

**DENİZLİ İLİNDEKİ ÇEVRESEL ASBEST
OLUŞUMLARININ UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ
KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa EĞRİ

**DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Mevlüt GÜLLÜ**

JEODEZİ ve FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ

Aralık 2008

Bu tez çalışması 107S270 (SBAG-3763) numaralı proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DENİZLİ İLİNDEKİ ÇEVRESEL ASBEST OLUŞUMLARININ UZAKTAN
ALGILMA YÖNTEMLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

Mustafa EĞRİ

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Mevlüt GÜLLÜ

JEODEZİ ve FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Aralık 2008

ONAY SAYFASI

Yrd. Doç. Dr. Mevlüt GÜLLÜ danışmanlığında, Mustafa EĞRİ tarafından hazırlanan,
“DENİZLİ İLİNDEKİ ÇEVRESEL ASBEST OLUŞUMLARININ UZAKTAN
ALGILAMA YÖNTEMLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ”
başlıklı bu çalışma lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri
uyarınca

03 Aralık 2008

tarihinde aşağıdaki jüri tarafından

Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalında

Yüksek lisans tezi olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı, Soyadı

İmza

Başkan: Prof. Dr. Yahya ÖZPINAR

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mevlüt GÜLLÜ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ahmet YILDIZ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Semih EKERCİN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Tamer BAYBURA

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun

.../.../2008 tarih ve

..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Zehra BOZKURT

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
RESİMLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Asbest	2
2.2. Uzaktan Algılama	5
3. MATERYAL	7
3.1. Sayısal Materyaller	7
3.2. Arazi Materyalleri	7
3.3. Laboratuvar Materyalleri	8
4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9
4.1. Türkiye Asbest Yatakları	9
4.2. Asbest Oluşumu İle İlgili Önceki Çalışmalar	9

	<u>Sayfa No</u>
5. UYGULAMA	11
5.1. Jeolojik Veriler	11
5.1.1. Karahallı Formasyonu	13
5.1.2. Bükrüce Formasyonu	14
5.1.3. Gömce Formasyonu	15
5.1.4. Şalvan Formasyonu	16
5.1.5. Sazak Formasyonu	17
5.1.6. Çökelez Kireçtaşı	18
5.2. Sayısal Veriler	19
5.2.1. Çalışma Alanı	19
5.2.2. Yöntem	19
5.2.2.1. Görüntü Ön Hazırlıkları	20
a. Geometrik Kayıt	20
b. Atmosferik Düzeltme	20
c. Maskeleye	21
5.2.2.2. Görüntü İşlemleri	22
a. Histogram Germe	22
b. Bant Oranlama	26
c. Temel Bileşenler Analizi	41
5.3. Arazi Deneşirmesi	46
5.3.1. İnceleme Alanındaki Asbest Oluşumları ve Liflerin Litolojik Özellikleri	46
5.3.1.1. Karahallı Formasyonu'na Ait Asbest Oluşumları	46
a. Üçkuyu Köyü Asbest Oluşumları	46
b. Bekilli'nin 4 Km GB Yer Alan Asbest Oluşumları	49

	<u>Sayfa No</u>
5.3.1.2. Bükürce Formasyonu'na Ait Asbest Oluşumları	51
a. Poyrazlı Köyü Civarındaki Asbest Oluşumları	51
b. İkizbaba Köyü'nün Civarındaki Asbest Oluşumları	57
c. Süller Civarındaki Asbest Oluşumları	60
5.3.1.3. Gömce Formasyonu'na Ait Asbest Oluşumları	62
a. Gömce Asbest Oluşumları	63
b. Kocaköy Civarındaki Asbest Oluşumları	66
6. TARTIŞMA	70
6.1. Asbest Oluşumları Dışındaki Anomali Verileri	70
6.1.1. Bükürce Köyü Doğusundaki Yoğun Anomali Bölgesi	70
6.1.2. İmralı Köyü Batısındaki Yoğun Anomali Bölgesi	71
6.1.3. Üçkuyu Köyü Kuzeyindeki Yoğun Anomali Bölgesi	73
6.1.4. Poyrazlı Köyü İle İkizbaba Köyü Arasındaki Yoğun Anomali Bölgesi	73
6.2. Anomalilerin Sebepleri	74
7. SONUÇLAR	77
8. KAYNAKLAR	79
EKLER	
EK 1. Dış Kapak	i
EK 2. İç Kapak	ii
EK 3. Onay Sayfası	iii
EK 4. Özgeçmiş Sayfası	iv
EK 5. Bölgenin Genel Jeoloji Haritası	xvii

ÖZET

DENİZLİ İLİNDEKİ ÇEVRESEL ASBEST OLUŞUMLARININ UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Eğri, Mustafa

Yüksek Lisans Tezi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği ABD

Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Mevlüt GÜLLÜ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Asbest ısıya, aşınmaya, kimyasal reaksiyonlara oldukça dayanıklı fibröz hidroksi silikat ailesine mensup kanserojen etki gösteren doğal minerallerdir. Asbest son derece kanserojen bir maddedir ve solunum ya da içme suyu yoluyla vücuda girdiğinde başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıklara yol açmaktadır. Çalışmada uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak Denizli'nin kuzeydoğusundaki Bekilli ilçesi ve çevresinde yer alan tremolit asbest oluşumlarının jeolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya konu olan tremolit asbest oluşumları Menderes Masifi'nin örtü şistleri içindeki Bekilli Grubu olarak adlandırılan metamorfik kayaçlarla ilişkili olarak oluşmuştur. Çalışmada Uşak iline ait 1/25000 ölçekli 4 adet pafta alanını kapsayan ASTER uydu görüntüsü kullanılmıştır. Uydu görüntüsü ENVI[®] 4.3 ve Multispec[®] bilgisayar yazılımları ile histogram germe, bant oranlaması ve temel bileşenler analizi (PCA) gibi görüntü işleme-zenginleştirme yöntemleri kullanılarak işlenmiş ve çok sayıda anomali haritaları oluşturulmuştur. Anomali veren lokasyonlar El GPS ile ölçülmüş ve koordinatlar uydu görüntüsü üzerine işlenerek doğruluk analizleri yapılmıştır. Çalışmalarda bant oranlama ve PCA tekniklerinin tremolit asbest oluşumlarının haritalanmasında başarılı şekilde kullanılabileceği görülmüştür.

2008, 78 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Jeolojik Uzaktan Algılama, Asbest, ASTER, PCA, Bant Oranlama.

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL ASBESTOS EXPOSURE IN DENİZLİ AND ITS DETERMINATIONS ON METHODS OF REMOTE SENSING

Eğri, Mustafa

M. Sc. Thesis in Geodesy and Photogrammetry Engineering

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Mevlüt GÜLLÜ

Afyon Kocatepe University

Institute for the Natural and Applied Sciences

This study is related to geological remote sensing. This contains of Bekilli town and surrounding area where is near to northeast of Denizli city.

This study used to ASTER satellite images related with Uşak L22b3, Uşak L23a4, Uşak L23d1 ve Uşak L22c2 which are scaled 1/25000 maps. Meanwhile geological prospecting Works accomplished, the uşak scales digitalised, rectified and geological maps revised which area is contains totaly 122 km². After that ASTER satellite images controlled with ERDAS[®] Imagine[®] 9.1, PCI Geomatica[®] 9.1, ENVI[®] 4.3 and Multispec software. According to the examined histogram stretch, band ratio, principal compenent analysis (PCA) and lots of anomaly maps formed. Anomaly demonstrated locations fixed with GPS in the field. Finally, correction analysis accomplished with add coordinates on the satellite images. Band ratio and PCA techniques succeded to asbestos accurance but talke, amphiboles marble, serpenteined appeared where is except to asbestos anomaly locations. Also talke and serpenteined determined to inside of wall-rock asbestos and minor minerals. Furtermore chemical, mineralogical and geological characteristic of talke and serpenteined minerals show to same special so spectrals characteristic approximately same oto eachother.

2008, 78 Page

Keywords: Geological Remote Sensing, Environmental Asbestos, ASTER, PCA, Band Ratio.

TEŞEKKÜR

Yapacağım alıŐmalar konusunda bana inanıp guvenerek, yuğsek lisansa adımı atmamı sağlayan ve danıŐmanım olan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Mevlut GULLU başta olmak uğere, bana imkanlarını açan diğer Jeodezi ve Fotogrametri Muehendisliği ABD hocalarıma, ayrıca bitirme tezimi boyunca onemli bir projede yer almamı sağlayan ve lisans eğitimim boyunca bende sonsuz emek ve ozverisi olan değerli hocam Prof. Dr. Yahya OZPINAR ile tezimi inceleyip değerlendiren sayın juri uyelerine teŐekkurlerimi sunarım.

Jeoloji Muehendisi

Mustafa EĞRI

Afyonkarahisar, Kasım 2008

SİMGELER VE KISALTMALAR

1. Simgeler

λ	Dalgaboyu
σ	Epsilon Açısı
\pm	Olabilir ya da Olmayabilir

2. Kısaltmalar

ASTER	Uzaydan İleri Termal Yayılım Algılayıcısı ve Yansıma Radyometresi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DEM	Sayısal Yükseklik Modeli
FLAASH	Atmosferdeki Buhar Kaynaklı Düşük Görüş Mesafesini Arttırma Modülü
GPS	Küresel Konumlandırma Sistemi
MTA	Maden Tetkik Arama Enstitüsü Genel Müdürlüğü
PCA	Temel Bileşenler Analizi
RGB	Kırmızı, Yeşil, Mavi Renk Sıralaması
RMSE	Ortalama Karekök Hatası
SWIR	Kısa Dalga Kızılötesi
TIR	Termal Kızılötesi
USGS	Amerika Jeolojik Tetkik Kurumu
VNIR	Görünür Yakın Kızılötesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Yer bulduru haritası	1
Şekil 2.1. Elektromanyetik dalga	5
Şekil 2.2. Elektromanyetik spektrum bölgeleri	6
Şekil 4.1. Türkiye’de ki asbest yatakları	9
Şekil 5.1. Bölgenin jeoloji haritası	11
Şekil 5.2. Çalışan alanın tektono-stratigrafik dikme kesiti	12
Şekil 5.3. İnceleme alanının yer bulduru haritası	19
Şekil 5.4. Bazı materyal spektralarının, ASTER bantlarına göre dağılımları	26
Şekil 5.5. USGS spektral kütüphanesindeki tremolit ve aktinolit spektraları	27
Şekil 5.6. İki nokta arasındaki mesafe denklemi	28
Şekil 5.7. Renk Oluşumları	39
Şekil 6.1. USGS spektral kütüphanesindeki mineral spektraları	75

RESİMLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Resim 2.1. Doğal asbest minerallerinin görünümüleri	3
Resim 2.2. Akciğere saplanmış asbest lifleri	4
Resim 5.1. Karahallı Formasyonua ait serizit-klorit şistlerin arazide görünümü	13
Resim 5.2. Karahallı Formasyonunda yer alan mermer ve aralarında yer alan çört bantlarının arazide görümleri	14
Resim 5.3. Bükrüce Formasyonuna ait mermerlerin arazide görünümü	15
Resim 5.4. Gömce mermerlerinin arazideki görünümüleri kim	16
Resim 5.5. Şalvan Formasyonuna ait kalkşistlerin arazide görünümüleri kim	17
Resim 5.6. Metasiltaşları ve metakiltaşlarını Kocaköy içinde "geren toprağı" almak için açılan yarmadan görünümü	18
Resim 5.7. Uydu görüntüsünden üretilmiş DEM (Digital Elavation Model-Sayısal Yükseklik Modeli) görüntüsünde, çalışma alanı ve yakın çevresinin jeomorfolojisi	21
Resim 5.8. SWIR 4. Bandın lineer histogram gemesi yapıldıktan sonra oluşan görüntüsü	23
Resim 5.9. SWIR 5. Bandın lineer histogram gemesi yapıldıktan sonra oluşan görüntüsü	23
Resim 5.10. SWIR 6. Bandın lineer histogram gemesi yapıldıktan sonra oluşan görüntüsü	24
Resim 5.11. SWIR 7. Bandın lineer histogram gemesi yapıldıktan sonra oluşan görüntüsü	24
Resim 5.12. SWIR 8. Bandın lineer histogram gemesi yapıldıktan sonra oluşan görüntüsü	25
Resim 5.13. SWIR 9. Bandın lineer histogram gemesi yapıldıktan sonra oluşan görüntüsü	25
Resim 5.14. SWIR bantlarından 5/4 (Sol) ve 6/4 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir	29

Resim 5.15. SWIR bantlarından 5/6 (Sol) ve 7/4 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir	29
Resim 5.16. SWIR bantlarından 7/5 (Sol) ve 7/6 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir	30
Resim 5.17. SWIR bantlarından 8/4 (Sol) ve 8/5 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir	30
Resim 5.18. SWIR bantlarından 8/6 (Sol) ve 7/8 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir	31
Resim 5.19. SWIR bantlarından 9/4 (Sol) ve 9/5 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir	31
Resim 5.20. SWIR bantlarından 9/6 (Sol) ve 9/7 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir	32
Resim 5.21. SWIR bantlarından 9/8 (Sol) ve (7+9)/8 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir	32
Resim 5.22. 9/8 bant oranlama sonucunun, Kocaköy civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi	33
Resim 5.23. 5/6 bant oranlama sonucunun, Kocaköy civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi	33
Resim 5.24. 7/8 bant oranlama sonucunun, Kocaköy civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi	34
Resim 5.25. 9/8 bant oranlama sonucunun, Süller civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi	34
Resim 5.26. 5/6 bant oranlama sonucunun, Süller civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi	35
Resim 5.27. 7/8 bant oranlama sonucunun, Süller civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi	35
Resim 5.28. 9/8 bant oranlama sonucunun, Poyrazlı civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi	36

Resim 5.29. 5/6 bant oranlama sonucunun, Poyrazlı civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi	36
Resim 5.30. 8/7 bant oranlama sonucunun, Poyrazlı civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi	37
Resim 5.31. 5/6 bant oranlaması (Sol taraf), 6/5 bant oranlaması (sağ taraf). Sadece renk değişikliği oluşmuştur	38
Resim 5.32. 7/8 bant oranlaması (Sol taraf), 8/7 bant oranlaması (sağ taraf). Sadece renk değişikliği oluşmuştur	38
Resim 5.33. RGB (R:9/8, G:6/5, B:8/7) kompozit görüntüsü	39
Resim 5.34. Bant oranlama sonrası anomali noktalarının (sarı renkli) çalışma alanı ve yerleşim yerlerine göre dağılımı	40
Resim 5.35. SWIR 4.Bant (Sol taraf) ve PCA 4.Bant (Sağ taraf)	42
Resim 5.36. SWIR 5.Bant (Sol taraf) ve PCA 5.Bant (Sağ taraf)	42
Resim 5.37. SWIR 6.Bant (Sol taraf) ve PCA 6.Bant (Sağ taraf)	42
Resim 5.38. SWIR 7.Bant (Sol taraf) ve PCA 7.Bant (Sağ taraf)	43
Resim 5.39. SWIR 8.Bant (Sol taraf) ve PCA 8.Bant (Sağ taraf)	43
Resim 5.40. SWIR 9.Bant (Sol taraf) ve PCA 9.Bant (Sağ taraf)	43
Resim 5.41. RGB (R:PC3, G:PC5, B:PC6) kompozit görüntüsü	44
Resim 5.42. PCA sonrası anomali noktalarının (kırmızı renkli) çalışma alanı ve yerleşim yerlerine göre dağılımı	45
Resim 5.43. Karahallı Formasyonu'na ait klorit, tremolit-talk şistlerin arazide görünümü	46
Resim 5.44. Üçkuyu-Karahallı yolunda yer alan asbest oluşumlarının PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi	47
Resim 4.45. Tremolit oluşumlarının yapraklanmalı yapısı	48
Resim 4.46. Karahallı mermerleri içinde gelişen asbest liflerinin el örneklerindeki görünümleri	48

Resim 4.47. Karahallı Formasyonuna ait olan asbest oluşumlarından alınan örneğinin ince kesit görünümüleri	49
Resim 5.48. Dinekkaşı mevkinde yer alan uzun asbest lifli asbest yatağı	50
Resim 5.49. Bu bölgedeki asbest oluşumları eski tarihlerde ocak olarak işletilmiştir	50
Resim 5.50. Yerel asbest oluşumları	51
Resim 5.51. Poyrazlı köyü güneyinde kalan ormanlık alandaki asbest oluşumlarının PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi	52
Resim 5.52. Gelinkayası Tepe mevkinden alınan asbestli el örneği	53
Resim 5.53. Gelinkayası Tepe mevkinde ki alanda asbest oluşumlarının PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi	53
Resim 5.54. Poyrazlı köyü güneydoğusunda asbest zuhuru olarak işletilen ocak	54
Resim 5.55. Asbest oluşumlarındaki yapraklanma	54
Resim 5.56. Poyrazlı köyü doğusunda ki asbest oluşumlarının PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi	55
Resim 5.57. Tremolit/aktinolit örneklerinin farklı şekilli kristallerinin görünümüleri	56
Resim 5.58. Poyrazlı'da ki işletilen ocaktan alınan lifsi örneklerin görünümüleri	56
Resim 5.59. Poyrazlı'da işletilen ocaktan alınan lifsi örneklerin görünümüleri	56
Resim 5.60. İkizbaba Köyü batısında yer alan asbest oluşumları	57
Resim 5.61. İkizbaba köyü batısında ki asbest oluşumlarının PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi	58
Resim 5.62. İkizbaba Köyü batısından alınan lifsi örneklerin görünümüleri	58
Resim 5.63. İkizbaba kuzeybatısında yer alan tremolit/aktinolit oluşumlarının arazide görünümüleri	59
Resim 5.64. İkizbaba köyü KB'da ki asbest oluşumlarının PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi	60

Resim 5.65. Süller kuzeyinden geçen yol yarmasında Bükrüce formasyonuna içinde yer alan lifsi asbest (aktinolit/ tremolit) oluŖumlarının arazide görünümleri	61
Resim 5.66. Süller'in KD kesiminden alınan örneklerin ince kesit görünümleri	61
Resim 5.67. Süller'in hemen KD'sunda ki asbest oluŖumlarının PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile iliŖkisi	62
Resim 5.68. TavuskuŖu Gölü mevkinde yer alan asbest oluŖumları	63
Resim 5.69. TavuskuŖu Gölü mevkinde yer alan asbest oluŖumlarının, PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile iliŖkisi	64
Resim 5.70. Tülüce mevki	65
Resim 5.71. Tülüce mevkinde yer alan asbest ve serpantin oluŖumları	65
Resim 5.72. Tülüce mevkinde yer alan asbest oluŖumlarının, PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile iliŖkisi	66
Resim 5.73. Kocaköy'de yol yarması üstünde yer alan asbest oluŖumları	67
Resim 5.74. Kocaköy yol yarmasında görülen ve Gmce mermerleri arasında yer alan lifsi asbest (tremolit/ aktinolit) oluŖumları	67
Resim 5.75. Kocaköy'de yer alan asbest oluŖumlarının, PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile iliŖkisi	68
Resim 5.76. KalkŖistler içindeki tremolit minerallerinin ince kesit görünümleri	68
Resim 5.77. Kocaköy'den alındıktan sonra gtlen örneklerin mikr. görünümleri	69
Resim 6.1. Bükrüce'nin doğusunda ki yoğun anomali verileri, PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller)	71
Resim 6.2. İmralı'nın batısında ki yoğun anomali verileri, PCA (kırmızı pikseller)	72
Resim 6.3. Ukuyu Köyü Kuzeyindeki yoğun anomali verileri, PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller)	73
Resim 6.4. Poyrazlı ile İbizbaba arasındaki yoğun anomali verileri, PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller)	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 5.1. Oranlaması yapılan bantların listesi	28
Çizelge 5.2. Renk tanımları	40
Çizelge 5.3. Temel bileşenler analizi verileri	41
Çizelge 6.1. Anomali veren minerallerin kimyasal ve mineralojik özellikleri	76

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Asbest

Asbest, ısıya, sürtünme ve alkali ortama karşı dayanıklı, yüksek gerilme direncine sahip, lifsel, fleksibl (kolay bükülüp şekil verilebilen) ve ticari önemi olan bir silikat mineralidir. Endüstride amyant” olarak da bilinen asbestin dünyada sanılandan çok daha geniş kullanım alanı mevcuttur: Isıtma boruları, izolasyon, su borusu kaplamaları, seramik musluk tutturucuları, zemin duvar ve tavanlarda yangın emniyeti için, kanalizasyon boruları, otomobil ve motosiklet fren balatalarında, binalarda çelik yapı üyeleri için yangın emniyetinde vb. bir çok alanda kullanılmaktadır (Şenyiğit ve diğ. 2004).

Asbest tek bir mineral olmayıp fibröz hidroksi silikat ailesine verilen isimdir, Sağlık Bakanlığı Kansere İle Savaş Daire Başkanlığı bünyesindeki Ulusal Mezotelyoma Kurulu verilerine göre esas olarak 2 ana grupta incelenmektedir (Resim 2.1).

Serpantin Grubu Asbest

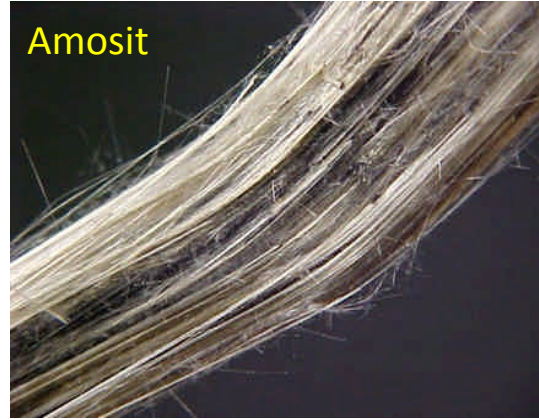
- Krizotil (Beyaz Asbest)

Amfibol Grubu Asbestler

- Krokodolit (Mavi Asbest)
- Amosit (Kahverengi Asbest)
- Tremolit
- Aktinolit

Beyaz asbest diye de adlandırılan krizotil asbest dünya asbest tüketiminin %95’ini oluşturmaktadır. Asbest kullanımında % 95’lik payı krizotil’in almasının sebepleri arasında, yüksek gerilme direncine sahip olması, alkali ortama karşı dirençli olması, yüksek eğilme-bükülme kabiliyetine sahip olması gibi özelliklere sahip olması yer

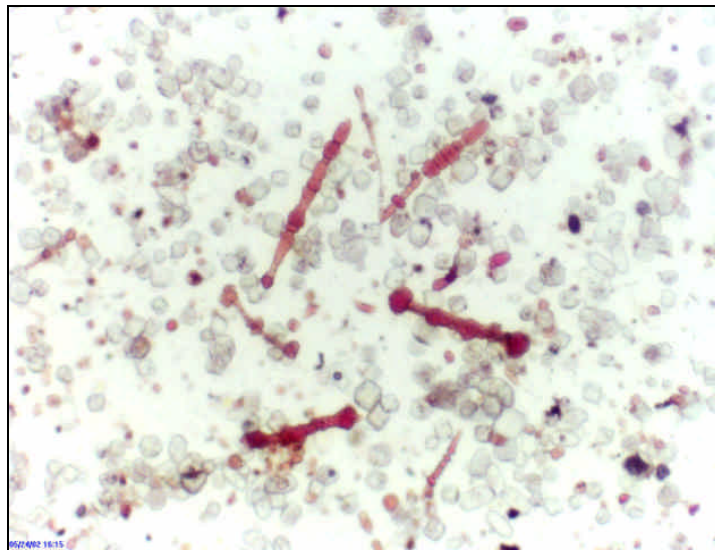
almaktadır. Krokodolit (mavi) asbest, esneklik özelliğine sahip, lifleri en sağlam olan asbest çeşididir. Ancak alkali ve asit ortamlarında kolaylıkla etkilenebilirler. Ayrıca diğer ikisine göre daha az gerilme direnci gösterir. Buna karşın en yüksek bükülme özelliği gösteren liflere sahiptir (Şenyiğit ve diğ. 2004).



Resim 2.1. Doğal asbest minerallerinin görünüşleri (www.mindat.org 2008).

Asbest son derece kanserojen bir maddedir. Asbest, solunum ya da içme suyu yoluyla vücuda girdiğinde başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıklara yol açar.

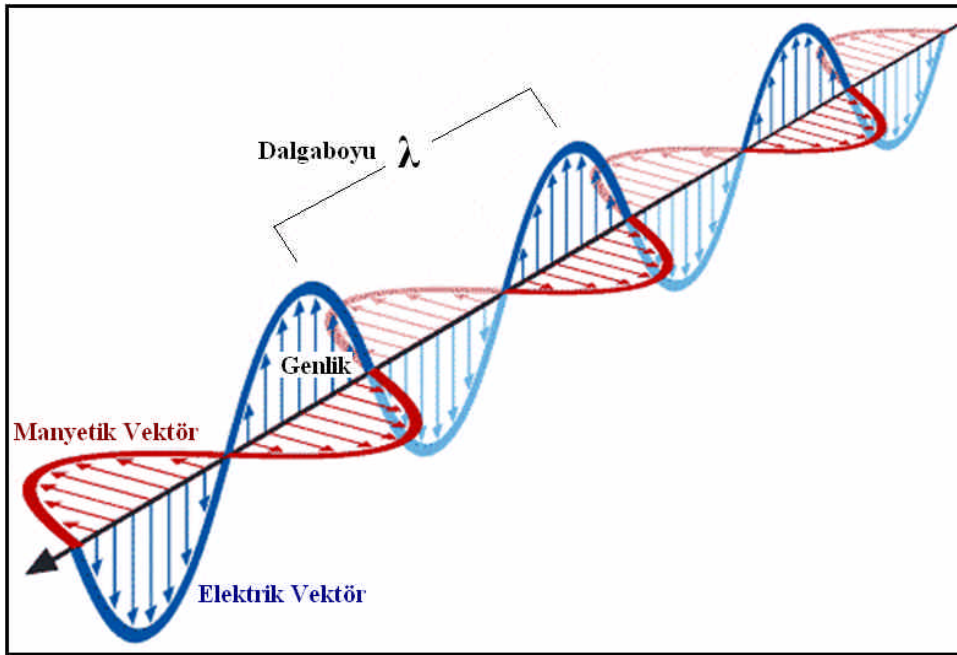
Yapılan eksperimental çalışmalar sonucu bütün asbest türlerinin akciğer kanseri ve mezotelioma oluşturabildiği gösterilmiştir (Dogan 2002), (Suzuki 2002), (Rogli 1993), (Churg 1988), (Berman 1995), (Dufresne 1995). Hansen ve ark.larının çalışmasında krokidolite çevresel olarak maruz kalanlarda mezotelyoma insidansı araştırılmıştır. Maruziyet derecesi periodik çevresel ölçümler ve ikamet süresi ile tahmin edilmiştir. Araştırma sonucunda ilk maruz kalınan zaman, maruz kalma süresi ve maruz kalınan miktarın mezotelioma gelişmesinde anlamlı derecede artışa yol açtığı sonucuna varılmıştır (Hansen ve diğ. 1998). Karsinojenite aynı zamanda asbest liflerinin durabilitesi ve yüzey özellikleriyle de ilişkilidir. Krizotil akciğer dokusunda amfibol grubu asbeste göre daha dayanıksızdır. Hume ve Rimstidt'in laboratuvar çalışması sonucunda, insan akciğer dokusundaki 1 µm çapındaki krizotil lifinin ortalama 9±4.5 ay sonra tamamen eridiği hipotezine varılmıştır. Akciğer dokusunda asbest lifinin tipi tespit edilebilir ve konsantrasyonları ölçülebilir (Hume, Rimstidt 1992), (Suzuki ve Yuen 2002) (Resim 2.2). Akciğer kanseri asbest liflerinin bütün türlerinde görülmektedir. Ancak krizotil'in krokidolit ve amosite göre daha az riskli olduğuna dair deliller vardır ancak bu etki maruz kalınan miktar, süre gibi faktörlerle değişmektedir (Churg 1988), (Berman ve diğ. 1995).



Resim 2.2. Akciğere saplanmış asbest lifleri (www.wikimedia.org 2008).

2.2. Uzaktan Algılama

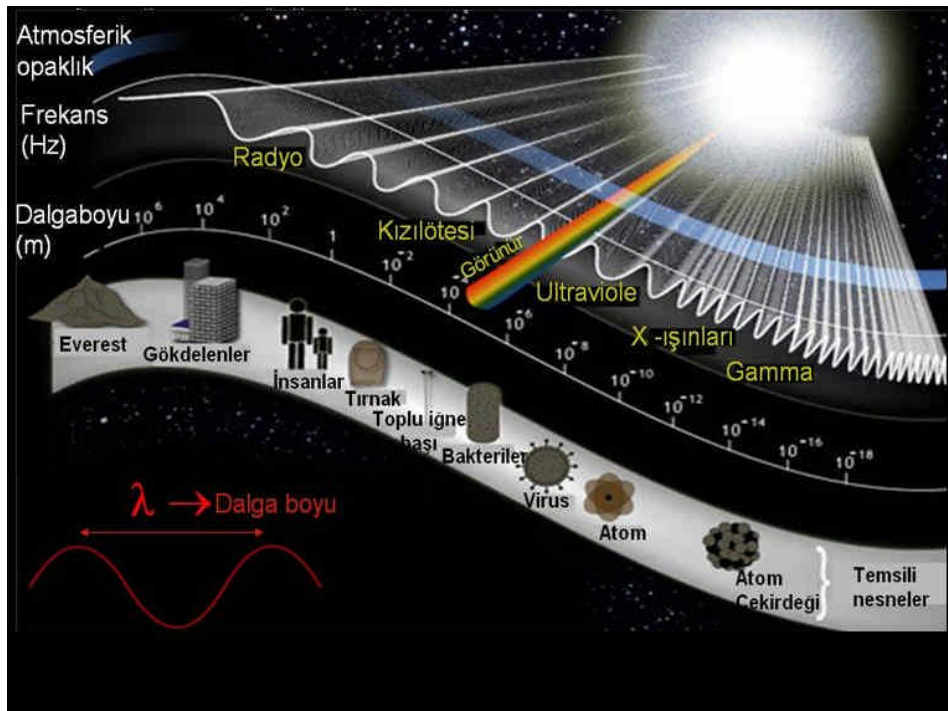
Uzaktan Algılama (UA) belli bir mesafeden bilgi tedarik etme bilim ve sanatıdır. Böylece nesne veya varlıklara herhangi bir fiziksel temasta bulunulmadan bilgi sağlanır. UA bilimi, nesnelerin ve varlıkların nasıl ortaya çıkabileceğini anlamak için teori ve araçlar sağlayarak sürekli gelişmekte ve analiz teknikleri kullanarak yararlı bilgiler üretmektedir (Yomralıoğlu 2000). UA'nın temelinde cisimlerin yaymış oldukları elektromanyetik enerjinin değerlendirilmesi yatmaktadır. Elektromanyetik enerji ışık hızında 3×10^8 m/sn'de hareket eder ve bütün enerji şekillerini kapsar. Görünür ışık elektromanyetik enerjinin bir çeşididir. Radyo dalgaları, morötesi (ultraviolet), x-ray ve diğer bilinen çeşitler buna örnektir. Elektromanyetik enerji, genelde bir dalga gibi hem elektrik hem de manyetik eleman olarak davranır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Elektromanyetik dalga

Bir dalganın tepesi (en yüksek yeri) ile onu takip eden dalganın tepesi arasındaki uzunluğa dalga boyu (wavelength) denir. Bir saniyede oluşturulan dalga sayısı frekans (frequency) olarak adlandırılır (Örmeci 1987).

