeman and Company, New York, 481 p., (1987).
- Sabins, F. F. "Remote Sensing-Principles and Interpretation", W.H. Freeman, New York, NY., 494 p., (1997).
- San, B.T., Sumer, E.O. ve Gircay, B., "Comparison of band ratioing and spectral indices methods for detecting alunite and kaolinite minerals using ASTER data in Biga region, Turkey", *ISPRS*, (2004).
- Sarp, G. "Uydu gcruntulerinden cizgiselliklerin belirlenmesi icin bir yaklasim", I. Akkus ve O. Dumanlılar (ed), 58. Turkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, 207, (2005).
- Sarp, G. Ve Toprak, V., "Otomatik Olmayan Yontemler Kullanılarak Landsat ETM Uydu Gcruntusunden Cizgisellik Belirlenmesi", *TMMOB Harita ve*

- Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, KTÜ, Trabzon, (2007).
- Sarp, G. ve Erener A. “Litolojik birimlerin farklı sınıflandırma yöntemleri ile uydu görüntülerinden belirlenmesi” 1.Ulusal Jeolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı, Sivas, 31-32, (2008).
- Schmidt, G. C. “Stratigraphic Nomenclature for the Adana Region”, Petroleum District 7. Petroleum Administration Bull., Ankara, No: 6: 47-63, (1961).
- Sesören, A. “Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar”, Mart Matbaacılık Ltd. Şti., İstanbul, 126s., (1998).
- Sheffield, C. “Selecting Band Combinations from Multispectral Data”, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 51(6): 681-687, (1995).
- Singh, K.A., Parkash, B. and Choudhury, P.R. “Integrated use of SRM, Landsat ETM+ data and 3D Perspective Views to Identify The Tectonic Geomorphology of Dehradun Valley, India”, International Journal of Remote Sensing, 28(11):2403-2414, 2007.
- Sultan, M., Arvidson, R. E., and Sturchio, N. C., “Mapping of serpentinites in the E Desert of Egypt using Landsat Thematic Mapper data”, Geology, 14: 995–999, (1986).
- Sümer, E.Ö., San, B.T., Gürçay, B., Pekesin, B.F., Avcı, M.K., Koruyucu, M., Dağlıyar, A., Teoman, Ş., Topçu, T., Özgüner, C. “ASTER Uydu Verisi Uygulamaları; Türkiye’den Örnekler”, MTA Özel Yayın Serisi, 5, Ankara, 71 s., (2006).
- Süzen, M.L. and Toprak, V. “Filtering Of Satellite Images in Geological Lineament Analyses: on Application to a Fault Zone in Central Turkey”, International Journal of Remote Sensing, 19(6): 1101-1114, (1998).
- Şen, G., “Arslanköy ve Yakın Yöresinin Tektonostratigrafik Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, ME.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 67 s., (2005).
- Şengör, A.M.C., Görür, N. and Şaroğlu, F. “Strike Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study”, Biddle, K. and Christie-Blick, N, (ed), Strike –Slip Faulting and Basin Formation, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publications, 37: 227-264, (1985).

