



**DENİZLİ VE CİVARININ JEOLojİK ÖZELLİKLERİNİN UZAKTAN
ALGILAMA YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ**

Nilüfer SARI

**Ağustos 2005
DENİZLİ**

**DENİZLİ VE CİVARININ JEOLJİK ÖZELLİKLERİNİN UZAKTAN
ALGILAMA YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ**

**Pamukkale Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

Nilüfer SARI

Danışman: Doç. Dr. Hulusi Kargı

Ağustos 2005

DENİZLİ

YÜKSEK LİSANS ONAY FORMU

Nilüfer SARI tarafından Doç. Dr. Hulusi KARGI yönetiminde hazırlanan “**Denizli ve Civarının Jeolojik Özelliklerinin Uzaktan Algılama Yöntemi İle İncelenmesi**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Yaşar KİBİCİ
Jüri Başkanı

Doç. Dr. Hulusi Kargı
Jüri Üyesi

Yard. Doç.Dr. Mete Hançer
Jüri Üyesi (Danışman)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL
Müdür

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza :
ÖĞrenci Adı Soyadı : Nilüfer SARI

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım sırasında her konuda bana yardımcı olan, emeğini ve ilgisini benden esirgemeyen tez danıőmanım Doç.Dr. Hulusi Kargı'ya, yine çalıőmalarım süresince maddi ve manevi olarak beni her zaman destekleyen aileme, jürimde bulunup tezimi inceleyen ve değerlendiren sayın jüri üyelerine teşekkür ederim.

ÖZET

DENİZLİ VE CİVARININ JEOLJİK ÖZELLİKLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

Sarı, Nilüfer
Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği ABD
Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Hulusi KARGI

Temmuz 2004, 72 sayfa

Bu çalışmada jeolojik uzaktan algılamaları kapsamında, Landsat 5 ve Landsat 7 uydu görüntüleri yardımıyla, litolojik birimlerin haritalanması, alterasyon kuşaklarının belirlenmesi ve arazi örtüsündeki değişimlerin belirlenmesi çalışmaları yapılmıştır.

Litoloji belirleme çalışmaları için Hambat ve çevresini içerisine alan ve 1987 yılında alınmış Landsat 5 TM uydu görüntülerinden çıkarılan sayısal görüntüler üzerinde bazı litoloji ayırım yöntemleri incelenmiştir. Çalışmada, görsel yorumlama için kullanılan litoloji ayırım yöntemleri, Abrams ve Sultan yöntemleri, 741, 754 TM bantları ile oluşturulan kompozit görüntüler, Optimum İndeks Faktör (OIF) ve 6 TM bandı üzerinde gerçekleştirilen temel bileşenler analizi analizidir (PCA). Bu görüntüler, bölgenin 1:100000 lik jeolojik haritasıyla kıyaslandığı zaman, bölge litolojisinin genel hatlarını en iyi ortaya çıkaran yöntemlerin, 741 ve 754 TM bantları ve PC1, PC3 ve PC4 ile oluşturulan kompozit görüntüler olduğu gözlenmiştir.

Denizli M21-M22 paftaları içerisindeki demir oksit ve kil minerallerini haritalamak için Landsat 5 uydu görüntülerine sırasıyla bant oranlaması (3/1-demir oksit, 5/7-kil mineralleri için), 6 TM bandı üzerinde temel bileşenler analizi ve seçmeli bantlar üzerinde temel bileşenler analizi (Crosta yöntemi) uygulanmıştır. Tüm yöntemlerin demir oksit anomalisi olarak vurguladığı alanın gerçekte demir oksit cevherleşmelerinin olduğu arazi gözlemleriyle tespit edilmiştir. Ancak kil mineralleri için üç yöntemin ortak olarak vurguladığı bir alan bulunmamaktadır.