Uzaktan algılamada, elde edilen enerjinin cinsi elektromanyetik spektrum içinde tanımlanabilir. Spektrum mikron (μm) dalga boyu biriminde parçalara ayrılmıştır. Her mikron 1 milimetrenin binde biri kadardır (10^{-6}). Spektrumun bölümleri dalga boylarının karakteristik özelliklerine göre isimlendirilmiştir. Morötesi (Ultraviyole), kızılötesi (infrared), görünür (visible) ve mikro dalga bölgeler spektrumun bazı bilinen bölgeleridir. Bölgeleri birbirinden ayıran kesin bir çizgi yoktur. 0.4-0.7 μm arası görünür bölge (mavi, yeşil, kırmızı) olarak adlandırılır ve insan gözüne duyarlıdır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Elektromanyetik spektrum bölgeleri

Kızılötesi bölge ise yakın kızılötesi 0.75 μm - 1.5 μm aralığında ve termal kızılötesi 3 veya 4 μm ile 12 veya 13 μm dalga boyu arasında olmak üzere ikiye ayrılır. Bu bölge tarım ve ormancılık çalışmaları açısından önemli bir spektrum bölgesidir (Cracknell ve Hayes 1991).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bölgeye ait uydu görüntüleri temin edilene kadar arazi çalışmalarına ağırlık verilmiş, görüntünün sağlanmasıyla birlikte arazi ve büro çalışmalarını eş zamanlı olarak yürütülmüştür.

3.1. Sayısal Materyaller

“Uşak L22 b3”, “Uşak L23 a4”, “Uşak L23 d1” ve “Uşak L22 c2” paftalarını içine alan, 01 Eylül 2007 tarihinde çekilmiş “ASTL1A_0709010857520709040278TV” kodlu ASTER uydu görüntüsü temin edilmiştir. Söz konusu uydu görüntüsünün coğrafi kaydı, satın alınan firma tarafından yapılmış olup standart 14 bandının yanında DEM (Digital Elevation Model) görüntüleri de alınmıştır.

Uydu görüntülerini incelemek için, yaygın olarak kullanılan bilgisayar yazılımlarından “ENVI® 4.3”, ve “Multispec®” süre kısıtlı versiyonu olarak kullanılmıştır.

Jeolojik ve detay haritaları “CorelDraw® Graphic Suite X4” yazılımı ile tekrar çizimi ve renklendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca topografik haritaların rektifesi için “ArcGIS® 9.2” programı kullanılmıştır.

3.2. Arazi Materyalleri

32 gün süren arazi çalışmalarında bölgenin jeolojik haritası hazırlanmış ve inceleme alanındaki değişik kayaç ve asbest oluşumlarında örnekleme yapılmıştır.

Çalışma alanını oluşturan 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar birleştirilerek, üzerine 1986’da Konak ve diğerleri tarafından yapılan 1/50.000 ölçekli MTA’nın jeoloji haritası işlenmiştir. Çalışmanın ilerleyen aşamasında bu jeoloji haritası revize edilerek bazı lokasyonların detaylı jeolojik haritaları yapılmış ve toplamda 352 km² alan haritalanmıştır.

Yapılan arazi çalışmaları boyunca, tespit edilen asbest oluşumları da dahil olmak üzere toplam 129 adet petrografik ve mineralojik örnek alımı yapılmıştır. Bu örneklerin koordinat ve lokasyonları, 3 m hassasiyetindeki “Magellan®” el GPS’i ile belirlenip, arazi deneştirmesinde kullanılmak üzere kayıt altına alınmıştır.

3.3 Laboratuvar alışmaları

Arazi alışmaları sırasında toplanan 129 adet kayaç örneğinin ince kesitleri, Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında kesitleri yapılmıştır. Kesitleri yapılan örnekler, aynı bölümün mikroskop laboratuvarında, polarizan mikroskopuyla incelenmiştir.

4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

4.1. Türkiye Asbest Yatakları

Bugüne kadar ülkemizin değişik yörelerinde yapılan araştırmalar sonucu Asbest ile ilgili sağlık sorunlarının en çok yaşandığı bölgeler şu şekildedir (Şekil 4.1): Güneydoğu Anadolu Bölgesi; Diyarbakır (Çüngüş, Ergani, Çermik), Elazığ (Palu, Maden), Malatya, Adıyaman, Mardin, Şanlıurfa (Siverek), Kilis. İç Anadolu Bölgesi: Sivas, Tokat, Amasya, Çorum, Çankırı, Yozgat (Sorgun), Eskişehir (Mihalliçik), Kütahya (Gediz), Afyon (Emirdağ), Denizli (Tavas), Burdur (Yeşilova), Konya (Ereğli) Karapınar, Mersin Hatay ve Adana (Barış 1978).



Şekil 4.1. Türkiye’de ki asbest yatakları.

4.2. Asbest İle İlgili Önceki Çalışmalar

Kanser üzerine yoğun çalışmalar yapılmasına karşın, bilimsel ve tıbbi soruların birçoğu hâlâ cevaplanamamaktadır. Günümüzden 4500 yıl önce ilk kez Eski Mısır’da kanser ile ilgili kayıtlara rastlanmıştır. 20. yüzyılda kanser ile ilgili araştırmalar oldukça artmıştır. 1960’lı yıllarda, Wagner, Sleggs ve Marchand tarafından tanımlanan 33 “Malignant Pleural Mesothelioma” vakasının ortamda yer alan krokidolit veya mavi asbestten kaynaklandığı belirtilmiştir. Bu tespitten yaklaşık 30 yıl sonra, Prof. Y. İzzettin BARIŞ

tarafından Orta Anadolu'da büyük miktarda "Mesothelioma" vakası belirlenmiştir (Doğan ve diğerleri 2003). Bu vakalardan sonra, Anadolu'nun birçok kesiminde akciğer ile ilgili ölümcül vakaların oluşması, o bölgelerdeki fibröz minerallerin dağılımı ve yoğunluğuna yönelik jeolojik-mineralojik çalışmaların başlamasına, bazı bölgelerin asbest haritasının çıkarılmasına, disiplinler arası bilimsel işbirliğinin artmasına neden olmuştur (Barış ve diğerleri 1987, 1988, Çöplü ve diğerleri 1996). Ülkemizde değişik araştırmacılar tarafından çıkarılan asbest haritalarına göre, Eskişehir ve Çankırı bölgelerinde, yoğun olarak krizotil, tremolit ve antofillit, Elmadağ-Kılıçlar'da krizotil, antofillit, Kütahya'da krizotil, tremolit ve ribekit, Konya'da krizotil ve antofillit, Ilgaz ve Edige'de (Elmadağ) tremolit, antofillit ve ribekit mineralleri belirlenmiştir (Doğan 2002a). Orta Anadolu'da (Kapadokya) zeolitik (erionit) tüflerin yapı taşı olarak kullanılan üç köyde, evlerde, caddeler ve sokaklarda (çevrede) erionit liflerinin yayılım-dağılma olasılığının erionitin kristal strüktürü nedeniyle akciğer hastalıklarından kaynaklanan ölümlere neden olduğu, ayrıca volkanik camların da akciğer arızasıyla ilgili rahatsızlıklara neden olabileceği değinilmiştir (Doğan 2002b, 2003).

Detaylı olarak çalışılacak bölgede (Karahallı, Bekilli, Süller, Akkent, Gömce, Çal ve Çökelez Dağı ve çevresi) hem amfibol grubu asbest ve hem de serpantin grubu asbest minerallerin varlığı ilk kez Çelik (1967a, b) tarafından değinilmiş ve daha sonra Konak ve diğ. (1986) tarafından yapılan jeolojik çalışmalarla da Karahallı Formasyonu olarak adlandırılan litolojik birimler içinde hem amfibol ve hem de serpantin grubu asbest oluşumlarının yaygın olarak buldukları ifade edilmiştir.

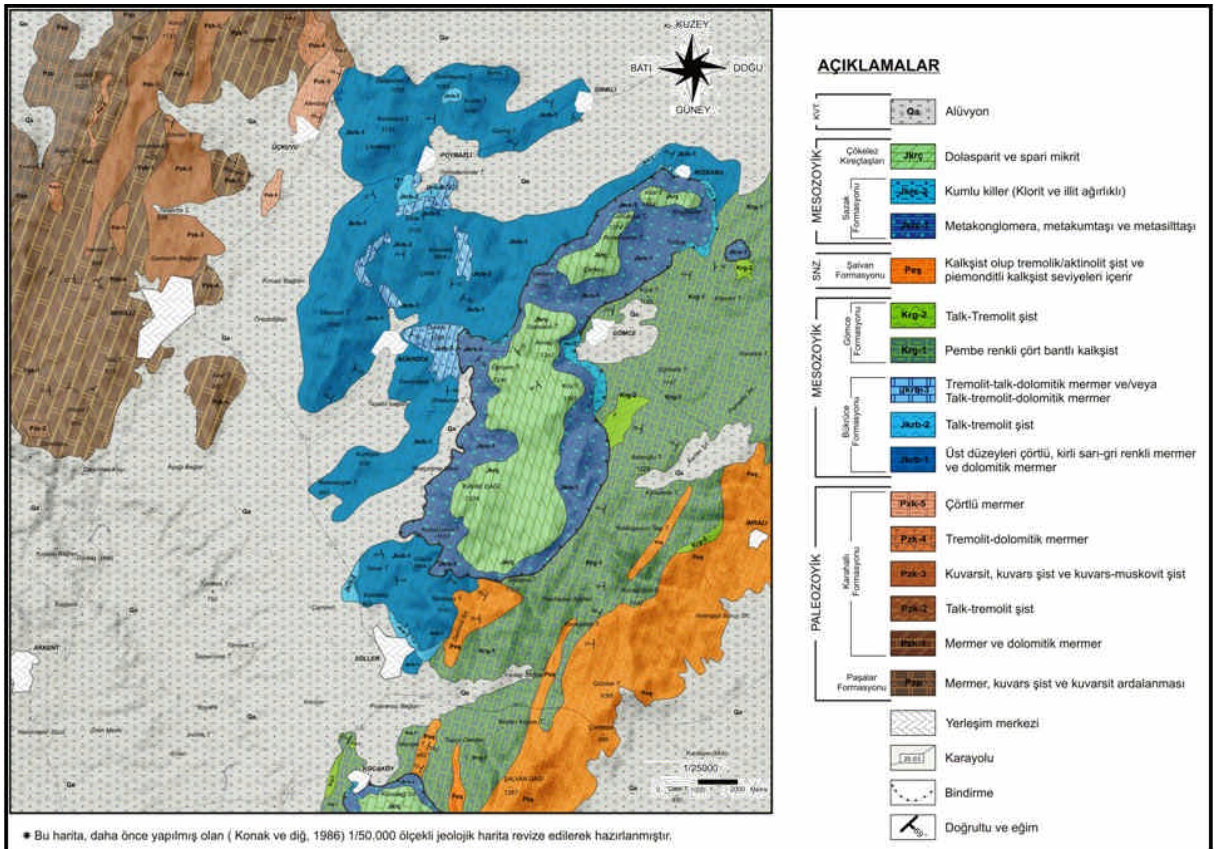
Bekilli, Süller, Akkent, Çal ve Çökelez dağı ve yakın çevresi dışında, Denizli ilinin diğer bölgelerinde de hem Menderes Masifi Örtü Serisi'nde amfibol grubu asbest oluşumları ve hem de ofiyolitik seriler içinde serpantin grubu asbest oluşumları yaygın olarak yer almaktadırlar (Bilgin ve Özpınar 1990; Özpınar 1991; 1994; 1995, Özpınar ve diğ.1996; Özpınar ve Bilgin 1996; Korolay ve Özpınar 2003).

5. UYGULAMA

5.1. Jeolojik Veriler

İnceleme alanında Menderes Masifi'nin örtü şistlerine ait formasyonlar alttan üste doğru birbiriyle uyumlu olarak yer almaktadır (Şekil 5.1; Ek-1). Konak ve diğerleri (1986) söz konusu metamorfik kayaları litolojik özelliklerine göre "Karahallı Formasyonu", "Bükrüce Formasyonu", "Gömce Formasyonu" ve "Şalvan Formasyonu" olmak üzere 4 formasyona ayırmış ve bu birimlerin tamamına ise "Bekilli Grubu" olarak adlandırılmıştır. Bekilli grubu üzerine yatay ve yataya yakın tektonik dokanakla gelen "Sazak Formasyonu" ve "Çökelez Kireçtaşı" dan oluşan "Çökelez Grubu" yer almaktadır (Şekil 5.2).

Yukarı da değinilen formasyonların litolojik ve petrografik özellikleri detaylı olarak aşağıda verilmektedir.



Şekil 5.1. Bölgenin jeoloji haritası (Konak ve diğ. 1986'dan revize edilmiştir).

	ÜST SİSTEM	SİSTEM SERİ	FORMASYON	LİTOLOJİ	ADLAMA	AÇIKLAMALAR
	KUVAZERNER				Qa	Alüvyon Açısal Uyumsuzluk
MESOZOYİK	JURA-KRETASE	ÇÖKELEZ		Jkrç	Dolosparit ve spari mikrit	
				Jkrs-1	Metakonglomera, metakumtaşı ve metasilttaşı	
		SAZAK		Jkrs-2	Tektonizma ile oluşmuş kumlu, illitik killer Tektonik Dokanak	
SENEZOYİK	ALT PALEOSEN ALT EOSEN	ŞALVAN		Peş	Yer yer piemonditli kalkşist	
MESOZOYİK	JURA-KRETASE	GÖMİCE		Krg-2	Talk-tremolit şist	
				Krg-1	Pembe renkli, çört bantlı kalkşist	
				Krg-2	Talk-tremolit şist	
				Jkrb-2	Talk-tremolit şist ve/veya tremolit-talk şist	
				Jkrb-3	Tremolit-dolomitik mermer	
		BÜKRÜCE		Jkrb-1	Üst düzeyleri çörtlü, kirlili sarı-gri renkli mermer ve dolomitik mermer	
				Jkrb-2	Tremolit-talk şist	
				Pzk-5	Çörtlü mermer	
				Pzk-4	Tremolit-dolomitik mermer	
				Pzk-3	Kuarsit, kuvars şist, kuvars-muskovit şist	
PALEOZOYİK	KARAHALLI		Pzk-1	Mermer ve dolomitik mermer		
			Pzk-2	Talk-tremolit şist		
			Pzk-3	Kuarsit, kuvars şist ve kuvarsit araldanması		
			Pzk-4	Mermer, kuvars şist ve kuvarsit araldanması		
	PAŞALAR					

Şekil 5.2. Çalışan alanın tektono-stratigrafik dikme kesiti.

5.1.1. Karahallı Formasyonu

Karahallı Formasyonu, karakteristik olarak Bekilli ve Üçkuyu köyleri civarında yüzeylenmektedir. Karahallı Formasyonu bazik ara katkılı, kuvarsit, kuvarşist, kuvars-muskovit şist, serizit-klorit kalkşist ve çört bantlı mermer ar dalanmasının egemen olduğu metamorfik topluluktur. Altta Başpınar Mermerleri, üstte ise Bükrüce Mermerleri ile yana ve düşey geçişli olarak bulunmaktadır. Karahallı Formasyonuna ait litolojiler oldukça kıvrımlı bir yapıda izlenirler. Serizit klorit şistler, arazide yeşilimsi renkleri ile şisti ve kıvrımlı yapıda izlenirler (Resim 5.1).



Resim 5.1. Karahallı Formasyonua ait serizit-klorit şistlerin arazide görünümü (Evyapan ve diğ. 2008a).

Karahallı Formasyonu içinde yer alan ve genellikle 10-15 m kalınlıkta olan mermer bantları sık sık tekrarlanırlar. İnce ve orta katmanlı olan bu mermer bantları çört bantlı ve laminalanmalı olarak bulunurlar (Resim 5.2). Renkleri oldukça değışkendir. Kirli beyazdan, turuncu, mavimsi, kurşuni ve siyah renge kadar farklı renklerde izlenirler.



Resim 5.2. Karahallı Formasyonunda yer alan mermer ve aralarında yer alan çört bantlarının arazide görümleri (Evyapan ve diğ. 2008a).

4.1.2. Bükrüce Formasyonu

Bükrüce Formasyonu, kirli beyaz ve grimsi renkli, mermer ve dolomitik mermerlerden oluşur. Genelde orta ve kalın tabakalı birim üst düzeylerde daha ince tabakalıdır. Bükrüce Formasyonuna ait mermerler, alt düzeylerde seyrek olarak çört bantları içermesine karşın üst düzeylerde daha sık olarak çört bantları içerirler.

Formasyonun alt dokanağında uyumlu olarak Karahallı Formasyonu bulunurken (Resim 5.3) üst dokanağında ise, yine uyumlu olarak Gömce Formasyonu izlenmektedir.



Resim 5.3. Bükrüce Formasyonuna ait mermerlerin arazide görünümü (Evyapan ve diğ. 2008a).

5.1.3. Gümce Formasyonu

Gümce köyü doğusunda, Süller doğusu ve Kocaköy yerleşim alanı ile doğu kesiminde Gümce Formasyonu'na ait litolojiler gözlenmektedir (Resim 5.4). Alt dokanağında Bükrüce Formasyonuna ait mermerler ve üst dokanağında ise, Şalvan Formasyonuna ait litolojiler ile geçişli olarak bulunmaktadır.

Bükrüce Formasyonu genel olarak mermerler ile temsil edilmektedir. Alt zonlarında genel olarak gri ve koyu gri renkler egemen iken üst zonlarına doğru birim, pembe, yeşil ve kırmızı renkli mermerlere geçiş göstermektedir. Renk değişimiyle ilişkili olarak mermerlerdeki çört bantları da yoğunlaşmaktadır. Arazide kıvrımlı bir yapıda izlenirler. Diğer taraftan, mermerlerin arasında bir kaç on santimetre kalınlıkta serizit, klorit ve kalkışt düzeyleri de yer almaktadır. Bu bantlar üst düzeylerde giderek sıklaştığı ve kalınlaştığı belirlenmiştir.



Resim 5.4. Gömce mermerlerinin arazideki görünümüleri (Evyapan ve diğ. 2008a).

5.1.4. Şalvan Formasyonu

Şalvan Formasyonu, Kocaköy ve Süller doğusunda yüzeylenmektedir. Süller Kocaköy civarında (Resim 5.5) yaklaşık güney-kuzey doğrultusu boyunca uzanım gösterir. Altta yer alan Gömce Formasyonu'na ait litolojik birimler ile geçişlidir. Üstteki Çökelez Gurubu'na ait birimler ile de tektonik dokanaklı olarak yer almaktadır.

Şalvan Formasyonu genel olarak sahada mermer ve kalkşist ile temsil edilmektedir. Bu formasyondaki litolojiler, genellikle kalkşistlerdir. Üst düzeylerde metabazit katkılı ve metafiliş görünümlü birimler ile devam etmektedir. Kalkşistler arasında serizit-klorit şistler, piemontitli şistler ile mermer bant ve merçekleri yer almaktadır. Arazide kahverengimsi alterasyon renginle kolayca ayırtlanabilmektedir. Şalvan Formasyonu altta yer alan Gömce Formasyonuna benzer kıvrımlı bir yapı sunmaktadır.



Resim 5.5. Şalvan Formasyonuna ait kalkıştlerin arazide görünümüleri (Evyapan ve diğ. 2008a).

5.1.5. Sazak Formasyonu

Alttaki birimler üzerinde yatay ve yataya yakın tektonik dokanaklı olarak bulunur ve üstte ise Çökelez Kireçtaşları gelmektedir. Sazak Formasyonu, kırmızı ve sarımsı ve boz renkli kuvars çakıllı metakonglomeralar ile başlamaktadır. Metakonglomeralar yer yer breşik görünümündür. Metakonglomeralar ile metakumtaşları ve metasilttaşları ile ardalanmalı olarak bulunmaktadır. Üst düzeylere doğru tane boyutunda azalma izlenir ve üst düzeylerde metasilttaşı ve metakiltaşları yer almaktadır.

Metasilt ve kiltaşları; killi hamur içinde serizit ve klorit yanında az olarak kuvars; kalsit ve feldispat mineralleri de içerdikleri belirlenmiştir. Ayrıca, iri taneler halinde demir oksit yumruları bulundurulur. Metasilt ve kiltaşları laminalı ve şisti yapılarda bulunurlar. Bu litolojiler arasında ince laminalı kireçtaşları da yer aldıkları belirlenmiş olup bunların kalınlıkları fazla olmayıp yaklaşık 50 cm kadardır.

Metasilt ve metakiltaşları, özellikle fay zonlarında sarımsı, yeşilimsi, grimsi ve kahverengimsi renklerde görümlü olarak bulunur ve bu kesimlerde kil egemen

olduğundan ve geçirimsiz özellikleri nedeniyle, köylüler arasında “geren toprağı” olarak adlandırılmaktadır. Geren toprağının, Süller, Kocaköy, Sarıklı ve İkizbaba köylerinde evlerin çatılarında çatı örtüsü, evlerin duvarlarında sıva ve tuğla harcı olarak kullanıldıkları belirlenmiştir (Resim 5.6).



Resim 5.6. Metasiltaşları ve metakiltaşlarını Kocaköy içinde "geren toprağı" almak için açılan yarmadan görünümü (Evyapan ve diğ. 2008a).

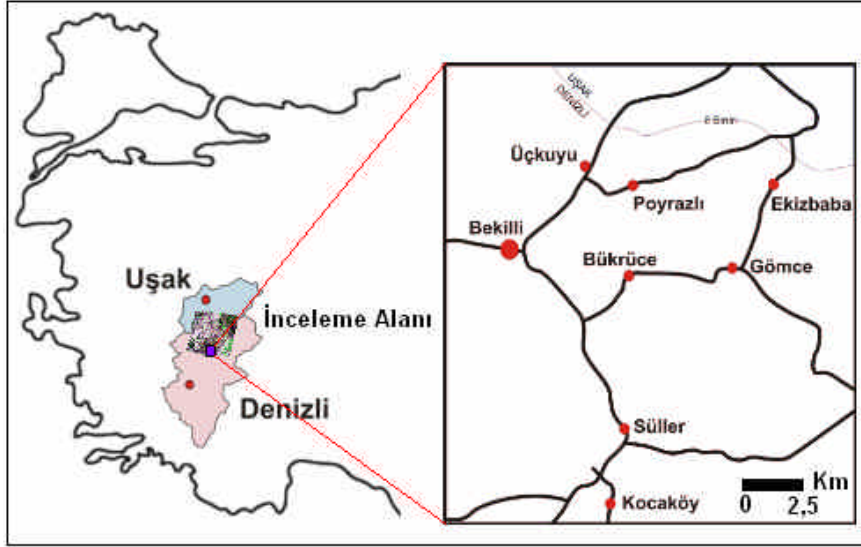
5.1.6. Çökelez Kireçtaşı

Çökelez kireçtaşları, Gömce batısında ve Kocaköy güney doğusunda yer almaktadır. Çökelez kireçtaşlarının daha alt zonlarda siyah renkli kireçtaşları, üst zonlara doğru bej ve gri renklere geçiş göstermektedir. Genel olarak sparitik kireçtaşlarından oluşmasına karşın bazı düzeylerde sparimikritik özelliktedir. Daha alt zonlarda ve ara zonlarda dolomitik kireçtaşları da bulunmaktadır. Çökelez kireçtaşları önceki araştırmacılar tarafından (Konak ve diğ. 1986) Jura-Kretase yaşlı olduğu belirlenmiştir. Çökelez kireçtaşı örneklerinin (ÇB42 ve ÇB48) mikroskopik incelemelerinde sparit olarak adlandırılmıştır.

5.2. Sayısal Veriler

5.2.1.Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Denizli'nin ilinin Bekilli ilçesi ve civar köylerini de içine alan, yaklaşık 600 km²'lik alana sahip, Uşak iline ait birbirine 4 adet pafta sınırlarını kapsamaktadır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

5.2.2. Yöntem

Bu çalışmada ASTER verilerinden yararlanılarak, asbest olarak bilinen, amfibol grubu minerallerden aktinolit ve tremolit minerallerini arazide belirleyip, yayılımlarını ve sınırlarının çizilmesi hedeflenmiştir.

Yapılan literatür araştırmalarında, ASTER görüntüsü kullanılarak tremolit/aktinolit minerallerini belirlemeye yönelik bir çalışmanın daha önce uygulandığı rastlanmamıştır. Bu sebeple en uygun metodu bulmak için farklı algoritmalar uygulanmıştır.

Araştırmada görüntü işleme tekniklerinden, bant oranlama (band rationing), temel bileşenler analizi (principal components analyse), görüntünün seçilebilirliğini arttırmak içinde histogram germe (histograme stretch), gibi teknikler veri setlerine uygulanmıştır.

5.2.2.1 Görüntü Ön Hazırlıkları

a. Geometrik Kayıt

Söz konusu araştırma için alınan Aster uydu görüntüsü, ticari kod olarak 3A01 grubu olup “ortografik görüntü” olarak tanımlanmaktadır ve coğrafik kaydı (rectification-georeferancing) sağlayıcı firma tarafından yapılmıştır. Sözlü görüşme sonrası, bu kaydın “ortalama karekök hatasının” (root mean square error – RMSE) 2 pikselden az olduğu belirtilmiştir.

b. Atmosferik düzeltme

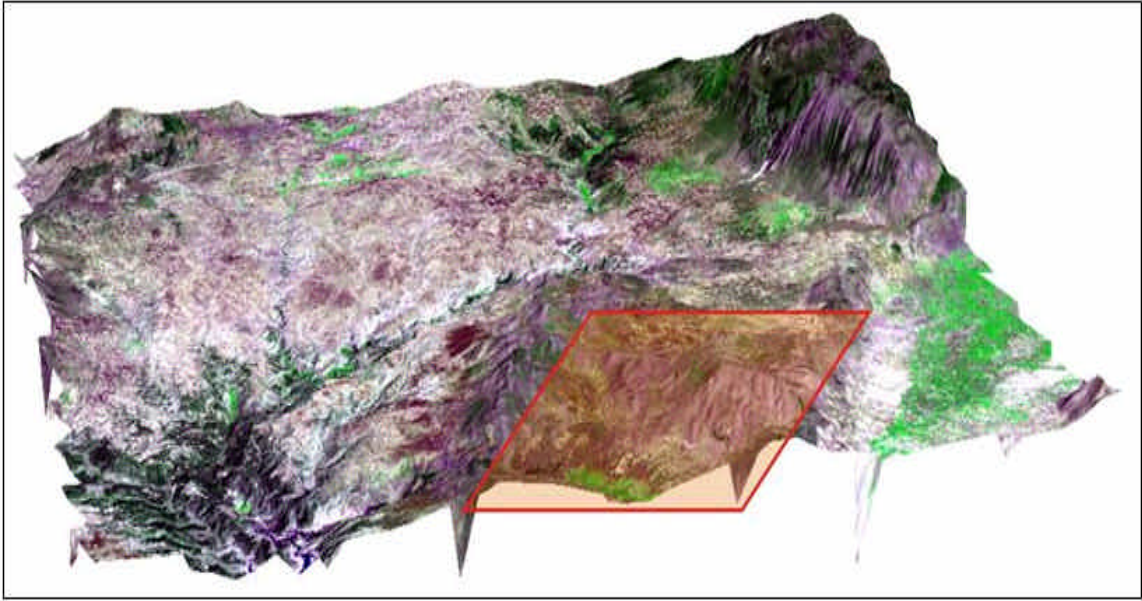
Genel olarak atmosferik düzeltme uydunun algılama sırasında oluşturduğu dijital rakamları yeryüzü yansımaya değerlerine çeviren bir uygulama olarak tanımlanır. Atmosferik etkiler dalga boyuna bağlıdır ve uyduya gelen radyans değerlerini dağıtma, emme ve ışığı kırma yönünde etkilerler (Curcio 1961; Turner ve ark. 1971; Sabins 1978; Slater ve ark. 1983). Bu etkiler, algılama sırasındaki atmosferde bulunan, su buharı-bulut yoğunluğu, büyük partiküllü malzeme ve airesol miktarı olarak sıralamak mümkündür.

Söz konusu etkileri düzeltmek için algılayıcının kazanım (gain) ve kayıp (offset) değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca solar enerji, solar zenit açısı (solar zenith angle) değerleri de görüntü dijital değerlerini yeryüzü yansımaya değerlerine çevirmek için atmosferik düzeltmede ihtiyaç duyulan değer arasındadır.

Algılayıcının kazanım (gain) ve kayıp (offset) değerlerini elinde bulunduran firma, atmosferik düzeltme işlemini satış öncesi “FLAASH” program modülü yardımıyla gerçekleştirdiğini belirtmiştir. Bu yüzden tekrar düzeltme işlemine gerek duyulmamıştır.

c. Maskeleye işlemleri

Çalışma alanı ve yakın civarı, morfoloji ve bitki örtüsü bakımından değerlendirildiğinde, Büyük Menderes Nehri'nin çalışma alanı yakınlarından geçtiği ve bir kolunun çalışma alanının güneybatısından girdiği gözlenmektedir (Resim 5.7). Çalışma alanı içinde geniş yapraklı sık ormanlara rastlanmamasına karşın, yer yer iğne yapraklı çam ağaçları ile çalılıklar görülmektedir.



Resim 5.7. Uydu görüntüsünden üretilmiş DEM (Digital Elavation Model-Sayısal Yükseklik Modeli) görüntüsünde, çalışma alanı ve yakın çevresinin jeomorfolojisi.

Çalışmamızın ilk döneminde, çalışma alanı içinde ağaç ve gölgeler maskelenmiştir. Fakat eş zamanlı olarak gerçekleştirdiğimiz arazi çalışmaları sırasında, Süller'in 50 m kuzeydoğusunda yer alan ormanlık alan içinde asbest oluşumlarına rastlanmıştır. Bu gelişme sonrası ağaç ve gölge maskesi görüntüden çıkarılmış ve tüm alanlar analizlere tabi tutulmuştur.

5.2.2.2. Görüntü İşlemleri

Dijital görüntü işlemleri, görüntüde bulunan birbirinden farklı fiziksel özellikler arasındaki ayrımı arttırarak görüntünün yorumlanabilirliğini artırmak amacıyla yapılır.

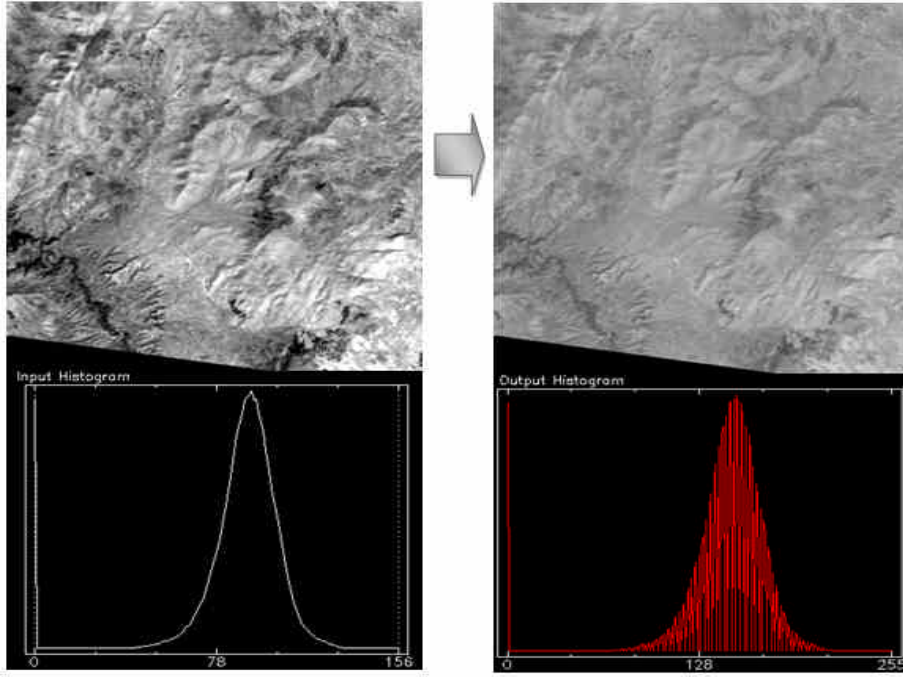
a. Histogram Germe

Herhangi bir bantta çekilmiş görüntüyü oluşturan her bir pikselin, siyah renkten beyaz rene kadar uzanan gri tonlamalı renk aralığında 0'dan 255'e kadar sayısal değeri mevcuttur. Yani her gri pikselin, renk tonuna bağlı olarak 0 ile 255 arasında bir sayısal değeri vardır. Örnek olarak; tam siyah renk "0", tam beyaz renk "255" olarak belirlenmiştir.

