

**UZAKTAN ALGILAMADA LANDSAT MSS VE SPOT XS
UYDU VERİLERİNİN KULLANIMI İLE
AYRINTILI JEOLJİK HARİTA ALIMI VE YORUMU ;
DEREBOĞAZI (ISPARTA) VE ÇEVRESİ ÖRNEĞİ**

KUBİLAY UYSAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI
ISPARTA, 2004**

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**UZAKTAN ALGILAMADA LANDSAT MSS VE SPOT XS
UYDU VERİLERİNİN KULLANIMI İLE
AYRINTILI JEOLojİK HARİTA ALIMI VE YORUMU ;
DEREBOĞAZI (ISPARTA) VE ÇEVRESİ ÖRNEĞİ**

KUBİLAY UYSAL

**DANIŞMAN
PROF. DR. MUHİTTİN GÖRMÜŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI**

ISPARTA, 2004

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne
Isparta

Bu çalışma jürimiz tarafından JEOLojİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

Üye :

Üye :

ONAY

Bu tez / ... / 2004 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

.....// 2004

Prof.Dr.Remzi Karagüzel
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	xiii
EKLER LİSTESİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Coğrafya	1
1.2. Amaç.....	4
2.LİTERATÜR BİLGİSİ.....	4
2.1.Yöre jeolojisi ile ilgili çalışmalar.....	4
2.2. Sahadaki uzaktan algılama ile ilgili önceki çalışmalar.....	8
2.3. Uzaktan algılama ile ilgili temel kavramlar.....	11
2.3.1. Uzaktan algılama, dijital görüntü işleme, GPS ve CBS.....	11
2.3.2. Veri getirme (import)	12
2.3.3. Sayısallaştırma işlemi.....	12
2.3.4. Sayısal veriler.....	13
2.3.5. Elektromanyetik spektrum.....	15
2.3.6. Etkileşim yöntemleri.....	16
2.3.7. Elektromanyetik ışın kaynakları, etkileşimler ve senörler.....	17
2.3.8. Spektral Göstergeler	18
2.3.9. Görüntü Elde Edilmesi.....	19

2.3.10. Çözünürlük Özellikleri.....	19
2.3.11. Landsat7 ve ETM+ uydu görüntülerinin özellikleri.....	21
2.3.12. SPOT uydusu ve görüntülerinin özellikleri.....	24
2.3.13. Histogramlar.....	25
2.3.14. Görünür bantların renk kombinasyonları.....	26
2.3.15. Spektral sınıflama.....	26
2.3.16. Mekansal Eşleştirme.....	28
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	29
3.1. Ön çalışmalar.....	29
3.2. Saha ve laboratuvar çalışmaları.....	30
3.3. Rapor hazırlama.....	31
4. STRATİGRAFİ VE UYDU VERİLERİ.....	33
4.1. Otokton Birimler.....	33
4.1.1. Ispartaçay formasyonu (TrJ1)	33
4.1.1.1. Radyolarit-Çört Üyesi (TrJ1ç)	36
4.1.1.2. Plaketli Kireçtaşı Üyesi (TrJ1p)	37
4.1.1.3. Türbiditik Kireçtaşı Üyesi (TrJ1t)	38
4.1.2. Davras kireçtaşı (Med)	42
4.1.3. Isparta formasyonu (T1)	47
4.1.4. Karabayır formasyonu (Tk)	56
4.1.5. Güneyce Formasyonu (Tg)	61
4.1.6. Gökdere Formasyonu (Tgö)	70
4.1.7. Gölcük Formasyonu (pgv).....	75
4.1.8. Güncel sedimanlar (Qal):.....	81
4.2. Allohton Birimler.....	84
4.2.1. Isparta Ofiyolitli Karmaşığı (T10)	84

5. UYDU VERİLERİNİN İŞLENMESİ VE HARİTA ALIMI	88
5.1. Dereboğazı çevresinin sayısal altlıklarının hazırlanması.....	88
5.2. Dereboğazı çevresinin uydu görüntülerinin hazırlanması.....	89
5.2.1. İnterpolasyon (yazılım yardımı ile görüntü büyütme).....	90
5.2.2. Görüntülerin zenginleştirilmesi.....	90
5.2.3. Bantların kombinasyonu.....	101
5.1.3. Altlıkların ve uydu görüntülerinin birleştirilmesi ve jeoreferanslama.....	105
5.1.4. Spektral sınıflama.....	107
5.1.5. Üç boyutlu modelleme ve analiz.....	111
5.3. Jeolojik harita alımı.....	115
5.3.1. Uydu görüntülerinde kaya birimlerinin ayırtlanmasında kullanılan kriterler.....	115
5.3.2. Uydu görüntülerinde jeolojik yapıların ayırtlanması.....	119
5.3.3. Sınırların düzeltilmesi ve detaylı harita çizimi.....	120
5.3.4. Uydu görüntüleri ile sahada jeolojik harita alımı.....	125
6. VERİLERİN KARŞILAŞTIRMASI VE YORUMU.....	126
7. YAPISAL JEOLJİ.....	133
7.1. Yapısal evrim.....	133
7.2. Uyumsuzluklar.....	134
7.3. Kıvrımlar.....	135
7.4. Uydu verilerinin kullanımı ile çizgiselliklerin belirlenmesi.....	136
8. EKONOMİK JEOLJİ.....	140
9. SONUÇLAR	141
10. KAYNAKLAR.....	144
ÖZGEÇMİŞ.....	149

ÖZET

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Genel Jeoloji Anabilim Dalında, Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

İnceleme sahası Dereboğazı (Isparta) çevresinde Savköy, Direkli ve Dariören köyleri arasında yer alır. Uydu verileri kullanılarak jeolojik harita yapımı, jeolojik birimlerin belirlenmesi amacıyla yönelik gerçekleştirilen bu çalışma ile uydu verilerinin işlenmesi, saha ve laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Sahada allokton ve otokton birimler gözlenir. Otokton birimlerden, Triyas-Jura yaşlı, radyolarit, çört, kireçtaşı, türbiditik kireçtaşlarından oluşan Ispartaçay Formasyonu temelde yer alır. Jura-Kretase yaşlı Davras Kireçtaşı'nın temel birimle geçişlidir. Eosen yaşlı ve karbonatlar ile klastiklerle temsil olunan Isparta Formasyonu Mesozoyik yaşlı birimleri uyumsuz olarak örter. Miyosen transgresyonuna ait Karabayır Formasyonu üzerine klastik kayalardan oluşan Güneyce Formasyonu ile Gökdere Formasyonu gelir. Pliyo-Kuvaterner yaşlı Gölcük Volkanikleri ile Güncel sedimanlar en genç çökeller olarak gözlenir. Isparta Ofiyolitik Karmaşığı sahadaki allokton jeolojik ünite olarak ayrılmıştır. Tüm birimlerin saha ve uydu görünümündeki ayrımları ile sahanın 1:25.000 ölçekli jeoloji haritası yeniden yapılmıştır. Birimleri tanımlama ve yorumlamada özellikle sayısal değerler üzerinde yoğunlaşmıştır.

Jeolojik haritalamalarda uydu verilerinin yorumunda izlenecek yöntemlerde yeni bulgulara değinilmiş, önerilen alternatifler ayrıntılarıyla verilmiştir. Uydu verilerinin üç boyutlu incelemesinin mümkün olabileceği, saha verilerinin uydu görüntülerine kolaylıkla aktarılabilmesi, görüntü işlenmesinde ve yorumlamasında bilgi ve teknoloji kullanımının önemli olduğu vurgulanmıştır.

Birimlerin uydu görüntülerindeki spektral yansıma değerleri, topoğrafya özellikleri, drenaj sistemi, bitki örtüsü özelliklerine ait sayısal altlıklar ve koordinatlı arazi verileri stratigrafik, petrografik ve tektonik yorumda önemli oldukları karşılaştırmalı bir şekilde sunulmuştur. Uydu verilerinin kaya birimlerini tanımlama, ilişkileri yorumlamada ve tektonik özelliklerini ortaya koymada saha kontrollü çalışmalarla avantajlar sağladığı sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: Isparta, Uydu görüntüleri, Landsat, Jeolojik harita, Görüntü yorumlaması, Görüntü analizi, Sayısal görüntü işleme, 3 Boyutlu modelleme, GPS,

ABSTRACT

This study was prepared as a Master of Science thesis submitted to Science Institute of the Suleyman Demirel University, Geological Engineering Department, General Geology Branch. The investigation area is located between the Savköy, Direkli and Darıören villages around Dereboğazı (Isparta). Aims of the study are to get a new geological map and to determine lithological units by using satellite data. Field and laboratory works were carried out.

In the area, allochthonous and autochthonous units are seen. The basement autochthonous is the Triassic-Jurassic aged Ispartaçay Formation. It consists of rhythmic deposits of chert, radiolarite, plated limestone and turbiditic limestone. The Jurassic to Cretaceous aged Davras Limestone has a lateral-vertical changes with the basement rocks. The Eocene aged Isparta Formation including carbonates and clastics overlies unconformably the Davras Limestone. The Miocene sediments cover unconformably older geological units. The Miocene sediments from bottom to top are Karabayır Formation. It consists of basal conglomerates and thick bedded reefal limestone. The Güneyce Formation including rhythmic sandstone and claystone and the Gökdere Formation comprising limestone and terrestrial conglomerates are also the geological units Miocene in age. The Gölcük Volcanics and Recent sediments are the youngest units in the investigation area. The Isparta Ophiolitic Complex was separated as an allochthonous unit in the area. All geological units were mapped and identified by using satellite images, 1/25.000 in scale. Particularly, digital data were used for identifying and interpreting of the indicated geological units.

New and different techniques were suggested and used for geological mapping on the satellite images. Three dimensional analyzing, digital image processing, GPS using and different technological methods are also possible on the mapping. For uploading to collected field data on the satellite images, different methods have been suggested.

Geological units were correlated in the views of spectral values, topography, drainage system, luminosity and vegetation cover by using digital layers. Landsat and Spot images give very important results for petrographic, stratigraphic and tectonic interpretation. Using the satellite images, especially identifying lithologic units and tectonic features interpretation of the relationship between the units should be carried out by field work support.

KEY WORDS: Isparta, Satellite images, Landsat, Geological Mapping, Image interpretation, Image analysis, Digital image processing, 3-D modelling, GPS

TEŞEKKÜR

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilen bu tez çalışması, değişik aşamalardaki destek ve katkıların bir sonucudur. Çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından 427 No'lu proje kapsamında maddi olarak desteklenmiştir. Tez konusunun seçiminden, bitimine kadar her aşamada araştırmalarımı yönlendiren, gerek arazi çalışmaları gerekse laboratuvar çalışmaları esnasında bilimsel yardımlarını esirgemeyen danışmanım, Prof.Dr. Muhittin GÖRMÜŞ (Süleyman Demirel Üniversitesi)'e, Uydu görüntülerini sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi Uzaktan Algılama ve Uygulama Merkezi'ne, arazi çalışmalarında yardımcı olan Ali KESKİN'e, görüşlerinden yararlandığım Yrd.Doç.Dr. Enis Kemal SAGULAR (Süleyman Demirel Üniversitesi)'a, Arş.Gör.Dr. Levet BAŞAYIĞIT (Süleyman Demirel Üniversitesi)'e, bilgisayar programlama ve teknikler üzerine görüşlerini ve yardımlarını aldığım Levent YAVAŞ (Süleyman Demirel Üniversitesi)'a, bu çalışmamda maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

06.01.2004

Arş.Gör. Kubilay UYSAL

ŞEKİLLER LİSTESİ	Sayfa No
Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası	3
Şekil 2.1.. Önceki çalışmaların karşılaştırması (Görmüş ve Özkul, 1995)	10
Şekil 2.2. Raster veri ve veriyi oluşturan hücreler ile bilgisayardaki ifadesi	14
Şekil 2.3. Koordinatlı veri nesnelere vektörler ile oluşturulmuş eşyükselti çizgileri	14
Şekil 2.4. Koordinatlı veri nesnelere 3D harita yapımında kullanılan TIN nesnesi	15
Şekil 2.5. Elektromanyetik spektrum ve bant aralıkları	16
Şekil 2.6. Yayılan güneş ışınları ve etkileşim kaynakları.	17
Şekil 2.7. Toprak, bitki örtüsü ve su yüzeyi için spektral yansıma eğrileri	18
Şekil 2.8. . Landsat Uydularının Fırlatma ve Sonlanma tarihleri	24
Şekil 2.9. Landsat TM ve SPOT uydu görüntülerinin karşılaştırması	24
Şekil 2.10. LS 7ETM+ 1. bant uydu görüntüsünde Isparta taş ocakları mevkiine ait histogram	25
Şekil 2.11. Değişik bant kombinasyonlarına örnekler	27
Şekil 3.1. Mikroskobik görüntü analiz sistemi	31
Şekil 4.1. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti	34
Şekil 4.2. Ispartaçay formasyonunda görülen çört, türbiditik kireçtaşı tabakaları ve plaketli kireçtaşları	33
Şekil 4.3. Ispartaçay formasyonu ile Karabayır formasyonunun uyumsuz dokanağı	35
Şekil 4.4. Ispartaçay formasyonunda radyolarit-çört tabakaları	36
Şekil 4.5. Ispartaçay formasyonunda kıvrımlanmış radyolarit-çörtler.	37
Şekil 4.6. Ispartaçay formasyonunda kıvrımlanmalı plaketli kireçtaşları.	38
Şekil 4.7. Ispartaçay formasyonunda kırılğan türbiditik kireçtaşları	39
Şekil 4.8. Ispartaçay Formasyonu'nda yamaçların eğim yönleri	41
Şekil 4.9. Ispartaçay Formasyonu'nun çalışma alanındaki LS7 ETM+ 471 görüntüsünde spektral yansıma renkleri ve yayılımı.	42
Şekil 4.10. Davras kireçtaşlarının genel görünümü (Kızılkaya tepeden KD'ya bakış)	43
Şekil 4.11. Davras formasyonunda gri renkli orta kalınlıkta, bol çatlaklı kireçtaşı tabakaları (Savköy doğusu).	44
Şekil 4.12. Davras Kireçtaşlarında yamaçların eğim yönleri	45
Şekil 4.13. Davras Kireçtaşı'nın çalışma alanındaki LS7 ETM+ 741 görüntüsünde spektral yansıma histogramları, kireçtaşlarının görünümü ve yayılımı.	47
Şekil 4.14. Isparta formasyonunun genel görünümü	48
Şekil 4.15. Isparta formasyonunda gözlenen <i>Nummulites</i> içeren çakıltaşları	49
Şekil 4.16. Isparta formasyonuna ait stratigrafik sütun kesit ve mikrofasiyeler	53
Şekil 4.17. Eosen yaşlı Isparta formasyonunun diğer birimlerle ilişkisini gösteren LS7 ETM+ 754 görüntüsü ve şematik en kesitler	54

Şekil 4.18. Eosen sedimanlarının Davras kireçtaşları ile ilişkisi	55
Şekil 4.19. Isparta Formasyonu'nda MK 4 No'lu örneğe ait ince kesitlerde gözlenen <i>Nummulites</i> sp.(a) ve <i>Alveolina</i> sp. (b) fosilleri	55
Şekil 4.20. Isparta formasyonunun bakı haritasına göre yamaç eğim yönleri.	56
Şekil 4.21. Isparta formasyonunun LS7 ETM+ 471 kombinasyonunda görünümü ve yayılımı.	56
Şekil 4.22. Karabayır formasyonunda alt seviyelerinde gözlenen taban konglomeraları ve üzerindeki kireçtaşı tabakaları	58
Şekil 4.23. Karabayır formasyonunu oluşturan kireçtaşları ve Ispartaçay formasyonu arasındaki dokanak	58
Şekil 4.24. Karabayır Formasyonunun LS7 ETM+ 471 kombinasyonunda görünümü ve yayılımı.	60
Şekil 4.25. Karabayır formasyonunun bakı haritasına göre yamaç eğim yönleri.	61
Şekil 4.26. Güneyce Formasyonu'nun genel görünüşü	61
Şekil 4.27. a) Güneyce Formasyonu'nun alt seviyelerinde görülen ince tabakalı yatay konumlu kumtaşı-çamurtaşı ardalanması (İmrezi Kuzeyi) b) Güneyce formasyonunun üst seviyelerinde görülen kalın, eklemli kumtaşı tabakaları (Savköy güneyi).	63
Şekil 4.28. a) Güneyce Formasyonunda kumtaşı yüzeylerinde görülen akıntı izleri ve iz fosiller. b) Güneyce formasyonundaki kumtaşlarında bitki izleri ve ikincil kalsit dolgular.	63
Şekil 4.29. Güneyce Formasyonunda görülen tektonik etkiler (Lokasyon Direkli köyü) a) Devrik, eklemli tabakalar b) Kıvrımlamalar	63
Şekil 4.30. Güneyce Formasyonundaki düşey konumlu ince laminalı kırılğan kilaşları (a) kilaşlarında görülen oval, üçgen erime yapıları (b) (Savköy güneyi)	64
Şekil 4.31. Alt seviyelerden alınan MK2b örneğine ait ince kesit görüntüleri	64
Şekil 4.32. Üst seviyelerden alınan Mk3 nolu örneğe ait ince kesit görüntüleri	64
Şekil 4.33. Güneyce formasyonunda MK2b no'lu örnekte gözlenen planktik foraminiferler a) <i>Globigerinoides</i> sp b) ? <i>Rotalia</i> c) <i>Globigerinid</i> form	65
Şekil 4.34. Güneyce formasyonunda gözlenen bentik foraminiferler a) <i>Lepidocyclina</i> sp., b) <i>Discocyclina</i> sp., c) <i>Amphistegina</i> sp., d) <i>Nummulites</i> sp. (taşınmış), e) ? <i>Calcarinana</i> sp., f) <i>Rotalid</i> ler	66
Şekil 4.35. Güneyce Formasyonu ve diğer birimlerle olan ilişkisini gösteren en kesit	67
Şekil 4.36. Güneyce Formasyonu'nun bakı haritası	69
Şekil 4.37. Güneyce Formasyonu'nun LS7 ETM+ 471 kombinasyonunda görünümü ve yayılımı	70
Şekil 4.38. a) Gökdere Formasyonu'nda görülen kalın katmanlı kireçtaşları b) Bol kırıklı kumtaşları ile üstünde gözlenen kmt ve konglomeralar	71
Şekil 4.39. Güneyce Formasyonu ve Gökdere Formasyonu'nun dokanağı	72
Şekil 4.40. Gökdere Formasyonu'nun bakı haritası	74
Şekil 4.41. Gökdere Formasyonu'nun yayılım alanı ve Landsat 7 ETM+ 471 görüntüsü	74
Şekil 4.42. Andezitlere ait incekesit görüntüleri	76
Şekil 4.43. Andezitlerde gözlenen soğuma çatlakları ve eksfoliasyonlar	76

Şekil 4.44. Volkanoklastikler ve diğer birimler ile olan ilişkisi. (Direkli kuzeyinden Savköy'e bakış)	77
Şekil 4.45. Volkaniklerin bakı haritası	80
Şekil 4.46. Volkaniklerinin yayılımı ve LS7 ETM+ 471 görüntüsü	80
Şekil 4.47. a) LS7 ETM+ 754 görüntüsü b)Güncel sedimanların Savköy batısında yayılımı	82
Şekil 4.48. Güncel sedimanların bakı haritası	83
Şekil 4.49. Güncel sedimanların LS7 ETM+ 471 kombinasyonunda görünümü ve yayılımı	83
Şekil 4.50. Isparta ofiyolit karmaşığının arazi görünümüleri a) Savköy güneyi GPS 292994E 4180579N b) Kışla güneyi GPS 294742E 4175317N	84
Şekil 4.51. Isparta ofiyolit karmaşığının ana litolojisini oluşturan radyolarit ve serpantinler	84
4.52. Isparta ofiyolit karmaşığı ve Isparta formasyonu dokanağı	85
Şekil 4.53. Isparta ofiyolit karmaşığının bakı haritası	87
Şekil 4.54. LS 7 ETM+ 471 görüntüsünde Isparta ofiyolit karmaşığının görünümü ve yayılımı	88
Şekil 5.1. Çalışma alanına ait sayısal topoğrafik harita	89
Şekil 5.2. Bicubic yeniden örnekleme ile interpolasyondan sonra görüntülerde meydana gelen değişim	91
Şekil 5.3. Çalışma alanına ait Landsat 7 ETM+ 1.bant ham görüntüsü ve histogram değerleri	92
Şekil 5.4. Yazılım tarafından parlaklık ve karşıtlık seviyeleri otomatik ayarlanmış görüntü ve histogramları	93
Şekil 5.5. Parlaklık ve karşıtlığı %30 arttırılmış görüntü ve histogramları	94
Şekil 5.6. Filtre çekirdeğı manuel derlenen görüntü ve histogramları	95
Şekil 5.7. 250 pixel yoğunlukta high pass (yüksek geçiş) filtresi uygulanmış görüntü ve histogramları	96
Şekil 5.8. Parlak ve koyu alanlara göre seviyesi ayarlanmış görüntü ve histogramları	97
Şekil 5.9. Görsel yoruma ve diğer bantlar ile kombine edilmeye hazır zenginleştirilmiş görüntü ve histogramları	98
Şekil 5.10. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 2. bant görüntüsü ve histogramları	99
Şekil 5.11. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 3. bant görüntüsü ve histogramları	99
Şekil 5.12. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 4. bant görüntüsü ve histogramları	99
Şekil 5.13. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 5. bant görüntüsü ve histogramları	100
Şekil 5.14. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 6a, bant görüntüsü ve histogramları	100
Şekil 5.15. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 6b. bant görüntüsü ve histogramları	100
Şekil 5.16. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 7. bant görüntüsü ve histogramları	101

Şekil 5.17. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 8.(Pan) bant görüntüsü ve histogramları	101
Şekil 5.18. “Icc Win32” C derleyicisi ile yazılmış bant kombinasyonlarını hesaplayan programın kaynak kodu	102
Şekil 5.19. Landsat 7 ETM+ uydu görüntülerinde RGB kombinasyonlarından bazı görüntüler	104
Şekil 5.20. Çalışmada kullanılan verilerden uydu görüntüleri ve altlıklara ait bazı katmanlar	106
Şekil 5.21. Gerçek koordinatı pixel koordinata çeviren bağıntı	106
Şekil 5.22. Arazi verilerinin koordinatlandırılmış uydu verileri ve diğer altlıklar üzerine aktarılması	108
Şekil 5.23. Eğitimsiz sınıflandırmada kullanılan parametreler	108
Şekil 5.24. Eğitimsiz (unsupervised) sınıflama ile 20 sınıfa ayrılmış RGB 742 bant kombinasyonu a) normal görüntü b) sınıflandırılmış görüntü	109
Şekil 5.25. Davras Dağda çıplak kayalara ait spektral göstergeler	110
Şekil 5.26. Yapay bitki örtüsüne sahip bir alanın spektral yansımaları	110
Şekil 5.27. Çalışma alanının sayısal yükseklik haritası	112
Şekil 5.28. 3-Boyutlu sayısal yükseklik modeli ile ana ve ara yönlerde çalışma alanının genel görünüşü	113
Şekil 5.29. 3-D gözlükle uygulanan 3 Boyutlu görüş sistemi	114
Şekil 5.30. 3 boyutlu uydu görüntüleri	114
Şekil 5.31. Uydu görüntüsü (LS7 ETM+ 7.bant) üzerinde gri renk tonlarına göre geçici jeolojik sınırların belirlenmesi	118
Şekil 5.32. Birimlerin drenaj ağı özelliklerinin belirlenmesi için kullanılan filtrelenmiş (emboss) uydu görüntüsü	119
Şekil 5.33. Uydu görüntüsü üzerinde kırık hatlarının belirlenmesi ve tabaka konumlarının yerleri	122
Şekil 5.34. Replace color fonksiyonu ile tarım arazilerinin ve yerleşim yerlerinin maskelenmesi	123
Şekil 5.35. Yansıma değerlerini ve sınır çizimini etkileyebilecek materyallerden (yol, yerleşim yeri vb.) elenmiş görüntü	124
Şekil 7.1. Çalışma alanında Poisson ve diğ. (2003) göre birimlerin tektonik ilişkisi	135
Şekil 7.2. Isparta Çay Formasyonunda(a) imrezi dere vadisinde ve Güneyce Formasyonunda (b) Direkli köyü dolaylarında gözlenen, değişik geometrik yapılarıdaki kıvrımlanmalar	136
Şekil 7.3. İnceleme alanında KB yönlü çizgiselliklere ait gül diyagramı ve diyagram sonuçları	137
Şekil 7.4. İnceleme alanında KD yönlü çizgiselliklere ait gül diyagramı ve diyagram sonuçları	138
Şekil 7.5. İnceleme alanındaki çizgiselliklere ait tek yönlü ve çift yönlü gül diyagramı ve diyagram sonuçları	138
Şekil 7.6. İnceleme alanına ait çizgisellik haritası ve çizgiselliklerin sayısal değerleri	139
Şekil 8.1. Azı tepe civarında işletilen andezit ocağı(a), Isparta-Antalya karayolu kenarında çimento hammaddesi için işletilen volkanoklastikler(b)	140

ÇİZELGELER LİSTESİ	Sayfa no
Çizelge 2.1. Landsat 7 ve ETM+ uydu görüntüsüne ait bantlar ve özellikleri	22
Çizelge 2.2. SPOT uydu görüntülerinin özellikleri	23
Çizelge 2.3. Eğitilmiş (a) ve eğitilmiş (b) sınıflamanın çalışma algoritmaları	28
Çizelge 3.1. Bilgisayar teknolojileri ile yapılan jeolojik etüd ve haritalama işlemlerinin akış diyagramı	32
Çizelge 4.1. Ispartaçay Formasyonu'nun çeşitli bant kombinasyonlarında yansımaya değerleri ve diyagramları	40
Çizelge 4.2. Ispartaçay Formasyonu'nun LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansımaya değerleri ve diyagramları	41
Çizelge 4.3. Davras Kireçtaşı'nın çeşitli kombinasyonlarda yansımaya değerleri ve diyagramları.	46
Çizelge 4.4. Davras Kireçtaşı'nın LS7 ETM 1,2,3,4,5 ve 7. bantlardaki yansımaya değerleri	46
Çizelge 4.5. Isparta Formasyonu'nun çeşitli kombinasyonlarda yansımaya değerleri ve diyagramları	51
Çizelge 4.6. Isparta Formasyonu'nun LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansımaya değerleri	51
Çizelge 4.7. Isparta formasyonunda klastik ve karbonatlı seviyelerin LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansımaya diyagramlarının karşılaştırması.	52
Çizelge 4.8. Karabayı Formasyonu'nun çeşitli kombinasyonlarda yansımaya değerleri ve diyagramları	59
Çizelge 4.9. Karabayı Formasyonu'nun LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansımaya değerleri.	60
Çizelge 4.10. Güneyce Formasyonu'nun çeşitli kombinasyonlarda yansımaya değerleri ve diyagramları	68
Çizelge 4.11. Güneyce Formasyonu'nun LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansımaya değerleri.	68
Çizelge 4.12. Gökdere Formasyonu'nun çeşitli kombinasyonlarda yansımaya değerleri ve diyagramları	73
Çizelge 4.13. Güneyce Formasyonu'nun LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansımaya değerleri	73

Çizelge 4.14. Gölcük Volkanikleri'nin çeşitli kombinasyonlarda yansıma değerleri ve diyagramları	79
Çizelge 4.15. Gölcük Volkanikleri'nin LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansıma değerleri.	79
Çizelge 4.16. Güncel sedimanların LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansıma değerleri	82
Çizelge 4.17. Isparta ofiyolit karmaşığının çeşitli kombinasyonlarda yansıma değerleri ve diyagramları	86
Çizelge 4.18. Isparta ofiyolit karmaşığının LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansıma değerleri	86
Çizelge 5.1. Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsüne ait bantların RGB kompozisyonunda bir arada olabilme varyasyonları	102
Çizelge 5.2. Araziden derlenmiş koordinatlı veriler	121
Çizelge 6.1. Çalışma alanında yüzeyleyen birimlerin LS7 ETM+ 1.2.3.4.5.7. bantlardaki spektral ansıma değerlerinin karşılaştırması ve diyagramı	127
Çizelge 6.2. Kanal ortalamasına göre birimlerin gösterdikleri spektral yansıma değerleri ve diyagramı	129
Çizelge 6.3. Parlaklık (Luminosity) ortalama yansıma değerlerine göre birimlerin çeşitli bant kombinasyonlarındaki yansıma değerleri.	131
Çizelge 6.4. İnceleme alanında yer alan birimlerin engebe, drenaj, bitki örtüsü, renk, yapay materyal açısından karşılaştırması	132
Çizelge 6.5. İnceleme alanında yer alan birimlerin yayılımlarına ait istatistiksel veriler	133

KISALTMA VE SİMGELER LİSTESİ

TrJ1 : Ispartaçay Formasyonu

Med : Davras Kireçtaşı

T1 : Isparta Formasyonu

Tk : Karabayır Formasyonu

Tg : Güneyce Formasyonu

Tgö: Gökdere Formasyonu

pgv : Gölcük Volkanikleri

Qal : Güncel sedimanlar

T1o : Isparta Ofiyolit Karmaşığı

Bkz. : Bakınız

K (N) : Kuzey

G (S): Güney

D (E) : Doğu

B (W) : Batı

Flat : Düz

No data : Veri yok

KD (NE) : Kuzeydoğu

KB (NW) : Kuzeybatı

GD (SE) : Güneydoğu


















GB (SW) : Güneybatı

GPS : Global Positioning System (Küresel Yer Belirleme Sistemi)

LS7 ETM+ : Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus

Aspect of Açılmalar	
Flat (-1)	
North (0-22.5,337.5-360)	
Northeast (22.5-67.5)	
East (67.5-112.5)	
South east (112.5-157.5)	
South (157.5-202.5)	
Southwest (202.5-247.5)	
West (247.5-292.5)	
Northwest (292.5-337.5)	
No Data	

SİMGELER

	Koordinat
	Formasyon Sınırı
	Asfalt Yol
	Karayolu
	Stabilize yol
	Akar dere
	Kuru dere
	Eşyükseklik eğrisi:
	Yerleşim yeri
	Tepe
	Su kaynağı
	Numune yeri
	Tabaka konumu
	Fay
	Antiklinal eksen
	Senklinal eksen
	Bindirme

EKLER LİSTESİ

EK 1. Dereboğazı (Isparta) çevresinin Jeoloji haritası ve En kesitleri

EK 2. Dereboğazı (Isparta) çevresinin Landsat ETM+ 741 Uydu görüntüsü ve Sayısal Haritası

1. GİRİŞ

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Genel Jeoloji Anabilim Dalı programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez, Dereboğazı (Isparta) ve çevresinde, Landsat MSS (Landsat Multispectral Scanner) ve SPOT XS (Systeme Probatoire d'Observation de la Terre) uydu verilerinin uzaktan algılama metodları ile değerlendirilmesi ile ayrıntılı jeolojik harita alımını ve yorumlanmasını kapsar. Tez, 9 bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm giriş bölümü olup, bu bölümde çalışılan saha tanıtılmış, çalışmanın amacına değinilmiştir. İkinci bölümde literatür bilgisi verilmiş, yörede daha önce yapılan çalışmalar sentez edilmiştir. Ayrıca bu bölümde uzaktan algılama ile ilgili temel kavramlara, bulgularda anlatılan bilgileri tamamlayıcı olması nedeniyle değinilmiştir. Üçüncü bölümde saha ve uydu verilerinin değerlendirildiği malzeme ile izlenen yöntem sunulmuştur. Çalışmanın dördüncü bölümünü oluşturan stratigrafi bölümünde, sahada gözlenen jeolojik birimler ele alınarak herbir litolojik ünitenin tanım, yayılım, litoloji, dokanak ilişkisi, kalınlık, fosil ve yaş ile ortam özellikleri ele alınmıştır. Jeolojik birimlerin litolojisi, sınır ilişkileri, yayılım alanları uydu verilerinden elde edilen renk, bitki örtüsü, engebe ve drenaj ağı özelliklerine göre değerlendirilmiştir. Beşinci bölümde uydu ve saha verilerinin yorumlanmasında görüntü işleme yöntemlerindeki yeniliklere değinilmiştir. Altıncı bölümde jeolojik haritalama ile ayırtlanan jeolojik birimlerin karşılaştırmaları yapılmıştır. Yedinci bölümde çalışma alanının yapısal jeolojisi ele alınmış, uydu görüntülerinden yapılan çizgisellik haritaları ve çeşitli diyagramlar yorumlanmıştır. Sekizinci bölümde ekonomik jeoloji ile ilgili gerekli bilgiler verilmeye çalışılmış ve son olarak sonuçlar kısmında ise elde edilen bu veriler değerlendirilmiştir.

1.1. Coğrafya

Çalışma alanı, 1/25.000 ölçekli, Isparta M25-a4, M25 a3, M25-d1 ve M25-d2 no'lu paftalarda; 289000-300000 boylamları ve 4171000-4183000 enlemleri arasında kalan 127,2 km²'lik bir alanı kapsar. İnceleme alanı, Isparta Büklümü (Poisson ve diğ., 1984) olarak bilinen GB Türkiye'nin merkezinde, Isparta il sınırları içerisinde.

Isparta'nın güneyinde Savköy, Direkli köyü ve civarı ile güneydoğusundaki Darıören köyü ve Büyük Kışla köyünün güneyi ile sınırlandırılmıştır (Şekil 1.1).

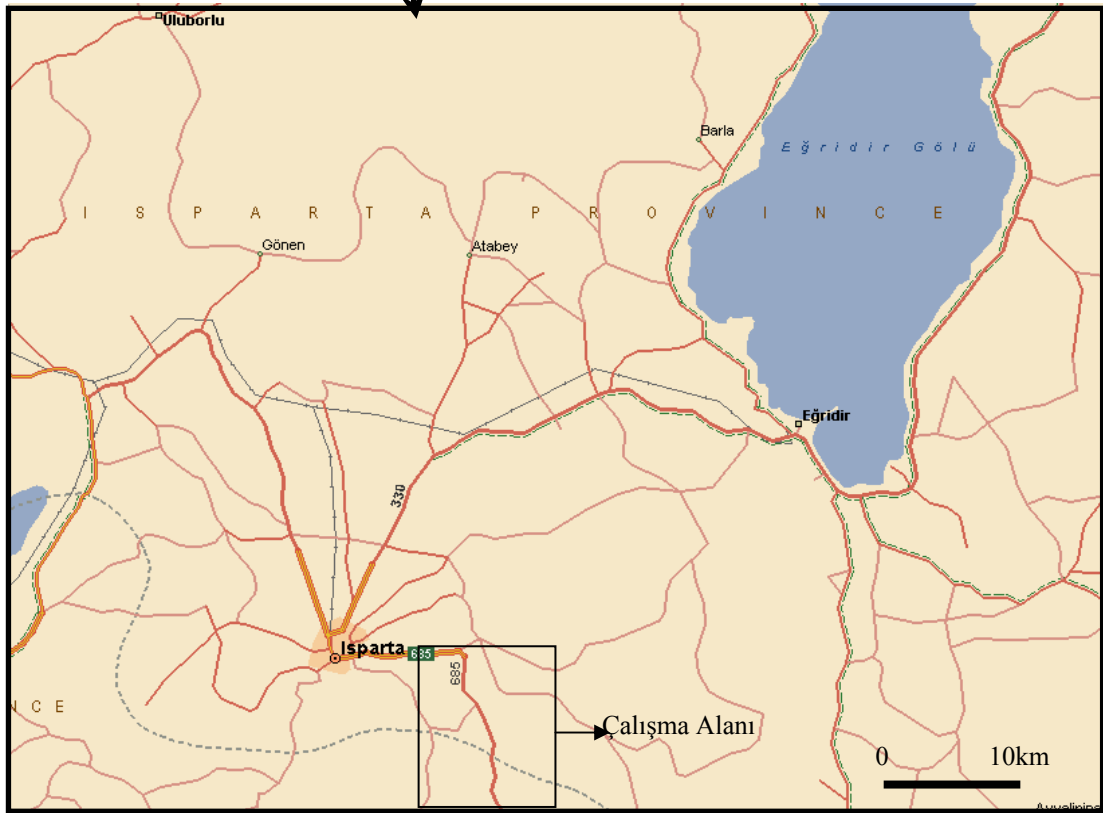
İnceleme alanının topoğrafik durumu bölgenin jeolojisine bağlı olarak değişmektedir. Sahada engebeli bir arazi gözlenir .Yükseklik farklarının fazlalığı ve yoğun vadi sistemleri tüm sahada gözlenmektedir. Belli başlı yükseklikler, Taraklı belen T. (1254), Korumun T. (1281), Alıçlı T.(1031), Kesmeli T. (1114), Hüseyinkışla T. (1098), Azı T.(1083), Teknekaya T. (1072), Geren T. (1237), Sumaklı T. (1447), Göktepe (1737), Küçükdavras T. (2357), Purçu T. (1722), Kömürçukuru T. (1791), Kaltar T. (1692), Kayaardı T. (1332), Baskıkaya T. (1439), Çilek T. (1329), Kapaklıyurt T. (1501), Ocak T. (1573), Erkek T. (1633), Asarlık T. (1343), Kocataş T. (1264), Kırtepe (1372), Buğdaylı T. (1311), Burçaklı T. (1241), Akbelen T. (1024), Yatakbelen T., Karaburun T., Kızılkaya T., Karabelen T. (983), Akbelen T. (834), Kocabelen T. (1073), Pilav T. (951), Eğerim T. (989), Kocaçukur T. (1217), Kıranyurt T. (1371), Karagözlek T. (1207), Aşağimeseki T. (1127), Gelbir T., Çamlıca T., Küçüksivri T. (1749), Katıralan T., Kocakır T., Yukarımekseki T., Tesbihli T. ve Taşlıburun Tepe'dir.

Vadi sistemleri düzensiz olup, debileri mevsimlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Çalışma alanındaki en önemli dere sahanın ortasında KB-GD doğrultusunda giden Isparta Çay'dır. Diğer önemli vadiler Darıören D., Günalan D., Doğan D., Karagiz D., Tesbihli D., Uzunalan D., Eşyalar D., Tozluyurd D., Pamuklu D., Kamışlı D., Kozluca D., Manaşlı D., İmrezi D., Eğerim D., Köhke Dere'dir.

Bölgede genel olarak Akdeniz iklimi ve karasal iklimin etkisi görülmektedir. Kışlar soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kuraktır. En yüksek sıcaklık 40°C, en düşük sıcaklık -14°C olup, yıllık yağış ortalaması 70cm civarındadır. Çalışma alanı genel olarak Akdeniz Bölgesinin tipik bitki örtüsü olan makilerle kaplıdır. Özellikle İmrezi Mah. civarında ve erozyonu önlemek amacı ile ağaçlandırmalar yapılmıştır.

İnceleme alanının yüksek kısımları tarımcılığa fazla uygun olmadığından, hayvancılık yörede önem kazanmıştır. Hayvancılık yönünden ise; sığır, koyun, keçi ve kümes hayvanları beslenmektedir. Bu nedenle yazın yörenin çeşitli yerlerinde göçebe çadırları kurulmaktadır. Bunun dışında, bölge halkı geçim kaynağını gül yetiştirme, meyvecilik, el sanatları ve halıcılıkla sağlamaktadır.

Başlıca yerleşim yerleri Savköy, Direkli Köyü, B. Kışla Köyü, K. Kışla Köyü, Darıören Köyü, Kavak Mah., Apsari Mah., Kadılar Mah., Koçubeli Mah. ve İmrezi Mahallesi'dir. Bu yerleşim alanlarına ulaşım, asfalt ve stabilize yollarla sağlanmakta olup, bölgede ulaşım sorunu çekilmemektedir.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

1.2. Amaç

Şimdiye değin uzaktan algılama yöntemlerinin, değişik bilim dallarına uygulandığı görülmektedir. Yapılan çalışmada izlenen yöntemler ve yorumlar jeoloji, jeomorfoloji, uzaktan algılama ve haritacılık bilim dallarını ilgilendirmektedir. Şöyleki, jeolojik birimlerin ayrılması, üç boyutlu modellemelerle yapılan topoğrafik yorumlar, uydu görüntülerinin işlenmesi ve spektral özelliklerinin belirlenmesi ve sayısallaştırma işlemleri, jeolojik haritalama ve yorumlaması amacına yönelik olarak yürütülmüştür.

Sahada daha önceden de değinildiği gibi stratigrafik, sedimentolojik ve tektonik amaçlı bir çok çalışma gerçekleştirilmiştir. En son çalışmalarda da Tersiyer fasiyesleri belirlenmiş (Görmüş ve diğ. 2001, Sagular ve Görmüş, 2003), önceki çalışmaların sentezi sunulmuştur (Poisson ve diğ. 2003). Tüm bu çalışmalar sahada farklı stratigrafik ilişki ve tektonik yorumların olduğunu ortaya koymaktadır. Yapılan araştırmalarda 1/25.000 ölçeğinde haritalar sunulmuştur. Bununla beraber, birimler arası ilişki yorumları bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca belirlenen litofasiyeslerin haritalanması verilmemiştir. Bu çalışmada öncelikle, Dereboğazı (Isparta) çevresinin uydu görüntülerinin değerlendirilerek litostratigrafik istifinin kurulması ve jeolojik harita alınması (1), bilgisayar teknolojileri kullanılarak jeolojik amaçlara hizmet eden yeni yöntemlerin ortaya konması (2) ve daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere çalışma alanına ait "Jeoloji Bilgi Sisteminin" oluşturulması (3) amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

2.1. Yöre jeolojisi ile ilgili çalışmalar

Çalışma alanı ve çevresinde farklı araştırmacılar tarafından jeolojik incelemeler yapılmış (örneğin; Gutnic ve diğ. 1979; Yalçınkaya ve diğ. 1986; Yalçınkaya, 1989; Karaman ve diğ., 1988-1989; Aşık, 1992; Görmüş ve Karaman, 1992) ve bu çalışmalar Görmüş ve Özkul (1995)'de karşılaştırmalı bir şekilde sunulmuştur (Şekil 2.1.).

Isparta yöresindeki ilk çalışmalar Altınlı ve Blumenthal (1944,;1960, 1963-1974) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmaları 1970-1980'li yıllar arasında Brunn ve diğ. (1971), Dumont ve Kerey (1975), Özgül (1976), Gutnic ve diğ. (1979), Poisson (1985) ve Monod ve Akay (1984) değişik amaçlı çalışmaları takip etmiştir. Torosların jeolojisini konu edinen yerli doçentlik ve doktora tezleri (örneğin; Koçyiğit, 1980; Yalçınkaya, 1989) önemli bulgular ve bölgenin jeolojisine katkı sağlamışlardır. Yalçınkaya ve diğ. (1985-1986) ve Yalçınkaya (1989) Batı Toroslarda geniş bir alanda çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Yalçın (1993) mühendislik jeolojisi, Robertson (1993) tektonizma amaçlı çalışmalar yapmışlardır. Yörede son zamanlarda ise Görmüş ve diğ. (2001), Poisson (2003), Sagular ve Görmüş (2003) gibi araştırmacılar stratigrafik amaçlı çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Tüm bunlara ilaveten Mühendislik Fakültesi bünyesinde 1980'li yıllardan sonra her yıl ya da her iki yılda bir düzenlenmiş bulunan Mühendislik Haftalarında, genelde Göller bölgesini konu edinen sempozyumda sunulan bildirilerde, Fakülte ve Enstitü bünyesinde gerçekleştirilmiş ve lisans ve lisansüstü tezlerde ve diğer yayımlanan makalelerde yörede gerçekleştirilen değişik amaçlı bir çok çalışmalara da rastlanılmaktadır.

Çalışmalardan bazılarındaki önemli bulgular aşağıda özetlenmiştir.

Özgül (1976), Kambriyen Tersiyer aralığında çökelmiş ve birbirinden değişik çökeltme özelliklerine sahip olan Toros kuşağında, farklı stratigrafi ve yapısal özellikler gösteren değişik kaya birimleri ayırt etmiştir. Bunlar sırasıyla, Bolcardağı birliği, Aladağ birliği ve Antalya birliğinden yapıldır. Özgül'e göre bu birlikler birbiriyle anormal dokanıklı olarak kuşak boyunca yüzlerce km yanal devamlılık gösterirler ve çoğu birbiri üzerinde allohton örtüler oluştururlar. Bolcardağı, Aladağ, Geyikdağı ve Alanya birlikleri şelf türü karbonat ve kırıntılı kayaları kapsarken, Bozkır ve Antalya birlikleri ise daha çok derin deniz çökelleri, ofiyolitler ve bazik denizaltı volkanitleri ile temsil edilmiştir.

Poisson (1977), Batı torosların jeolojisine yönelik araştırmalarında bölgede 3 farklı yapının varlığından söz etmiştir. Bunlar Triyas-Pliyosen yaş aralığında oluşmuş Beydağları otoktonu, Maastrichtiyen-Daniyen de bölgeye yerleşmiş Antalya napları

ve Langiyen zaman aralığında yerleşmiş Lisiyen (Likya) naplarıdır. Bu çalışmaya göre, Antalya napları içerisinde alttan üste doğru peridotid napları, Kocadağ masifi, Kargı, Ispartaçay ve Çataltepe üniteleri gözlenmiştir. Likya naplarının ise altta Lütesyen-Priaboniyen yaşlı, bunun üzerinde sırası ile Domuzbağ, Gülbahar ve Gümüşlü ünitelerini içerdiği belirtilmiştir.

Gutnic ve diğ. (1979), Isparta büklümünü ayrıntılı olarak çalışmışlardır. Araştırmacılar, bölgenin 1:100 000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritası hazırlamışlardır. Yaptıkları çalışmada bölgeyi değişik ünitelere ayırmışlardır. Temelde alt otokton adı verilen Davras dağ ve Erenler formasyonunun bulunduğu, ayrıca Isparta-Burdur arasında Lisiyen naplarının varlığından ve bölgeye Miyosen sonrası bir yerleşimden bahsetmişlerdir. Isparta ve Dinar arasındaki Eosen istiflerini farklı kabul etmişler ve tektonik özellikleri dikkate alarak ayırmışlardır.

Akbulut (1980), Torosların Eğirdir gölü güneyinde kalan bölümünde değişik yapısal ve stratigrafik konuma sahip oluşukların bulunduğunu belirtir. Davraz kireçtaşı, Çandır formasyonu, ofiyolit karmaşığı, Sütçüler formasyonu ve Güneyce formasyonu olarak adlandırılan bu oluşukların bazı Fasiyes benzerlikleri göstermesine karşın güncel yapısal konumları ile birbirinden ayrıldığını belirtir. Yazar Davraz kireçtaşlarının Paraotokton olduğunu, Çandır ve Sütçüler formasyonlarının ise gerek Fasiyes ve gerekse yapısal yönden Batı Toroslardaki diğer oluşuklarla kıyaslandığında allokton olabileceklerini belirtir.

Koçyiğit (1981, 1984), Batı Torosların karbonat platformunu aydınlatmaya yönelik araştırmalarında Toroslarda gözlenen sığ denizel karakterli Paleozoyik, Mesozoyik ve Alt Tersiyer yaşlı karbonatların mostrolarına Toros Karbonat Platformu adını vermiştir. Bu platformdaki stratigrafik boşlukların Üst Karbonifer-Alt Triyas zaman aralığına karşılık geldiğini savunmuştur. Ayrıca yöredeki Mesozoyik yaşlı birimlerin genelde sığ denizel kökenli karbonatlardan oluştuğunu ve tansgeresyona başladığını belirtmiştir.

Yalçınkaya ve diğ. (1985-1986), Antalya Körfezi ile Burdur-Beyşehir gölleri arasında uzanan ve körfeze paralel bir ters "V" oluşturan Isparta büklümünün jeolojik sorunlarını çözümlenmeye çalışmışlardır. Yazarlar Torosların bu kesiminde

yüzeyleyen kaya birimlerinin bir biri üzerinde stratigrafik ve yapısal kesikliklere uğramış, değişik zamanlarda bölgeye yerleşmiş allokton ünitelerin varlığını ortaya koymuşlardır.

Bilgin ve Köseoğlu (1988, 1991), Batı Toroslarda, Isparta ilinin batısında Gölcük ve yöresinin minerolojik petrografi ve jeokimyasını açıklamaya çalışmışlardır

Karaman (1994), Burdur-Isparta arasındaki istiflerin stratigrafisi ve tektoniği üzerinde bir sentez çalışması gerçekleştirmiştir.

Yağmurlu (1994a-1994b), Tersiyer yaşlı birimlerin sedimantolojisi üzerinde yaptığı çalışmada, Isparta kuzeyindeki Oligosen yaşlı klastiklerin karasal ortamı işaret ettiğini belirtmiştir.

Görmüş ve Özkul (1995), Isparta-Gönen arasındaki istiflerin stratigrafisini yeniden değerlendirmişler ve istif adlandırmalarında, yaşlandırmalarında ve ortamsal yorumlarında bazı bulgular sunarak, formasyon adlamalarında ilk adlamaları benimsemişlerdir. Değişik litolojik ünitelerden oluşan İncesu formasyonunun yaşını Eosen olarak belirlemiştir.

Görmüş (1996), Isparta çevresindeki Kretase-Tersiyer istiflerinde fosilleşme analizi üzerinde durmuş, fosilleşme bulgularına göre Kretase-Tersiyer sınırının uyumlu olabileceğinden bahsetmiştir.

Irlayıcı (1998), Eğirdir-Burdur gölleri arasındaki bölgede hidrojeoloji amaçlı araştırma yapmıştır. Bölgedeki birimleri otokton ve allokton olarak iki gruba ayırarak incelemiş ve otokton birimleri; Menteşe dolomiti, Alakilise, Davras, Söbüdağ ve Senirce kireçtaşları, allokton birimleri ise Isparta ofiyolit karmaşığı ve Ispartaçay formasyonu olarak belirtmiştir. Yöredeki Eğirdir ve Burdur göllerinin birbirleriyle ve aralarında bulunan Atabey ovası ile hidrojeolojik anlamda bir bağlantılarının bulunmadığını ortaya koymuştur.

Görmüş ve diğ. (2001), Isparta güneyinde, Dereboğazı ve çevresinde yüzeyleyen Miyosen yaşlı birimleri incelemişler, bu birimlerin altta konglomeralarla başlayıp,

karbonatlarla devam eden ve bunların üzerinde kumtaşı kiltası ardalanmasından oluşan tam bir seri sunduklarını söylemişlerdir.

Görmüş ve diğ. (2001), Araştırmacılar çalışma alanındaki Miyosen birimlerini ve Lamprofirik daykların litolojik özelliklerini ayrıntılı olarak belirlemiş ve fauna içeriğini ortaya koymaya çalışmışlardır.

Sagular ve Görmüş (2003), Araştırmacılar Isparta güneyindeki Eosen yaşlı birimleri ayrıntılı olarak incelemiş ve Klastik seri ve Karbonatlı seri olmak üzere iki litofasiyese ayırmışlardır.

Poisson ve diğ. (2003), Araştırmacılar Isparta açısında yer alan birimleri stratigrafik olarak daha önceki çalışmaların bir sentezi olarak tekrar ele almışlar ve Isparta çay formasyonunu ayrıntılarıyla sunmuşlardır.

Tüm değinilen çalışmalardan görüleceği gibi Dereboğazı (Isparta) çevresinde stratigrafik bir çok problem ortaya konmuştur. Ayrıca uydu verileri ile ilgili bir değerlendirme yapılmadığı anlaşılmaktadır.

2.2. Sahadaki uzaktan algılama ile ilgili önceki çalışmalar

Bilgi teknolojilerinde son yıllarda meydana gelen hızlı ilerlemenin sonucu olarak, diğer tüm pozitif bilimlerde olduğu gibi, jeoloji çalışmalarında büyük çoğunluğunda bilgisayar ve yüksek teknoloji ekipmanlar kullanılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda özellikle uyduların kullanım alanı gelişmiş ve değişik alanlarda kullanılmak üzere uzaydan yeryüzüne ait çeşitli dijital görüntülerin alınması gerçekleştirilmeye başlanmıştır.

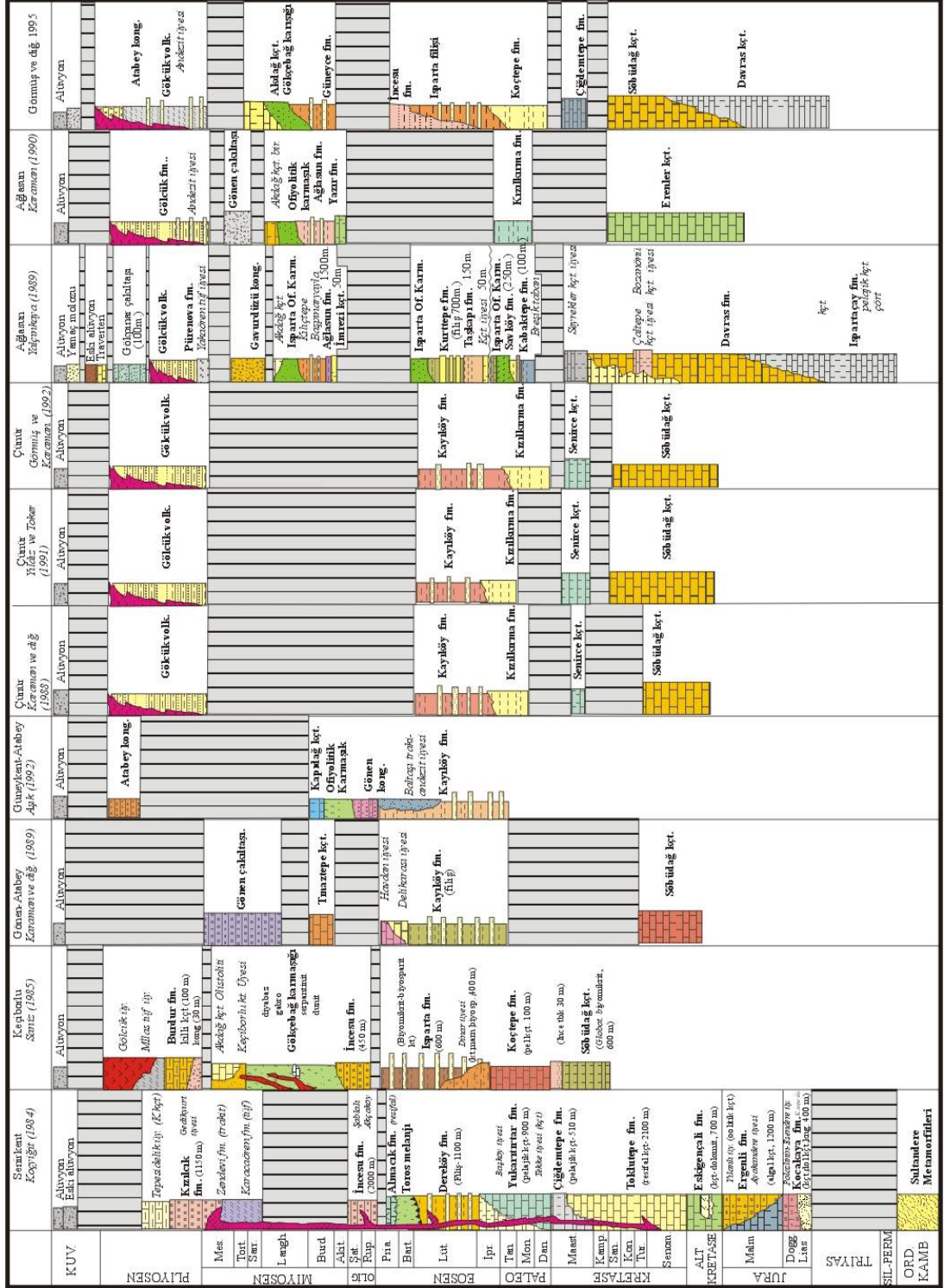
Jeolojik araştırmalarda arazi çalışmalarının daha kolay, verimli ve planlı yapılmasını sağlamak için 1960'ların sonundan itibaren kullanılmaya başlanan uzaktan algılama teknikleri, gelişen teknolojiye paralel olarak günden güne sürekli önem kazanarak kullanım alanlarını genişletmeye başlatmıştır. Son yıllarda gönderilen son sistem teknolojik donanıma sahip uydular sayesinde her tür jeoloji çalışmasında önemli bir yer tutan uzaktan algılama, Multispectral (çok bantlı) görüntülerin yanısıra Hyperspectral görüntülerinde alınmaya başlanmasıyla beraber jeolojinin pek çok

alanında detaylı bilgi toplanabilmesine ve jeolojik problemlerin çözülmesine olanak sağlamıştır.

Türkiye’de uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı üzerine çeşitli alanlarda pek çok çalışmalar yapılmıştır. Uzaktan algılama çalışmaları daha ziyade zirai amaçlı yapılmış olup, coğrafi bilgi sistemleri ise ağırlıklı olarak kent planlaması ve şehircilik çalışmalarında uygulanmıştır. Jeoloji alanında yapılan çalışmaların sayısı ise diğerlerine kıyasla azdır. Son yıllarda sayıları giderek artan bu çalışmalar daha çok mineralizasyon zonlarının belirlenmesi, maden yataklarının saptanması ve hidrojeolojik amaçlara yöneliktir. Genel jeolojiyi ilgilendiren çalışmalar ise daha ziyade litolojilerin ayırtlanması ve tektonik yapıların belirlenmesi üzerine yoğunlaşmıştır.

İnceleme alanında gerçekleştirilen uzaktan algılamaya yönelik ilk çalışmalardan biri Cengiz ve diğ. (2001) ‘nin çalışmasıdır. Araştırmacılar, Spot XS uydu verilerini kullanarak Isparta açısındaki kaya ünitelerini; jeolojik üniteler ile çizgisellikler arasındaki ilişkiler, engebe, renk, drenaj sistemi ve bitki örtüsü bakımından değerlendirmişlerdir. İnceleme alanında 20 otokton ve allokton jeolojik kaya ünitesi ayırtlamışlar, yapısal çizgiselliklerin KD-GB, KB-GD yönlü olduklarını ve K-G yönlü bir tektonizma etkisi altında oluştuklarını söylemişlerdir. Coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı ile ilgili yapılan ilk çalışma ise Karaca ve diğ. (2001)’nin çalışmasıdır. S.D.Ü. Batı kampüs alanına ait sayısal yükseklik modelinin yapıldığı çalışma ayrıntılı bir CBS uygulamasından ziyade giriş seviyesinde bir çalışmadır. Yöre ile ilgili en ayrıntılı uzaktan algılama çalışmaları ise Başayığit (2002) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı çalışma alanının yakınlarında bulunan Eğirdir gölü havzasında erozyon riskinin saptanması üzerine araştırmalar yapmıştır. Çalışma alanı ve civarına ait toprak sınıfı haritaları, bakı haritaları ve yükseklik modellerinide kapsayan çalışma zirai amaçla yapılmıştır. Cengiz ve diğ (2003) te ise araştırmacılar Gölcük (Isparta) çevresindeki volkanizma ve çizgisellikler arasındaki ilişkiyi uzaktan algılama metodları ile ortaya koymaya çalışmışlardır.

Bu çalışmalar incelendiğinde çalışma alanına ait uzaktan algılama tekniklerinin kullanımı ile jeolojik harita alınma ve yorumlanmasına yönelik ayrıntılı bir araştırma yapılmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 2.1. Önceki çalışmaların karşılaştırması (Görmüş ve Özkul, 1995).

2.3. Uzaktan algılama ile ilgili temel kavramlar

2.3.1. Uzaktan algılama, dijital görüntü işleme, GPS ve CBS

Uzaktan Algılama (RS- Remote Sensing), belli bir uzaklıktan, incelenen nesne ile fiziksel bir bağlantısı olmayan algılayıcılar (sensör) kullanarak, o nesneye ilişkin bilgilerin elde edildiği ve yorumlandığı bir bilim dalıdır. Uzaktan algılama başta dünya olmak üzere güneş sistemindeki gezegenlerin yüzeylerini, atmosferlerini ve hava koşulları gibi özelliklerine yönelik hava, uydu ve uzay aracı gözlemlerini içermektedir (CBS, 2000). Sivil ve askeri alanda pek çok kullanım alanı bulunmaktadır. Uzaktan algılama çalışmaları hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin kullanımı ile gerçekleştirilir. Uydu görüntüleri dünyadan belirli bir uzaklıkta yörüngede bulunan uydulardan sağlanır. Bu uydular farklı özellikte görüntüler sağlar. Dünya yörüngesinde bulunan ve uzaktan algılamada kullanılan uydulardan bazıları; LANDSAT, SPOT, RADARSAT, IRS, RESURS-01, ADEOS, JERS-1 orta ve düşük çözünürlükte görüntü sağlayan uydular, SPIN-2, IKONOS, QuickBird, Orb-View-3, EROS gibi yüksek çözünürlüklü uydulardır (www.nasa.gov).

Dijital görüntü işleme(DIP- Digital Image Processing) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS-Geographic Information Systems), dijital (sayısal) formatta saklanan görüntülerin bilgisayar kullanılarak düzenlenmesidir. Uzaktan algılama ve dijital görüntü işlemenin yerbilimlerdeki ana kullanım amacı, coğrafi verileri birbirleriyle örtüştürüp zenginleştirerek daha anlamlı bir hale sokmak ve daha iyi yorumlamaktır. Bu bağlamda bilgisayarlar yüksek hesaplama kapasiteleri ile bu işlemleri gerçekleştirmek için mükemmel bir araçtır. Dijital görüntülere çeşitli matematiksel formüller uygulanarak görüntüler çok ince ayrıntıları gösterebilecek hale getirilebilir. Yine bu görüntülere bilgi yüklemesi yapılarak sorgularla bilgi elde edilebilen sistemler hazırlanabilir.

GPS (global positioning system) ise küresel yer belirleme sistemidir. Elektronik algılayıcılar sayesinde uydulara gönderilen sinyaller kullanılarak dünya üzerindeki coğrafi konumu çeşitli koordinat sistemlerine göre belirleyen elektronik aygıtlar

kullanılarak yer bulma sağlanır. Bu sayede her çeşit coğrafi çalışmada elde edilen veriler koordinatlı olarak depolanır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri uzaktan algılama, dijital görüntü işleme ve GPS ile yapılan çalışma sonrasında elde edilen verilerin birarada kullanılarak insanlık yararına sunulduğu sistemler olarak tanımlanabilir.