- Tangestani, M., Mazhari, N., Agar, B. and Moore, F., “Evaluating Advances Spaceborn Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) data for Altetion Zone Enhancement in a semi-arid area, Northern Shahr-e-Babak, SE Iran”, *International Journal of Remote Sensing*, 29(10): 2833-2850, (2008).
- Tangestani, M. H., and Moore, F., “Iron-oxide and hydroxyl enhancement using the Crosta method; a case study from the Zagros Belt, Fars province, Iran”, *Journal of Applied Geoinformation*, 2: 140–146, (2000).
- Tangestani, M.H. and Moore, F., “Comparison of three principal component analysis techniques to porphyry copper alteration mapping: a case study, Meiduk area, Kerman, Iran”, *Canadian Journal of Remote Sensing* 27: 176–181, (2001).
- Tarı, U., Erturaç, K. and Tüysüz, O. “Enhanced Lineament Analysis and Deformation Modeling of Active Tectonic Zones Using Satellite Imagery, 17th August 1999 Izmit Earthquake (Mw: 7.4) Region”, *Fourth International Turkish Geology Symposium, Çukurova University-Adana*, 333, (2001).
- Taşlı K., Altın D., Eren M., Altın S.Ö. ve Koç H. “ Bolkar Dağları (Orta Toroslar) Jura-Kretase karbonat istiflerinin foraminifer biyostratigrafisi”, TÜBİTAK proje raporu, proje no:103Y192, 124 s., (2007).
- Tekbaş, M. “Namrun güneyi (Çapar – Parmakkurdu) arası ofiyolit diliminin jeolojisi ve petrografik incelemesi”, *Yüksek Lisans Tezi, Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, 66 s, Adana, (2000).
- Tekeli, O., Aksay, A., Ürgün, M.B. ve Işık, A. “Geology of the Aladağ Mountains” *International Symposium on the Geology of Taurus Belt, MTA yayını*, 143-158, (1981).
- Toprak, V. and Göncüoğlu, M.C. “Tectonic control on the development of Neogene-Quaternary Central Anatolian Volcanic Province, Turkey”, *Geological Journal*, 28, 357-369, (1993).

- Torres-Vera M. A. and Prol-Ledesma, R. M., "Spectral enhancement of selected pixels in Thematic Mapper images of the Guanajuato district (Mexico) to identify hydrothermally altered rocks", *International Journal of Remote Sensing*, 24(22): 4357-4373, 2003.
- Tüfekçi, K., Akman, A. Ü. and Kayadibi, Ö. "Assessing Soil Moisture Associated with Seismic Activity Causing Destructions in The Alluvial Basins of The NW of Anatolia Using Landsat TM/ETM Satellite Imageries", *Fourth International Turkish Geology Symposium, Çukurova University-Adana*, 334, (2001).
- USGS, <http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>, (25.10.2013).
- Uslu, İ. "Mihalıçcık (Eskişehir) Çevresindeki Kromit ve Manyezit Yataklarının Landsat 7 Etm+ Ve Aster Uydu Verileri İle İncelenmesi", *Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*, 124 s., (2007).
- Uysal, K. "Uzaktan Algılamada Landsat MSS ve Spot XS Uydu Verilerinin Kullanımı İle Ayrıntılı Jeolojik Harita Alımı ve Yorumu ; Dereboğazı (Isparta) Ve Çevresi Örneği", *Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Isparta*, 149 s., (2004).
- Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Merkezi, "UHUZAM", Erişim: <http://www.cscrs.itu.edu.tr/page.tr.php?id=10>, (15.05.2008).
- Ünlüenç, U.C. ve Demirkol, C. "Kızıldağ Yayla (Adana) dolayının stratigrafisi", *Jeoloji Mühendisliği*, sayı 32-33, s. 17-25, Ankara., (1988).
- Ünlüenç, U. C., Kelling, G. and Demirkol, C. "Aspects of Basin Evolution in the Neogene Basin; SE Turkey". Savaşçın, M. Y. and Eronat, A. H. (eds) *Proc. Int. Earth Science Congress on Aegean Region* (İzmir), 1: 353-370, (1990).
- Vincent, R. K., "The Potential Role of Thermal Infrared Multispectral Scanners in Geological Remote Sensing", *Proceedings of the IEEE*, 63(1), 137-147, (1975).
- Westaway, R. "Comment on a new intracontinental transcurrent structure, the Central Anatolian Fault Zone, Turkey, by A. Kocyiğit and A. Beyhan", *Tectonophysics*, 314: 469-479, (1999).
- Whitney, D.L., and Dilek, Y. "Core complex development in central Anatolia, Turkey", *Geology*, 25, 1023-1026, (1997).