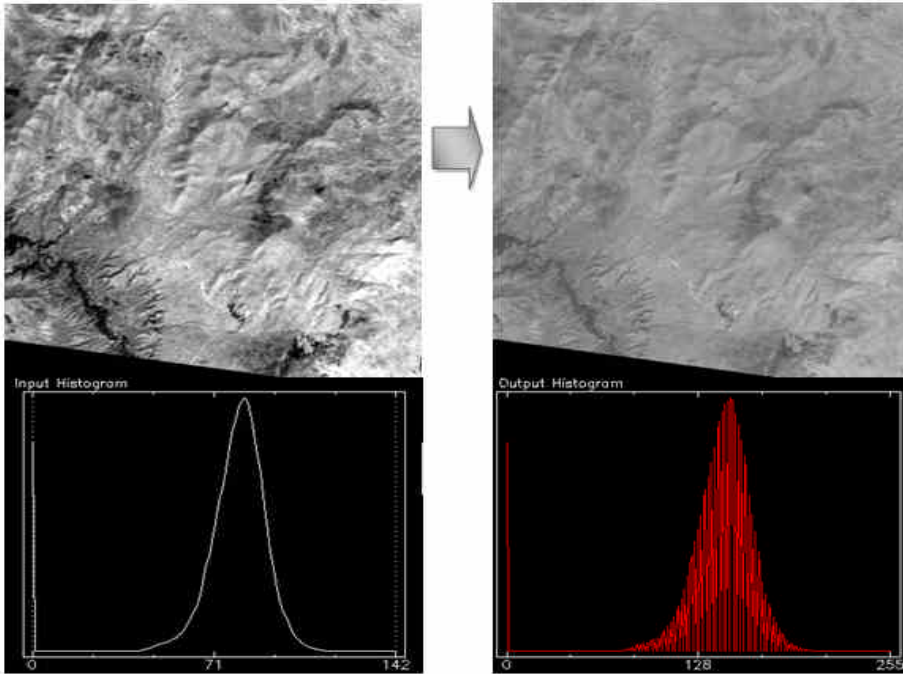
Bir görüntüyü oluşturan pikseller, birçok zaman belli bir gri ton değerleri üzerinde yoğunlaşırlar. Histogram germe işlemi, sınırlı gri ton değerleri arasında kalmış pikselleri, çeşitli istatistiksel hesaplamalar vasıtasıyla daha geniş gri ton aralığına yayma işlemidir.

Bu çalışmamızda, 6 adet SWIR bandına lineer histogram gemesi işlemi uygulanmıştır (Resim 5.8 – Resim 5.13).

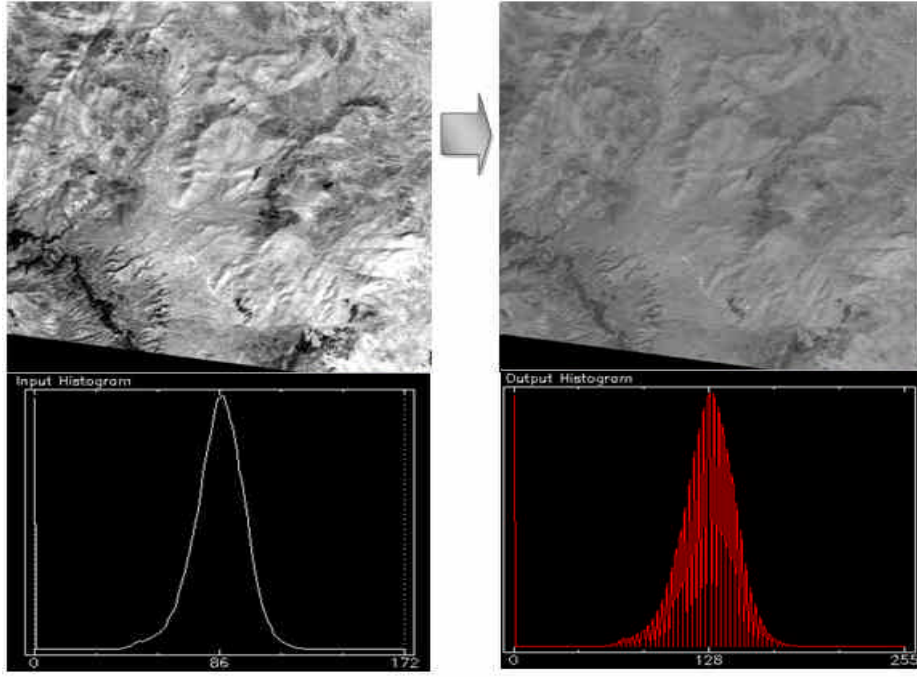
Sonuç olarak, farklı gri ton değerleri arasındaki bantlar, en düşük 0, en yüksek 255 gri ton arasında yeniden dağılımı sağlanmış böylece homojen bir görüntü elde edilip, görüntüde oluşan ayırt edilebilirlik artırılmıştır. Bu işlem litoloji sınırlarını takip etmede yararlı olmuştur.



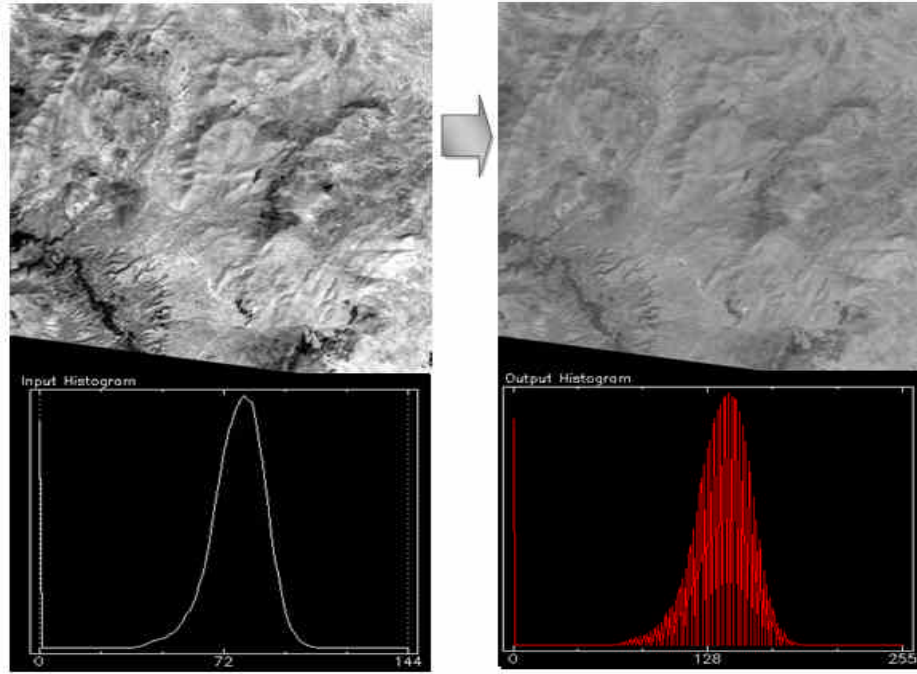
Resim 5.8. SWIR 4. Bandın lineer histogram germe yapıldıktan sonra oluşan görüntüsü.



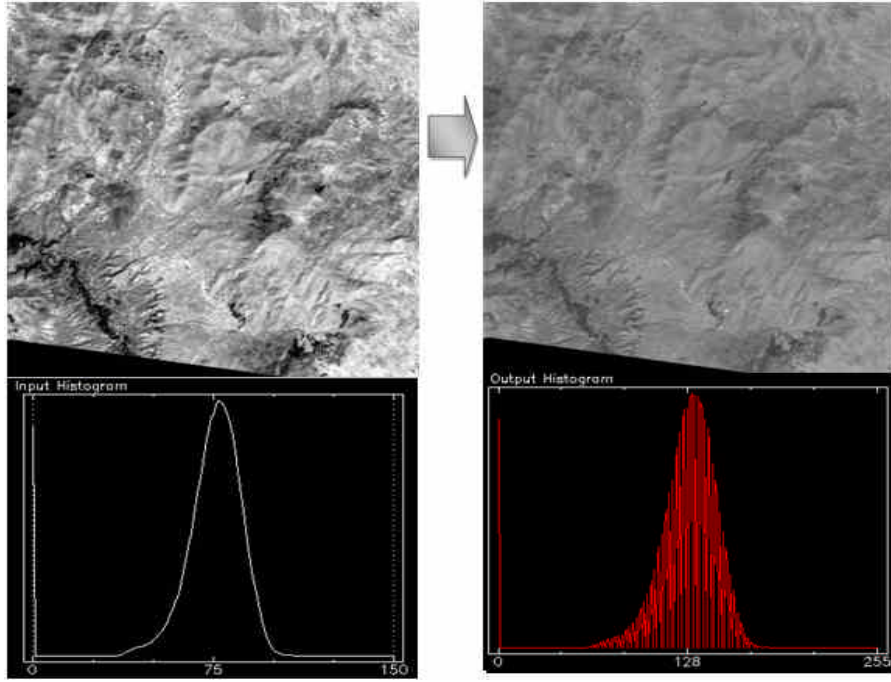
Resim 5.9. SWIR 5. Bandın lineer histogram germe yapıldıktan sonra oluşan görüntüsü.



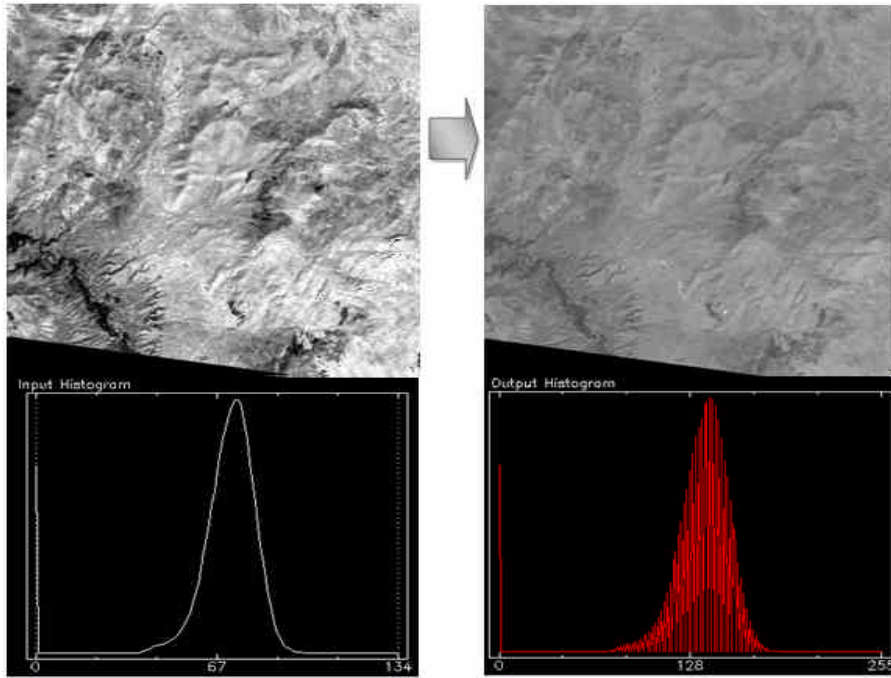
Resim 5.10. SWIR 6. Bandın lineer histogram germesi yapıldıktan sonra oluşan görüntüsü.



Resim 5.11. SWIR 7. Bandın lineer histogram germesi yapıldıktan sonra oluşan görüntüsü.



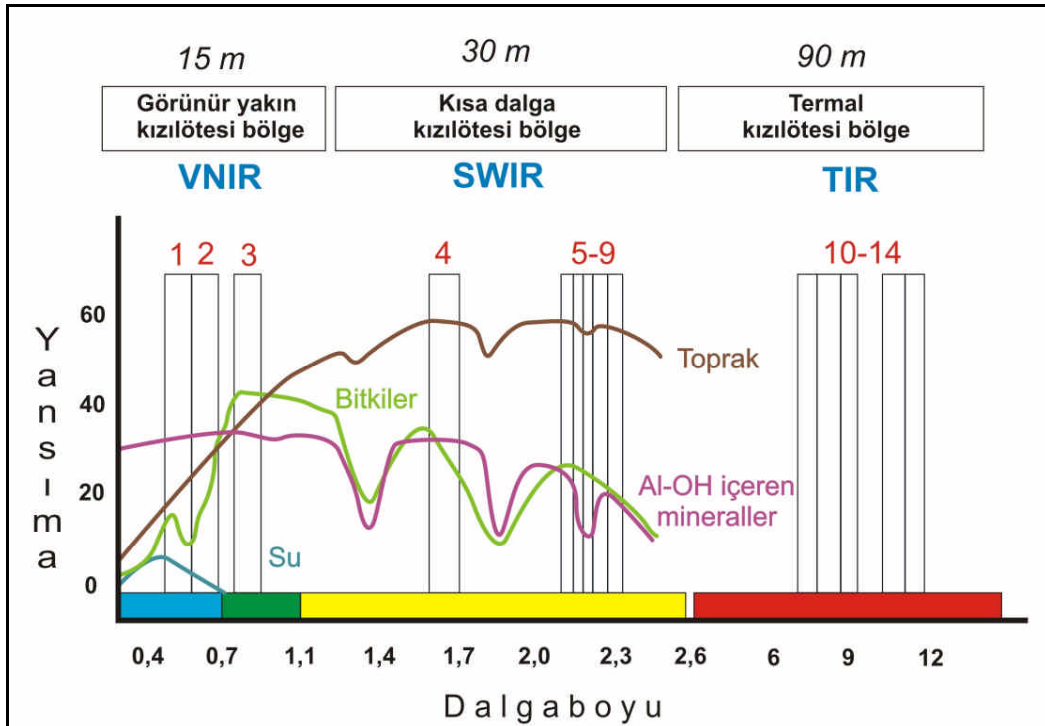
Resim 5.12. SWIR 8. Bandın lineer histogram germesi yapıldıktan sonra oluşan görüntüsü.



Resim 5.13. SWIR 9. Bandın lineer histogram germesi yapıldıktan sonra oluşan görüntüsü.

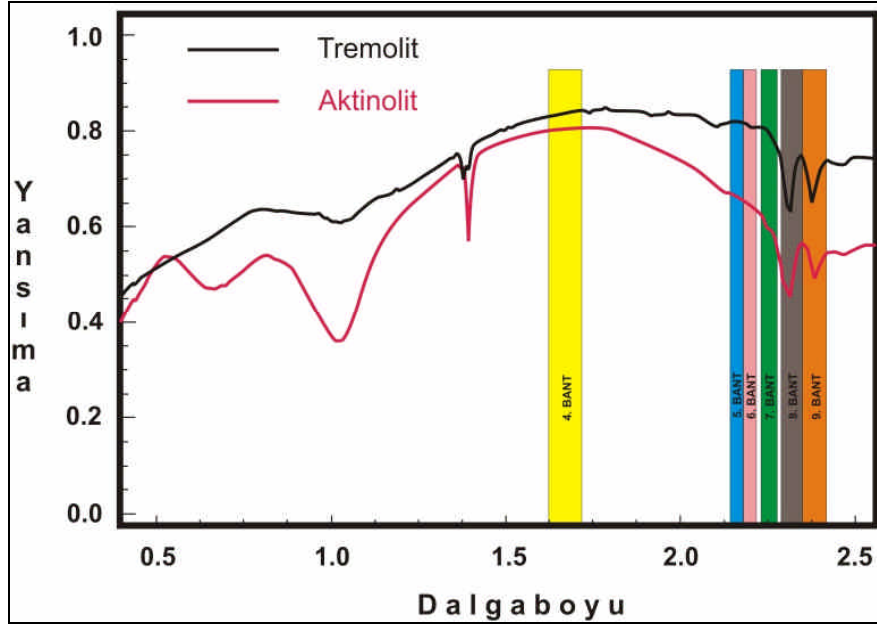
b. Bant Oranlama

Jeolojik uzaktan algılama çalışmalarında en etkili yöntemlerden birisini oluşturan bant oranlama, kayaç yapıcı minerallerin soğurma özelliklerini temel alarak kaya birimlerinin ayrımlanmasına yardımcı olur. Bunun yanında topografik düzensizliklerden dolayı meydana gelen gölgenin neden olduğu olumsuzlukları da ortadan kaldırır. Bilindiği gibi yeryüzündeki tüm objelerin kendine özgü yansımada dalga boyu eğrileri bulunmakta olup uydulara monte edilen algılayıcılar bu eğrilerin farklı dalga boylarındaki karşılıklarını kaydeder (Şekil 5.4.). Kaydedilen yansımada değerleri sayısal olarak bilgisayarda depolanabilir ve değişik renk ve tonlarda gösterilebilir. Bant oranlama işleminde, herhangi bir bantta yüksek yansımada eğrisi veren jeolojik malzemenin diğer bantta düşük değerde verdiği yansımada değerine bölümü işlemin temelini oluşturur. Bu renk ve ton farklılıkları yersel uydu çözünürlükleri de dikkate alınarak özellikle bitki örtüsünün olmadığı bölgelerde jeolojik ayrımlanma açısından çok değerli bilgiler sunar.



Şekil 5.4. Bazı materyal spektrallerinin, ASTER bantlarına göre dağılımları.

Yaptığımız bu çalışmada aktinolit ve tremolit minerallerinin USGS (United State Geological Survey) standartlarına göre oluşturulmuş, minerallerin spektral yansıtma eğrilerine bakarak, minerallerin en fazla soğurduğu ve yansıttığı dalgaboyları tespit edilmiştir (Şekil 5.5).

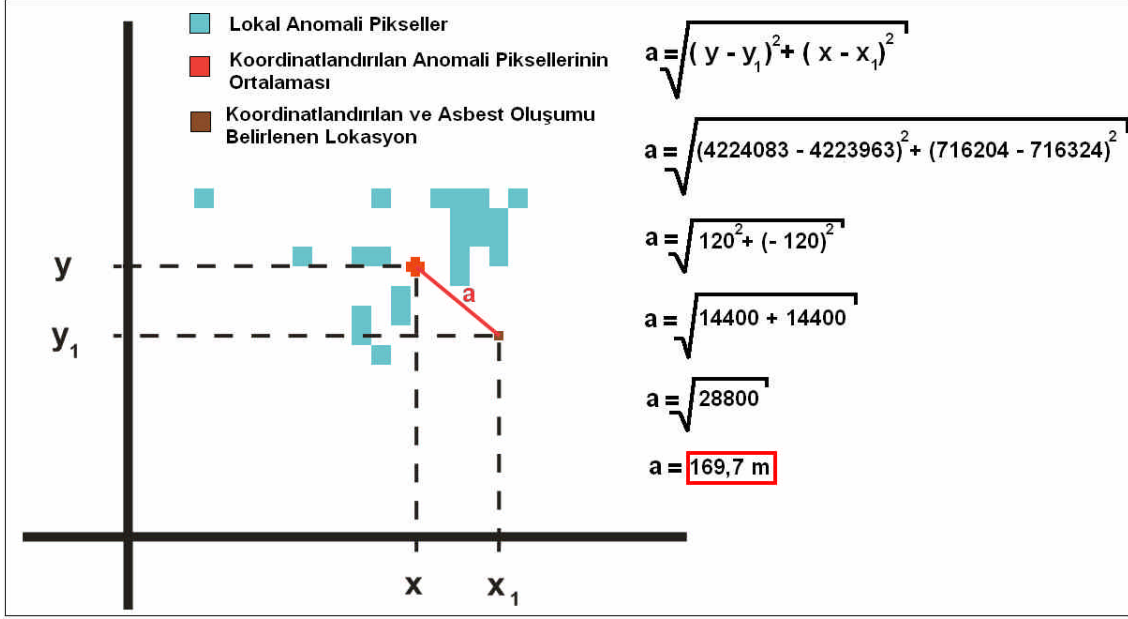


Şekil 5.5. USGS spektral kütüphanesindeki tremolit ve aktinolit spektralleri.

Şekil 5.5.'de görüldüğü üzere söz konusu minerallerin 8. ve 9. bantlar yüksek derecede absorpsiyon özelliği buna karşın 4., 5., 6. ve 7. bantlarda ise yansıtma özelliği bulunmaktadır.

Bu durumda uygun oranlama tekniği 8. ve 9. bantların 4., 5., 6. ve 7. bantlara bölünmesiyle bulanabileceği aşikardır. En doğru sonucu ulaşabilmek 35 farklı kombinasyon denenmiştir. Bu 35 adet anomali haritalarının içinden, uygunsuz olanları elimine etmek gerekmiştir. Bu sebeple arazi çalışmaları sırasında, eski kaynaklarda yer verilen Kocaköy, Süller ve Poyrazlı'da ki asbest oluşumları gözlenen lokasyonlara gidilip GPS ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen koordinatları anomali haritalarına işleyerek görüntü eleme yoluna gidilmiştir. Bunun için, alınan koordinatların haritada anomali veren piksele ve/veya piksellere, WGS 1984 datumundaki UTM kartezyen koordinat sisteminde metre cinsinden yakınlığına göre derecelendirilmeye gidilmiştir (Şekil 5.6).



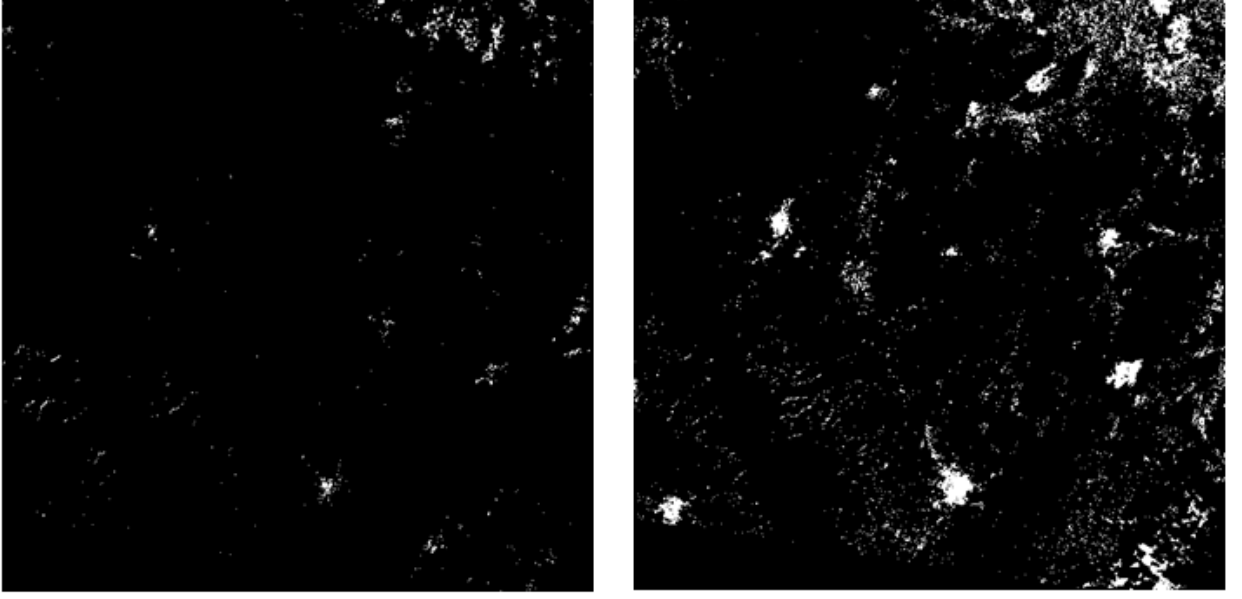
Şekil 5.6. 9/8 bant oranlamasında elde edilen anomalilerin Kocaköy’de bulunan asbest oluşumlarına yakınlığı yaklaşık 170 m civarındır.

Oranlamalar, 0-200 m, I. Derece, 200-400 m II. Derece, 400-600 m III. Derece, 600-1000 m IV. Derece olmak üzere 4 dereceye ayrılmıştır (Çizelge 5.1).

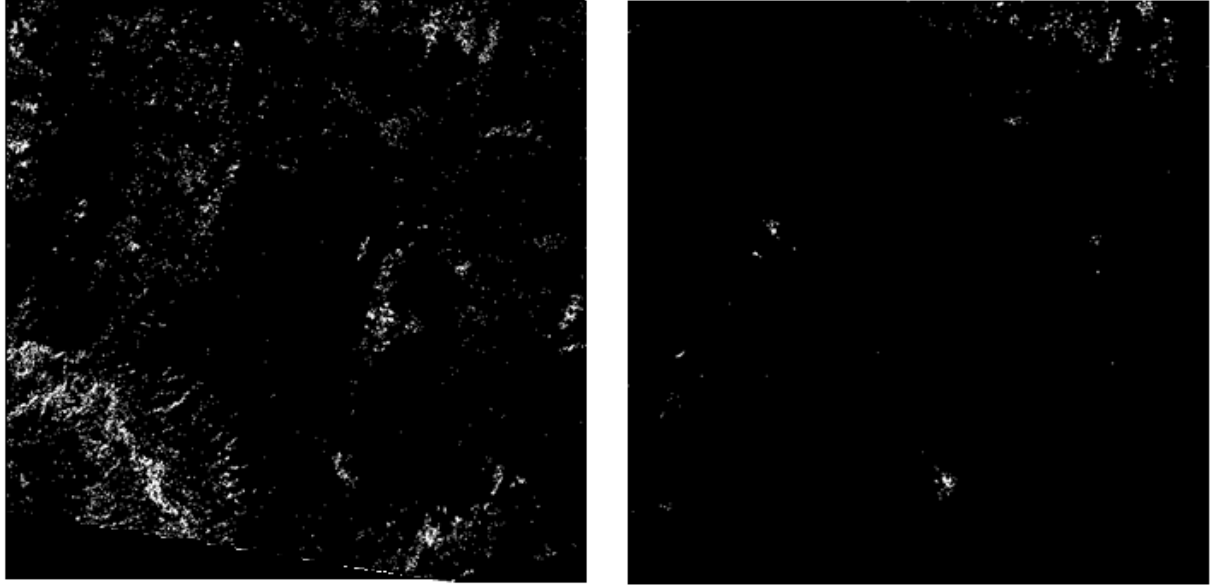
Çizelge 5.1. Oranlaması yapılan bantların listesi.

		1. Derece	2. Derece	3. Derece	4. Derece
Oranlanan Bantlar		9/8	(7+9)/8	5/8	6/7
		5/6	5/7	7/9	4/5
		7/8			4/7
					4/8
					6/8

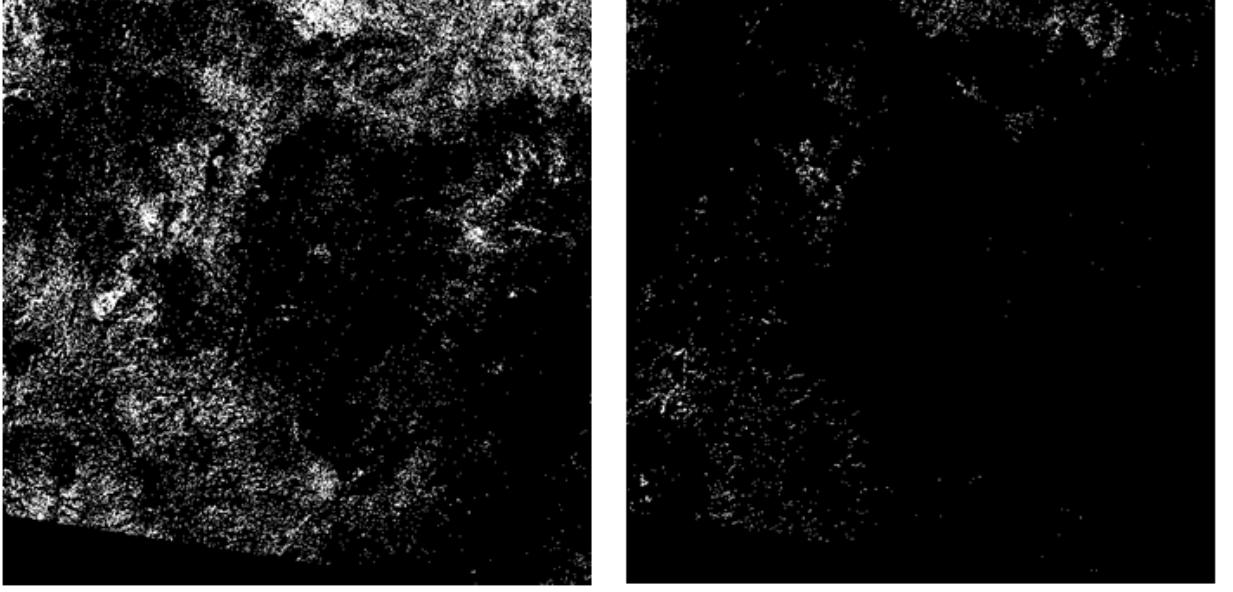
Aşağıda uygulanan bant kombinasyonları ile birlikte olası anomali görüntüleri verilmiştir (Resim 5.14. – Resim 5.21.).



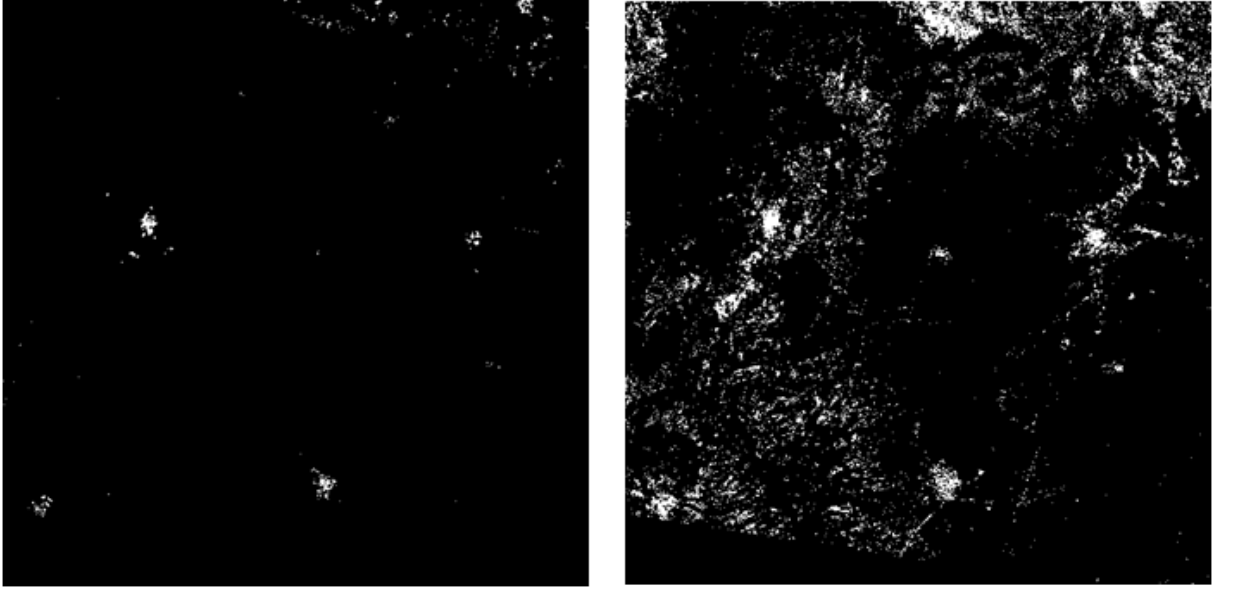
Resim 5.14. SWIR bantlarından 5/4 (Sol) ve 6/4 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir.