2.3.2. Veri getirme (import)

Uzaktan algılamada en önemli veri tipleri uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve GPS verileridir. Teknolojinin gelişimine paralel olarak uydu görüntüleri hızla hava fotoğraflarının önüne geçmiş ve daha yaygın olarak kullanılır hale gelmiştir. Uydu görüntüleri uydular tarafından dijital olarak alındığı için, genellikle alındığı uydunun özelliklerine göre değişik dosya biçimlerinde (verilerin bilgisayarda saklanma biçimleri) saklanırlar. Uzaktan algılama ve CBS yazılımlarının çoğu verileri kendi dosya biçimlerine çevirerek işler ve saklarlar. GPS aygıtlarında yapılan ölçüm ve alınan koordinat değerlerini değişik biçimlerde saklarlar. Farklı biçimde elde edilen veri tiplerinin bilgisayar yazılımları tarafından okunabilmesi işlemine veri getirme (import) denir. Veri getirme işleminin ardından uydu görüntülerinin taşıdıkları raster değerler, vektörel değerler, koordinat bilgileri ve veri tabanları okunabilir ve üzerinde işlem yapılabilir hale gelir.

2.3.3. Sayısallaştırma işlemi

Sayısallaştırma işlemi kısaca analog verilerin sayısal veriye yani raster veya koordinatlı veri nesnelere dönüştürülmesi işlemidir.

Analog veriler, matbaada ya da manuel olarak hazırlanmış olan harita, fotoğraf, daktilo yazısı, tablo vb. verilerdir. Analog verilerin orjinal haliyle uzun süre muhafaza edilmesi mümkün değildir. Analog veriler her kopyalamada kalite kaybına uğramakta ve çalışmalarda hatalı sonuçlar elde edilmesine neden olmaktadır. Ayrıca bunlar zaman içerisinde kullanıma bağlı olarak deforme olurlar ve aşınma, ıslanma, yanma gibi nedenlerle yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadırlar. Bu nedenle analog verilerin sayısal veri haline dönüştürülmesi gerekmektedir.

Sayıllaştırma işlemleri iki şekilde yapılabilir. Bunlardan ilki Sayıllaştırıcı-Digitizer (Bilgisayara harici bağlanan, işaretçi yardımı ile basılı medya üzerinden vektörler ve poligonlar çizerek sayıllaştırmaya yarayan aygıt) kullanmaktır. İkinci yol ise Ekranda Sayıllaştırma'dır. Bu yöntemde ilk olarak basılı medya üzerindeki haritaların, Scanner (Kağıt vb. ortamlardaki her tür basılı yazı, resim, şekil gibi nesnelerin görüntüsünü sensörler ile bilgisayar ortamına aktarmaya yarayan, bilgisayara harici bağlanan aygıt) ile görüntüleri bilgisayara aktarılır. Elde edilen raster veriler, manuel, yarı otomatik ya da otomatik olarak bilgisayar ekranında uygun yazılımlar ile sayıllaştırılır.

2.3.4. Sayısal veriler

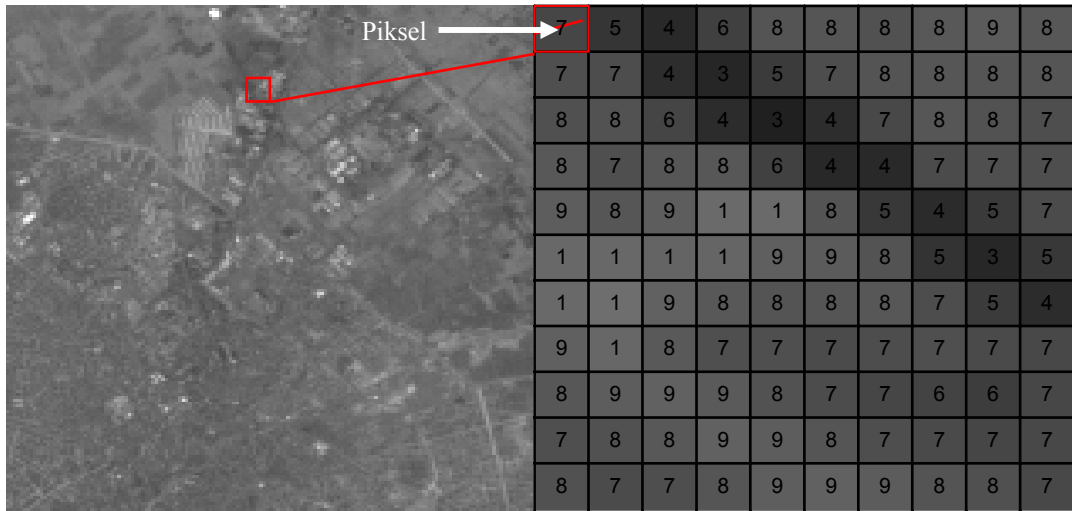
Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinde, sayısal veriler en önemli yeri tutmaktadır. Çünkü bu amaçlar için geliştirilen bilgisayar yazılımları sadece sayısal veri kullanmaktadır. Sayısal veriler ise bilgisayarlar tarafından okunabilen, sayılardan oluşan ve sürekli olarak ilk haliyle saklanabilen verilerdir.

Uzaktan algılamada kullanılan en önemli sayısal verilerden biri Raster (resim) verilerdir. Gerek elektronik sensörler ile direkt olarak elde edilen dijital görüntüler, gerekse basılı bir medyadan bilgisayara aktarılarak elde dijital görüntüler, farklı parlaklık derecelerini ifade eden ve sayısal değerlerden oluşan iki boyutlu bir dikdörtgen ızgaradan meydana gelir. Bilgisayar dilinde ızgara sistemi resim (Raster) ve ızgara içerisindeki her bir kare birim ise hücre (Piksel) olarak adlandırılır. Raster veriyi oluşturan her bir piksel bir dijital sayı (DN- Digital Number) ile ifade edilir. Piksel değerleri 1 bit ile 128 bit arasında olabilirler. Bit, bilgisayarda kullanılan en küçük veri birimidir ($1 \text{ bit} = 2^1 = 2$ değer; 0 veya 1, 8 bit = $2^8 = 256$ değer; 0-255 arası sayılar olabilir) (Şekil 2.2.).

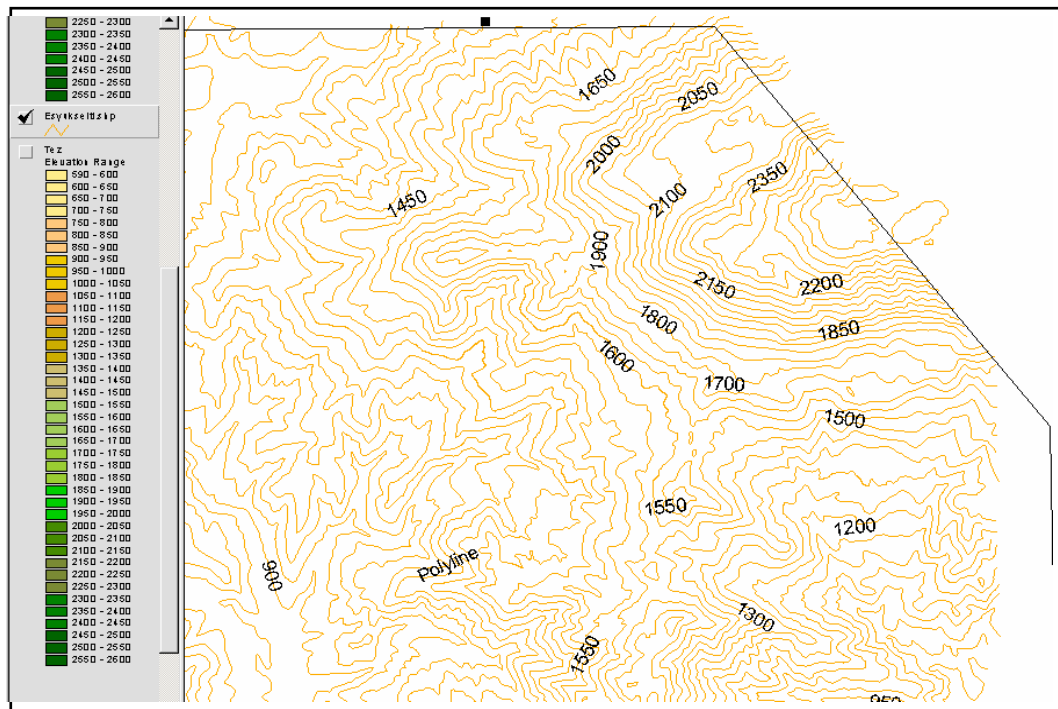
Başka bir sayısal veri türü ise Koordinatlı Veri Nesnelidir. Bunlar, bir nesnedeki elemanları tanımlayabilmek için XY veya XYZ koordinatlarını kullanırlar.

Koordinatlı veri nesneleri; Vektör (Şekil 2.3.), CAD (Computer Aided Design) ve TIN (Triangulated Irregular Network) formatlarını kapsar. Bu veriler veri formatı ile uyumlu belirli eleman tiplerinden oluşurlar. Her bir eleman tipinde, veritabanı

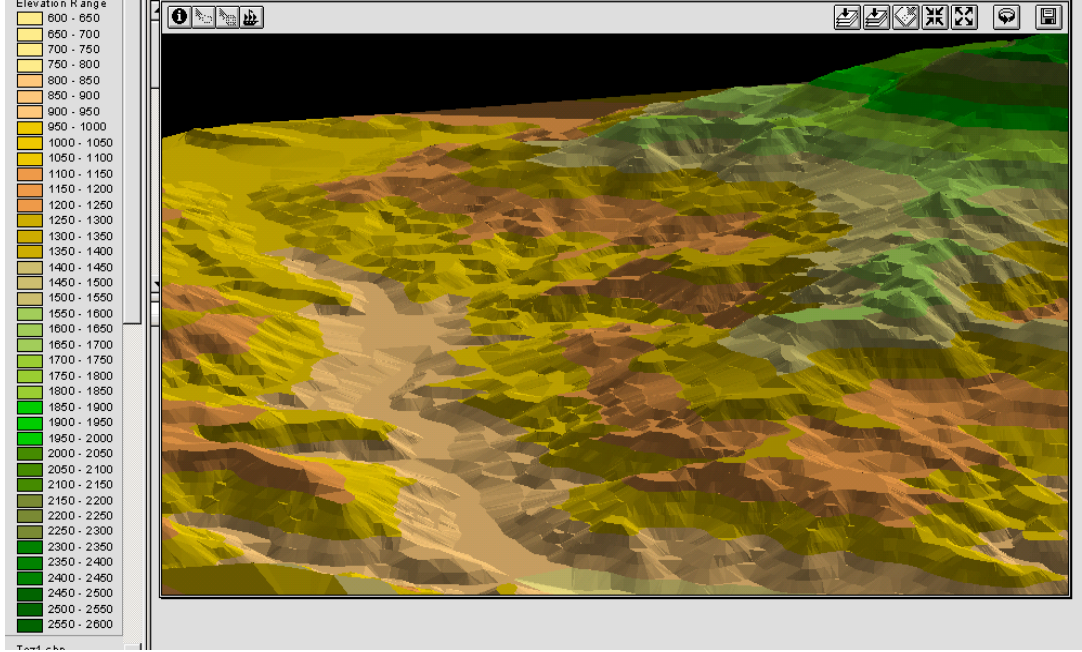
düzeninde saklanan, bağlanmış öznetelik içerebilir (CBS, 2000). Yani her bir eleman belirli bir bilgi taşıyabilir (örn: vektörlerden oluşturulmuş bir eşyükseklik eğrisi, yükseklik verisini elemanlarında taşır). Koordinatlı veri tiplerinden herbiri belirli uygulamalar için kullanılabilir. Örneğin haritalar gibi poligonlardan oluşan yüzey alanları içeren uygulamalarda vektör veriler; mimari çizimler, geometrik şekiller veya blok tekrarı gerektiren uygulamalar için CAD nesnelere; 3 boyutlu yüzey modellemeleri için ise TIN nesnelere kullanılır (Şekil 2.4.).



Şekil 2.2. Raster veri ve veriyi oluşturan hücreler ile bilgisayardaki ifadesi.



Şekil 2.3. Koordinatlı veri nesnelere vektörlerle oluşturulmuş eşyükseklik çizimleri



Şekil 2.4. Koordinatlı veri nesnelere 3D harita yapımında kullanılan TIN nesnesi.

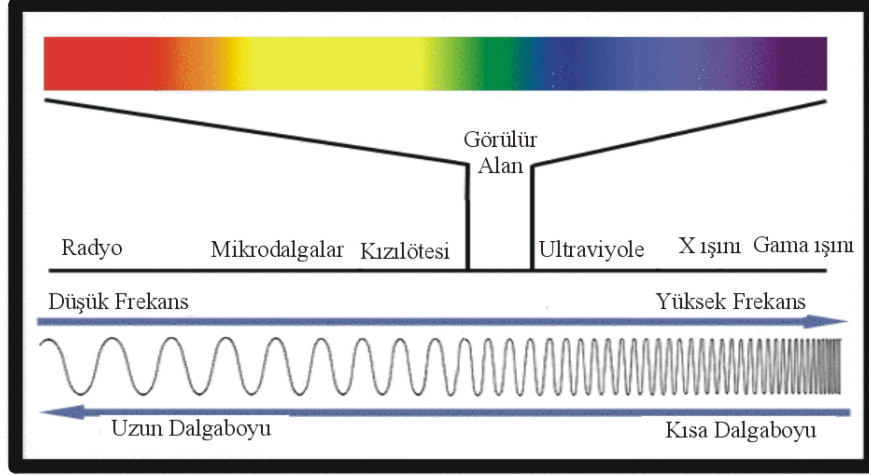
2.3.5. Elektromanyetik spektrum

Elektromanyetik spektrum 0'dan sonsuza kadar değişen dalga boylarındaki elektromanyetik yayılımı kapsayan aralıktır. Uzaktan algılamada bu aralıktaki yayılımlardan sadece bazıları kullanılabilir. Bunlar; ultraviyole ışınları ($>0,3\mu\text{m}$), visible (Gözle görülür ışınlar, insan gözünün algıladığı tüm renkler bu aralıktadır, $0,4-0,7\mu\text{m}$), kızıl ötesi (infrared) ışınlar, termal kızılötesi ışınlar, mikrodalga ışınlar, radar (mikrodalga) ve radyo dalgalarıdır.

Uzaktan algılama ile ilgili ilk çalışmalar ilk olarak güneşteki görünür ışığın enerji kaynağı olarak kullanılması ile hava fotoğraflarının çekilmesi sayesinde başlamıştır. Ancak görünür ışık elektromanyetik spektrumun sadece küçük bir bölümünü kapsamaktadır (Şekil 2.5.).

Elektromanyetik ışınım; ışık hızında yol alan enerji dalgaları gibi davranır. Dalgalar aslında çok çeşitlidir ve elektrik ve manyetik alanların doğru açılarda birbirlerini etkilemeleri ile oluşur. Dalga formunun basit tanımı iki pik veya derin nokta arasındaki uzaklıktır. Uzaktan algılamada dalga boyu genellikle metrenin milyonda birine eşit olan mikrometre (μm) ile ifade edilir. Dünya güneşin

elektromanyetik ışını tarafından doğal olarak aydınlatılmaktadır. Güneş enerjisinin en yüksek noktası, görünür ışığın dalga boyu aralığındadır (0.4-0.7 μ m). Görünür ışık, gökkuşağında görülen tüm aralıkları içerdiği için, mavi, yeşil ve kırmızı dalga boylarına göre yeniden yapılan bir bölümlene çoğu uzaktan algılama çalışması için yeterlidir (CBS, 2000).



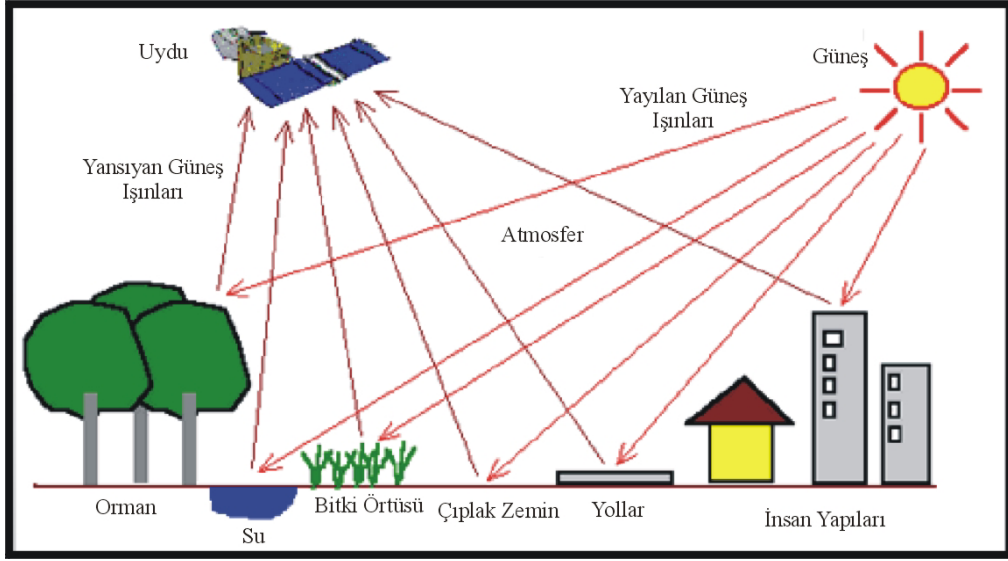
Şekil 2.5. Elektromanyetik spektrum ve bant aralıkları (Dobrowski & Greenberg, 2000)

2.3.6. Etkileşim yöntemleri

Uzaktan algılayıcılar (sensörler), dünya yüzeyi ile etkileşimde bulunan elektromanyetik ışınları ölçerler. Maddeler elektromanyetik ışınları emebilirler. Emilim genellikle dalga boylarına göre değişir., bazı dalga boylarında diğerlerine göre daha fazla enerji emilir. Emilen elektromanyetik ışın, maddenin sıcaklığını yükselten ısı enerjisine dönüşür. Daha sonra bu ısı enerjisinin bazıları maddenin sıcaklığına göre değişen bir dalga boyundaki elektromanyetik ışın olarak yayılabilir.

Güneş enerjisi başlangıçta atmosfere direkt ışın olarak girer. Daha sonra atmosferdeki gaz molekülleri tozlar ve aerosoller ile karşılaşır. Bu maddeler gelen ışının bir kısmını etrafa saçma eğilimindedirler. Bu saçınımlar mavi ışık dalga boyunda olduğu için gökyüzü mavi renkte görülür. Işğın kalan kısmı yeryüzüne hareket ederken bazı dalga boylarındaki tehlikeli morötesi ışınlar atmosferin değişik katmanları tarafından emilirler (Örneğın ozon tabakası tehlikeli mor ötesi ışınları

emer). Değiştirilen güneş ışını yüzeye ulaştığında toprak, kaya yüzeyi, bitki, su yüzeyi ya da ışının bir kısmını emen başka maddeler ile karşılaşır. Soğurulan bu enerjinin miktarı her maddeye özgün dalga boylarına göre değişiklik gösterir. Bu olay bizim maddelerin renklerini algılamamızı sağlar. Emilmeyen ışın ise dağınık bir şekilde atmosfere yansır, bu yansıyan ışının bir bölümüde uydu doğrultusunda yayılır (Şekil 2.6.). Atmosfer etkileri direkt olarak uydu tarafından algılanan görüntüleri etkiler. Bu nedenle mevsimler ve doğal olmayan etkiler uydular tarafından algılanan görüntüleri değiştirebilir (CBS, 2000).



Şekil 2.6. Yayılan güneş ışınları ve etkileşim kaynakları (Dobrowski & Greenberg, 2000)

2.3.7. Elektromanyetik ışın kaynakları, etkileşimler ve senörler

Uzaktan algılama amacı ile gönderilen tüm uzaktan algılama sistemleri, yüzeydeki nesnelere dağınık olarak yansıttıkları ya da yüzeyden yayılan enerji üzerine kuruludur.

Günümüzde kullanılan uzaktan algılama sistemleri, elektromanyetik ışın kaynağı ve bu enerji ile yüzey arasındaki etkileşimler açısından üç kategoriye ayrılır.

Yansıyan güneş ışın sensörleri: Bu sensör sistemleri, yüzeydeki nesnelere doğru dağınık olarak yansıyan güneş ışınlarını ortaya çıkarır. Yaralı bilgilerin elde edilebildiği dalga boyu aralıkları, morötesi, görünür, yakın kızılötesi ve orta kızılötesi aralıkları içerir. Bu sistemler güneşe bağlı olarak çalıştıkları için pasifdirler

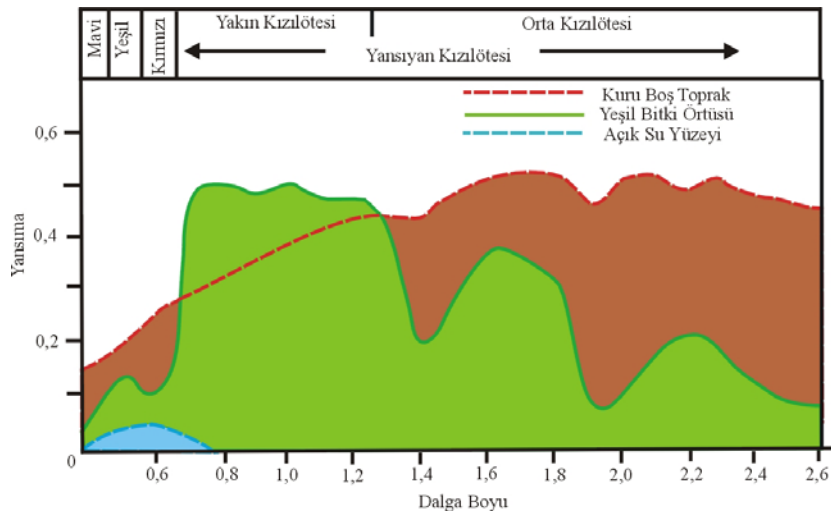
ve sadece gündüzleri görüntü alabilmektedirler. Değişik mevsim ve günün farklı saatlerinde atmosferde meydana gelen değişimler gözlenebilir. Yeryüzünün kaynaklarının araştırılmasında yaygın olarak kullanılan sistemler bunlardır.

Termal kızılötesi sensörler: Dünya yüzeyindeki nesnelere tarafından yayılan termal kızıl ötesi ışınları algılayan bu sensörler, maddelerdeki sıcaklık değişimlerinin tesbitinde kullanılırlar. Bunlarda güneşe bağlı pasif sistemlerdir.

Radarı görüntüleme sensörleri: Bunlar ise güneşe bağlı değildir. Yayılan mikrodalga ışınları kullanarak yeryüzüne aydınlatırlar, sensöre geri dönen enerjiyi ölçerler. Geri dönen enerji, yüzeyin engebesi, yüzey malzemelerinin içerdiği su yeryüzü şekli gibi bilgiler sağlar. Aktif sistemlerdir. Özellikle yoğun bulut olan tropikal bölgelerde kullanılırlar.

2.3.8. Spektral göstergeler

Dalga boyuna bağlı emilim sırasında oluşan spektral göstergeler, yansıyan güneş enerjisinden elde edilen görüntülerde, farklı nesnelere ayırt etmeyi kolaylaştıran bir çözüm yolu sağlar. Bu spektral göstergelerin miktarını ölçmek için kullanılan özelliğe spektral yansımaya yani yansıyan ışının emilme oranı denir. Farklı nesnelere spektral yansımaları, görüntüleri yorumlamak için gerekli referans verileri sağlamak koşuluyla arazi veya laboratuvar ortamında ölçülebilir (CBS, 2000) (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. Toprak, bitki örtüsü ve su yüzeyi için spektral yansımaya eğrileri (CBS, 2000)

Kuru toprağın yansıması, görünür ve yakın kızılötesi dalga boyu aralıklarında düzenli olarak artar ve orta kızılötesi aralıkta doruğa ulaşır. Bu yansıma, kil minerallerini nışını emmesinden ötürü orta kızıl ötesi aralıkta küçük inişler gösterir. Yeşil bitki örtüsü ise çok farklı bir spektruma sahiptir. Görünür aralıktaki yansıma oldukça azdır. Ancak yeşil ışığın yansıması kırmızı ve maviye göre daha yüksektir , böylelikle göze görülen yeşil renk oluşur. Bitki örtüsü spektrumunda en dikkat çekici olay görünür yakın kızılötesi sınırındaki ani yansıma artışıdır. Kızılötesi ışın bitki yapraklarına nüfuz eder, daha sonra karmaşık yaprak iç yapısı tarafından güçlü bir şekilde saçılır ve yüksek yansıma meydana gelir. Derin su kütleleri, görünür aralıktan daha büyük dalga boylarını emer ve sonuçta kızılötesi ışın için çok küçük bir yansıma meydana gelir.

2.3.9. Görüntü elde edilmesi

Güneşten gelen ve yüzeyden yansıyan elektromanyetik enerji, havafotoğraflarında olduğu gibi ışığa duyarlı bir film ya da elektronik sensörler tarafından ortaya çıkarılabilir. Işığa duyarlı bir fotoğraf filmi, filmin her bir noktası tarafından algılanan enerji miktarına göre değişiklik gösteren oranlarda kimyasal reaksiyona neden olur. Film banyo edildiğinde enerji reaksiyonuna neden olan değişimlerin oluşturduğu desenler görsel olarak yorumlanabilen açık ve koyu renkli görüntüler halini alır.

Elektronik sensörler ise alınan enerji miktarı ile orantılı bir şiddette elektrik sinyali üretirler. Bir dizindeki her bir dedektörden gelen sinyal kaydedilebilir ve dijital formda elektronik olarak kaydedilebilir. Bu sisteme örnek olarak günümüzde oldukça geniş kullanım alanı bulan dijital kameralar gösterilebilir (CBS, 2000).

2.3.10. Çözünürlük özellikleri

Uzaktan algılamada kullanılan uydu görüntülerinin birbirinden farkını ortaya koyan bazı temel özellikleri vardır. Bu özellikler çözünürlük özellikleri olarakta bilinirler. Çözünürlük; uzaktan algılamada, uydular tarafından alınan görüntülerin çözümlenebilen en küçük kümesi olarak tanımlanabilir. Uzaktan algılamada uydulardan alınan görüntülerin 4 farklı çözünürlüğünden bahsedilir. Bunlar ;

mekansal çözünürlük, spektral çözünürlük, radyometrik çözünürlük ve zamansal çözünürlüktür. Bu görüntü çözünürlükleri, bir görüntüden hangi bilgiyi ne kadar alabileceğimiz konsundaki sınırları belirler (CBS,2000).

Mekansal çözünürlük: Sensörün tasarımına, yüzeyden yüksekliğine ilişkin bir fonksiyondur ve görüntüdeki mekansal detayın derecesini gösterir. Sensördeki dedektörlerden her biri yeryüzünün belirli parçasından gelen enerjiyi ölçerler. Bu parçalar ne kadar küçük olursa görüntüden elde edilebilecek mekansal bilgide o kadar ayrıntılı olacaktır. Mekansal çözünürlük, dijital görüntüler için genellikle görüntü hücrelerinin zemindeki boyutları olarak açıklanır. Kısaca dijital görüntüdeki bir pikselin yeryüzünde karşılık geldiği alan miktarıdır.

Spektral çözünürlük: Uydu görüntülerinin elektromanyetik spektrumda (bant aralığı) kapladığı alanın büyüklüğüdür. Bir uzaktan algılama sisteminde spektral çözünürlük, ölçülen dalga boyu dizisinin farklı bölümlerini ayırt etme kabiliyeti olarak tanımlanabilir. Bu aralık dar ise spektral çözünürlük küçük, geniş ise büyüktür. Ölçülen dalga boyu aralıkları yani bantların sayısı her bir aralığın ne kadar geniş olduğunu gösterir. Bir sensör sistemi tarafından üretilen bir görüntü; çok geniş dalga boyuna sahip tek bir banttan (Pankromatik), Birkaç geniş banttan (Multispectral) ya da dar bir dalga boyuna sahip çok sayıda banttan (Hyperspectral) oluşabilir.

Radyometrik çözünürlük: Bir sensör tarafından algılanan enerji miktarını sayısal olarak kaydedilmesi için tamsayı değerler olarak tanımlanmış aralıklara bölünmesi gerekir. Uydu sistemlerinin çoğu veriyi 256 değere ayırır (8 bit), ASTER uydusuna ait sensörler termal kızıl ötesi bantları 4096 (12 bit) ayrı değere ayırabilmektedir. Sensör sisteminin radyometrik çözünürlüğü kayıt edilen seviyenin miktarına göre artar.

Yüksek radyometrik çözünürlük, çok bantlı bir görüntüdeki sayısal değerleri işlemde geçirme ve analiz etme sırasında avantaj sağlar. Radyometrik çözünürlüğü yüksek olan çok bantlı görüntüler, görsel analizlerde de oldukça kullanışlıdır, bunlardan yalancı renkli (pseudocolor) görüntüler oluşturulabilir. Pseudocolor görüntüler farklı nesnelere belirlenmesinde oldukça kullanışlıdır. Bu işlem bantların kombinasyonu ile gerçekleştirilir.

Bir bant bilgisayar monitörünün kullandığı her bir renk kanalına atanır (Red-Green-Blue – Kırmızı-Yeşil-Mavi). Bu üç ana rengin değişik kombinasyonları kullanılarak milyonlarca farklı renk elde edilebilir.

Çok bantlı görüntülerdeki her bir hücre için, seçilen bantlardaki parlaklık değerleri kırmızı, yeşil ve mavi değerlerini belirler. Uydu sensörlerinin genelinde kullanılan 8 bit görüntülü bantlar kullanıldığında $256 \times 256 \times 256 = 16777216$ renkten oluşan bir görüntü elde edilebilir. Yapılan araştırmalara göre insan gözü 7 milyondan fazla rengi ayırt edebilmektedir. Bu yüzden çok bantlı görüntülerin görsel olarak analiz edilmeside görüntülerin yorumlanmasında önemlidir.

Zamansal çözünürlük: Bir uydunun taramış olduğu alanı tekrar tarayınca kadar geçen zaman olarak tanımlanabilir. Zamansal seri halinde alınmış uydu görüntüleri doğal olaylara ya da insan faktörüne bağlı olarak meydana gelen değişimlerin tesbitinde kullanılır.

2.3.11. Landsat7 ve ETM+ uydu görüntülerinin özellikleri

Landsat 1 (yeryüzü kaynakları teknoloji uydusu) uydusunun 1972 yılında yörüngeye oturtulması ile Landsat uydu serilerinden uzaktan algılamada yararlanılmaya başlanmıştır (Şekil 2.8.). Landsat uyduları Multispectral (çok bantlı) tarama yapabilen uydulardır. Bu uydular Çok Bantlı Tarama (MSS-Multi Spectral Scanner), Tematik Haritalayıcı (TM- Thematic Mapper) ve Geliştirilmiş Tematik Haritalayıcı Artı (ETM+- Enhanced Thematic Mapper Plus) tarayıcı araçlarını kullanır. Landsat uyduları ayrıca yer gözlem istasyonlarında veri yayınlar. Landsat 7 ve ETM+ uydularının bantlarına ilişkin özellikler Çizelge 2.1.'de verilmiştir (Şekil 2.9.). Landsat 7 ETM+ uydusu diğer Landsat uydularından farklı olarak iki termal banda ve bir pankromatik banda sahiptir. Landsat 7 ETM+ uydusunun bantlarının özellikleri ise şöyledir;

Bant 1 / Blue - Mavi: Mavi renge, su yüzeylerine, nemli alanlara, H₂O içeren minerallere hassastır. Su yüzeylerinin tespiti, toprak ve bitkileri ayırt etmek, orman tipleri belirlemek, yapay materyalleri tespit etmek gibi kullanım alanları vardır.

Bant 2 / Green - Yeşil: Yeşil renge ve bitkilere hassastır. Bitki örtüsü ve insan yapısı materyallerin tespitinde kullanılır.

Bant 3 / Red- Kırmızı: Kırmızı renge, demir içeren minerallere hassastır. Bitkiler düşük yansımaya verirler, bundan dolayı çeşitli bitki türlerinin ayrılmasında, yapay materyallerin tespitinde, jeolojik sınırların belirlenmesinde kullanılır.

Bant 4 / Near Infrared (NIR) – Yakın kızılötesi: Klorofile hassastır. Yoğun bitki örtüsünün belirlenmesinde tarımsal bitki örtülerinin ayrılmasında, toprak, yüzey bitkileri ve su yüzeylerinin ayrılmasında kullanılır.

Bant 5 / Mid infrared (MIR) – Orta kızılötesi: Organik topraklardaki hidroksil iyonuna, karbonatlı minerallere, bitkilerin içerdiği suya duyarlıdır. Jeolojik sınırların tespitinde, tarımcılıkta kullanılır. Bulut, kar ve buzun görüntüde ayırt edilmesinde kullanılır.

Bant 6 / Thermal infrared (TIR) – Termal kızılötesi: Isıya duyarlıdır. Sıcak su kaynakları, sudaki kirlenme, volkan araştırmaları, endüstriyel alanlar ve kirlilik tespitinde kullanılır.

Bant 7 / Shortwave infrared (SWIR) – Kısa dalga kızılötesi: Bazı minerallere ve kile duyarlıdır. Jeolojik sınır tespitinde kullanılabilir.

Bant 8 / Pankromatik : Renk hassasiyeti yoktur. Mekansal çözünürlüğü diğerlerinden fazladır.

Çizelge 2.1. Landsat 7 ve ETM+ uydu görüntüsüne ait bantlar ve özellikleri (<http://geo.arc.nasa.gov/sgc/landsat/17.html>).

Bant Numarası	Spektral Aralık(mikron)	Mekansal Çözünürlük(m)
1	.45 - 515	30
2	.525 - 605	30
3	.63 - 690	30
4	.75 - 90	30
5	1.55 - 75	30
6	10.40 - 2.5	60
7	2.09 - 2.35	30
Pan	.52 - 90	15

Görüntü genişliği:	185 km
Tekrar Görüntü Alma Aralığı:	16 gün (233 yörünge)
Yerden Yüksekliği:	705 km.
Resim çözünürlüğü:	8 bit
Veri Depolama Kapasitesi:	~375 Gb
Eğim:	Güneşe göre, 98.2°
Ekvatordan geçişi:	10:00 +/- 15 dakika
Fırlatma aracı:	Delta II
Fırlatma tarihi:	Nisan 1999

Çizelge 2.1.'in devamı

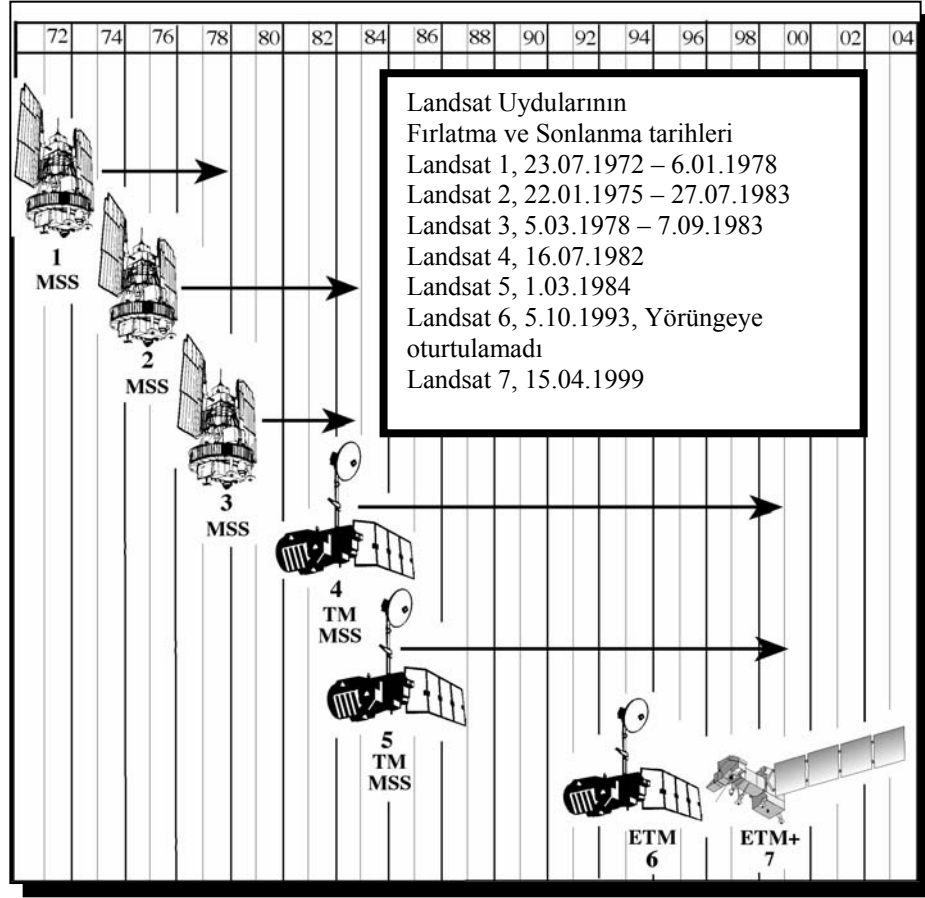
2.3.12. SPOT uydusu ve görüntülerinin özellikleri

SPOT (Systeme Polyvalen d'Observation de la Terre) uydularının ilki 1986 şubatında yörüngeye yerleştirilmiştir. SPOT uyduları 1,2,3,4 ve 5 olmak üzere seriler halinde gönderilmiştir. SPOT 4 ve 5 uydularından halen uzaktan algılama çalışmalarında yararlanılmaktadır.

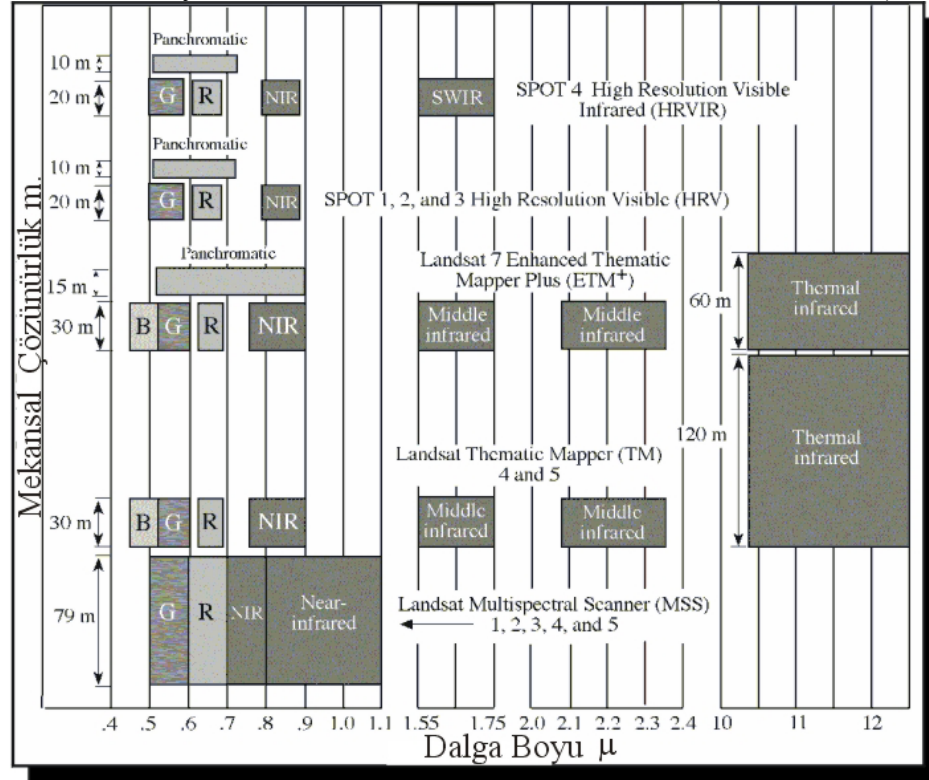
SPOT uydu sistemi iki ana kısım içerir. Bunlar SPOT bus ve SPOT payload'dır. Bunlardan ilki uydunun teknik işlemlerini gerçekleştirir. Spot payload ise iki tane sensör taşır. Bu sensörler HRV (high resolution visible) olarakta bilinir. HRV algılayıcılar Pan (Pankromatik/siyah-beyaz) ve XS çok bantlı olacak şekilde çalışırlar. SPOT uydusuna ait özellikler Çizelge 2.2. de verilmiştir. SPOT uyduları aynı yeri 3,7 günde bir görüntüler. Ayrıca ikili algılayıcı sayesinde 3 boyutlu görüş sağlayan stereoskopik görüntü çiftleri alabilir (Sesören, 1999) (Şekil 2.9.).

Çizelge 2.2. SPOT uydu görüntülerinin özellikleri (Sesören, 1999'dan uyarlanmıştır)

HRV	Dalga boyu(Multispektral)XS	Dalgaboyu (pankromatik) PAN
SPOT 1,2,3	0,50 – 0,59 μm 0,61 – 0,68 μm 0,79 – 0,89 μm	0,51 – 0,73 μm
SPOT 4-5	0,50 – 0,59 μm 0,61 – 0,68 μm 0,79 – 0,89 μm 1,50 – 1,73 μm	0,59 – 0,75 μm
Mekansal Çözünürlük	20x20 m/pixel	10x10 m/pixel
Tarama Genişliği	60 km	60 km



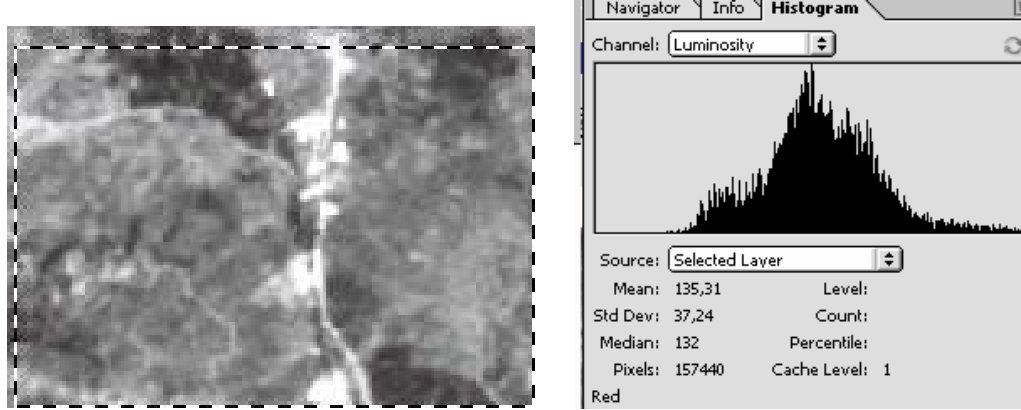
Şekil 2.8. Landsat uydularının fırlatma ve sonlanma tarihleri (Jensen, 2000)



Şekil 2.9. Landsat TM ve SPOT uydu görüntülerinin karşılaştırması (Jensen,2000)

2.3.13. Histogramlar

Uydu görüntülerinden en iyi bilgi görüntünün tek bantlarının yorumlanması sonucu elde edilir. Bir görüntü bandına ilişkin en önemli özelliklerden biri, genellikle histogram olarak ifade edilen parlaklık seviyelerinin dağılımıdır (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. LS 7ETM+ 1. bant uydu görüntüsünde Isparta taş ocakları mevkiine ait histogram Mean: yansımaların aritmetik ortalamasını, Median: genel ortalamasını, Std. Dev.: Standart sapma değeri, Pixels: hesaplamaya giren pixel sayısını göstermektedir (Adobe Photoshop, Tutorials)

Histogramın yatay eksenini olası parlaklık seviyelerinin aralığını (8 bit görüntüde 256 değer yani 0-255 arası), dikey eksenini ise görüntüde her bir parlaklık değerine sahip hücrelerin (piksellerin) sayısını ifade eder. Şekilde bazı alanlar koyu bazı alanlar ise açık renklidir. Ancak hücrelerin çoğunluğunun renginin açıklığı orta açıklıktadır. Histogramın şekline göre olduğu gibi görüntü hücrelerinin büyük bir bölümü parlaklık aralığının ortasında yoğunlaşmaktadır. Buradaki histogramın doruk noktasının genişliği görüntüdeki anlamlı parlaklık değişimini göstermektedir. Aralarında çok az parlaklık farklılığı olan benzer nesnelere bulunduğu alanı içeren görüntünün histogramındaki doruk noktası daha sınırlıdır. Çok farklı parlaklık değerlerine sahip yüzey nesnelere içeren farklı alanların bulunduğu bir görüntünün histogramında ise birden fazla doruk noktası görülür.

Olağan üstü renk görme gücümüze rağmen, gri tonlardaki bir görüntüde 20-30 farklı parlaklık değeri algılayabiliriz. Bu yüzden kontrast önemli bir görüntü niteliğidir. Şekil 2.10'daki görüntünün parlaklık aralığı geniş olduğu için kontrastının iyi olduğu söylenebilir. Görüntülerin kontrastı ayarlanarak daha iyi yorumlanabilir hale

getirilebilir. Histogram değerleri görüntüdeki objelerin ayrılması için oldukça önemli bir unsurdur. Görüntü zenginleştirme (Histogram equalization) ile spektral özellikler arttırılarak görüntülerin yorumlaması işlemi kolaylaştırılır.

2.3.14. Görünür bantların renk kombinasyonları

Landsat 7 uydularına ait 8 değişik bant çok çeşitli varyasyonlarla bilgisayar ortamında birleştirilebilir. Bu birleştirme görülebilir dalga boyundaki üç ana kanal olan Kırmızı (Red), Yeşil (Green) ve Mavi (Blue) kanallara farklı bantların atanmasıyla yapılır. Yapılan birleştirme işlemi sonucunda normalde gri tonlarında olan görüntülerden yalancı renkli (False Color) görüntüler elde edilmiş olur (şekil 2.11.). Ayrıca Landsat ETM+ uydusundaki 8. bant (Pan) kombine edilmiş görüntülerle birleştirilerek mekansal çözünürlüğü arttırılmış görüntüler elde edilir. Kombinasyon işlemleri ile uyduya ait bantların özelliklerine göre yeryüzündeki çeşitli materyallerin ayırtlanması kolaylaşır. Spektral sınıflandırma işlemlerinde kombine edilmiş uydu görüntülerinden yararlanılmaktadır.

2.3.15. Spektral sınıflama

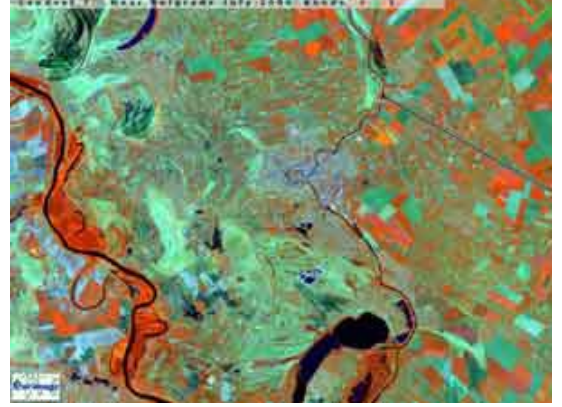
Bu metod bilgisayarla gerçekleştirilen görüntü analizlerinde yaygın bir methodtur. Çok bantlı görüntülerde çeşitli dalga boylarındaki bantların parlaklık değerleri her bir pikselin spektral özelliklerini göstermektedir. Spektral sınıflama metodları görüntüdeki pikselleri etrafındaki diğer piksellerle olan ilişkilerini dikkate almadan, sadece spektral özelliklerine dayanarak sınıflandırmaya çalışır.

Çok bantlı bir görüntüdeki bir pikselin spektral özelliği, bu pikselin her banttaki parlaklık değerini bir koordinat sistemi üzerinden işaretleyerek,yani spektral uzayda hayali bir noktaya yerleştirerek gösterebilir. Bu spektral uzayda, her bant için değerler ayrı koordinat eksenleri üzerinde gösterilir. Çoğu sınıflandırma yönteminde bu noktaların spektral boşlukta birbirlerine olan uzaklıkları ölçütüne dayanılarak piksellerin spektral özelliklerinin birbirlerine benzerliği tespit edilmeye çalışılır. Spektral zellikleri birbirine yakın olan piksellerin aynı yüzey materyallerini temsil ediyor olma ihtimalleri yüksektir. Spektral sınıflama iki şekilde yapılabilir. Bunlar

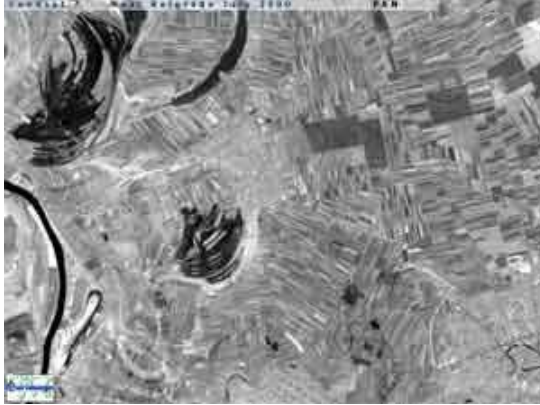
Eğitimi sınıflama (Supervised Classification) ve Eğitimsiz Sınıflama (Unsupervised Classification) dır.



3 2 1 Doğal renklerde görüntü sağlar, çözünürlük 30 m.



4 5 3 Bu kombinasyon iki kızılötesi bant iermektedir. Bitkisel değişim daha iyi ayırt edilebilmektedir. Çözünürlük 30m



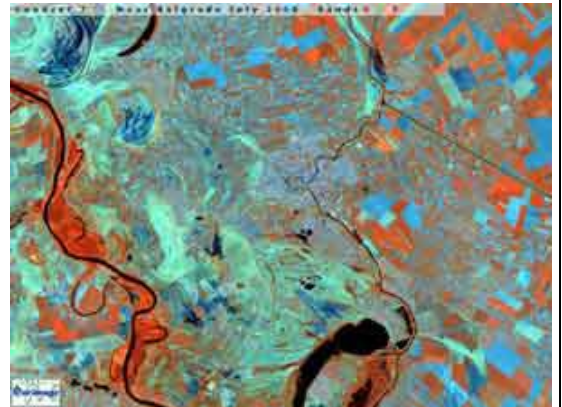
8. (Pan) bant daha detaylı çalışmalar yapmakta kullanılabilir çözünürlük 15 m.



3 2 1 + Pan doğal renklerde görülen arazi 8 bant eklendikten sonra görüntüde bozulma olmadan daha detaylı incelenebilmektedir. Çözünürlük 15 m.



4 5 3 + Pan znrlk 15 Metre

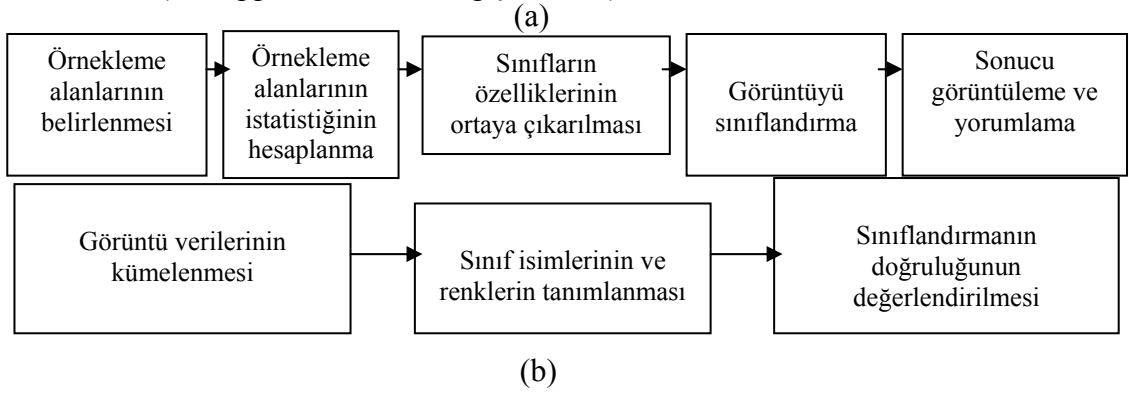


4 5 7 Orta Kızılötesi bant olan 7. kayaçların ayırtlanmasında kullanılır.

şekil 2.11. Değişik bant kombinasyonlarına örnekler (www.eurimage.com)

Eğitimli sınıflandırmada analizi yapan kişi, görüntü üzerinde her biri yeryüzünde bilinen bir materyali (orman, su yüzeyi, açık alan, yerleşim yeri vb.) temsil eden sınıflar için eğitim setleri yani örnekleme alanlarını belirler. Sınıflandırma algoritması yani histogramlar ile tanımlanan her bir eğitim seti için ortalama bir spektral özellik belirler, daha sonra geri kalan tüm pikselleri kendilerine en yakın olan sınıfa atar. Son olarak sonuç yorumlanır. Eğitimli sınıflandırmada ise pikseller sınıflara atanmadan önce sınıflandırma algoritması, görüntü piksellerinden seçtiği örnek piksellerden kümeler oluştur ve sınıflandırmayı bu kümelere göre yapar. Sonradan yapılan sınıflandırmadaki sınıf isimleri ve renkleri belirlenir. Son olarak sınıflandırmanın doğruluğu yorumlanır(Çizelge 2.3.)(Ermapper, 2001).

Çizelge 2.3. Eğitimli (a) ve eğitimli (b) sınıflamanın çalışma algoritmaları (Ermapper, 2001'den değiştirilerek)



2.3.16. Mekansal eşleşirme

Farklı görüntülerdeki birbirlerine eş piksellerin doğru olarak belirlenmesi, piksel boyutlarının aynı büyüklüğe getirilmesi ve bu görüntülerin yeniden örnekleşmesi mekansal eşleşirmedir (CBS, 2000). Mekansal eşleşirme için öncelikle Jeoreferanslama yapılır. Jeoreferanslama, farklı görüntülerde koordinatları bilinen noktaların eşleştirilmesidir. Jeoreferanslama işlemi için koordinatları bilinen kontrol noktaları kullanılır. Bu kontrol noktaları koordinatlı bir veri ya da GPS ile araziden alınmış kontrol noktaları olabilir. Yine mekansal eşleşirme ile görüntü üzerindeki geometrik bozukluklar referans veriler kullanılarak düzeltilir. Bu işleme Geometrik Düzeltme denir. Ayrıca farklı zamanlarda alınmış görüntülerle çalışmak için de spektral özelliklerin birbirine eşitlenmesi yani Görüntü Normalleşirme yapılır.

Görüntü normalleştirme için ise şekli ve özelliği kolay kolay değişmeyecek olan su birikintisi, çıplak kaya yüzeyleri, asfalt ve büyük yapılar gibi unsurlar kullanılır.

3. MALZEME VE YÖNTEM

Çalışmada belirlenen amaç doğrultusunda arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.1.). Tez, laboratuvar ve arazi çalışmaları olmak üzere iki aşamada hazırlanmıştır. İlk aşamada çalışma alanına ait topografya haritaları sayısallaştırılarak sonraki çalışmalar için gerekli olan altlıklar hazırlanmıştır. Değişik zamanlara ve farklı uydulara ait uydu görüntüleri bilgisayar ortamında değerlendirilmiş ve uydu görüntülerinden elde edilen farklı bant kombinasyonlarında litolojik üniteler ayırtlanmıştır. Tezin ikinci aşamasında bilgisayar ortamında ayırtlanan litolojik üniteler, arazi çalışmaları ile yerinde kontrol edilmiş, birbirleri ile olan dokanak ilişkileri belirlenmiş ve jeolojik tarihçe açıklanmaya çalışılmıştır. Son olarak araziden derlenen kayaç örneklerinden yapılan ince kesitler, görüntü analiz sistemi ile incelenerek petrografik özellikleri ve yaşları belirlenmiş, elde edilen verilerin bir araya getirilmesiyle tez hazırlanmıştır.

3.1. Ön çalışmalar

Tez çalışması için öncelikli olarak amaç belirlenmiş, daha sonra gerekli olan kaynak taraması yapılmış ve uydu verileri sağlanmıştır (Çizelge 1). Sayısallaştırma ve arazi çalışmaları için Harita Genel Komutanlığı tarafından yaptırılan 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları ve çalışma alanına ait 1/30.000 ölçekli hava fotoğrafları temin edilmiştir. Uydu verileri ile ilgili çalışmalar için temel teşkil edecek olan sayısal altlıkların hazırlanması için ayrıntılı bir yazılım araştırması yapılmış ve en uygun yazılımlar belirlenmeye çalışılmıştır. Sayısallaştırma işleminin yapılabileceği en uygun yazılımların; Adobe Photoshop, Gimp, Corel Draw, AutoCAD Map2000, Grass, Mapinfo, TNT Mips, Arc Info, Arc View, Ermapper gibi vektör tabanlı çizim yapılabilen programlar olduğu görülmüştür.

Uzaktan algılama çalışmaları için gerekli görüntü işleme ve analiz yazılımları ise; Adobe Photoshop, Aequitas IA, Gimp, Grass, MultiSpec, Ermapper, TNT Mips, Ilwis, Erdas, Image Analyst gibi yazılımlardır.

Yazılımların lisanslama ücretleri ve gerekli dökümantasyonun sağlanmasında karşılaşılan zorluklar dikkate alındığında; sayısallaştırma işlemi için en uygun yazılımın hem lisans ücretinin uygunluğu hemde geniş dökümantasyona sahip olmasından ötürü Corel Draw 9.0, Adobe Photoshop; uydu verilerinin işlenmesi ve sınıflandırılmaların yapılmasında Adobe Photoshop, Multispec 2.5 ve Ermapper; elde edilen görüntülerin işlenmesi ve analizi için Adobe Photoshop ücretsiz olan Gimp1.2.1, Aequitas IA ve; değişik uzaktan algılama ve CBS uygulamaları için Arc view 3.2, ücretsiz lisansa sahip olan Grass 5.0 ve TNT Mips Lite 6.6 programları tercih edilmiştir. 3 boyutlu görüntü elde etmede modelleme aşamasında Corel Draw 9.0, Arc view 3.2, Bryce 5.0, True space 4,0 yazılımları, stereo çiftlerden elektronik gözlükle görüntü oluşturma aşamasında ise Asus VR-100 Stereo elektronik gözlük, Stereophoto Maker 2.0 yazılımı ve Nvidia FX Stereo donanım sürücülerini kullanılmıştır.

Son olarak çalışma alanına ait uydu görüntülerinden 1985 yılının ağustos ayına ait Landsat 5 TM (7 bant), 2000 yılının Ağustos ayına ait Landsat 7 ETM+ (9 bant) ve SPOT 4 uydu görüntüleri SDÜ Uzaktan Algılama Merkezinden temin edilmiştir.

3.2. Saha ve laboratuvar çalışmaları

Tezin ilk aşamaları, ağırlıklı olarak bilgisayar ortamında yapılan analiz ve çalışmalardan oluşmaktadır. Bu nedenle ilk olarak elde edilen tüm verilerin (topoğrafik haritalar, jeoloji haritaları, uydu görüntüleri vb.) bilgisayar ortamına aktarımı gerçekleştirilmiştir. Aktarım iki şekilde yapılmıştır. Sayısallaştırma ve veri getirme (import). Aktarım işleminin ardından sırasıyla görüntü düzeltme, geometrik düzeltme, jeoreferanslama, görüntü zenginleştirme ve sınıflandırma analizleri işlemleri yapılmıştır.

Saha çalışmalarında önce çalışma zamanları belirlenmiş ve arazi planı ile rota çıkarılmıştır. Taşınabilir bilgisayar, el GPS'i (Global Positioning System - Küresel Yer Belirleme Sistemi), Brunton pusulası, jeolog çekici, numune torbaları, ve haritalar ile araziye çıkılmış, jeolojik birimlerin yerinde kontrolü, konumlarının ölçümü ve numune alımı gerçekleştirilmiştir. Gün içerisinde yapılan arazi çalışmalarına ait sonuçlar gün sonunda düzenlenmiş ve veri tabanına bilgi girişleri

yapılmıştır. Alınan el örneklerinden ince kesitler yapılmış, el örnekleri ve hazırlanan ince kesitler mikroskobik görüntü analiz sistemiyle değerlendirilerek, jeolojik birimlerin litolojik özellikleri (tane bileşeni, tane şekli, ara madde, tane ve bağlayıcı yüzdeleri), fosil içerikleri ortaya konmuştur. Mikroskobik görüntü analiz sistemi; Pentium PC, nikon polarizan ve Binoküler mikroskop, çeşitli dijital kameralar ve görüntü aktarım ve analiz yazılımlarından oluşmaktadır (Şekil 3.1.) (Uysal ve diğ., 2003). Öncelikle jeoloji olmak üzere pek çok bilim dalında da kullanılan görüntü analiz sistemi ile birimlerin litolojik özellikleri ayrıntılı olarak incelenebilmiştir.

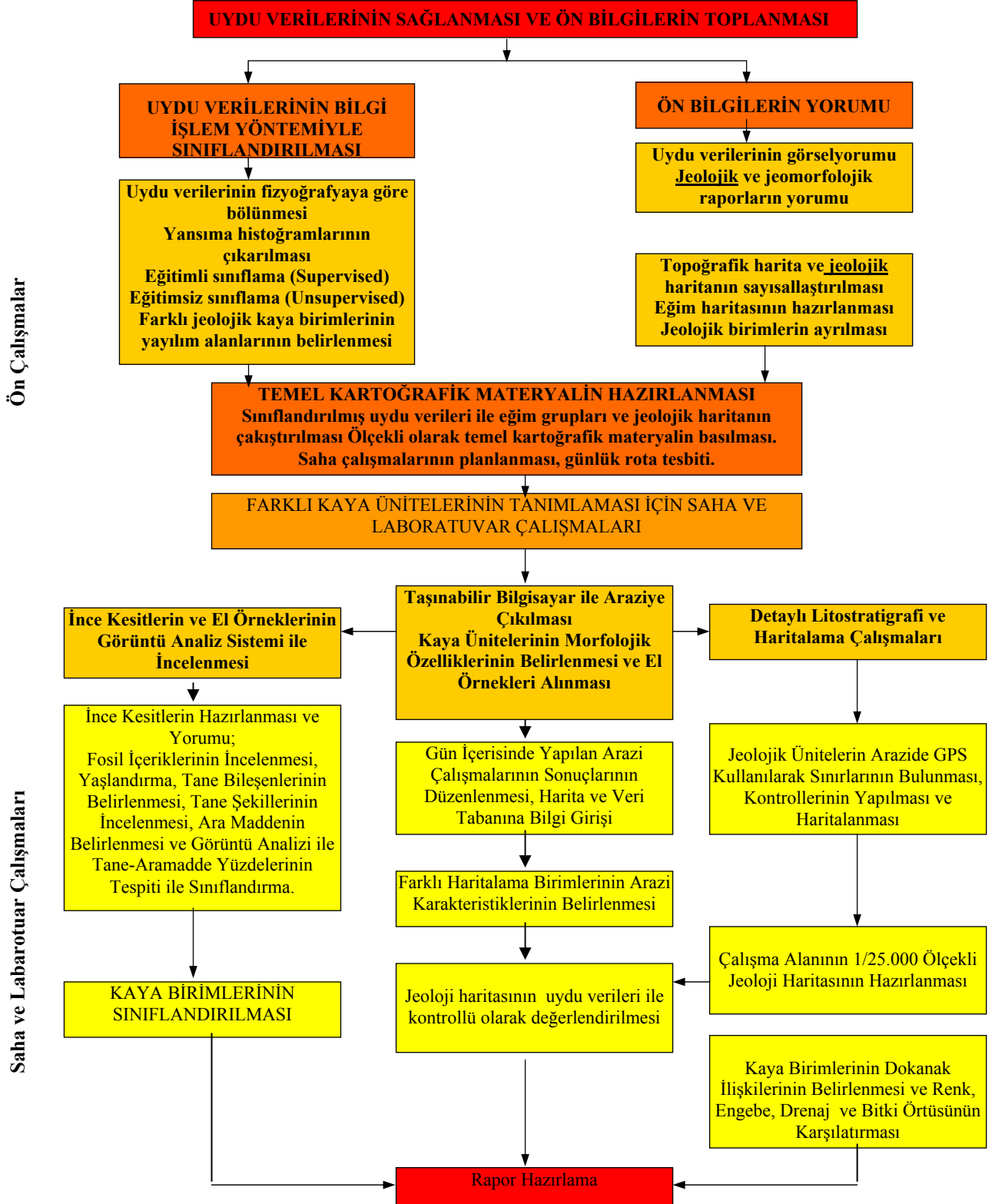


Şekil 3.1. Mikroskobik görüntü analiz sistemi.