- Woodcock, N., Schubert, C. "Continental Strike-slip Tectonics", Hancock, L.P. (Ed), In: Continental Deformation, Pergamon Press, Oxford. 251-263, (1994).
- Won-In, K. and Charusiri, P., "Enhancement of thematic mapper satellite images for geological mapping of the Cho Dien area, Northern Vietnam", Int. J. of App. Earth Observation and Geoinformation, 4: 183–193, (2001).
- Xiong, Y., Khan, S.D., Mahmood, K. and Sisson, V.B., "Lithological Mapping of Bela Ophiolite with Remote Sensing Data", International Journal of Remote Sensing , 32 (16): 4641-4658, (2011).
- Yakan, M. ve Kavak, K. Ş. "Tecer Dağları (Sivas Havzası) Güneyindeki Bölgenin Aster Uydu Görüntüleri Yardımıyla Jeolojik İncelemesi" 2.Ulusal Jeolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı, Ankara, 11-12, (2010).
- Yaman, S. "Mersin Ofiyolitinin Jeolojisi ve Metalojenisi", Yetiş, C. (ed) Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Adana, 255-267, (1991).
- Yetiş, C. "Çamardı (Niğde) yakın ve uzak dolayının jeoloji incelenmesi ve Ecemiş yarılım kuşağının Maden Boğazı - Kamışlı arasındaki özellikleri", Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Fak. 164 s., İstanbul, (1978).
- Yetiş, C. ve Demirkol, C. "Adana Baseni Kuzey-Kuzeybatı Kesiminin Temel Stratigrafisine İlişkin Bazı Gözlemler", Türkiye Jeoloji Kurultayı 38. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri, Ankara, s. 59-61, (1984).
- Yetiş, C. ve Demirkol, C. "Adana Baseni Batı Kesiminin Detay Jeolojik Etüdü" MTA Raporu, Ankara, Rapor No: 8037-8037a. 187s., (1986).
- Yetiş, C., Kelling, G., Gökçen, S. L. and Baroz, F. "A Revised Stratigraphic Framework for Later Cenozoic Sequences in The Northeastern Mediterranean Region" Geol. Rundsch, 84: 794-812, (1995).
- Yetkin, E. "Uzaktan Algılama ile Hidrotermal Alterasyon Haritalaması: Kapadokya Volkaniklerine Uygulaması", Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 10.Yıl Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı, Mersin, s. 120, (2003).
- Yıldırım, E., ve Alparslan, E. "1975-1993 Yılları Arasında İstanbul Arazi Kullanımında Olan Değişikliklerin Uydu Görüntüleriyle Çalışılması", G. Günay, M. Önder (ed.) II. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, s.214-229, 15-17 Mayıs Uludağ-Bursa. (1994).

Yıldız Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü web sayfası, “YTÜ”, Erişim : <http://www.yildiz.edu.tr/~bayram/ders.html> (15.05. 2008).

Yılmaz, L. “Sarıkavak-Bağçatağı (Mersin) Dolayının Jeolojik Özellikleri” Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 54 s. (2006).

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

ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ

Adı Soyadı: Özgür KALELİOĞLU

Doğum Tarihi: 30/04/1975

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise	Düz Lise	Ulukışla	1989-1992
Ön Lisans	Turizm Rehberliği	Ankara Üniversitesi	1992-1995
Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	1997-2001
Yüksek Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2002-2005
Doktora	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2005-

(Varsa) Görevler:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Araştırma Görevlisi	Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği	2002-2007
Mühendis	Mersin Çevre ve Orman Müdürlüğü	2007-2011
Mühendis	Mersin Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü	2011-Halen

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

A. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler (SCI & SSCI & Arts and Humanities) :

Kalelioğlu, Ö., Zorlu, K., Kurt, M. A., Gül, M. and Güler, C., “Delineating compositionally different dykes in the Ulukışla basin (Central Anatolia, Turkey) using computer-enhanced multi-spectral remote sensing data:” *International Journal of Remote Sensing*, V. 30, No. 11, Pp. 2997-3011, (2009)

Gül, M. Gürbüz, K., **Kalelioğlu, Ö.,** “Lithology discrimination in foreland basin with using Landsat TM Images”, *Journal of Indian Remote Sensing Society*, 40, 2, 257-269, (2012)

B. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler :

Kalelioğlu, Ö., Zorlu, K., Özer, E., Kurt, M.A. and Gül, M., “Lineament Analysis of Ulukışla Part of the Central Anatolia Fault Zone”, *Seventh International Symposium on the Eastern Mediterranean Geology*, 18-22 October, Çukurova University, 49, Adana-Turkey, (2010).