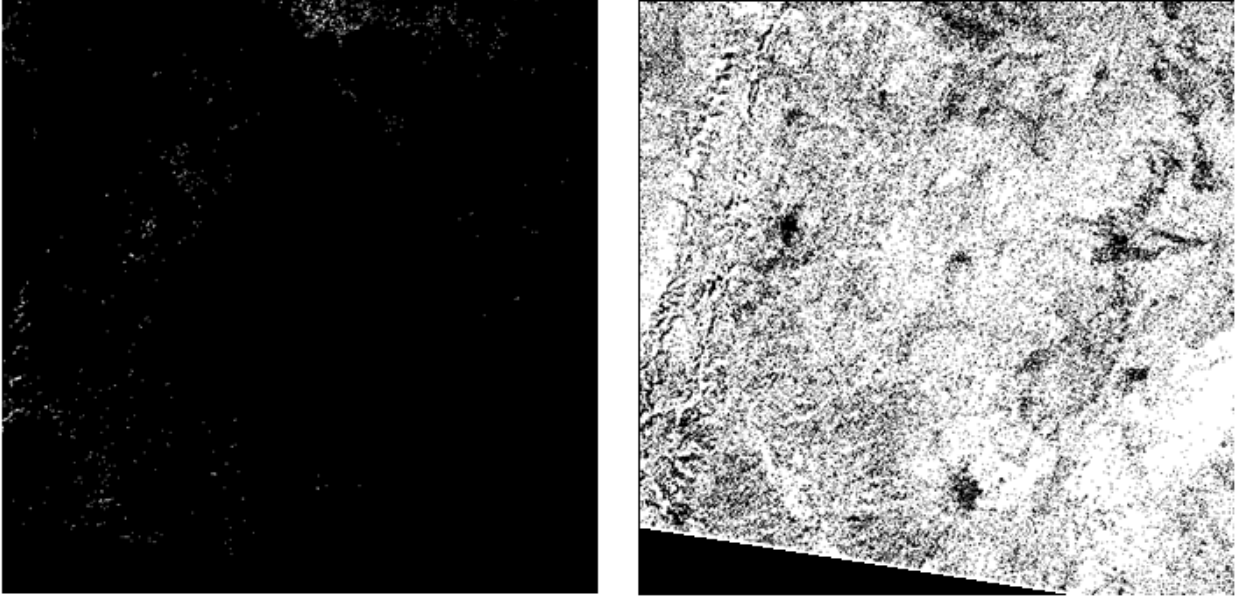
Resim 5.15. SWIR bantlarından 5/6 (Sol) ve 7/4 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir.



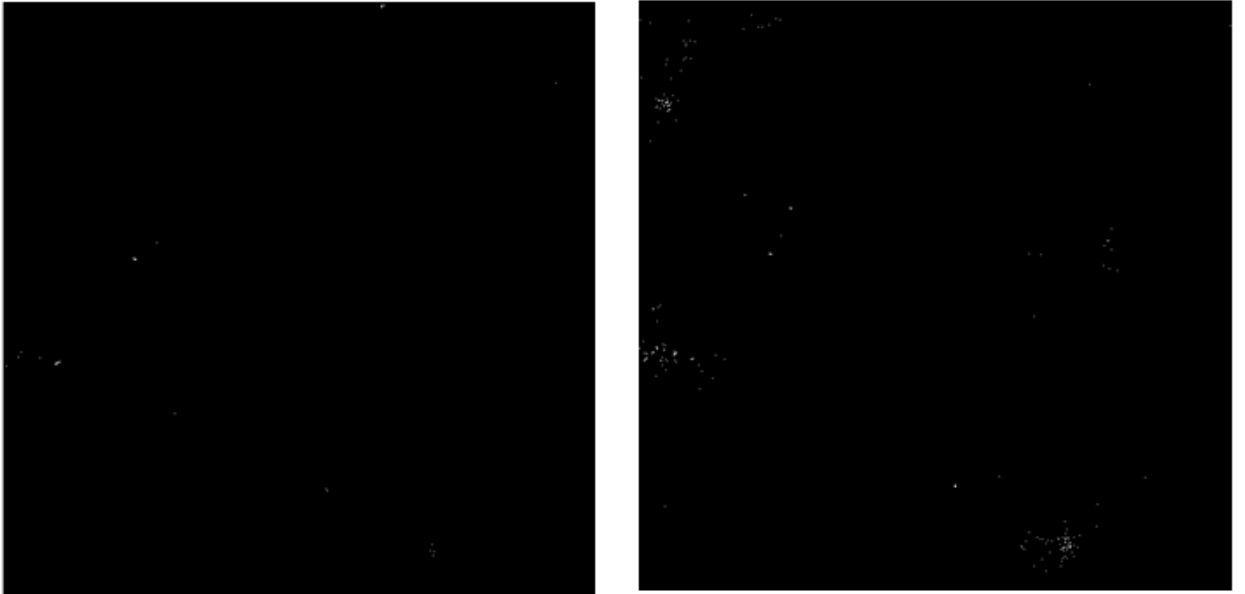
Resim 5.16. SWIR bantlarından 7/5 (Sol) ve 7/6 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir.



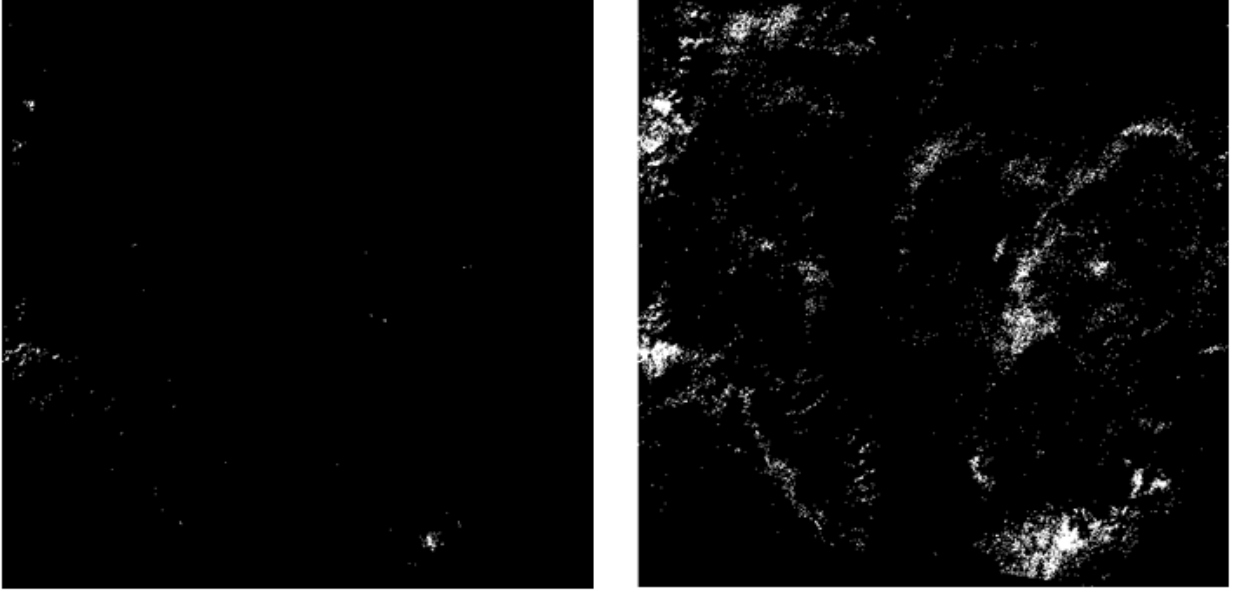
Resim 5.17. SWIR bantlarından 8/4 (Sol) ve 8/5 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir.



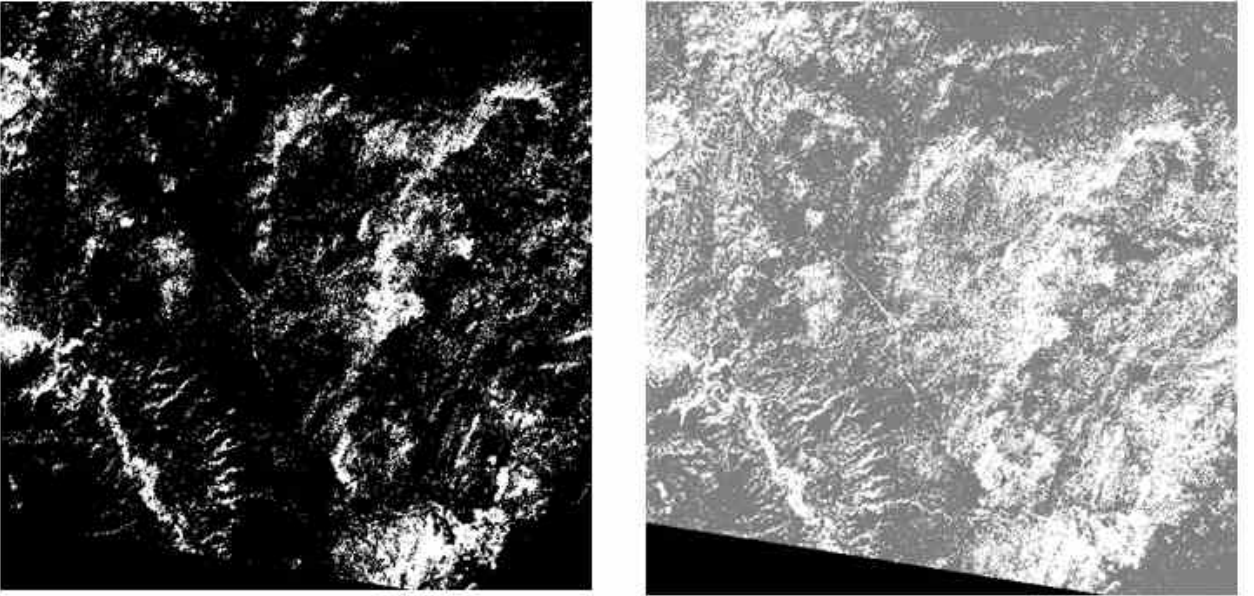
Resim 5.18. SWIR bantlarından 8/6 (Sol) ve 7/8 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir.



Resim 5.19. SWIR bantlarından 9/4 (Sol) ve 9/5 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir.

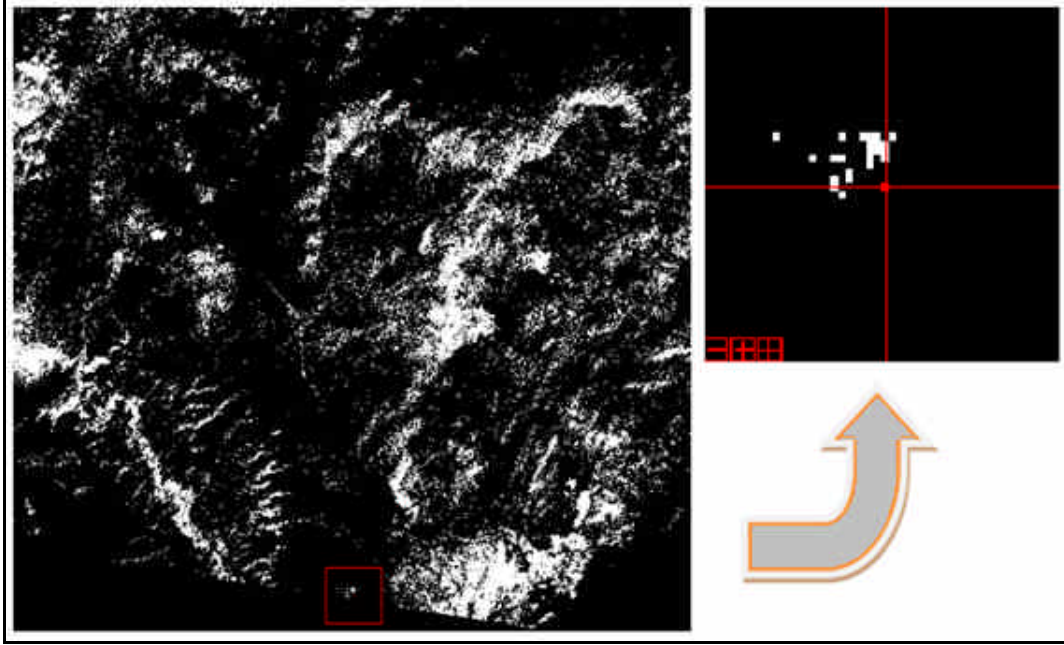


Resim 5.20. SWIR bantlarından 9/6 (Sol) ve 9/7 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir.

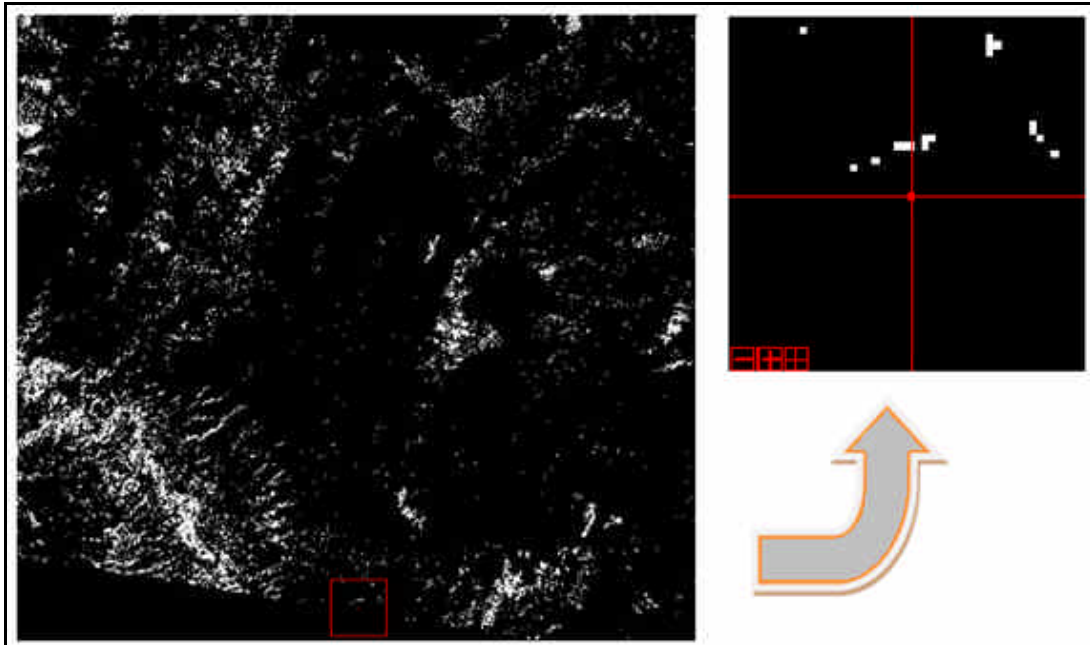


Resim 5.21. SWIR bantlarından 9/8 (Sol) ve (7+9)/8 (Sağ) oranlaması. Anomali alanları parlak piksellerle görülmektedir.

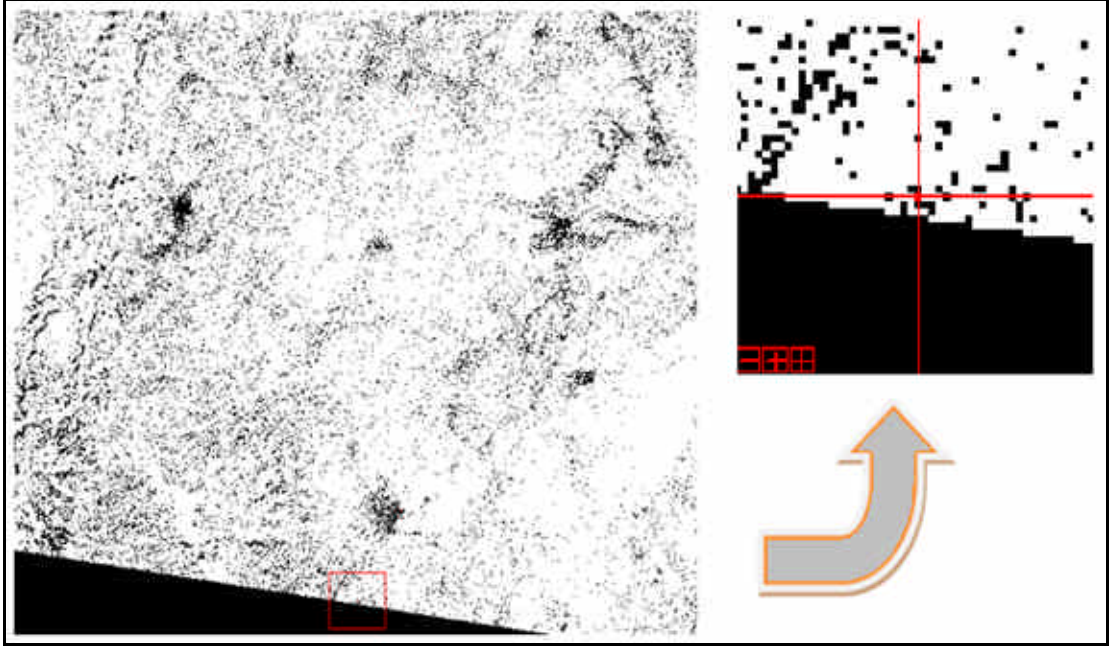
1. Derece oranlama ve arazi deneştirmesi sonuçları aşağıda görüntülenmektedir (Resim 5.22 – Resim 5.29).



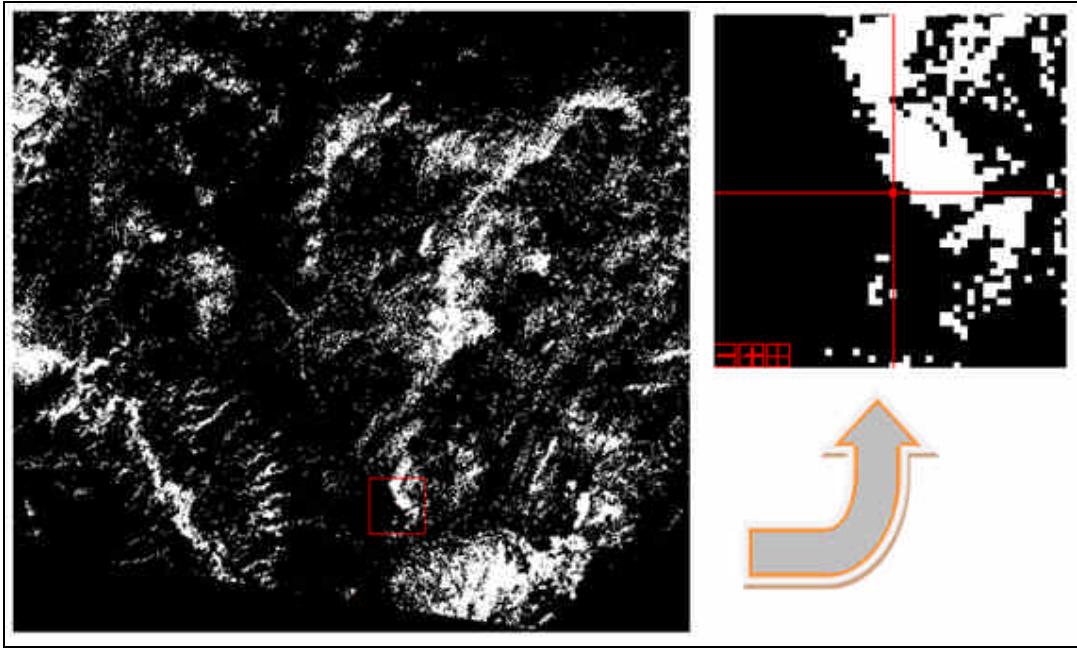
Resim 5.22. 9/8 bant oranlama sonucunun, Kocaköy civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi.



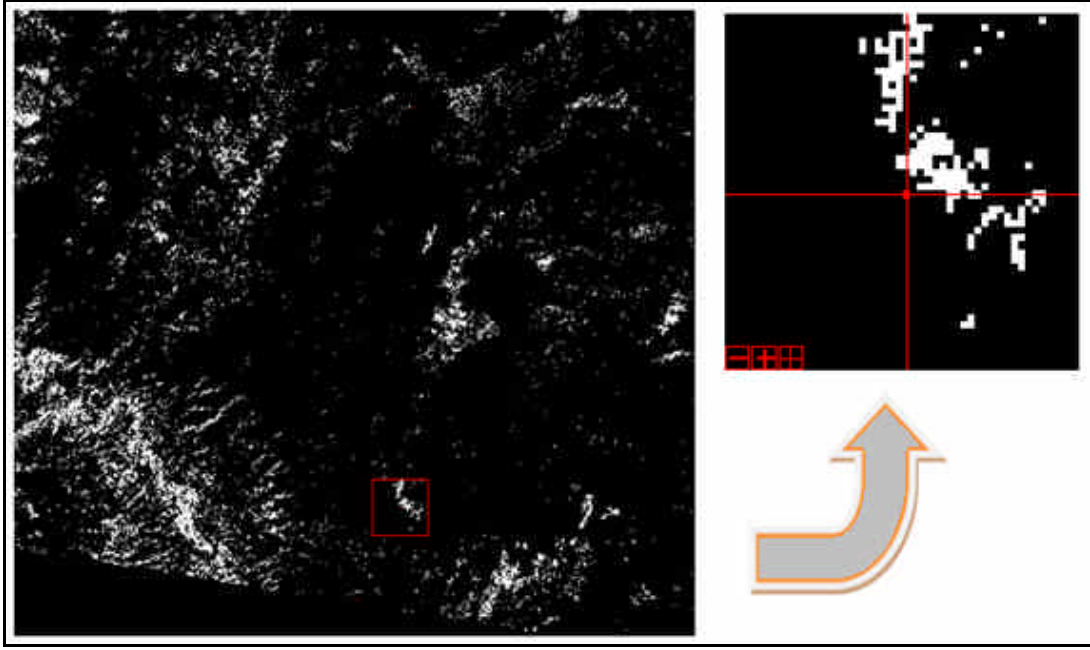
Resim 5.23. 5/6 bant oranlama sonucunun, Kocaköy civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi.



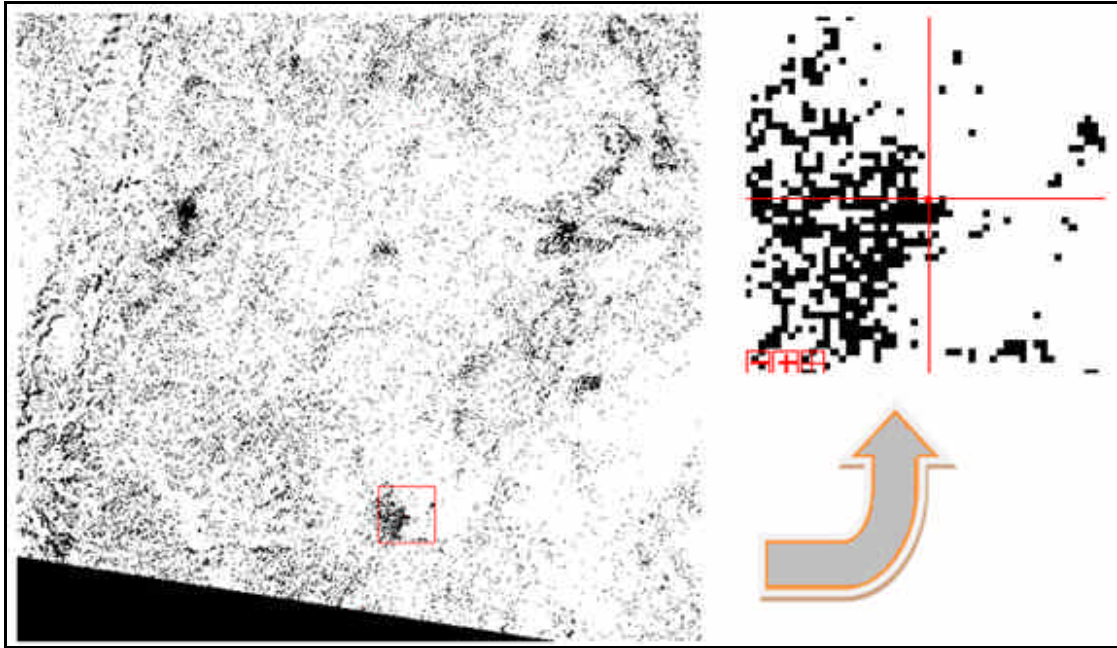
Resim 5.24. 7/8 bant oranlama sonucunun, Kocaköy civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi.



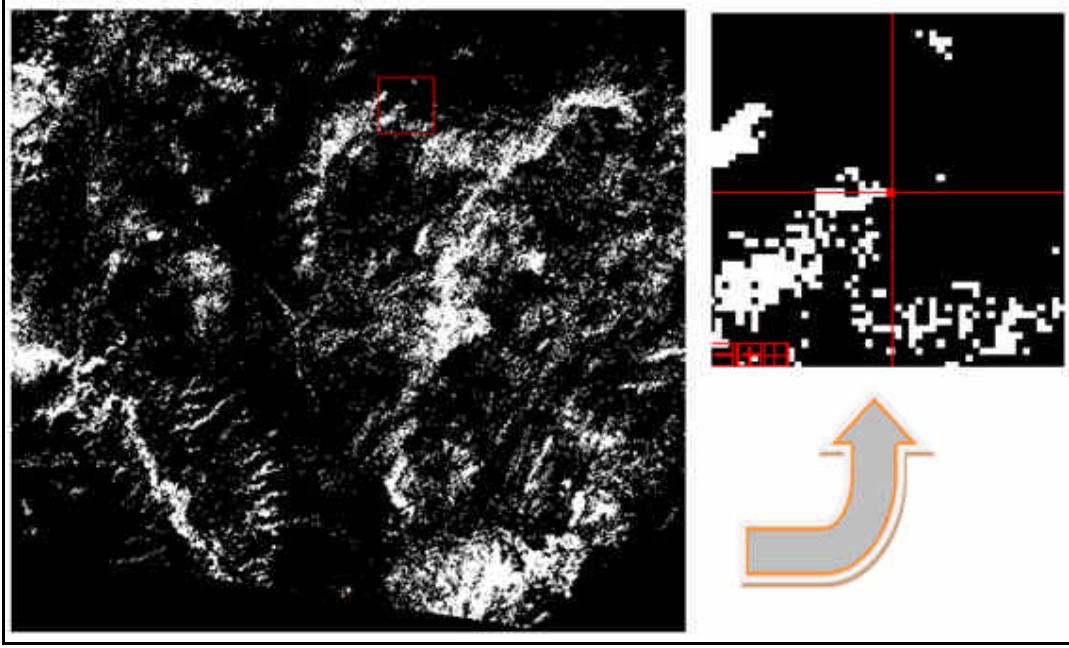
Resim 5.25. 9/8 bant oranlama sonucunun, Süller civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi.



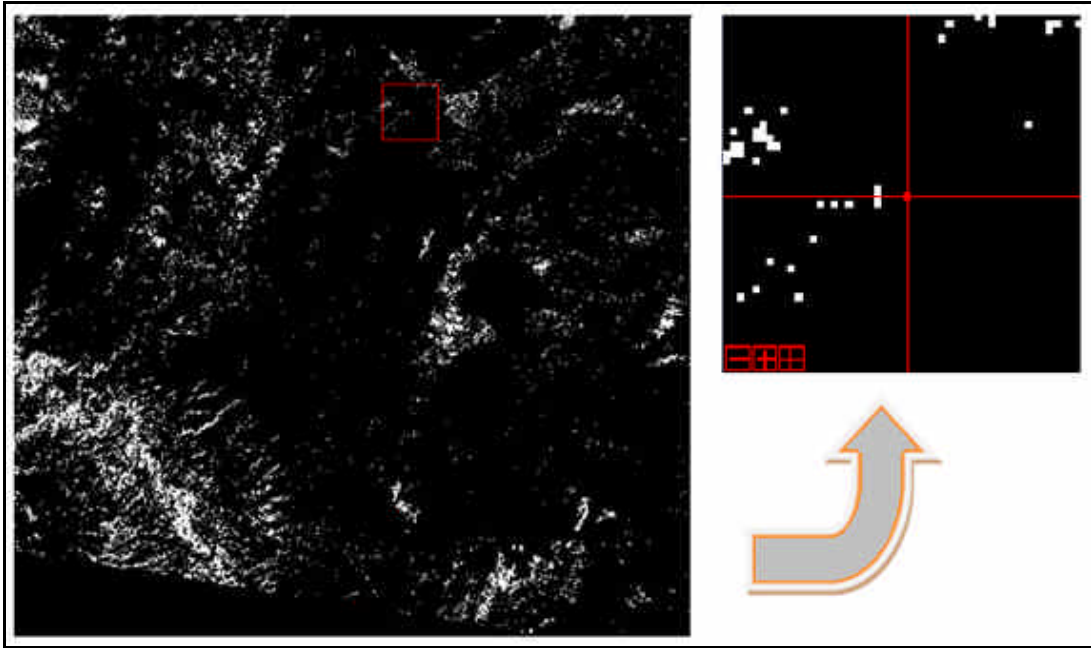
Resim 5.26. 5/6 bant oranlama sonucunun, Süller civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi.



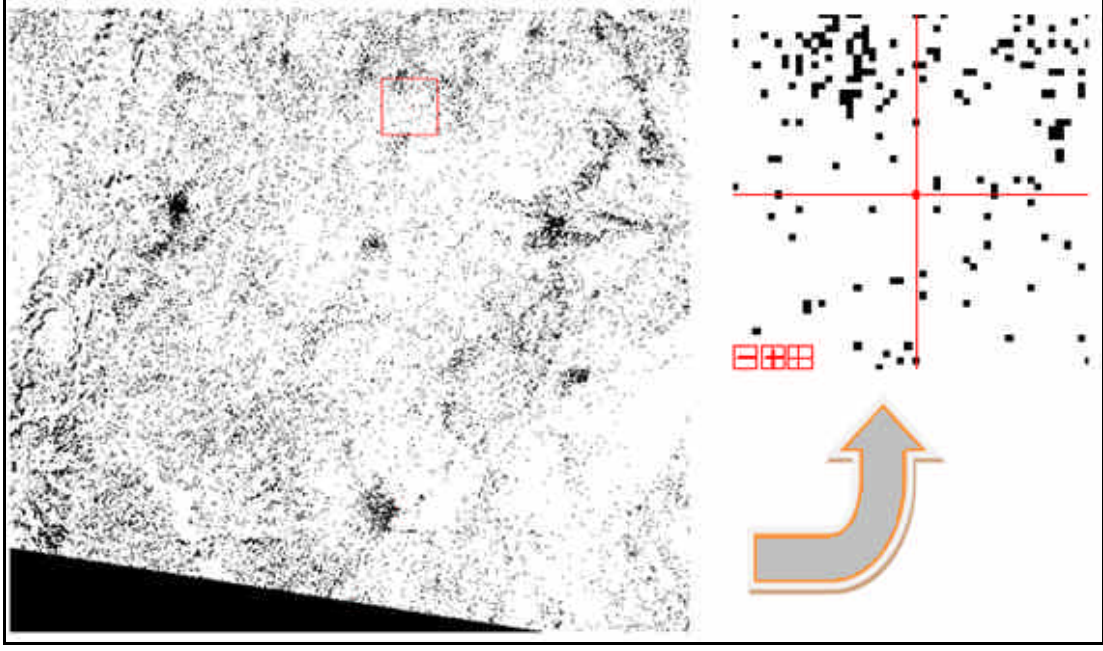
Resim 5.27. 7/8 bant oranlama sonucunun, Süller civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi.



Resim 5.28. 9/8 bant oranlama sonucunun, Poyrazlı civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi.