3.3. Rapor hazırlama

Yapılan saha ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen bilgiler işletim sistemi olarak Linux Slackware 9.0 (Kernel 2.4.40) Microsoft Windows XP (Professional) işletim sistemleri kullanılarak işlenmiş ve analiz edilmiştir. Tez yazımı ve hesaplama işlemleri Open Office 1.1 programı ve Microsoft Office XP yazılımlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanına ait 1/25.000 ölçekli jeoloji, bakı, eğim ve sayısal yükseklik modeli haritaları ile jeoloji en kesitleri hazırlanmıştır (EK 1).

Çizelge 3.1. Bilgisayar teknolojileri ile yapılan jeolojik etüd ve haritalama işlemlerinin akış diyagramı (Başayığıt ve Dinç, 2001'den uyarlanarak)



4. STRATİGRAFİ VE UYDU VERİLERİ

İnceleme alanında gözlenen birimler alttan üste doğru Ispartaçay Formasyonu, Davras Kireçtaşı, Isparta ofiyolitik karmaşık, Isparta Formasyonu, Karabayır Formasyonu, Güneyce Formasyonu, Gökdere Formasyonu ve Gölcük Volkanitleri ve Güncel sedimanlardır (Şekil 4.1.).

4.1. Otokton Birimler

4.1.1. Ispartaçay Formasyonu (TrJ1)

Tanım ve yayılım: Formasyonu ilk olarak Poisson (1967-1977) en iyi gözlendiği Ispartaçay vadisine atfen adlandırmıştır. İnceleme alanında temeli oluşturan formasyon, Isparta-Antalya karayolu güzergahında Ispartaçay vadisi boyunca geniş bir alanda, İmrezi köprüsünün güneydoğusunda, Apsarı mahallesinin batısı ve Darıören köyü civarında gözlenir.

Litoloji: Ispartaçay Formasyonu; başlıca Radyolarit-Çört, Plaketli kireçtaşı ve Türbiditik kireçtaşı olmak üzere üç üyeye ayırılarak incelenmiştir. Bu birimler birbirleriyle yanal ve düşey yönde geçişlidirler. Birimin temel litolojisini radyolarit-çört, türbiditik kireçtaşı, plaketli kireçtaşı ardalanması oluşturmaktadır (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Ispartaçay formasyonunda görülen çört, türbiditik kireçtaşı tabakaları ve plaketli kireçtaşları. Lokasyon : İmrezi Dere, GPS:294078E - 4176008N.

Kalınlık : Birimin taban dokanağı gözlenemediği için genel kalınlığı belli olmamaktadır. Topoğrafya, jeolojik enine kesitler ve mostra görünümleri dikkate alındığında 500 -600 metreden daha fazla kalınlığa sahip oldukları görülür.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON ÜYE	SİMGE	KALINLIK	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR																																									
SENZOZOYİK	TERSIYER	NEOJEN	MYOSEN	Güncel sed. / Gökçak Vall. / Gökçere Formasyonu / Güreçce Formasyonu / Karabayer Formasyonu	Gül / Tg / Tg / Tg / Ttk	~150 m / ~200 m / ~500 m / ~100 m		Alüvyon güncel çökeller. Açık gri, lırlı sarı, beyaz renkli tuf ve tufit. Gri pembeimsi renkli andezit-trakiandezit. Kahverengi, orta kalınlıkta tabakalı kumtaşı, gri renkli orta kalınlıkta konglomeralar. Gri, açık kavrı, boz renklerde, ince-orta kalınlıkta tabakalı kumtaşı, killikireçtaşı, kilttaş, m. arı dalarmn. Kireçtaşı mercekleri. Gri-siyah renkli, kalın tabakalı kireçtaşları. Açık sarı uyumsuzluk.																																									
									PALEOJEN	EÖSEN	LUT. / IPR	Isparta Formasyonu	T1	~700 m	İnce orta tabakalı, kahverengi, bej gri renkli, killi kireçtaşı, kumtaşı, kilttaş çörtlü ve numunelli kireçtaşı arı dalarmn. ası.																																		
																PALEOSEN	Isparta ofiyolitik kamaçık	T10	~250 m	Bazik - ultrabazik ve sedimenter kayalar topluluğu.																													
																					GEÇ	MAAS	Devras Kireçtaşı	Med	>1000 m	Gri, kalın katmanlı, dolomitize kireçtaşları. Gri-bej ince orta katmanlı kireçtaşı. İnce-orta katmanlı, çörtlü pelajik kireçtaşı. Flakethli kçt. şivesi: sarı-gri renkli, orta kalınlıkta tabakalı (20-30 cm.) Radyolarit çörtlü, killi kçt. Arı dalarmn. alı kuruzı renkli, sert, ince-orta tabakalı (3-20 cm.) Triadiklik kçt. şivesi: kumlu kireçtaşları, siyahimsi gri renkli, kalın tabakalı, kumlu çörtlü kçt. den oluşmuş.																							
																											KRETASE	JURA	Triadiklik kçt. şivesi	T11	>600 m	Triadiklik kçt. şivesi																	
																																	TRİYAS	Ispartaçay Formasyonu / Paleolitik üvea / Turbidite kçt. üvea	T11	>600 m	Triadiklik kçt. şivesi												
																																						MESOZOYİK	KRETASE	JURA	Ispartaçay Formasyonu / Paleolitik üvea	T11	>600 m	Triadiklik kçt. şivesi					
																																													TRİYAS	Ispartaçay Formasyonu / Paleolitik üvea	T11	>600 m	Triadiklik kçt. şivesi

Şekil 4.1. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti

Dokanak: Ispartaçay Formasyonunun tabanı inceleme alanında gözlenememektedir. Davras Dağ güneyinde Dariören kuzeydoğusunda Isparta ofiyolitli karmaşığı ve kendi içerisinde tektonik dilimler şeklinde gözlenir. Ispartaçay vadisi boyunca Karabayır formasyonu tarafından açısal uyumsuz olarak örtülür (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Ispartaçay Formasyonu ile Karabayır formasyonunun uyumsuz dokanağı(a) Lokasyon : İmrezi dere vadisi, GPS:293572E -4175817N LS7 ETM+ 321 uydu görüntüsü (b)

Fosil ve yaş: Daha önceki araştırmacılar formasyon içerisinde *Daonella* sp. ve *Halobia* sp. fosillerinin varlığından bahsetmişlerdir (Yalçın, 1993). Önceki araştırmacılar tarafından formasyonun yaşı Triyas olarak verilmiştir. Poisson (1967-1977), Akbulut (1980), Yalçınkaya ve diğ. (1986), Yalçınkaya (1989) formasyonun Batı Toroslar'da Üst Kretase'ye kadar yaş verdiğini, inceleme alanında ise Jura'ya kadar olan kısmının gözlendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Yalçınkaya (1986)'ya göre türbiditik kireçtaşları ve plaketsel kireçtaşlarından derlenen örneklerin fosil kapsamı şöyledir;

Ammodiscus sp.

Nodosaria sp.

Reophax sp.

Textularia sp.

Trochammina sp.

Galenella sp.

Bu çalışmada da formasyonun yaşı Triyas – Jura olarak kabul edilmiştir.

Ortam: Formasyonu oluşturan birimler incelendiğinde, özellikle radyolarit ve çörtler derin denizel bir ortama işaret etmektedirler.

4.1.1.1. Radyolarit-Çört Üyesi (TrJıç)

Tanım ve yayılım: Üye ilk defa Yalçınkaya ve diğ. (1986) tarafından tanımlanmıştır. Isparta çay vadisinin güneyinde, İmrezi dere civarında ve Darıören Köyü civarında yayılım gösterir.

Litoloji : Birim tabandan itibaren; ince-orta kalınlıkta, kırmızı-kahverengi radyolaritler ve bunlarla ardalanmalı, ince - orta (1-5 cm ile 25-50 cm.) kalınlıkta, pembemsi, yeşil, kirli sarı renkli çörtlerden oluşur (Şekil 4.4.). Radyolarit ve çörtler sert, köşeli, kırılğandırılar ve aşırı şekilde deforme olmuş, çok kıvrımlı, bol kırık ve çatlaklıdırlar (Şekil 4.5.). Ispartaçay formasyonunun en yaygın litolojisini oluşturular.



Şekil 4.4. Ispartaçay Formasyonunda radyolarit-çört tabakaları. Lokasyon : İmrezi dere vadisi, GPS:293475E 4175766N.

Kalınlık : Üye formasyon içerisinde diğeri üyelerle yanal ve düşey geçişli olup, topoğrafya yükseklikleri, jeolojik enine kesitler ve mostra görünimleri dikkate alındığında 300 metreden daha fazla kalınlığa sahip oldukları düşünülür.

Dokanak : Formasyonu oluşturan diğeri litolojiler ile yanal ve düşey geçişlidir.

Fosil ve yaş : Birim içerisinde önceki çalışmacılar tarafından *Daonella* sp.'nin varlığından bahsedilmiştir ve Triyas-Jura yaşlı olarak kabul edilmiştir (Yalçın, 1993).

Ortam : Radyolarit ve çörtler derin denizel ortamda gelişmiştir.



Şekil 4.5. Ispartaçay formasyonunda kıvrımlanmış radyolarit-çörtler. Lokasyon : İmrezi dere vadisi, GPS:293475E 4175766N

4.1.1.2. Plaketli Kireçtaşı Üyesi (TrJ1p) :

Tanım ve yayılım : Üye ilk defa Yalçınkaya ve diğ. (1986) tarafından tanımlanmıştır. Isparta çay vadisinin güneyinde, İmrezi dere civarında ve Darıören Köyü civarında yayılım gösterir.

Litoloji : Plaketli kireçtaşları kirli sarı- bej renkli, ince-orta katmanlı (5-30 cm), bol kırık ve çatlaklı, çatlakları ikincil kalsit dolgulu plaketli kireçtaşları yer alır. Katmanlar arasında sarımsı, yeşil renkli ince kiltası seviyeleri gözlenir. Sert ve konkoidal kırılmalı plaketli kireçtaşları oldukça kıvrımlı bir yapı kazanmıştır (Şekil 4.6.). Plaketli kireçtaşları bazı düzlemler boyunca ayrılmış ve ufalanmıştır.

Kalınlık : Üyenin kalınlığının, topoğrafik yükseklikler ve jeoloji en kesitler dikkate alındığında. 150 -200 metre olabileceği düşünülmektedir.

Dokanak : Formasyonu oluşturan diğer litolojiler ile geçişlidir.

Fosil ve Yaş : Daha önceki araştırmacılara göre plaketli kireçtaşları içerisinde *Halobia* sp. fosilleri bulunmaktadır (Yalçın, 1993). Birimin yaşı Triyas- Jura olarak kabul edilmiştir.

Ortam : Plaketli kireçtaşları derin denizel ortamda oluşmuşlardır.

4.1.1.3. Türbiditik Kireçtaşı Üyesi (TrJıt) :

Tanım ve yayılım : Üye ilk defa Yalçınkaya ve diğ. (1986) tarafından tanımlanmıştır. Isparta çay vadisinin güneyinde, İmrezi dere civarında ve Darıören Köyü civarında yayılım gösterir.



Şekil 4.6. Ispartaçay Formasyonunda kırırılmalı plaketli kireçtaşları. Lokasyon : İmrezi dere vadisi, GPS:293475E 4175766N.

Litoloji : Formasyonu oluşturan diğ.er litolojilerden rahatça ayırt edilebilmektedir. Türbiditik kireçtaşları gri, grimsi siyah renkli yer yer çörtlü, orta-kalın katmanlı (20-50 cm ile 40-130 cm)'dır. Tektonik kuvvetlerin etkisi ie formasyonu oluşturan diğ.er birimler gibi kırırılmanamadığı için bunların içerisinde yer yer bloklar şeklinde gözlenmektedir (Şekil 4.7.). Tabakalar arasında yer yer koyu gri, siyahımsı çört bantları yer alır. Daha üst seviyelere doğru ise gri, yeşil, kirli sarı renkli çörtler ile aralarda çamurtaşı seviyeleri ile ardalanmalı kirli sarı-gri renkli türbiditik kireçtaşı ve kumtaşı düzeyleri gözlenmektedir.

jeoloji en kesitler dikkate alındığında 50-100 metre olabileceği düşünölmektedir.

Dokanak : Diğ.er litolojiler ile yatay ve düşey geçişli olarak gözlenir.

Fosil ve yaş : Birim içerisinde, Yalçınkaya ve diğ. (1986) *Nodosaria* sp., *Reophax* sp., *Textularia* sp., *Trochammina* sp., *Galenella* sp., *Milliolipora* sp. mikro fosillerinin varlığından söz edilmektedir (Yalçın, 1993)).

Ortam: Birim derin denizel ortamda çökelmiştir.



Şekil 4.7. Ispartaçay Formasyonunda kırılğan türbiditik kireçtaşları Lokasyon : İmrezi dere vadisi, GPS:293475E 4175766N.

Kalınlık : Üyenin kalınlığının topoğrafik yükseklikler diğ.er üyeler ile ilişkisine göre 100 m civarındadır.

Sayısal Veriler:

Topoğrafya: 18,67 km² yayılıma sahiptir (Şekil 4.9.). Topoğrafik kotu 800m ile 1600 m. arasında değişmektedir. Sarp bir topoğrafyaya sahiptir (Ek 3) , egemen eğim yönü güneybatıdır (Şekil 4.8.).

Drenaj: Vadi sistemi az gelişmiştir. Kireçtaşı üyelerinde paralel drenaj ağı gözlenmektedir (Şekil 4.8.).

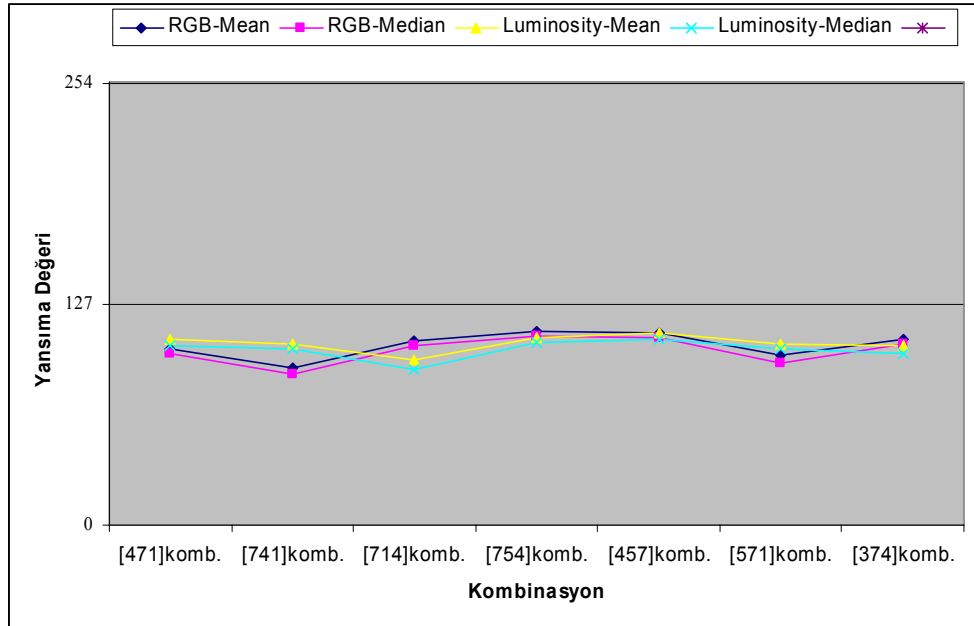
Bitki örtüsü : Kireçtaşları üzerinde yoğun olarak yapay ormanlar bulunmaktadır. Radyolarit-çörtlerde bitki örtüsü yoktur her bir kombinasyonda, o kombinasyona ait çıplak kaya renk tonundan bu özellikleri anlaşılacaktır.

Spektral değerler : Ispartaçay formasyonunun spektral yansıma değerleri ölçülmüş ve çeşitli kombinasyonlardaki (Çizelge 4.1.) ve 1, 2, 3, 4, 5 ve 7. bantlardaki yansıma değerleri (Çizelge 4.2.). çizelgelerde verilmiştir. Yansıma değerleri Kanallara (RGB) ve Parlaklığa (Luminosity) göre çıkarılmıştır. Mean değeri yansımaların aritmetik ortalamasını, Median değeri ise genel ortalamasını göstermektedir.

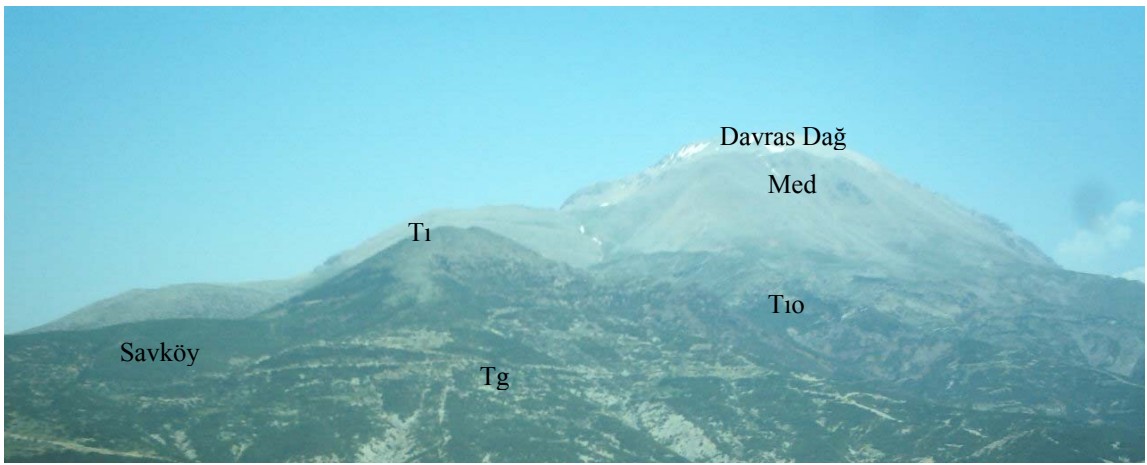
Renk : LS7 ETM+ 471 bant kombinasyonunda Bitki örtüsü bulunmayan, çıplak kayalık alanlar yeşil ve tonlarında görülmektedir, bitki örtüsüne sahip alanlar ise kırmızı ve tonlarında görülmektedir. Su tutma özelliğine sahip birimler ise mavi ve tonlarında görülmektedir (Şekil 4.8.).

Çizelge 4.1. Ispartaçay Formasyonu'nun çeşitli bant kombinasyonlarında yansıma değerleri ve diyagramları

	[471]komb.	[741]komb.	[714]komb.	[754]komb.	[457]komb.	[571]komb.	[374]komb.
RGB-Mean	101,65	90,75	106,28	111,6	110,76	98,03	107,23
RGB-Median	99	87	103	109	108	93	104
Luminosity-Mean	107,25	104,6	95,14	108,12	110,7	104,16	103,66
Luminosity-Median	103	101	90	105	107	101	99



ismini önermiştir. Yalçinkaya (1989) ise Davras Formasyonu ismini kullanmıştır. Görmüş ve Özkul (1995) yöredeki birimlerin adlandırılmasından meydana gelen karışıklıkların giderilmesi için ayrıntılı bir literatür taraması yapmışlar ve stratigrafi adlama kurallarına göre birimler için Davras Kireçtaşı teriminin daha uygun olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada da Davras Kireçtaşı adlaması Mesozoyik yaşlı karbonatlar için uygun görülmüş ve kullanılmıştır. Birim Çalışma alanının kuzeydoğusunda Davras Dağ çevresinde ve Savköy civarında gözlenmektedir (Şekil 4.10.).



Şekil 4.10. Davras kireçtaşlarının genel görünümü (Kızılkaya tepeden KD'ya bakış)
(Simgeler: Bkz. kısaltma ve simgeler)

Litoloji: Formasyon inceleme alanında altta gri-siyahımsı, orta-kalın katmanlı, sert, bol kırıklı ve çatlaklı, çatlakları ikincil olarak kalsit dolgulu dolomitize kireçtaşları ile başlar. Neritik fasiyes özelliği gösteren dolomitize kireçtaşları üzerine, neritik yarı pelajik bir özellik sunan gri, açık gri, bej renkli orta-kalın katmanlı, bol kırık çatlaklı, çatlakları ikincil kalsit dolgulu sıkı, sert kireçtaşları gelir (Şekil 4.11.). Yarı pelajik, pelajik fasiyes özelliği gösteren ince-orta katmanlı bej, krem, kirli sarı renkli çörtlü üst seviyelere doğru killi, bej, krem renkli ince-orta katmanlı seviyeler ile devam eder.

Kalınlık: Topoğrafik yükseklikler dikkate alındığında birimin kalınlığının 1000 m den fazla olduğu düşünülmektedir.

Dokanak: Birimin inceleme alanı içerisinde alt dokanak ilişkisi gözlenmemektedir. Darıören köyünün kuzeyinde Isparta ofiyolitli karmaşık ve Ispartaçay formasyonu tarafından tektonik olarak üzerlenmiştir. Savköy'ün güneydoğusunda ise Isparta Formasyonu tarafından transgresif olarak örtülmektedir. Ancak yöredeki tektonik hareketlilik sonucunda yer yer Isparta Formasyonu üzerine itilmiştir.



Şekil 4.11. Davras formasyonunda gri renkli orta kalınlıkta, bol çatlaklı kireçtaşı tabakaları (Savköy doğusu).

Fosil ve yaş: Birim içerisinde Görmüş ve Özkul (1995) tarafından *Cuneolina* sp., *Biloculina* sp. ve Rotaliid gibi fosiller belirlenmiştir. Birimin yaşı belirlenen bu fosillere göre Senomoniyen-Turoniyen olarak kabul edilmiştir.

Ortam: Birimin litoloji ve fauna özelliklerine göre neritik fasiyeste çökelmeye başladığı ve gittikçe derinleşen pelajik fasiyeste bu çökелmenin devam ettiği düşünülmektedir.

Sayısal veriler:

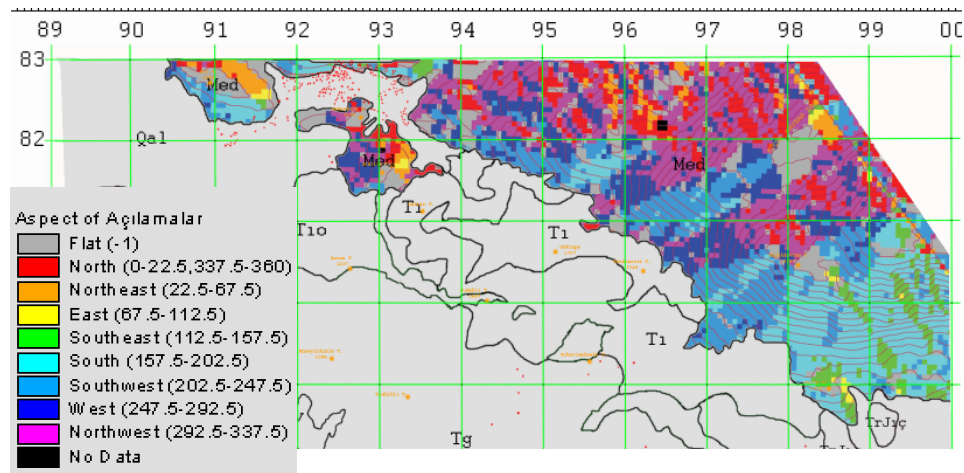
Topoğrafya: 18,62 km² yayılıma sahiptir (Şekil 4.13.). Topoğrafik olarak 950m ile 2600m kotları arasında kalan seviyede yüzeylenmektedir. Morfolojik olarak, orta sarplıkta yamaçları olan tepe ve paralel, uzun vadilerden oluşur (Ek 3). En yüksek noktası 2630 metre'dir. Arazinin bakı haritasına göre yamaçların eğimi güneybatı ve kuzeybatı yönlerine doğru daha yoğundur (Şekil 4.12.). Üst kesimlerinde karstik yapılar gözlenmektedir (Şekil 4.13.).

Drenaj: Kireçtaşları geçirimli birimlerdir. Bu nedenle gelişmiş bir drenaj ağı görülmektedir. Daha ziyade tektonik etkiler sonucu oluşmuş paralel drenaj ağları dikkati çekmektedir. Üst seviyeleri paralel ve kaba bir drenaj ağına sahiptir. Alt seviyelerde ise yine paralel fakat orta sıklıkta vadiler gözlenmektedir. Drenaj ağlarının çizgisel bir yapı sunmaları kırık hatları olduklarını düşündürmektedir. Ayrıca vadilerin çizgiselliklerindeki ani değişiklikler, bunların ikincil kırık hatları tarafından ötelendiklerine işaret etmektedir (Şekil 4.13).

Bitki örtüsü: Bitki örtüsü 1650 metreden sonra oldukça seyrek. Çoğunlukla çıplak gözlenir. 950 metre ile 1650 metre arasında ise orta sıklıkta maki türü bitki örtüsü gözlenmektedir. Vadilerin içlerinde sık ve yüksek oranda klorofil içeren bitki türleri gözlenmektedir (Şekil 4.13.).

Spektral değerler : Davras kireçtaşlarının spektral yansımaya değerleri ölçülmüş ve çeşitli kombinasyonlardaki (Çizelge 4.3.) ve 1, 2, 3, 4, 5 ve 7. bantlardaki yansımaya değerleri (Çizelge 4.4.). çizelgelerde verilmiştir. Yansımaya değerleri Kanallara (RGB) ve Parlaklığa (Luminosity) göre çıkarılmıştır. Mean değeri yansımaların aritmetik ortalamasını, Median değeri ise genel ortalamasını göstermektedir.

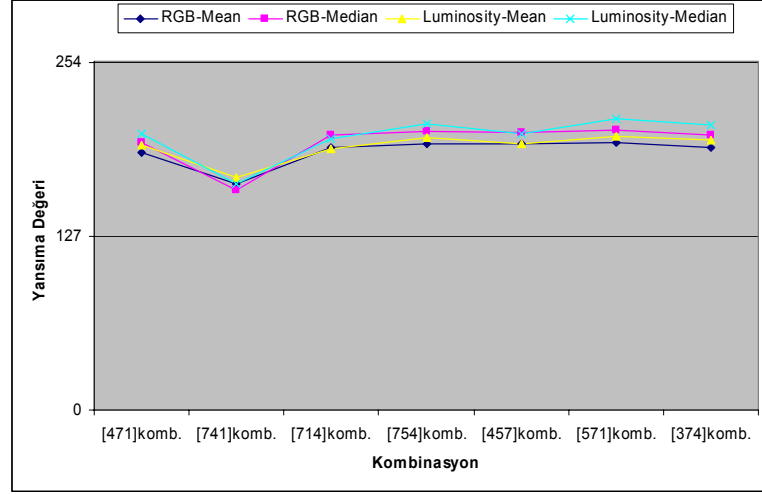
Renk : LS7 ETM+ 741 bant kombinasyonunda Bitki örtüsü bulunmayan, çıplak kayalık alanlar kırmızı ve tonlarında görülmektedir, bitki örtüsüne sahip alanlar ise yeşil ve tonlarında görülmektedir. Su tutma özelliğine sahip bölgeler ise mavi ve tonlarında görülmektedir (Şekil 4.13.).



Şekil 4.12. Davras Kireçtaşlarında yamaçların eğim yönleri

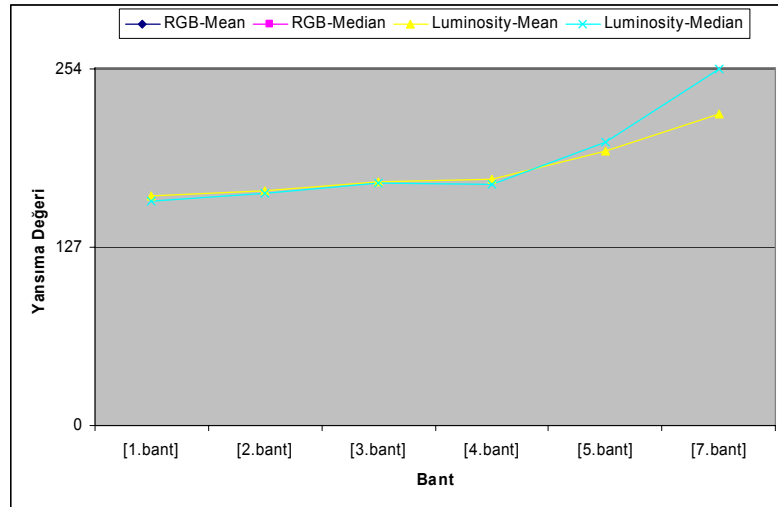
Çizelge 4.3. Davras Kireçtaşı'nın çeşitli kombinasyonlarda yansımaları ve diyagramları.

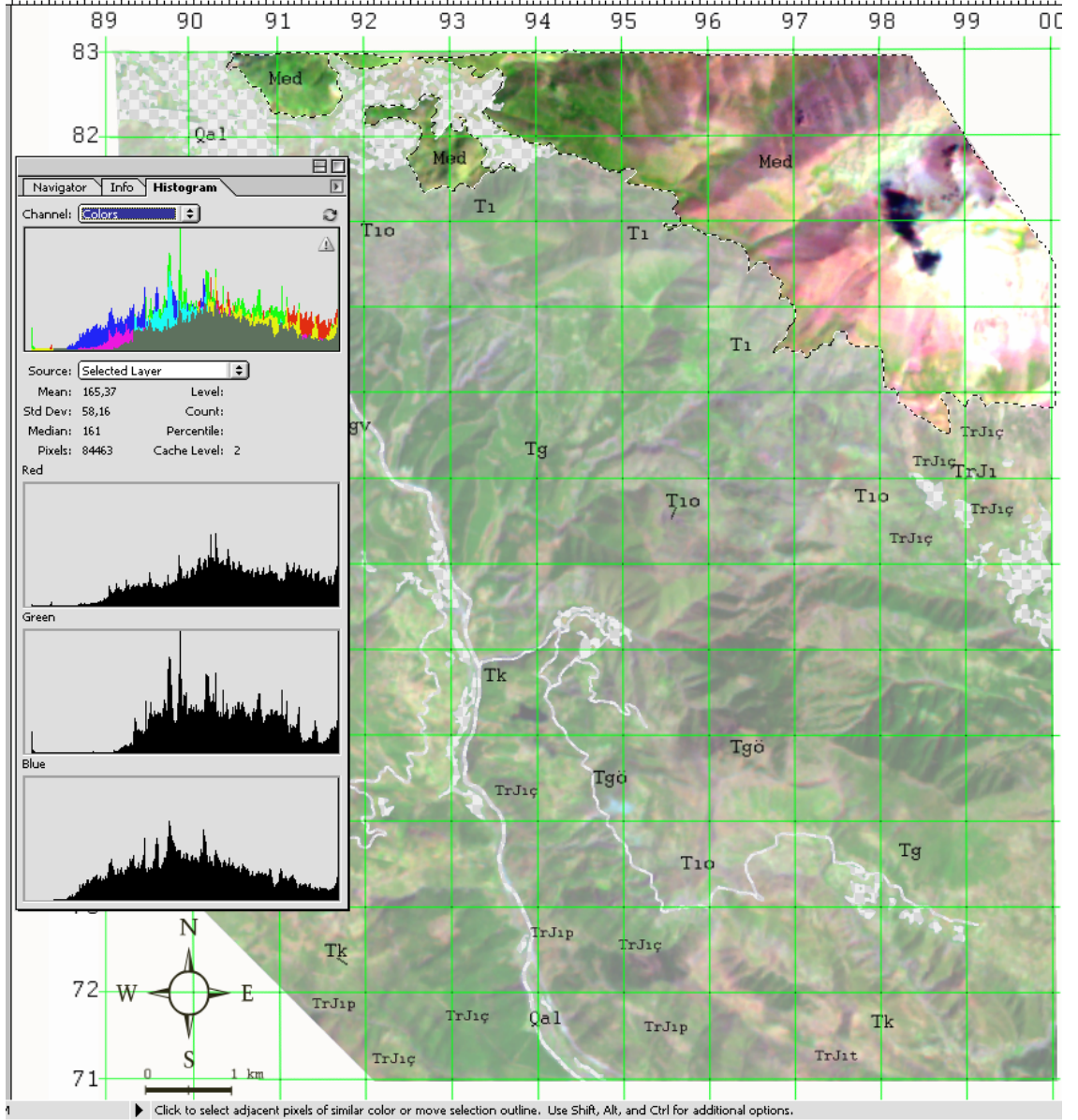
	[471]komb.	[741]komb.	[714]komb.	[754]komb.	[457]komb.	[571]komb.	[374]komb.
RGB-Mean	188,38	165,36	191,82	195,04	194,44	195,51	192,37
RGB-Median	196	161	201	204	203	205	201
Luminosity-Mean	193,95	169,96	190,62	198,95	194,59	200,43	197,16
Luminosity-Median	202	165	198	209	202	213	208



Çizelge 4.4. Davras Kireçtaşı'nın LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansımaları ve diyagramları.

	[1.bant]	[2.bant]	[3.bant]	[4.bant]	[5.bant]	[7.bant]
RGB-Mean						
RGB-Median						
Luminosity-Mean	163,79	167,58	173,4	175,34	196,02	221,67
Luminosity-Median	160	165	173	172	202	254



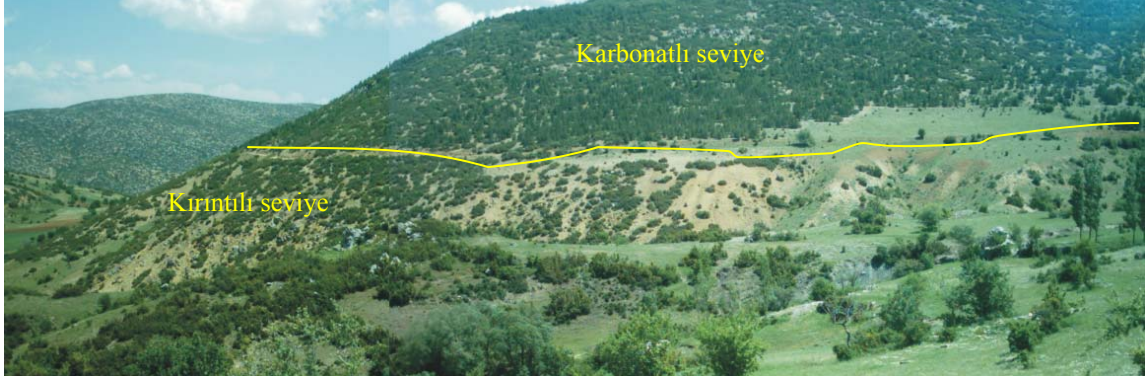


Şekil 4.13. Davras Kireçtaşı'nın çalışma alanındaki LS7 ETM+ 741 görüntüsünde spektral yansıma histogramları, kireçtaşlarının görünümü ve yayılımı.

4.1.3. Isparta Formasyonu (T₁)

Tanım ve yayılım: Birim ilk kez Gutnic ve diğ. (1979) tarafından Isparta çevresindeki Eosen yaşlı filiş çökelleri için "Isparta filişi" olarak adlandırılmıştır. Keçiborlu-Isparta arasında Kayıköy formasyonu olarak tanımlanmıştır (Karaman ve diğ., 1988). Bu çalışmada ise stratigrafi adlama kurallarına göre Isparta formasyonu isminin daha uygun olacağı düşünülmüş ve bu adlama kullanılmıştır.

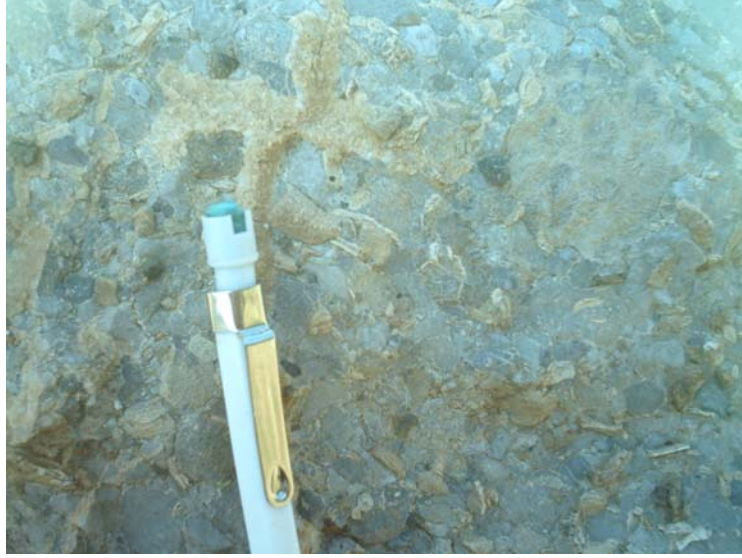
Isparta Formasyonu çalışma alanında Savköy civarında ve Direkli köyünün kuzeyinde Köhke dere vadisinde yüzeilenmektedir, ayrıca Kızılkaya tepenin kuzey yamacında mercek şeklinde gözlenmektedir (Şekil 4.17.)



Şekil 4.14. Isparta formasyonunun genel görünümü (Lokasyon: GPS 292963E 4180670N, Savköy güneyi)

Litoloji: Formasyon, egemen olarak killi kireçtaşı, kıltaşı, silt, kumtaşı ve kireçtaşı ardalanmasından oluşur. Egemen litolojileri kumtaşları ve kireçtaşlarından oluşan kırıntılı ve karbonatlı seviyeler oluşturmaktadır (Şekil 4.14.). Eosen yaşlı birim, deniz klastiklerinden karbonatlara kadar değişen iki geçişli fasiyesten oluşur (Şekil 4.16.) Bunlardan ilki klastiklerin egemen olduğu seviye, ikincisi ise karbonatların egemen olduğu litofasiyestir. Klastiklerin tabanında ofiyolitik kayaç parçaları, çört ve kireçtaşı parçaları içeren taban konglomeraları yer alır. Alt seviyelerde gözlenen konglomeralar köşeli kireçtaşı, çört ve kumtaşı çakıllarından oluşmakta olup, bu çakıllar 1-20 cm arasında tane boylarına sahiptir. Çakıltaşlarının içerisinde % 10 oranında fosil, % 40 çakıl, % 50 karbonatlı bağlayıcı gözlenmektedir (Şekil 4.15.). Seri üst seviyeler doğru tekrar çökelmiş kireçtaşları ve kumlu kireçtaşları ile devam eder. Kumlu kireçtaşları değişik çört, kireçtaşı ve ofiyolitik kayaç kırıntularından oluşmuştur. Derecelenme çapraz katmanlanmalı sedimanter yapılar gözlenmektedir. Dizinin üst seviyelerine doğru sığ deniz fasiyesine geçiş gözlenir. Bunlar yatay tabakalanmalı kireçtaşları, killi kireçtaşları-vaketaşı, kumtaşı-sublitarenit, kumlu kalkarenit-kumlu kireçtaşı ve çamurtaşı-vaketaşı, milliolidli çamurtaşlarıdır. Klastik seviyenin pek çok yerinde katabaneli kumtaşları veya yeniden sedimantasyona uğramış kireçtaşları yer alır. Arazi gözlemlerinde genellikle açık-koyu gri, yeşilimsi gri, kırmızımsı, kahverengimsi, yeşilimsi sarı, sarımsı renklere gözlenir. Üst

seviyelere doğru gidildikçe taneler incelmekte ve normal derecelenme ile kumtaşı seviyelerine geçilmektedir. Klastiklerin üzerinde ise karbonatların egemen olduğu seviye gelir. Karbonatlı seviye çört bantlı kalkarenitlerle başlar. Ritmik olarak kumtaşı, kiltası ve killi kireçtaşları ile devam eder. Litofasiyesin üst kesimlerinde kırıntılı ve karbonatlı sedimanlar geçişli olarak gözlenir. Bu sedimanlar kumtaşı-litarenit, çamurtaşı ve killi kireçtaşlarından oluşur (Sagular ve Görmüş 2003) (Şekil 4.16.). Killi kireçtaşı yüzeyde kırmızımsı gri, pembe ve bazende gri ayrışma renkli ve çatlaklıdır Kireçtaşları gri-koyu gri renkli, ince-orta tabakalanmalı bol kırık ve çatlaklı, çatlakları ikincil kalsit dolguludur.



Şekil 4.15. Isparta formasyonunda gözlenen *Nummulites* içeren çakıltaşları (Lokasyon: GPS 289688E 4179727N, Köhke dere)

Dokanak: Isparta formasyonu, altında gözlenen Davras kireçtaşları ile uyumsuzdur (Şekil 4.18.). Üzerinde ise stratigrafik açıdan uyumsuz olarak Karabayı formasyonu gelmektedir. Diğer birimlerle olan ilişkisi Şekil 4.17.'de verilmiştir.

Kalınlık: Isparta formasyonunun kalınlığının yaklaşık 700m. olduğu düşünülmektedir.

Fosil ve yaş: Birimin farklı seviyelerden alınan kumtaşı örneklerinin içerisinde bentik foraminiferlerden; *Alveolina* sp.; *Nummulites* sp.; *Discocyclina* sp.; *Rotalina* sp.; *Amphistegina* sp. gibi fosiller saptanmıştır (Şekil 4.19.). Kiltalarında ise

Morozovella sp. ve *Globigerina* sp. gibi fosiller bulunmuştur. Birimin yaşı Orta Eosen olarak belirlenmiştir (Karaman ve diğ., 1988). Daha sonraki çalışmalarda birimi Yıldız ve Toker (1991) İpresiyen-Alt Lutesiyen; Görmüş ve Özkul (1995) ve Yalçinkaya (1989) Alt-Orta Lutesiyen olarak yaşlandırmışlardır. En son yapılan çalışmada (Sagular ve Görmüş, 2003) birimin bentik foraminifer ve nannofosil içeriğine göre Erken Eosen (İpresiyen) yaşlı olduğu belirtilmiştir.

Ortam: Önceki araştırmacılar tarafından Isparta filişinde egemen litoloji özellikleri yanısıra *Nummulites*'ten oluşan fauna içeriği sığ bir ortamda çökeldiği belirtilmesine karşın (Karaman ve diğ., 1988), birimin litoloji ve fauna özellikleri ile açık denizde çökeldiği (Gutnic ve diğ., 1979; Görmüş ve Özkul, 1995) belirtilmiştir. Yörede yapılan son çalışmalarda ise (Sagular ve Görmüş, 2003) birimin sığda başlayıp derinleşen bir ortamda çökeldiğini belirtilmiştir. Bu çalışmada arazi gözlemleri ve biyostratigrafik ve sedimanter verilere göre birimin sığ bir ortamdaki gittikçe derinleşen bir ortamda çökeldiği düşünülmektedir.

Sayısal veriler :

Topoğrafya: 7,8km² yayılıma sahiptir (Şekil 4.21.). Topoğrafik olarak 1000m ile 1700m kotları arasında kalan seviyede yüzeylemektedir. Morfolojik olarak, orta sarplıkta yamaçları olan tepeler gözlenir (Ek 3). Arazinin bakı haritasına göre yamaçların eğimi güneybatıya doğru daha yoğundur (Şekil 4.20.).

Drenaj: İki seviye olarak ayrılabilen formasyonda kırıntılı seviyede dentritik drenaj ağı gözlenmektedir. Karbonatlı seviyede ise drenaj ağı gözlenmemektedir.

Bitki örtüsü: Karbonatlı seviyede yoğun bir bitki örtüsü gözlenmektedir. Kırıntılı seviyede ise daha seyrek bitki gelişimi vardır.

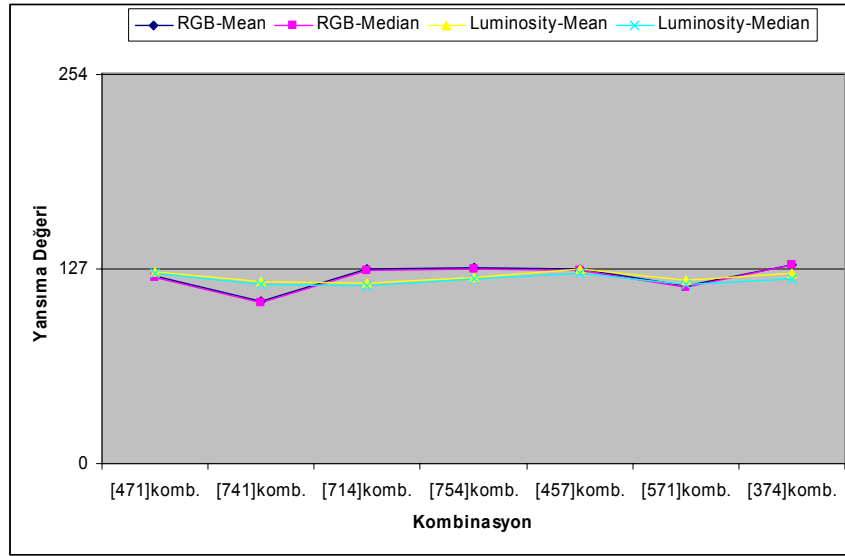
Spektral değerler : Isparta formasyonunun spektral yansıma değerleri ölçülmüş ve çeşitli kombinasyonlardaki (Çizelge 4.5.) ve 1, 2, 3, 4, 5 ve 7. bantlardaki yansıma değerleri (Çizelge 4.6.). çizelgelerde verilmiştir. Karbonatlı ve Kırıntılı seviyelerdeki bantlara göre yansıma değerleri ise karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla ayrıca çıkarılmıştır (Çizelge 4.7.). Yansıma değerleri Kanallara (RGB) ve Parlaklığa

(Luminosity) göre çıkarılmıştır. Mean değeri yansımaların aritmetik ortalamasını, Median değeri ise genel ortalamasını göstermektedir. Landsat 7 ETM+ 754 kombinasyonunda ise çıplak kayalar kırmızı, bitkiler mavi ve ayrıışmış yüzeyler yeşil tonlarında görülmektedir (Şekil 4.17.).

Renk : LS7 ETM+ 471 bant kombinasyonunda Bitki örtüsü bulunmayan, çıplak kayalık alanlar yeşil ve tonlarında görülmektedir, bitki örtüsüne sahip alanlar ise kırmızı ve tonlarında görülmektedir. Su tutma özelliğine sahip bölgeler ise mavi ve tonlarında görülmektedir (Şekil 4.21.).

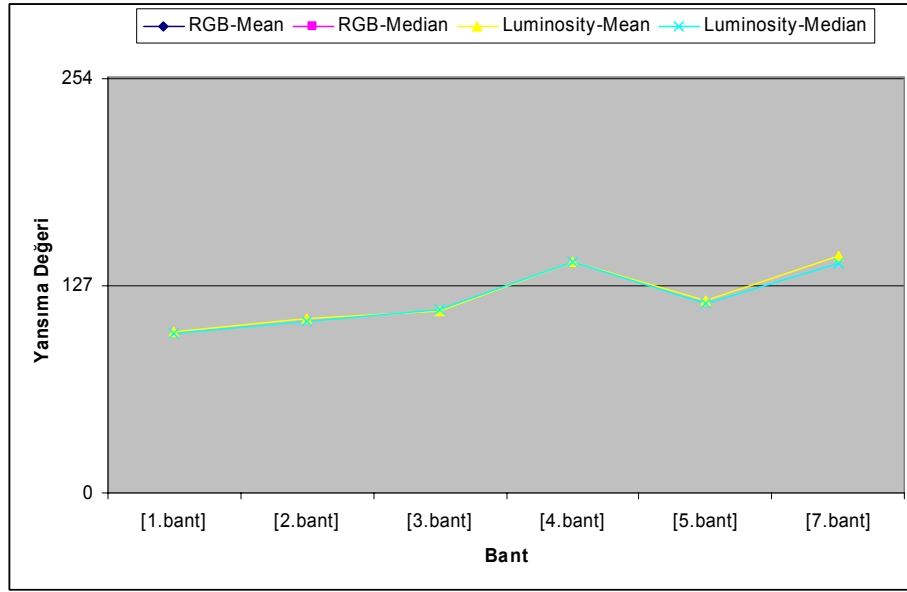
Çizelge 4.5. Isparta Formasyonu'nun çeşitli kombinasyonlarda yansımaya değerleri ve diyagramları

	[471]komb.	[741]komb.	[714]komb.	[754]komb.	[457]komb.	[571]komb.	[374]komb.
RGB-Mean	122,83	106,08	127,49	128,34	127,5	116,41	129,9
RGB-Median	122	105	126	127	126	115	130
Luminosity-Mean	125,35	119,11	117,86	122	127	119,73	124,02
Luminosity-Median	124	117	116	121	124	117	121



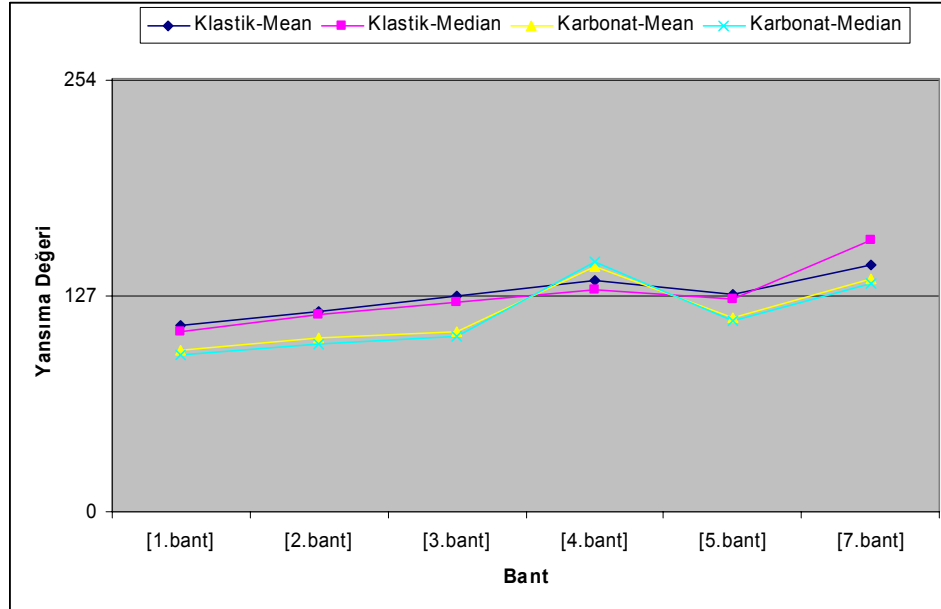
Çizelge 4.6. Isparta Formasyonu'nun LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansımaya değerleri.

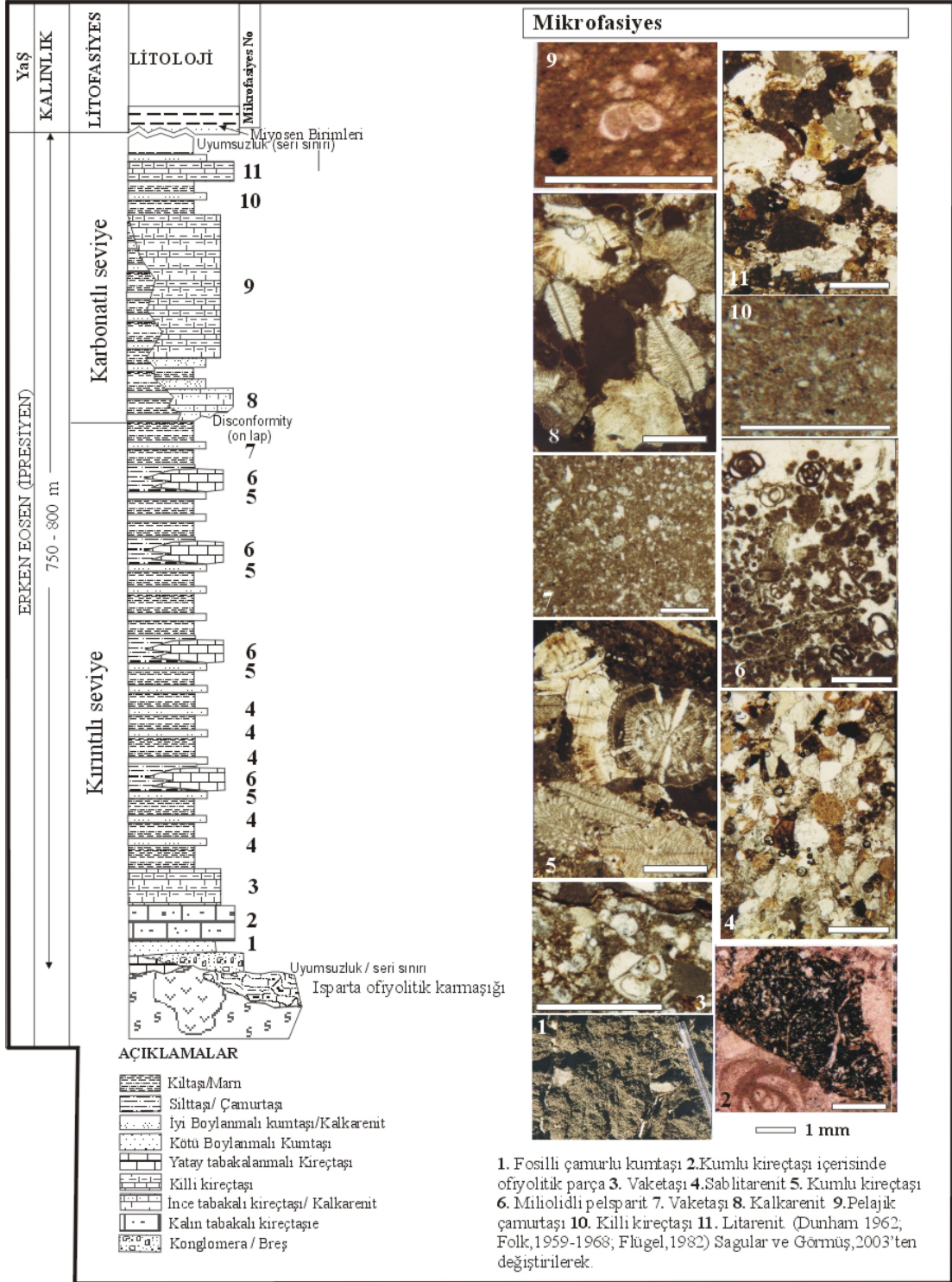
	[1.bant]	[2.bant]	[3.bant]	[4.bant]	[5.bant]	[7.bant]
RGB-Mean						
RGB-Median						
Luminosity-Mean	99,1	107,05	111,8	141,71	118,03	145,4
Luminosity-Median	98	105	112	142	116	141



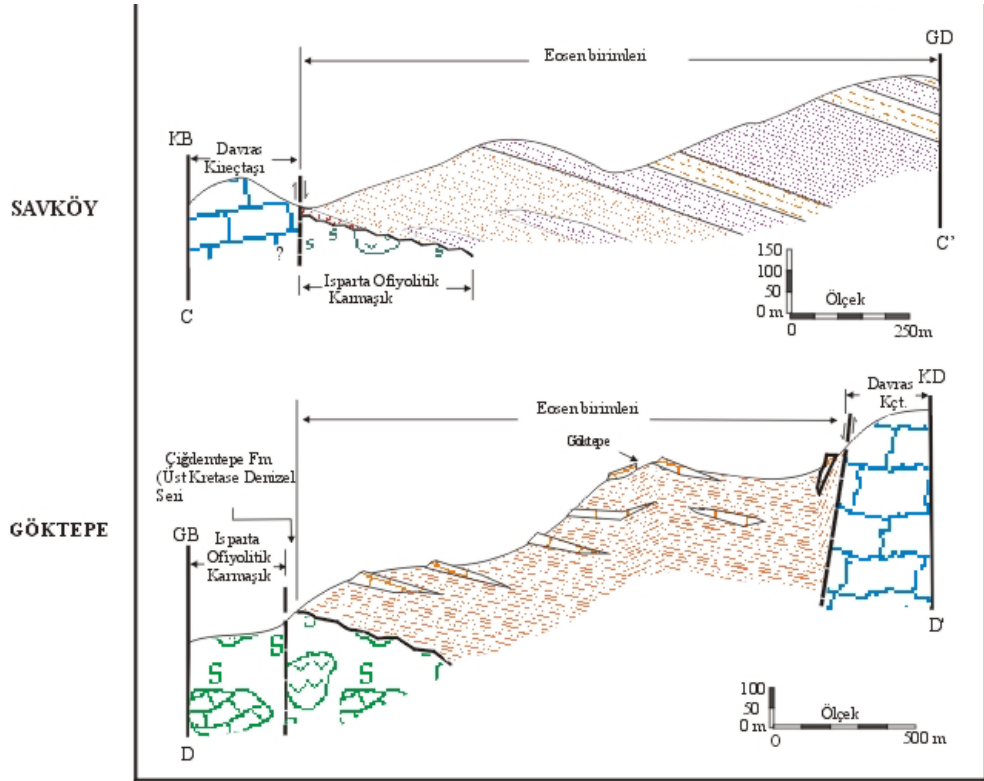
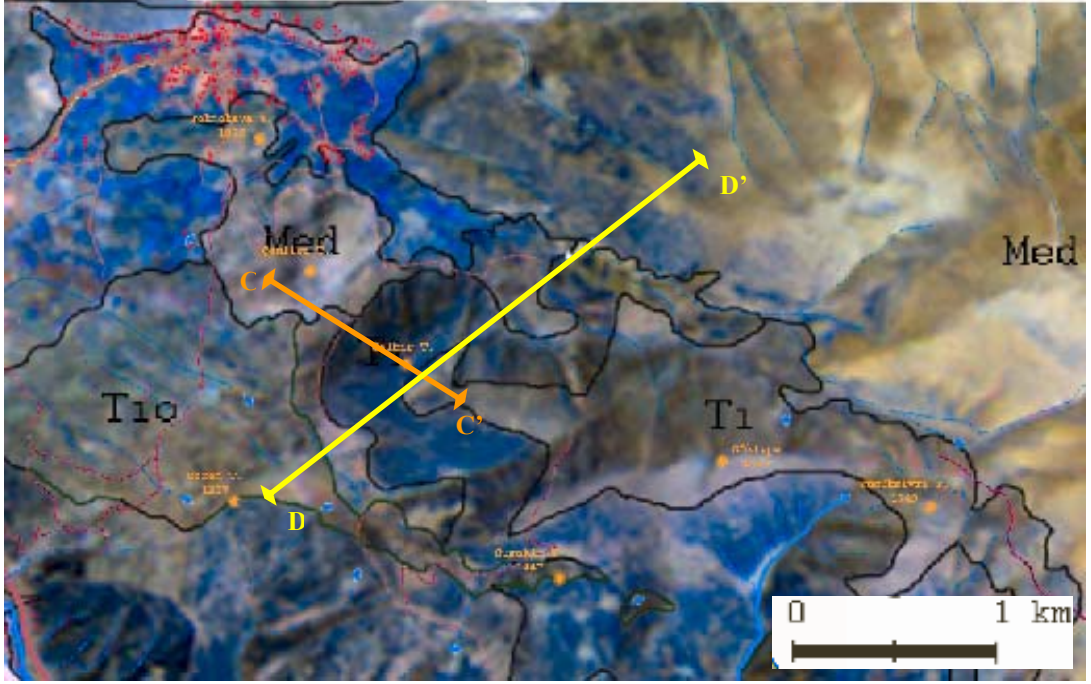
Çizelge 4.7. Isparta formasyonunda klastik ve karbonatlı seviyelerin LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansıma diyagramlarının karşılaştırması.

	[1.bant]	[2.bant]	[3.bant]	[4.bant]	[5.bant]	[7.bant]
Klastik-Mean	109,89	118,13	126,6	135,74	128,11	145,12
Klastik-Median	106	116	123	131	125	160
Karbonat-Mean	94,85	102,8	105,57	144,67	114,29	137,43
Karbonat-Median	92	99	103	147	112	134

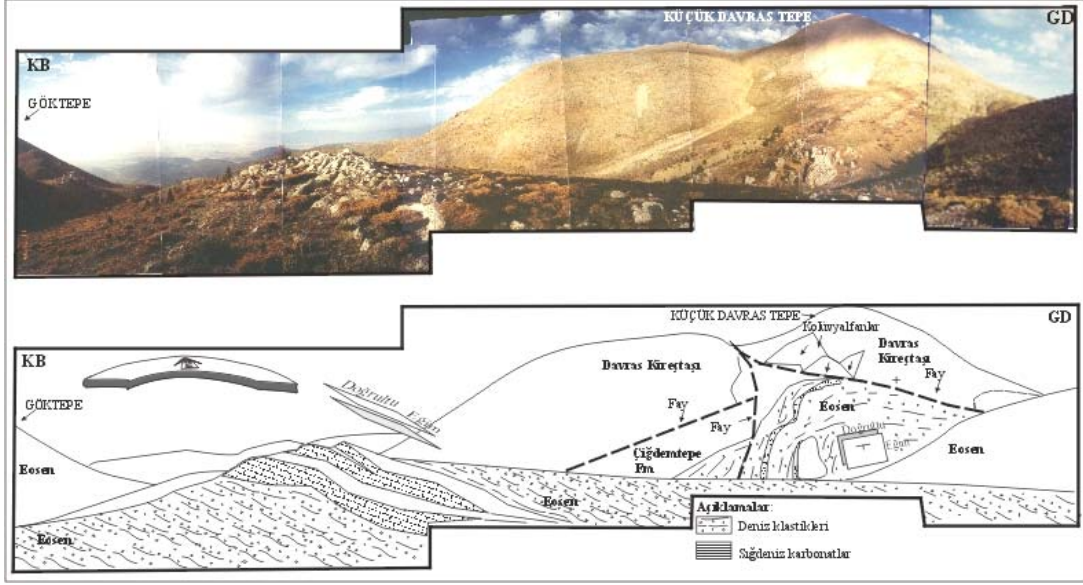




Şekil 4.16. Isparta formasyonuna ait stratigrafik sütun kesit ve mikrofasiyeler (Sagular ve Görmüş, 2003'den değiştirilerek).