Arazi örtüsündeki değişimi belirlemek amacıyla 1987 ve 2000 yıllarında Landsat 5 ve Landsat 7 uydularından alınmış görüntüler incelenerek bu süre içerisinde Acıgöl ve çevresindeki değişiklikler incelenmiştir. Görüntüler karşılaştırılmadan önce Landsat 5 uydusuna göreceli düzeltme yöntemleri uygulanmıştır. Değişim yakalama için uygulanan yöntemler, Gerçek görüntü bantları farkı, “Tasseled Cap” – parlaklık, nem farkı, NDVI farkı, Temel Bileşen -1 ler farkı, Temel Bileşenler Analizi-Değişim bantları ve Kullanıcı kontrolsüz sınıflama (Post Sınıflama) yöntemleridir. ‘Tasseled Cap’ – nem farkındaki tüm yöntemler Acıgöl ve çevresindeki değişikliği net birşekilde vurgulamıştır.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan algılama, değişim yakalama, litoloji ayrımı, alterasyon haritalaması, Landsat

Prof. Dr. Yaşar KİBİCİ
Doç. Dr. Hulusi KARGI
Yrd. Doç. Dr. Mete Hançer

ABSTRACT**INVESTIGATION OF GEOLOGICAL FEATURES OF DENIZLI AND ITS SURROUNDINGS BY THE REMOTE SENSING METHOD**

Sarı, Nilüfer
M. Sc. Thesis in Geological Engineering
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hulusi KARGI

July 2004, 72 Pages

In this study, within the context of geological remote sensing, lithological mapping of units, determination of alteration zones and determination of land cover change studies have been carried out using Landsat 5 and 7 satellite images.

For lithological studies, some lithological discrimination methods were examined on the digital images of Landsat 5 TM satellite images, taken in 1987 over Hambat and its surroundings. Lithological discrimination methods for visual interpretation used in this study are Abrams' and Sultan's methods, composite images of 741, 754 TM bands, band determined by optimum indeks faktör, and principle components analysis carried out on 6 TM bands. When these images are compared with the 1:100000 scale geological map of the region, it has been observed that the best methods for the derivation of general lithological outline were the composite images consisting of 741, 754 TM bands and PC1, PC3, and PC4.

For the mapping of iron oxides and clay minerals in M21-M22 section of Denizli, band ratioing (3/1 – iron oxide, 5/7-clay minerals), principle components analysis on six TM bands and principle components analysis on selective bands (Crosta method) have been applied to Landsat 5 images. Areas appeared as iron oxide anomaly in all methods are in fact areas of iron oxide mineralizations that were determined by field observations. But no area was marked as clay anomaly by all three methods.

For the study of determination of land cover changes, changes on Acıgöl and its surroundings have been investigated using images of Landsat 5 and Landsat 7 taken in 1987 and 2000 respectively. Relative correction methods have been applied to Landsat 5 images before comparison. Methods applied for change detection are original band differencing, Tasseled Cap – brightness, wetness differencing, NDVI differencing, Principle components -1s differencing, Principle components analysis – change bands ve

unsupervised classification (Post classification). All methods except Tasseled Cap-wetness have clearly marked changes in the Acıgöl and its surrounding.

Keywords : Remote Sensing, change detection, lithological discrimination, alteration mapping, Landsat.

Prof. Dr. Yaşar KIBİCİ
Assoc. Prof. Dr. Hulusi KARGI
Asst. Prof. Dr. Mete Hançer

İÇİNDEKİLER

YÜKSEK LİSANS ONAY FORMU.....	I
TEŞEKKÜR.....	III
ÖZET	IV
ABSTRACT.....	VI
İÇİNDEKİLER	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ	XII
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI.....	6
3. YÖNTEM.....	9
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	13
4.1. Litoloji Belirleme.....	13
4.1.1. Bölgenin jeolojisi	13
4.1.2. Kullanılan yöntemler.....	15
4.1.2.1. Kompozit görüntülerde kontrast germesinin etki ve önemi.....	15
4.1.2.1.1. Lineer kontrast germesi.....	15
4.1.2.1.2. Eşit alan kontrast germesi	16
4.1.2.1.3. Gauss kontrast germesi	17
4.1.2.2. Optimum indeks faktör (O.I.F.) ile oluşturulan görüntüler.....	17
4.1.2.3. Bant oranlaması ile oluşturulan görüntüler	19
4.1.2.2.1. Abrams yöntemi	20
4.1.2.2.2. Sultan yöntemi	21
4.1.2.4. Renkli kompozit görüntü oluşturma	22
4.1.2.4.1. 741 TM (RGB) renkli kompozit görüntü	23
4.1.2.4.2. 754 TM (RGB) renkli kompozit görüntü	25
4.1.2.5. Ana bileşenler analizi ile oluşturulan görüntüler	26
4.1.3. Litoji ayırım çalışmalarının sonuçları	31
4.2. Maden Arama.....	32
4.2.1. Bant oranlaması.....	35
4.2.2. Ana bileşenler analizi (PCA)	38
4.2.3. Crosta yöntemi - seçmeli bantlar üzerinde ana bileşenler analizi	40
4.2.4. Sonuç haritalarının karşılaştırılması ve değerlendirilmesi.....	43
4.3. Değişim Yakalama	46
4.3.1. Atmosferik etki ve düzeltme	46
4.3.1.1. Göreceli düzeltme yöntemleri	49
4.3.2. Uygulanan göreceli düzeltme yöntemleri	52
4.3.3. Değişim yakalama yöntemleri.....	53
4.3.3.1. Gerçek görüntü bantları farkı.....	53
4.3.3.2. “Tasseled cap” – parlaklık, nem, yeşillik farkı	55