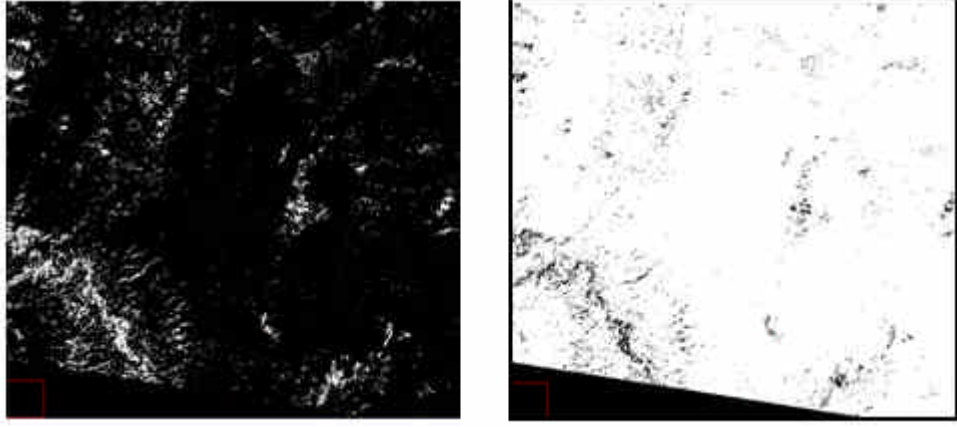
Resim 5.29. 5/6 bant oranlama sonucunun, Poyrazlı civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile deneştirilmesi.



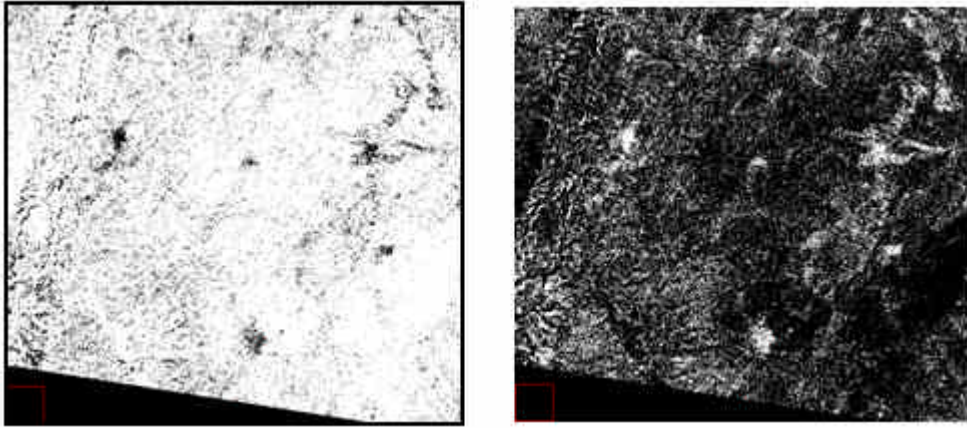
Resim 5.30. 8/7 bant oranlama sonucunun, Poyrazlı civarından GPS ile alınan asbest koordinatı ile denştirilmesi.

Oranlama sonuçları dikkatli incelendiğinde, 9/8 oranlaması formasyon genel sınırlarını belirlemesine rağmen, 5/6 oranlaması akarsu ve ormanlık alanlarda yüksek yansımaya değeri, 7/8 oranlaması ise yerleşim yeri ve insan yapısı alanlarda yüksek absorpsiyon değeri vermiştir.

Görüntülerde ki ayrımı artırmak ve asbest oluşumlarını ön plana çıkarmak için, 5/6 bant oranlaması tersten yapıldığı takdirde (6/5) nehir ve ormanlık alanlar asimile edilecek (Resim 5.31), 7/8 bant oranlaması tersten yapıldığında ise (8/7) yerleşim yerleri ve buralara yakın oluşumlar vurgulanmış olacaktır (Resim 5.32).



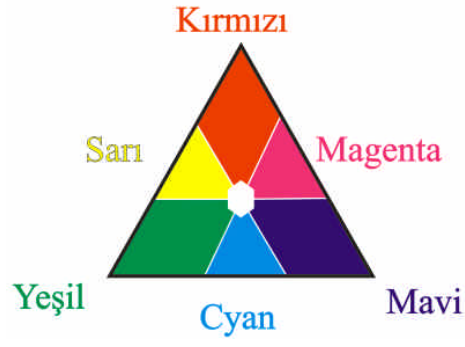
Resim 5.31. 5/6 bant oranlaması (Sol taraf), 6/5 bant oranlaması (sağ taraf). Sadece renk değişikliği oluşmuştur.



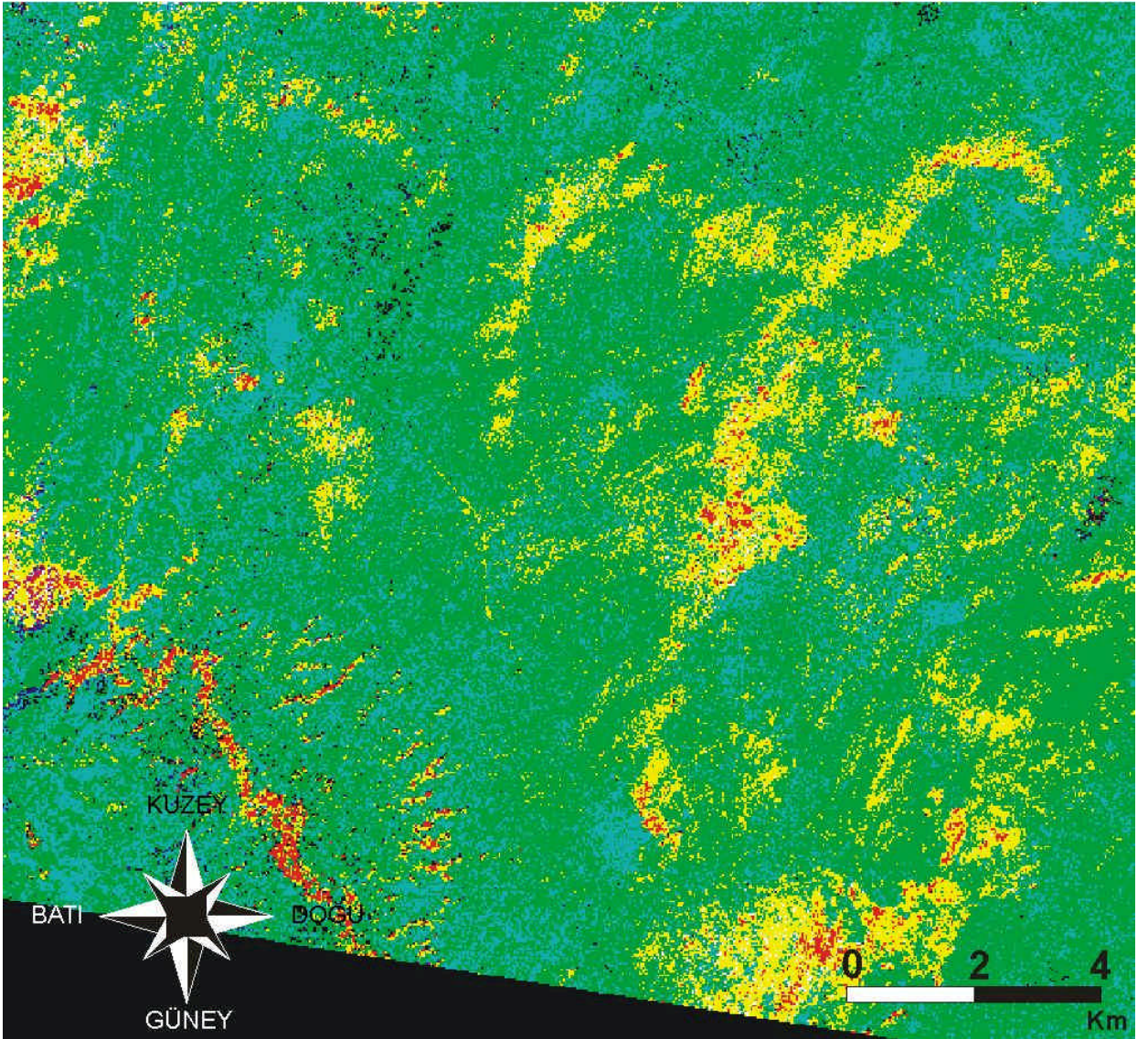
Resim 5.32. 7/8 bant oranlaması (Sol taraf), 8/7 bant oranlaması (sağ taraf). Sadece renk değişikliği oluşmuştur.

Yapılan tüm bu değişimler neticesinde elde edilen 9/8, 6/5 ve 8/7 bant oranlamaları, sırasıyla R (Red), G (Green), B (Blue) kanallarına atanarak renkli kompozit bir görüntü oluşturulmuştur (Resim 5.33).

Üç farklı kanaldaki (RGB) pikseller üst üste çakıştığı takdirde çeşitli renk kombinasyonları (Şekil 5.7) oluşmuş ve bu renklere göre yoruma gidilmiştir (Çizelge 5.2).



Şekil 5.7. Kırmızı ve yeşilin birleşimi sarıyı, kırmızı ile mavinin birleşimi magentayı, yeşil ve mavinin birleşimi cyanı oluşturur. Kırmızı, yeşil ve mavinin karışımı ise beyaz renktir.

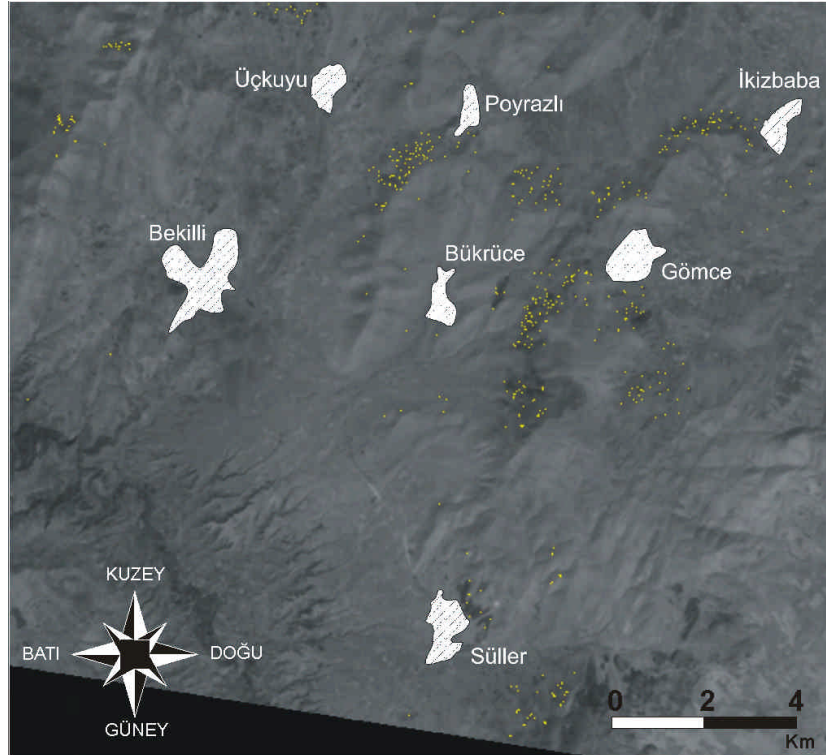


Resim 5.33. RGB (R:9/8, G:6/5, B:8/7) kompozit görüntüsü.

Çizelge 5.2. Renk tanımları.

Renk	İsim	Açıklama
	Beyaz	Olası asbest anomalileri
	Kırmızı	Yeşil bitki örtüsü
	Magenta	Tanımlanamadı
	Sarı	CaCO ₃ bileşimi yoğun alanlar
	Cyan	Çoğunlukla yerleşim yerleri ve insan yapıları
	Yeşil	Alüvyonlar, boş tarlalar
	Mavi	Kısmen yerleşim alanları
	Siyah	İlgili yersel verilerin olmadığı alanlar

Arazi çalışmalarına yön vermek amacıyla beyaz piksellerle ifade edilen anomali verileri yeniden örneklenerek, altlık bir görüntü üzerine düşürülmüş, böylece lokasyon haritası oluşmuştur (Resim 5.34).



Resim 5.34. Bant oranlama sonrası anomali noktalarının (sarı renkli) çalışma alanı ve yerleşim yerlerine göre dağılımı.

c. Temel Bileşenler Analizi

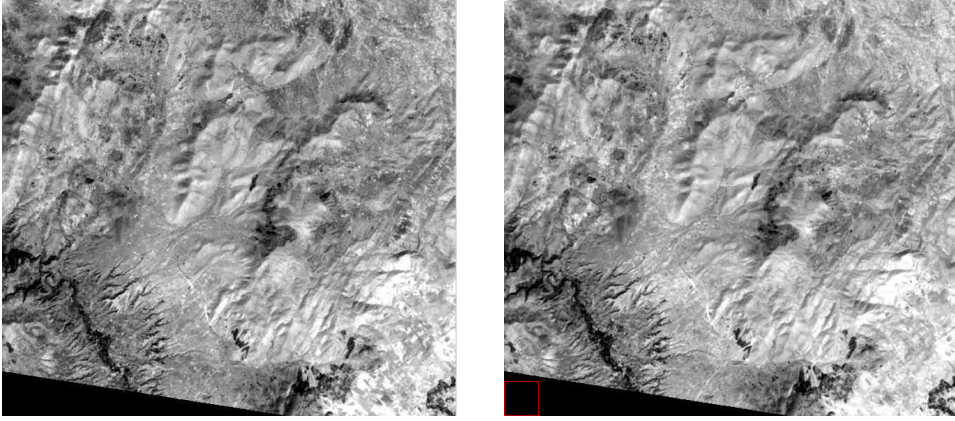
Temel bileşenler dönüşümü (principal components transformation), aralarında yüksek korelasyon bulunan çok değişkenli verileri, aralarında korelasyon olmayan yeni bir koordinat sistemine dönüştüren istatistiksel bir veri dönüşümü yöntemidir. Bu dönüşüm, farklı disiplinlerce çok değişkenli (çok boyutlu) verilerin analizinde (multivariate analysis) kullanılmaktadır. Özellikle sinyallerin iletiminde sıkça kullanılan bu dönüşüm, sayısal görüntülerin de sinyal olarak yorumlanabilmesi sayesinde, görüntü işleme uygulamalarında da sıkça kullanılmaktadır.

Bu yaptığımız çalışmada ASTER görüntüsünün SWIR kanallarından alınmış 6 bant üzerinden temel bileşenler analizi (PCA), Multispec yazılımı ile yapılmış ve çıkan istatistiksel değerler listelenmiştir (Çizelge 5.3).

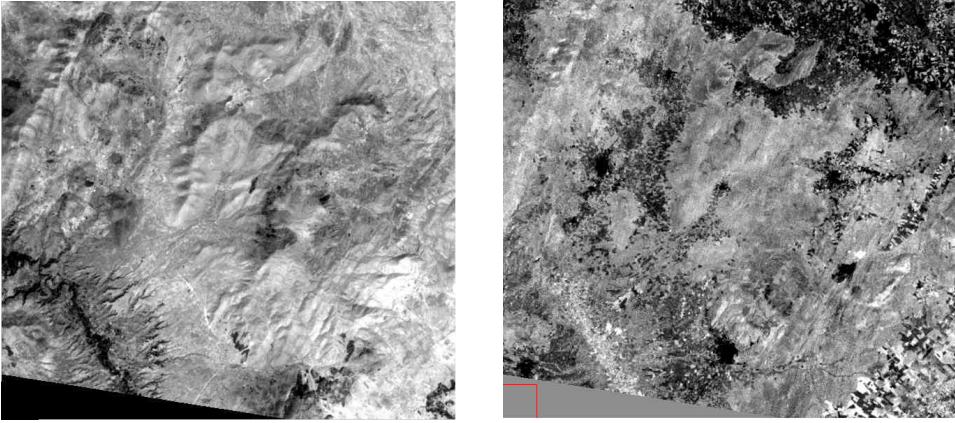
Çizelge 5.3. Temel bileşenler analizi verileri.

Özvektörler	Özvektör Matrisi						Özdeğerler (%)
	4. Bant	5. Bant	6. Bant	7. Bant	8. Bant	9. Bant	
PC 1	0.46685	0.40909	0.43411	0.39265	0.38488	0.35205	99.7372
PC 2	-0.79459	0.04427	-0.07078	0.26237	0.43701	0.31913	0.1586
PC 3	0.00917	-0.13283	0.09533	0.30450	0.45998	-0.81785	0.0461
PC 4	0.31921	-0.77300	-0.22166	0.00546	0.38465	0.32165	0.0255
PC 5	-0.21378	-0.35426	0.85981	-0.29451	-0.04971	0.01775	0.0211
PC 6	-0.05475	-0.30003	0.09511	0.77298	-0.54670	0.03952	0.0114

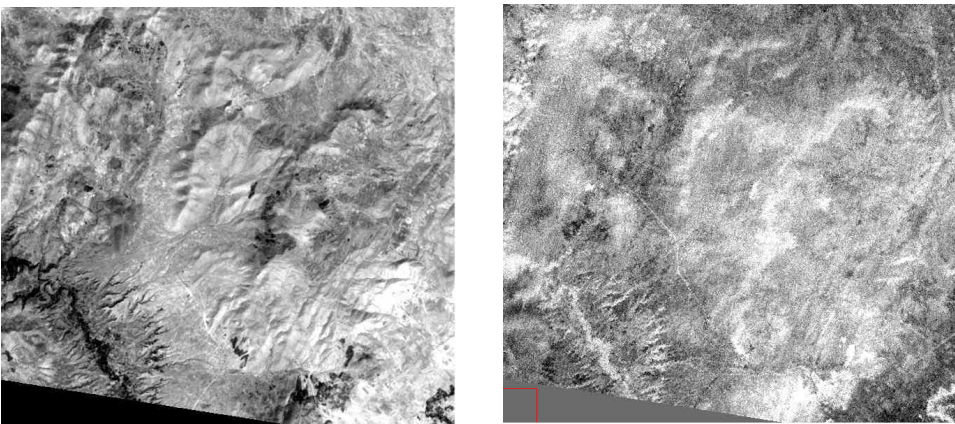
Çizelge 5.3.'de görüldüğü üzere, PC 1, tüm SWIR bantlarının pozitif değer aralığından ve toplam varyansın %99.7372'den oluşmuştur. Bu demek olmaktadır ki, SWIR bantları arasındaki en fazla veri kalabalığı 4. Bantta yer almakta ve bant değeri arttıkça veriler seyrekleşmeye başlamalıdır (Resim 5.35 - 5.40). Görüntüler üzerindeki parlaklık yoğunluğu, bantların kendi arasındaki sıkı ilişkiyi ifade etmektedir.



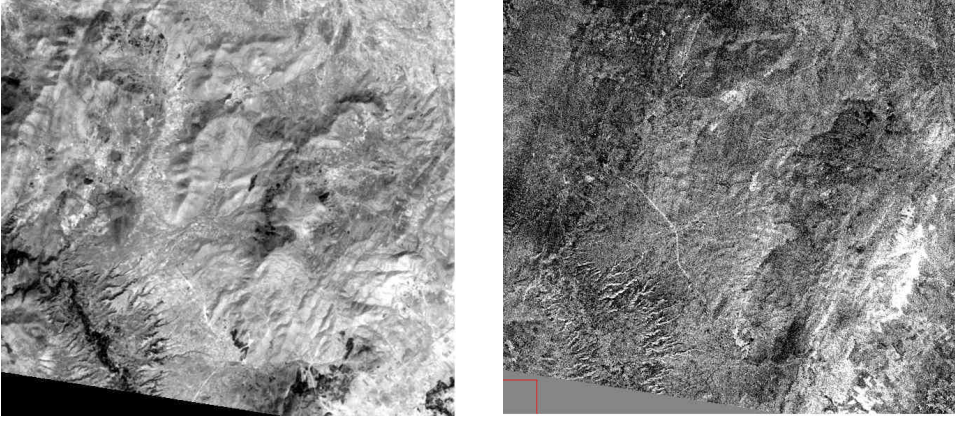
Resim 5.35. SWIR 4.Bant (Sol taraf) ve PCA 4.Bant (Sağ taraf).



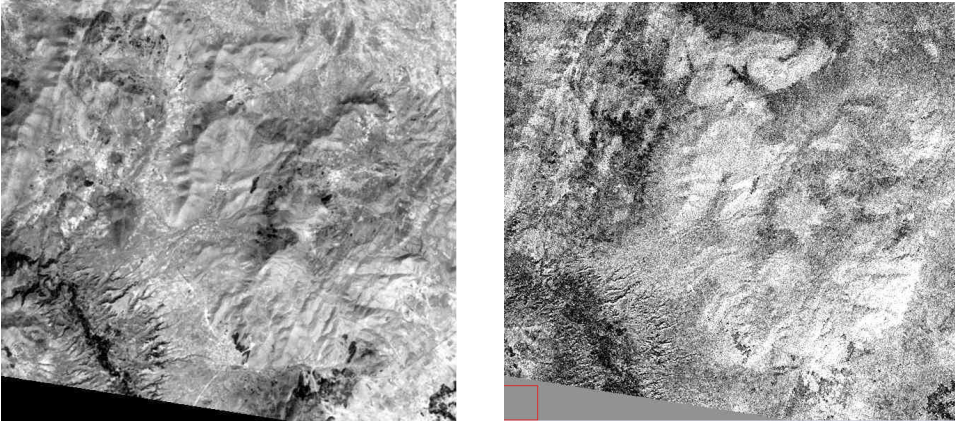
Resim 5.36. SWIR 5.Bant (Sol taraf) ve PCA 5.Bant (Sağ taraf).



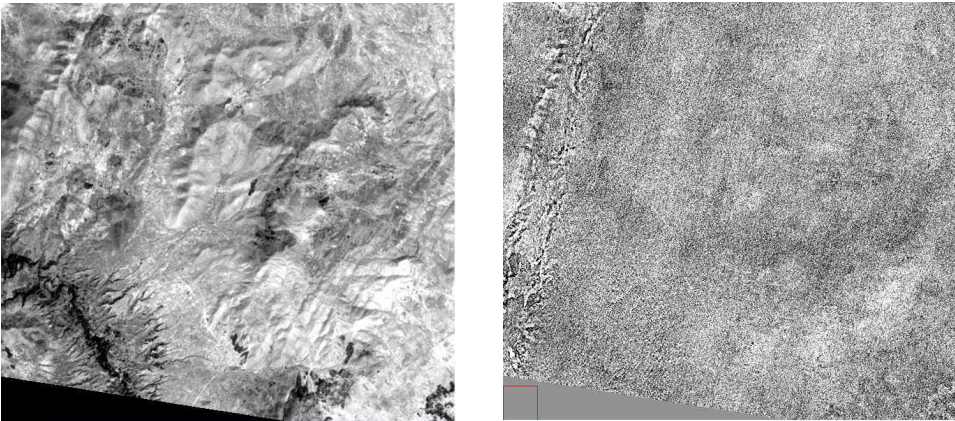
Resim 5.37. SWIR 6.Bant (Sol taraf) ve PCA 6.Bant (Sağ taraf).



Resim 5.38. SWIR 7.Bant (Sol taraf) ve PCA 7.Bant (Sağ taraf).



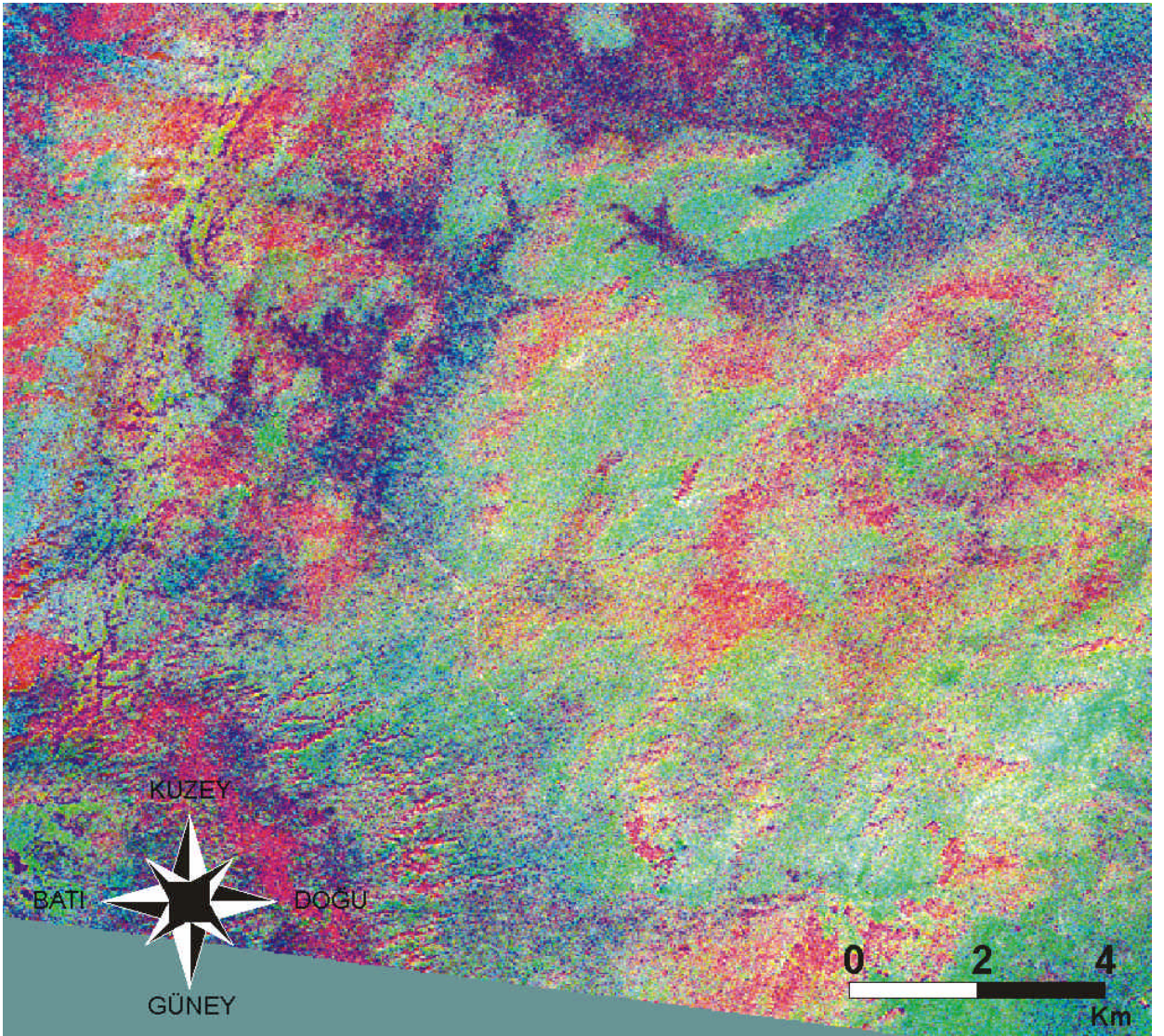
Resim 5.39. SWIR 8.Bant (Sol taraf) ve PCA 8.Bant (Sağ taraf).



Resim 5.40. SWIR 9.Bant (Sol taraf) ve PCA 9.Bant (Sağ taraf).

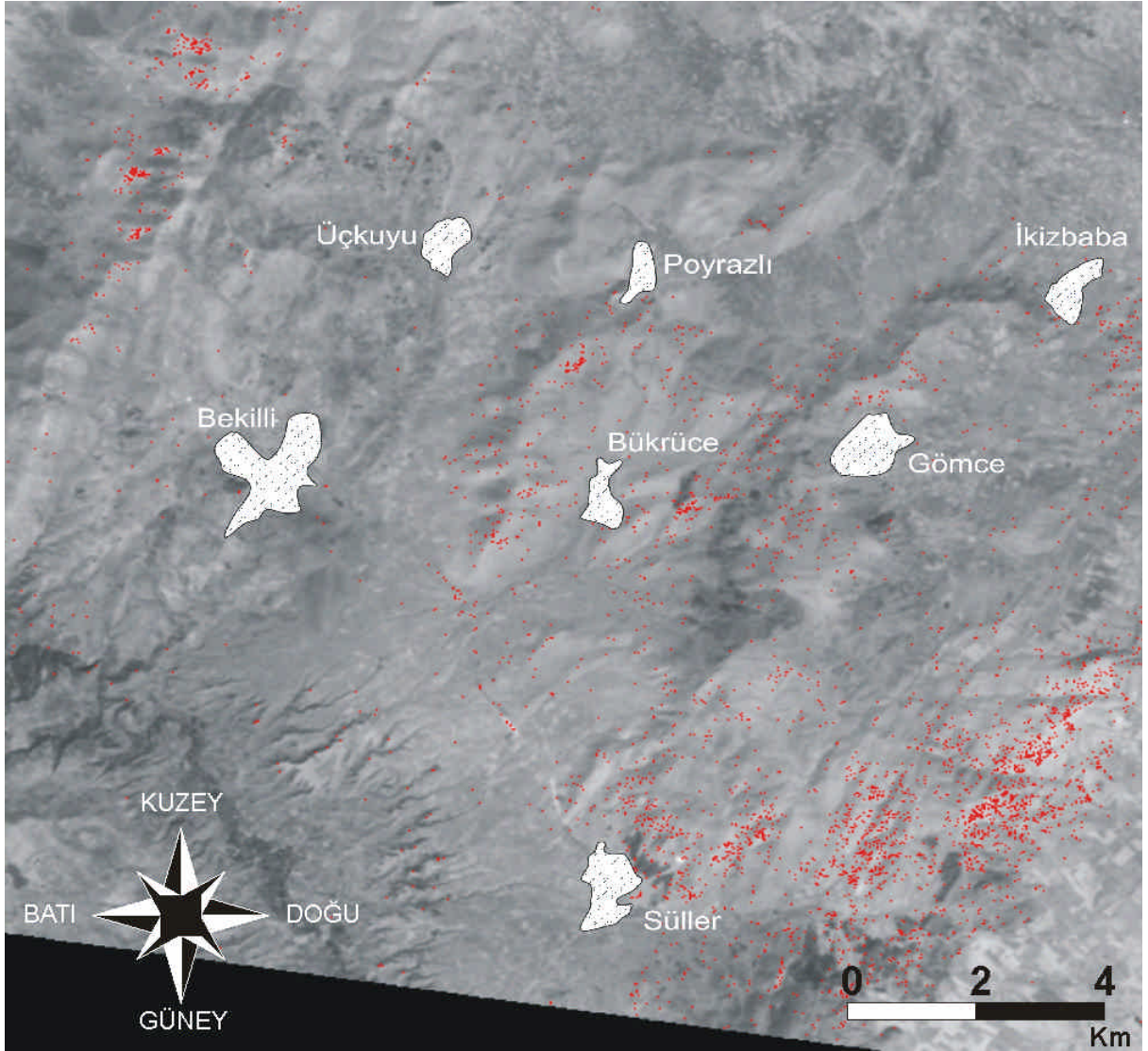
Asbest spektrumları hatırlandığında (Şekil 5.4), 8. ve 9. bantlar yüksek absorpsiyon özelliği göstermesine karşın, 4., 5., 6., ve 7. bantlarda yansıtma özelliği göstermekte idi. Bu durumda asbest oluşumları, 8. Bant için; PC 1, PC 2, PC 3 ve PC4'de parlak piksellerle, PC 5 ve PC 6'da koyu piksellerle görünmesi, 9. Bant için; PC 1, PC 2, PC 4, PC 5 ve PC 6'da parlak piksellerle, PC 3'de koyu piksellerle temsil edilmesi gerektiğini matris verilerinin aldığı pozitif ve negatif değerlerden anlamaktayız.

Bu yüzden PC 3, PC 5 ve PC 6 bantlarının RGB kanallarına atanmasıyla elde edilen renkli kompozit görüntü, asbest oluşumları hakkında bilgi içermesi gerekmektedir (Resim 5.41).



Resim 5.41. RGB (R:PC3, G:PC5, B:PC6) kompozit görüntüsü.

RGB kanallarında üst üste çakışan veriler, altlık bir görüntü üzerine oturtulup, yeniden örneklenerek kırmızı renge atanmıştır (Resim 5.42).