Gül, M., K. Gürbüz and **Kalelioğlu, Ö.**, “Delineation of the Deep-Sea Sediments Distribution With Using the Landsat TM Images”, *Seventh International Symposium on the Eastern Mediterranean Geology*, 18-22 October, Çukurova University, 71, Adana-Turkey, (2010).

Sevimli, U.İ, Ünlügenç, U.C., Zorlu. K and **Kalelioğlu, Ö.**, “Geological And Structural Aspects of Western Yazihan Area (Malatya) With Additional Remote Sensing Support”, *Seventh International Symposium on the Eastern Mediterranean Geology*, 18-22 October, Çukurova University, 69, Adana-Turkey, (2010).

C. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler :

Gül, M., Zorlu, K., Koç, H. ve **Kalelioğlu, Ö.**, “Gildirli ve Kaplankaya Formasyonları Geçişindeki Kırıntılı Sedimanların Özellikleri ve Ortamsal Etkileri (Adana Havzası-G Türkiye)”, *Geosound*, 47, 103-120, (2005).

D. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

Kalelioğlu, Ö., Zorlu, K., Kurt M. A. ve Gül, M., “ Landsat 5 TM Uydu Görüntüleri Kullanılarak Ulukışla Havzasındaki Dayk Kompleksinin Dağılımının Belirlenmesi”, *59. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, 451-452, Ankara, (2006).

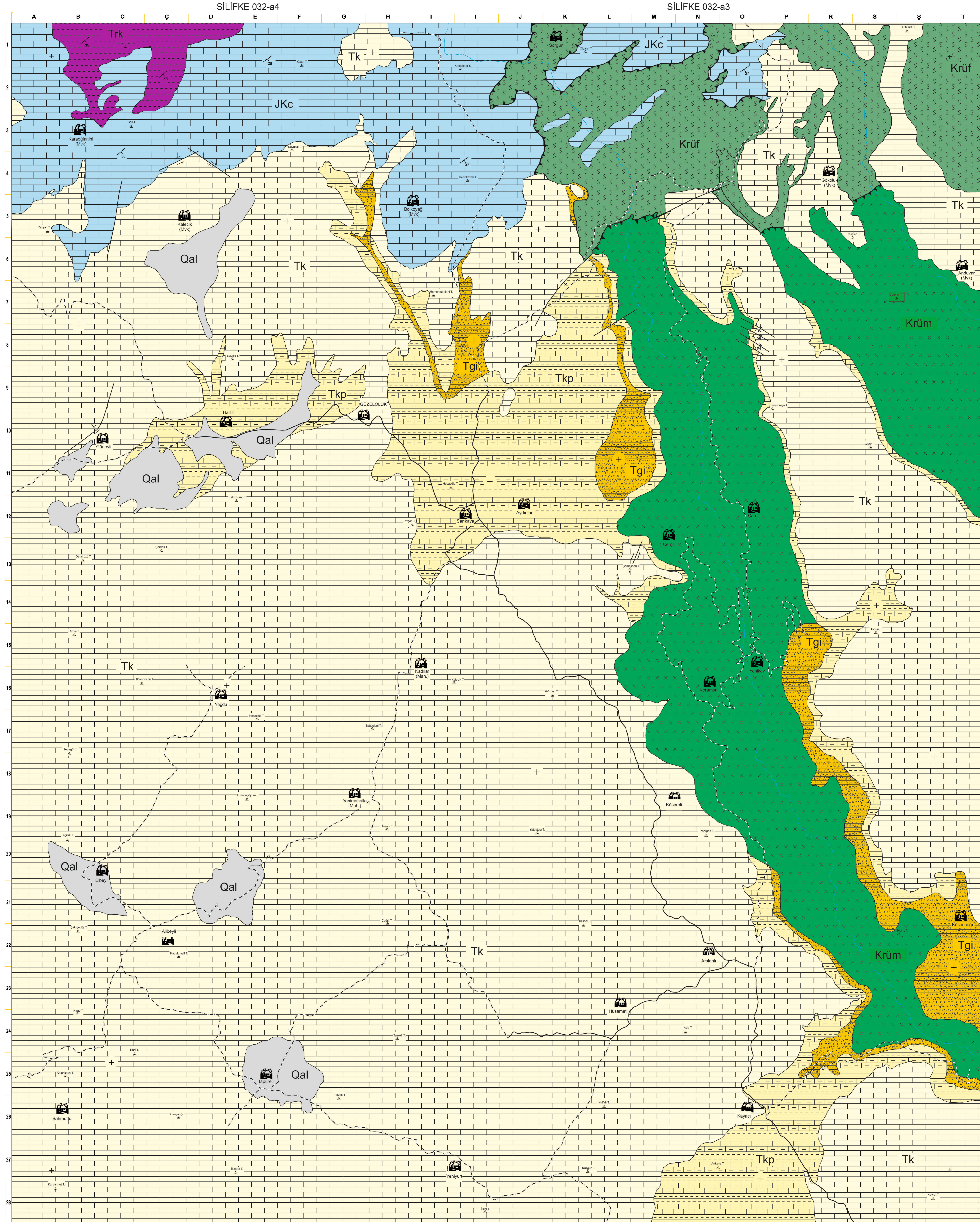
Sevimli, U., **Kalelioğlu, Ö.** ve Gül, M., “Landsat 5 TM Görüntüsü Kullanılarak Demirhisar (Mersin KD) Civarında Yüzeyleyen Miyosen Yaşlı Birimlerin Ayırt Edilmesi”, *30. yıl Fikret Kurtman Jeoloji Sempozyumu*, 20-23 Eylül, Selçuk Üniversitesi, 193-194, Konya, (2006).