Şekil 4.17. Eosen yaşlı Isparta formasyonunun diğer birimlerle ilişkisini gösteren LS7 ETM+ 754 görüntüsü ve şematik en kesitler (Sagular ve Görmüş, 2003' den değiştirilerek)

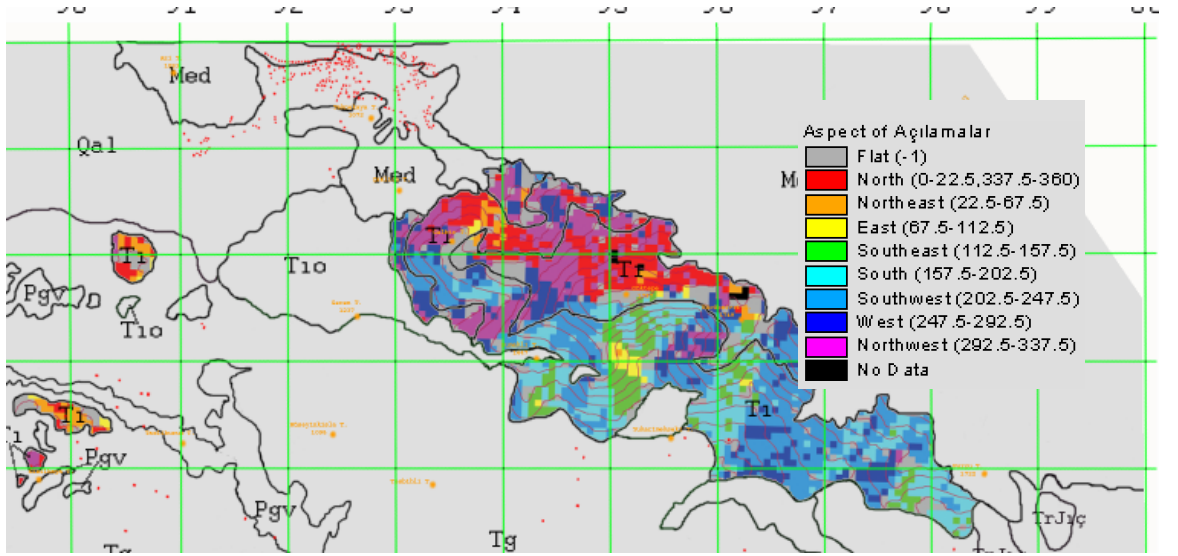


Şekil 4.18. Eosen sedimanlarının Davras kireçtaşları ile ilişkisi (Sagular ve Görmüş, 2003'den değiştirilerek).

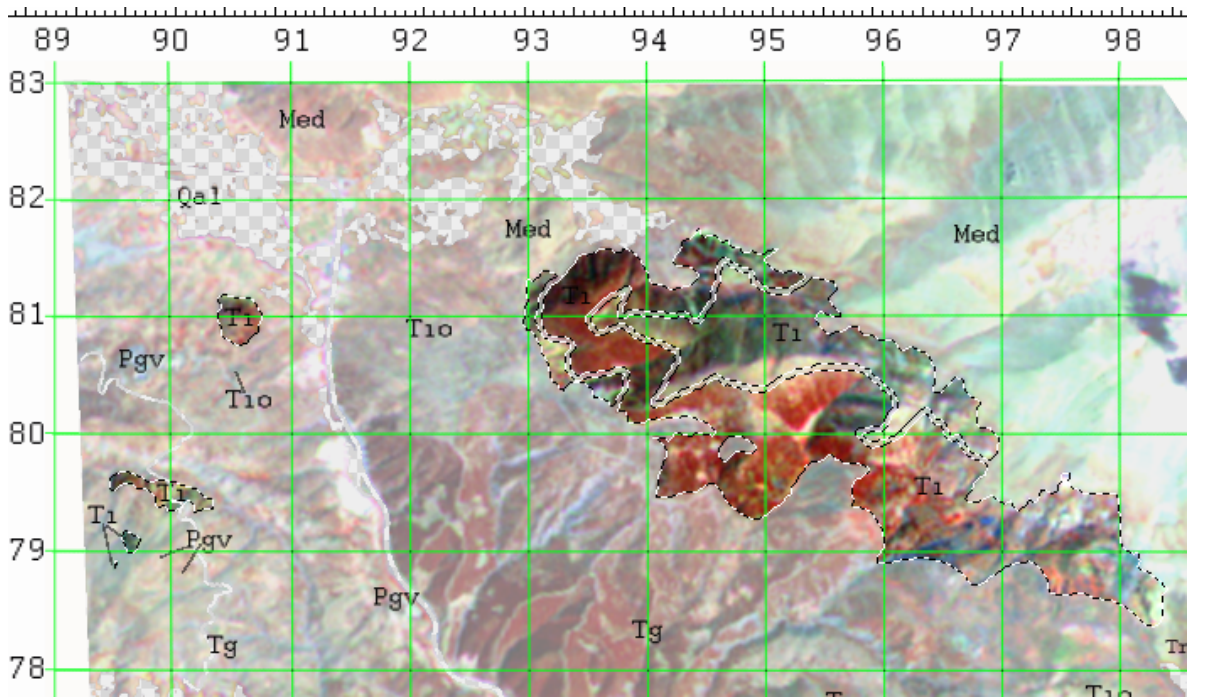


Ölçek 0 1mm

Şekil 4.19. Isparta Formasyonu'nda MK 4 No'lu örneğe ait ince kesitlerde gözlenen *Nummulites* sp.(a) ve *Alveolina* sp. (b) fosilleri



Şekil 4.20. Isparta formasyonunun bakı haritasına göre yamaç eğim yönleri.



Şekil 4.21. Isparta formasyonunun LS7 ETM+ 471 kombinasyonunda görünümü ve yayılımı. Karbonatlı seviye yoğun bitki örtüsü ile ayrılabilmekte.

4.1.4. Karabayır Formasyonu (Tk)

Tanım ve yayılım: Birimi ilk kez Gutnic ve Poisson (1968) “Akitanıyen Kireçtaşı” olarak adlandırmışlardır. Daha sonra Yalçınkaya (1989) birimi en iyi gözlemlendiği yer olan İmrezi köyüne atfen “İmrezi Kireçtaşı” olarak adlandırmıştır. Görmüş ve

Hançer (1997) ise yaptıkları çalışmada Toroslarda tanımlanan Karabayır Formasyonuna eşdeğer olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada da Karabayır Formasyonu adlaması birim için uygun görülmüş ve kullanılmıştır.

Karabayır Formasyonu İmrezi köyünden başlayarak güneye doğru Ispartaçay vadisinin sağ ve sol yamaçlarında ince bir şerit halinde yüzeylenir. Ayrıca Gökbel mahallesi güneyinde yaklaşık doğu-batı yönünde bir şerit halinde uzanır.

Litoloji: Birim taban konglomerası ile başlar. Radyolarit, çört ve türbiditik kireçtaşı parçalarından oluşan taban konglomerasının kalınlığı 1m ile 5m arasında değişmektedir. Kireçtaşları ise taze yüzeyleri gri, koyu gri, ayrışma yüzeyleri ise grimsi siyah renklidir. Tabakalanmaları yataya yakın olup orta- kalın (30-150 cm) katmanlı ve yer yerde masif görünümlüdürler (Şekil 4.22.). Genellikle sert yapıda olan kireçtaşları, kırıklı ve çatlaklı bir yapı sunarlar. Çatlaklar açılma çatlakları şeklinde olup nadiren ikincil kalsit dolgular gözlenmektedir. Kireçtaşları bitüm ve asfaltit içermektedirler. Kırıldıklarında benzin kokusu gelmektedir, petrol ana kayası olabilir özelliktedir. Ayrıca bol oranda rudist fosilleri gözlenmektedir.

Dokanak: Karabayır Formasyonu Miyosen transgresyonuyla altındaki Triyas yaşlı birimleri ve ofiyolitleri uyumsuz olarak örtmüştür. Ispartaçay vadisi boyunca Isparta çay Formasyonunu ile açısız uyumsuz ilişkisi açıkça gözlenmektedir (Şekil 4.23.). Bu formasyonun üzerinde ise Güneyce formasyonu yer alır.

Kalınlık: Birimin kalınlığı 20-100 m. arasında değişir.

Fosil ve yaş : Birim Gutnic ve Poisson (1968) tarafından Akitaniyen, Yalçinkaya (1989) tarafından Burdigaliyen olarak yaşlandırılmıştır. Bu çalışmada birimin yaşı Burdigaliyen-Akitaniyen olarak kabul edilmiştir.

Ortam : Birimin içerisindeki rudist fosilleri resifal bir ortamda çökeldiklerini göstermektedir.



Şekil 4.22. Karabayır formasyonunda alt seviyelerinde gözlenen taban konglomeraları ve üzerindeki kireçtaşı tabakaları (Lokasyon: GPS 293285E 4175639N, İmrezi yol ayrımı).



Şekil 4.23. Karabayır formasyonunu oluşturan kireçtaşları ve Ispartaçay formasyonu arasındaki dokanak (Lokasyon: GPS 293285E 4175639N, İmrezi yol ayrımı).

Sayısal veriler :

Topoğrafya: 1,82 km² yayılıma sahiptir (Şekil 4.24.). Topoğrafik olarak 900m ile 1000m kotları arasında kalan seviyede yüzeylenmektedir. Arazinin bakı haritasına göre de üst kesimi düz ve düze yakın yamaçları ile oldukça sarp bir engebeye sahiptir. (Şekil 4.25.).

Drenaj: Belirgin vadi gelişimleri olmayıp, geçirimli kireçtaşlarında, kaba-paralel drenaj ağı gelişmiştir.

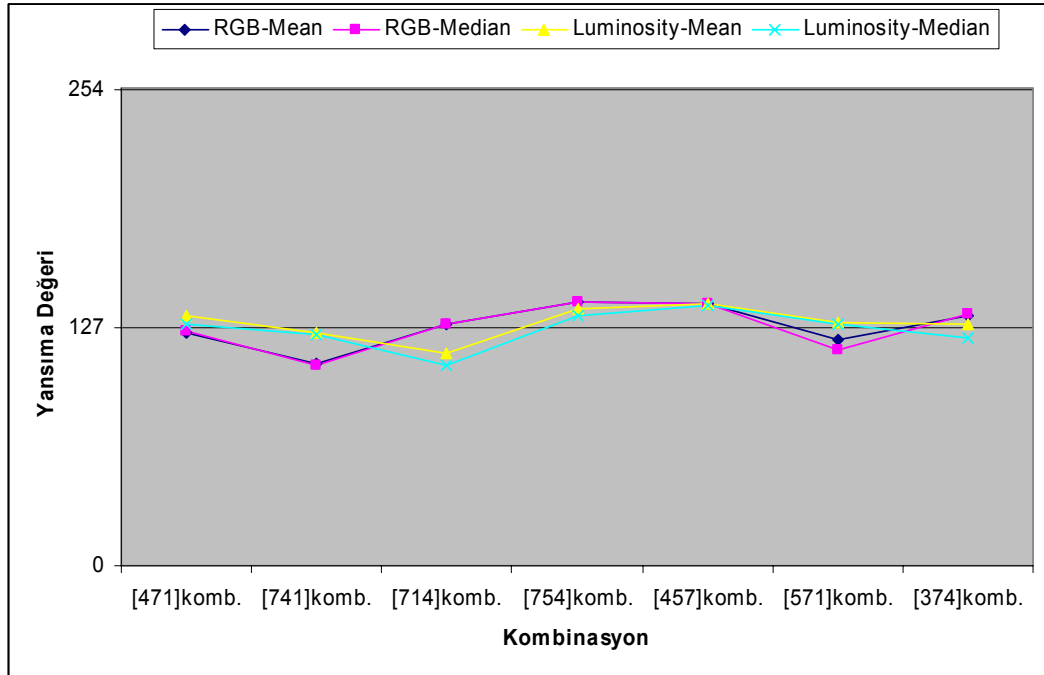
Bitki örtüsü: Yoğun bir bitki örtüsü gözlenmektedir. Bitki örtüsünü yapay ağaçlandırma alanları oluşturur.

Spektral değerler : Karabayır Formasyonunun spektral yansımaya değerleri ölçülmüş ve çeşitli kombinasyonlardaki (Çizelge 4.8.) ve 1, 2, 3, 4, 5 ve 7. bantlardaki yansımaya değerleri (Çizelge 4.9.). çizelgelerde verilmiştir. Yansımaya değerleri Kanallara (RGB) ve Parlaklığa (Luminosity) göre çıkarılmıştır. Mean değeri yansımaların aritmetik ortalamasını, Median değeri ise genel ortalamasını göstermektedir.

Renk : LS7 ETM+ 471 bant kombinasyonunda Bitki örtüsü bulunmayan, çıplak kayalık alanlar yeşil ve tonlarında görülmektedir, bitki örtüsüne sahip alanlar ise kırmızı ve tonlarında görülmektedir. Su tutma özelliğine sahip bölgeler ise mavi ve tonlarında görülmektedir (Şekil 4.24.).

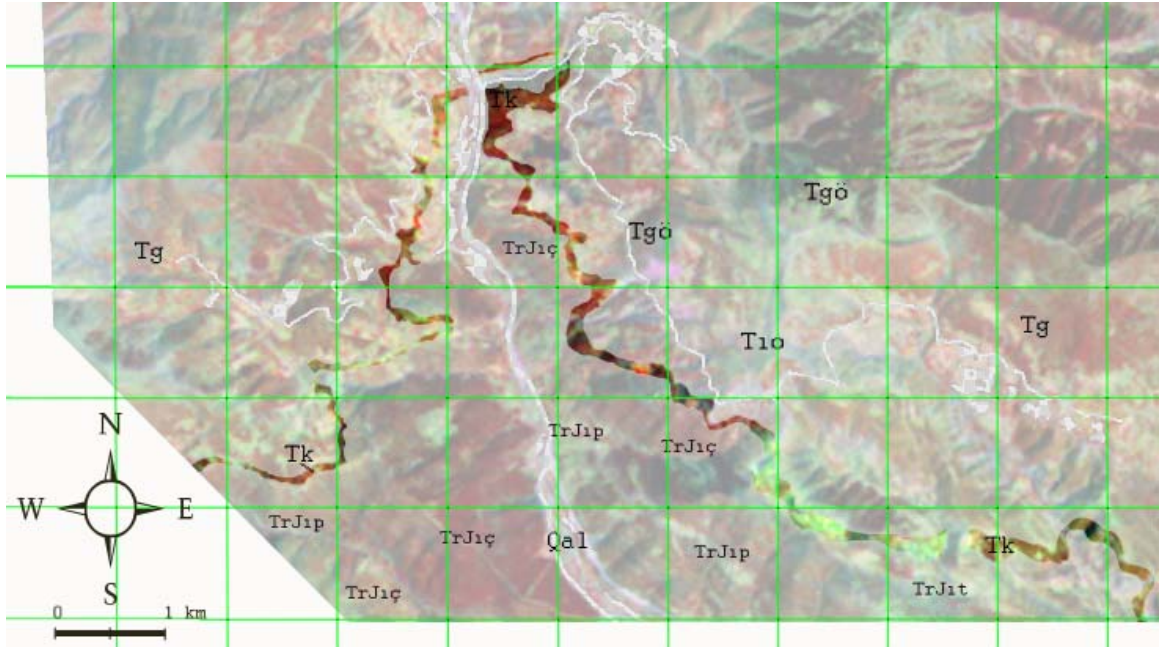
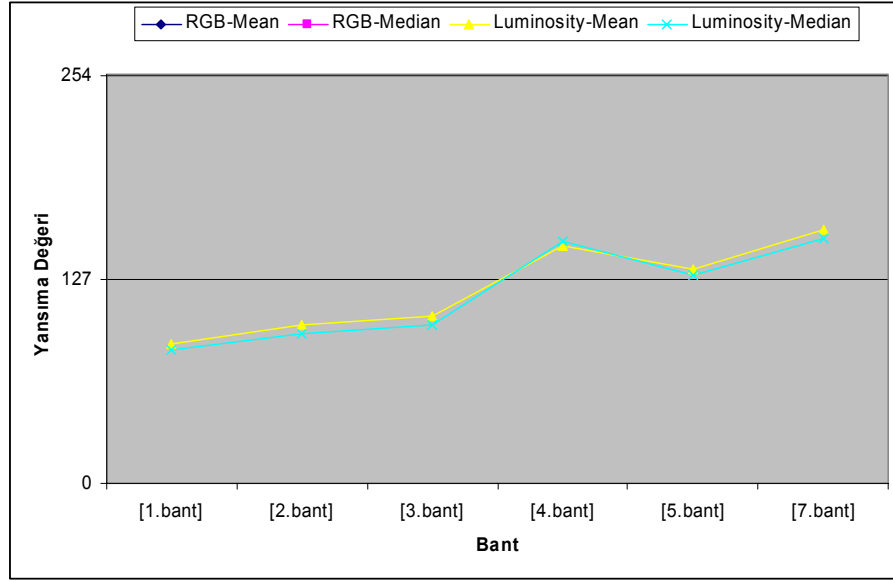
Çizelge 4.8. Karabayır Formasyonu'nun çeşitli kombinasyonlarda yansımaya değerleri ve diyagramları

	[471]komb.	[741]komb.	[714]komb.	[754]komb.	[457]komb.	[571]komb.	[374]komb.
RGB-Mean	124,41	107,94	129,04	140,55	139,71	120,58	133,27
RGB-Median	125	107	129	141	140	115	134
Luminosity-Mean	133,4	124,47	113,09	137,02	140,27	130,11	129,11
Luminosity-Median	129	123	107	133	139	129	122

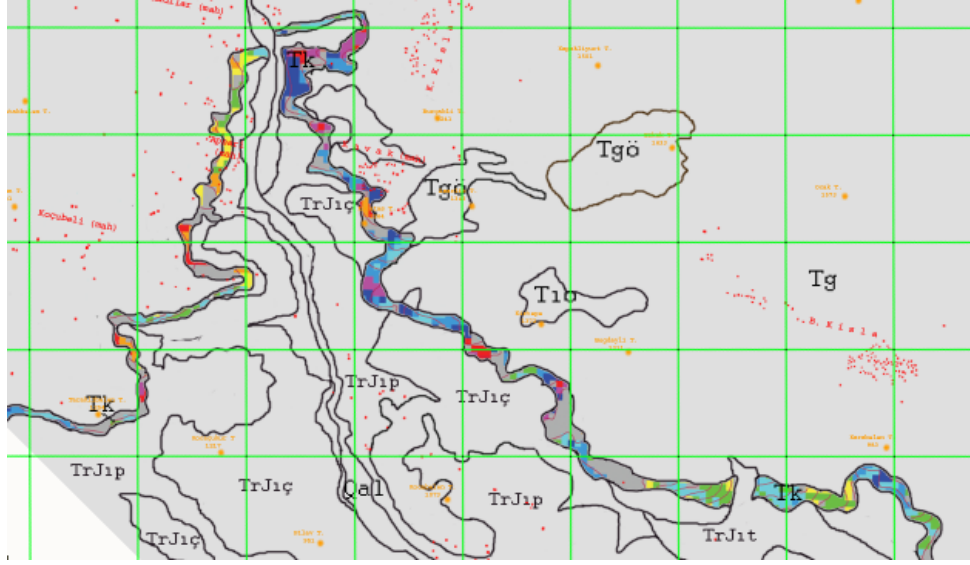


Çizelge 4.9. Karabayır Formasyonu'nun LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansımaya değerleri.

	[1.bant]	[2.bant]	[3.bant]	[4.bant]	[5.bant]	[7.bant]
RGB-Mean						
RGB-Median						
Luminosity-Mean	87,2	99,06	103,81	147,73	133,38	158,12
Luminosity-Median	83	93	99	151	130	153



Şekil 4.24. Karabayır Formasyonunun LS7 ETM+ 471 kombinasyonunda görünümü ve yayılımı.



Şekil 4.25. Karabayır formasyonunun bakı haritasına göre yamaç eğim yönleri.

4.1.5. Güneyce Formasyonu (Tg) :

Tanım ve yayılım : İnceleme alanında oldukça geniş bir alanda yayılım gösteren birim en iyi gözlemlendiği Güneyce köyünden verilmiştir (Akbulut, 1980). Eski araştırmacılardan Gutnic ve Poisson (1968) birimi “Burdigaliyen filişi” olarak adlandırmış, Yalçınkaya ve diğ. (1986) ile Yalçınkaya (1989) birimi “Ağlasun Formasyonu” olarak adlandırmışlardır.

Güneyce köyü, Kışla köyü, Direkli köyü ve civarında oldukça geniş bir alanda yayılım göstermektedir (Şekil 4.26.).



Şekil 4.26. Güneyce Formasyonu'nun genel görünüşü (Lokasyon: Direkli köyü-güneye bakış) (Simgeler: Bkz. Kısaltma ve simgeler)

Litoloji : Birim altta Karabayır Formasyonunun kireçtaşları üzerine uyumlu olarak gelen sarı-yeşilimsi renkli, ince-orta düzgün katmanlı (5-10 cm) çamurtaşı-kumtaşı aralanması ile başlar (Şekil 4.27.a.). Üste açık kahve rengi, sarı renkli, ince-orta

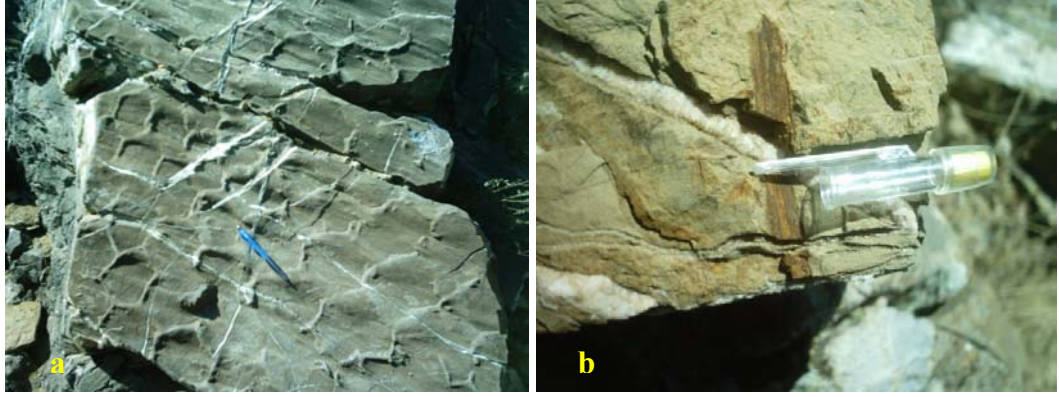
tabakalı (5 – 30 cm) kumtaşları ile ince-orta tabakalı (3-15 cm) gri renkli killi kireçtaşı (marl) ardalanması ile devam eder. Üst seviyelere doğru kahverengi, ince-orta katmanlı çakıltası seviyeleri içerir. Üst seviyelerde kumtaşları açık kahve rengi, açık sarımsı renklerde gözlenir ve katman kalınlıkları artar (Şekil 4.27.b). Çatlakları ikincil kalsit dolgulu kumtaşları içerisinde bitki kalıntılarına rastlanmaktadır (Şekil 4.28.b). Genel olarak kumlu seviye ve killi seviye olarak ayrılabilirse de seviyelerin geçişleri oldukça karmaşık görüldüğü için haritalamak oldukça problemlidir ve bu nedenle tek bir formasyon olarak haritalanmıştır. Özellikle Direkli köyü civarında tektonik kuvvetlerin etkisiyle bol kırıklı ve kıvrımlı tabakalar gözlenmektedir (Şekil 4.29.). Formasyonda kumtaşı katmanları alt seviyelerde çapraz laminasyon gösterirler ayrıca yüzeylerinde akıntı izleri ve iz fosiller yer almaktadır (Şekil 4.28.a). Formasyonun içerisindeki laminalı ve kırılğan kumtaşları oval ve üçgen erime yapıları göstermektedir (Şekil 4.30).

Birimin orta seviyelerinden alınan örneklerin ince kesitlerinin görüntü analiz sistemi ile incelenmesi sonucunda; Allokemlerin %70 oranında ve Ortokemlerin % 30 oranında karbonatlı çamur bağlayıcıdan oluştuğu belirlenmiştir. İkincil kalsit damarlarında gözlenmektedir. Allokemler % 60'ı fosil %40'ı kırıntılardan oluşmaktadır. Allokemlerden fosiller %95 oranındadır, Fosillerin % 99'u foraminiferlerden, %1-2 side Bryzoa'lardan oluşmaktadır. Foraminiferler planktik (%2-3) ve bentik (%97-98) organizmaları kapsamaktadır. Allokemlerden taneler ise kuvars, dolomit ve kalsit'ten oluşmaktadır. Kumlu kireçtaşı özelliğindeki örnekler Folk (1962)'a göre biyomikrit özelliktedir (Şekil 4.31.).

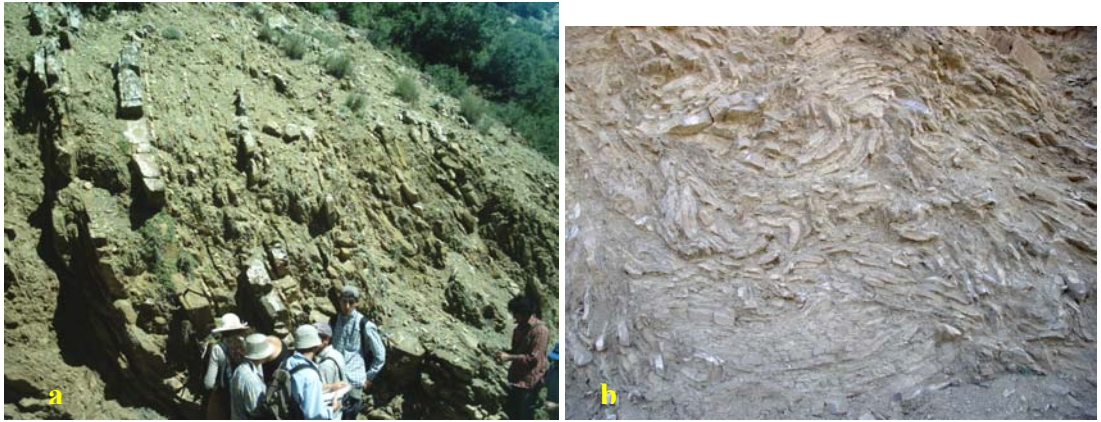
Üst seviyelerden alınan örneklerden yapılan incekesitlerin görüntü analizi ile incelenmesi sonucunda; %70 Allokem ve %30 Ortokemden oluştuğu belirlenmiştir. Allokemlerin tamamını kaya kırıntıları oluşturmaktadır. Kırıntıların %90'ını Kuvars parçaları % 5-6 demir mineralleri ve %1 den az mika mineralleri oluşturmaktadır. Taneler eş boylu ve orta-iyi boylanmalıdır. Ortokemler ise kalsitten oluşmaktadır. Yapılan incelemeler sonucu Dunham (1962)'ın sınıflamasına göre Kuvars-Vake olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.32.).



Şekil 4.27. a) Güneyce Formasyonu'nun alt seviyelerinde görülen ince tabakalı yatay konumlu kumtaşı-çamurtaşı ardalanması (İmrezi Kuzeyi) b) Güneyce formasyonunun üst seviyelerinde görülen kalın, eklemli kumtaşı tabakaları (Savköy güneyi).



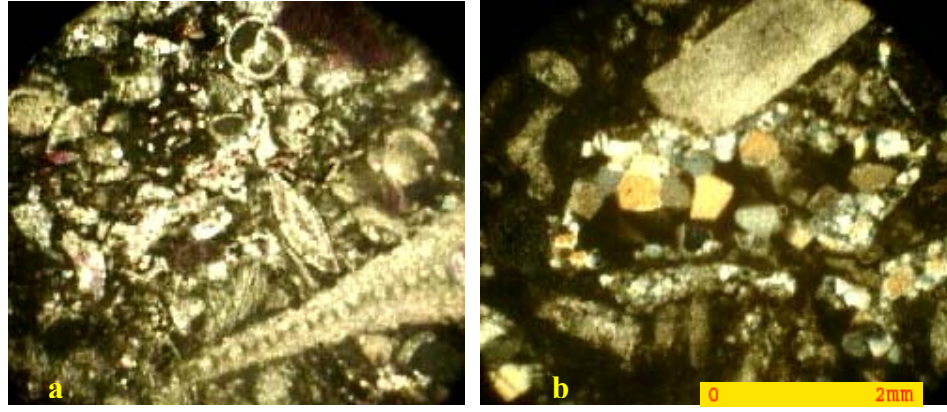
Şekil 4.28. a) Güneyce Formasyonunda kumtaşı yüzeylerinde görülen akıntı izleri ve iz fosiller. b) Güneyce formasyonundaki kumtaşlarında bitki izleri ve ikincil kalsit dolgular.(Lokasyon: Direkli köyü civarı)



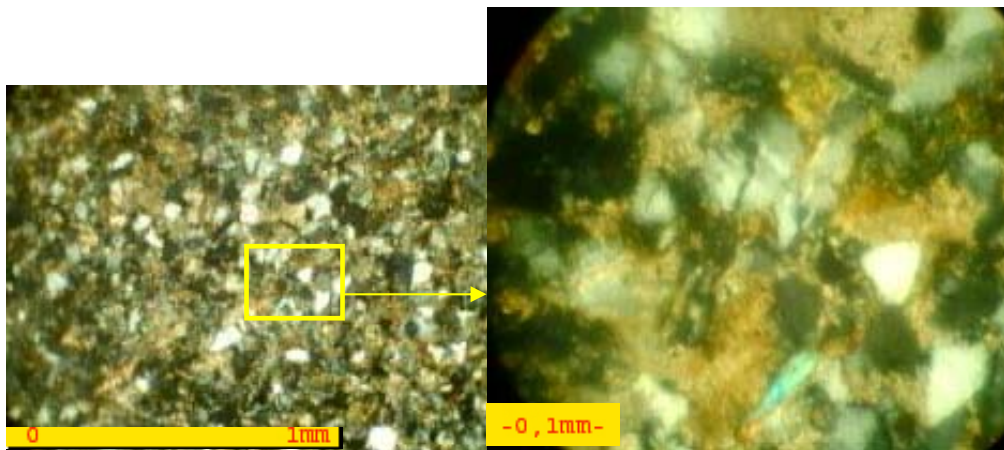
Şekil 4.29. Güneyce Formasyonunda görülen tektonik etkiler (Lokasyon Direkli köyü) a) Devrik eklemli tabakalar b) Kıvrımlamalar



Şekil 4.30. Güneyce Formasyonundaki düşey konumlu ince laminalı kırılğan kiltaşları (a) kiltaşlarında görülen oval, üçgen erime yapıları (b) (Savköy güneyi)



Şekil 4.31. Alt seviyelerden alınan MK2b örneğine ait ince kesit görüntüleri



Şekil 4.32. Üst seviyelerden alınan Mk3 nolu örneğe ait ince kesit görüntüleri

Dokanak : Güneyce Formasyonu, Karabayır formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir. Gökdere formasyonu tarafından aşıl uyumsuz olarak örtülür. Diğer birimlerle olan dokanakları ise tektoniktir (Şekil 4.35.).

Kalınlık : Birimin kalınlığı 700 m civarındadır.

Fosil kapsamı ve Yaş:

Formasyonun ince kesitlerin incelenmesi ile Planktik foraminiferlerden; *Globigerinoides* sp. ?*Rotalia* sp., Globigerinid formlar tespit edilmiştir (Şekil 4-33.).



Şekil 4.33. Güneyce formasyonunda MK2b no'lu örnekte gözlenen planktik foraminiferler a) *Globigerinoides* sp b) ?*Rotalia* c) Globigerinid form

Bentik Foraminiferlerden; *Lepidocyclina* sp., *Discocyclina* sp., *Amphistegina* sp., *Nummulites* sp., *Calcarinana* sp. ve Rotalidler tespit edilmiştir (Şekil 4.34.). Birimin yaşı fosil kapsamına göre Alt Miyosen olarak belirlenmiştir.

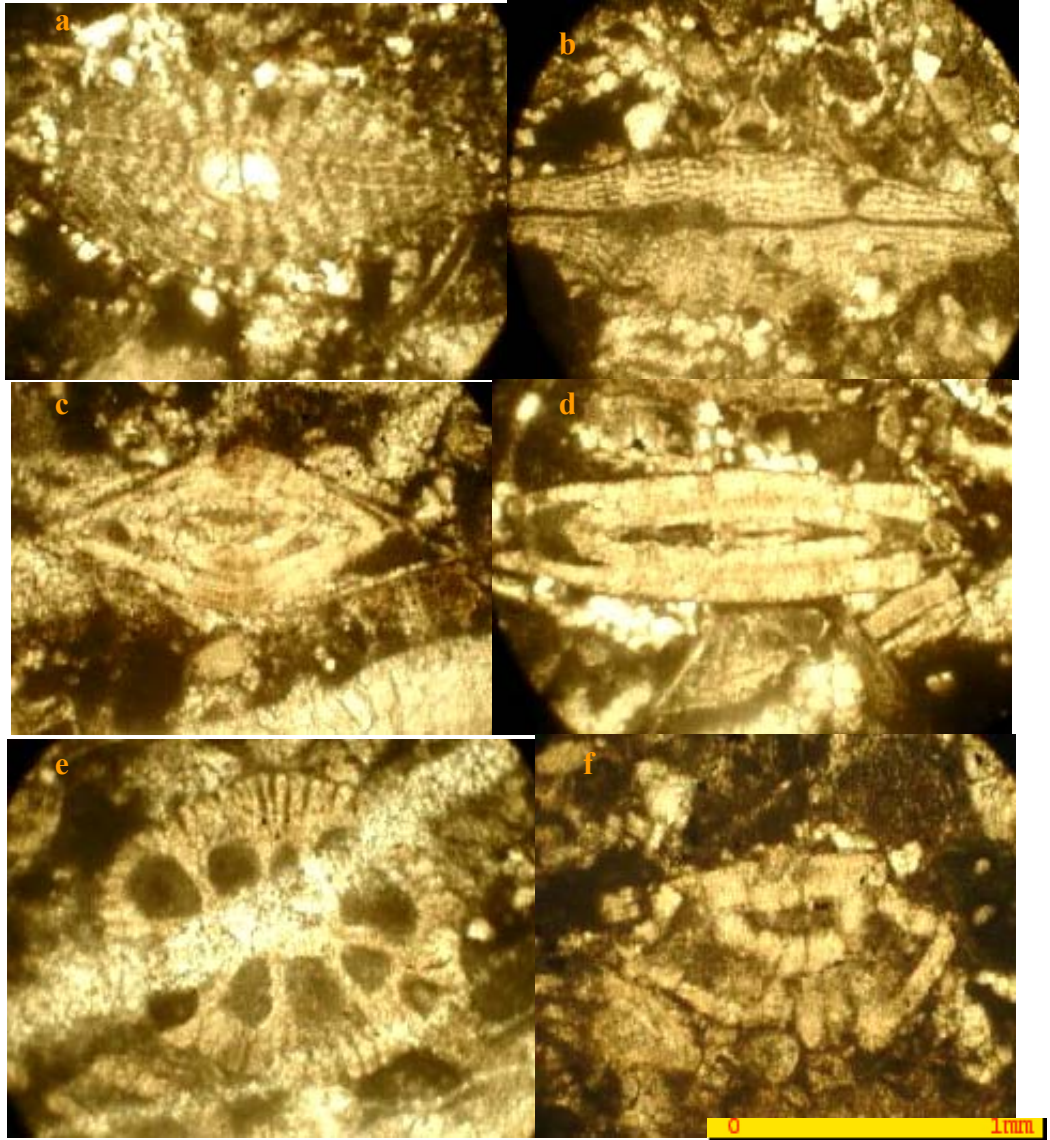
Ortam : Birim fazla derin olmayan bir denizde çökelmiştir. Ancak kumtaşları içerisinde gözlenen bazı derin deniz iz fosilleri birimin yeryer derinleşen bir ortamdada çökeldiğini göstermektedir.

Sayısal veriler :

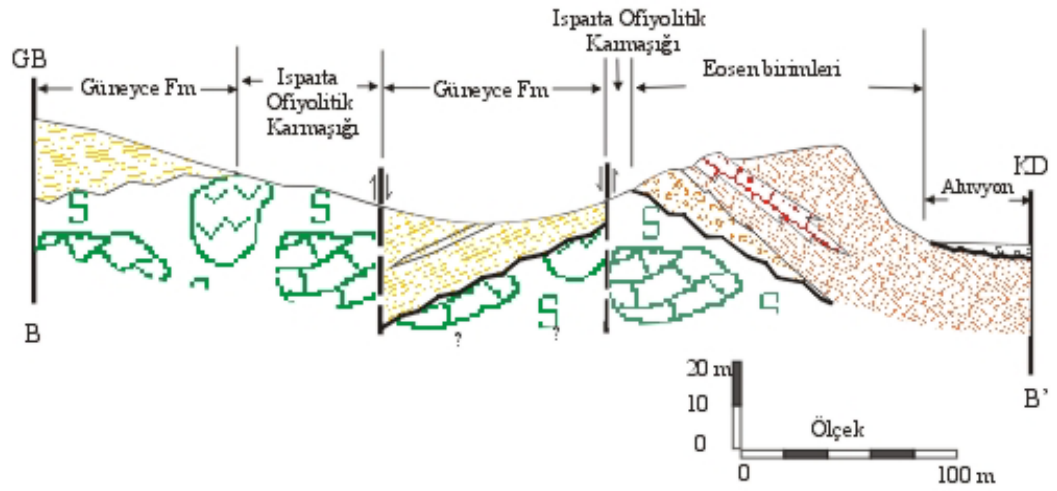
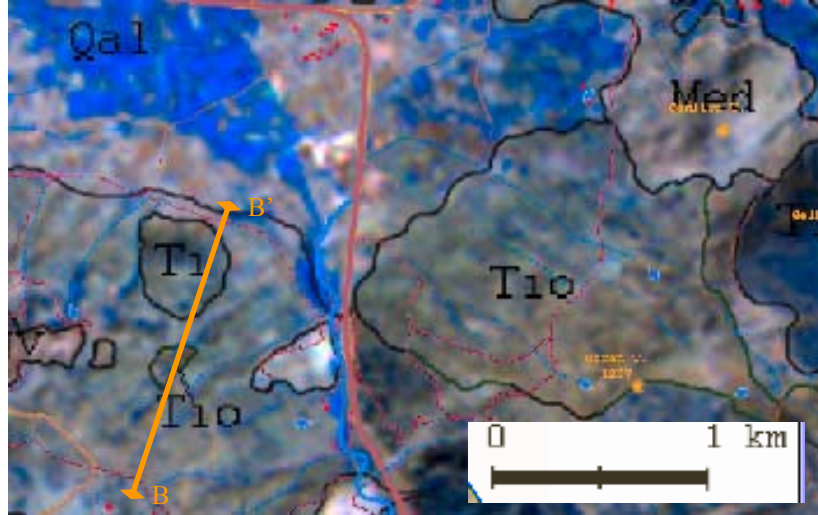
Topoğrafya: 67,25 km² yayılıma sahiptir (Şekil 4.37.). Topoğrafik olarak 950m ile 1500m kotları arasında kalan seviyede yüzeylenmektedir. Oldukça engebeli bir topoğrafya hakimdir. Tepeler ve derin vadiler gözlenir. Arazinin bakı haritasına göre en yoğun eğimlenme doğuya ve güneye doğrudur. (Şekil 4.36.).

Drenaj: Killi seviyelerde ince dentritik drenaj ağı hakimdir. Genel görünüş itibariyle dentritik drenaj ağı ve paralel drenaj ağı gözlenmektedir..

Bitki örtüsü: Yoğun bir bitki örtüsü gözlenmektedir. Bitki örtüsünü kumlu seviyelerde seyrek makiler killi seviyelerde ise kısa ağaçlar ve sık makiler gözlenir.



Şekil 4.34. Güneyce formasyonunda gözlenen bentik foraminiferler a) *Lepidocyclina* sp., b) *Discocyclina* sp., c) *Amphistegina* sp., d) *Nummulites* sp. (taşınmış), e) ?*Calcarinana* sp., f) Rotalidler



Şekil 4.35. Güneyce Formasyonu ve diğer birimlerle olan ilişkisini gösteren en kesit (Görmüş ve diğ., 2001'den değiştirilerek).

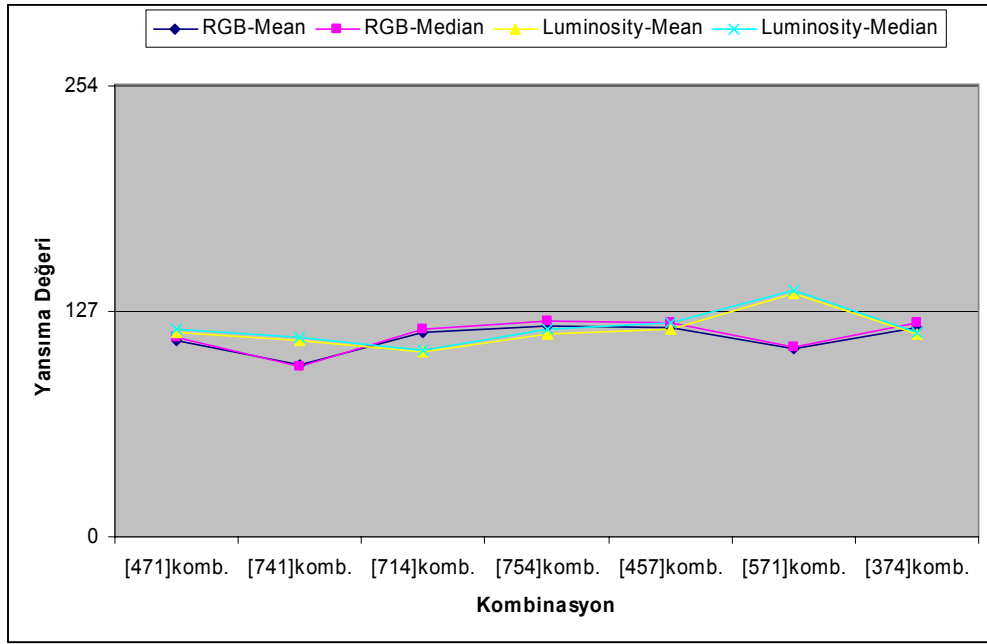
Spektral değerler : Güneyce Formasyonu'nun spektral yansımaya değerleri ölçülmüş ve çeşitli kombinasyonlardaki (Çizelge 4.10.) ve 1, 2, 3, 4, 5 ve 7. bantlardaki yansımaya değerleri (Çizelge 4.11). çizelgelerde verilmiştir. Yansımaya değerleri Kanallara (RGB) ve Parlaklığa (Luminosity) göre çıkarılmıştır. Mean değeri yansımaların aritmetik ortalamasını, Median değeri ise genel ortalamasını göstermektedir.

Renk : LS7 ETM+ 471 bant kombinasyonunda Bitki örtüsü bulunmayan, çıplak kayalık alanlar yeşil ve tonlarında görülmektedir, bitki örtüsüne sahip alanlar ise kırmızı ve tonlarında görülmektedir. Su tutma özelliğine sahip bölgeler ise mavi ve

tonlarında görülmektedir (Şekil 4.37.). LS7 ETM+ 754 kombinasyonunda ise kayalar kırmızı, bitkiler mavi ve ayrışma yüzeyleri yeşil tonlarındadır (Bkz.Şekil 4.35.).

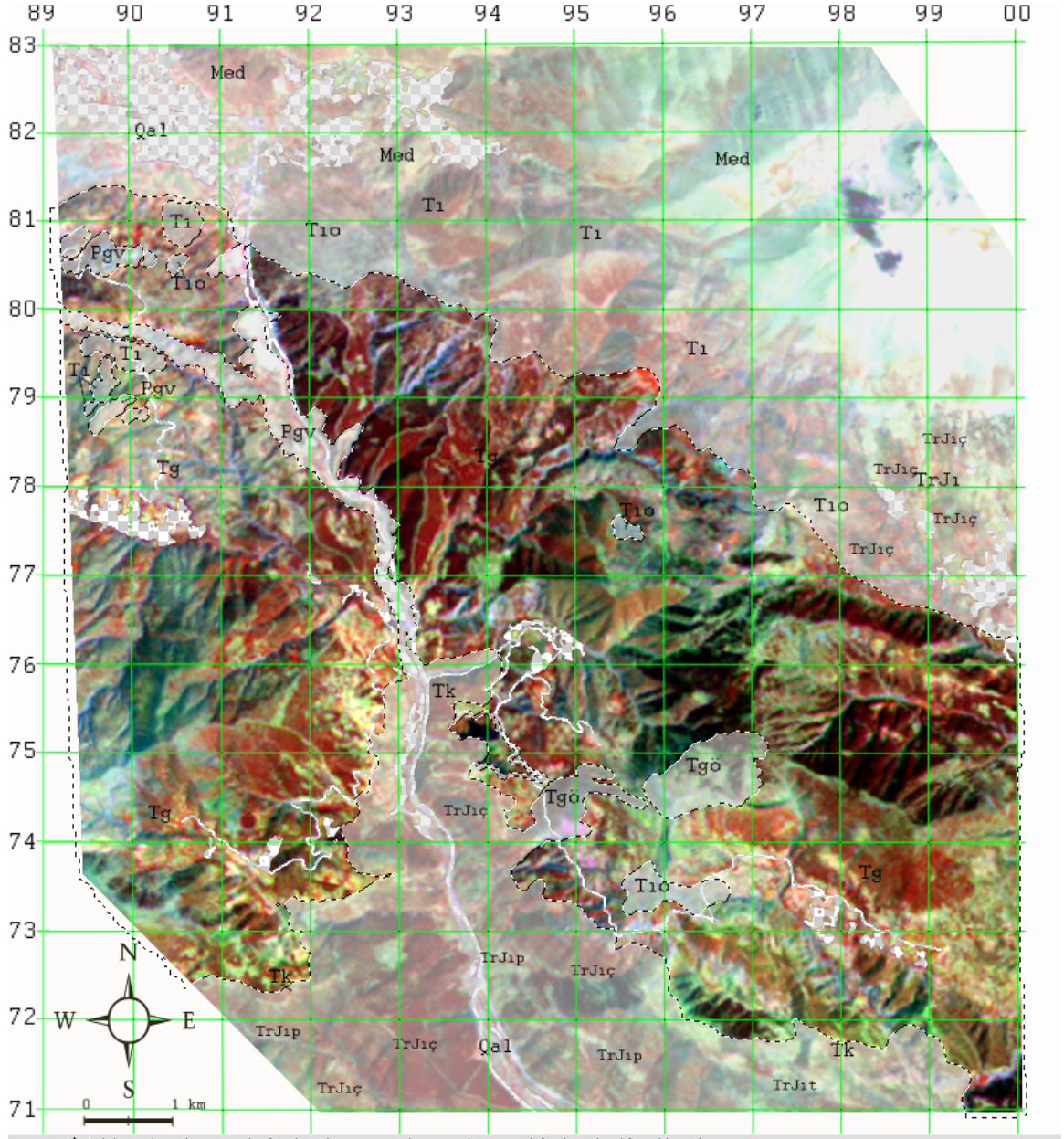
Çizelge 4.10. Güneyce Formasyonu'nun çeşitli kombinasyonlarda yansımaya değerleri ve diyagramları

	[471]komb.	[741]komb.	[714]komb.	[754]komb.	[457]komb.	[571]komb.	[374]komb.
RGB-Mean	110,26	97	114,91	118,67	117,82	105,68	118,09
RGB-Median	112	96	117	122	121	107	121
Luminosity-Mean	115,29	110,39	104,23	114,47	117,18	137,23	114,05
Luminosity-Median	117	112	105	117	121	139	115



Çizelge 4.11. Güneyce Formasyonu'nun LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansımaya değerleri.

	[1.bant]	[2.bant]	[3.bant]	[4.bant]	[5.bant]	[7.bant]
RGB-Mean						
RGB-Median						
Luminosity-Mean	115,29	110,39	104,23	114,47	117,18	111,34
Luminosity-Median	117	112	105	117	121	113



Şekil 4.37. Güneyce Formasyonu'nun LS7 ETM+ 471 kombinasyonunda görünümü ve yayılımı.

4.1.6. Gökdere Formasyonu:

Tanım ve yayılım : Birim adını en iyi gözleendiği yer olan inceleme alanı dışındaki Aşağı Gökdere köyünden almıştır. Birimi çeşitli araştırmacılar farklı isimler ile tanımlamışlardır. Poisson ve Gutnic (1968) “Tortoniyen konglomeraları”, Poisson (1977) “Aksu Çakıtaşı”, Akbulut (1980) “Aksu Çay formasyonu”, Akay ve diğ. (1985) “Aksu formasyonu”, Yalçinkaya ve diğ. (1986) “Gökdere formasyonu”,

Yalçinkaya (1989) “Gavurdüzü formasyonu” gibi. Gökdere Formasyonu inceleme alanında İmrezi mahallesinin güney ve güney doğusunda dar bir alanda gözlenir.

Litoloji : Kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, yer yer çakıltaşı düzeylerinden oluşan karasal birimlerle başlar. Üste doğru bej-gri rekli, orta-kalın katmanlı kireçtaşları (Şekil 4.38.a), sert-sıkı, orta-kalın katmanlı, yer yer masif görünümlü karbonat çimentolu, polijenik çakıllı, konglomeralardan oluşur. Konglomeraların arasında yer yer ince kumtaşı ve çamurtaşı seviyeleri gözlenir. Konglomera ve kumtaşları oldukça kırılığandır sunarlar (Şekil 4.38b.).



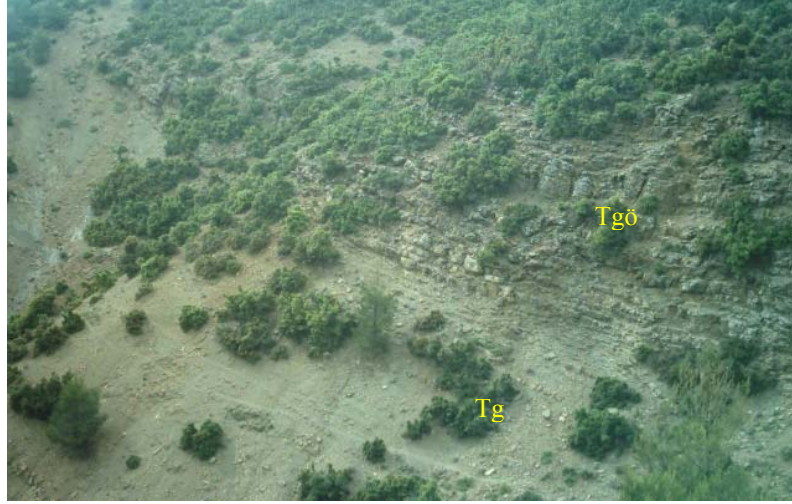
Şekil 4.38. a) Gökdere Formasyonu’nda görülen kalın katmanlı kireçtaşları b) Bol kırıklı kumtaşları ile üstünde gözlenen kmt ve konglomeralar (Lokasyon: İmrezi güneyi).

Dokanak : Gökdere formasyonu altındaki Güneyce formasyonu ile yer yer açılal uyumsuzdur. Üstünde ise uyumsuz olarak Gölcük Volkanitleri yer alır (Şekil 4.39.).

Kalınlık : Formasyon inceleme alanında yaklaşık 200 m kalınlığa sahiptir

Fosil ve yaş : Poisson ve diğ (1965-1984) ve Akbulut (1980) formasyonun Tortoniyen-Hessiniyen, Yalçinkaya (1989) Orta-Üst Miyosen yaşlı olduğunu belirtmişlerdir.

Ortam : Formasyon orojenez sonrası molas tipi çökelleri yansıtmaktadır. Formasyon genellikle sığ ortam ürünüdür. Ancak yüksekliklere göre denizel ortamda da oluşumunu sürdürmüştür.



Şekil 4.39. Güneyce Formasyonu ve Gökdere Formasyonu'nun dokanağı (Lokasyon: GPS 294017E 4176512N, İmrezi kuzeyi).

Sayısal veriler :

Topoğrafya: 2,04 km² yayılıma sahiptir (Şekil 4.41.). Topoğrafik olarak 1250m ile 1550m kotları arasında kalan seviyede yüzeylenmektedir. Tepelerden oluşan bir morfolojiye sahiptir. Arazinin bakı haritasına göre genelde düz bir topoğrafya hakimdir, yamaçların eğimi ise kuzeye doğru daha yoğundur (Şekil 4.40.).

Drenaj: Drenaj ağı gelişmemiştir.

Bitki örtüsü: Pek sık olmayan bir bitki örtüsü gözlenmektedir. Karbonatlı seviyelerinde makiler yer almaktadır.

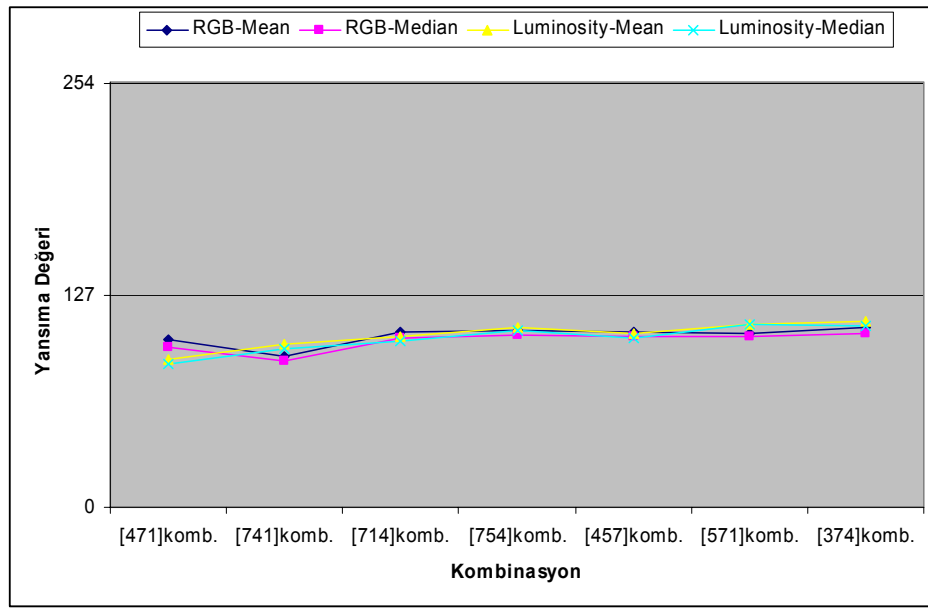
Spektral değerler : Gökdere Formasyonunun spektral yansımaya değerleri ölçülmüş ve çeşitli kombinasyonlardaki (Çizelge 4.12.) ve 1, 2, 3, 4, 5 ve 7. bantlardaki yansımaya değerleri (Çizelge 4.13.). çizelgelerde verilmiştir. Yansımaya değerleri Kanallara (RGB) ve Parlaklığa (Luminosity) göre çıkarılmıştır. Mean değeri yansımaların aritmetik ortalamasını, Median değeri ise genel ortalamasını göstermektedir.

Renk : LS7 ETM+ 471 bant kombinasyonunda Bitki örtüsü bulunmayan, çıplak kayalık alanlar yeşil ve tonlarında görülmektedir, bitki örtüsüne sahip alanlar ise

kırmızı ve tonlarında görülmektedir. Su tutma özelliğine sahip bölgeler ise mavi ve tonlarında görülmektedir (Şekil 4.41.).

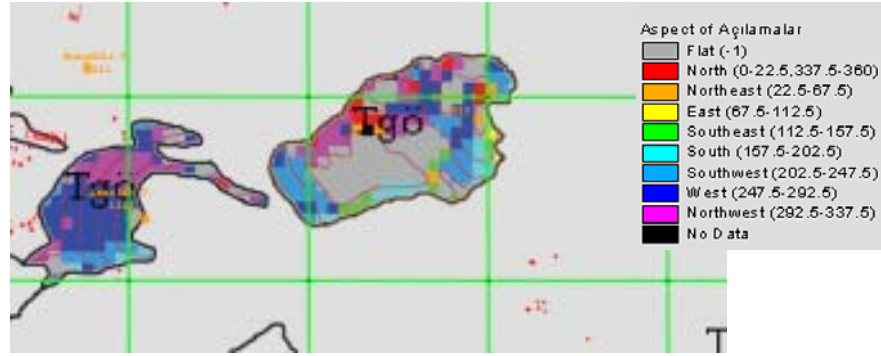
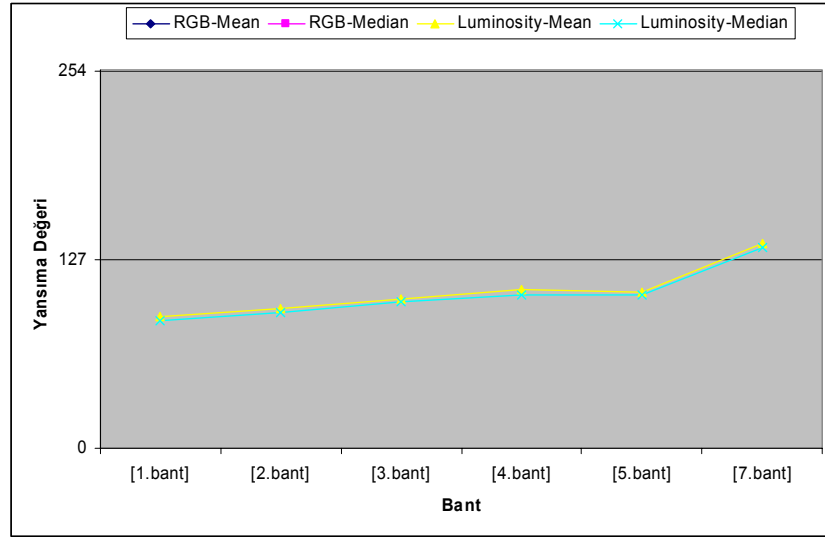
Çizelge 4.12. Gökdere Formasyonu'nun çeşitli kombinasyonlarda yansıma değerleri ve diyagramları

	[471]komb.	[741]komb.	[714]komb.	[754]komb.	[457]komb.	[571]komb.	[374]komb.
RGB-Mean	100,61	90,72	105,22	106,36	105,51	104,37	107,99
RGB-Median	96	88	101	103	102	102	104
Luminosity-Mean	88,24	98,02	101,93	107,52	104,15	110,05	111,12
Luminosity-Median	86	95	100	106	101	110	109

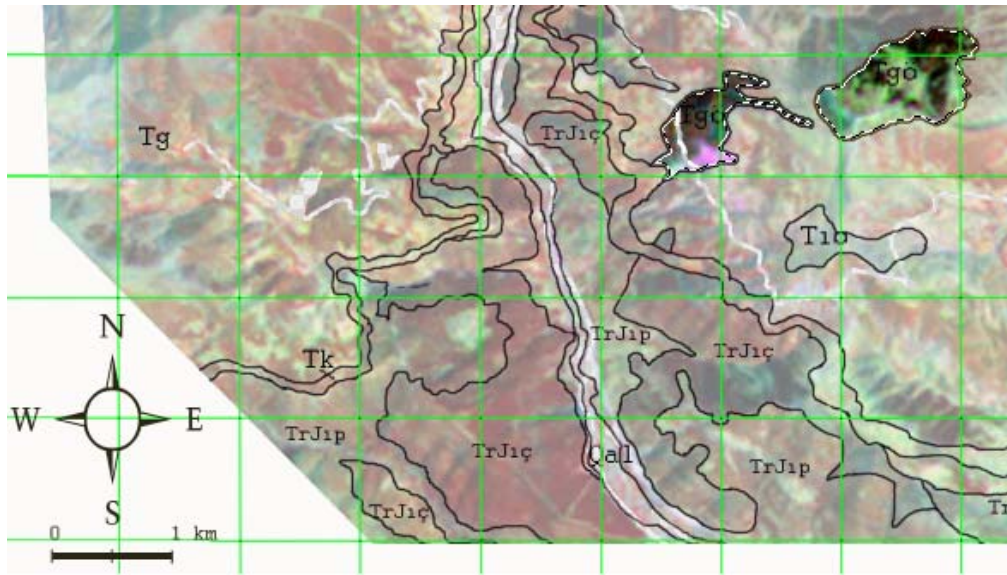


Çizelge 4.13. Güneyce Formasyonu'nun LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansıma değerleri.

	[1.bant]	[2.bant]	[3.bant]	[4.bant]	[5.bant]	[7.bant]
RGB-Mean						
RGB-Median						
Luminosity-Mean	88,24	93,88	100,5	107,13	104,78	138,33
Luminosity-Median	86	91	99	103	103	135



Şekil 4.40. Gökdere Formasyonu'nun bakı haritası.



Şekil 4.41. Gökdere Formasyonu'nun yayılım alanı ve Landsat 7 ETM+ 471 görüntüsü.

4.1.7. Gölcük Volkanikleri (pgv):

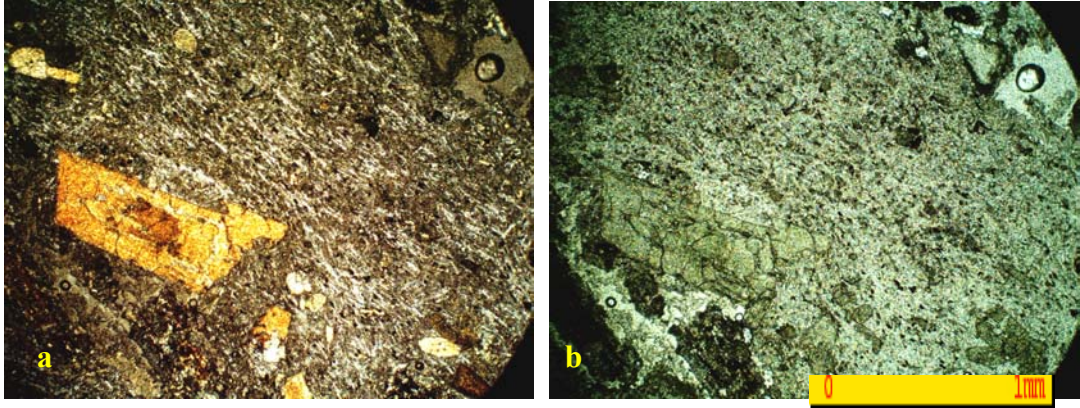
Tanım ve yayılım: Birim adını inceleme sahası dışında bulunan Gölcük gölünden almıştır (Kazancı ve Karaman, 1988).