Resim 5.42. PCA sonrası anomali noktalarının (kırmızı renkli) çalışma alanı ve yerleşim yerlerine göre dağılımı.

5.3. Arazi Deneştirmesi

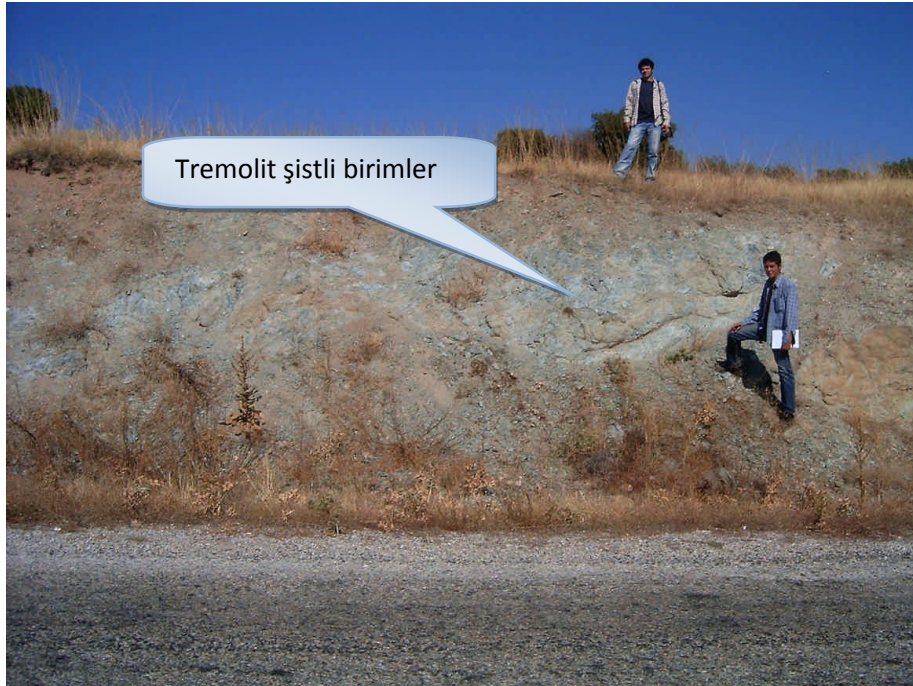
5.3.1. İnceleme Alanındaki Asbest Oluşumları ve Liflerinin Litolojik Özellikleri

Çalışma alanındaki asbest oluşumları, Karahallı, Bükrüce ve Gömce Formasyonlarına ait birimlerde izlenmiştir ve bazıları 1970’li yıllarda işletilmiştir.

5.3.1.1. Karahallı Formasyonu’na Ait Asbest Oluşumları

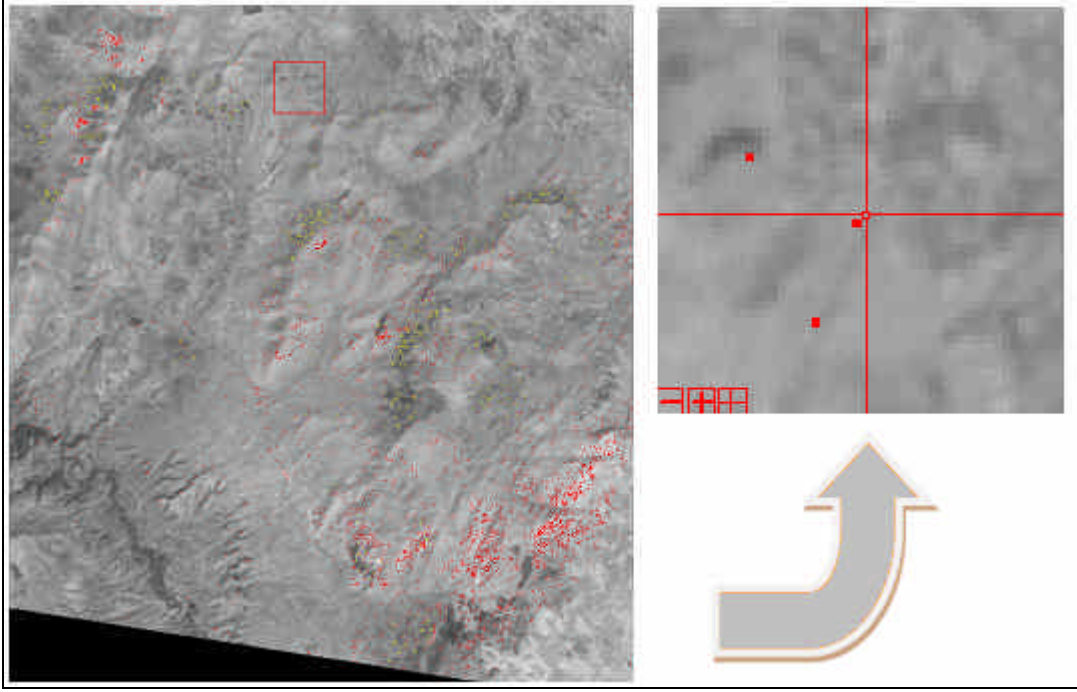
a. Üçkuyu Köyü Asbest Oluşumları

Bekilli’ye bağlı Üçkuyu Köyü-Karahallı yol güzergahında, tremolit/aktinolit-klorit şistlerden oluşan metamorfik kayaçlar gözlenmiştir. (Resim 5.43).



Resim 5.43. Karahallı Formasyonu’na ait klorit, tremolit-talk şistlerin arazide görünüümü(Evyapan ve diğ. 2008a).

Arazide alınan GPS koordinatlar, anomali görüntüsü üzerine işlenmiştir (Resim 5.44). Görüntüler incelendiğinde, bant oranlaması ile elde edilen anomali verilerinin bu bölgedeki oluşumları belirleyememesine rağmen temel bileşenler analizi (PCA) ile elde edilen veriler çok iyi sonuç vermiştir.



Resim 5.44. Üçkuyu-Karahallı yolunda yer alan asbest oluşumlarının PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi

Mostrada mavimsi ve yeşilimsi renk tonlarında izlenen birim, belirgin yapraklanma göstermesine karşın, ezikli bir yapı sergilerler (Resim 5.45). Mostrada yer yer 4-5 cm uzunluğunda tremolit kristalleri gelişmiştir. Bu lifler beyaz veya beyazımsı yeşil renk tonlarıyla ayırt edilmektedir.

Diğer taraftan, mermerlerde mercek şeklinde beyazımsı renkli görünümlü tremolit oluşumları gelişmiş olup, çok güzel iğnemsî kristaller sunmaktadır (Resim 5.46).

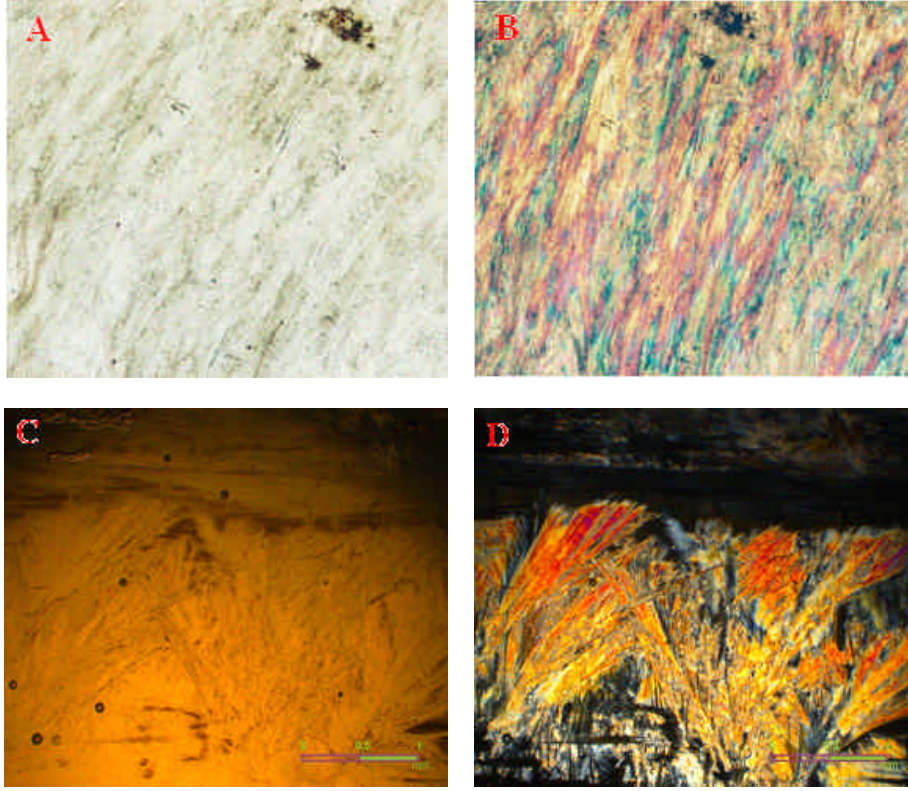


Resim 4.45. Tremolit oluşumlarının yapraklanmalı yapısı (Evyapan ve diğ. 2008a).



Resim 4.46. Karahallı mermerleri içinde gelişen asbest liflerinin el örneklerindeki görünümleri (Evyapan ve diğ. 2008a).

Asbest örneklerinin mikroskopik incelemelerinde örneklerin %90'ı tremolit minerallerinden oluşmuş olduğu görülmektedir (Resim 5.47). Bunun yanında saptanan mineraller ise Kalsit ± klorit ± sfen ± albit ± opak minerallerdir.



Resim 4.47. Karahallı Formasyonuna ait olan asbest oluşumlarından alınan örneğin (ÇB55), şistozite düzlemlerine paralel gelişen asbest liflerinin tek nikol (A) ve çift nikolde (B) görünümü ile şistozite düzlemlerine dik gelişen asbest liflerinin tek nikol (C) ve çift nikolde (D) görünümüleri (Evyapan ve diğ. 2008).

b. Bekilli Asbest Oluşumları

Bu bölgedeki asbest oluşumları Bekilli ilçe merkezinden 4 km kadar güneybatı kesiminde, Dinekkaşı olarak adlandırılan mevkide yer almaktadır (Resim 5.48).

Bu bölgedeki asbest oluşumları, yaklaşık 35 yıl önce ocak olarak işletilmiştir. Arazide yeşil renkli ve şisti yapılar gözükmektedir. Üst dokanağında Karahallı Formasyonuna ait kireçtaşları yer alır.



Resim 5.48. Dinekkaşı mevkinde yer alan uzun asbest lifli asbest yatağı (Evyapan ve diğ. 2008a).

Asbest oluşumları faylı bir dokanak ile sınırlanmıştır. Bu kesimde asbest oluşumlarında 30 cm varan lif uzunlukları gözlenebilmektedir (Resim 5.49). Asbest oluşumlarının dağılımı oldukça fazla olup, yaklaşık olarak 500 x500 m² lik alana yayılmaktadır.



Resim 5.49. Bu bölgedeki asbest oluşumları eski tarihlerde ocak olarak işletilmiştir (Evyapan ve diğ. 2008a).

5.3.1.2. Bükürce Formasyonu'na Ait Asbest Oluşumları

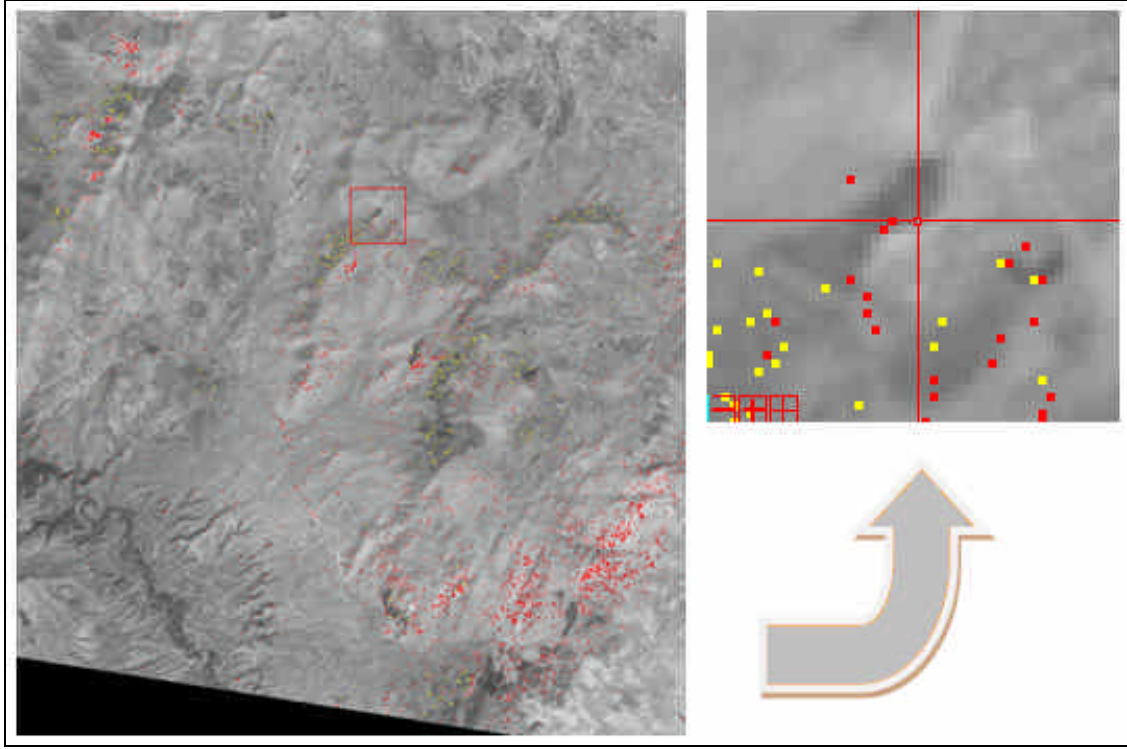
a. Poyrazlı Köyü Civarındaki Asbest Oluşumları

Poyrazlı Köyü civarına 3 farklı lokasyonda asbest oluşumları tespit edilmiştir. İlk lokasyon köyün yaklaşık 400 m güneyinde, ormanlık alan içinde ve o bölgeye yakın tarım alanlarında asbest oluşumları gözlenmektedir (Resim 5.50).



Resim 5.50. Yerel asbest oluşumları (Evyapan ve diğ. 2008a).

Bu nokta için yapılan uzaktan algılama uygulamasında asbest oluşumları, her iki teknikle de hazırlanmış olan anomali verileri ile başarılı bir şekilde örtüşmektedir (Resim 5.51). Anomali verilerinin dağınıklığı, bitki örtüsündeki yoğunluktan kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



Resim 5.51. Poyrazlı köyü güneyinde kalan ormanlık alandaki asbest oluşumlarının PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi.

Diğer lokasyon, Köy'ün yaklaşık 1,5 km kuzeyindeki Gelinkayası Tepe mevkindedir ve bu sahada da 1970'li yıllarda yarmalar açılarak asbest oluşumlarının dağılımları tespit edilmiştir.

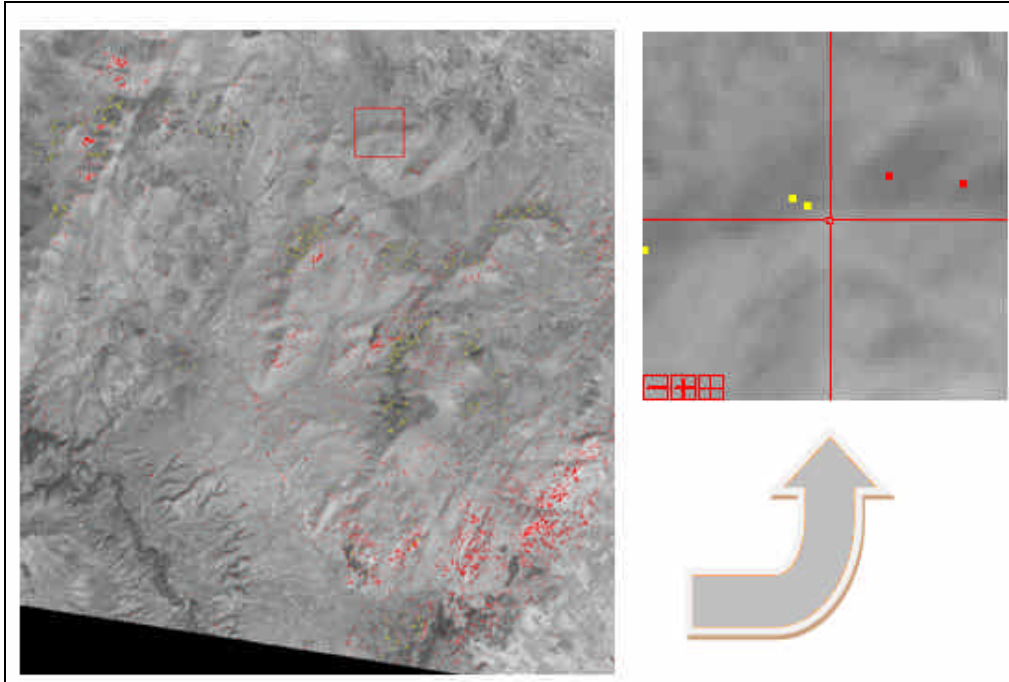
Ayrıca burada da diğer asbest oluşumlarında olduğu gibi mavimsi ve yeşilimsi renk tonlarında arazide ayrılmaktadır.

Ancak lifsi kristaller çok azdır. Birimlerdeki küçük kırık sistemlerinde 1-2 cm lik damarlar şeklinde asbest lifleri gelişmiştir (Resim 5.52).



Resim 5.52. Gelinkayası Tepe mevkinden alınan asbestli el örneği(Evyapan ve diğ. 2008a).

Söz konusu alanda yapılan arazi çalışmaları ile uydu verileri yüksek derecede örtüşmektedir. Her iki analiz tekniği de bölgede anomali vermiştir (Resim 5.53).



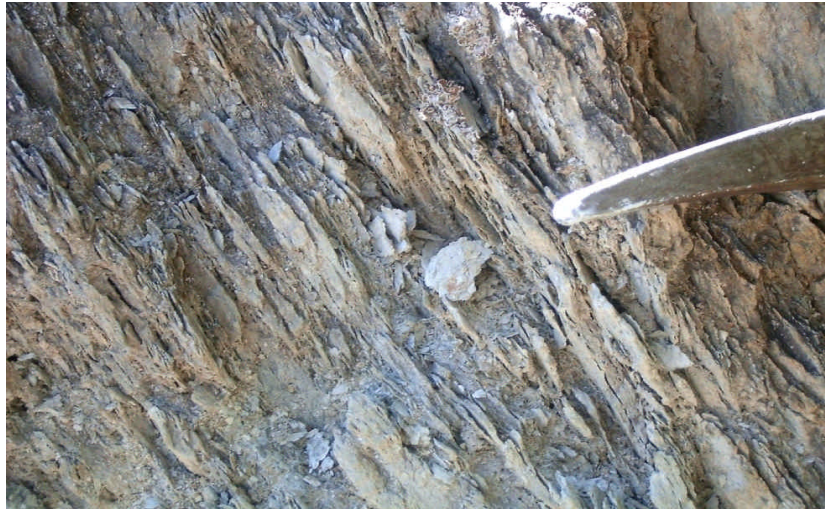
Resim 5.53. Gelinkayası Tepe mevkinde ki alanda asbest oluşumlarının PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi.

Poyrazlı Köyü civarındaki asbest oluşumları içinde en fazla yere sahip lokasyon ise, köyün yaklaşık 1 km güneydoğusunda ki su deposu yakınlarında yer almaktadır (Resim 5.54).



Resim 5.54. Poyrazlı köyü güneydoğusunda asbest zuhuru olarak işletilen ocak (Evyapan ve diğ. 2008a).

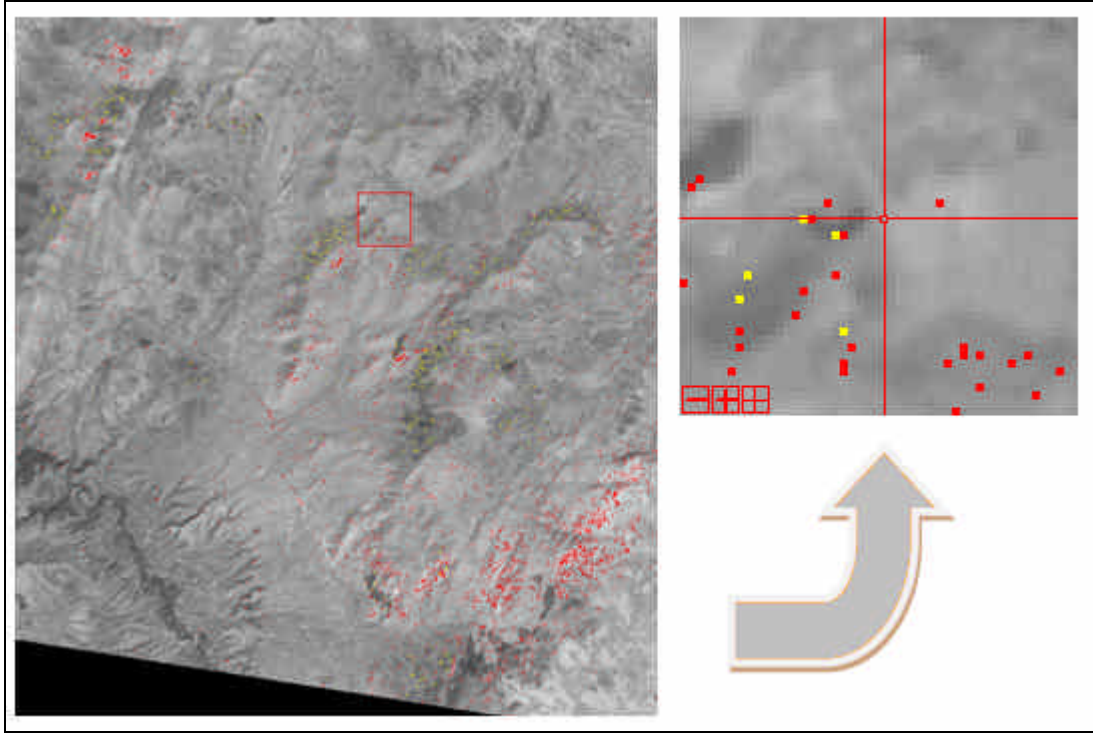
Bu bölgede yoğun asbest oluşumlarının varlığı daha önce tespit edilmiş ve birbirine yakın, çok sayıda, küçük açık işletme ocakları açılmıştır. Genellikle mostrada yeşil renkli ve yapraklanmalı yapıda görünen asbestlerin lifli uzunlukları 5-6 cm ya kadar ulaşmaktadır. (Resim 5.55).



Resim 5.55. Asbest oluşumlarındaki yapraklanma (Evyapan ve diğ. 2008a).

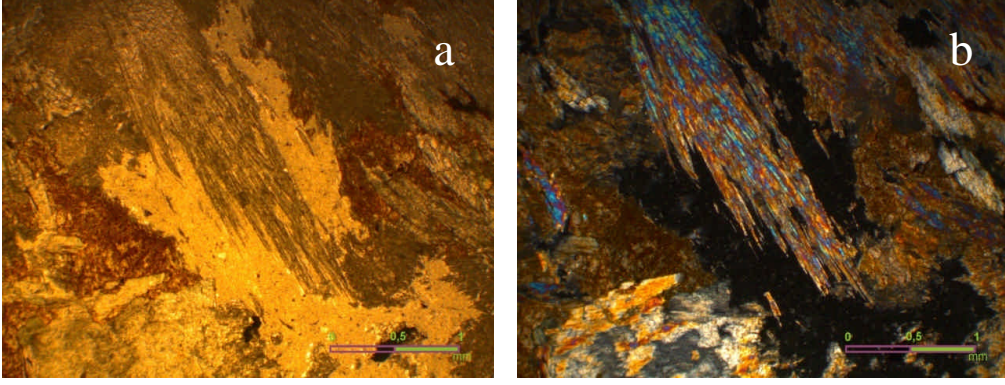
Görüntüler incelendiğinde temel bileşenler analizi ve bant oranlaması tekniklerinden oluşturulmuş haritalar bu bölge yakınlarında anomali vermiştir (Resim 5.56).

Bu lokasyon yakınlarındaki ormanlık alanın varlığı, anomali verilerinde dağınıklığa yol açtığı düşünülmektedir.

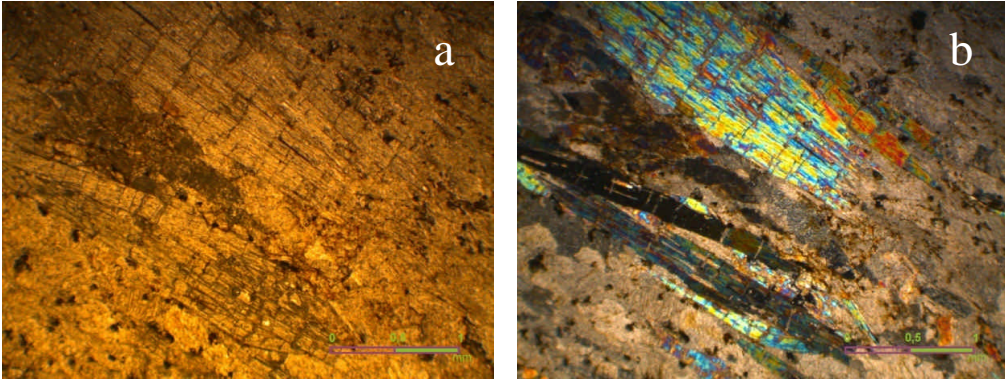


Resim 5.56. Poyrazlı köyü doğusunda ki asbest oluşumlarının PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi.

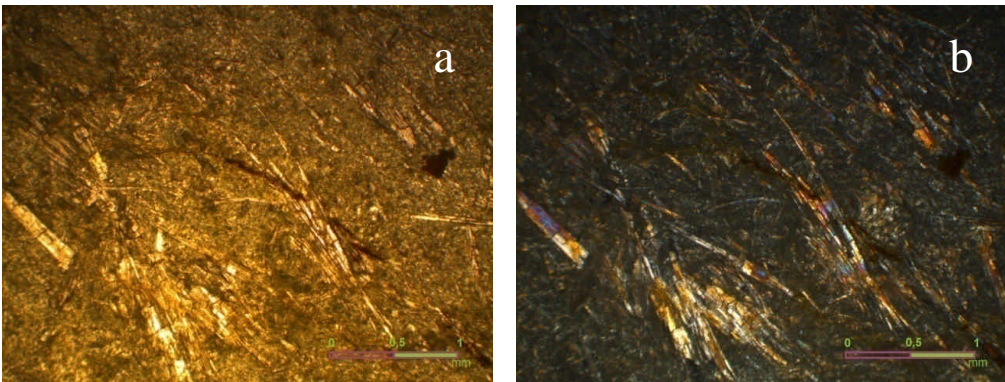
Bu bölgeden alınmış numunelerden yaptırılan ince kesitlerin mikroskopik incelemelerinde tremolit lifleri yanında, talk, klorit, kalsit ve kuvars içerdikleri de belirlenmiştir (Resim 5.57– 5.59).



Resim 5.57. Tremolit/aktinolit örneklerinin farklı şekilli kristallerinin görünümü, (a): Tek nikol, (b): Çift nikol. Büyütme; 4.10X. (ÇB35)



Resim 5.58. Poyrazlı'da ki işletilen ocaktan alınan lifsi örneklerin görünümü ve lif boyutları, (a): Tek nikol, (b): Çift nikol. Büyütme; 4.10X. (ÇB30)



Resim 5.59. Poyrazlı'da işletilen ocaktan alınan lifsi örneklerin görünümü ve asbest liflerinin boyutları (a): Tek nikol, (b): Çift nikol. Büyütme; 4.10X. (ÇB29)

b. İkizbaba Asbest Oluşumları

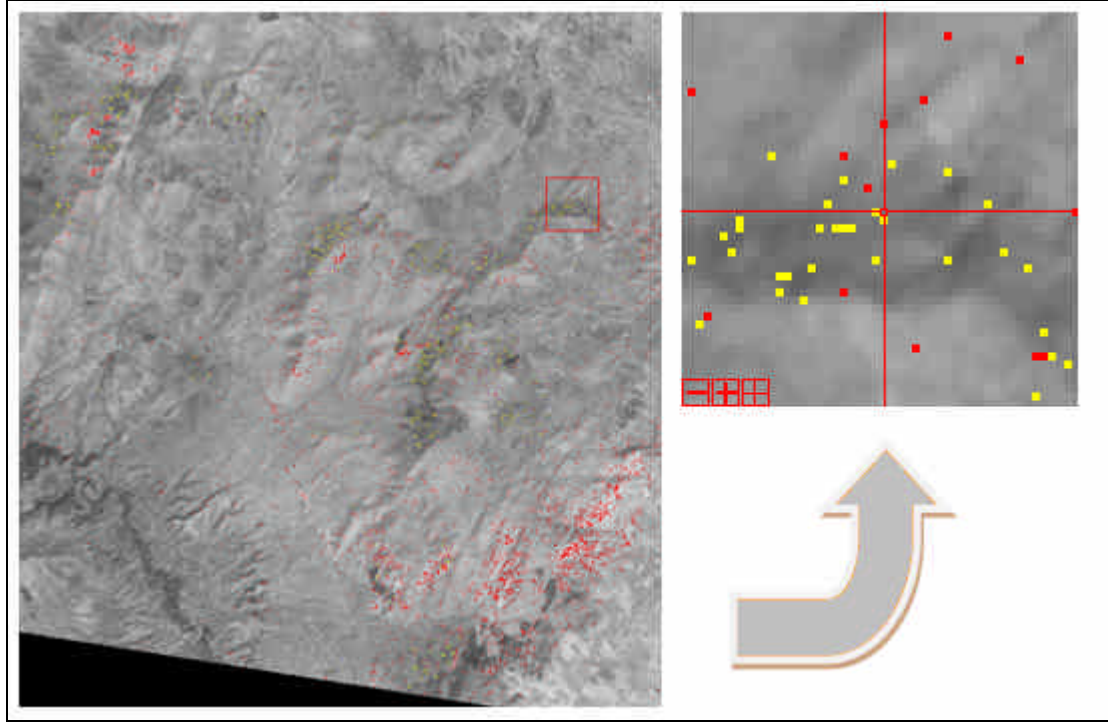
Asbest oluşumları İkizbaba köyünde iki sahada belirlenmiştir. Bunlardan birisi İkizbaba köyünün yaklaşık 1 km kuzeybatısında yer almaktadır. Diğeri de İkizbaba köyü 200-250 m batısındadır.

Köy'ün batı kesiminde yer alan tepede, ormanlık alan içinde bulunan oluşumlarda Bükrüce Formasyonu'na ait mermerler arasında gelişmiştir. Sahada mavimsi ve yeşilimsi renklere ve şisti görünümündedir (Resim 5.60).



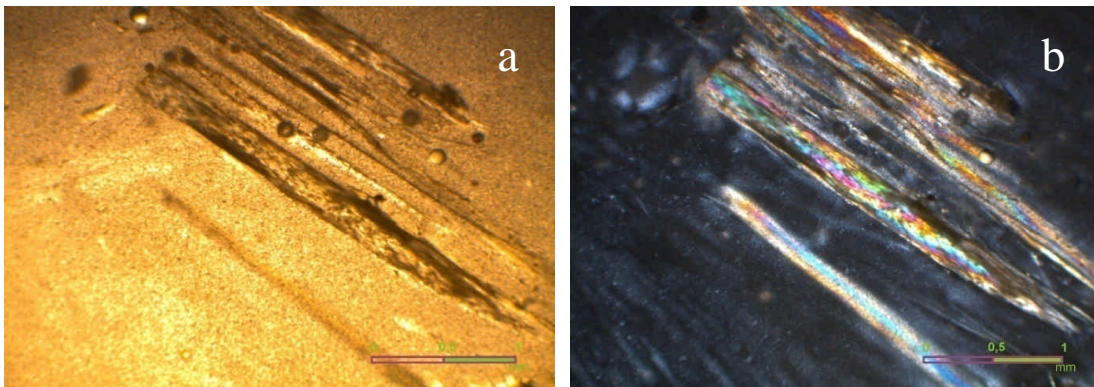
Resim 5.60. İkizbaba Köyü batısında yer alan asbest oluşumları (Evyapan ve diğ. 2008a).