Saday, H., **Kalelioğlu, Ö.** ve Arslan, H., “Mersin’de Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi”, *Mersin Sempozyumu*, 19-22 Kasım, (Tam Metin Basılan Bildiri), Bildiriler Kitabı, 342-348, Mersin, (2008).

Kalelioğlu, Ö. ve Özer, E., “Mersin Kuzeyinde Yer Alan Jeolojik Birimlerin Landsat Uydu Görüntüsü Kullanılarak Ayrımı (G Türkiye)”, *30. Yıl Jeoloji Sempozyumu*, 25-27 Ekim, Çukurova Üniversitesi, 186-187, Adana, (2008).

KAYACI-GÜZELOLUK-SORGUN (MERSİN) YÖRESİNİN JEOLJİK HARİTASI

EK - 1

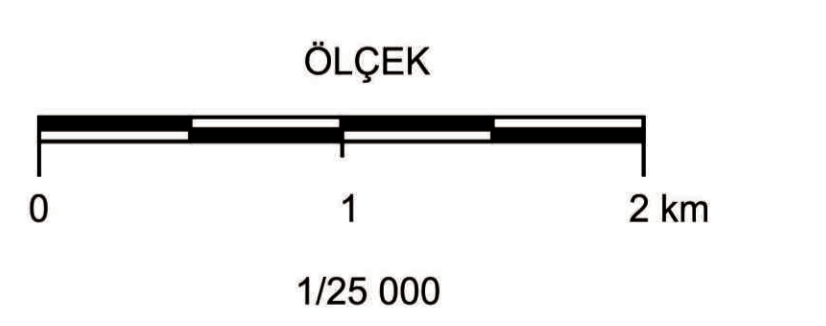
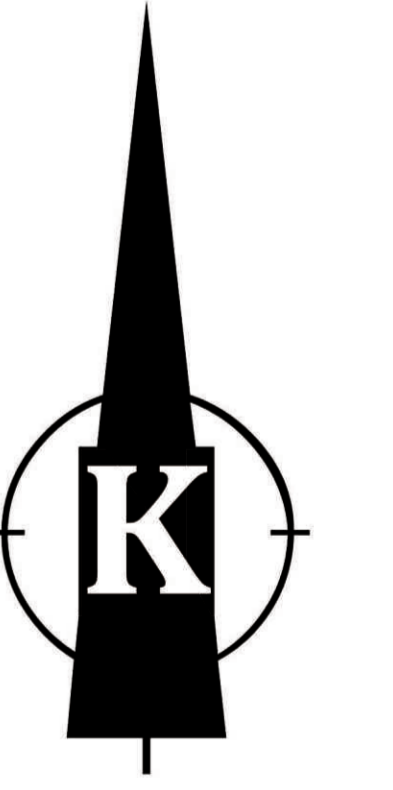