Birim inceleme alanında Isparta-Antalya karayolu boyunca ve Köhke dere vadisinin doğusu boyunca volkanoklastikler şeklinde ve Savköy, Kızıldağ, Asarlık tepede dayklar şekline gözlenmektedir.

Litoloji: Birim, volkanoklastikler ve andezitik-trakiandezitik dayklar şeklinde iki birime ayrılabilir. Tüfler gevşek tutturulmuş beyaz renkli aglomera seviyeleri ile başlar. Aglomeralar içerisinde boyları 3-10 cm arasında değişen pomza çakılları bulunur. Tüfler gri, bej, kırmızımsı renkli, çoğunlukla volkanik kaya kırıntıları içerir. Bunlardan andezit kırıntısında porfirik doku içerisinde andezin minerali yer alır. Daha üst seviyelere ise pekleşmiş zeolit içeren volkanoklastik seviyeler ile devam ederler. Gözenekli yapıdadırlar. Kül tüflerin bileşiminde yer alan egemen maddeleri %95 oranında vitrofirik cam, kalanını da piroksen ve litik materyaller meydana getirir (Bilgin ve diğ., 1990). Dayklar ise andezitik ve trakiandezitik bileşimdedir. Ayırışma yüzeyleri gri, koyu gri, pembemsi renklindedir.

Alınan kayaç örneklerinden yapılan incekesitlerin incelemesi sonucunda kayacın mikrolitlerden oluşan matriks ve çoğunlukla klinopiroksenler (ojit) ve bunun yanında az miktarda biyotitlerin oluşturduğu fenokristallerden oluştuğu gözlenmiştir. Matriks kısmı ağırlıklı olarak mikrolit boyutunda plajioklas ve bunun yanında azda olsa yine mikrolitik ya da küçük öz şekilsiz piroksen kristallerinden oluşmaktadır. Yine kayaç içerisinde düzensiz dağılımlı küçük özşekilsiz opak mineraller yer almaktadır. Fenokristaller halinde yer alan piroksen mineralleri, dilinim ve kenara göre eğik sönme gösterirler. Tek nikolde açık yeşilimsi pleokroizma, çift nikolde I.dizi üst ile II. Dizi girişim renkleri ile zonlu sönme göstermektedirler. Biyotitler tek nikolde kahverengimsi pleokroizma sunar. Çift nikolde puls sönme ve paralel sönme gösterirler. Kenar ve dilinimlerinden itibaren kısmen opaklaşmışlardır. Kayacın matriks kısmında azda olsa karbonatlaşma gözlenmektedir. Matriksi oluşturan tüm mikrolitik bileşenler ve prizmatik, levhamsı iri kristaller akma doğrultusu yönünde paralel dizilim gösterirler (sözlü görüşme, Dr. Ömer Elitok,SDÜ) (Şekil 4.42).

Bu volkanik kayalardan andezitlerde andezin, mika mineralleri ile hornblendler porfiritik bir dokuda yer alırlar. Trakianezitlerde ise mika mineralleri ve hornblendlerin yanısıra sanidin kristalleri gözlenmektedir. Bunlar çoğunlukla altere olmuş olup andezitlerde hızlı soğumaya bağlı olarak gelişen eksfoliasyon yapıları gelişmiştir, ayrıca soğuma çatlakları ve yöredeki tektonizma etkisi altında oluşmuş çatlaklarda gözlenmektedir (Şekil 4.43.).

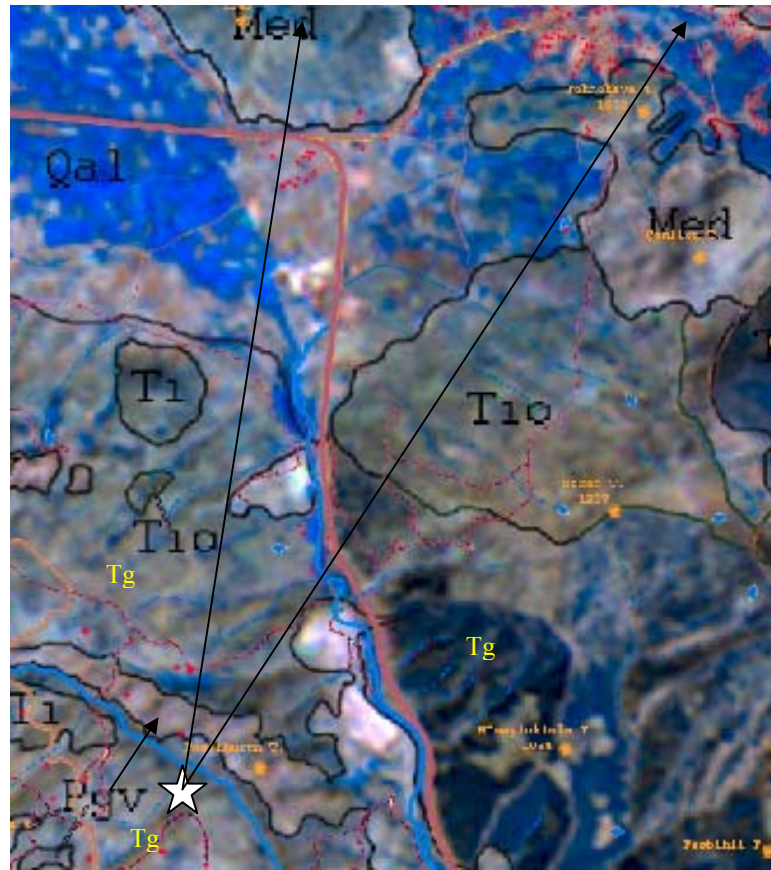
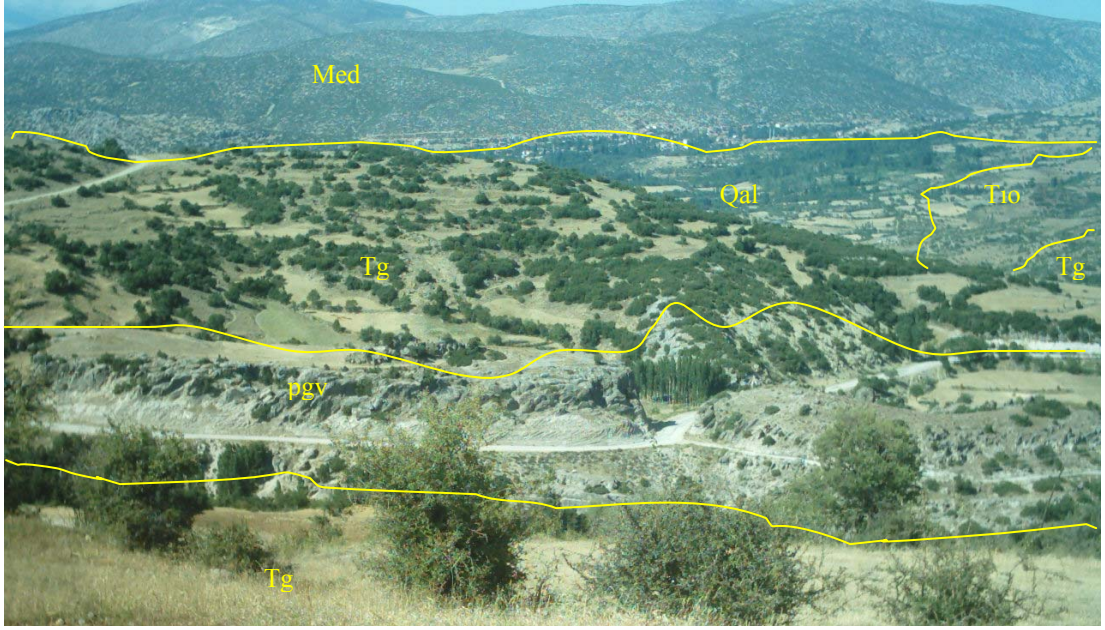


Şekil 4.42. Andezitlere ait incekesit görüntüleri 4*10x a)Ç.N. b)T.N.



Şekil 4.43. Andezitlerde gözlenen soğuma çatlakları ve eksfoliasyonlar.

Dokanak : Gölcük volkanitleri altındaki birimler ile uyumsuzdur. Volkanoklastikler diğer birimler üzerine uyumsuz olarak gelmişler ve dayklar tüm bu birimleri uyumsuz olarak keserek yerleşmişlerdir (Şekil 4.44.).



Şekil 4.44. Volkanoklastikler ve diğer birimler ile olan ilişkisi. (Direkli kuzeyinden Savköy'e bakış)(Simgeler: Bkz. Kısaltma ve simgeler)

Kalınlık : Diğer birimleri keserek çıkan daykların kalınlıkları oldukça fazladır. Volkanoklastikler ise 100 m. civarında kalınlık sunarlar.

Yaş ve Ortam: Yalçınkaya ve diğ. (1986), Yalçınkaya (1989) ve Bilgin ve diğ. (1990) tarafından bu tüflerin yaşı Pliyosen olarak kabul edilir. Gölcük volkanitleri genç tektonik hareketler bağlı olarak oluşan fayların zayıflık zonları boyunca ve Gölcük kraterinden yüzeye çıkarak yayılmışlardır. Tüflerin atmosferik koşullar altında karasal ortamda çökeldiği düşünülür. Bunun en önemli işareti tek tip tortul bulunuşudur.

Sayısal veriler :

Topoğrafya: 1,54 km² yayılıma sahiptir (Şekil 4.46.). Topoğrafik olarak 950m ile 1300m kotları arasında kalan seviyede yüzeylenmektedir. Dayklar çivi ya da sırt şeklindedir. Volkanoklastiklerde düzensiz vadiler gözlenmektedir. Volkanoklastikler genellikle düz bir topoğrafya gösterirler, yamaçları ise çoğunlukla doğu ve kuzeydoğuya doğru eğimlidir. (Şekil 4.45.).

Drenaj: Volkan çivilerinde ışınsal drenaj ağı görülmektedir. Volkanoklastiklerde ise düzensiz bir drenaj görülmektedir.

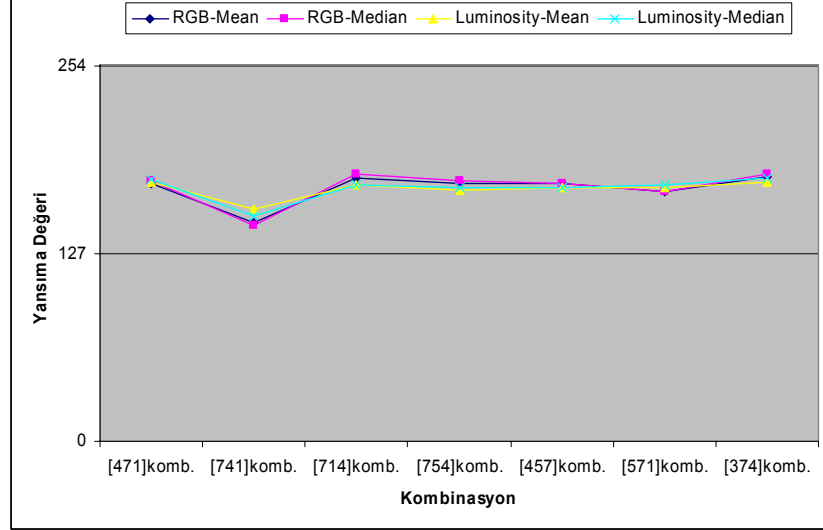
Bitki örtüsü: Bitki örtüsünü seyrek makiler oluşturur. Genellikle çıplak bir arazi görülür.

Spektral değerler : Gölcük volkaniklerinin spektral yansıma değerleri ölçülmüş ve çeşitli kombinasyonlardaki (Çizelge 4.14.) ve 1, 2, 3, 4, 5 ve 7. bantlardaki yansıma değerleri (Çizelge 4.15.). çizelgelerde verilmiştir. Yansıma değerleri Kanallara (RGB) ve Parlaklığa (Luminosity) göre çıkarılmıştır. Mean değeri yansımaların aritmetik ortalamasını, Median değeri ise genel ortalamasını göstermektedir.

Renk : LS7 ETM+ 471 bant kombinasyonunda Bitki örtüsü bulunmayan, çıplak kayalık alanlar yeşil ve tonlarında görülmektedir, bitki örtüsüne sahip alanlar ise kırmızı ve tonlarında görülmektedir. Su tutma özelliğine sahip bölgeler ise mavi ve tonlarında görülmektedir (Şekil 4.46.). 754 kombinasyonunda ise çıplak kayalar kırmızı bitki örtüsü mavi ve tonlarında görülmektedir (Bkz.Şekil 4.44.).

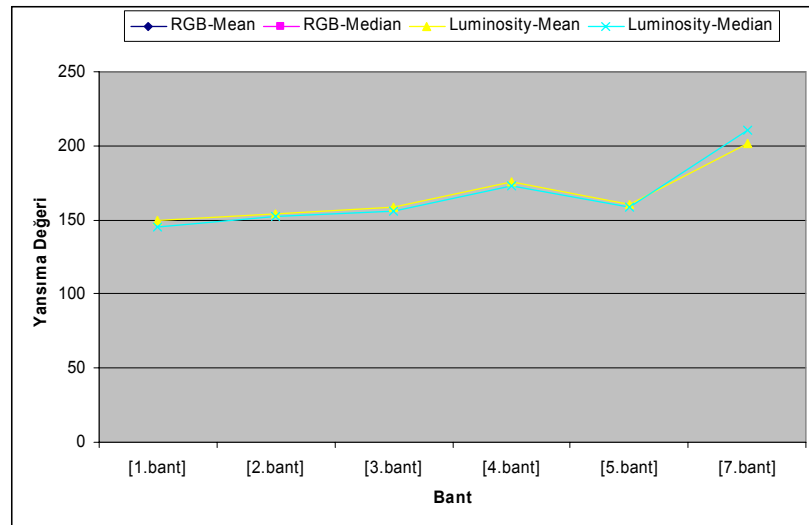
Çizelge 4.14. Gölcük Volkanikleri'nin çeşitli kombinasyonlarda yansıma değerleri ve diyagramları

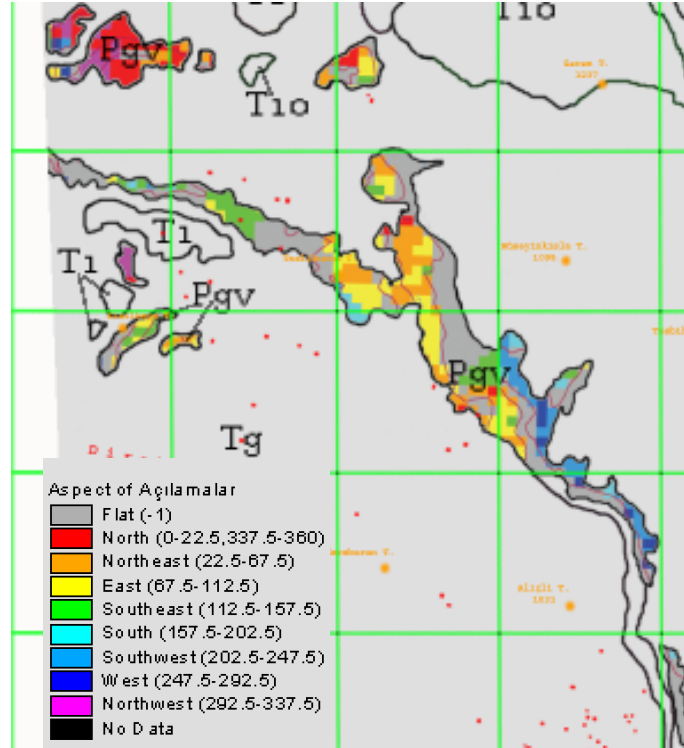
	[471]komb.	[741]komb.	[714]komb.	[754]komb.	[457]komb.	[571]komb.	[374]komb.
RGB-Mean	174,24	147,94	178,41	174,9	174,13	169,18	178,73
RGB-Median	176	146	181	176	175	169	181
Luminosity-Mean	175,81	157,18	173,26	170,23	171,89	171,43	175,79
Luminosity-Median	177	153	174	172	172	174	178



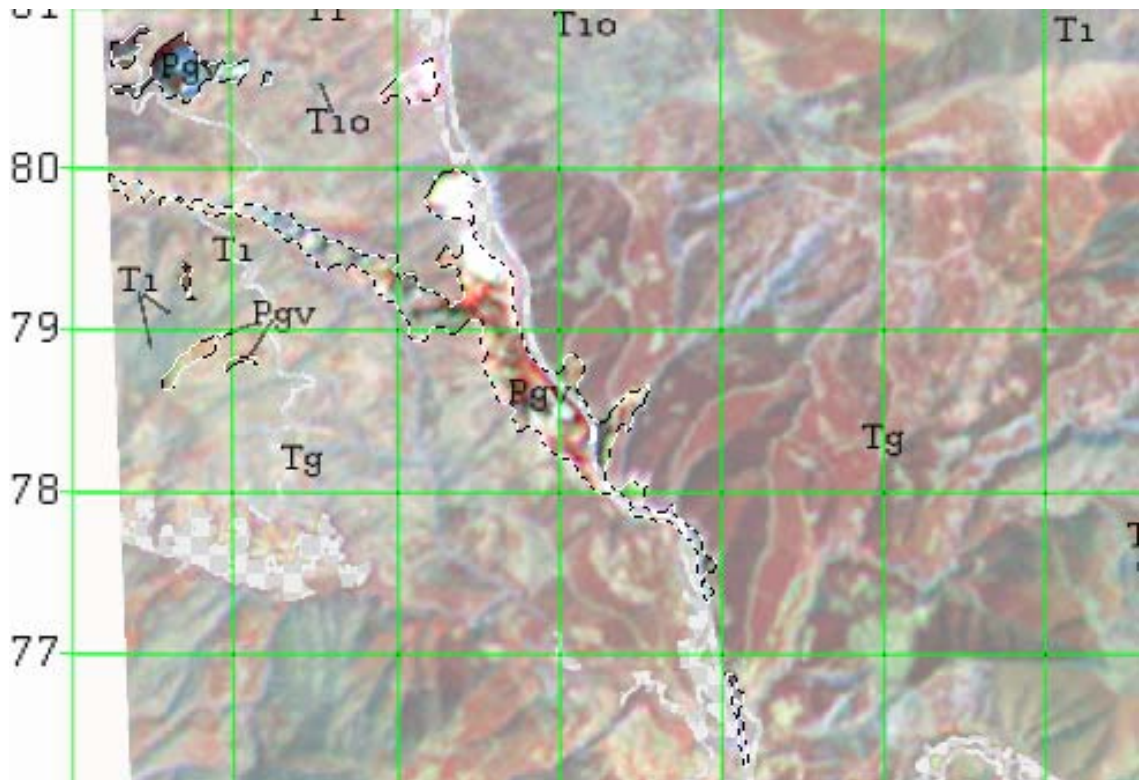
Çizelge 4.15. Gölcük Volkanikleri'nin LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansıma değerleri.

	[1.bant]	[2.bant]	[3.bant]	[4.bant]	[5.bant]	[7.bant]
RGB-Mean						
RGB-Median						
Luminosity-Mean	149,72	154,38	158,46	175,38	159,96	202,03
Luminosity-Median	145	152	156	173	159	211





Şekil 4.45. Volkaniklerin bakı haritası.



Şekil 4.46. Volkaniklerinin yayılımı ve LS7 ETM+ 471 görüntüsü.

4.1.9. Güncel sedimanlar (Qal):

Çalışma alanının kuzey doğusunda, Ispartaçay vadisinde dar bir alanda, Savköy civarında, Davras dağ eteklerinde gözlenirler (Şekil 4.47.).

Güncel sedimanlar, bölgedeki kaya birimlerinden taşınarak biriken tutturulmamış çakıl, kum, silt boyutundaki malzemelerden oluşur Taş ocakları mevki ve Davras dağ eteklerinde gözlenen yamaç molozları, kitle hareketlerine bağlı olarak oluşan kaya bloklarından ve taşınmış çakıllardan oluşmaktadır.

Sayısal veriler :

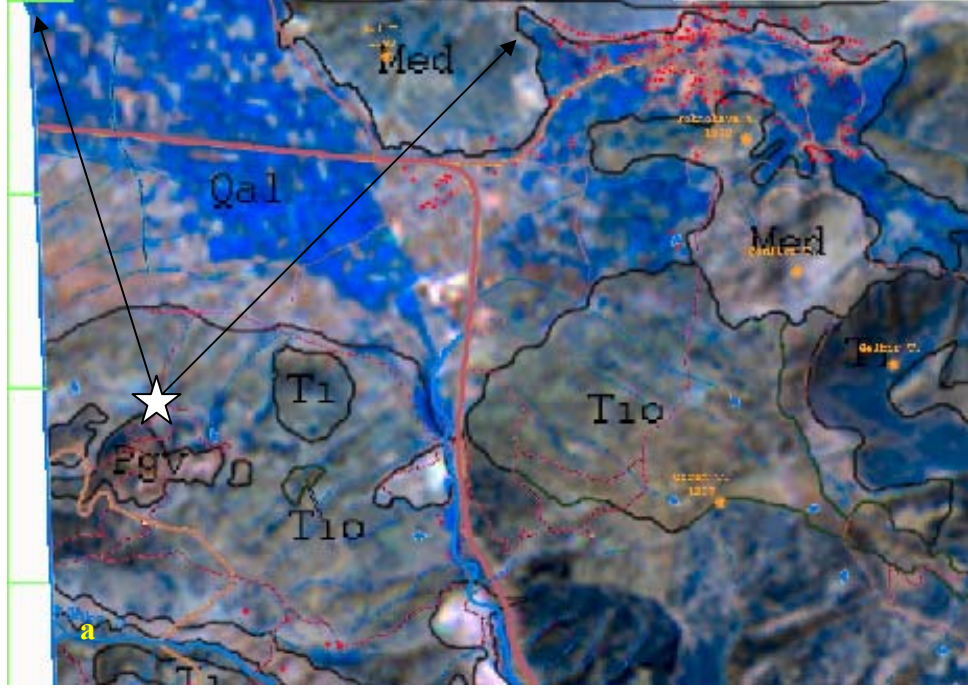
Topoğrafya: 5,64 km² yayılıma sahiptir (Şekil 4.49.). Topoğrafik olarak 800m ile 950m kotları arasında kalan seviyelerde gözlenmektedir. Düz bir topoğrafyaya sahiptir, alüvyonlar Savköy'de batıya doğru eğimlidir (Şekil 4.48.).

Drenaj: Drenaj ağı kaba dentritiktir.

Bitki örtüsü: Tarım bitkileri ve dere içlerinde su bitkileri gözlenir.

Spektral Değerler : Güncel sedimanların 1, 2, 3, 4, 5 ve 7. bantlardaki yansıma değerleri Çizelge 4.16. da verilmiştir. Yansıma değerleri Parlaklığa (Luminosity) göre çıkarılmıştır. Mean değeri yansımaların aritmetik ortalamasını, Median değeri ise genel ortalamasını göstermektedir.

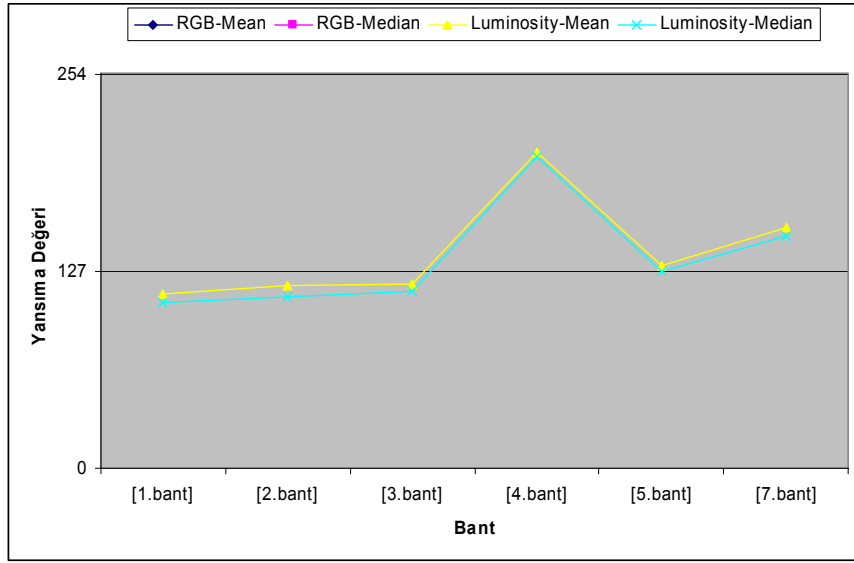
Renk : LS7 ETM+ 471 bant kombinasyonunda Bitki örtüsü bulunmayan, çıplak kayalık alanlar yeşil ve tonlarında görülmektedir, bitki örtüsüne sahip alanlar ise kırmızı ve tonlarında görülmektedir. Su tutma özelliğine sahip bölgeler ise mavi ve tonlarında görülmektedir (Şekil 4.49.). 754 kombinasyonunda ise kayalar kırmızı, bitkiler mavi ve aşınma yüzeyleri yeşil tonlarında görülmektedir (Şekil 4.47.).



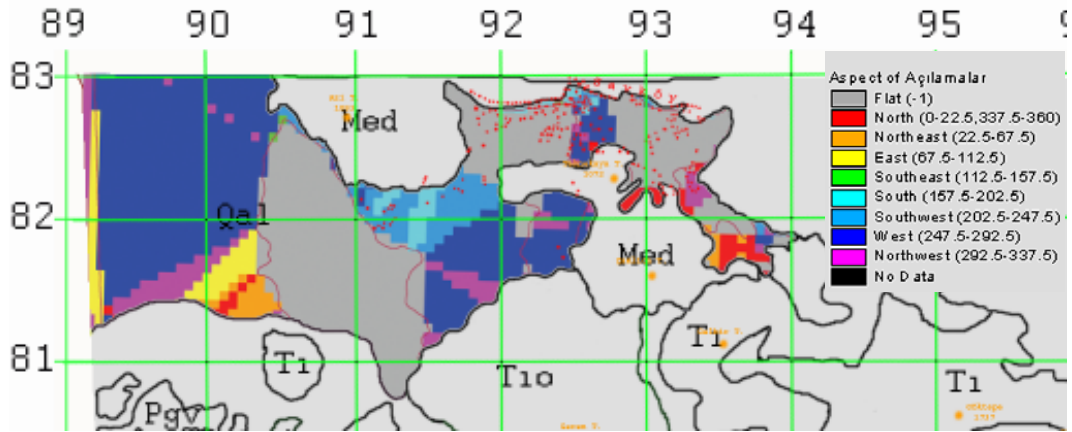
Şekil 4.47. a) LS7 ETM+ 754 görüntüsü b)Güncel sedimanların Savköy batısında yayılımı. (Simgeler: Bkz. Kısaltma ve simgeler)

Çizelge 4.16. Güncel sedimanların LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansıma değerleri.

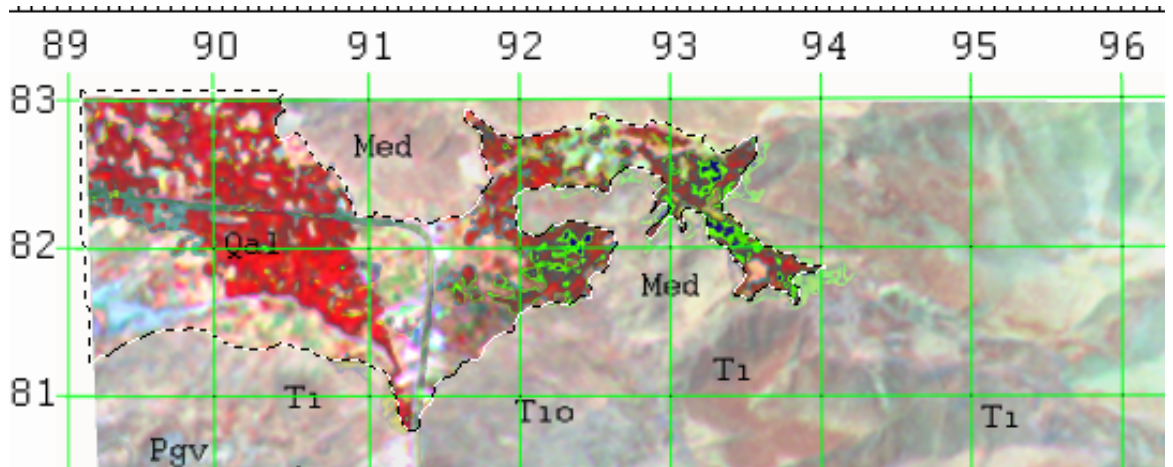
	[1.bant]	[2.bant]	[3.bant]	[4.bant]	[5.bant]	[7.bant]
RGB-Mean						
RGB-Median						
Luminosity-Mean	112,13	118,05	119,2	203,62	130,45	155,21
Luminosity-Median	107	111	114	201	127	150



Çizelge 4.16.'nın devamı



Şekil 4.48. Güncel sedimanların bakı haritası



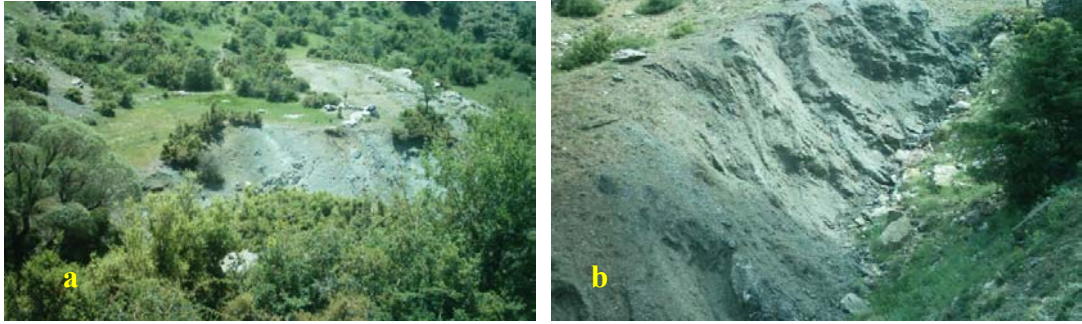
Şekil 4.49. Güncel sedimanların LS7 ETM+ 471 kombinasyonunda görünümü ve yayılımı

4.2. Allohton Birimler

İnceleme alanında allohton konumlu olarak Isparta Ofiyolit Karmaşığı yer almaktadır.

4.2.1. Isparta Ofiyolit Karmaşığı (T10)

Tanım ve yayılım: Birim, araştırma sahasının dışında Isparta-Burdur arasındaki Gökçebağ’ dan “Gökçebağ karmaşığı” olarak tanımlanmıştır (Sarız, 1985). Daha sonra Yalçinkaya (1989) ve Karaman (1994) tarafından “Isparta ofiyolit karmaşığı” ismi uygun görülmüştür. Bu çalışmada da bu isim benimsenmiştir. Savköy güneyinde ve Darıören kuzey batısında geniş ayrıca inceleme alanında çeşitli bölgelerde dar yayılım gösterirler (Şekil 4.50.).



Şekil 4.50. Isparta ofiyolit karmaşığının arazi görünümleri a) Savköy güneyi GPS 292994E 4180579N b) Kışla güneyi GPS 294742E 4175317N

Litoloji: Ofiyolitler serpantin, radyolaritler, çörtler, volkanitler ve kireçtaşları gibi değişik kökenli kayalardan oluşmaktadır. Arazide daha ziyade kırmızı renkli radyolaritler ile yeşil renkli serpantinlerin biribiri içinde karıştığı şekillerde gözlenen ofiyolitler yer yer değişik kayaç çakıllarında bünyelerine almışlardır (Şekil 4.51.).



Şekil 4.51. Isparta ofiyolit karmaşığının ana litolojisini oluşturan radyolarit ve serpantinler (Lokasyon: GPS 292910E 4180374N, Savköy güneyi).

Kalınlık : Ofiyolitler yaklaşık 200 m. kalınlık sunarlar.

Dokanak : Ofiyolitler yöredeki diğer birimler ile tektonik dokanağa sahiptir (Şekil.4.52.) (Bkz.Şekil 4.17, 4.35.).

Fosil ve yaş : Birim içerisindeki kireçtaşı bloklarında bulunan fosiller Triyas-Üst Kretase zaman aralığını gösterdiğinden (Yalçınkaya ve diğ., 1986), oluşum yaşının Mesozoyik; stratigrafik konumuna göre de yerleşim yaşının Paleosen olduğu düşünülmektedir.

Ortam : Ofiyolitlerin okyanus ortası sırtlarda oluşan kayalsı olduğu bilinmekte olup, sahada gözlenen allokton birim olarak ayrılmıştır.



Şekil 4.52. Isparta ofiyolit karmaşığı ve Isparta formasyonu dokanağı (GPS 292994E 4180579N Savköy güneyi)(Simgeler: Bkz. kısaltmalar ve simgeler)

Sayısal veriler :

Topoğrafya: 3,8 km² yayılıma sahiptir (Şekil 4.54.). Topoğrafik olarak 950m ile 1600m kotları arasında kalan seviyede yüzeylenmektedir. Fazla engebeli bir topoğrafya gözlenmemektedir. Genellikle vadi içlerinde ortaya çıkarlar. Arazinin bakı haritasına göre en yoğun eğimlenme kuzeybatıya doğrudur (Şekil 4.53.).

Drenaj: Drenaj ağı gözlenmemektedir.

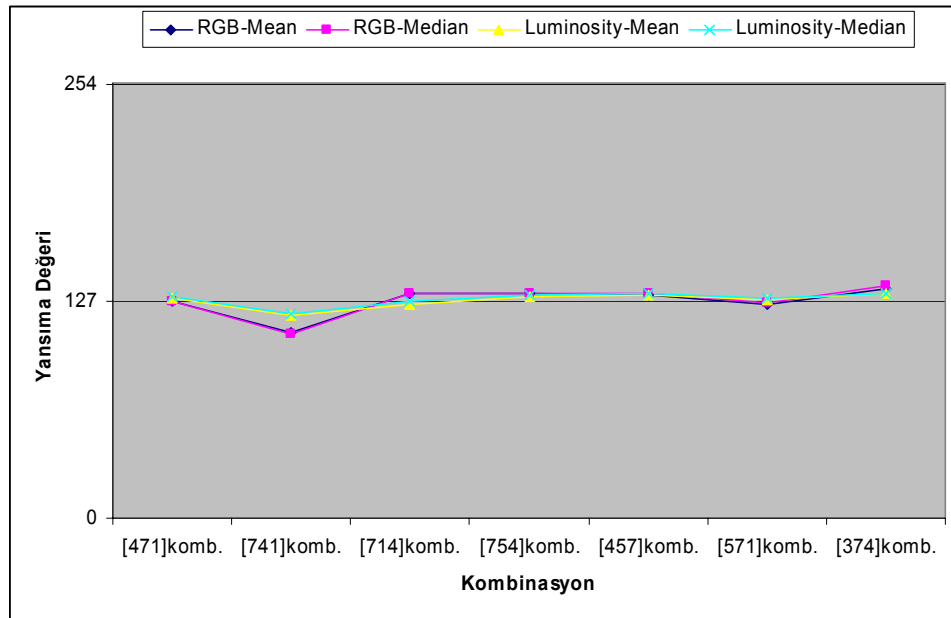
Bitki örtüsü: Yer yer ağaçlandırma sahalarında yüzeylenen birimde genelde bitki örtüsü seyrek.

Spektral değerler : Isparta ofiyolit karmaşığının spektral yansımaları ölçülmüş ve çeşitli kombinasyonlardaki (Çizelge 4.17.) ve 1, 2, 3, 4, 5 ve 7. bantlardaki yansımaları değerleri (Çizelge 4.18.). çizelgelerde verilmiştir. Yansımaları değerleri Kanallara (RGB) ve Parlaklığa (Luminosity) göre çıkarılmıştır. Mean değeri yansımaların aritmetik ortalamasını, Median değeri ise genel ortalamasını göstermektedir.

Renk : LS7 ETM+ 471 bant kombinasyonunda Bitki örtüsü bulunmayan, çıplak kayalık alanlar yeşil ve tonlarında görülmektedir, bitki örtüsüne sahip alanlar ise kırmızı ve tonlarında görülmektedir. Su tutma özelliğine sahip bölgeler ise mavi ve tonlarında görülmektedir (Şekil 4.54.).

Çizelge 4.17. Isparta ofiyolit karmaşığının çeşitli kombinasyonlarda yansımaları değerleri ve diyagramları

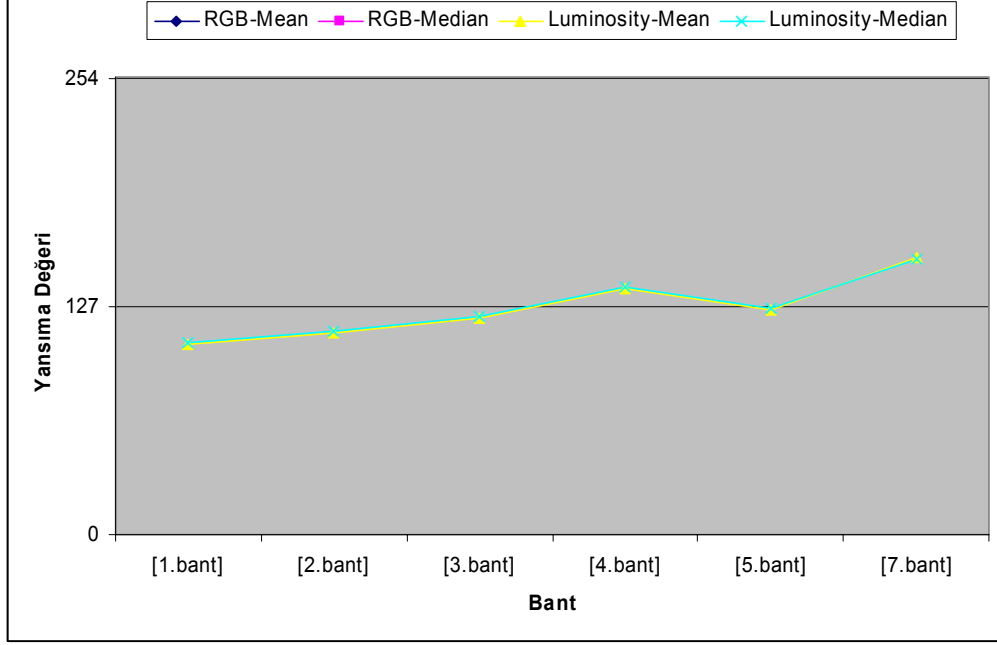
	[471]komb.	[741]komb.	[714]komb.	[754]komb.	[457]komb.	[571]komb.	[374]komb.
RGB-Mean	126,63	108,79	131,29	131,57	130,73	125,29	134,16
RGB-Median	127	108	132	132	132	126	136
Luminosity-Mean	129,25	118,85	125,5	129,58	130,76	128,22	131,57
Luminosity-Median	130	120	127	131	132	129	132



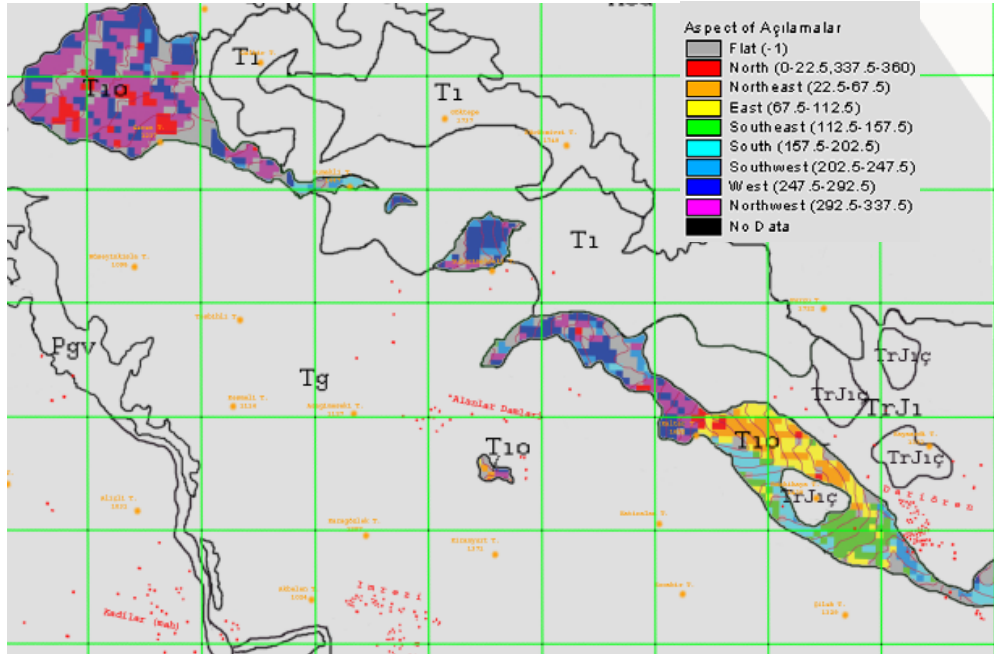
Çizelge 4.18. Isparta ofiyolit karmaşığının LS7 ETM+ 1-2-3-4-5 ve 7. bantlardaki yansımaları değerleri (Devam ediyor)

	[1.bant]	[2.bant]	[3.bant]	[4.bant]	[5.bant]	[7.bant]
RGB-Mean						

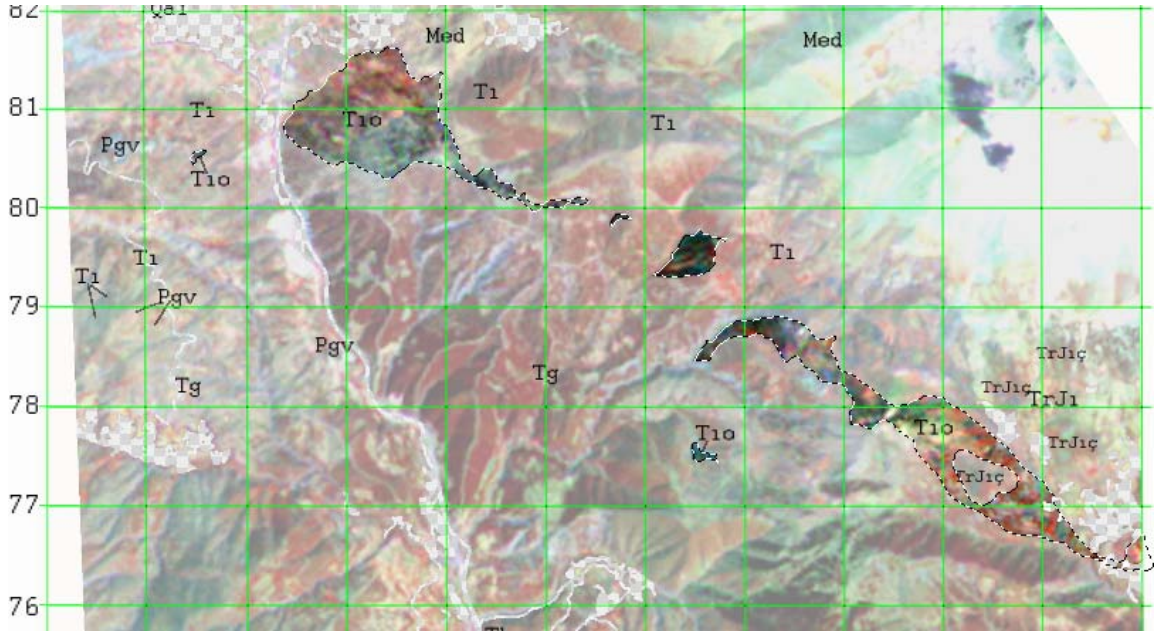
RGB-Median						
Luminosity-Mean	106,19	112,23	120,22	137,02	125,02	154,5
Luminosity-Median	107	113	122	138	126	154



Çizelge 4.18.'nin devamı



Şekil 4.53. Isparta ofiyolit karmaşığının bakı haritası.



Şekil 4.54. LS 7 ETM+ 471 görüntüsünde Isparta ofiyolit karmaşığının görünümü ve yayılımı.

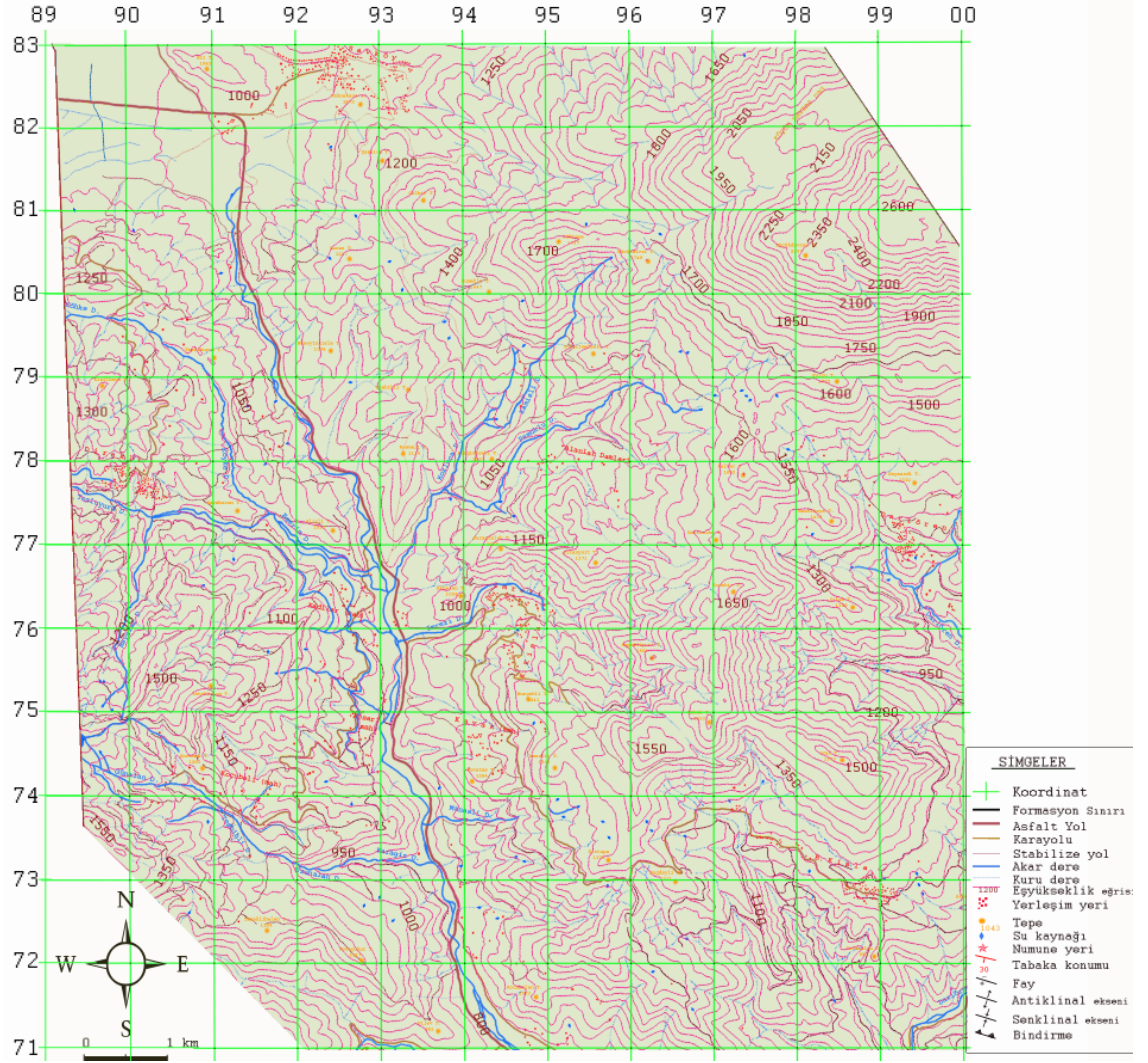
5. UYDU VERİLERİNİN İŞLENMESİ VE HARİTA ALIMI

Bu bölümde değinilen işlemlerin çoğunluğu ilk kez uygulanmakta olan alternatif yöntemlerdir. Uydu verileri ile harita alımı ve diğer çalışmalarda sonuçların daha sağlıklı olabilmesi ve iyi bir çalışma yapabilmek için geçilen aşamalar ayrıntılı olarak anlatılmış ve kullanılan bazı problemler için alternatifler sunulmuştur.

5.1. Dereboğazı çevresinin sayısal altlıklarının hazırlanması

Çalışmanın bu aşamasında Isparta iline ait 1/25.000 ölçekli M25a3, M25a4, M25d1 ve M25d2 topoğrafik haritalar, Yalçınkaya (1989) ve Yalçın (1993) tarafından yapılmış bölgenin jeoloji haritaları ile hava fotoğrafları A3 tarayıcı ile noktada 600 piksel çözünürlüklü olarak taranmış ve bilgisayar ortamına resim (raster) verisi olarak aktarılmıştır. Topoğrafik haritalarda yer alan coğrafi unsurlar Corel Draw 9.0 yazılımı ile vektörel olarak sayısallaştırılmıştır. Bu unsurlar; 50 metrelik kontur çizgileri, grid çizgileri, yollar, dereler, tepe noktaları, yerleşim yerleri ve su kaynaklarıdır (Şekil 5.1.). Aynı yöntemle jeoloji haritalarında da; formasyon sınırları, faylar, kıvrım eksenleri ve tabaka konumları vektörel olarak sayısallaştırılmıştır.

Hazırlanan bu sayısal haritalar Jeoreferanslanmış ve Universal Transverse Mercator (UTM) projeksiyon sisteminde WGS 84 Datum ve kuzey 36. zona göre (Ermapper, 2001) harita koordinatlarına oturtulmuştur.



Şekil 5.1. Çalışma alanına ait sayısal topoğrafik harita

5.2. Dereboğazı çevresinin uydu görüntülerinin hazırlanması

Isparta ve civarına ait 1/1.000.000 ölçekli 1985 Landsat TM ve 2000 Landsat ETM+ uydu görüntülerine ait bantlar, Multispec yazılımı ile açılarak nirengi noktaları belirlenmiş ve koordinatları kaydedilmiştir. Çalışma alanını kapsayan bölge, bu görüntülere ait her bir banttan kesilerek tiff (tag image file format) dosya formatında kaydedilmiştir. Elde edilen ham görüntüler Adobe Photoshop yazılımında açılarak doğru bir görsel görüntü yorumlaması yapılabilmesi için bir takım işlemlerden geçirilmiştir.

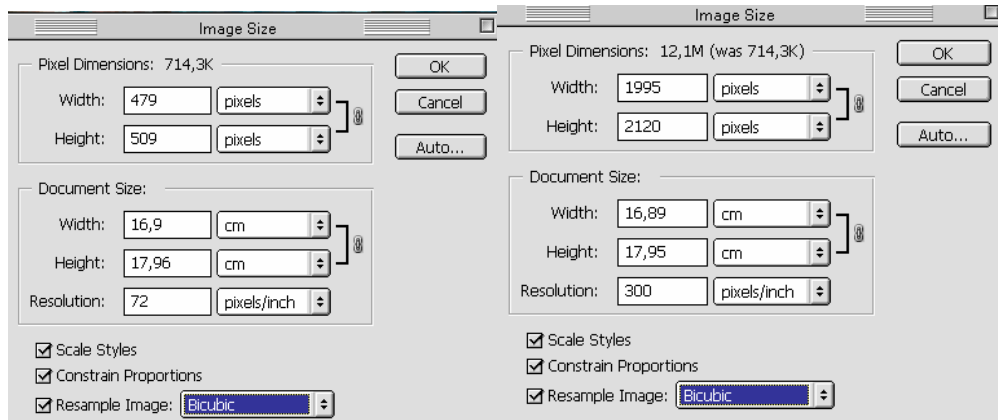
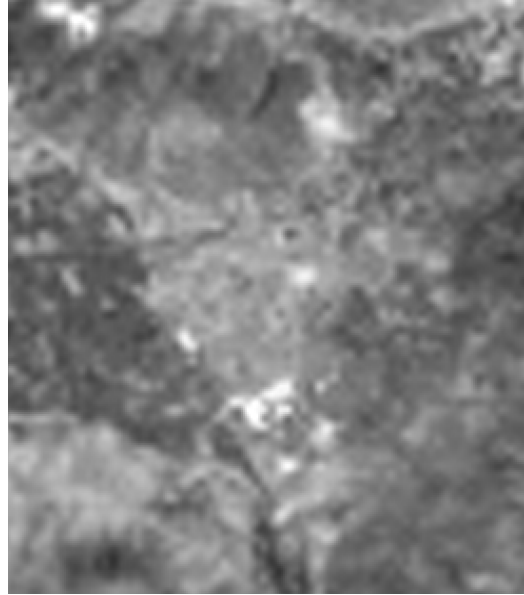
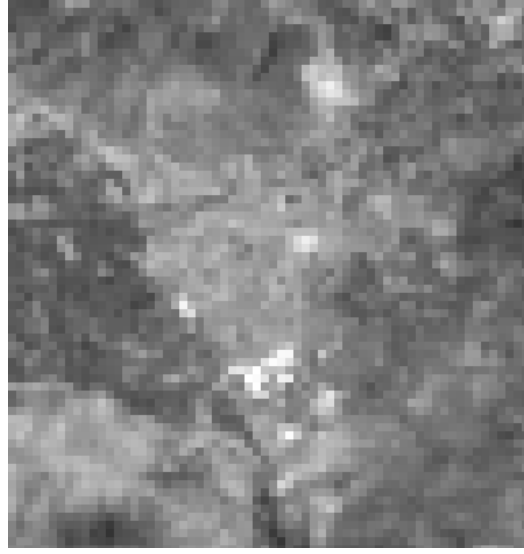
5.2.1. İnterpolasyon (yazılım yardımı ile görüntü büyütme)

Çalışma alanına ait Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsünün her bir bantı ve elde edilen kombinasyonların kesilen ilk görüntülerinin çözünürlüğü noktada 72 piksel, genişliği 479 piksel ve yüksekliği 509 piksel'dir. Bu boyutlardaki görüntüler büyütüldükçe görüntü kalitesi bozulmakta ve birimlerin sınırlarının tesbiti mümkün olmamaktadır (Şekil 5.2.). İnterpolasyon işlemi ile noktaya düşen piksel sayısı, dolayısıyla görüntünün genişlik ve yüksekliği arttırılarak görüntülerin sınırları ve netlikleri bozulmadan büyütülebilmesi gerçekleştirilmektedir. İnterpolasyon işleminde görüntüler Bicubic piksel dizilim sistemine göre yeniden örneklenmiştir. Yapılan işlem ile görüntülerin çözünürlükleri noktada 300 piksele, genişlikleri 1995 piksel ve yükseklikleri 2120 piksele çıkarılmıştır (Şekil 5.2.).

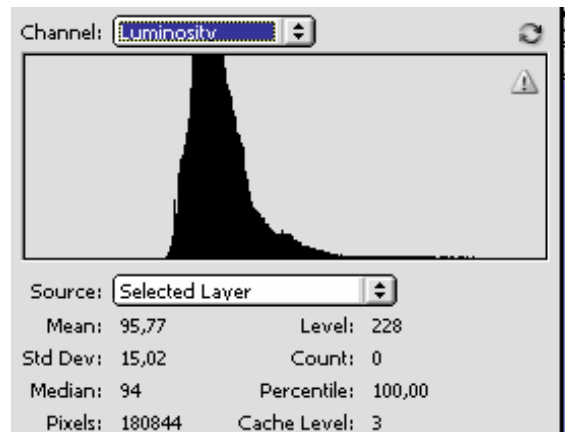
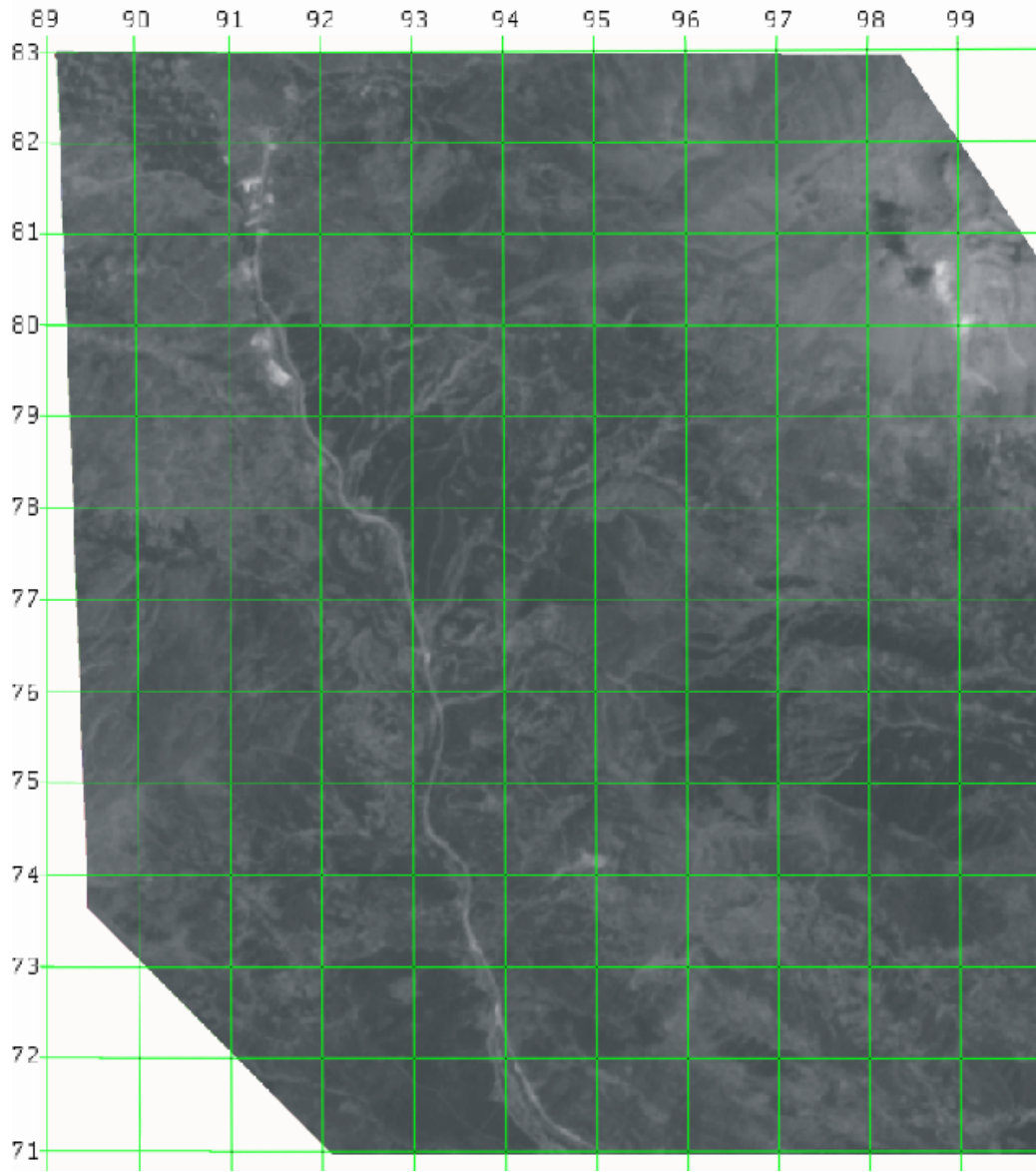
5.2.2. Görüntülerin zenginleştirilmesi

Bu işlem normalde görüntü analiz programlarının Histogram Equalization işlemi yani histogramlardaki değerleri farklı niteliklere göre otomatik olarak değiştirmesi ile gerçekleştirilir. Ancak bu çalışmada görsel yorumlama ön planda olduğu için bu işlem manuel olarak gerçekleştirilmiştir.

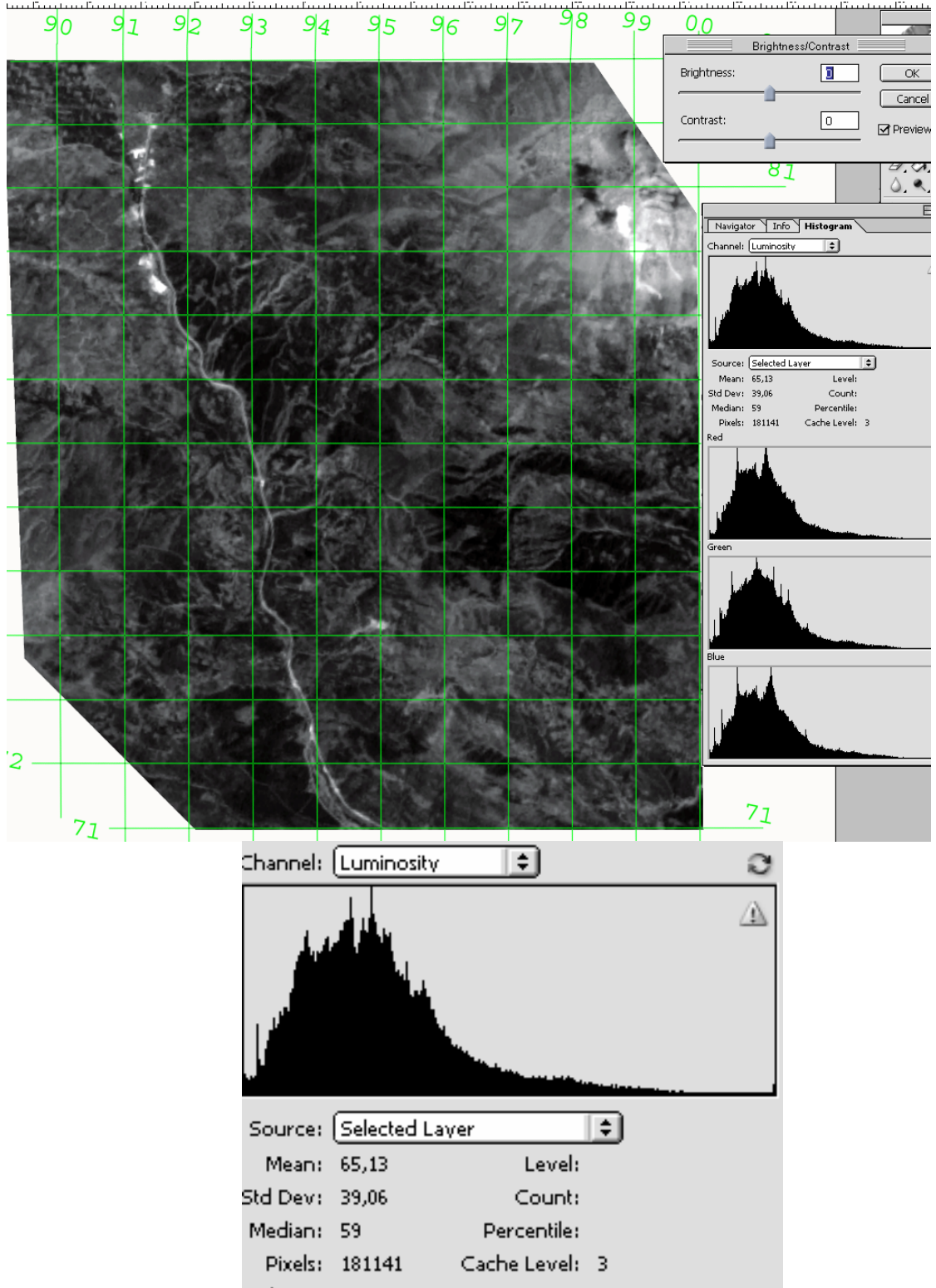
Yapılan işlem özetle; bantların seviyelere göre ışık oranı yani ışımaya değerlerinden parlaklık, kontrast ve piksellerin aldığı sayısal değerlerinin değiştirilmesi (filtreleme) ile gerçekleştirilmiştir. Öncelikle ham görüntü (Şekil 5.3.) program tarafından otomatik olarak seviyelendirilmiş (Şekil 5.4.), sonraki aşamada görüntüye % 30 oranında parlaklık ve kontrast arttırımı uygulanmış (Şekil 5.5.), gerekli görülen görüntülerde uygulanacak filtrenin çekirdek derlemesi manuel olarak yapılmış (Şekil 5.6.), sonra High Pass (yüksek geçiş) filtresi yarıçapta 250 piksel olacak şekilde uygulanmış (Şekil 5.7.), elde edilen görüntünün koyu ve açık tonları otomatik olarak güçlendirilmiş (Şekil 5.8.) ve zenginleştirilmiş görüntü (Şekil 5.9., 5.10.-5.17.) elde edilmiştir. Şekil 5.3.- 5.9. de 1. bant için bu aşamalar sırasıyla gösterilmiştir.