Anomali haritamıza bu bölgenin verileri işlendiğinde, bant oranlaması anomalileri, PCA anomalilerine göre baskındır. Bununla beraber, her iki teknikte bu bölge için başarılı olmuştur (Resim 5.61).



Resim 5.61. İkizbaba köyü batısında ki asbest oluşumlarının PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi.

Liflerden alınan örneklerden ince kesitler yaptırılmış ve liflerin boyutları şekilleri hakkında bilgi sahibi olunmaya çalışılmıştır (Resim 5.62). Lifler birleşik ve ayrı olarak bulunur. Lif uzunluğu 4 mm den başlayarak cm mertebesine kadar farklı uzunlukta olabilmektedir.



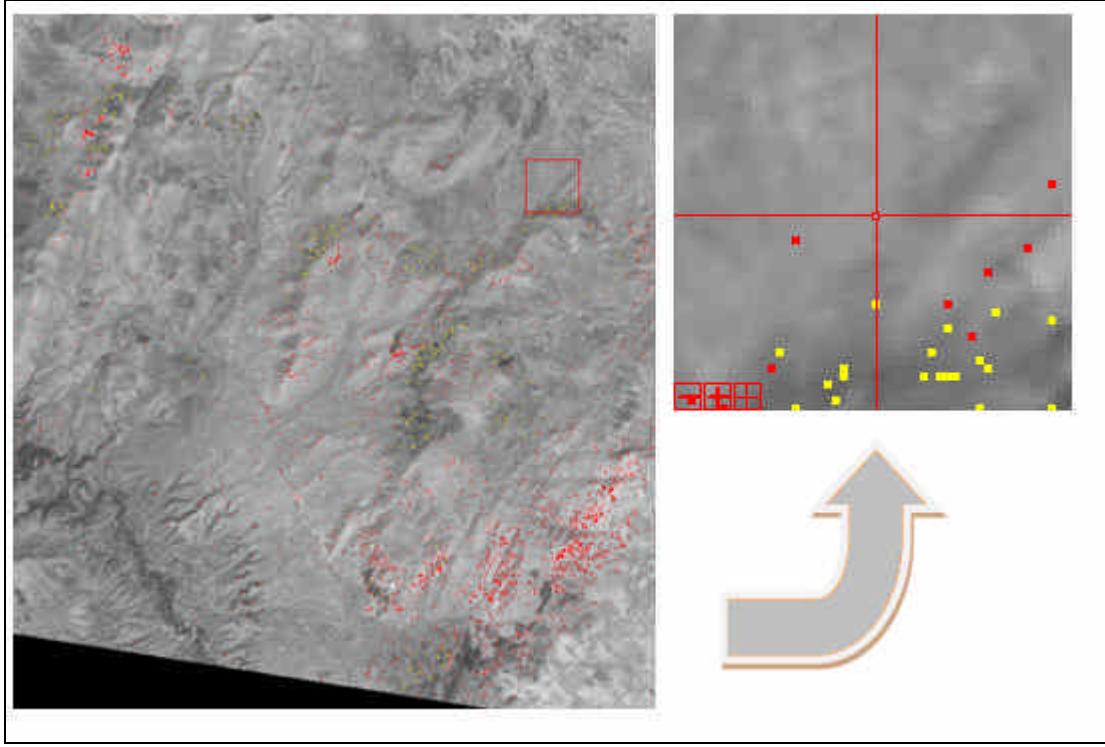
Resim 5.62. İkizbaba Köyü batısından alınan lifsi örneklerin görüntüleri ve asbest liflerinin boyutları, (a): Tek nikol, (b): Çift nikol. Büyütme; 4.10X. (ÇB36)

İkizbaba Köyü'nde yer alan diğer oluşum ise, Köy'ün yaklaşık 1 km kadar kuzeybatı kesiminde yer almaktadır (Resim 5.63). Bükürce Formasyonuna ait mermerlerin taban kesimlerinde izlenmiştir. Bu kesimdeki asbest oluşumları diğer asbest oluşumlarından farklı tarafı, bunların dokanaklarında mangan oluşumları yer almaktadır. Mangan işletmesi galeri açılarak yapılmaktadır.



Resim 5.63. İkizbaba kuzeybatısında yer alan tremolit/aktinolit oluşumlarının arazide görünümleri (Evyapan ve diğ. 2008a).

Söz konusu alan için uydu verileri görüntülediğinde, PCA ve bant oranlama tekniği, asbest oluşumlarının yaklaşık 250 m güney ve batısına doğru anomali vermiştir (Resim 5.64).



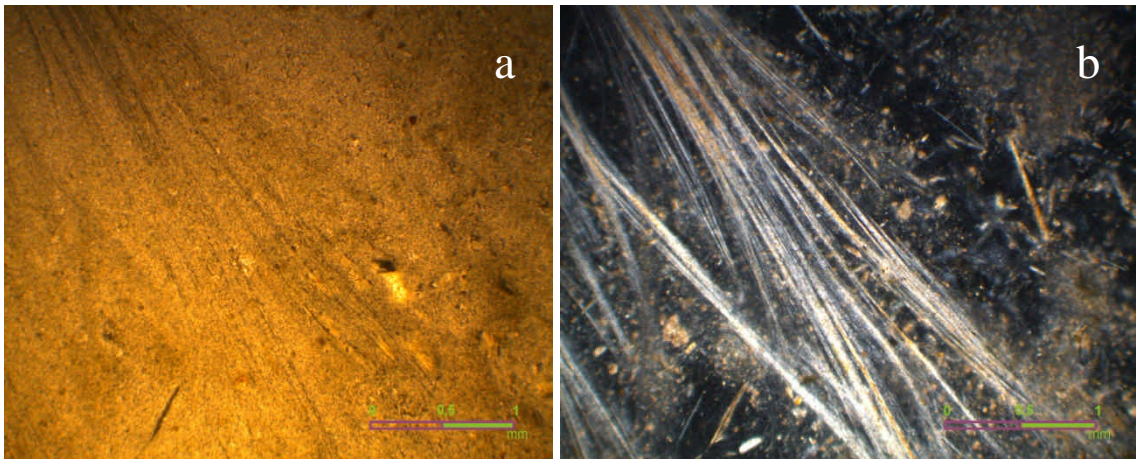
Resim 5.64. İkizbaba köyü KB'da ki asbest oluşumlarının PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi.

c. Süller Civarındaki Asbest Oluşumları

Süller'in kuzeyinde ve yerleşim alanına bitişik olan zuhurda örnekleme yapılmıştır. Bükrüce Kireçtaşı alt dokanağında yer almakta olan asbest oluşumlarının yanında talk oluşumları da görülmektedir (Resim 5.65). Talkların azda olsa, %5-10 oranında tremolit lifleri içerdikleri belirlenmiştir (Resim 5.66).

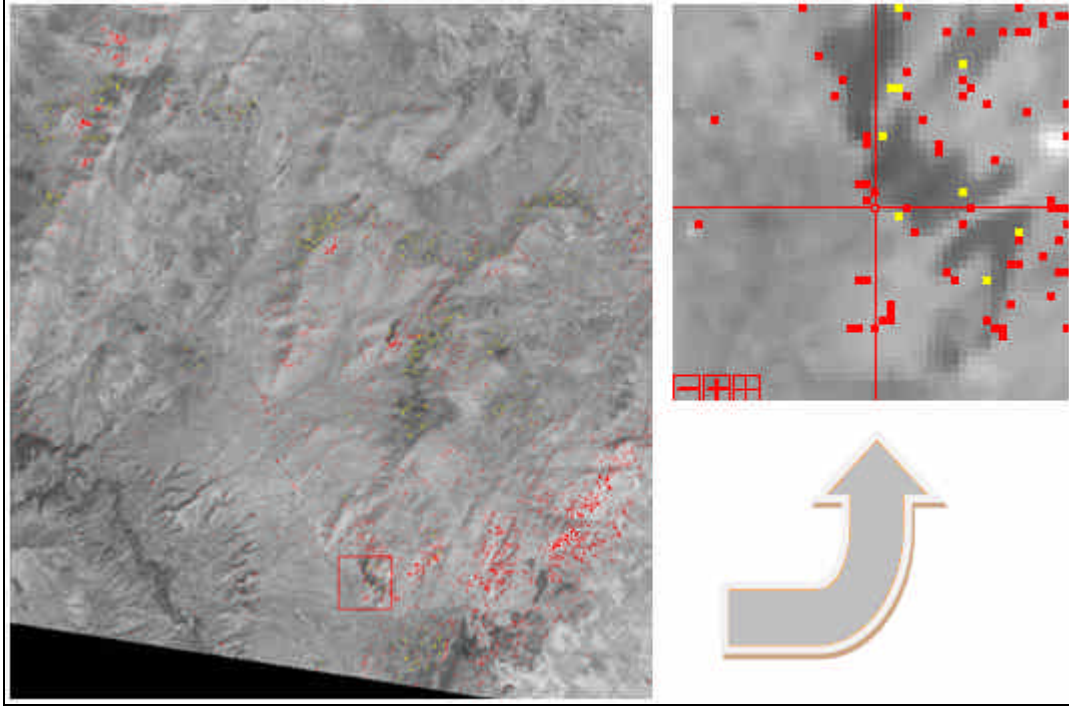


Resim 5.65. Süller kuzeyinden geçen yol yarmasında Bükrüce formasyonuna içinde yer alan lifsi asbest (aktinolit/ tremolit) oluşumlarının arazide görünüşleri (Evyapan ve diğ. 2008a).



Resim 5.66. Süller'in KD kesiminden alınan örneklerinde ki aktinolit/ tremolit lifleri ile talk minerallerinin özellikleri ve boyutları, (a): Tek nikol, (b): Çift nikol. Büyütme; 4.10X.

Bölgenin uydu görüntüsü verilerinde bu bölgede yoğun asbest oluşumları, hem bant oranlaması, hem de PCA tekniğiyle de belirlenmiştir (Resim 5.67).



Resim 5.67. Süller'in hemen KD'sunda ki asbest oluşumlarının PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi.

5.3.1.3. Gömce Formasyonu'na Ait Asbest Oluşumları

Gömce Formasyonu asbest oluşumları Gömce Köyü'nün 2 km kuzeyinde bulunan Tülüce mevkinde ve Gömce Köyü'nün 1,5 km güneyinde yer alan Tavuskuşu Gölü mevkindedir.

Ayrıca Kocaköy kuzeyinde, Gömce Formasyonuna ait mermerlerin alt ve üst dokanaklarında yer aldıkları belirlenmiştir.

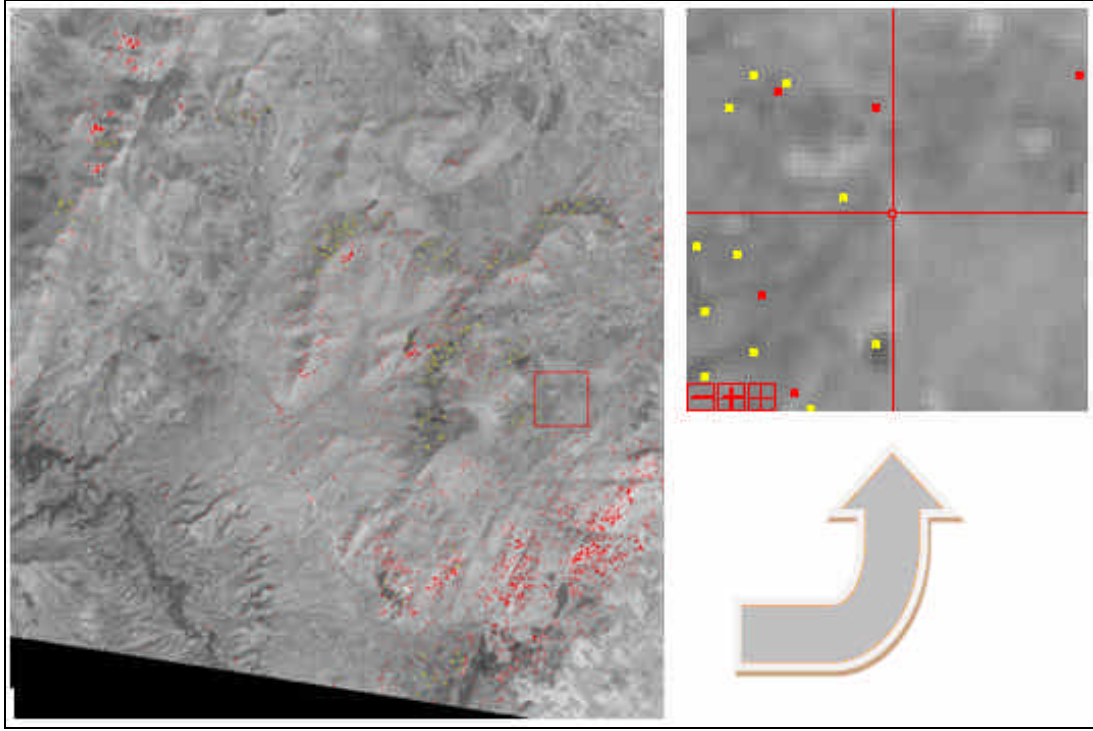
a. Gümce Asbest Oluşumları

Gümce Köyü'nün 1.5 km güneyinde yer alan Tavuskuşu Gölü mevkinde asbest oluşumlarının yayılımları oldukça fazladır (Resim 5.68). Oluşumların bulunduğu alanlarda tarlalık kesimlerde de buldukları belirlenmiştir. Bu mevki, Bükrüce Formasyonun üst kesimlerinde yer almaktadır. Ayrıca bölgede talk oluşumları da tespit edilmiştir.



Resim 5.68. Tavuskuşu Gölü mevkinde yer alan asbest oluşumları (Evyapan ve diğ. 2008a).

Bu bölge için uydu görüntüsü değerlendirmesi sonucunda, bant oranlaması ve temel bileşenler analizinden elde ettiğimiz anomali noktaları, bu lokasyonda değer vermektedir (Resim 5.69).



Resim 5.69. Tavuskuşu Gölü mevkinde yer alan asbest oluşumlarının, PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi.

Gömce Formasyonuna bağlı diğer asbest oluşumları ise, Gömce Köyü ile İkizbaba Köyü arasında kalan ve Tülüce mevki olarak adlandırılan bölgede yer almaktadır (Resim 5.70).

Bu bölgede çok fazla asbest oluşumu görünmemesine karşın yoğun şekilde serpantinler gözlenmiştir (Resim 5.71).

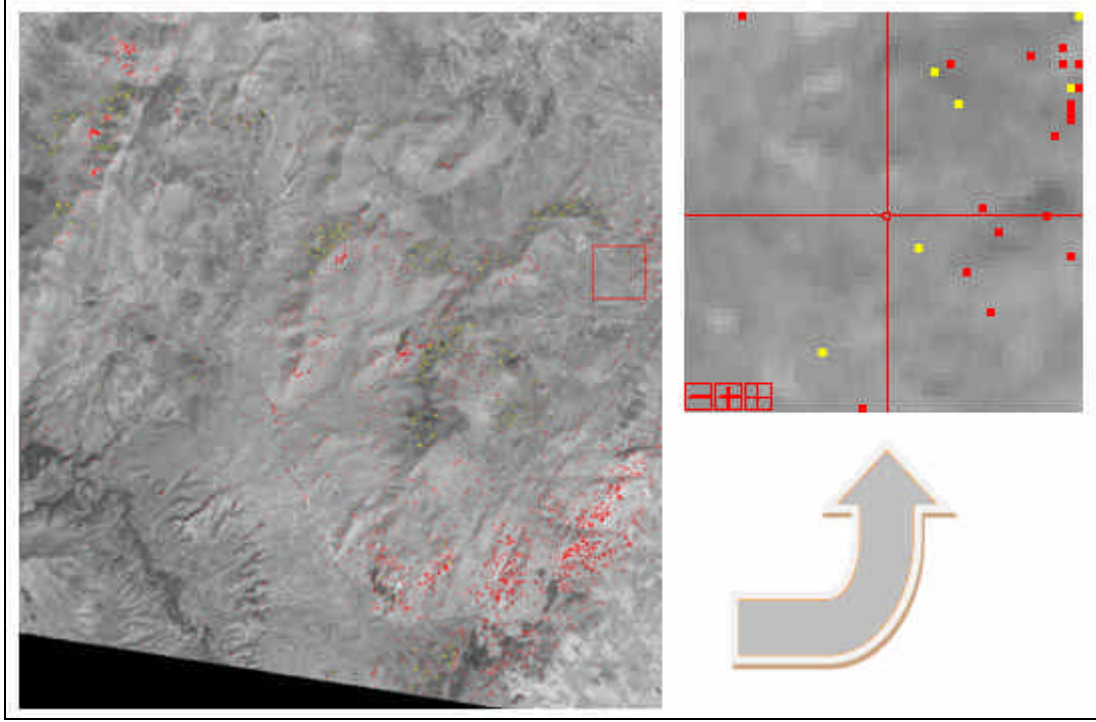


Resim 5.70. Tülüce mevki (Evyapan ve diğ. 2008a).



Resim 5.71. Tülüce mevkinde yer alan asbest ve serpantinolit oluşumları (Evyapan ve diğ. 2008a).

Bu bölgeden elde edilen uydu verilerinde, her iki görüntü işleme yöntemi ile elde edilmiş anomali noktaları kaydedilmiştir (Resim 5.72).



Resim 5.72. Tülüce mevkinde yer alan asbest oluşumlarının, PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi.

b. Kocaköy Civarındaki Asbest Oluşumları

Kocaköy'ün yaklaşık 250-500 m kuzeyinde yol güzergahında küçük çaplı asbest yüzeylemeleri bulunmaktadır. Bunlar Bükrüce Formasyonu'nun alt dokanağında yer almaktadırlar (Resim 5.73).

Buradaki oluşumlarda uzun lifler gelişmiştir. Liflerin boyutları 4-5 cm boyutuna varabilmektedir (Resim 5.74). Ayrıca yol yarmasının alt kesiminde yer alan tarlanın taban kesiminde de asbest oluşumları bulunmaktadır.

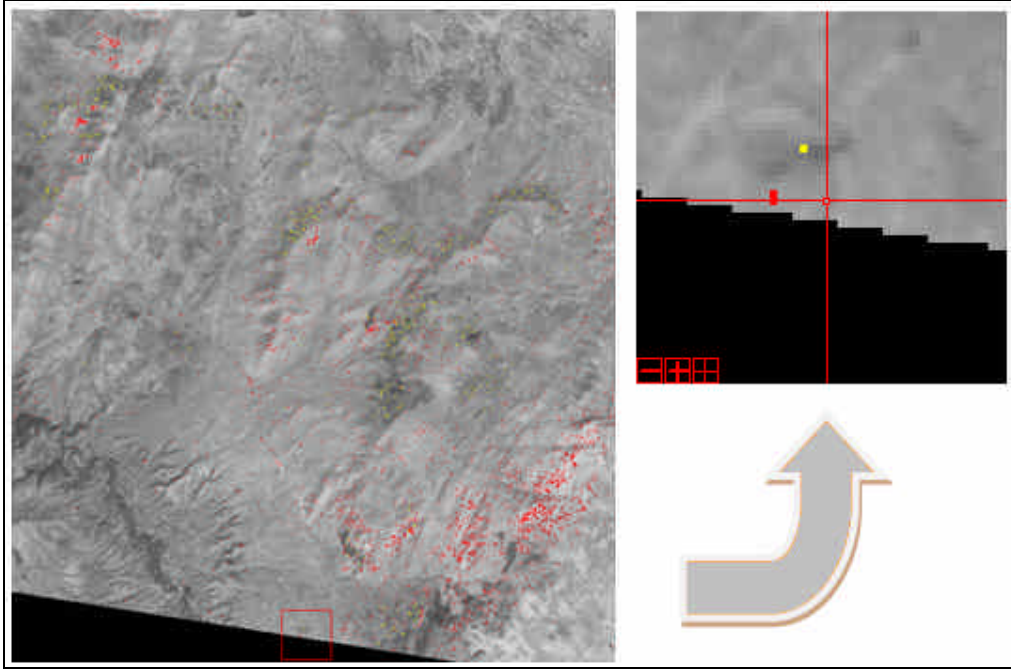


Resim 5.73. Kocaköy’de yol yarması üstünde yer alan asbest oluşumları (Evyapan ve diğ. 2008a).



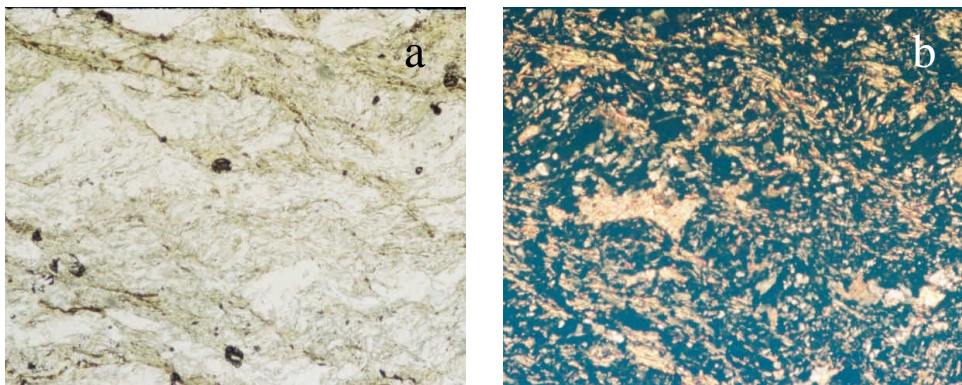
Resim 5.74. Kocaköy yol yarmasında görülen ve Gömce mermerleri arasında yer alan lifsi asbest (tremolit/ aktinolit) oluşumları (Evyapan ve diğ. 2008a).

Uydu görüntüsüne koordinatlar işlendiğinde bu bölgede, bant oranlaması ve PCA yönteminde sadece birer pikselin anomali verdiği gözlenmektedir (Resim 5.75).

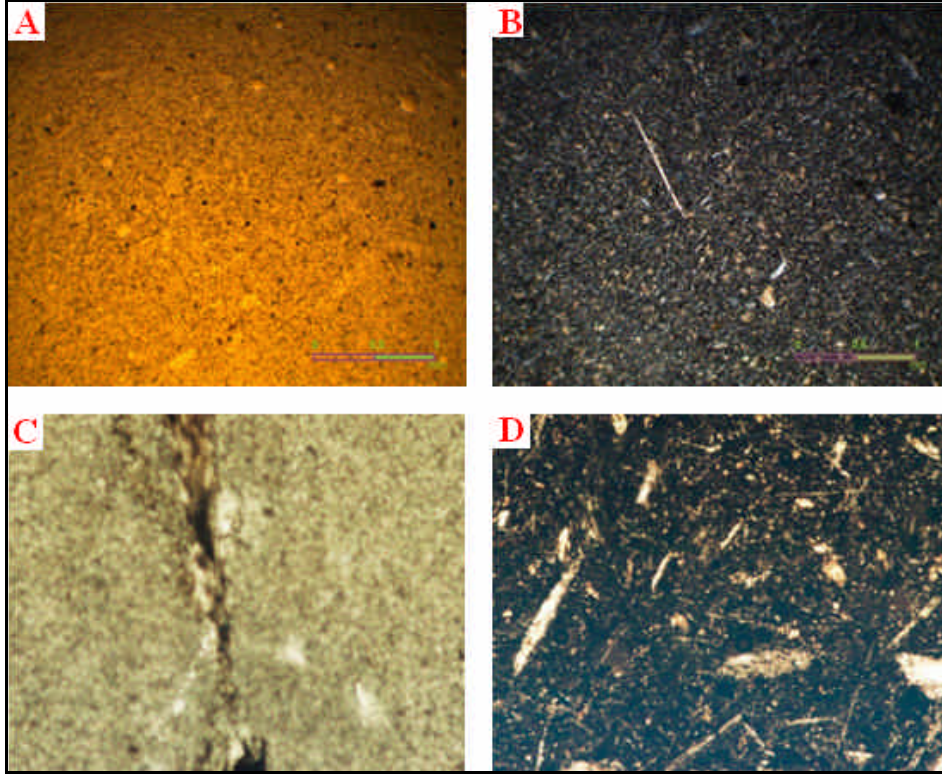


Resim 5.75. Kocaköy'de yer alan asbest oluşumlarının, PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller) anomali verileri ile ilişkisi.

Buradan alınan örneklerin toz haline getirilerek kanada balzamu ile yapıştırılmasından sonra, polarizan mikroskofta incelemesi yapılmıştır. Genellikle lifler ince ve uzundur (Resim 5.76 – Resim 5.77).



Resim 5.76. Kalkıştiller içindeki tremolit minerallerinin (ÇB5) mikroskofta tek nikel (a) ve çift nikelde (b) görünümü. Büyütme 4.10X



Resim 5.77. Kocaköy'den alındıktan sonra öğütölen örneğlerin mikroskop görünümleri. ÇB 1'in tek nikol (A) ve çift nikol (B) de görütöleri ile ÇB 2'nin tek (C) ve çift (D) görütöleri (Evyapan ve diğ. 2008a).

6. TARTIŞMA

6.1. Asbest Oluşumları Dışındaki Anomali Verileri

Daha önce literatüre geçmiş, asbest oluşumlarını bulmaya yönelik bir çalışma bulunmadığından dolayı yöntemler, mineral haritalaması temel prensiplerine göre kurulmaya çalışılmıştır.

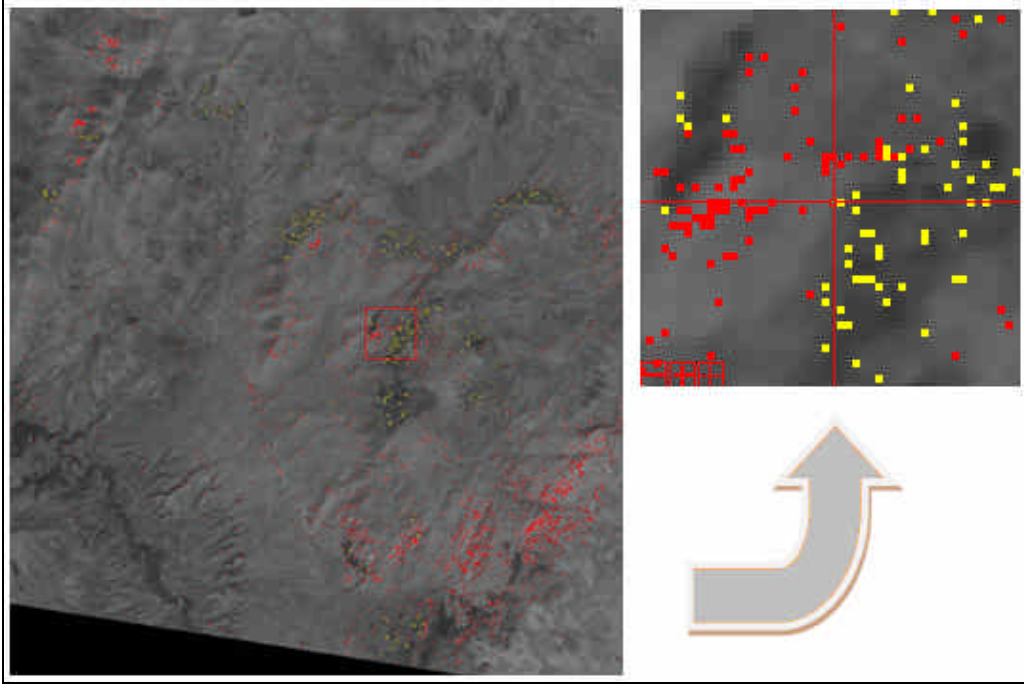
En doğru teknik olarak belirlediğimiz bant oranlaması ve temel bileşenler analizi kullanarak yapılmış olan anomali haritasında, birçok lokasyonda yaptığımız analizler ve arazi deneşirmesi sonucu, bazı lokasyonlarda hiçbir bulguya erişilememiştir ve bu bölgeler atmosferik etmenlerden kaynaklı yanlış anomali değerleri olduğu düşünülmüştür.

Kimi anomali noktalarında ise arazi deneşirmesi sonucu, bu lokasyonlarda farklı mineral ve mineral gruplarına rastlanmıştır.

Bunun nedenleri araştırıldığı ortaya ilginç sonuçlar çıkmıştır. Geniş anomali yoğunluğunun olduğu lokasyonlar ve arazi bulguları aşağıda sıralanmaktadır.

6.1.1. Bükrüce Köyü Doğusundaki Yoğun Anomali Bölgesi

Bu bölge anomali noktalarının en yoğun olduğu alanlardan birini kaplamaktadır (Resim 6.1). Bant oranlaması ve PCA anomalileri sistemli bir şekilde gruplandırılmış görünmektedir. Arazi deneşirmesi sonucu bu bölgede yoğun bir şekilde talklı mermer oluşumları ve bunlara eşlik eden amfibollü mermerler gözlenmiştir.

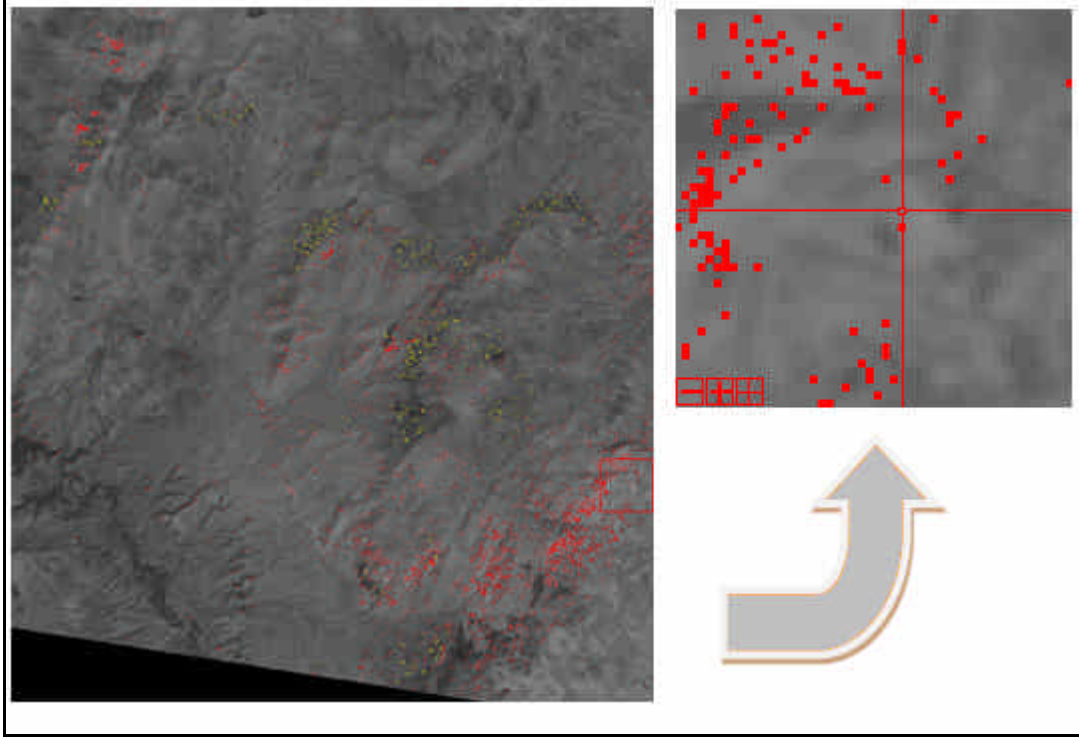


Resim 6.1. Bükürce'nin doğusunda ki yoğun anomali verileri, PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller).