AÇIKLAMALAR

MİLLİYETİN ALTI-ORTA	SENOZOYİK TERSİYER	KUARTER	MERSİN	
			Üst	Alt
		ALÜVYON (Gai)		
		KARASALI FORMASYONU (TK)		
		KAPLANKAYA FORMASYONU (Tkp)		
		GİLDİRLİ FORMASYONU (Tgi)		
		MERSİN OFİYOLİTİ (Köm)		
		FINDIKPINARI KARŞIĞI (Kruf)		
		CEHENNEMERE FORMASYONU (Kac)		
		KARAGEDİK FORMASYONU (TK)		

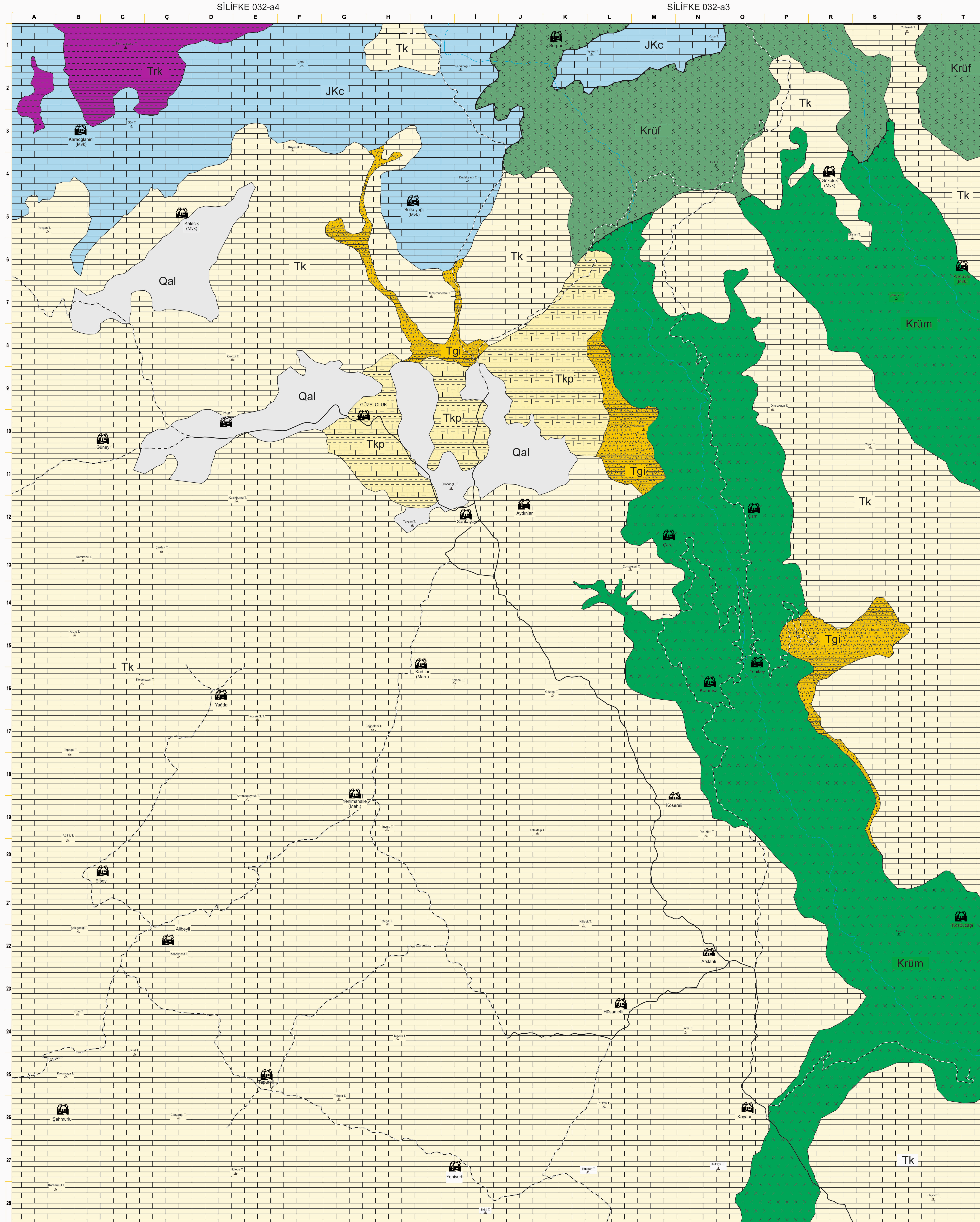
SİMGELER

	Fay
	Tabaka eğim ve doğrultusu
	Formasyon sınırı
	Bindirme fayı
	Karayolu
	Yerleşim birimi



KAYACI-GÜZELOLUK-SORGUN (MERSİN) YÖRESİNİN UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK HAZIRLANAN JEOLOJİK HARİTASI

EK - 2

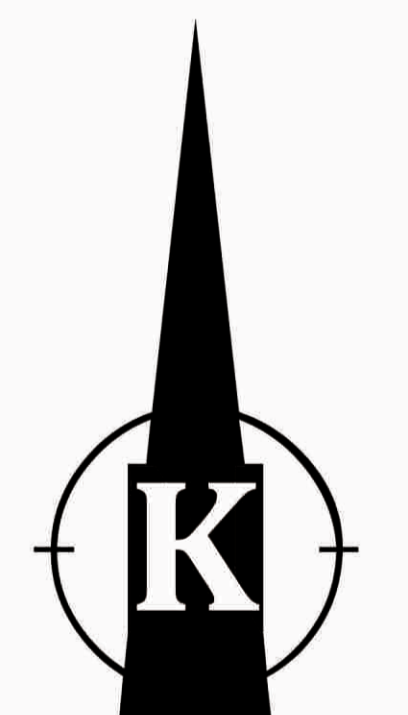


AÇIKLAMALAR

MESOZOYİK	KRETASE	SENZOYİK			
		TERSİYER	KUATERNER		
TRİYASJURA	Orta	Alt	Orta	KARAGEDİK FORMASYONU (TK)	Kumtaşı, gıst ve kireçtaşı
				CEHENNEMDERE FORMASYONU (JKc)	Kireçtaşı, dolomik kireçtaşı ve dolomit
				FINDIKPINARI KARİŞİĞİ (Krüf)	Ofiyolitik kayac parçaları, kireçtaşı blokları
				MERSİN OFİYOLİTİ (Krum)	Serpantinleşmiş harzburğit, dönit, serpantinit, gabro ve pelitik sedimanlar
MİYÖSEN	Orta	Alt	Orta	GILDİRLİ FORMASYONU (Tgi)	Silttaşı, kumtaşı ve çakıllıtaşı
				KAPLANKAYA FORMASYONU (Tkp)	Kilî kireçtaşı, kumtaşı-silttaşı ve çakıllıtaşı-kumtaşı ardalanması
				KARASALI FORMASYONU (Tk)	Ressaf kireçtaşı
ALÜVYON	Orta	Alt	Orta	ALÜVYON (Qal)	Alüvyon