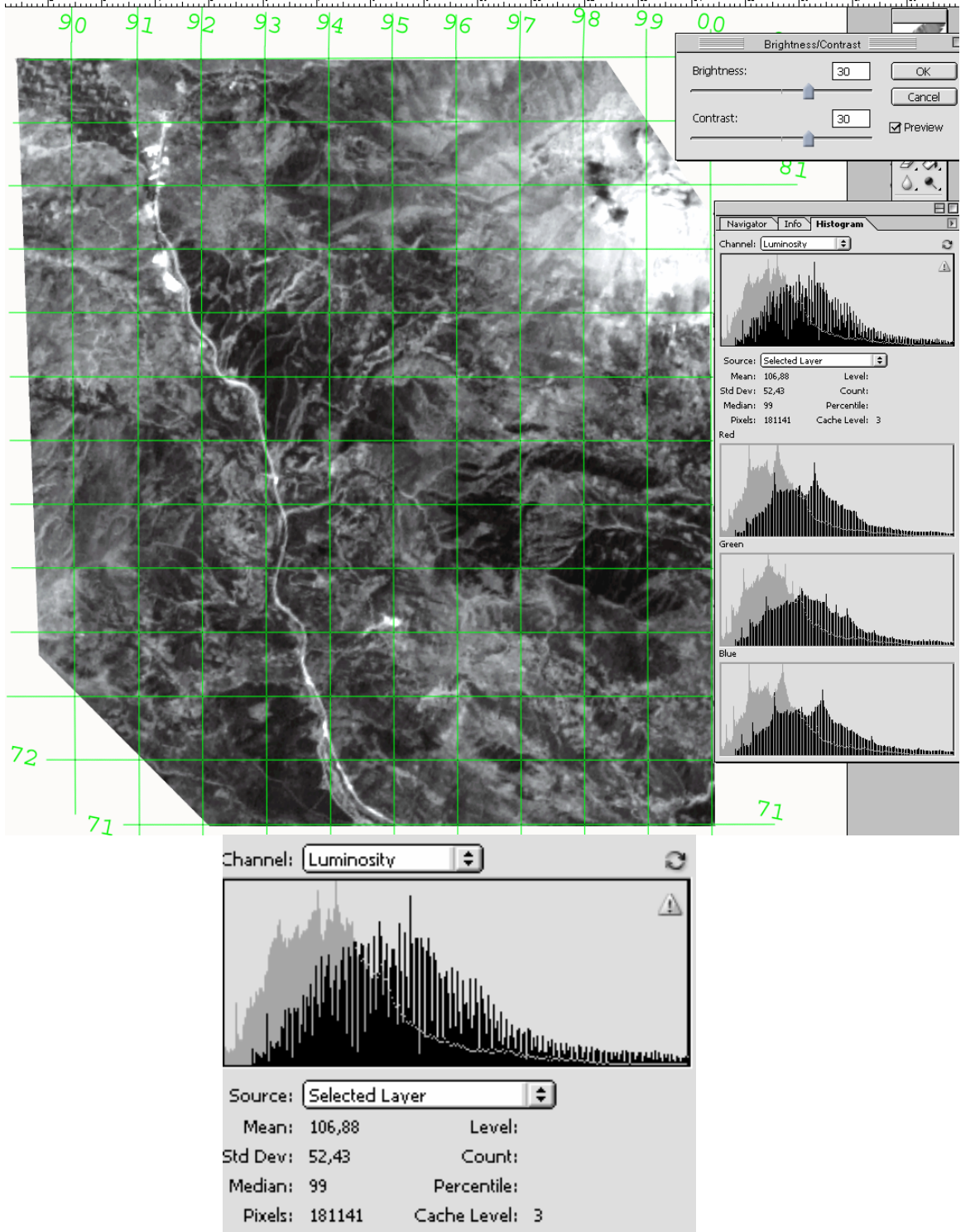
Şekil 5.2. Bicubic yeniden örnekleme ile interpolasyondan sonra görüntülerde meydana gelen değişim. İlk görüntüde pikselleşmeler ve bozulma görülmektedir. (yazılım: Adobe Photoshop)



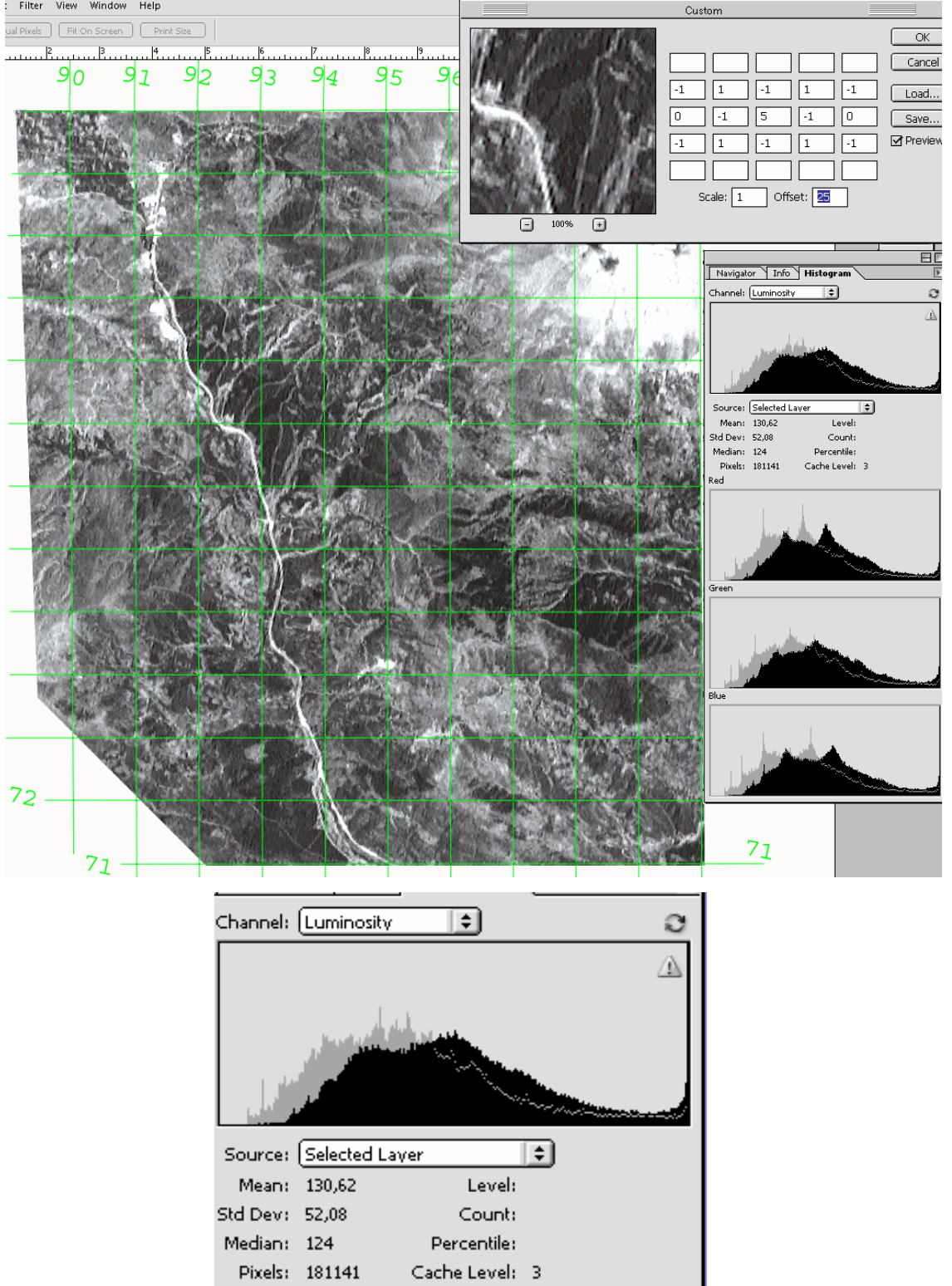
Şekil 5.3. Çalışma alanına ait Landsat 7 ETM+ 1.bant ham görüntüsü ve histogram değerleri. Standart sapma ve aritmetik ortalama oldukça düşük. (yazılım: Adobe Photoshop)



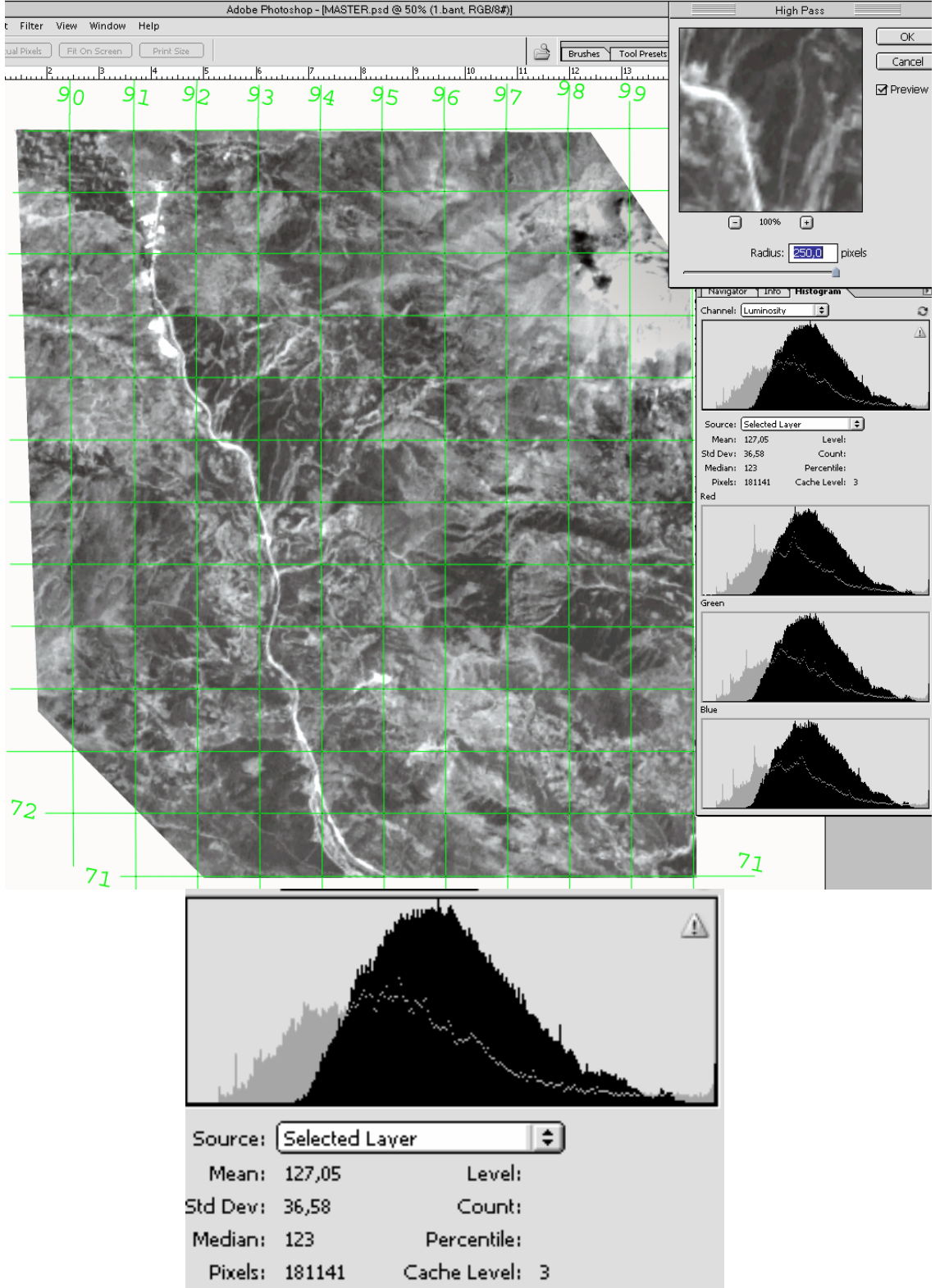
Şekil 5.4. Yazılım tarafından parlaklık ve karşıtlık seviyeleri otomatik ayarlanmış görüntü ve histogramları. Standart sapma artmakta fakat aritmetik ortalama değeri azalmakta. Histogramdaki anlamlı görüntü kümesi genişlemiş durumda. (yazılım: Adobe Photoshop)



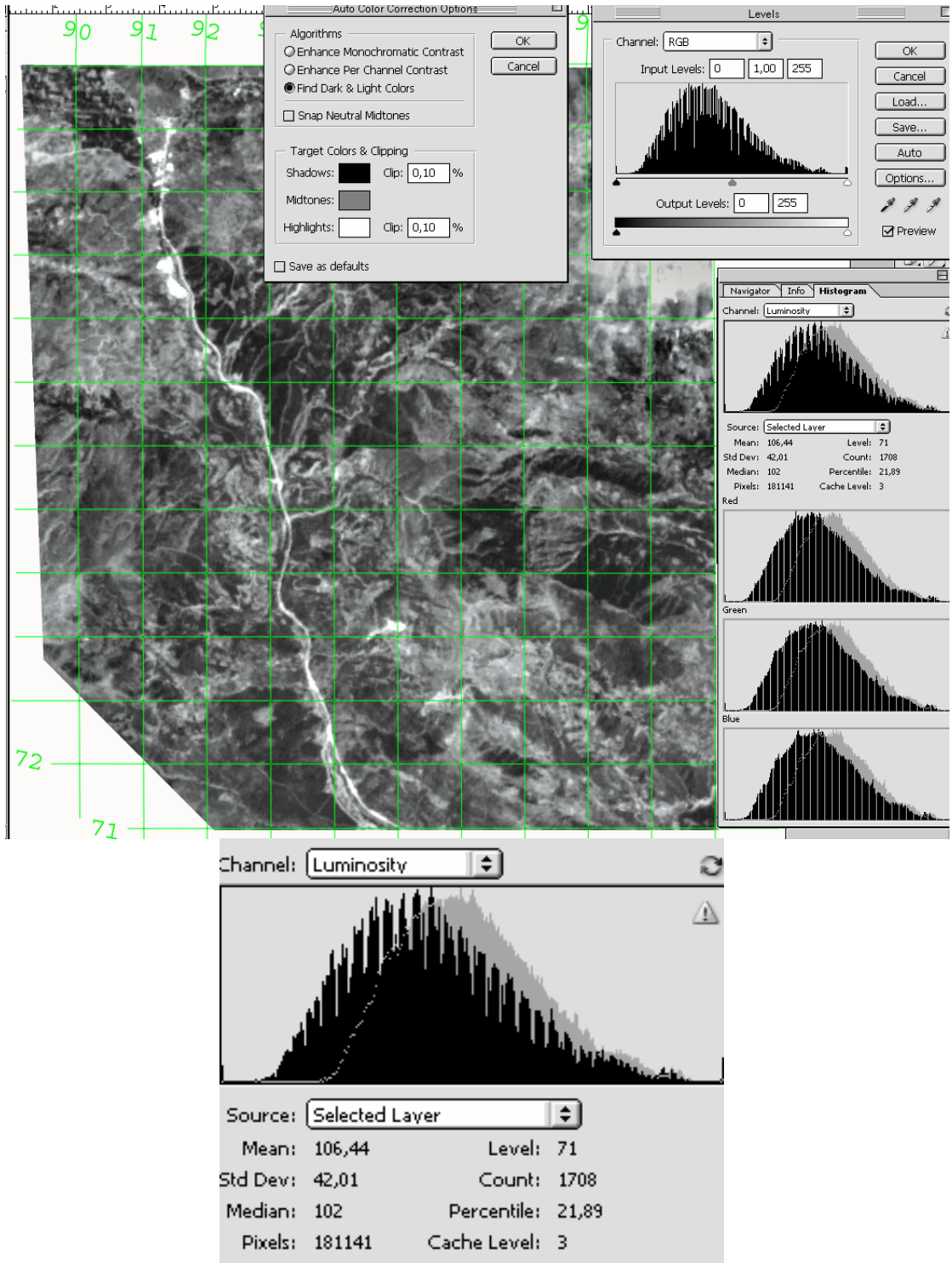
Şekil 5.5. Parlaklık ve karşıtlığı %30 arttırılmış görüntü ve histogramları. Histogramlardaki anlamlı görüntü kümesi artmış durumda. Buna bağlı olarak Standart sapma ve aritmetik ortalamada artmaktadır. (yazılım: Adobe Photoshop)



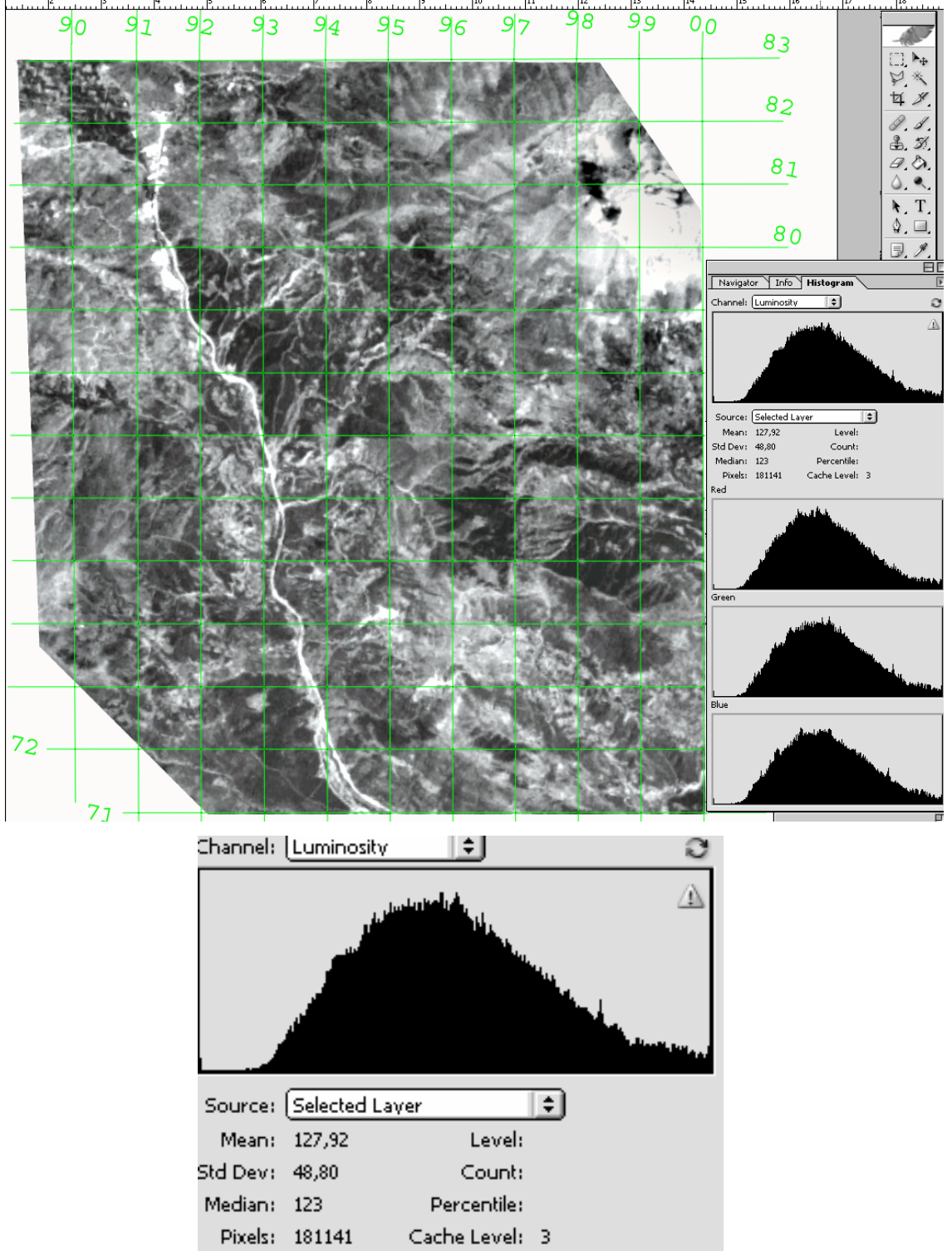
Şekil 5.6. Filtre çekirdeği manuel derlenen görüntü ve histogramları. Filtre ile piksel dizilimleri tekrar oluşturularak aritmetik ortalama değeri arttırılmıştır. Böylelikle görüntüdeki anlamlı piksel sayısı arttırılmıştır. (yazılım: Adobe Photoshop)



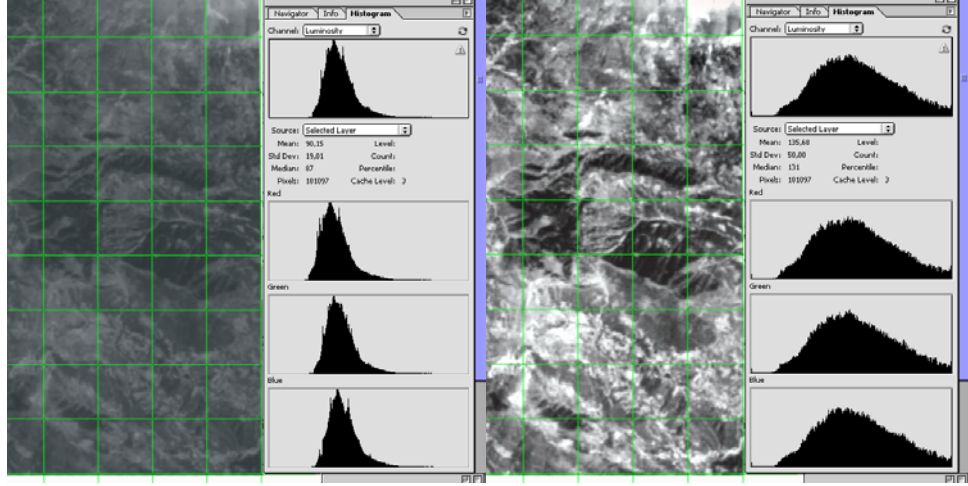
Şekil 5.7. 250 pixel yoğunlukta high pass (yüksek geçiş) filtresi uygulanmış görüntü ve histogramları. Piksellerde otomatik filtreleme yapıldığında anlamlı kümelerde yer alan piksel dizilimleri şayet dağılmışsa bir araya toplanırlar. (yazılım: Adobe Photoshop)



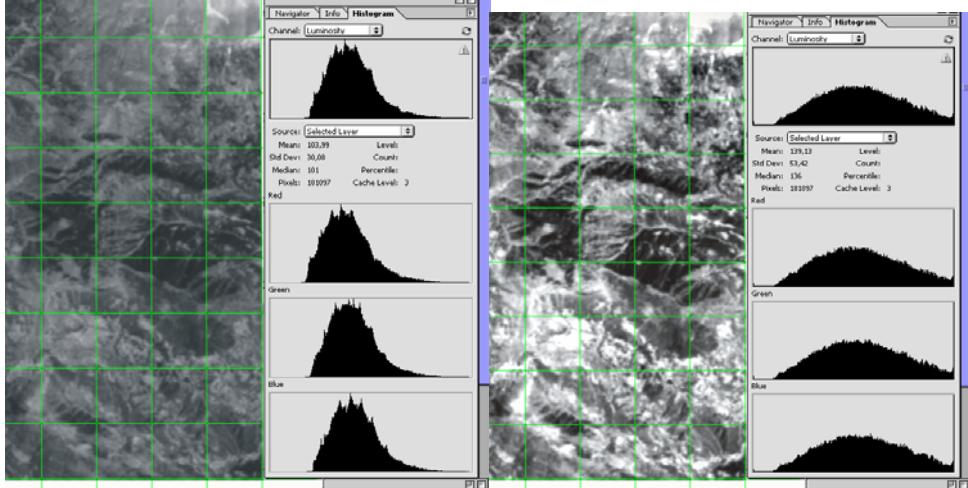
Şekil 5.8. Parlak ve koyu alanlara göre seviyesi ayarlanmış görüntü ve histogramları. Görüntüde yer alan fazla parlak ve fazla koyu alanlar dengelenir. Böylece görüntüde aşırı yansıma yapan kısımlar anlaşılabilir hale gelir. (yazılım: Adobe Photoshop)



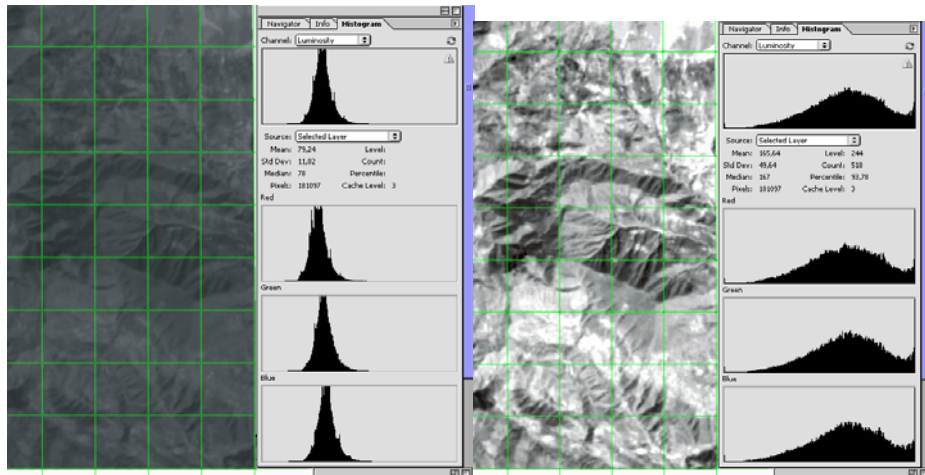
Şekil 5.9. Görsel yoruma ve diğer bantlar ile kombine edilmeye hazır zenginleştirilmiş görüntü ve histogramları. Görüntüde anlamlı yansıma değeri taşıyan piksel sayısı artmakta dolayısıyla yorumlama daha kolay bir hale gelmektedir. (yazılım: Adobe Photoshop)



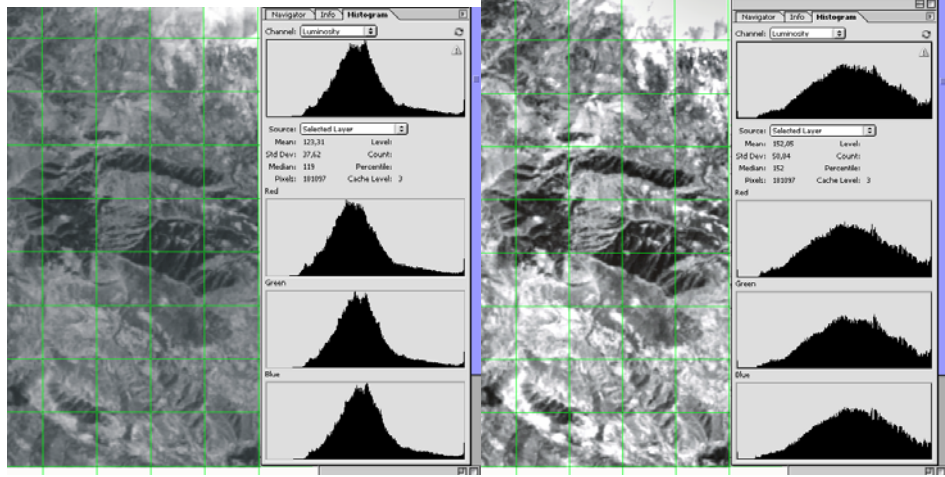
Şekil 5.10. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 2. bant görüntüsü ve histogramları (yazılım: Adobe Photoshop)



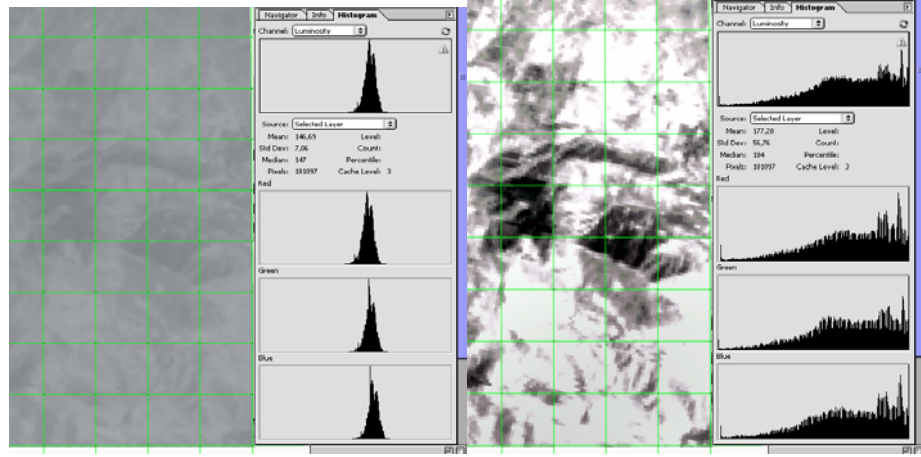
Şekil 5.11. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 3. bant görüntüsü ve histogramları (yazılım: Adobe Photoshop)



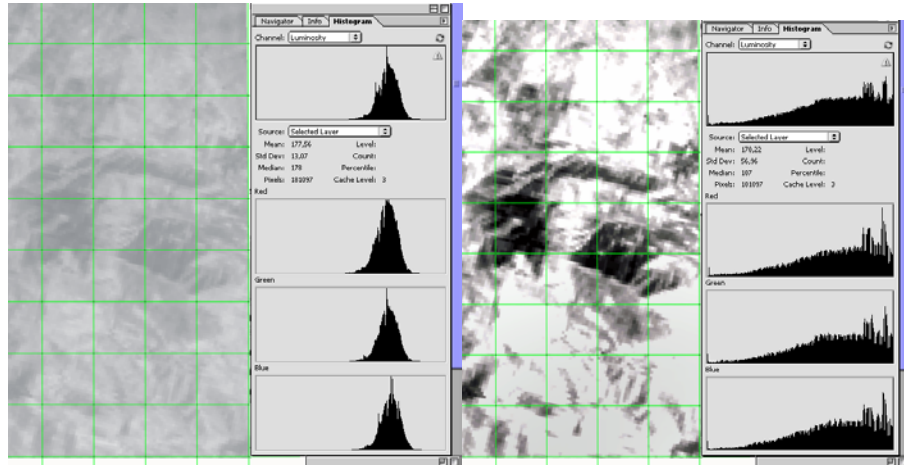
Şekil 5.12. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 4. bant görüntüsü ve histogramları (yazılım: Adobe Photoshop)



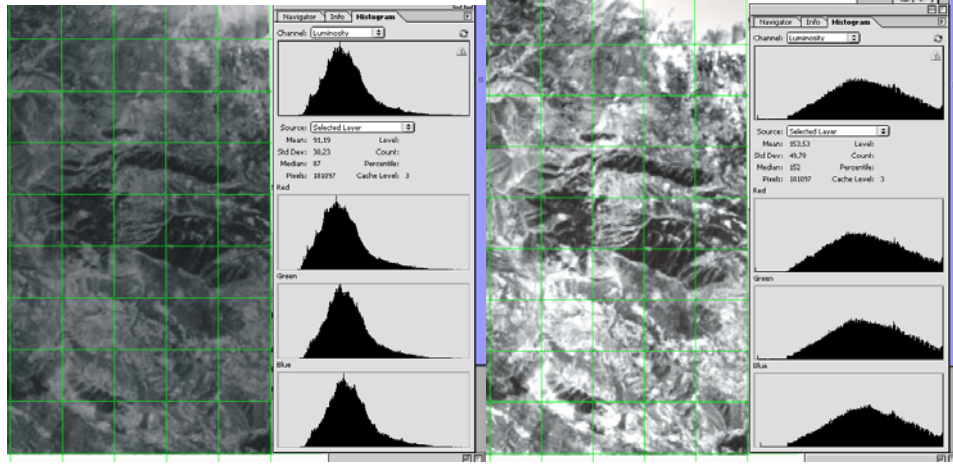
Şekil 5.13. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 5. bant görüntüsü ve histogramları (yazılım: Adobe Photoshop)



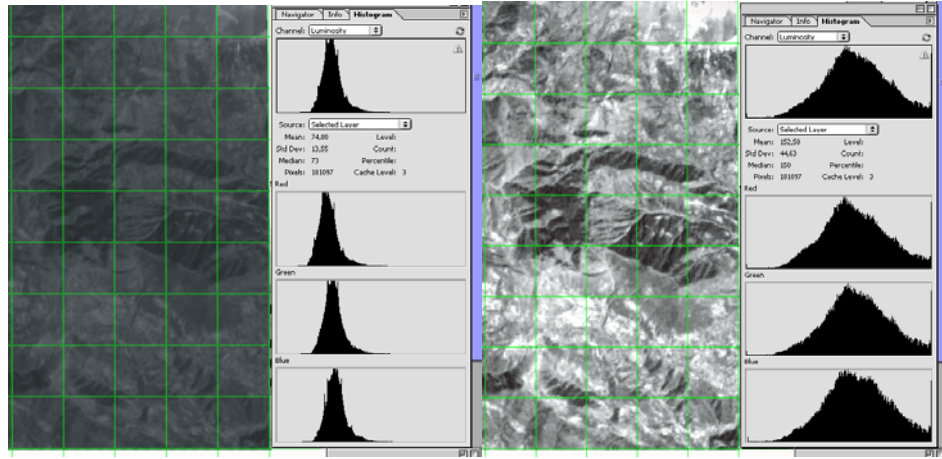
Şekil 5.14. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 6a. bant görüntüsü ve histogramları (yazılım: Adobe Photoshop)



Şekil 5.15. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 6b. bant görüntüsü ve histogramları (yazılım: Adobe Photoshop)



Şekil 5.16. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 7. bant görüntüsü ve histogramları (yazılım: Adobe Photoshop)



Şekil 5.17. Görüntü zenginleştirilmesi yapılmış LS 7 ETM+ 8.(Pan) bant görüntüsü ve histogramları (yazılım: Adobe Photoshop)

5.2.3. Bantların kombinasyonu

İşlenen uydu görüntülerinden jeolojik yorumlama yapabilmek için en uygun bant kombinasyonunun belirlenmesi amacıyla çeşitli denemeler yapılmış ve spektral sınıflama ve görsel yorum yapabilecek en uygun bant kombinasyonları belirlenmeye çalışılmıştır. Landsat 7 ETM+ uydusuna ait bantların kombinasyonlarını hesaplamak amacıyla C programlama dili ile lcc C derleyicisi kullanılarak 8 bantın RGB (Kırmızı Yeşil Mavi) kompozisyonunda kaç değişik olasılıkla bir araya gelebileceğini hesaplayıp gösteren bir program yazılmıştır (Şekil 5.18.). Programla yapılan olasılık hesaplamalarına göre Çizelge 5.1. de görülen olasılıklarda 508 değişik bant kombinasyonunun mümkün olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak özellikle jeolojik

çalışmalarda kullanışlı olan 7. bant ve diğer bantlar arasındaki olasılıklar göz önüne alınmış ve mümkün olan 168 değişik kombinasyondan 6a ve 6b bantlarının kırmızı kanalda olma olasılıkları hariç tüm kombinasyonları hazırlanmış ve kalan 132 kombinasyon görsel yorumlamada kullanılmak için detaylı olarak incelenmiştir (şekil 5.19.). Bu kombinasyonlardan, RGB sıralamasına göre Landsat 7 ETM+ uydusunun (3-7-4), (4-3-7), (4-5-7), (4-6-7), (4-7-1), (4-7-6), (4-8-7), (5-7-1), (7-1-4), (7-3-4), (7-3-8), (7-4-6), (7-5-4), (7-4-1), (8-3-7), (8-7-6), bant kombinasyonlarının jeolojik yorumlamalar ve görüntü analizleri için en uygun kombinasyonlar olduğu belirlenmiştir (şekil 5.20.).

```

3comb.c
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    char list [] = {1,2,3,4,5,6,7,8};
    int num_items= 8 ;
    int i,j,k;
    for(i=0; i<num_items; i++)
        for (j=0; j<num_items; j++)
            for (k=0; k<num_items; k++)
                {
                    if ( ( i==j) || (i==k) || (j==k))
                        continue;
                    printf ("%d, %d, %d\n", i,j,k);
                }
    return 0;
}

```

şekil 5.18. “lcc Win32” C derleyicisi ile yazılmış bant kombinasyonlarını hesaplayan programın kaynak kodu.

Çizelge 5.1. Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsüne ait bantların RGB kompozisyonunda bir arada olabilme varyasyonları (Devam ediyor).

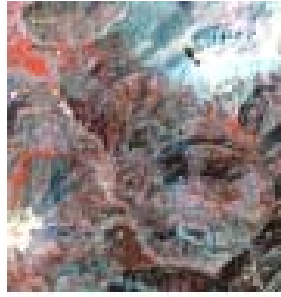
RGB (Kırmızı-Yeşil-Mavi)							
123	132	142	152	16a2	16b2	172	182
124	134	143	153	16a3	16b3	173	183
125	135	145	154	16a4	16b4	174	184
126a	136a	146a	156a	16a5	16b5	175	185
126b	136b	146b	156b	16a6b	16b6a	176a	186a
127	137	147	157	16a7	16b7	176b	186b
128	138	148	158	16a8	16b8	178	187
213	231	241	251	26a1	26b1	271	281
214	234	243	253	26a3	26b3	273	283
215	235	245	254	26a4	26b4	274	284
216a	236a	246a	256a	26a5	26b5	275	285
216b	236b	246b	256b	26a6b	26b6a	276a	286a
217	237	247	257	26a7	26b7	276b	286b
218	238	248	258	26a8	26b8	278	287
312	321	341	351	36a1	36b1	371	381

314	324	342	352	36a2	36b2	372	382
315	325	345	354	36a4	36b4	374	384
316a	326a	346a	356a	36a5	36b5	375	385
316b	326b	346b	356b	36a6b	36b6a	376a	386a
317	327	347	357	36a7	36b7	376b	386b
318	328	348	358	36a8	36b8	378	387
412	421	431	451	46a1	46b1	471	481
413	423	432	452	46a2	46b2	472	482
415	425	435	453	46a3	46b3	473	483
416a	426a	436a	456a	46a5	46b5	475	485
416b	426b	436b	456b	46a6b	46b6a	476a	486a
417	427	437	457	46a7	46b7	476b	486b
418	428	438	458	46a8	46b8	478	487
512	521	531	541	56a1	56b1	571	581
513	523	532	542	56a2	56b2	572	582
514	524	534	543	56a3	56b3	573	583
516a	526a	536a	546a	56a4	56b4	574	584
516b	526b	536b	546b	56a6b	56b6a	576a	586a
517	527	537	547	56a7	56b7	576b	586b
518	528	538	548	56a8	56b8	578	587
6a12	6a21	6a31	6a41	6a51	6a6b1	6a71	6a81
6a13	6a23	6a32	6a42	6a52	6a6b2	6a72	6a82
6a14	6a24	6a34	6a43	6a53	6a6b3	6a73	6a83
6a15	6a25	6a35	6a45	6a54	6a6b4	6a74	6a84
6a16b	6a26b	6a36b	6a46b	6a56b	6a6b5	6a75	6a85
6a17	6a27	6a37	6a47	6a57	6a6b7	6a76b	6a86b
6a18	6a28	6a38	6a48	6a58	6a6b8	6a78	6a87
6b12	6b21	6b31	6b41	6b51	6b6a1	6b71	6b81
6b13	6b23	6b32	6b42	6b52	6b6a2	6b72	6b82
6b14	6b24	6b34	6b43	6b53	6b6a3	6b73	6b83
6b15	6b25	6b35	6b45	6b54	6b6a4	6b74	6b84
6b16a	6b26a	6b36a	6b46a	6b56a	6b6a5	6b75	6b85
6b17	6b27	6b37	6b47	6b57	6b6a7	6b76a	6b86a
6b18	6b28	6b38	6b48	6b58	6b6a8	6b78	6b87
712	721	731	741	751	76a1	76b1	781
713	723	732	742	752	76a2	76b2	782
714	724	734	743	753	76a3	76b3	783
715	725	735	745	754	76a4	76b4	784
716a	726a	736a	746a	756a	76a5	76b5	785
716b	726b	736b	746b	756b	76a6b	76b6a	786a
718	728	738	748	758	76a8	76b8	786b
812	821	831	841	851	86a1	86b1	871
813	823	832	842	852	86a2	86b2	872
814	824	834	843	853	86a3	86b3	873
815	825	835	845	854	86a4	86b4	874
816a	826a	836a	846a	856a	86a5	86b5	875
816b	826b	836b	846b	856b	86a6b	86b6a	876a
817	827	837	847	857	86a7	86b7	87b

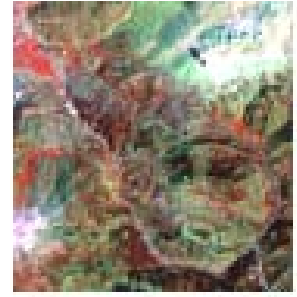
Çizelge 5.1.'in devamı



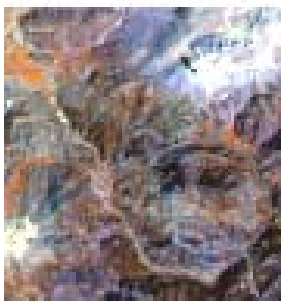
437.tif



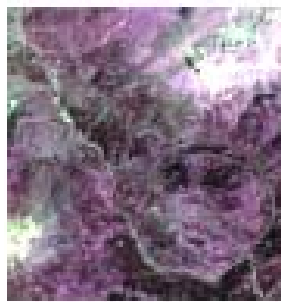
457.tif



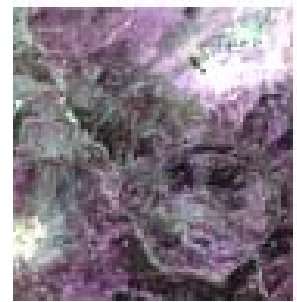
471.tif



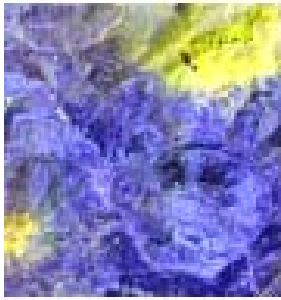
487.tif



517.tif



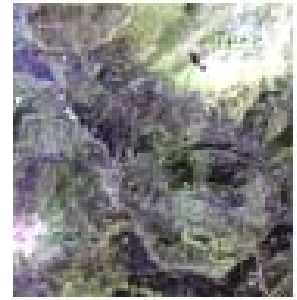
527.tif



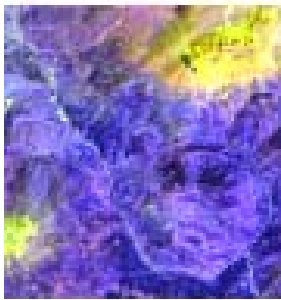
576-.tif



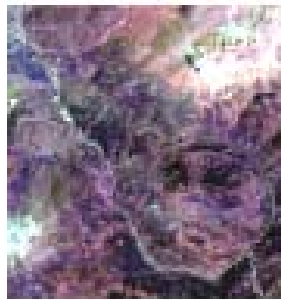
576+.tif



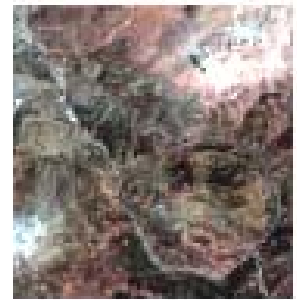
578.tif



716+.tif



718.tif



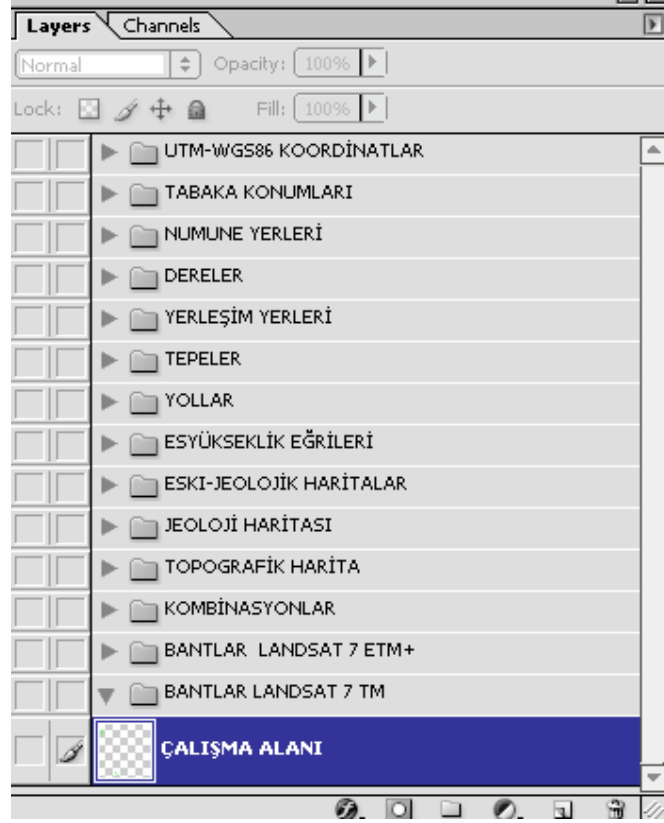
721.tif

Şekil 5.19. Landsat 7 ETM+ uydu görüntülerinde RGB kombinasyonlarından bazı görüntüler. (yazılım: Microsoft Windows Explorer)

5.1.3. Altlıkların ve uydu görüntülerinin birleştirilmesi ve jeoreferanslama

Jeoreferanslama işlemi ve çeşitli veri tiplerinin birleştirilmesi CBS yazılımları içerisinde otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir. Ancak bu tip programlar esnek kullanıma sahip değildir ve oldukça pahalıdır. Aktarılan verilerin çoğalmasıyla birlikte çalışmalarda sorunlar meydana gelmektedir. Ayrıca aktarılan verilerin konumlandırmasında her zaman için doğru olmamaktadır. Bu nedenlerden ötürü esnek bir kullanıma sahip olması, konumlandırmaların hassas yapılabilmesi ve herhangi bir zamanda tekrar veri yükleyip sorgulamaların gerçekleştirilebileceği bir yöntem düşünülmüştür. Bu yöntemde koordinat gösterebilecek herhangi bir resim işleme programı yeterli olmaktadır. Bu çalışmada Adobe Photoshop, Corel Draw ve Gimp yazılımlarında yöntem denenmiş ve her üçünde de oldukça başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu yöntem kullanılagelen kalıplaşmış yöntemlere alternatif bir yöntem olması ile dikkat çekmektedir. Hazırlanan altlıklar ve uydu görüntüleri için Adobe Photoshop programında veri getirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Veri getirme işleminde her bir altlık ve uydu verisi için ayrı bir katman kullanılmıştır (Şekil 5.20.). Ardından aktarılan görüntülerin görüntü içerisindeki pixel değerlerine göre jeoreferanslaması yapılmıştır. Önerilen yeni yöntemde Jeoreferanslama işlemi için topoğrafik haritada yer alan UTM WGS 84 36. kuzey zona göre geçen enlem ve boylam çizgilerinden yararlanılmıştır. Bunların başlangıç noktaları 289000 enlem ve 4171000 boylamdadır. Bu noktaların karşılık geldiği piksellerden yararlanılarak, GPS ile arazide toplanmış verileri görüntüler üzerine doğru aktarmak için koordinatların karşılık geldiği piksel değerleri bulunmuş ve aktarım için koordinat değerlerini piksel değerlere çevirecek bağıntı kurulmuştur (Şekil 5.21.). Bağıntının kullanılışı örneklendirilirse ;

Araziden alınan KS 3 no'lu el örneğinin GPS koordinatları $L_a=294514$ m. ve $L_o=4176349$ m., hazırlanan koordinatlandırılmış uydu görüntüsü üzerinde ise koordinat enlem değeri $X_0=289000$ yani $X_{ov} =288$ pixel, $X_1=290000$ yani $X_{1v}=428$ pixel, $Y_0=4171000$, $Y_{ov} =113$ pixel, $Y_1=4172000$ yani $Y_{1v}=253$ pixel olsun (pixel değerleri Free transform aracı ile görülür). Pixel hesaplamalarındaki basamaklardan kaynaklanan hatayı kaldırmak için metrik koordinatları $L_a=94,514$ $X_0=89,000$ ve $L_o=76,349$, $Y_0=71,000$ olacak şekilde sadeleştirmek kolaylık sağlamaktadır.



Şekil 5.20. Çalışmada kullanılan verilerden uydu görüntüleri ve altlıklara ait bazı katmanlar. (yazılım Adobe Photoshop)

$$x=(La-X_0)*(X_{1V}-X_{0V})+X_{0V}$$

$$y=(Lo-Y_0)*(Y_{1V}-Y_{0V})+Y_{0V}$$

x = görüntü üzerinde gidilmek istenen metrik enlemin pixel karşılığı

y = görüntü üzerinde gidilmek istenen metrik boylamın pixel karşılığı

La = GPS enlem verisi

Lo = GPS boylam verisi

X_0 = Koordinatlandırma sonrasında uydu görüntüsünün koordinat sistemindeki başlangıç enlem değeri

Y_0 = Koordinatlandırma sonrasında uydu görüntüsünün koordinat sistemindeki başlangıç boylam değeri

X_{0V} = Koordinatlandırma sonrasında uydu görüntüsünün koordinat sistemindeki başlangıç enleminin pixel karşılığı

Y_{0V} = Koordinatlandırma sonrasında uydu görüntüsünün koordinat sistemindeki başlangıç boylamının pixel karşılığı

X_{1V} = Koordinatlandırma sonrasında uydu görüntüsünün koordinat sistemindeki ikinci enleminin pixel değeri,

Y_{1V} = Koordinatlandırma sonrasında uydu görüntüsünün koordinat sistemindeki ikinci boylamının pixel değeri

Şekil 5.21. Gerçek koordinatı pixel koordinata çeviren bağıntı

Bağıntıya göre;

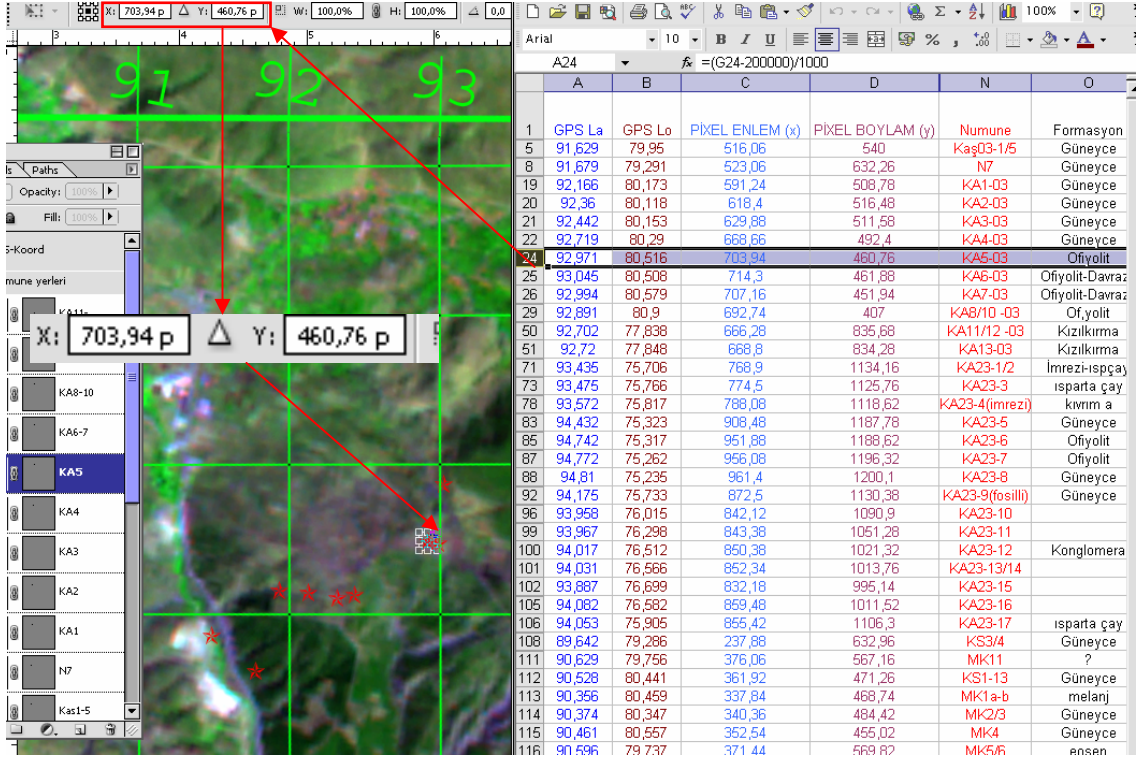
$$x=(94,514-89,000)*(428-288)+288=1059,6 \text{ pixel}$$

$$y=(76,349-71,000)*(253-113)+113=861,86 \text{ pixel}$$

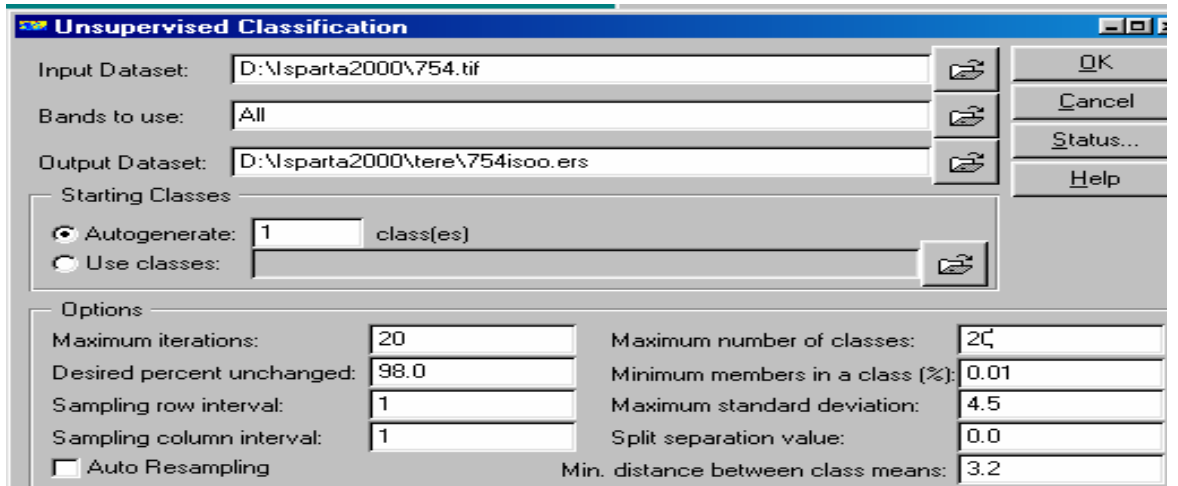
sonuçları elde edilmektedir. Adobe Photoshop içerisindeki Freetransform aracı ile numuneyi göstermek için hazırladığımız simgenin x ve y pixel değerlerini girdiğimizde, yapmış olduğumuz simge merkezi girilen x ve y koordinatlarında olmak üzere uydu görüntüsü ya da istenen diğer görüntüler üzerinde doğru olarak konumlandırılır. Bu bağıntıya göre yapılan hücre işlem tablosu ile araziden derlenen tüm GPS verileri (kontrol noktaları, numune yerleri, fotoğraf lokasyonları, tabaka konumları, birim sınırları vb.) hatasız bir şekilde istenen altlık ya da uydu görüntüsü üzerine aktarılabilmiştir (Şekil 5.22.). Aynı bağıntı arazi üzerinde kontrol edilmek istenen noktaların coğrafi konumlarının belirlenebilmesi içinde kullanılabilir. Sonuçta herhangi bir amaçlada kullanılabilir oldukça esnek bir sayısal bilgi sistemi elde edilmiştir.

5.1.4. Spektral sınıflama

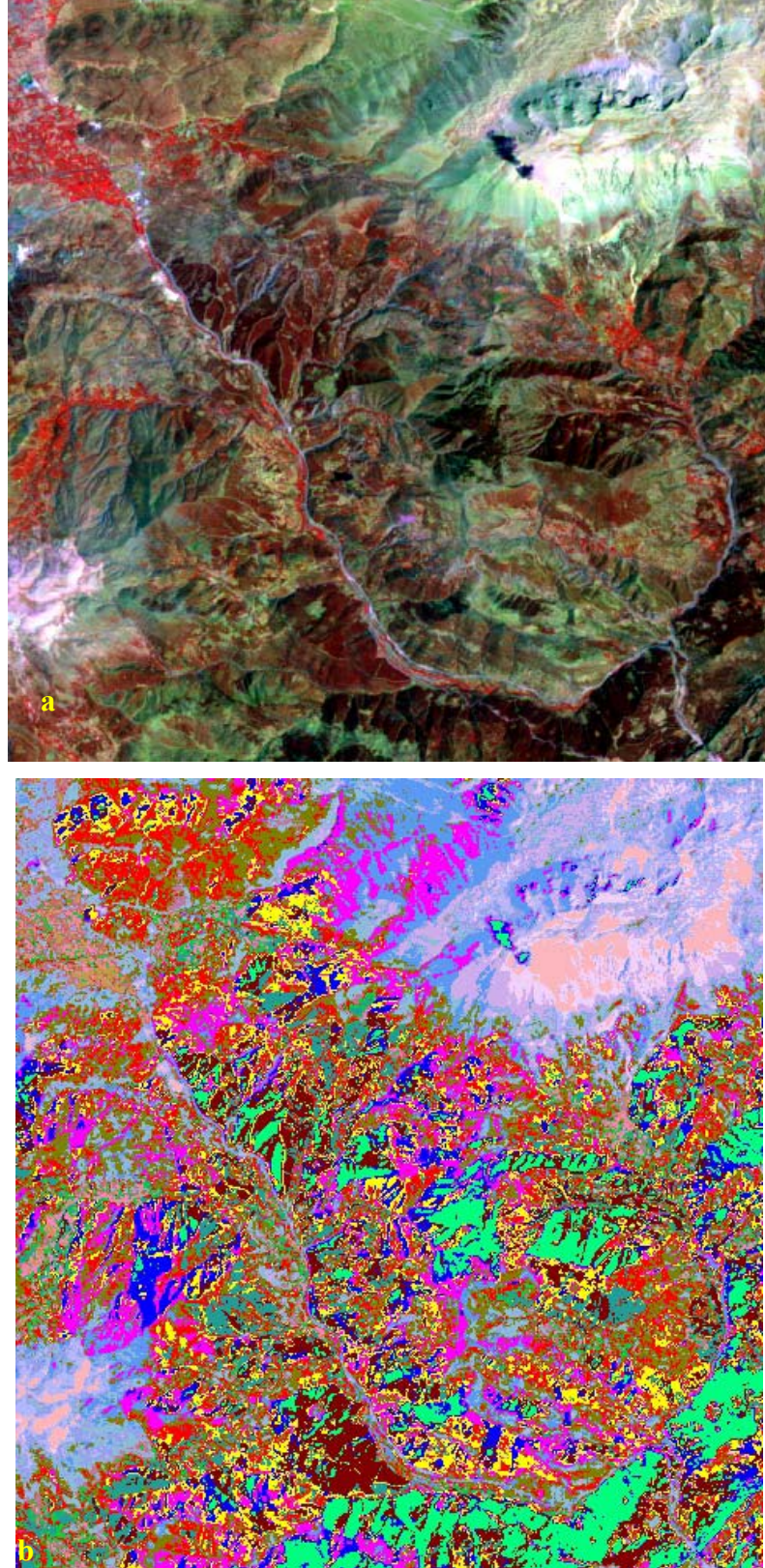
Çalışma alanına ait uydu görüntülerinden elde edilen ve elenerek sınıflandırmada kullanılmak üzere seçilen RGB bant kombinasyonları, Ermapper yazılımı kullanılarak Eğitimsiz Sınıflama (unsupervised) metoduna göre 20 sınıf olmak üzere otomatik olarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmada görüntüyü oluşturan piksellerin en uygun sınıfa katılabilmesi için tekraralama faktörü (maximum iterations) 20 olarak belirlenmiş, her bir pixelin taşıdığı sayısal değer itibariyle ayrılan sınıflar içerisindeki diğer pixellerle en az %98 oranında benzemesi (desired percent unchanged) uygun bulunmuş, ve her pikselin bu şartlara uygun olduğu kabul edilmiş (Sampling Row interval=1 pixel, S. Column interval=1 pixel), toplamda diğer sınıflardan %3,2 oranında farklılık bulunan sınıfları oluşturması (min. distance .between class means), bir sınıf oluşturabilmesi için %0,01 oranında pixelin sınıfa dahil olması gerektiği ve maksimum standart sapmanın %4,5 olması yazılım içerisinde ayarlanmıştır (Şekil 5.23.).