4.3.3.2.1. Parlaklık	55
4.3.3.2.2. Nem	56
4.3.3.3. Normalize fark bitki endeksi (NDVI)	57
4.3.3.4. Ana bileşen-1 farkları	58
4.3.3.5. Ana bileşenler analizi - değişim bantları	59
4.3.4.Uygulanan yöntem ve sonuçlarının değerlendirilmesi	63
5. SONUÇLAR	64
6. KAYNAKLAR	67
7. ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1	Litoloji ayırım çalışmalarının yapıldığı inceleme alanı	2
Şekil 1. 2	Maden arama çalışmalarının yapıldığı inceleme alanı.....	3
Şekil 1. 3	Değişim yakalama çalışmalarının yapıldığı inceleme alanı.....	4
Şekil 4. 1	Litoloji ayırım çalışmalarında kullanılan bölgenin jeoloji haritası (M.T.A., 2005) (Harita boyutları: 22km x 12.9km).	13
Şekil 4. 2	Orjinal görüntü ve sayısal değerlerinin histogramı.....	15
Şekil 4. 3	Lineer kontrast gemesi uygulanmış görüntü ve sayısal değerlerinin histogramı.....	15
Şekil 4. 4	Eşit alan kontrast gemesi uygulanmış görüntü ve sayısal değerlerinin histogramı.....	15
Şekil 4. 5	Gauss kontrast gemesi uygulanmış görüntü ve sayısal değerlerinin histogramı.....	16
Şekil 4. 6	Optimum indeks faktör (OIF) kullanılarak elde edilen 531 bantları ile oluşturulan görüntü (Görüntü boyutları: 22,4km x 12,9km).....	18
Şekil 4. 7	Abrams yöntemi ile oluşturulan kompozit görüntü	20
Şekil 4. 8	Sultan yöntemi ile oluşturulan kompozit görüntü.....	21
Şekil 4. 9	741 TM bantlarıyla oluşturulan kompozit görüntü.....	22
Şekil 4. 10	Çameli formasyonunun kireç içeriği daha az biriminin(arazide daha koyu renkli, 741 kompozit görüntüsünde yeşil renkli) fotoğraf görüntüsü (a) ve bu fotoğrafı oluşturan sayısal değerlerin histogramı (b).	23
Şekil 4. 11	Çameli formasyonunun kireç içeriği daha fazla biriminin(arazide daha açık renkli, 741 kompozit görüntüsünde pembe renkli) fotoğraf görüntüsü (a) ve bu fotoğrafı oluşturan sayısal değerlerin histogramı (b).	23
Şekil 4. 12	754 TM bantlarıyla oluşturulan kompozit görüntü.....	24
Şekil 4. 13	Landsat TM1 ile TM3 bantları arasındaki korelasyonu gösteren ve ana bileşenler analizi ile bu korelasyonun nasıl giderildiğini ifade eden şekil.....	25
Şekil 4. 14	Ana Bileşenler Analiziyle oluşturulan kompozit görüntü.....	30
Şekil 4. 15	Bazı demir oksit ve kil minerallerinin spektral özellikleri ve Landsat 5 TM bantlarının konumu (Sabins, 1999'dan alınmıştır).....	33
Şekil 4. 16	3/1(a) ve 5/7(b) görüntüleri içerisindeki sayısal değerlerin dağılımı.....	36
Şekil 4. 17	Bant oranlaması ile elde edilen anomali noktalarının (üçgenler: 3/1, yıldızlar: 5/7) yerlerini 3/1 görüntüsü üzerinde gösteren şekil.	37
Şekil 4. 18	Ana bileşen 5 görüntüsünün kırmızı, 4 görüntüsünün yeşil kanalına atanması ile elde edilen anomali görüntüsü.	38
Şekil 4. 19	Crosta yöntemi ile oluşturulmuş F görüntüsü içerisindeki piksellerin sayısal değerlerin dağılımı.	40
Şekil 4. 20	Crosta yöntemi ile oluşturulmuş H görüntüsü içerisindeki piksellerin sayısal değerlerin dağılımı.	41
Şekil 4. 21	Crosta yöntemi ile elde edilen anomali noktalarının (üçgenler: demir oksit, yıldızlar: hidroksil) yerlerini H(kırmızı)-F(yeşil) görüntüsü üzerinde gösteren	