SİMGELER

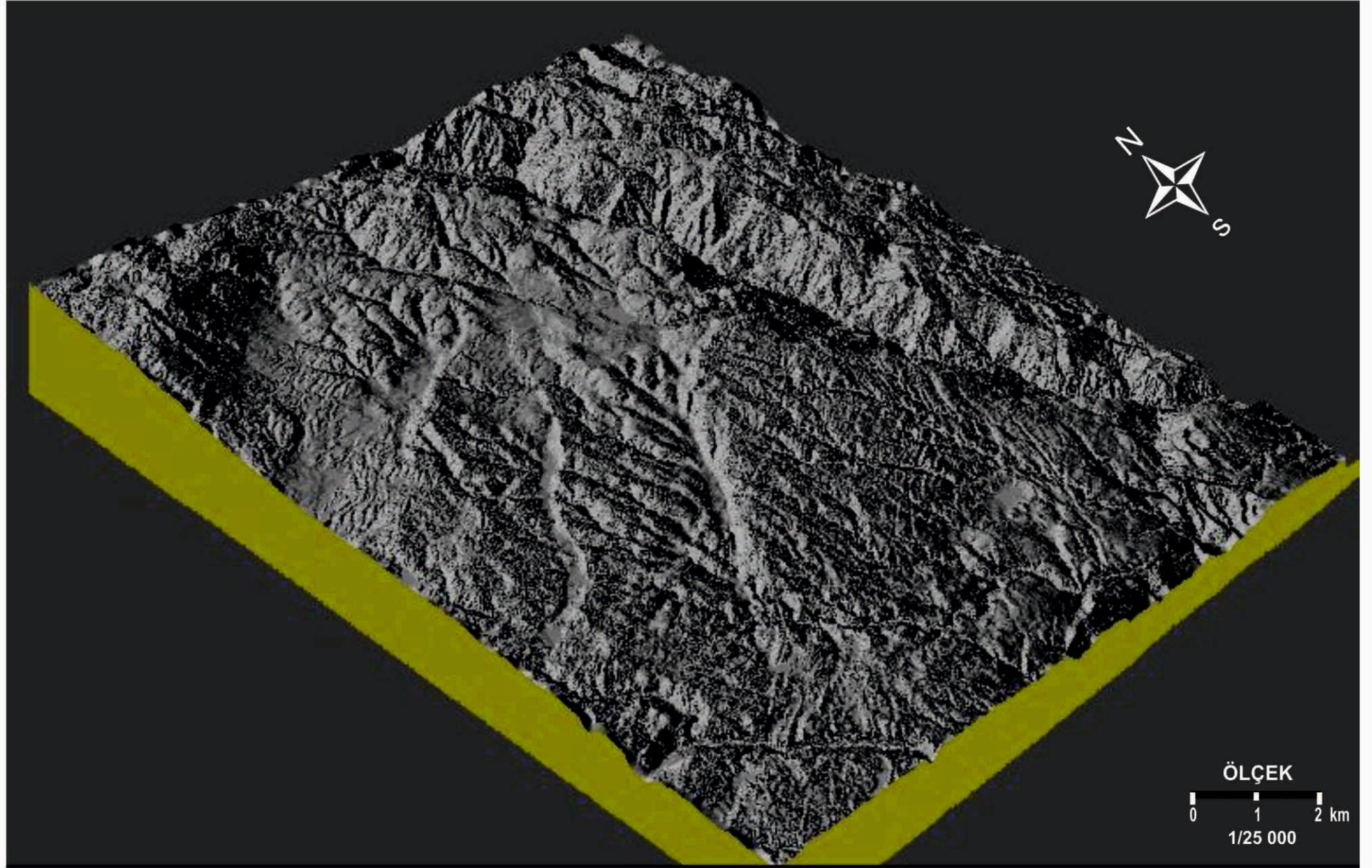
	Fluvial
	Yüzey tabaka
	Tabaka eğim ve doğrultusu
	Farmasyon sınırı
	Sindirme fayı
	Karayolu
	Yerleşim birimi



ÖLÇEK
0 1 2 km
1/25 000

ÖZGÜR KALELİOĞLU - 2013

Kayacı-Güzeloluk-Sorgun (Mersin) Yöresinin 3 Boyutlu Sayısal Yükseklik Modeli.



Kayacı-Güzeloluk-Sorgun (Mersin) Yöresinin 3 Boyutlu Sayısal Arazi Modeli.