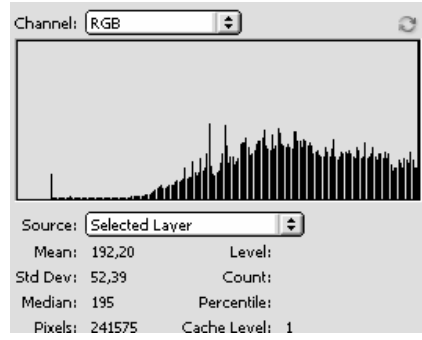
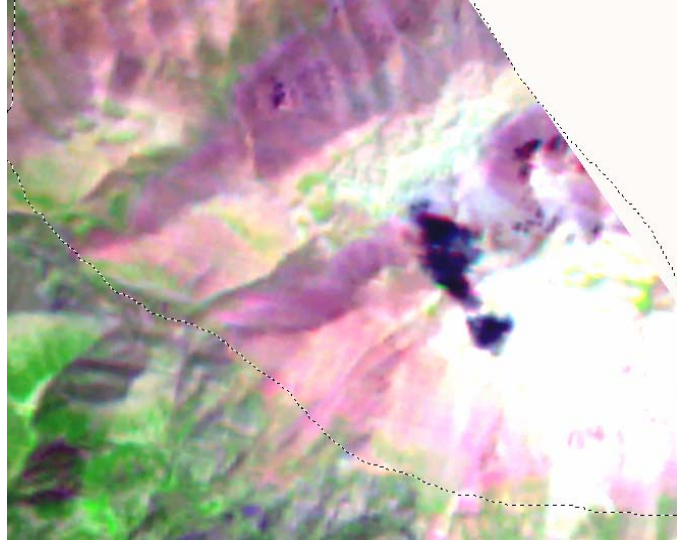
Şekil 5.22. Arazi verilerinin koordinatlandırılmış uydu verileri ve diğer altlıklar üzerine aktarılması. (yazılım Adobe Photoshop, Microsoft Exel)



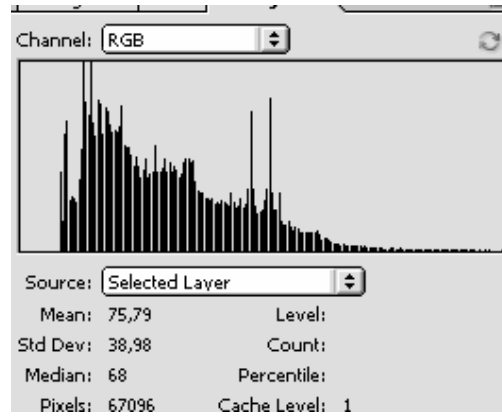
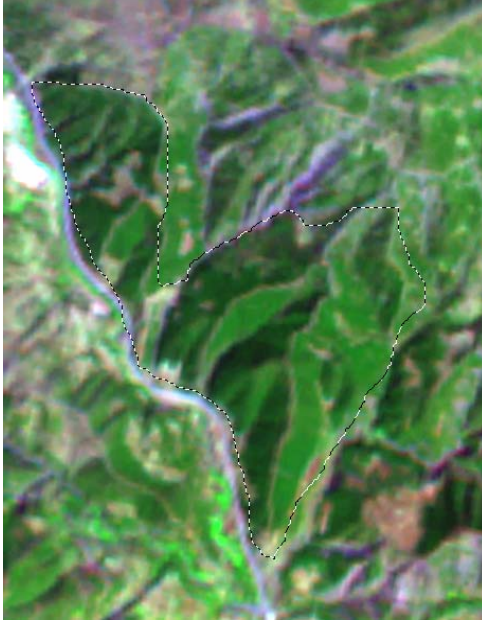
Şekil 5.23. Eğitimsiz sınıflandırmada kullanılan parametreler (Ermapper yazılımının unsupervised classification ayar penceresi).



Şekil 5.24. Eğitimsiz (unsupervised) sınıflama ile 20 sınıfa ayrılmış RGB 742 bant kombinasyonu a) normal görüntü b) sınıflandırılmış görüntü (yazılım: Ermapper 6.2)



Şekil 5.25. Davras Dağda çıplak kayalara ait spektral göstergeler (LS7 ETM+7-4-1 bant kombinasyonu) (yazılım Adobe Photoshop)



Şekil 5.26. Yapay bitki örtüsüne sahip bir alanın spektral yansımaları (LS7 ETM+7-4-1 bant kombinasyonu) (yazılım Adobe Photoshop)

Ayrıca ne olduğu tesbit edilen görüntü alanları belirlenerek bunların histogramları elde edilmiş ve bu histogramlardaki değerlere paralel değer gösteren pikseller aynı sınıfa gelecek şekilde eğitilmiş sınıflama yapılmıştır. Eğitilmiş (supervised) sınıflamada pikseller (max. likelihood) komşu piksellerin benzeşmesi prensibine göre sınıflandırmaya alınmıştır (Şekil.5.25-26.)

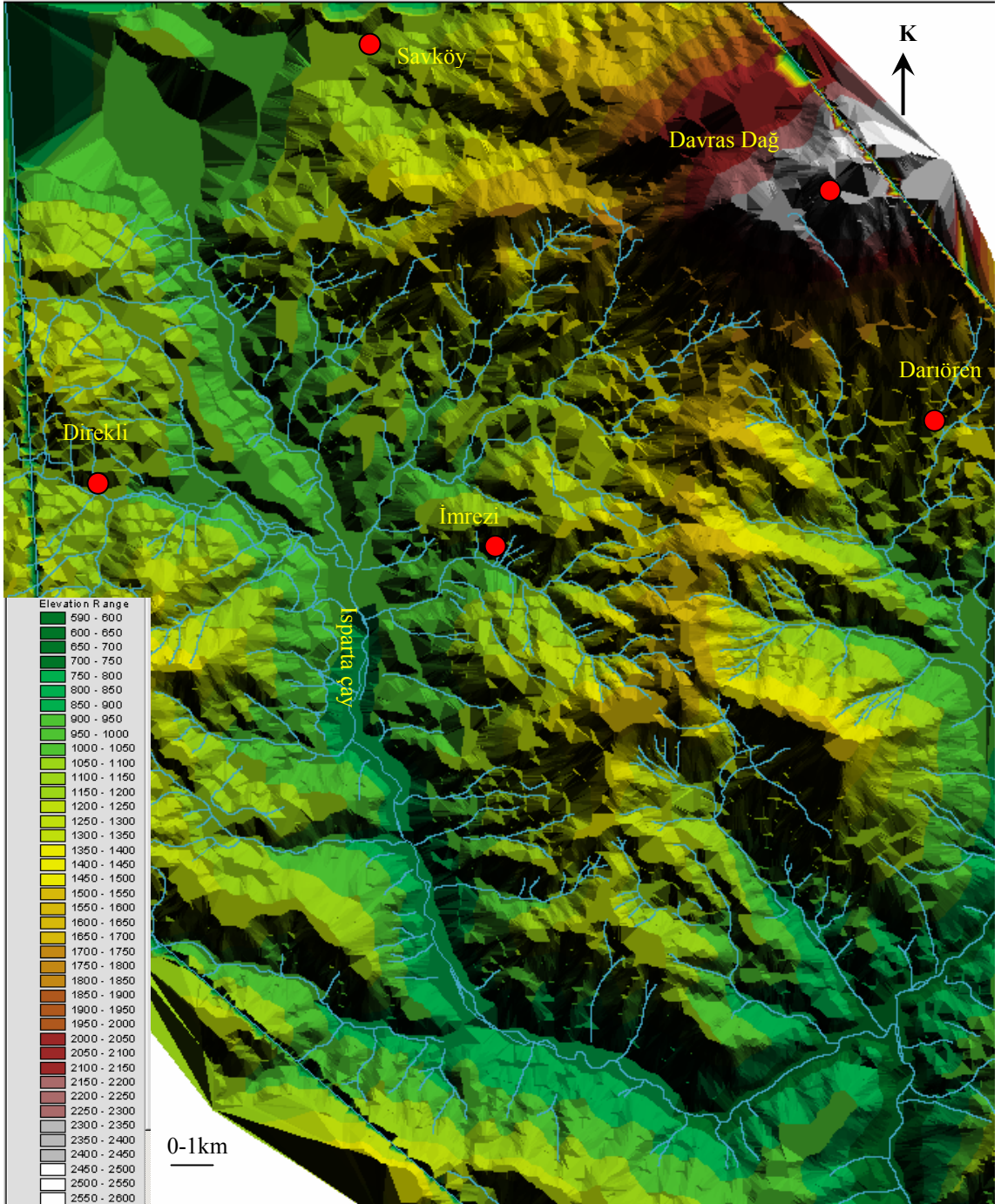
5.1.5. Üç boyutlu modelleme ve analiz

Çalışmanın bu aşamasında SPOT uydu görüntüleri ve vektörel eşyükseklik eğrileri değişik yazılımlarda incelenmek suretiyle gerçekleştirilmiştir. Öncelikle stereoskopik görüntü oluşturmada kullanılan temeller incelenmiştir. Çalışma alanına ait topoğrafik haritalardaki X,Y,Z bileşenlerine sahip eşyükseklik çizgilerinin vektörel olarak sayısallaştırılması ile koordinatlı verilerden TIN (triangulated irregular networks) nesnesi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu nesne ile çalışma alanının sayısal yükseklik haritası elde edilmiştir (ESRI,1996) (Şekil 5.27.). Sınırsız büyütme ve istenilen açıdan bakma özelliklerine sahip bu 3 boyutlu sayısal yükseklik haritası (DEM-digital elevation map) özellikle kırık hatları , drenaj ağları ve topoğrafik şekillerin kontrol ettiği jeolojik sınırların kontrol edilmesinde kullanılmıştır (Şekil 5.28.). 3 boyutlu TIN nesnelere uydu görüntüleri çakıştırılarak arazinin sayısal yükseklik modeli ve uydu görüntüsü arasında ilişki kurmakta mümkündür. Bu şekildeki sayısal yükseklik modeli ile morfoloji ve yansımalar arasında ilişki kurmak için faydalıdır. 2 boyutlu olan ve yükseklik verisine sahip olmayan uydu görüntülerinin 3 boyutlu model üzerine çakıştırılması özellikle ölçümler ve yorumlamada hatalara neden olabilecek bir sonuç vermektedir. Bu durumda uydu görüntüsü üzerinde işlediğiniz bir sınırın topoğrafik kotu 1000 m. iken oluşturduğunuz modelde bu sınır 1500 veya 800 gibi hatalı bir kotta görülebilmektedir (Şekil 5.30).

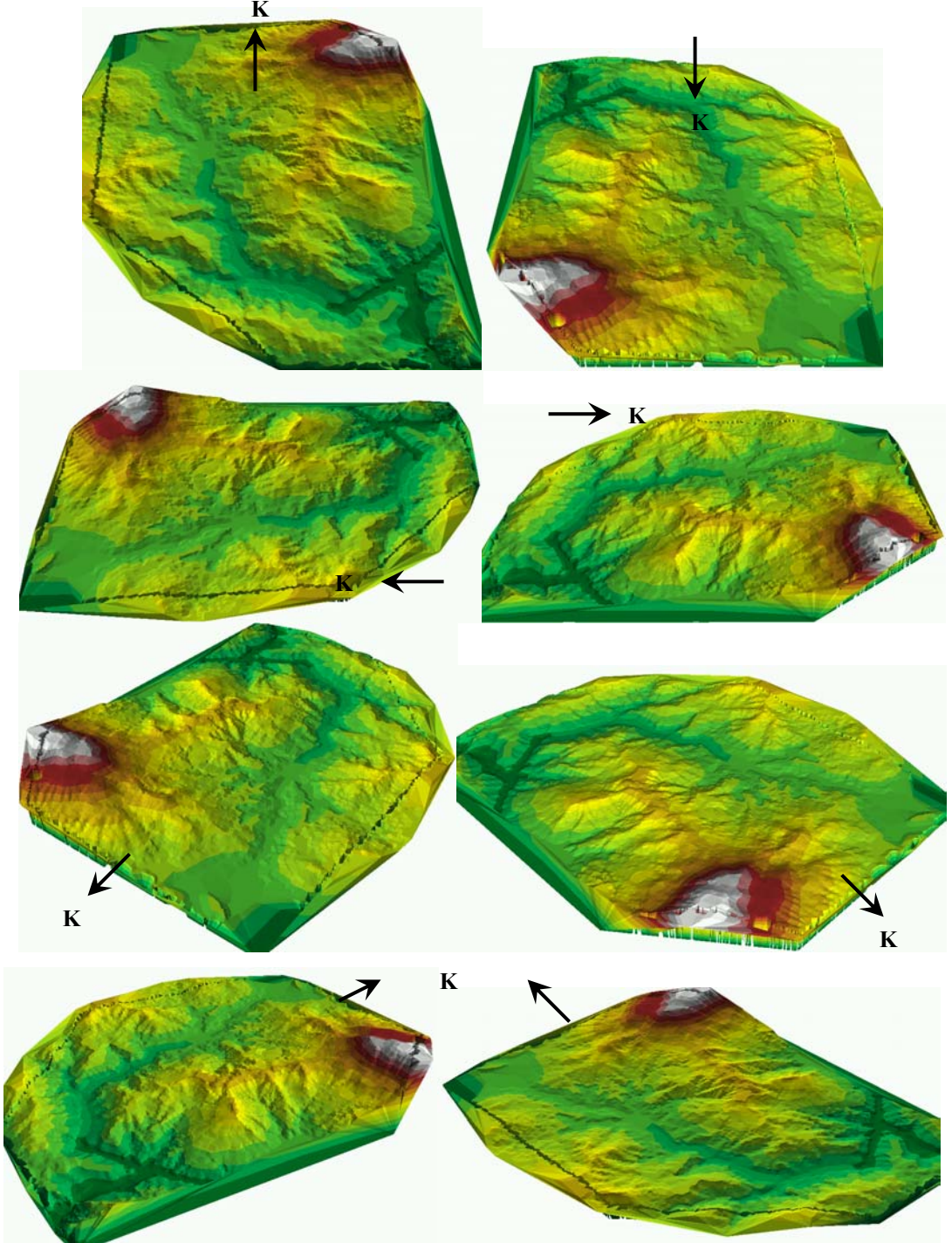
Bu nedenle uydu görüntüsünün tıpkı hava fotoğraflarında olduğu gibi stereoskopik görüntüsünün elde edilmesi düşünülmüştür. Bu işlem için teknolojik ekipmanlar ve bilgisayar yazılımları kombine edilmiştir.

Bu işlem temelde oldukça basit bir işlemdir. Asus firmasının ürettiği model VR-100 3 boyutlu elektronik gözlük, Nvidia 3-D stereo ekran kartı sürücülerini ve çeşitli 3 boyut oluşturma programları kullanılarak bilgisayar ekranında uydu görüntülerinin 3

boyutlu kabartma görüntüsü ile incelenebilmiştir (Şekil 5.29.). Bu inceleme ile uydu görüntüsü ile üzerine işlenmiş olan jeolojik birimlerin sınırları ve yapılar kontrol edilmiştir. Ayrıca arazi çalışmasının planlanması aşamasında da bu sistemden faydalanılmıştır.



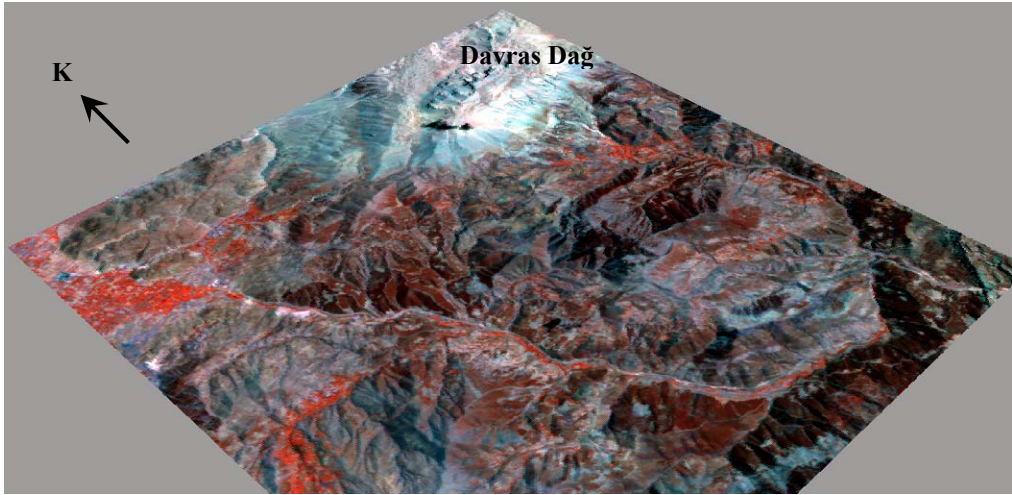
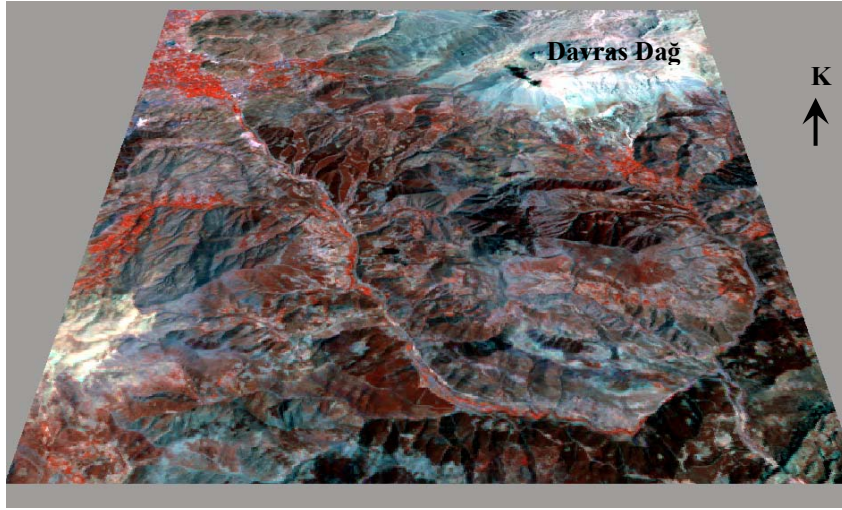
Şekil 5.27. Çalışma alanının sayısal yükseklik haritası



Şekil 5.28. 3-Boyutlu sayısal yükseklik modeli ile ana ve ara yönlerde çalışma alanının genel görünüşü (yazılım: Arcview 3.2a).



Şekil 5.29. 3-D gözlükle uygulanan 3 Boyutlu görüş sistemi (yazılım: SPM 2.0)



Şekil 5.30. 3 boyutlu uydu görüntüleri (Landsat7ETM+ 437 ve SPOT PAN kombinasyonu) (yazılım: TNT Mips 6.6 LE)

Uydu görüntüleri oldukça karmaşık ve çeşitli topoğrafik kabartmalar ile temel kayalar ve ayrılmış malzemelerin yansıma kompozisyonlarına sahiptir.

Yüzeydeki malzemelerin herbiri bunların hareketlerinin nasıl değiştiğini gösteren iyi birer göstergedir. Çeşitli kaya türleri, değişik izler ya da içsel hareketin diğer göstergeleri ve çeşitli aşınma ve birikme özellikleri bunların oluşumunu gösterirler. Görsel görüntü yorumlaması ve jeolojik harita alımı sayesinde bu materyaller ve yapılar tanımlanabilir ve pekçok mühendislik probleminin çözümünde kullanılabilir. Jeolojik harita alımı arazi çalışmaları ve hayli uzun bir zaman gerektirir. Görsel görüntü yorumlaması yapılarak harita alımını kolaylaştırmak ve oldukça önemli miktarda zaman kazanmak mümkündür.

5.3. Jeolojik harita alımı

Bir uydu görüntüsü ya da hava fotoğrafına baktığımızda değişik büyüklük ve şekillerde çok sayıda farklı obje göze çarpmaktadır. Bunlardan bazılarını tanımlanabilirken bazılarında ne olduğu bilinmemektedir. Tanımlayabildiğimiz objeleri diğerlerinden ayırt edebildiğimizde görsel görüntü yorumlaması (visual image interpretation) yapılmış olur (Lilesand ve Kiefer, 2000). Bu çalışmada temelini görsel görüntü yorumlaması oluşturmaktadır. Bu görsel yorumlar bilgisayar ile yapılan analizler ile desteklenmiş ve jeolojik birimler, morfolojik yapılar ve tektonik yapılar haritalanmıştır. Görsel görüntü yorumlamanın temel bileşenleri; 1.şekil, 2.büyüklük 3.desen 4.renk tonları 5. doku 6. gölgeler 7. mevkii 8. birlikler ve 9. çözünürlük'tür. Görsel görüntü yorumlaması ve arazi verileri (Çizelge 5.2.) ile harita alımı gerçekleştirilmiştir.

5.3.1. Uydu görüntülerinde kaya birimlerinin ayırtlanmasında kullanılan kriterler

Kaya birimlerinin uydu görüntülerinin yorumlanması ile ayırtlanması ve haritalanması için topoğrafik unsurlar (engebe, drenaj ağı, doku), renk tonları (spektral yansımalar) ve doğal bitki örtüsünün kullanılmasını gerektirir (Şekil 5.31-5.32.).

Çalışma alanında bulunan litolojik birimler kireçtaşları, radyolarit-çörtler, kumtaşları, kilttaşları, volkanikler, ofiyolit ve güncel çökellerden oluşmaktadır. Bu litolojik birimlerin uydu görüntülerinde gözlenen genel özellikleri şöyledir:

Kireçtaşları: Yeryer açıkça gözlenen yarı paralel uzunca şekil sıralanmaları, tabakalanmaları gösterir. Bol yağış alan bölgelerde çoğunlukla gür bitki örtüsü gözlenir. Erime boşlukları, karstik yapılar gösterebilirler. Devamsız drenaj ağlarına sahiptirler. Kurak-yarı kurak bölgelerde genellikle sırtlar dik yamaçlar oluştururlar. Uydu görüntülerinde genellikle açık tonlarda görülürler. LS ETM+ 7 uydu görüntülerinden 7. bantın kullanımında bitki örtüsü bulunmayan kesimler yani çıplak kayalık alanları bantın atandığı kanalın rengini yansıtır ya da çok açık tonlarda göze çarpar. Bitki örtüsü bulunan kesimler ise bitkiye duyarlı 4. bantın, kaya birimlerine duyarlı 7. bant ile bir arada kullanımı ile ayırt edilebilmektedir. Bitkilerin aralarından yine açık yansıma tonları ve kendine has bitki yoğunluğu ile sınırları belli olmaktadır (Bkz.Şekil 4.8., 4.13., 4.17., 4.21., 4.24.).

Radyolarit-Çörtler: Genellikle alacalı renk tonlarında gözlenirler. Bitki gelişimi oldukça zayıftır. Belirli bir drenaj ağı sunmasalarda bazen paralel drenaj ağı gözlenebilir (Bkz.Şekil 4.8.). Uydu görüntülerinde diğer kaya birimlerinden ayırtlanabilmesi için kayabirimlerine hassas olan 7. bant kullanılmalıdır.

Kumtaşları : Özellikle kumtaşı ve çakıltası gibi geçirimli kayalar genellikle açık tonlarda gözlenirler. Bunlar büyük drenaj ağlarına sahiptirler ve yağışın yeterli olduğu kesimlerde drenaj ağları civarında büyük ağaçlı bitki örtüsü gözlenebilir. Geçirimsizliklerinin fazlalığı nedeni ile bu tip kayalar yaz mevsiminde çabuk kururlar ve civarındaki nemli birimlere göre daha açık tonlarda gözlenirler. Kalın tabakalanmış, seyrek eklemli,kumtaşı tabakaları duraylı alanlarda genellikle sırtları oluştururlar. Kalın tabakalı ve yatay konumlu kumtaşlarının iyi gelişmiş eklemleri boyunca bitkiler paralel dizilim gösterebilirler (Önalın, 2000). Uydu görüntülerinde 7. bant ve 4. bant kombinasyonları ve 5. bantın kullanıldığı farklı kombinasyonlarında diğer birimlerden daha farklı spektral yansımalar gösterirler. Ancak bitki örtüsü yoğun olan bölgelerde drenaj ağlarının farklılığı sınırlarını belirlemede faydalıdır. Diğer birimlerle geçişli oldukları bölgelerde yine drenaj ağı farklılığı ile belirginleşirler (Bkz.Şekil 4.21., 4.37., 4.41.).

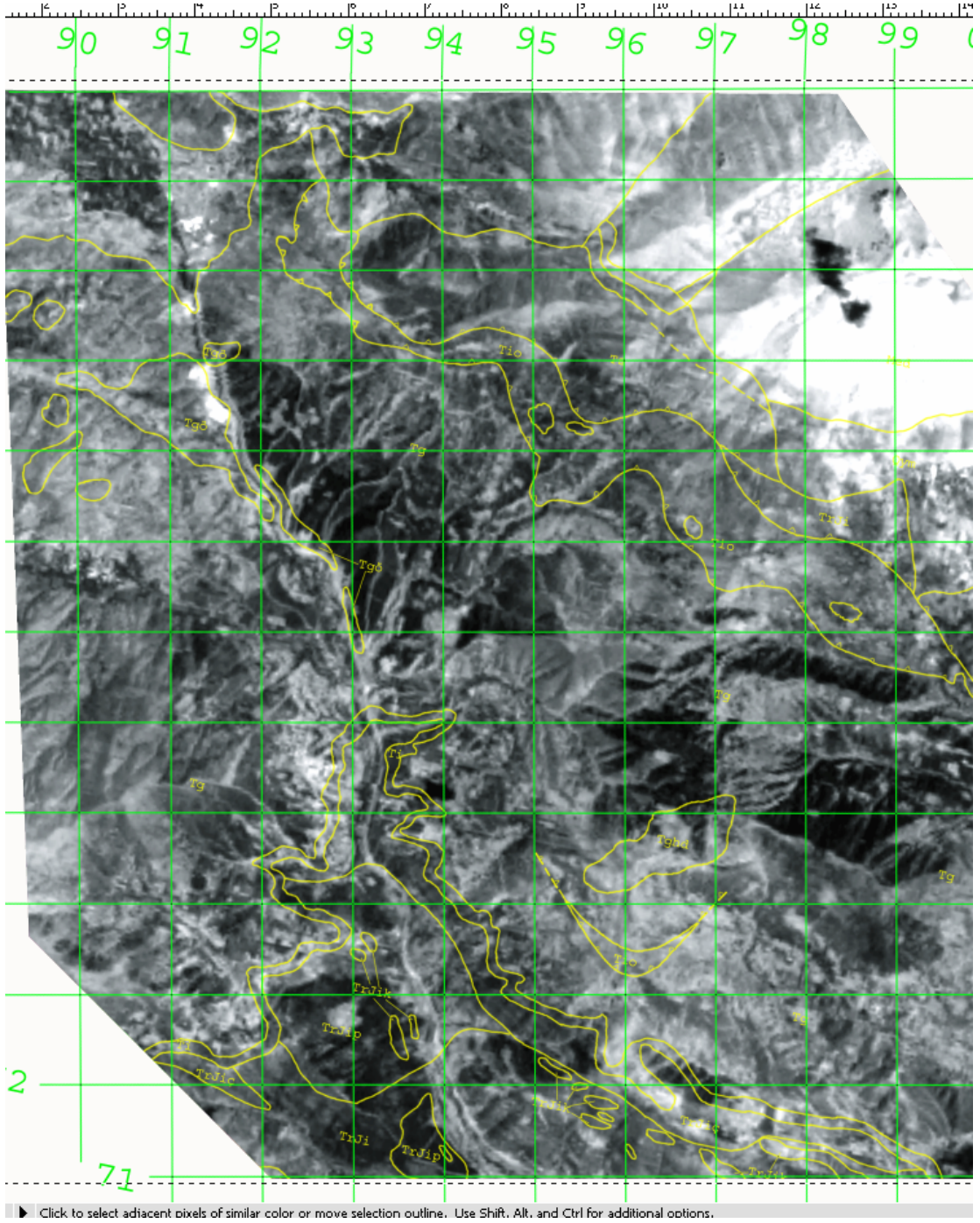
Kiltaşları : Tortul kayalar altında uzanan az geçirimli kilce zengin seviyeler ve kilttaşlarında bitkiler genellikle kısa boyludurlar. Sık aralıklı drenaj ağına sahip

olmaları ile karakteristiktirler. Bu tür geçirimsiz seviyeler genç topoğrafyalı yerlerde, yer kaymalarının olduğu yerler ve tarım toprağı alanları olarak görülürler. Killi geçirimsiz birimler tektonik olarak duraylı alanlarda düzce ve basık topoğrafyalı şekiller sunarlar (Önalın 2000). İçerdikleri nem nedeni ile uydu görüntülerinde 1. bantın ve kil minerallerine hassas olan 7. bantın kullanımı ile belirginleştirilebilirler ve 1. bantın eklendiğı kanalın rengi killi birimlerde hakim olur. Örneğın LS ETM + 741 kombinasyonunda 1. bant mavi kanala atandığı için killi birimler genelde mavi tonlarında göze çarparlar. (Bkz.Şekil 4.21., 4.37.).

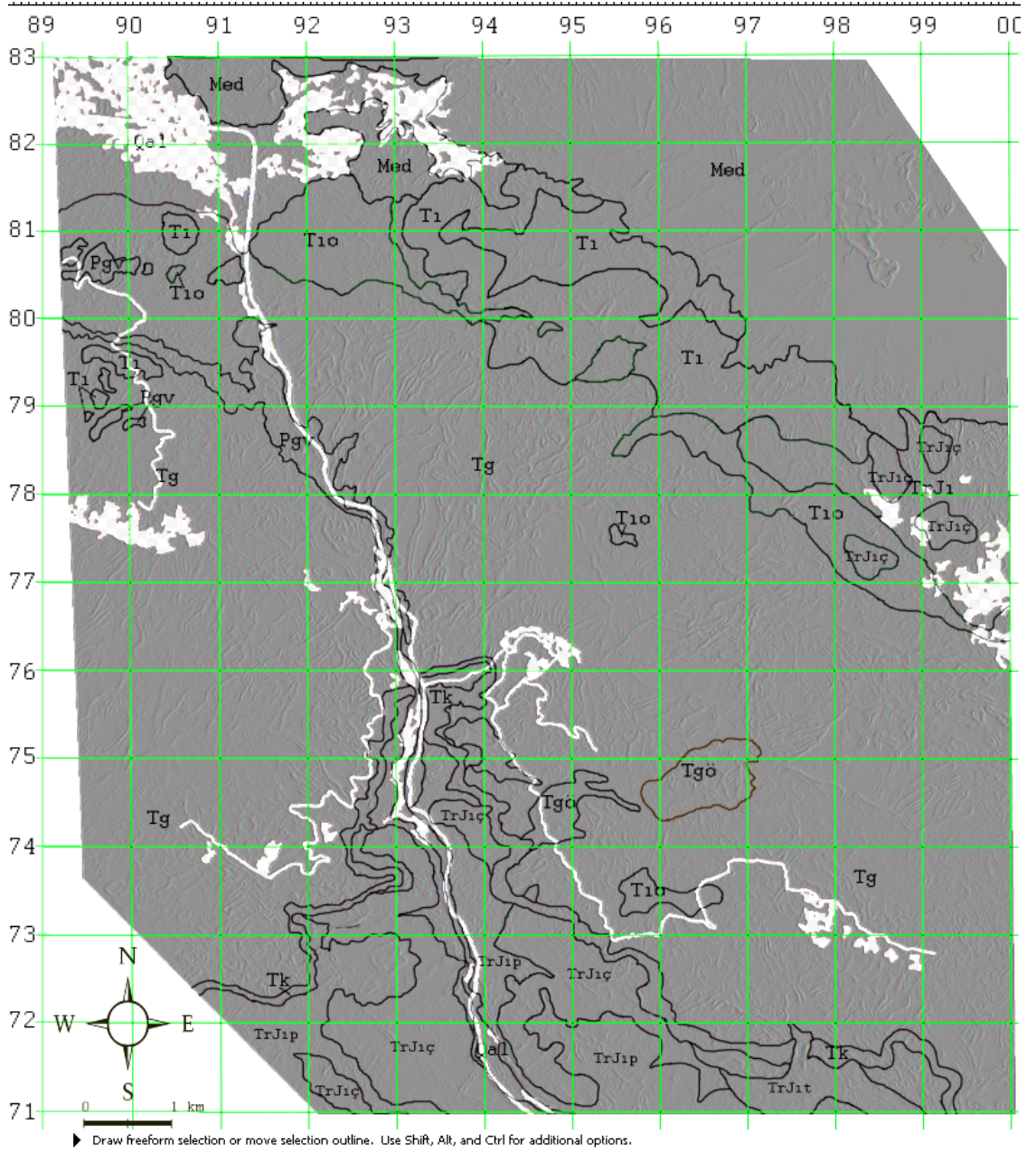
Ofiyolitler : Ofiyolitler genellikle orta-koyu renkli olarak gözlenirler. Düzensiz bir drenaj ağına sahiptirler, genellikle yumuşak topoğrafyalı ve vadi içlerinde dikkati çekerler. Farklı litolojilerin karışımından oluştukları için değışik bant kombinasyonlarında ayırt edilebilmektedir (Bkz.Şekil 4.17., 4.53.).

Volkanikler : Yakın tarihte birikmiş volkanik çökeller genellikle diğeri volkanik püskürme ve akma yapılarından bariz bir görünüm farkına sahiptir. Mağma kökenine göre silisli olanlar açık renklerde, bazaltik olanlar ise koyu renklerde görülürler. Ortaç ve silisli lavların aşındırılmış arazileri genellikle soluk tonlu olarak görülürler. Bu alanlarda volkanik neklere, bacalara ve dayklara bağılı bir yayılım gösteren tepeler ve çizgisel sırtlar, akıntı yapılarının kıvrık şekilleri gözlenir. Bitki örtüsü ve yüzey şekillerinde sıklık değışimler gözlenir(Önalın, 2000). Volkan konilerinin olduğu bölgelerde ışımsal drenaj ağı görülür. Bitki örtüsü ve yüzey şekillerinde sık sık değışimler görülür (Bkz.Şekil 4.46.). Termal bantların kullanımı ile aktif volkanizma bölgeleri tesbit edilebilir.

Güncel çökeller : Güncel çökeller sundukları özel yer şekilleri ve diğeri özellikleri ile tanınırlar. Vadiler boyunca görülen alüvyon şekilleri, sahillerdeki plaj sırtları ve bunlarla ilişkili kumul alanları, sığ göl çökellerinde geniş ovalar bu özelliklerden bazılarıdır. Güncel çökeller tarıma elverişli olduğu için tarım alanları ve yerleşim alanlarının bulunduğu bölgelere sahiptirler. Uydu görüntülerinin pek çok bant kombinasyonunda bu bölgeler farklı spektral yansımalara sahiptir ve kolaylıkla ayırt edilebilirler. Özellikle 4. ve 6. bantın kullanımı ile sulı tarım arazileri ayırt edilebilmektedir. (Bkz.Şekil 4.48.).



Şekil 5.31. Uydu görüntüsü (LS7 ETM+ 7.bant) üzerinde gri renk tonlarına göre geçici jeolojik sınırların belirlenmesi.



Şekil 5.32. Birimlerin drenaj ağı özelliklerinin belirlenmesi için kullanılan filtrelenmiş (emboss) uydu görüntüsü.

5.3.2. Uydu görüntülerinde jeolojik yapıların ayrılması

Büyük boyutlu yapıların incelenmesi için Landsat ve Spot uydu görüntüleri oldukça uygundur. Çünkü bu yapılar küçük ölçeklerde belirlenebilmektedir. Tabakalı kayaların homoklinal istifleri, büyük kıvrımlar, blok kırılmalı alanlar ve ana kırıklar (faylar) ayırt edilirken yüzey şekilleri, drenaj ağları ve renk tonlarındaki farklılıklar kullanılır (Şekil 5.31.-5.32.). Çeşitli filtrelerin kullanımı ile uydu görüntüleri

üzerindeki çizgisel yapılar belirginleştirilir ve yapıların belirlenmesi için oldukça detaylı bir görüntü elde edilir (Şekil 5.33.).

Uydu görüntüleri üzerindeki hatlar veya şeritlerin topoğrafik şekilleri kesme özelliklerine göre eğim yönleri tesbit edilebilir. Bu gibi çizgiselliklerin görülmediği yerlerde asimetrik sırt gruplarında tabakaların eğim yönü genellikle sırtın dik yamaçlı tarafından daha az topoğrafik eğime sahip tarafa doğrudur. Ancak asimetrik sırtlar bazen yağışlı ve ılıman iklimlerde gelişebilmektedir (Önalın, 2000). Eğim miktarları 3 boyutlu görüntülerden ya da kabartmalardan yaklaşık olarak ölçülebilirler (Bkz.Şekil 5.27.).

Kırıklar (faylar) kaymalı tonal veya dokusal şeritler, ağaç sıraları, su kaynaklarının çizgisel dizilimi, yamaçlarda ani kesiklikler, drenaj şeklindeki ani değişiklikler veya suyun doğru ya da eğri akışındaki anormal sapmalarla belirlenebilir. Yakın tarihte faal olan fayların anormal görüntüleri ve tipik şekilleri görüntü üzerinde tesbit edilebilir. Ana çatlaklar (eklemler), genellikle ayrışma ve aşınmayla genişlemiş haldedir ve bunlar üzerindeki bitki dizilimleri ya da renk tonundaki sıralanmalar ile tanınabilirler. Ana çatlak sistemleri diğer çizgisel birimleri kaydırmazlar ve bunlar karakteristik açılarla birbirini kat eden paralel sistemler ya da gruplar oluşturabilirler. Düzenli çatlakların, ara uzaklığı tabakaların kalınlığı ve kaya türüne bağlıdır. Bu nedenle bazı kaya türlerinin yayılımının belirlenmesinde kullanılabilirler. Eklemler temel kayalar ile güncel çökellerin birbirinden ayrılmasında yardımcı olabilirler (Önalın, 2000).

5.3.3. Sınırların düzeltilmesi ve detaylı harita çizimi

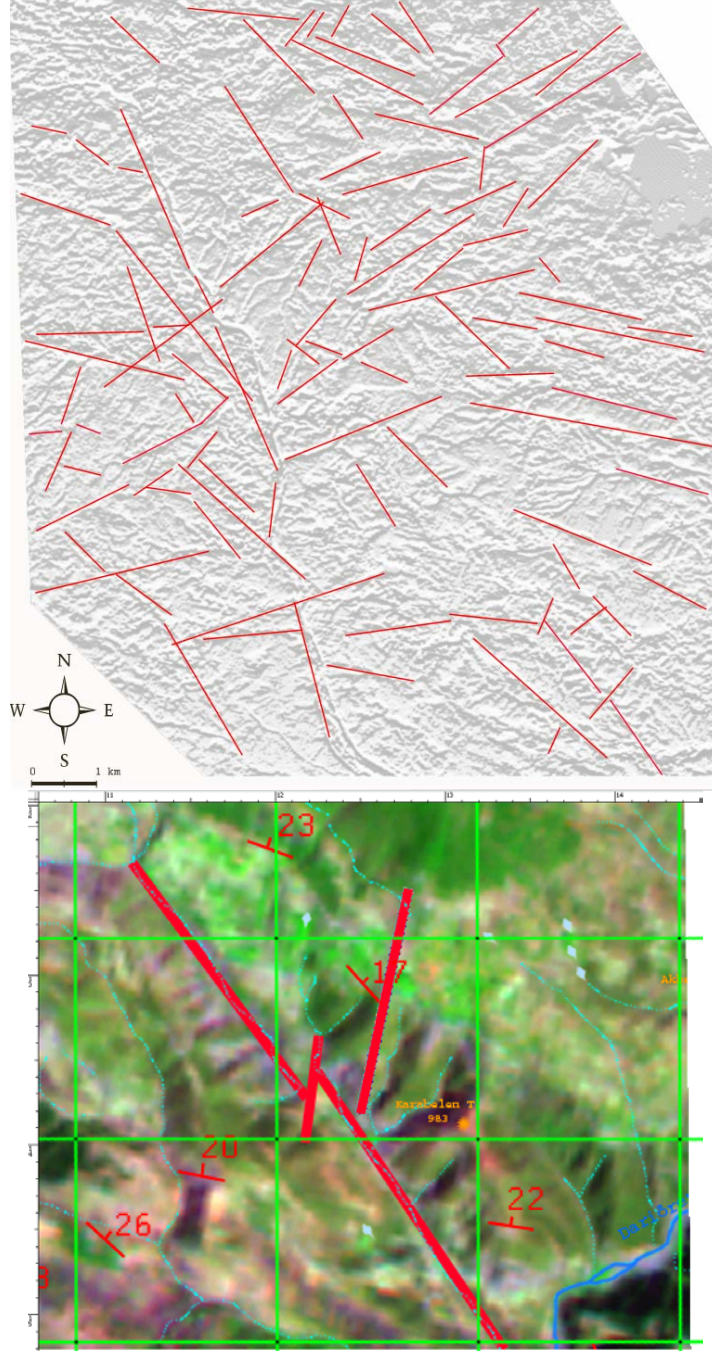
Seçilen uydu Landsat 7 ETM+ uydu görüntülerinden analiz için seçilen bantlardan ETM+ 1, ETM+4 ve ETM+7 bantları özelliklerinden dolayı haritalamada ön plana çıkmıştır. Bu bantların tek tek ve kombine (1-4-7, 7-4-1, 4-7-1) hallerde analizi yapılmış, görsel görüntü yorumlaması yapılarak çalışma alanında yer alan birimlerin sınırları çizilmiştir. Arazi verileride kontrol ve sınır çiziminde önemli rol oynamıştır (Çizelge 5.2.). Ayrıca ETM+7 bantının diğer bantlarla oluşturduğu kombinasyonlar yapılan haritalamanın kontrolünde ve sınırların hassaslığını sağlamak amacıyla haritalama işlemi sırasında ve sonrasında kullanılmıştır.

Çizelge 5.2. Araziden derlenmiş koordinatlı veriler.

GPS La	GPS Lo	PİXEL ENLEM (x)	PİXEL BOYLAM (y)	Doğrultu	Eğim	Yükseklik	Numune	Formasyon	Foto
91,629	79,95	516,06	540	0	0	966	Kaş03-1/5	Güneyce	
91,679	79,291	523,06	632,26				N7	Güneyce	
92,166	80,173	591,24	508,78	320	30KD		KA1-03	Güneyce	
92,36	80,118	618,4	516,48	320	35KD		KA2-03	Güneyce	15
92,442	80,153	629,88	511,58	290	35KD		KA3-03	Güneyce	17-/-
92,719	80,29	668,66	492,4				KA4-03	Güneyce	19
92,971	80,516	703,94	460,76			1196	KA5-03	Ofiyolit	21-/-
93,045	80,508	714,3	461,88	320	55KD		KA6-03	Ofiyolit-Davraz?	25
92,994	80,579	707,16	451,94	280	60GB		KA7-03	Ofiyolit-Davraz?	26
92,891	80,9	692,74	407				KA8/10 -03	Ofiyolit	29-30
92,702	77,838	666,28	835,68			932	KA11/12 -03	Kızılkırma	
92,72	77,848	668,8	834,28	35	30KB		KA13-03	Kızılkırma	
93,435	75,706	768,9	1134,16	340	35KD		KA23-1/2	İmrezi-ıspçay	13
93,475	75,766	774,5	1125,76	305	10KD		KA23-3	ısparta çay	
93,572	75,817	788,08	1118,62	335	35GB		KA23-4(imrezi)	kıvrım a	
94,432	75,323	908,48	1187,78	310	12KD		KA23-5	Güneyce	32
94,742	75,317	951,88	1188,62			1140	KA23-6	Ofiyolit	
94,772	75,262	956,08	1196,32			1166	KA23-7	Ofiyolit	33-34
94,81	75,235	961,4	1200,1			1175	KA23-8	Güneyce	35
94,175	75,733	872,5	1130,38				KA23-9(fosilli)	Güneyce	
93,958	76,015	842,12	1090,9				KA23-10		
93,967	76,298	843,38	1051,28	300	25KD		KA23-11		41-/-
94,017	76,512	850,38	1021,32	180	25KD		KA23-12	Konglomera	-45
94,031	76,566	852,34	1013,76			1042	KA23-13/14		46-47
93,887	76,699	832,18	995,14				KA23-15		48
94,122	76,639	865,08	1003,54			1102		Güneyce	49-/-
94,095	76,606	861,3	1008,16						-54
94,082	76,582	859,48	1011,52						55-/-
94,053	75,905	855,42	1106,3	320	50KD		KA23-16		62
89,721	79,309	248,94	629,74			1238	KA23-17	ısparta çay	
89,642	79,286	237,88	632,96				KS3/4	andezit	
89,854	79,73	267,56	570,8			1182		Güneyce	
90,31	79,733	331,4	570,38					Volkanoklastik	
90,629	79,756	376,06	567,16	31	60KB		MK11	eosen	
90,528	80,441	361,92	471,26			1086		?	10
90,356	80,459	337,84	468,74	315	26GB	1101	KS1-13	Güneyce	adet
90,374	80,347	340,36	484,42	315	65GB	1104	MK1a-b	melanj	
90,461	80,557	352,54	455,02	352	35GB	1102	MK2/3	Güneyce	
90,596	79,737	371,44	569,82	320	55KD	1121	MK4	Güneyce	
90,589	79,792	370,46	562,12	10	50KB	1134	MK5/6	eosen	
90,589	79,792	370,46	562,12	75	50KB		MK7a-b	Güneyce	
90,589	79,792	370,46	562,12	330	70GB		MK8	Güneyce	
90,589	79,792	370,46	562,12	70	35KB			Güneyce	
90,637	79,758	377,18	566,88			1118		Güneyce	
89,688	79,727	244,32	571,22	305	50GB	1161	MK9a-b/10	eosen	
89,688	79,727	244,32	571,22	300	90		MK12-21	eosen	
89,688	79,727	244,32	571,22	290	50KD		Mk13a-b	eosen	
89,64	79,653	237,6	581,58	315	85GB			A kanadı	
89,64	79,653	237,6	581,58	325	65KD			B kanadı	
89,597	79,701	231,58	574,86	65	40KB	1152		eosen	
89,486	79,343	216,04	624,98	315	85GB	1242		Güneyce	

89,422	79,209	207,08	643,74	180	30G	1271	MK14	eosen?
89,377	78,864	200,78	692,04	0	20D	1323	MK15a-b	A kanadı -Güneyce
-200	-4100			0	20B		MK16	B Kanadı
								Miyosen-Eosen
89,637	78,947	237,18	680,42			1334		Mercek
89,662	78,916	240,68	684,76			1348	MK17-18	Güneyce
89,995	79,324	287,3	627,64	30	35KB	1226	MK19a-b	Güneyce
90,012	79,435	289,68	612,1				MK20a-b	çeşme

Çizelge 5.2.'nin devamı

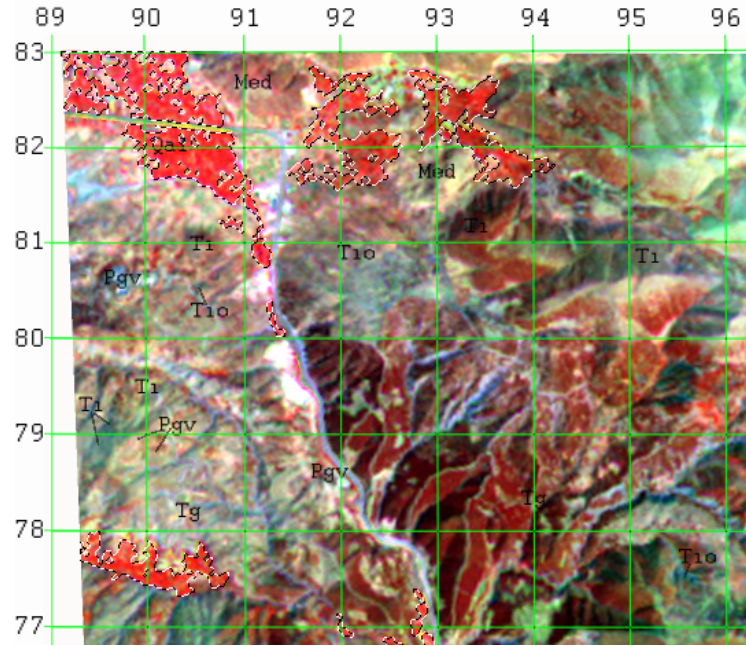


Şekil 5.33. Uydu görüntüsü üzerinde kırık hatlarının belirlenmesi ve tabaka konumlarının yerleri

Bilinen materyallerin görüntüden elemine edilmesi

Çalışmanın bu safhası üç aşamadan oluşmaktadır. Öncelikle insan yapısı materyaller ve ne olduğu kesin bilinen materyaller görüntülerden maskelenerek çıkarılmış ve çalışmanın daha hassas yapılması sağlanmıştır. Bu işlem için Adobe Photoshop programının “Replace Color(RC)” ve “Magic Wand(MW)” fonksiyonları kullanılmıştır. Bu fonksiyonlar eğitimsiz sınıflama (unsupervised classification) algoritmasına benzer mantıkta çalışmaktadır. Farkı ve avantajı ise sınıflandırılacak ya da maskelenecek alanın kullanıcı tarafından kontrol edilebilir bir yapıda olmasıdır. Kullanıcı görüntü üzerindeki herhangi bir pikseli dilediği başka bir renkle değiştirme(RC) ya da seçme (MW) şansına sahiptir ve bu işlem sadece tek bir pikselin seçilmesi ile tüm görüntü üzerine otomatik olarak uygulanır. Fonksiyonların kullanımı ile birbirlerine eşit spektral değer taşıyan pikseller kullanıcının tanımladığı bir renk ile doldurulur ya da çıkarılmak için seçilir.

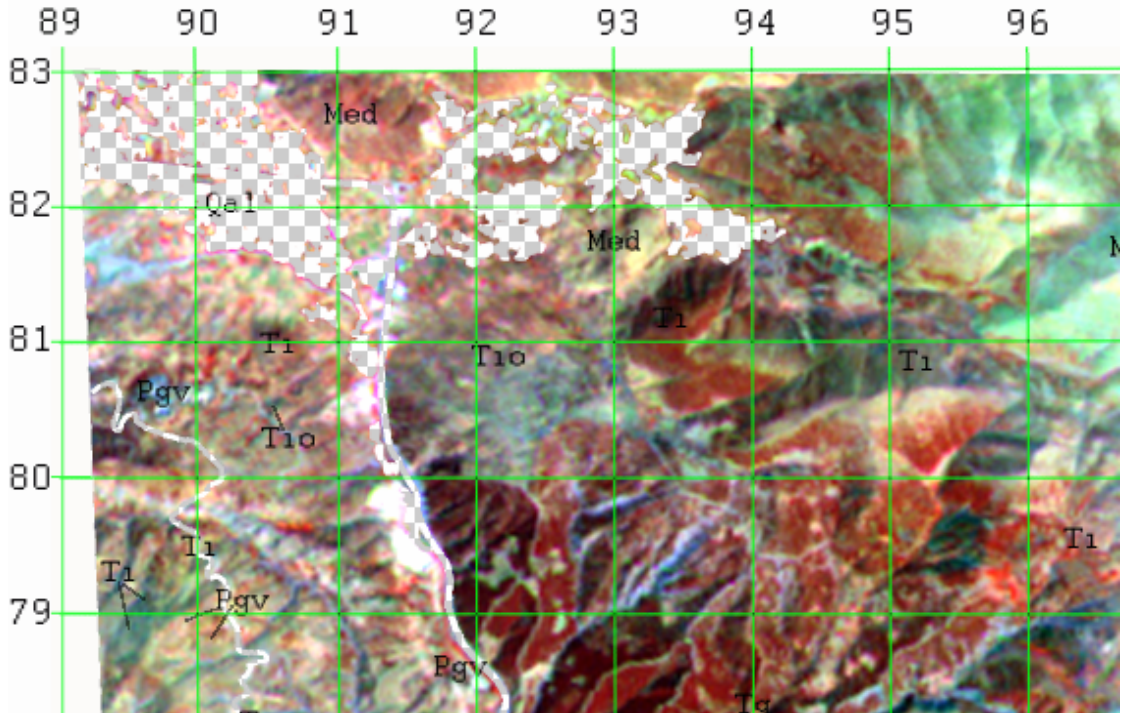
Çalışma alanında bilinen materyallerin başında yerleşim yerleri ve tarım alanları gelmektedir. Hemen hemen tüm bant kombinasyonlarında oldukça belirgin bir renk ve spektral farklılık gösteren bu materyaller RC fonksiyonu ile görüntülerde maskelenmiştir (Şekil 5.34.)



Şekil 5.34. Replace color fonksiyonu ile tarım arazilerinin ve yerleşim yerlerinin maskelenmesi

İkinci aşamada yollar görüntüden elemine edilmiştir. Bu aşamada RC ya da MW fonksiyonları ile yolları görüntüden elemine etmek mümkün olmamaktadır. Bunun nedeni, çalışma alanında yer alan yolların spektral yansımalarının bazı birimlerdeki çıplak kayalık alanların renklerine ve spektral yansımalarına yakın ya da eşdeğer olmasıdır. Manuel olarak yolların maskelenmesi ise hem zahmetli hemde hata payı oldukça yüksek bir işlemdir. Bu sebeplerden ötürü sayısal altlıklardan “Yol” altlığı MW fonksiyonu ile birlikte kullanılmış ve yollar görüntüden çıkarılmıştır. Böylelikle birimlerin spektral yansıma değerlerinde değişime neden olabilecek önemli bir unsur görüntüden elemine edilmiştir (Şekil 5.35.).

Kısmen birimlerin birbirlerinden ayrılmasında faydalı olsada, çalışmanın sonucunu önemli ölçüde etkileyebilecek olan ve sınırların belirlenmesini oldukça zorlaştıran başka bir materyal ise yapay ağaçlandırma alanlarıdır. Arazi gözlemleri ve topoğrafik harita verilerinin yardımı ile uydu görüntüsü üzerinde hangi spektral yansıma değerini taşıyan bölgelerin yapay ağaçlandırma sahası olduğu belirlenmiş ve bu alanlarda aşamalı olarak RC fonksiyonu ile maskelenmiştir (Bkz. Şekil 5.26.).



Şekil 5.35. Yansıma değerlerini ve sınır çizimini etkileyebilecek materyallerden (yol, yerleşim yeri vb.) elenmiş görüntü (LS 7 ETM+ 471 kombinasyonu)

Birimlerin sınırlarının çizilmesi

Sınırların çizilmesi için Adobe Photoshop programında uydu görüntülerini içeren katman üzerinde yeni bir katman oluşturulmuş ve görsel görüntü yorumlaması yapılarak arazi verilerinde ışığında birimlerin sınırları çizilmiştir. Uydu görüntülerinin çözünürlüğünün yorumlamada yetmediği kısımlarda sayısallaştırılan ve koordinatlandırılan hava fotoğraflarlarının yer aldığı altlıktan faydalanılmıştır. Jeolojik birimler arasındaki sınırlar renk, drenaj ağı, bitki örtüsü, topoğrafya, ve spektral yansımaya değerleri dikkate alınarak çizilmiştir. Önceden hazırlanan altlıklar, eğitimsiz sınıflama sonuçları, 3 boyutlu arazi modeli ve koordinatlı arazi verileri birimlerin tanımlanmasında ve sınırlarının çizilmesinde kullanılan diğer verilerdir.

Yapay materyallerden arındırılmış görüntü üzerinde koordinatlı veriler kullanılarak öncelikle hangi noktalarda hangi birimlerin olduğu tesbit edilmiştir(Bkz.Şekil 5.22. Çizelge 5.2.). Bu noktalardaki çıplak alanlar ile bitki kaplı alanların yansımaya değerleri kaydedilmiştir (Bkz. Şekil 5.25-26). Yansımaya değerleri (spektral değerler); Parlaklık(luminosity), RGB (Kanallar) ve tek bant görüntüler(1-2-3-4-5 ve 7. bant) olmak üzere üç farklı özellikte kaydedilmiştir. Sonraki aşamada bu noktaların yakın çevresi farklı kombinasyonlarda ve bantlarda incelenmiş, görsel olarak çok belirgin farklılık gösteren alanlar arasındaki sınırlar geçici olarak çizilmiştir(Bkz. Şekil 5.31.). Geçici olarak sınırlandırılan birimler arasındaki spektral yansımaya değerlerinin karşılaştırması yapılmış ve belirli bir benzerlik bulunan birimler birleştirilmiştir. Birleştirilen alanlarda drenaj sistemleri ve topoğrafya özellikleri incelenmiş uyumluluk olup olmadığı irdelenmiştir. Bu aşamalarla birimler arasındaki kesin sınırlar çizilmiş ve ayrılan birimleri karşılaştırmak ve uydu görüntülerindeki özelliklerini belirlemek spektral değerler, topoğrafya, drenaj, bitki örtüsü özellikleri belirlenmiştir.

5.3.4. Uydu görüntüleri ile sahada jeolojik harita alımı

Uzaktan algılama yöntemleri kayaların durumu, sınırların ve kırık hatlarının tesbitinde olduğu kadar jeolojik harita alımının planlanmasında önemli katkılar sağlar. Bazı jeolojik sınırlar uydu görüntülerinde ve hava fotoğraflarında arazide

görüldüklerinden daha belirgindir. Bu nedenle uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları hızlı jeolojik harita alımı için çok kullanışlıdır.

Uydu görüntüleri ile sahada jeolojik harita alımı için öncelikle çalışma alanına ait sayısal altlıklar hazırlanmış, hazırlanan uydu görüntüleri ve altlıklar jeoreferanslanmıştır. Arazinin 3 boyutlu modellenmesi gerçekleştirilmiş, uydu görüntüleri ön analize ve zenginleştirmeye tabi tutulmuştur. Bu işlemlerin ardından kullanışlı olabilecek değişik varyasyonlar oluşturulmuştur. Bu varyasyonlar; uydu+eşyükseklik çizgileri, uydu+drenaj ağı, uydu+yollar, uydu+su kaynakları, uydu+önceki çalışmalar şeklindedir.

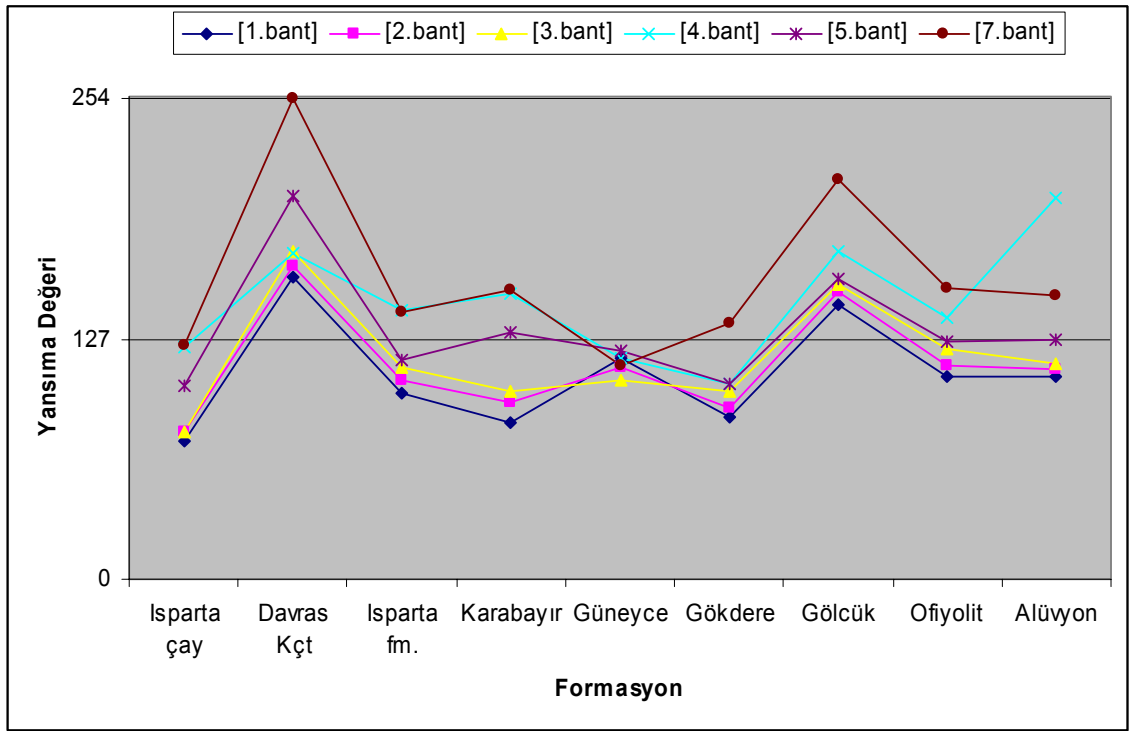
Uydu görüntüleri üzerinde bilgisayarla yapılan analizler ve görsel görüntü yorumlanması ile olası jeolojik sınırlar ve yapılar işlenmiştir. Hazırlanan tüm veriler taşınabilir bilgisayara aktarılmış ve arazi çalışması için 3 boyutlu model ve sayısal haritalar ile arazi planlaması yapılmıştır. Taşınabilir bilgisayar, GPS(global Positioning Systems-Küresel yer belirleme Sistemi) ve diğer arazi gereçleri ile araziye çıkılmıştır. Daha önceden çizilen sınırlar ve yapılar arazide GPS kullanılarak kontrol edilmiştir. Tabaka ve yapıların konumları GPS üzerinde direkt olarak kaydedilerek ya da koordinatları ile birlikte not edilerek sonradan uydu görüntüsü üzerine işlenmiştir. Gün sonunda alınan tüm veriler uydu görüntüsü ve diğer altlıklar üzerine işlenip ve harita üzerinde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Son olarak yapılan 3 boyutlu model analizleri ve RGB kompozisyonlarının değişik kullanımları ile çizilen sınırlar ve yapılar kontrol edilmiş ve oluşturulan jeoloji haritasından şematik en kesitler hazırlanmıştır (Ek 1).

6. VERİLERİN KARŞILAŞTIRMASI VE YORUMU

Yapılan çalışmalar ve analizler sonucunda uydu görüntüleri kullanılarak ayırtılan birimlerin (Bkz. Bölüm 4) Spektral yansıma (Çizelge 6.1.;6.2.;6.3.), topoğrafya, bitki örtüsü, drenaj ağı ve renk (Çizelge 6.4.) özelliklerine göre karşılaştırması yapılmıştır. Yorumlar çizelge 6.1.'den sonra verilmiş diğer spektral değer karşılaştırmaları (Çizelge 6.3.-6.4.) karşılaştırma yapılabilmesi amacı ile verilmiştir. İnceleme alanındaki birimlerin yayılım alanları görüntü analizi ile hesaplanmıştır. Birimlerin yayılımları ve istatistiksel dağılımları Çizelge 6.5.'de verilmiştir.