6.1.2. İmralı Köyü Batısındaki Yoğun Anomali Bölgesi

Yapılan incelemeler sonucu bu lokasyonda ise geniş bir yayılıma sahip talk şist oluşumları gözlenmiştir (Resim 6.2).

Söz konusu bölgede bant oranlaması yöntemiyle elde edilen anomali noktalarına rastlanılmamasına karşın PCA yöntemiyle elde edilen bulgularda yoğunluk gözlenmektedir.

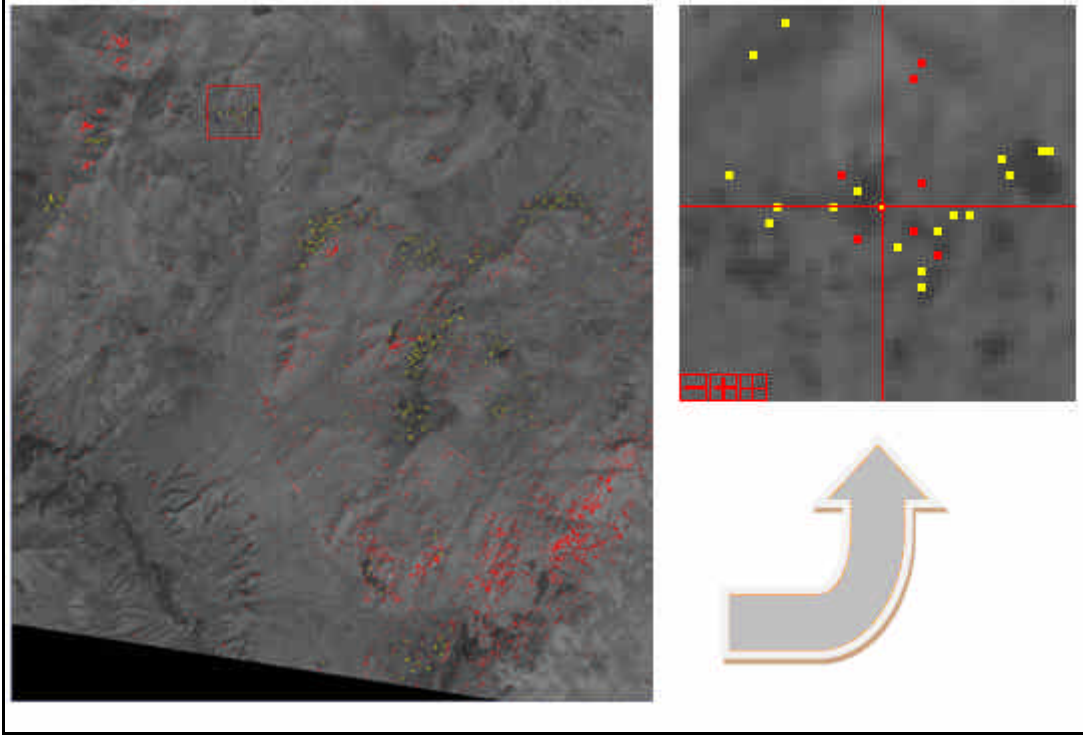


Resim 6.2. İmralı'nın batısında ki yoğun anomali verileri, PCA (kırmızı pikseller).

6.1.3. Üçkuyu Köyü Kuzeyindeki Yoğun Anomali Bölgesi

Karahallı Formasyonunda bulunan bu alanda, amfibollü mermerler ve serpantinilere rastlanılmıştır. Yayılım geniş olmasına karşın oluşumlar küçük zonlar halinde gözlenmektedir.

Ayrıca bu bölge, Karahallı yolu üzerindeki asbest oluşumlarının yakınlığı ile de dikkat çekmektedir (Resim 6.3).



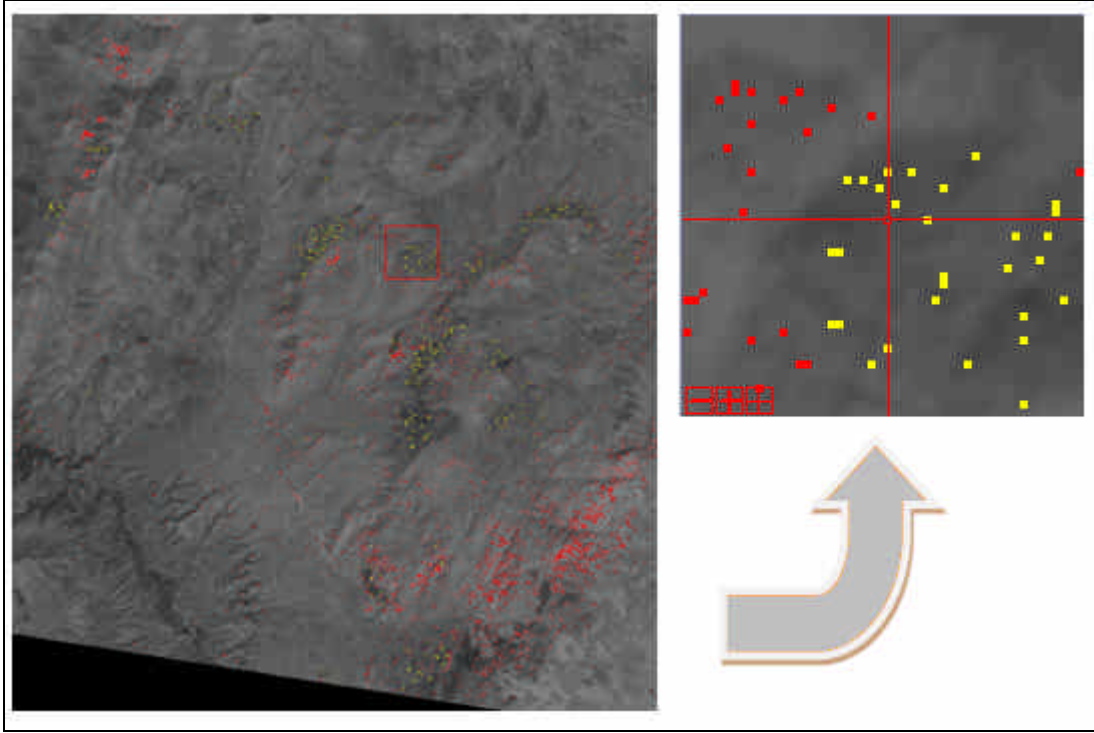
Resim 6.3. Üçkuyu Köyü Kuzeyindeki yoğun anomali verileri, PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller).

6.1.4. Poyrazlı Köyü ile İkizbaba Köyü Arasındaki Yoğun Anomali Bölgesi

Bu bölgede ki anomali yoğunluğu incelenmiş ve arazide, amfibollü mermerlerin yer yer yüzleklendiği tespit edilmiştir (Resim 5.4).

Söz konusu bölgenin batı kesiminde Poyrazlı Köyü'nde oluşum gösteren asbestler, doğu kesiminde ise İkizbaba Köyü'ne ait asbest oluşumları yer almaktadır.

Bu bilgiler, jeolojik köken hakkında da fikir sahibi olmaya yardımcı olabilmektedir.



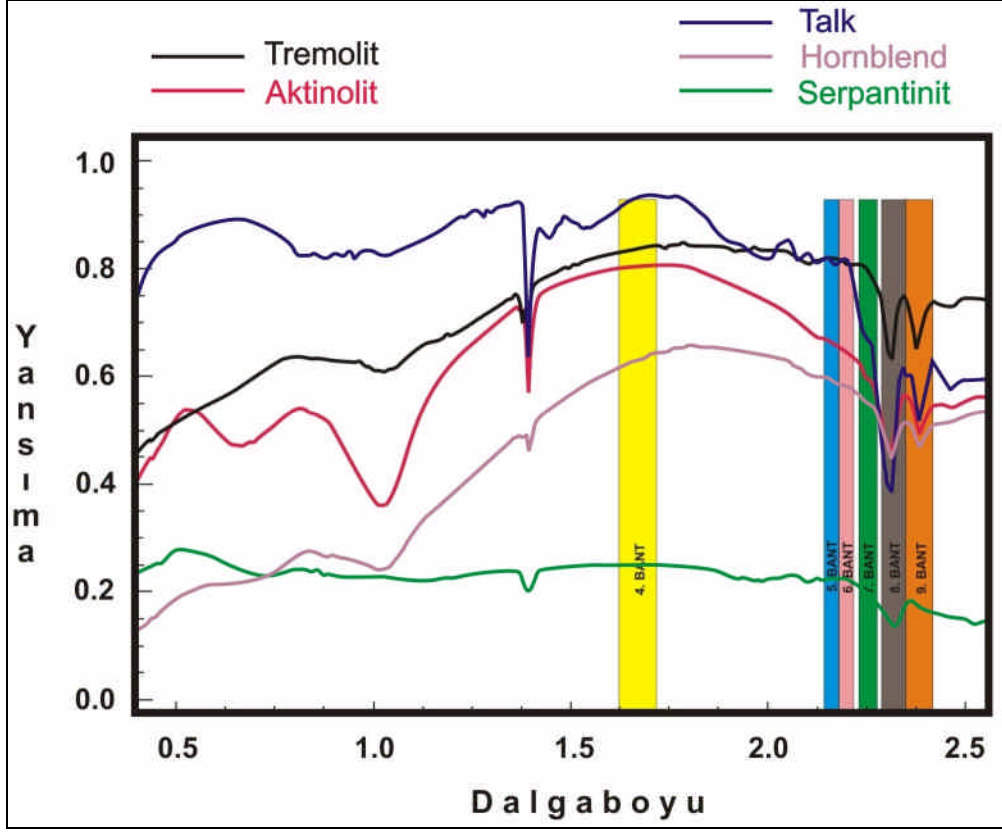
Resim 6.4. Poyrazlı ile İkizbaba arasındaki yoğun anomali verileri, PCA (kırmızı pikseller) ve bant oranlaması (sarı pikseller).

6.2. Anomalilerin Sebepleri

Yapılan bu çalışma sonucu, uydu görüntüsünün işlenmesiyle elde edilen anomali haritasında yer alan lokasyonların arazi deneştirmesi sonucu hepsinde ortak bulgulara erişilmiştir.

Asbest dışındaki anomali veren lokasyonlar incelendiğinde talk başta olmak üzere, amfibollü (hornblend mineralli) mermerler ve serpantinitlere rastlanmıştır. Ayrıca asbest oluşumlarının yan kayaç ve/veya tali mineralleri olarak bulunan talk ve serpantin bulunmaktadır.

Bu minerallerin spektral özellikleri incelendiğinde, birbirine çok yakın yansıma özellikleri gösterdikleri belirlenmiştir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. USGS spektral kütüphanesindeki mineral spektraları.

Görüldüğü üzere bu mineraller, ASTER SWIR bantlarında birbirine çok yakın yansıtma özellikleri göstermektedir.

Bu durumda söz konusu minerallerin, spektral benzerliklerini kimyasal, mineralojik ve jeolojik yönüyle incelememiz gerektiği ortaya çıkmıştır.

Aktinolit, tremolit ve hornblend, amfibol grubu minerallerin başında gelmektedir. Kimyasal özellikleri ve kristal yapısı benzerlik göstermektedir. Talk ve serpantin ise farklı mineral grupları olmasına karşın kristal yapısı ve kimyasal özellikleriyle aktinolit ve tremolite benzemektedir (Çizelge 6.1).

Çizelge 6.1. Anomali veren minerallerin kimyasal ve mineralojik özellikleri.

Mineral Adı	Kimyasal Özelliği	Kristal Sistemi
Aktinolit	$\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe}^{++})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	Monoklinik
Tremolit	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	Monoklinik
Hornblend	$\text{Ca}_2[\text{Mg}_4(\text{Al,Fe})]\text{Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$	Monoklinik
Serpantin	$\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	Monoklinik
Talk	$\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Monoklinik

Çizelge 6.1.'de görüldüğü üzere bu mineraller genel olarak, magnezyumlu, silisli ve hidroksitli kimyasal özelliğe sahiptir. Spektral yansıma farklılıklarına yol açan diğer bir özellik olan kristallerin kafes yapısının da tüm bu mineraller için monoklinik sistem olması, bu minerallerin ayrımını zorlaştırmaktadır.

Jeolojik olarak bakıldığında; Tremolit, sıcaklığın hakim olduğu, silisli dolomitik kalkerlerin metamorfizması sonucu oluşur. Aktinolit ise genellikle düşük-orta mertebeli metamorfizmaya uğrayan bazalt ve diyabazlarla pelitik kayalar ile bazı magmatik kayalarda da oluşabildiği bilinmektedir. Hornblende metamorfizmaya uğramış kalsiyum karbonatlı kayalarda, koyu yeşil-siyah renklerde ve uzun billur görümlü kristaller halinde bulunur.

Talk ise, olivin, piroksen ve amfibol gurubu minerallerin alterasyonu ile ikincil olarak meydana gelir. Magnezyumlu kayaların düşük-orta mertebeli metamorfizmasıyla birincil olarak oluşur ve genellikle tremolitle beraber bulunur.

Serpantin minerali incelendiğinde, yeşil renkli parlak ve kaygan kırılma yüzeyli olan bir ayrışma minerali olup magnezyumlu silikatların hidrotermal sular ile bozulmasından oluşur.

Tüm bu bilgiler göz önüne alındığında söz konusu minerallerin bir dönüşüm içinde oldukları görülmektedir. Bu durum köken araştırmasında yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

7. SONUÇLAR

- ✓ Analiz öncesi görüntünün coğrafi kaydı, atmosferik düzeltme ve maskeleme durumları kontrol edilmiştir.
- ✓ Araştırmada görüntü işleme tekniklerinden, bant oranlama (band rationing), temel bileşenler analizi (principal components analyse), görüntünün seçilebilirliğini arttırmak içinde histogram germe (histograme stretch), gibi teknikler veri setlerine uygulanmıştır.
- ✓ Histogram germe işlemi, 6 adet SWIR bandı üzerinden lineer olarak gerçekleştirilmiştir.
- ✓ Bant oranlama tekniği kullanılarak 9/8, 6/5 ve 8/7 bantlar oranlanmış ve renkli kompozit görüntü oluşturulup, çakışan pikseller yeniden örneklenmiş ve asbest lokasyon haritası hazırlanmıştır.
- ✓ Bu yaptığımız çalışmada Aster görüntüsünün SWIR kanallarından alınmış 6 bant üzerinden temel bileşenler analizi (PCA), Multispec yazılımı ile yapılmış ve çıkan istatistiksel değerler yorumlanmıştır.
- ✓ Değerlendirme sonucu asbest oluşumları, 8. Bant için; PC 1, PC 2, PC 3 ve PC4'de parlak piksellerle, PC 5 ve PC 6'da koyu piksellerle görünmesi, 9. Bant için; PC 1, PC 2, PC 4, PC 5 ve PC 6'da parlak piksellerle, PC 3'de koyu piksellerle temsil edilmesi gerektiğini belirlenmiştir.
- ✓ Bu yüzden PC 3, PC 5 ve PC 6 bantlarının RGB kanallarına atanmasıyla elde edilen renkli kompozit görüntüde, 3 ana rengin üst üste çakışmasıyla elde edilen beyaz renkli pikseller yeniden örneklenmiş ve altlık bir bant üzerine anomali haritası şekillendirilmiştir.
- ✓ Tüm bu verilerin arazi deneştirmesi yapılmış ve arazide belirlenen 9 farklı asbest oluşumu, bant oranlaması ve temel bileşenler analizi uygulanmış görüntülerde, başarılı şekilde tespit edilmiştir.

- ✓ Arazide asbest oluşumu göstermemesine karşın, anomali haritasında yoğun anomali verileri görünen lokasyonlar incelenmiş ve buralarda talk başta olmak üzere, amfibollü (hornblend mineralli) mermerler ve serpantinlere rastlanmıştır. Ayrıca asbest oluşumlarının yan kayaç ve/veya tali mineralleri olarak da talk ve serpantinler tespit edilmiştir.
- ✓ Asbest olmadığı halde anomali veren minerallerin, spektral benzerliklerini açıklayabilmek amacıyla kimyasal, mineralojik ve jeolojik yönüyle incelemeleri yapılmıştır.
- ✓ Aktinolit, tremolit ve hornblend, amfibol grubu minerallerin başında gelmektedir. Kimyasal özellikleri ve kristal yapısı benzerlik göstermektedir. Talk ve serpantin ise farklı mineral grupları olmasına karşın kristal yapısı ve kimyasal özellikleriyle aktinolit ve tremolite benzemektedir.
- ✓ Tüm bu bilgiler göz önüne alındığında söz konusu çalışma asbest oluşumlarını haritalamada başarı sağlamıştır. Ayrıca asbest oluşumu gerçekleşmemiş bölgelerdeki anomalilerde ortaya çıkan minerallerin bir dönüşüm içinde oldukları görülmektedir ve ileride buralarda da asbest oluşumları söz konusu olmaktadır. Bu durum köken araştırmasında yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

8. KAYNAKLAR

- Atabey, E., 2005, Tıbbi Jeoloji. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, No:88, 194 s., Ankara.
- Aronoff, S., 1989, Geographical Information System: A Management Perspective, WDL Publications, Ottawa, Canada
- Barış YI, Artvinli M, Sahin AA. Environmental mesothelioma in Turkey. Ann NY Acad Sci, 1979;330:423-32.
- Barış, Y. I., Artvinli, M., Özeşmi, M., Şahin A,A, Göktepeli A., Baysal, F., 1987; Asbestos and erionite related chest disease, Semih Ofset Matbaacılık, pp 68, 72. Ankara.
- Barış, Y. I., Bilir, N., Artvinli, M., Şahin, A.A; Sebastian B., 1988; An epidemiological study in an Anatolia village environmentally exposed to tremolite asbestos, Br. J.,Med. 45:838-840.
- Barış, Y., İ., 2002, Türkiye’de Asbest ve Fibröz zeolit(Eriyonit) ile ilgili Akcier hastalıkları. Beslenme, Çevre ve Kanser Sempozyumu Bildiri Özleri, 22-23, Ankara.
- Berman DW, Crump KS, Chatfield EJ, Davis Jm, Jones AD. The sizes, shapes, and mineralogy of asbestos structures that induce lung tumors or mesothelioma in AF/HAN rats following inhalation. Risk Anal, 1995;15:181-95.
- Bilgin, A., Özpınar, Y., 1990., Babadağ ve Acıpayam (Denizli) Dolaylarındaki Ofiyolitik Kayaçların Başkalaşımalarında Etken Olan Fiziksel Koşullar”, Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A, Yerbilimleri, 6, 7/1, 2, 81-96, Sivas, 1990.,
- Burrough, P.A., 1991. Principles Of Geographical Information Systems For Land Resources Assessment, Clarendon Press, Oxford.
- Çelik, R., 1967a, Uşak ili asbest zuhurları etüd raporu, M.T.A Derleme, Rapor no: 4053(Yayınlanmamıştır), Ankara.

- Çelik, 1967b., Denizli Çal İlçesindeki Asbest zuhurları etüdü, MTA Derleme, Rapor no: 4234 (Yayınlanmamıştır), Ankara.
- Chavez, P. S. Jr, 1996, Image-based Atmospheric Corrections Revisited and Improved. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 62, 1025–1036.
- Churg A. Chrysotile, tremolite, and malignant mesothelioma in man. Chest, 1988; 93:621-8.
- Cracknell, A., Hayes, L., 1991, “Introduction to remote sensing”, London : New York: Taylor & Francis
- Cöplü,İ., Dumortier, P., Demir, A., Selçuk, Z., Kalyoncu, F., Kısacık, G., DeVuyst, P., Şahin, A, A., 1996; An epidemiological study in an Anatolia village in Turkey environmentally exposed to tremolite asbestos, Environ.,Pathol Toxicol Oncol,13/1, 1-7.
- Curcio, J.A., 1961. Evaluation of Atmospheric Aerosol Particle Size Distribution from Scattering Measurement in the Visible and Infrared, Journal of the Optical Society of America, 51:548-551
- Davis JM, Bolton RE, Miller BG, Niven K. Mesothelioma dose response following intraperitoneal injection of mineral fibres. Int J Exp Pathol, 1991; 72:263-74.
- Doğan; M., 2002a, Environmental pulmonary health problems related to mineral dusts: Examples from central Anatolia, Turkey , Environmental Geology, 41/5, 511-579
- Doğan, M., 2002b, Lung diseases due to environmental exposures to eronite and asbestos in Turkey ,Toxicology Letters, 127 p.251-257.
- Doğan M., 2003., Mineral dust types and sources in endemic malignant mesothelioma regions of Turkey, In-door Built Environment, 12:6, 377-385.
- Doğan, U., Criss, W., Doğan, M., 2003., The First Symposium on Nutrition, Environment and Cancer, Ankara, Turkey, In-door Built Environment, 12/6, 365-366.

- Dufresne A, Harrigan M, Masse S, Begin R. Fibers in lung tissues of mesothelioma cases among miners and millers of the township of asbestos, Quebec. *Am J Ind Med*, 1995; 27:581- 92.
- Dufresne A, Begin R, Churg A, Masse S. Mineral fiber content of lungs in patients with mesothelioma seeking compensation in Quabec. *Am J Respir Crit Care Med*, 1996; 153:711-8.
- Emri S, Demir AU. Malignant pleural mesothelioma in Turkey, 2000-2002. *Lung Cancer*, 2004;45 S, S17-S20.
- Evyapan F, Özpınar Y. Denizli İlindeki Çevresel Asbest Maruziyeti Ve Solunum Sistemlerine Etkileri, I. Gelişme raporu, 2008a; 80S.
- Evyapan F, Özpınar Y. Denizli İlindeki Çevresel Asbest Maruziyeti Ve Solunum Sistemlerine Etkileri, II. Gelişme raporu, 2008b; 150S.
- Gaines R, et al. Dana's New Mineralogy. Ohn Wiley and Sons, New York, 1997.
- Hansen J, de Klerk NH, Musk AW, Hobbs MS. Environmental exposure to crocidolite and mesothelioma: exposure-response relationships. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998; 157:69-75.
- Hartgerink JD, Beniash E, Stupp SI. Self-assembly and mineralization of peptideamphiphile nanofibers. *Science* 2001;294:1684- 1688.
- Heywood, I., 1998. An Introduction Geographical Information Systems, Wentley Longman, New York.
- Hohl, P. (1998) Data, the Foundation of GIS . In: P. Hohl (Editor), GIS data conversion. Stratégies-Techniques-Management. OnWord Press, Santa Fe, NM, 411 pages.
- Hume LA, Rimstidt JD. The biodurability of chrysotile asbestos. *Am Mineral*, 1992; 77:1125-1128.
- Keyf, I.H., Kibaroğlu H., Erdoğan Y., Yılmaz, U., Biber, C., Özyıldırım, A., Tekresli, R., Ulusoy L., 1994., Çevresel asbestozisin etkin olduğu bir yöre: Edige. Solunum hastalıkları, 5, 301-317.

- Konak, N., Akdeniz, N., Çakır, M.H., 1986., Çal-Çivril-Karahallı Dolayının jeolojisi, MTA Derleme, Derleme no: 2947-8945 (Yayınlanmamıştır) 121 s., Ankara.
- Koralay, T., Özpınar, Y., 2003., Yeşikova Ofiyolitine Ait Bazaltların(Burdur GB Türkiye) Petrografik ve Petrokimyasal İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi Geosound/ Yerbilimleri Dergisi, 42, 53-61, Adana.
- Longley, P.A., M.F. Goodchild, D.J. Maguire, D.W. Rhind. (2001) Geographic Information System - Systems and Science , Chichester, 454 pages
- Mével, C.,2003; Serpentinization of abyssal peridotites, Geoscience, Geometarials (Petrology), 335/825-852,
- Niklinski J, Niklinska W, Chyczewska E, et al. The epidemiology of asbestos-related diseases. Lung Cancer, 2004; 45S, S7-S15.
- Örmeci, C., 1987. Uzaktan Algılama (Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri). İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Cilt 1, Sayı 1345, İstanbul, 112 s.
- Özpınar, Y., 1991., Beyağaç-Karaismailler (Kelekçi-Denizli) Kromit Yataklarının Özellikleri, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 6, 2, 36-46, Konya.
- Özpınar, Y., 1995., Kale (Denizli) Güneyindeki Bölgenin Jeolojik Petrografik ve Petrokimyasal İncelemesi, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 1/1, 15 - 24, Denizli.
- Özpınar, Y., Tayfun, E., Kılıç, D., 1996., Salda Gölü (Yeşilova -Burdur) Çevresindeki Ofiyolitlerin Petrografisi ve Salda Gölü Manyezit Oluşumlarının Jeokimyasal İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi, Geosound/Yerbilimleri Dergisi 28, 125 - 142, Adana.
- Özpınar, Y., Bilgin, A., 1996., Kozlar (Beyağaç - Denizli), Karaismailler (Kelekçi - Denizli) Arası Ofiyolitlerin Petrografisi ile Bunlara Bağlı Kromit Yataklarının Petrografik ve Petrokimyasal İncelemesi, Çukurova Üniversitesi Geosound/ Yerbilimleri Dergisi, 28, 157 -177, Adana.

- Puhan,D.ve Hoffer, E.(2004), Phase relations of talc and tremolite in metamorphic calcite-dolomite sediments in the southern portion of the Damara Belt (South West Africa) , Contribution mineralogy and petrology, Springer Berlin / Heidelberg 40/3/207-214
- Rogli VL, Pratt PC, Brody AR. Asbestos fiber type in malignant mesothelioma: an analytical scanning electron microscopic study of 94 cases. Am J Ind Med, 1993; 23:605-14.
- Ross M. Geological occurrence and health hazards of amphiholes and serpantines. In Amphiboles: Petrology and Experimental Relations Vol 9B. Reviews in Mineralogy. Edited by D. Veblen, Mineralogical Society of America, 1981:279-324.
- Sabins F., 1987, Remote Sensing Principles & Interpretation”, Freeman & Co., N.Y.
- Slater, P.N., F.J. Doyle, N.L. Fritz, And R. Welch, 1983. Photogrametric Systems for Remote Sensing, Manual of Remote Rensing, Second Edition, Amarican Society of Photogrammetry, vol. 1, chap. 6, pp. 231-291
- Suzuki Y, Yuen SR. Asbestos fibers contributing to the induction of human malignant mesothelioma. Ann N Y Acad Sci, 2002;982:160-76.
- Şenyiğit A., Dalgıç A., Kavak O. , Asbestin Sağığa Etkileri , Dicle Tıp Dergisi, 2004, Cilt : 31 Sayı : 4, (48-52)
- Turner, R.E., W.W.Malila, And R.F. Nalepha, 1971. Importance of Atmospheric Scattering in Remote Sensing, Proceedings of 7th International Symposium on Remote Sensing of Enviroment, Ann Arbor, Michigan, pp.1651-1697
- Yomralıoğlu, 2000, T., Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Seçi Ofset, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Mustafa EĞRİ

Doğum Yeri : DENİZLİ/Merkez

Doğum Tarihi : 15 Şubat 1983

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

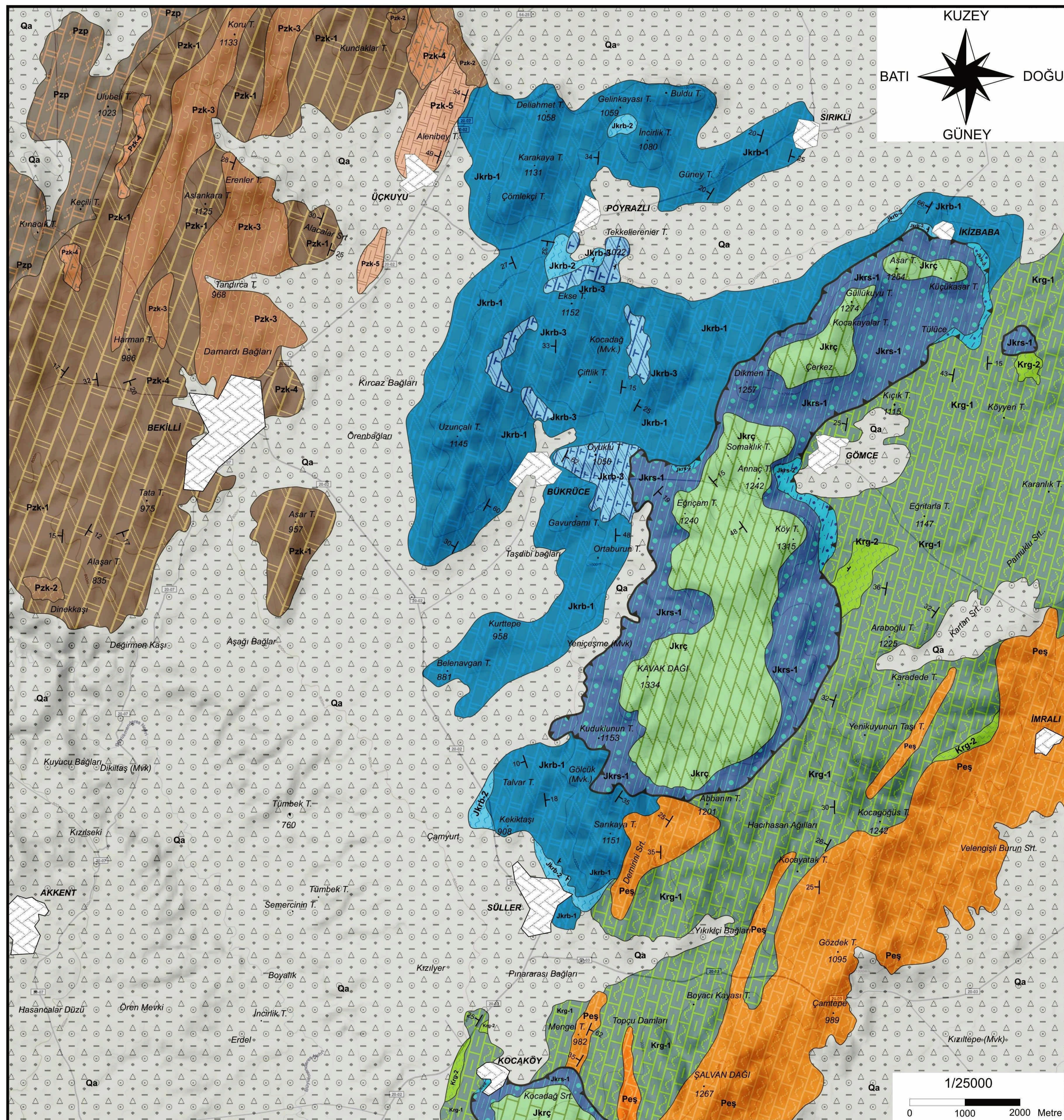
Eğitim Durumu (Kurum ve Giriş Yılı)

Lise : Denizli Anafartalar Lisesi 1997

Lisans : Pamukkale Üniversitesi 2001

Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi 2006

BEKİLLİ VE YAKIN CİVARININ JEOLojİ HARİTASI



AÇIKLAMALAR

KVT.		Alüvyon
MESOZOYİK		Dolasparit ve spari mikrit
		Kumlu killer (Klorit ve illit ağırlıklı)
		Metakonglomera, metakumtaşı ve metasilttaşı
SNZ.		Kalkşist olup tremolit/aktinolit şist ve piemonditli kalkşist seviyeleri içerir
MESOZOYİK		Talk-Tremolit şist
		Pembe renkli çört bantlı kalkşist
		Tremolit-talk-dolomitik mermer ve/veya Talk-tremolit-dolomitik mermer
		Talk-tremolit şist
PALEOZOYİK		Üst düzeyleri çörtlü, kirli sarı-gri renkli mermer ve dolomitik mermer
		Çörtlü mermer
		Tremolit-dolomitik mermer
		Kuarsit, kuvars şist ve kuvars-muskovit şist
		Talk-tremolit şist
	Mermer ve dolomitik mermer	
	Mermer, kuvars şist ve kuvarsit ardalanması	
	Yerleşim merkezi	
	Karayolu	
	Bindirme	
	Doğrultu ve eğim	