Çizelge 6.1. Çalışma alanında yüzeylenen birimlerin LS7 ETM+ 1.2.3.4.5.7. bantlardaki spektral yansıma değerlerinin karşılaştırması ve diyagramı

	[1.bant]	[2.bant]	[3.bant]	[4.bant]	[5.bant]	[7.bant]
Isparta çay	73	78	78	123	102	124
Davras Kçt	160	165	173	172	202	254
Isparta fm.	98	105	112	142	116	141
Karabayı	83	93	99	151	130	153
Güneyce	117	112	105	117	121	113
Gökdere	86	91	99	103	103	135
Gölcük	145	152	156	173	159	211
Ofiyolit	107	113	122	138	126	154
Alüvyon	107	111	114	201	127	150



Çizelge 6.1.'deki karşılaştırma sonuçlarından elde edilen formasyonlara ait spektral yansıma değerleri 1, 2, 3, 4, 5 ve 7. bantlardaki ortalama yansıma değerlerine göre değerlendirildiğinde;

Ispartaçay Formasyonu: Tüm bantlarda ortalamanın altında yansıma değerlerine sahiptir. En az yansıma 1. bantta görülmektedir. En fazla yansımayı 7. bantta göstermektedir. Ayırt etmek için drenaj ve topoğrafya ile GPS verileri gibi diğer bileşenlerde ihtiyaç vardır.

Davraz Kireçtaşı: Tüm bantlarda ortalamanın üstünde yansımaya değerine sahiptir. En fazla yansımayı 7. bantta yapmaktadır. Davraz formasyonu diğer birimlerden rahatlıkla ayrılabilir. Volkaniklerle karıştırmamak için arazi bilgilerinin eksiksiz olması gerekmektedir.

Isparta Formasyonu: Tüm bantlarda ortalamaya yakın değerlerde yansımaya sahiptir. En fazla yansımaya 7 ve 4. bantlarda gerçekleşmektedir ve ortalamanın üstünde değerlerdedir. 1, 2, 3 ve 5. bantlarda yansımaya ortalamanın altındadır. En düşük yansımaya ise 1. bantta sahiptir. Spektral yansımalarla göre diğer birimlerden ayırt edilebilmek çok güçtür. Drenaj, bitki örtüsü gibi diğer unsurlarla birlikte sınırlarının çizilmesi mümkündür. Ancak spektral yansımalarla kendi arasında iki seviyeye ayrılabilir.

Karabayır Formasyonu: Isparta Formasyonuna benzer yansımaya değerlerine sahiptir. 7,4 ve 5. banttaki yansımaya ortalamanın üstündedir. 1, 2, ve 3. bantlardaki yansımaya ise ortalamanın altındadır. En düşük yansımaya 1. bantta gerçekleşmektedir. Spektral yansımalarla göre ayırt edilebilmek çok güçtür. Drenaj, bitki örtüsü, GPS gibi diğer unsurlarla birlikte ayırt edilebilmektedir.

Güneyce Formasyonu: Tüm yansımalar ortalamanın altında fakat ortalamaya yakın değerlerdedir. Diğer birimlerden farklı olarak 1. bantta yansımaya üstten 3. sıradadır. Bunun nedeni ise içerdiği killi birimlerdeki nemlilik oranının fazla olmasıdır. Spektral yansımalarla göre ayırt edilebilmek güçtür. Özellikle drenaj ağı ve bitki örtüsü gibi unsurlarla birlikte sınırlarının çizilmesi daha güvenilirdir. Bu formasyon kendi içerisinde pek çok üyeye ayrılabilir. Ancak bunun için ayrıntılı arazi verisi toplamak gerekmektedir.

Gökdere Formasyonu: 7. Bant haricindeki bantlarda yansımaya değerleri ortalamanın altındadır. 7. bantta ise ortalamanın biraz üstünde bir yansımaya değerine sahiptir. En düşük yansımaya 1. bantta sahiptir. Spektral yansımalarla göre ayırt edilebilmek çok güçtür. Topoğrafya, bitki örtüsü gibi diğer unsurlarla birlikte sınırlarının çizilmesi mümkündür. Ayrıca koordinatlı arazi verileri olmaksızın ayırt edilmesi çok güçtür.

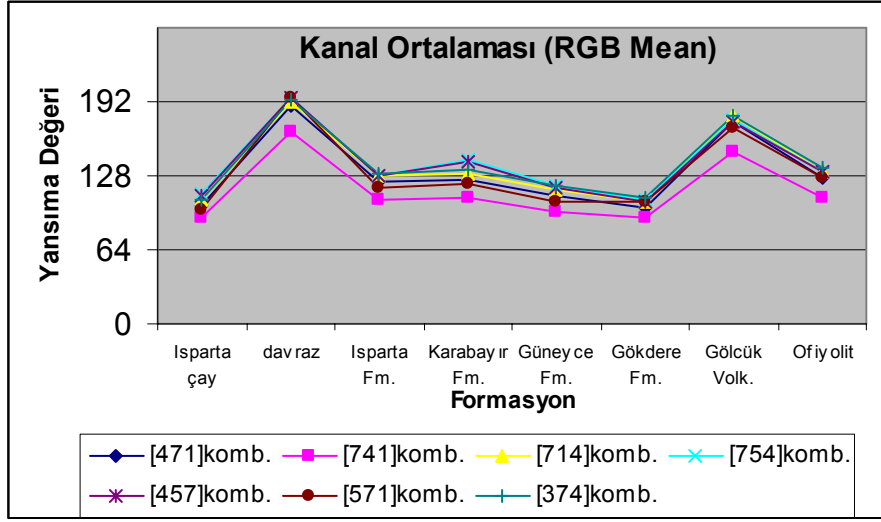
Gölcük Volkanikleri: Tüm bantlarda yansıma değeri ortalamanın üstündedir. En fazla yansıma değeri 7. banttadır. En az yansıma değeri 1. bantta görülmektedir. Spektral yansımalar ile dayk ve sil gibi yapıları ayırt etmek çok kolayken tüflerde bu durum biraz güçleşmektedir. Topoğrafya ve GPS verileri desteği ile sınırlarını geçirmek daha güvenilirirdir.

Isparta Ofiyolit Karmaşığı: Yansıma değerleri ortalamaya yakındır. 7 ve 4. bantlarda yansıma ortalamanın üzerindedir. En fazla yansıma değeri 7. bantta görülmektedir. En düşük yansıma değeri 1. banta aittir. Spektral yansımalarla göre diğer birimlerden ayırt edebilmek nispeten daha kolaydır. GPS verileri ile sınırlarının doğru çizilmesi mümkündür.

Güncel sedimanlar: 4. bant haricindeki yansıma değerleri ortalamaya yakındır. Sadece 4 ve 7. bantlarda ortalamanın üstündedir. En fazla yansıma değeri 4. banta aittir. Bunun nedeni güncel sedimanlar üzerindeki yoğun bitki kaplı tarım arazileridir. En az yansıma ise 1. banttadır. Spektral yansıma ve topoğrafya özellikleri kullanılarak rahatlıkla sınırı çizilebilmektedir.

Çizelge 6.2. Kanal ortalamasına göre birimlerin gösterdikleri spektral yansıma değerleri ve diyagramı

RGB MEAN	[471]komb.	[741]komb.	[714]komb.	[754]komb.	[457]komb.	[571]komb.	[374]komb.
Isparta çay	101,65	90,75	106,28	111,6	110,76	98,03	107,23
Davras	188,38	165,36	191,82	195,04	194,44	195,51	192,37
Isparta Fm.	122,83	106,08	127,49	128,34	127,5	116,41	129,9
Karabayır Fm.	124,41	107,94	129,04	140,55	139,71	120,58	133,27
Güneyce Fm.	110,26	97	114,91	118,67	117,82	105,68	118,09
Gökdere Fm.	100,61	90,72	105,22	106,36	105,51	104,37	107,99
Gölcük Volk.	174,24	147,94	178,41	174,9	174,13	169,18	178,73
Ofiyolit	126,63	108,79	131,29	131,57	130,73	125,29	134,16



Çizelge 6.2.'deki karşılaştırma sonuçlarından elde edilen formasyonlara ait spektral yansımaya değerleri çeşitli kombinasyonlardaki ortalama yansımaya değerlerine göre değerlendirildiğinde;

Ispartaçay Formasyonu: Kullanılan tüm kombinasyonlarda ortalamaya yakın ancak ortalamanın altında yansımaya değerine sahiptir. En yüksek yansımaya değeri 754, en düşük yansımaya değeri 741 kombinasyonundadır.

Davraz Kireçtaşı: Tüm kombinasyonlarda ortalamanın üstünde yansımaya değerlerine sahiptir. En yüksek yansımaya değeri 571 kombinasyonunda, en düşük yansımaya değeri ise 741 kombinasyonundadır. Davraz formasyonu diğer birimlerden rahatlıkla ayrılabilir.

Isparta Formasyonu: Tüm kombinasyonlarda ortalamaya yakın yansımaya değerleri gösterir. En yüksek yansımaya değeri 754 kombinasyonunda, en düşük değeri ise 741 kombinasyonundadır.

Karabayır Formasyonu: Tüm kombinasyonlarda ortalamaya yakın bir yansımaya gösterir. En yüksek yansımaya değeri 754, en düşük 741 kombinasyonundadır.

Güneyce Formasyonu: Tüm kombinasyonlarda ortalamanın altında yansımaya değerine sahiptir. En yüksek yansımaya değeri 754, en düşük yansımaya değeri 741 kombinasyonunda görülür.

Gökdere Formasyonu: Tüm kombinasyonlarda ortalamanın altında yansımaya sahiptirler. En yüksek yansımaya değeri 374 kombinasyonunda, en düşük yansımaya değeri 741 kombinasyonundadır.

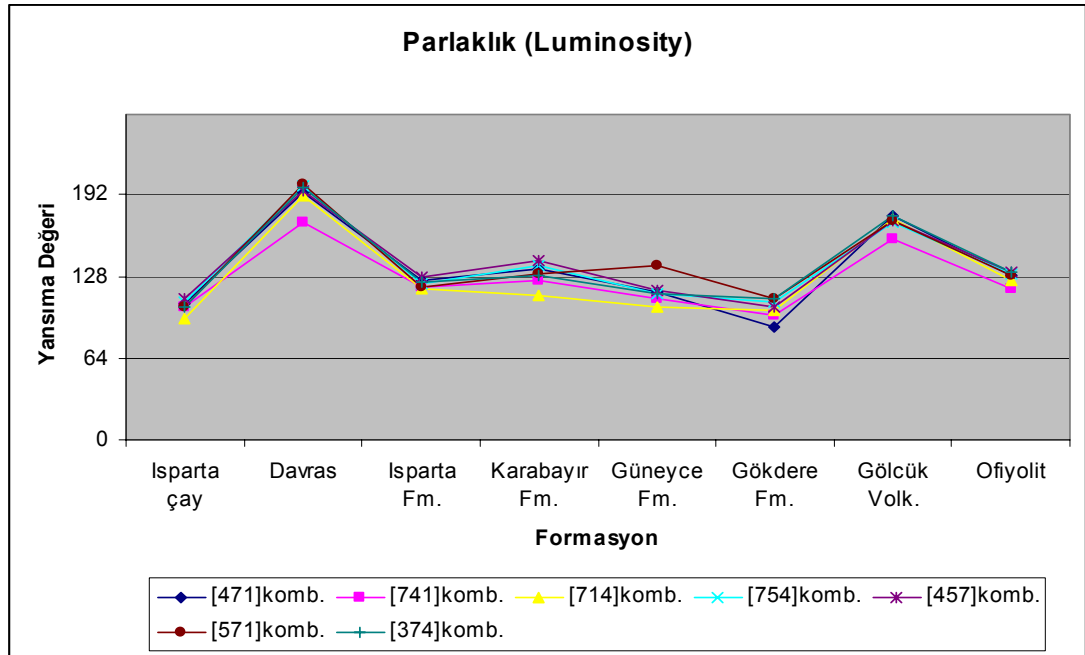
Gölcük Volkanikleri: Tüm kombinasyonlarda ortalamanın üstünde yansımaya değerine sahiptir. En yüksek yansımaya değeri 714, en düşük yansımaya değeri 741 kombinasyonunda görülür.

Isparta Ofiyolit Karmaşığı: Ortalamaya yakın yansıma değerleri gösterir. En yüksek yansıma değeri 754, en düşük yansıma değeri 741 kombinasyonundadır.

Güncel sedimanlar: Görüntüden elemine edilmiş olduğu için yansıma değerleri kombinasyonlarda hesaplanmamıştır.

Çizelge 6.3. Parlaklık (Luminosity) ortalama yansıma değerlerine göre birimlerin çeşitli bant kombinasyonlarındaki yansıma değerleri.

Luminosity	[471]komb.	[741]komb.	[714]komb.	[754]komb.	[457]komb.	[571]komb.	[374]komb.
Ispartaçay	107,25	104,6	95,14	108,12	110,7	104,16	103,66
Davras	193,95	169,96	190,62	198,95	194,59	200,43	197,16
Isparta Fm.	125,35	119,11	117,86	122	127	119,73	124,02
Karabayır Fm.	133,4	124,47	113,09	137,02	140,27	130,11	129,11
Güneyce Fm.	115,29	110,39	104,23	114,47	117,18	137,23	114,05
Gökdere Fm.	88,24	98,02	101,93	107,52	104,15	110,05	111,12
Gölcük Volk.	175,81	157,18	173,26	170,23	171,89	171,43	175,79
Ofiyolit	129,25	118,85	125,5	129,58	130,76	128,22	131,57



Çizelge 6.3.' deki karşılaştırma sonuçlarından elde edilen formasyonlara ait spektral yansıma değerleri çeşitli kombinasyonlardaki ortalama yansıma değerlerine göre değerlendirildiğinde;

Ispartaçay Formasyonu: Kullanılan tüm kombinasyonlarda ortalamanın altında yansıma değerine sahiptir. En yüksek yansıma 754, en düşük yansıma 714 kombinasyonundadır.

Davras Kireçtaşı: Tüm kombinasyonlarda ortalamanın üstünde yansıma değerlerine sahiptir. En yüksek yansıma değeri 571 kombinasyonunda, en düşük yansıma değeri ise 741 kombinasyonundadır.

Isparta Formasyonu: Tüm kombinasyonlarda ortalamaya yakın yansıma değerleri gösterir. En yüksek yansıma değerleri 471 kombinasyonunda, en düşük değer ise 714 kombinasyonundadır.

Karabayır Formasyonu: Tüm kombinasyonlarda ortalamaya yakın bir yansıma gösterir. En yüksek yansıma 457, en düşük 714 kombinasyonundadır.

Güneyce Formasyonu: 571 dışındaki kombinasyonlarda ortalamanın altında yansıma değerine sahiptir. En yüksek yansıma değeri 571, en düşük yansıma 714 kombinasyonunda görülür.

Gökdere Formasyonu: Tüm kombinasyonlarda ortalamanın altında yansımaya sahiptirler. En yüksek yansıma 374 kombinasyonunda, en düşük yansıma 471 kombinasyonundadır.

Gölcük Volkanikleri: Tüm kombinasyonlarda ortalamanın üstünde yansıma değerine sahiptir. En yüksek yansıma 471, en düşük yansıma 741 kombinasyonunda görülür.

Isparta Ofiyolit Karmaşığı: Ortalamaya yakın yansıma değerleri gösterir. En yüksek yansıma değeri 374, en düşük yansıma değeri 741 kombinasyonundadır.

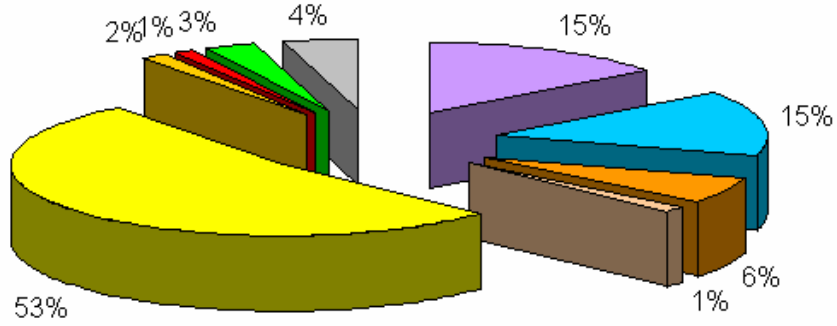
Güncel sedimanlar: Görüntüden elemine edilmiş olduğu için yansıma değerleri kombinasyonlarda hesaplanmamıştır.

Çizelge 6.4. İnceleme alanında yer alan birimlerin engebe, drenaj, bitki örtüsü, renk, yapay materyal açısından karşılaştırması

Birim	Topoğrafya	Drenaj	Bitki	Renk	Yapay Materyal
Ispartaçay Fm.	Orta Engebe	Kaba-Paralel	Yoğun-Yapay	Koyu	Yoğun Orman
Davras Kçt	Orta-Sarp	Kaba-Paralel	Seyrek-Yok	Açık	Yok
Isparta Fm.	Orta Engebe	Paralel-Kaba Dentritik	Orta-Maki	Orta-Açık	Az Orman
Karabayır Fm	Düz-Orta	Yok	Orta-Yapay	Koyu	Yoğun Orman
Güneyce Fm	Orta	Dentritik-ince dentritik	Orta-Yoğun	Orta-Koyu	Yerleşim, Tarım, Orman
Gökdere Fm.	Düz-Orta	Yok	Orta	Orta-Açık	Az Orman
Gölcük Volk.	Orta	İşinsal-Kaba	Az-Orta	Açık	Yok
Isparta Ofiyolit Karm.	Düz-Orta	Belirsiz	Az-Orta	Orta-Koyu	Belirsiz
Alüvyon	Düz	Yok	Yoğun	Orta-Açık	Yerleşim, Tarım

Çizelge 6.5. İnceleme alanında yer alan birimlerin yayılımlarına ait istatistiksel veriler

Ispartaçay Fm	18,67043
Davras Kçt.	18,61564
Isparta Fm	7,794185
Karabayı Fm	1,821839
Güneyce Fm	67,25738
Gökdere Fm	2,041008
Gölcük Volk.	1,547879
Ofiyolit	3,808055
Alüvyon	5,643593
Toplam (km ²)	127,2



7. YAPISAL JEOLJİ

7.1. Yapısal Evrim

Isparta açısında yer alan inceleme alanı ve civarında çalışan pek çok araştırmacı, bölgenin yapısal konumu ve gelişimi konusunda çeşitli hipotezler kurmuşlardır.

Bu çalışmalardan Gutnic ve Poisson (1970), Poisson (1977) çalışmalarında tüm Batı Toroslar ve inceleme alanında yer alan birimlerin yapısal konumunu Alpler'de olduğu gibi napların varlığı ile açıklamaya çalışmışlardır. İnceleme alanında görünür temeli oluşturan Ispartaçay Formasyonu'nun Antalya naplarına, ofiyolitik karmaşık ve üzerindeki farklı litoloji ve yaşlardaki birimleri ise Lycian naplarına dahil etmişlerdir.

Koçyiğit (1984) Güneybatı Anadolu'daki tektonik evrimi Eski tektonik dönem, Geç Kretase-Eosen (1), Geçiş dönemi, Eosen-Alt Miyosen (2), Yeni tektonik dönem, Tortoniyen-günümüz(3), olmak üzere üç dönemde incelemiştir. Bu dönemlerde, sıkışma ve gerilmelere bağlı farklı olayların geliştiğini belirten araştırmacı yeni tektonik dönemde D-B karşıt yönlü sıkışma rejimi ve K-G yönlü genişleme etkisi altında bölgenin blok faylanmalara uğradığını, bunun sonucunda pekçok horst ve grabenin oluştuğunu ,aynı zaman aralığında olmasına rağmen farklı doğrultularda birbirini kesen fay takımlarının oluştuğunu ve bu faylardan bazılarının günümüzde de aktif olduğunu belirtmiştir.

Yalçınkaya ve diğ. (1986) ve Yalçınkaya (1989)'a göre tüm Batı Toros kuşağının bugünkü konumunu erken orta ve geç Alpin Orojenezine bağlı olarak almıştır. Ancak birbirini izleyen evrelerin bir önceki evrenin etkilerini yok edecek şekilde gelişmesi sonucunda bölgede yer alan birimlerin yapısal konumlarının çok farklı bir hal almasına ve bölgenin oldukça karmaşık bir yapı kazanmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Önceki çalışmalarda allokton konumlu olduğu belirtilen Ispartaçay Formasyonu'nun söylendiği gibi allokton konumlu olmayıp Neotetis'in güney kolunda yerinde oluşmuş rift çökelleri olduğunu söylemişlerdir.

Yapılan Son çalışmalarda ise (Poisson ve diğ., 2003) araştırmacılar yöredeki birimleri otokton, paraotokton ve allokton olarak değerlendirmişler ve değişik zamanda meydana gelen tektonik gelişmeler ile yörenin bu günkü konumunu aldığını belirtmişlerdir. Çalışma alanında yer alan Üst Kretase yaşlı Davras kireçtaşlarını, Eosen yaşlı Isparta formasyonunu ve Miyosen yaşlı sedimanları otokton ve paraotokton olarak değerlendirmişler bunların altında yer alan Isparta çay formasyonunu ve ofiyolitleri ise allokton olan Antalya naplarına dahil etmişlerdir. Önceki çalışmaların sentezini yapan araştırmacılar, Bölgede ters faylanmalara ve bindirmelere bağlı bir model üzerinde durmuşlardır (Şekil 7.1.).

7.2. Uyumsuzluklar

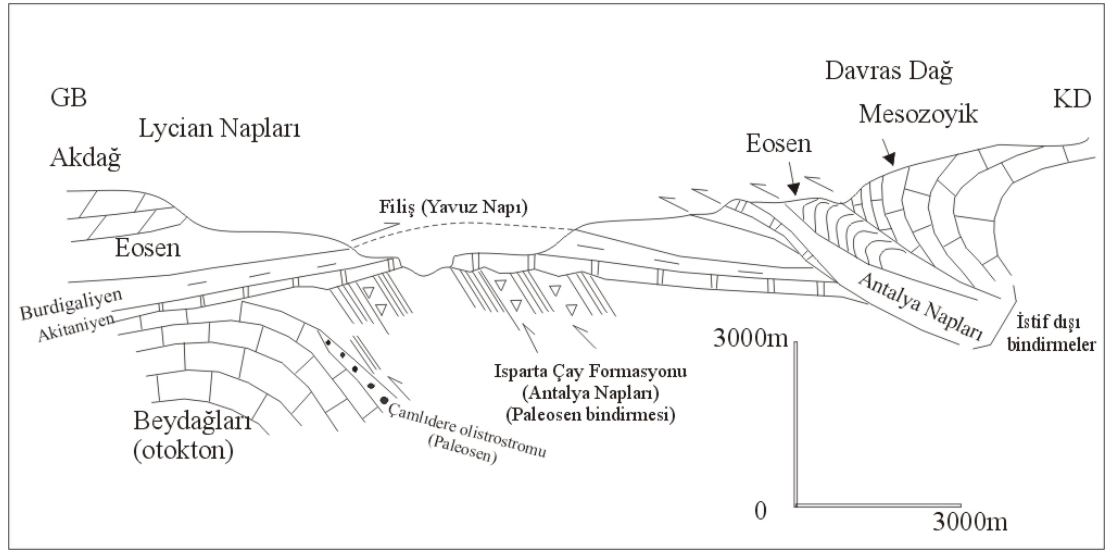
Tabanda yer alan Isparta çay Formasyonu ile Karabayır formasyonu açısız uyumsuzluk göstermektedir. Bu ilişki en iyi İmrezi dere vadisi boyunca gözlenmektedir (Bkz. Şekil 4.23.).

Isparta Ofiyolit Karmaşığı diğer birimleri bindirmeli olarak üzerler (Bkz. Şekil 4.17.;4.35.;4.51.).

Gökdere Formasyonu Altındaki Güneyce Formasyonu ile açısız uyumsuzdur (Bkz. Şekil 4.39.).

Gölcük volkanikleri diğer birimleri keserek yüzeye çıkarlar. Volkanoklastikler ise diğer birimleri uyumsuz olarak örter (Bkz. Şekil 4.44.).

Güncel sedimanlar tüm birimleri uyumsuz olarak örter.

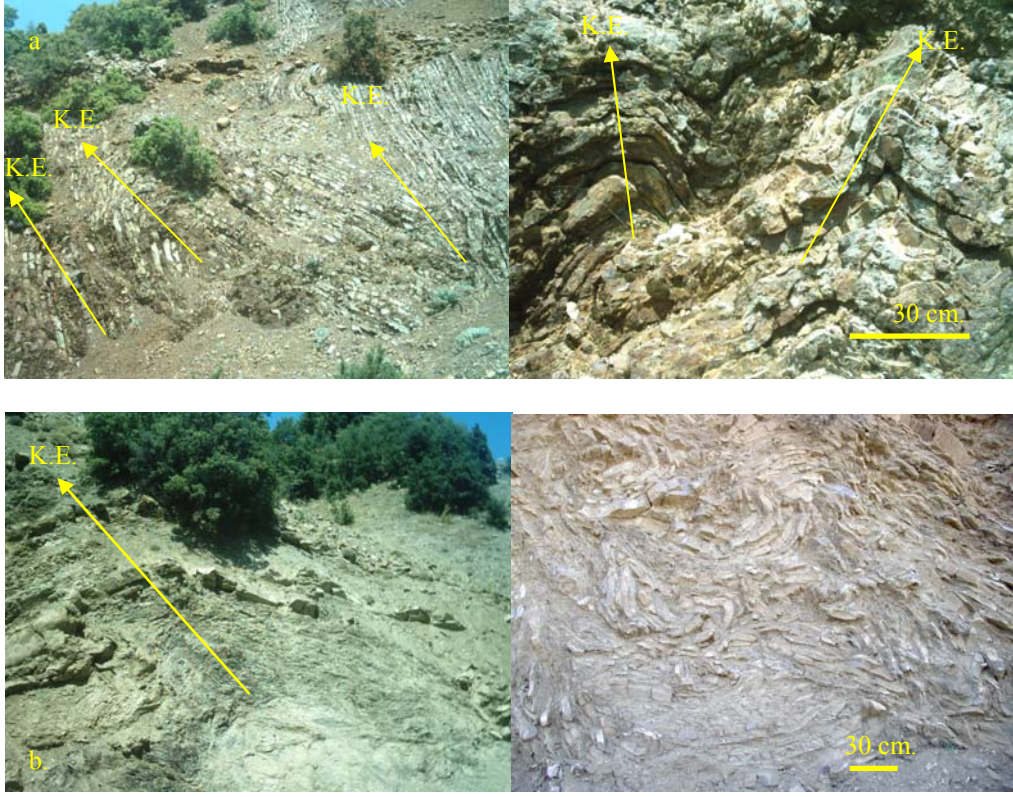


Şekil 7.1. Çalışma alanında Poisson ve diğer. (2003) göre birimlerin tektonik ilişkisi (Poissonve diğer., 2003'den değiştirilerek)

7.3. Kıvrımlar

Çalışma alanı farklı zamanlarda değişik yönlerde sıkışma ve genişleme kuvvetleri etkisinde kalmıştır. Buna bağlı olarak litolojilerde kıvrımlanmalar meydana gelmiştir. Özellikle temelde görülen Triyas-Jura yaşlı Isparta Çay Formasyonu ve Miyosen yaşlı Güneyce Formasyonunda bu etkiler oldukça net gözlenebilmektedir (Şekil 7.2.). Kıvrımlanmalar cm mertebesinde metrelerce büyüklüklere kadar değişik boyutlardadır. Isparta çay formasyonunda gözlenen kıvrımlanmalar genellikle dalımlı simetrik ve dalımlı asimetrik kıvrım özelliğindedir. Güneyce

Formasyonunda ise oldukça farklı geometrik özellikte kıvrımlanmalar göze çarpmaktadır. Kıvrımlanmalar yine tektonizma etkisiyle devrilmiş ve parçalanmıştır.



Şekil 7.2. Isparta Çay Formasyonunda(a) imrezi dere vadisinde ve Güneyce Formasyonunda (b) Direkli köyü dolaylarında gözlenen, değişik geometrik yapılarıdaki kıvrımlanmalar (K.E.:Kıvrım eksen)

7.4.Uydu verilerinin kullanımı ile çizgiselliklerin belirlenmesi

Yapısal evrim bölümündede bahsedildiği gibi bölgede 3 farklı tektonik evreden (Koçyiğit, 1984) bahsedilmektedir. İnceleme alanı, her gelişen tektonik olayın bir öncekinin etkilerini yok etmiş olması mantığıyla incelendiği zaman, bölgede tespit edilebilecek çizgiselliklerin çoğunun sadece Miyosen sonrası ve yakın geçmişte oluşmuş olabileceği düşünülmektedir. Bunların incelenmesi uydu verileri ile yapılmıştır.

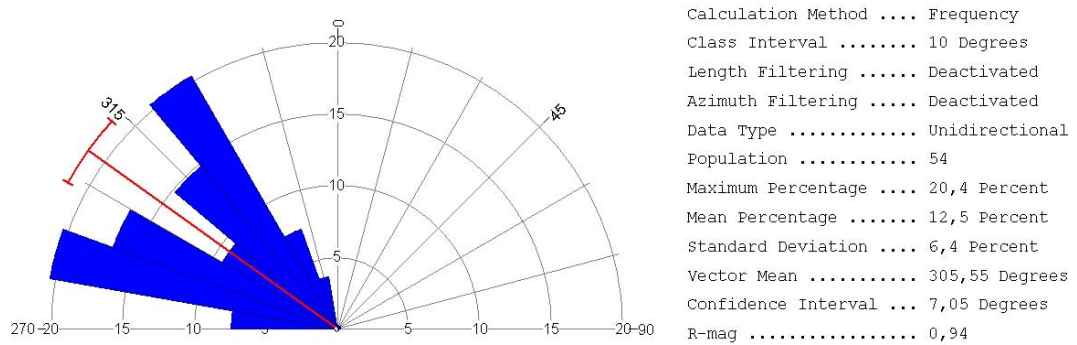
Çizgiselliklerin tesbiti için uydu görüntülerine Emboss filtre uygulanmış ve çizgisel yapıların daha belirgin olarak ortaya çıktığı kabartmalı ve tek renkli görüntü elde edilmiştir.

İncelemede topoğrafyadaki ani değişimler, su kaynaklarının çizgisel dizilimi, bitki kümelenmelerinin çizgiselliği, vadi sistemlerindeki anormallikler ve çizgisellikler dikkate alınmıştır.

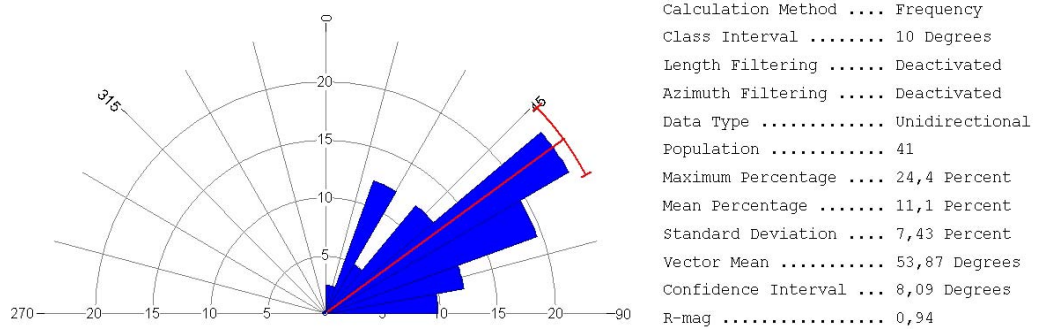
Görüntü üzerinde yol vb. İnsan yapısı çizgisellik gösterebilecek materyallerin tesbiti için yol altlığı görüntünün üstüne getirilmiştir. Daha sonra bu görüntü çizilen jeolojik sınırlar ile çakıştırılarak hangi birimlerin tektonik dokanaklı olabileceği tesbit edilmeye çalışılmıştır. Drenaj haritası ve oluşturulan kırık görüntüsü çakıştırılarak vadi sistemleri ile ilişkili olan çizgisellikler belirlenmiştir. Eşyükseklik eğrileri ile ani topoğrafik farklılıkların bulunduğu bölgeler incelenmiş ve buradaki çizgiselliklerde tesbit edilmiştir.

Çok detaya girmeden sadece belirgin çizgiselliklerin işlenmesi sonucunda inceleme alanına ait çizgisellik haritası çıkarılmıştır. Kullanılan sistemin sayısal bir sistem olması sayesinde elde edilen haritadaki çizgilerin doğrultuları belirlenmiş ve egemen çizgisellikleri gösteren gül diyagramları hazırlanmıştır. Bu diyagramlara göre iki ana çizgisellik yörede hakimdir. Bunlardan ilki, KB yönlü olan çizgiselliklerdir (Şekil 7.3.). İkincisi ise, kesen kesilen ilişkisine göre KB yönlü çizgiselliklerden daha genç olması gerektiği düşünülen KD yönlü çizgiselliklerdir (Şekil 7.4.).

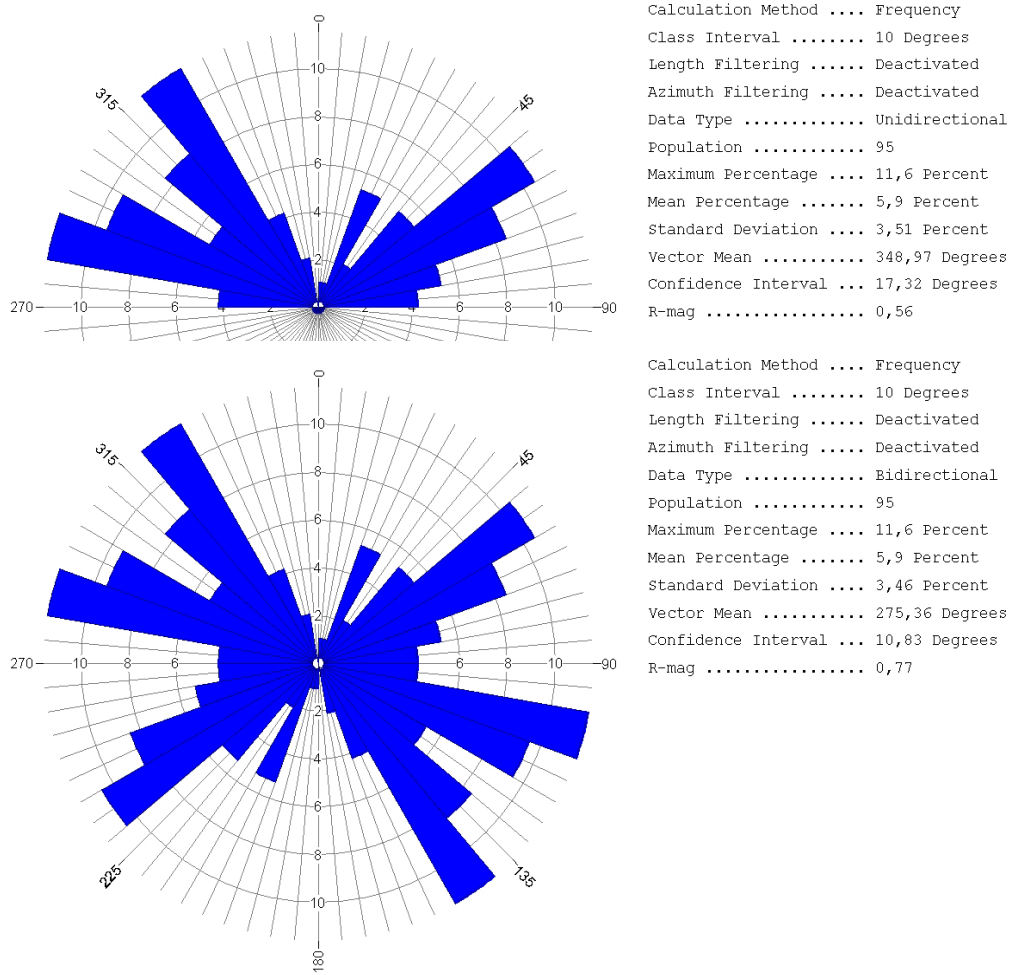
Sonuçta her iki yöndeki çizgiselliklere ait veriler bir araya getirilerek Yörenin çizgisellik haritası ve bu haritaya ait gül diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 7.5.-7.6.).



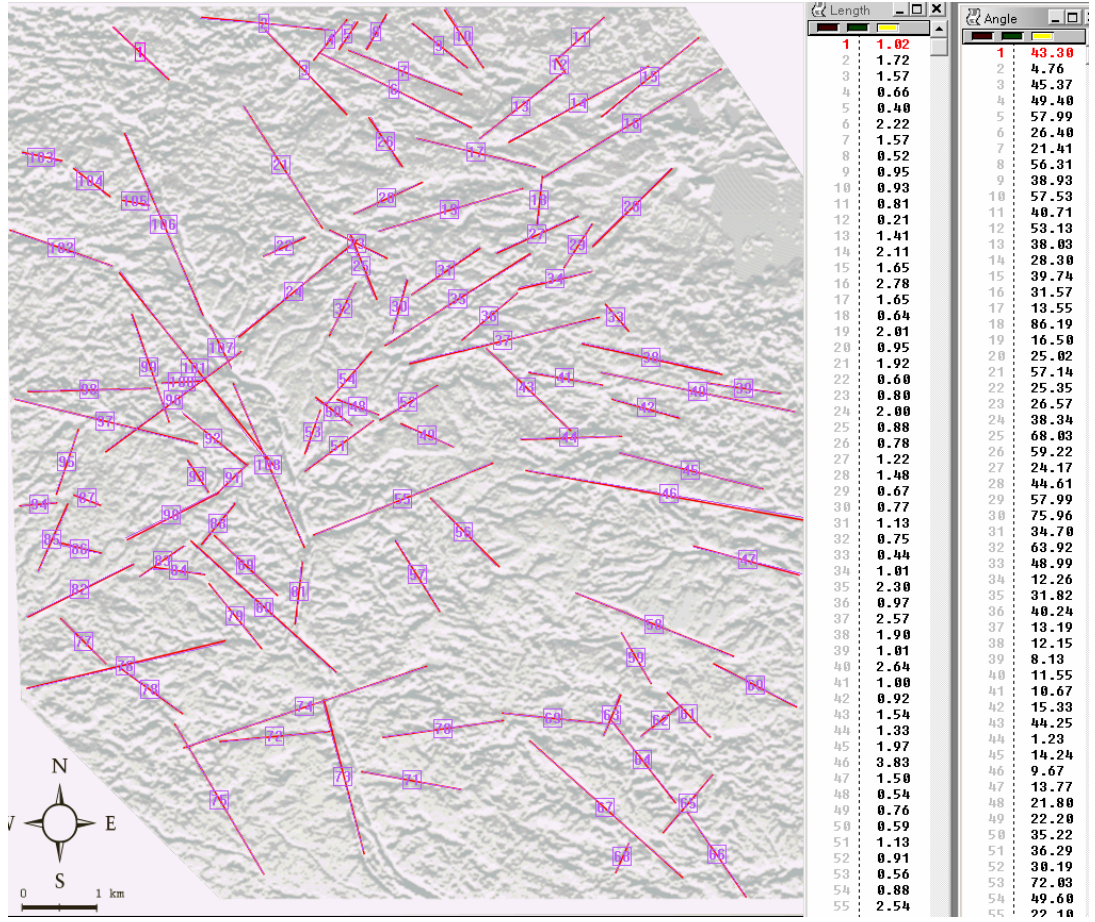
Şekil 7.3. İnceleme alanında KB yönlü çizgiselliklere ait gül diyagramı ve diyagram sonuçları. 54 çizgisellik tesbit edilmiş, bunların ortalaması 305,55°.



Şekil 7.4. İnceleme alanında KD yönlü çizgiselliklere ait gül diyagramı ve diyagram sonuçları. 41 çizgisellik tesbit edilmiş, bunların ortalaması $53,87^{\circ}$.



Şekil 7.5. İnceleme alanındaki çizgiselliklere ait tek yönlü ve çift yönlü gül diyagramı ve diyagram sonuçları. 95 çizgisellik tesbit edilmiş, bunların ortalaması $275,36^{\circ}$.



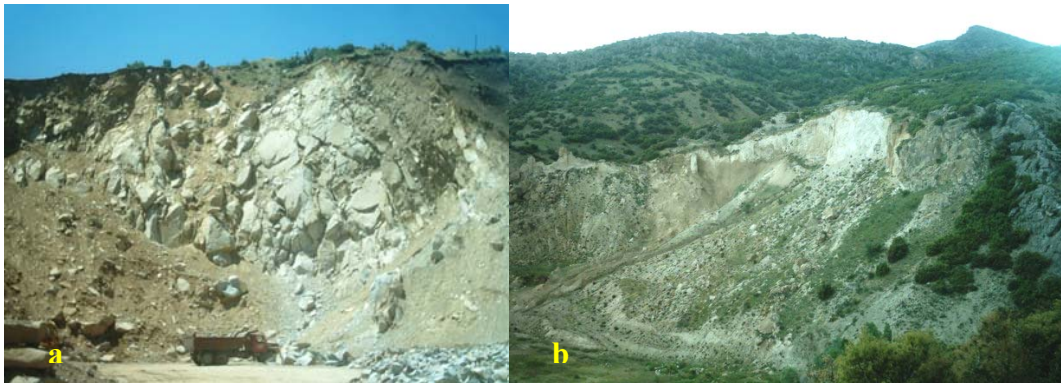
Şekil 7.6. İnceleme alanına ait çizgisellik haritası ve çizgiselliklerin sayısal değerleri.
Lenght: uzunluk Angle: doğrultu açısı.

8. EKONOMİK JEOLJİ

İnceleme alanında ekonomik olabilecek cevherleşmeye rastlanılmamıştır.

Gölcük volkaniklerine ait andezit daykları taş ocağı olarak işletilmekte ve çıkarılan malzemeler, bina yapımında ve çevre düzenlemesinde kullanılmaktadır. Ocakların ekonomik ömrü 15 yıl kadar olup sadece piyasadan talep olduğu zamanlarda üretim yapmaktadır. Yine gölcük volkaniklerine ait volkanoklastikler ise bileşimlerinde buldukları zeolit nedeni ile ekonomik olarak değerlendirilebilirliği ayrıntılı olarak araştırılmalıdır. Volkanoklastiklerde bina yapımında ve çimento ham maddesi olarak kullanılmaktadır.

Akarsu yataklarında gözlenen alüvyon depolanmaları stabilize yol malzemesi ve karayollarının yapımında ve binalarda kullanılmaktadır.



Şekil 8.1. Azı tepe civarında işletilen andezit ocağı(a), Isparta-Antalya karayolu kenarında çimento hammaddesi için işletilen volkanoklastikler(b)

9. SONUÇLAR

Dereboğazı (Isparta) çevresinde gerçekleştirilen tez çalışması ile aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Sahadaki kaya birimleri alttan üste doğru Triyas-Jura yaşlı, radyolarit, çört, kireçtaşı, türbiditik kireçtaşlarından oluşan Ispartaçay Formasyonu, Jura-Kretase yaşlı Davras Kireçtaşı, Eosen yaşlı klastiklerle ve karbonatlarla temsil olunan Isparta Formasyonu, Miyosen yaşlı karbonat ve klastik kayaları içeren Karabayır Formasyonu, Güneyce Formasyonu, ve Gökdere Formasyonu, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Gölcük Volkanikleri olarak belirlenmiştir. Isparta Ofiyolitik Karmaşığı sahadaki allohton jeolojik ünite olarak ayrılmıştır. Litolojik ünitelerin yayılım alanları tesbit edilmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Tüm birimlerin saha ve uydu görünümündeki ayrımları ile sahanın 1:25.000 ölçekli jeoloji haritası yeniden yapılmıştır. Özellikle uydu verileri kullanılarak değinilen birimlerin sayısal değerleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Saha ve laboratuvar gözlemleri ve önceki çalışmaların sentezi ile de birimlerin yaş ve ortamları üzerinde bulgulara değinilmiştir. Jeolojik birimlerin yayılım alanlarının ortaya konmasında, sınır ilişkilerinin açıkça belirlenmesinde, litolojilerinin ve dokanak ilişkilerinin renk, engebe, vadi sistemi ve bitki örtüsünden yararlanarak tahmin edilmesinde uydu verilerinden yararlanabileceği gözlenmiştir. Uydu verileri ile jeolojik harita alımında alternatif yöntemler ve yeni yöntemler sunulmuştur. Saha verileri ile gerçekleştirilen harita ile uydu görüntülerinden çıkarılan harita farklılıkları, jeolojik birim ayrımlarında uydu görüntülerinin avantajı olduğu kadar zorluklarının da bulunduğu ortaya çıkarmaktadır. Şöyleki, uydu verileri ile bazı jeolojik üniteler çok net ayrılırken (örneğin Davras kireçtaşı), bazı jeolojik birimlerin ayırımı zor olmaktadır (örneğin Karabayır Formasyonuna ait kireçtaşları gibi). Eldeki uydu görüntüleri ile ayrıntılı bir jeolojik haritanın mutlaka saha kontrollu olarak gerçekleştirilmesi gerekliliği, dolayısı ile saha çalışmalarının uydu görüntüsünün özelliğine bağlı olduğu da anlaşılmaktadır.

Hava fotoğrafları ile uydu görüntülerinin karşılaştırılmasında hava fotoğraflarının görüntülerinin net olması ve üç boyutlu incelenmesi mümkünken, uydu görüntülerinde bu özellikler zor gözükmektedir. Fakat bu çalışma ile uydu

görüntülerinde de üç boyutlu incelemenin mümkün olabileceği, normalde başka kullanım alanlarına sahip değişik tekniklerin kullanımı ile hava fotoğraflarından daha net görüntü ile kolay çalışılabilir özellikle altlıkların hazırlanabileceği gösterilmiştir.

Uydu verilerinde bant kombinasyonlarının önemi, saha verilerinin uydu verileri üzerine işleme kolaylığı üzerindeki inceleme yöntemlerindeki yeni bulgulara da değinilmiştir. Çok bantlı olarak alınan uydu görüntülerinde kaya ünitelerinin ayırımında bant kombinasyonlarının, tek bir bantın kullanılmasından daha avantajlı olduğu ortaya konmuştur. Önceki çalışmalarda bu kombinasyonlardan birkaçı kullanılarak sonuca gidilmeye çalışılırken, bu çalışmada Landsat uydusuna ait görüntülerin oluşturabileceği tüm kombinasyonlar analiz edilmiş ve jeolojik çalışmalar için uygun kombinasyonlar önerilmiştir.

Yine saha gözlemlerinde alınan koordinatlı verilerin uydu verileri üzerine kolaylıkla ve doğru bir şekilde işlenebilmesi için resim işleme programları ile birlikte kullanılabilen bir formül geliştirilmiş olup, formül $x=(La-X_0)*(X_{1V}-X_{0V})+X_{0V}$ ve $y=(La-Y_0)*(Y_{1V}-Y_{0V})+Y_{0V}$ olarak belirlenmiştir. Bu formül ile GPS verileri Adobe photoshop yazılımında istenen herhangi bir altlık ya da görüntü üzerinde kolaylıkla işlenerek yeri görülebilmektedir.

Uydu verilerinde petrografik yorum da dikkatli davranılması gerekliliği açıktır. Aynı renk tonlarını veren farklı birimlerin olabileceği gibi (örneğin Eosen kireçtaşı ile Davraz kireçtaşı'nın benzer spektral değerlere sahipliği gibi), aynı jeolojik birim içerisinde farklı renk tonları da gözlenebilir (örneğin Miyosen yaşlı birimler). Renk tonu farklılığının kaya türü özelliğinin dışında bitki örtüsü gelişimi, gölgelilik, engebelilik, suni yapılar ve toprak gelişimi ile ilişkili olabileceği örneklerle açıklanmıştır. Tüm bunların elimine edilebildiği bant kombinasyonlarının mümkün olabileceği tartışılmıştır. Davraz kireçtaşı'nın yüksek kotlarındaki renk tonu ile alçak kottaki mostralardaki renk tonu farklılığının değinilen faktörlerden kaynaklanması örnek olarak verilebilir.

Sahada haritalaması yapılan jeolojik birimlerin özellikle petrografik yorumunda farklı litolojilere göre gözlemler şu şekilde verilebilir: Kireçtaşlarının karstik özelliklerinin, tabakalanma kalınlıklarının önemli olabileceği gözlenir. Karstik kısımların daha açık renk tonlarında ve topoğrafik olarak en üst kısımlarda olduğu görülür. Ardalanmalı klastik istiflerde drenaj ağının; lav, volkanik akıntı da

geometrik görünümlerin, ofiyolitik kütlelerin ayırımında spektral renk ayırımının daha önemli olduğu söylenebilir. Uydu verilerindeki gözlemlere göre Ispartaçay Formasyonunun. plaketli kireçtaşları ile türbiditik kireçtaşlarını, formasyonun radyolarit-çört üyesine nazaran daha engebeli, paralel ve kaba drenaj ağında geliştikleri, koyu renkte gözlemlendiği; radyolarit, çört üyesinin kireçtaşı, killi kireçtaşı aralanmaları içermeleri ve bol kırıklı olmaları nedeni ile daha kaba drenaj ağına sahip oldukları, renklerinin açık gözlemlendiği anlaşılmaktadır. Davras kireçtaşı üzerinde bitki örtüsü gelişen kısım ile renk tonunun açık olarak gözlemlendiği Davras Dağı'nda kaba paralel drenaj ağı sistemi ve karstik yapılar uydu verisinde en tanıtıcı özellikleri olabileceği görülmektedir. Eosen istifini ise klastik baskınlığındaki Eosen seriler ile kireçtaşı egemenliğindeki Eosen seriler olarak kolaylıkla ayrılabilir; Miyosen istifinin ise alttan üste doğru renk, dentritik drenaj ağı ve engebe özellikleri dikkate alındığında farklı jeolojik alt ünitelere bölünebileceği; Gölcük volkaniklerinin geometrik özelliğinin ve güncel sedimanlarda da engebe özelliklerinin daha ön plana alınabileceği ortaya konmaktadır.

Yapısal özelliklerden özellikle fay gibi çizgiselliklerin uydu görüntülerinde kolaylıkla ayrılabilir ve analizlerinin mümkün olduğu verilerle sunulmuştur.

10. KAYNAKLAR

Adobe Photoshop CS, Help files, tutorials, 2003

Akay, E., Uysal, Ş., Poisson, A., Cravette, J., Miller, C., 1985, Antalya Neojen havzasının stratigrafisi : TJK.Bült., 26, 2, 26-29.

Akbulut, A., 1980. Eğirdir gölü güneyinde Çandır (Sütçüler-Isparta) yöresindeki Batı Toroslar'ın jeolojisi. TJK Bülteni, 23(1), 1-9, Ankara.

Altınlı, İ. E., 1944. Etude Stratigraphic de La Region d'Antalya. İstanbul Üniv. Fen Fak. Mec., seri B, C, IX.3, İstanbul.

Aşık, A., 1992, Gümüşgün-Gönen – Atabey (Isparta) Dolayının Jeolojisi, Ak. Üniv. Fen Bil. Ens. Yük. Lis. Tezi 470, Harita (Yayınlanmış), Isparta.

Başayığıt, L., Dinç, U., 2001. Toprak Etüd Ve Haritalama Çalışmalarında Bilgisayar Teknolojilerinin Kullanımı, Tarımda Bilişim Teknolojileri 4. Sempozyumu, İzmir

Başayığıt, L., 2002. Eğirdir Gölü havzasında Erozyon Riskinin Saptanması Üzerine Araştırmalar, Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst., Doktora tezi, Yayınlanmamış, Adana

Bilgin, A., Köseoğlu, M., Özkan, G., 1988. Isparta Gölcük yöresi kayaçlarının mineralojisi, petrografisi ve jeokimyası. Tübitak Doğa Derg. 14. 343-360, Ankara.

Bilgin, A., Köseoğlu, M., 1991 Isparta-Gölcük Yöresindeki Kil Minerallerinin Mühendislik Önemi. A. Ü. Isparta Müh. Fak. Derg. 6, 41-54, Isparta.

Blumenthal, M., 1960-1963. Le system structural du Taurus sud-Anatolien. In: Livre a memoire de proffessor P. Fallot, Mem. Soc. Géol. France., 1, 2, 611-662, Paris.

Blumenthal, M., 1974. Géologie der Taurusketten im Hinterland von Seydişehir und Beyşehir. MTA yayın. Seri D, 2, p. 242, Ankara.

Brunn, J. H., Dumont, J. F., Graciansky, P. C., Gutnic, M., Juteau, T., Marcaoux, J., Monod, O., Poisson, A., 1971. Outline of the geology of the Western Taurids. In: Geology and history of Turkey (Campell, A. S., ed.) Petrol Explor. Soc. Libya, 225-255, Tripoli.

Cengiz, O., Çoban, H., Görmüş, M., 2001, The interpretation of lineament and rock units by SPOT XS image: An application to Isparta angle (SW Turkey), Fourth International Turkish Geology Symposium (ITGS IV), Abstracts, Çukurova University, 24-28 September, 336 p.

- Coğrafi Bilgi Sistemleri-Uygulamalı örnekleri ile TNT mips, Hat CBS A.Ş., 260 s. Ankara, 2000.
- Dumont, J. F., 1976. Isparta kıvrımı ve Antalya naplarının orijini. Toroslar' ın Üst Kratase tektojenezi ile oluşmuş yapısal düzeninin büyük bir dekoşman, transtorik arızayla ikiye ayrılması varsayımı. MTA Derg. 86, 56-67, Ankara.
- Domunt, J.F., Kerey, E., 1975, “ Eğirdir Gölü Güneydoğusunun Temel Jeolojik Etüdü”, T.J.K., 18,2,169-174, Ankara
- Dunham, R. J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 1, 108-121.
- Dobrowski S., Greenberg J., Environmental Remote Sensing, Course Notes., <http://www.cstars.ucdavis.edu/classes/ers186-w03>
- ESRI, 1996, Using ArcView GIS, Redlands CA 92373-8100, USA.
- Ermapper 6.x, Eğitim kitabı, Nik İnşaat Tic. A.Ş., İstanbul, 2001.
- Folk, P., 1962. Spectral subdivision of limestone types. In: Classification of carbonate rocks (Ham, W. E. ed.), A. A: P. C. Memoir, 1.
- Görmüş, M., Karaman, M. E., 1992. Facies changes and new stratigraphical-paleontological data in the Cretaceous-Tertiary boundary around Söbüdağ (Çünür-Isparta). Geosound, Ç. Üniv. 21, 43-47, Adana.
- Görmüş, M., Özkul, M., 1995. Gönen-Atabey (Isparta) ve Ağlasun (Burdur) Arasındaki Bölgenin Stratigrafisi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enst. Derg., 1, 43-64, Isparta.
- Görmüş, M. & Hançer, M. 1997. Dereboğazı (Isparta Güneyi) dolaylarındaki Karabayır Formasyonu'na ait fasiyes bulguları, SDÜ Fen Bilimleri Enst. Dergisi, 2, 39-50, Isparta.
- Görmüş, M., Sagular, E.K., Coban.H., 2001.The Miocene sequence characteristics, its contact relation to the older rocks and lamprophyric dikes in the Dereboğazı area(S Isparta,Turkey), 4th InternationalSymposium on Eastern Mediterranean Geology,Isparta,Turkey, 21-25 May 2001,Proceedings s69-90
- Gutnic, M., Monod. O., Poisson, A., Dumont, J. F., 1979. Geologie des Taurides occidentales (Turquie). Mem. Soc. Geol. France, 137, 112pp., Paris.
- İrleyıcı, A., 1998. Eğirdir-Burdur Gölleri Arasının Hidrojeoloji İncelemesi. S. D. Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora tezi, Isparta.

- Jensen, J.R., Remote Sensing of the Environment An Earth Resource Perspective, 544 pp., Prentice-Hall Inc., USA, 2000
- Karaca, Ö., Ertunç., A., Şener, E., 2001, Digital Elevation Map of SDU Kampus Area. Fourth International Turkish Geology Symposium (ITGS IV), Abstracts, Çukurova University, 24-28 September, 336 p.
- Karaman, M. E., Meriç, E., Tansel, İ., 1988. Çünür (Isparta) dolaylarında Kretase-Tersiyer geçişi. Akd. Üniv. Isp. Müh. Fak. Derg., 4, 80-100, Isparta.
- Karaman, M. E., Meriç, E., Tansel, İ., 1989. Gönen-Atabey arasındaki bölgenin jeolojisi. Cum. Üniv. Müh. Fak. Derg. Sivas.
- Karaman, M. E., 1990. Isparta güneyinin temel jeolojik özellikleri. TJK Bülteni, 33, 57-67, Ankara.
- Karaman, M. E., 1994. Isparta-Burdur arasının jeolojisi ve tektonik özellikleri. TJK Bült. 37(2), 119-134, Ankara.
- Kavak, K.S. 2002. Enhancement facilities of SPOT XS imagery in remote sensing geology: an example from the Sivas Tertiary Basin (central Anatolia/Turkey), International Journal of Remote Sensing, 2002, Vol.23, No. 4, 701-710.
- Kazancı, N., Karaman, M. E., 1988. Gölcük (Isparta) Pliyosen volkanoklastiklerinin sedimenter özellikleri ve depolanma mekanizmaları. Akd. Üniv. Isp. Müh. Fak. Derg. 4, 16-35, Isparta.
- Koçyiğit, A., 1980. Hoyran gölü yöresinin (Afyon-Isparta) stratigrafik ve tektonik özellikleri. A. Üniv. Fen Fak. Genel Jeo. Kür., Doç. Tezi, 172s. (yayınlanmamış), Ankara.
- Koçyiğit, A., 1981. Isparta Büklümünde (Batı Toroslar) Toros karbonat platformunun evrimi. TJK Bülteni, 24(2), 15-23, Ankara.
- Koçyiğit, A., 1984. Tectono-stratigraphic characteristics of Hoyran Lake region (Isparta Bend). In: Geology of the Taurus Belt Proceed. Int. Symp. (Tekeli, O. ve Göncüoğlu, M. C. eds.), 53-68, Ankara.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., 2000. Remote Sensing and Image Interpretation 4 th ed., ISBN 0-471-25515-7 John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
- Monod, O., Akay, P., 1984, "Evidence For a Upper Triassic-Early Jurassic Orogenic Event In The Taurides" In: The Geological Evolution Of The Eastern Mediterranean (Dixon, J.E., Robertson, A.H.F., eds.), Spec. Publ. Geol. Soc. LONDON, 17, 113, 128.
- Önalın, M., 2000, Sahada Yerbilimi Çalışmaları (Saha Jeolojisi), İ.Ü. Jeoloji müh. Böl., 597s., İstanbul.

- Özgül, N., 1976. Torosların temel jeolojik özellikleri. TJK Bülteni 91 (1), 65-78, Ankara.
- Poisson, A., 1985, "Evolution Paleogeographique des Massif des Bey Dağları at Du Susuz Dağ" In : VI. Coll. On Geol. Of Aegean Region (İzdar, E., ve Nakoman E., eds.), 529-533, 19 Sept.- 4 Oct. İZMİR, 1977, Second Edition
- Poisson, A., 1977. Recherches geologiques dans les Tavriles Occidentals (Turquie): The'se d'Etat Üniv. Paris-Sud (Orsoy), 795 p. (yayınlanmamış).
- Poisson, A., Yağmurlu, F., Bozcu, M., Şentürk, M., 2003. New insights on the tectonic Setting and Evolution Around the Apex of the Isparta Angle (SW Turkey), Geological Journal, The Isparta Angle, SW Turkey, Volume 38, No.3-4, p.191-398, Wiley I.S., United Kingdom
- Robertson, A.H.F., 1993, "Mesozoik-Tertiary Sedimentary and Tectonic Evolution Of Neotethyan Carbonate Platforms, Margins and Small Ocean Basins In the ANTALYA Complex, South-West Turkey", Spec. Publs. Ind. Ass. Sediment., 20,415-465.
- Sagular, E.K., Görmüş, M., 2003, New stratigraphical results and evidence of reworking based on nannofossils, foraminiferal and sedimentological data in an Eocene sequence from the Dereboğazı area, N Isparta Angle, SW Turkey , Basımda.
- Sarız, K., 1985. Keçiborlu kükürt yataklarının oluşumu ve yörenin jeolojisi. Anadolu Üniv. yayın., 91, Doktora tezi, Eskişehir.
- Sesören, A., 1999. Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar, MART Matbaacılık Sanatları Ltd. Şti, İstanbul.
- Uysal, K., Görmüş, M., Türkoğlu, Ö., 2003. Görüntü Analizi'nin Paleontolojide Uygulanması : Foraminiferler. 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, s-199, Ankara.
- Yağmurlu, F., 1994. Isparta kuzeyinde yeralan Oligosen yaşlı molas tipi kırıntılı tortulların tektono-sedimenter özellikleri. Ç. Ü. Müh. Fak. 15. Yıl Simp. 4-7 Nisan 1994, II. Cilt. 241-252, Adana.
- Yalçın, A., 1993, Yukarı Aksu Havzası Mühendislik Jeolojisi İncelemesi, Doktora Tezi, yayımlanmamış, S.D.Ü., Fen.Bil. Enst.,Isparta
- Yalçinkaya, S., Ergin, A., Afşar O.P., Taner, K., 1985, "Isparta Büklümünün Yapısal Evrimi", 3. Müh. Haf., Bildiri Özetleri Kitabı, 30-31, Isparta.
- Yalçinkaya, S., Ergin, A., Afşar, Ö. P., Taner, K., 1986. Batı Torosların jeolojisi, Isparta projesi raporu. MTA Genel Müd. Raporları (yayınlanmamış), Ankara.

Yalçinkaya, S., 1989. Isparta-Ağlasun (Burdur) dolaylarının jeolojisi. İ. Üniv. Fen Bilim. Enst. Doktora Tezi (yayınlanmamış), 176s. İstanbul.

Yüksek Lisans ve Doktora Tez Özetleri (1987-1992)., 1992. Akd. Üniv. Fen Bilim. Enst. yay. no. 3. 187 s, Isparta.

<http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/17.html>

www.euroimage.com

www.nasa.gov

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Kubilay UYSAL

Doğum Yeri :Afyon

Doğum Yılı :05/03/1978

Medeni Hali :Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 1991-1995 İzmir Atatürk Lisesi/izmir

Lisans 1995-2000 S.D.Ü.Müh.Mim.Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil: İngilizce

İş Deneyimi:

2000 – SDÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Araştırma Görevlisi