şekil.	42
Şekil 4. 22 Uygulan yöntemlerle demir oksit anomalileri şeklinde belirlenen alanlarındaki kurumuş kırmızı çamurlar.	43
Şekil 4. 23 Crosta yöntemi (üçgenler) ve bant oranlaması (kareler) ile elde edilen demir oksit anomali noktalarının 6 bant ana bileşenler analizi ile elde edilen anomali (kırmızı) görüntüsü üzerinde gösteren şekil.	44
Şekil 4. 24 Crosta yöntemi (üçgenler) ve bant oranlaması (kareler) ile elde edilen hidroksil anomali noktalarının 6 bant ana bileşenler analizi ile elde edilen anomali (kırmızı) görüntüsü üzerinde gösteren şekil.	44
Şekil 4. 25 Yapay değişmez özelliğe sahip bölgedeki Landsat 5-TM1 bandı ile Landsat 7-TM1 bandı arasındaki doğrusal ilişkiyi gösteren grafik.	52
Şekil 4. 26 TM1 bantları ile oluşturulmuş RG renkli kompozit görüntü (Landsat 5 – TM1 kırmızı kanalına, Landsat 7-TM1 yeşil kanalına atanmıştır, Görüntü boyutları: 28,3km x 17,4km).	53
Şekil 4. 27 Parlaklık indeksleri ile oluşturulmuş R(Landsat-5) - G(Landsat-7) renkli görüntüsü.	54
Şekil 4. 28 Nem indeksleri ile oluşturulmuş R(Landsat-5) - G(Landsat-7) renkli görüntüsü.	56
Şekil 4. 29 NDVI ler ile oluşturulmuş R(Landsat-5) - G(Landsat-7) renkli görüntüsü. ...	57
Şekil 4. 30 Ana Bileşen 1ler ile oluşturulmuş R(Landsat-5) - G(Landsat-7) renkli görüntüsü.	58
Şekil 4. 31 Ana Bileşenler Analizi sonucunda elde edilen değişim bantları ile oluşturulmuş R(Ana Bileşen-3) - G(Ana Bileşen-4) renkli görüntüsü.	59
Şekil 4. 32 Kullanıcı kontrolsüz sınıflama ile oluşturulmuş R(Landsat-5) - G(Landsat-7) renkli görüntüsü.	61

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 4. 1 Optimum indeks faktör (OIF) kullanılarak oluşturulan bant çizelgesi	18
Tablo 4. 2 Ana Bileşenler Analiz Sonuçları.....	30
Tablo 4. 3 İnceleme alanına ait Landsat 5 uydu görüntüleri üzerinde gerçekleştirilen 6 bandın (TM1-TM5, TM7) ana bileşenler analizi ile elde edilen görüntü öz değerleri ve öz vektörleri.....	39
Tablo 4. 4 Demir oksit haritalaması için Crosta yöntemi ile elde edilen görüntü öz değerleri ve öz vektörleri.....	40
Tablo 4. 5 Hidroksil minerallerinin haritalanması için Crosta yöntemi ile elde edilen görüntü öz değerleri ve öz vektörleri	41
Tablo 4. 6 Ana Bileşenler Analizi – Değişim Bantları sonucunda elde edilen öz değerler ve öz vektörler.....	61

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

DN	Dijital Number (Dijital Sayı)
DOS	Dark object subtraction (Koyu obje çıkarması)
Fe	Demir Minerali
H	Hidroksil Minerali
M.T.A.	Maden Teknik Arama
NDVI	Normalize Fark Bitki Endeksi
OIF	Optimum İndeks Faktör
PIF	Pseudo-İnvariant Features
PC	Principal Component (Ana Bileşenler Analizi)
RG	Bantların renk kanal isimleri (Red, Green,)
RGB	Bantların renk kanal isimleri (Red, Green, Blue)
RTCs	Radiative Transfer Codes(Radyatif Transfer Kodlar)
TM	Thematic Map

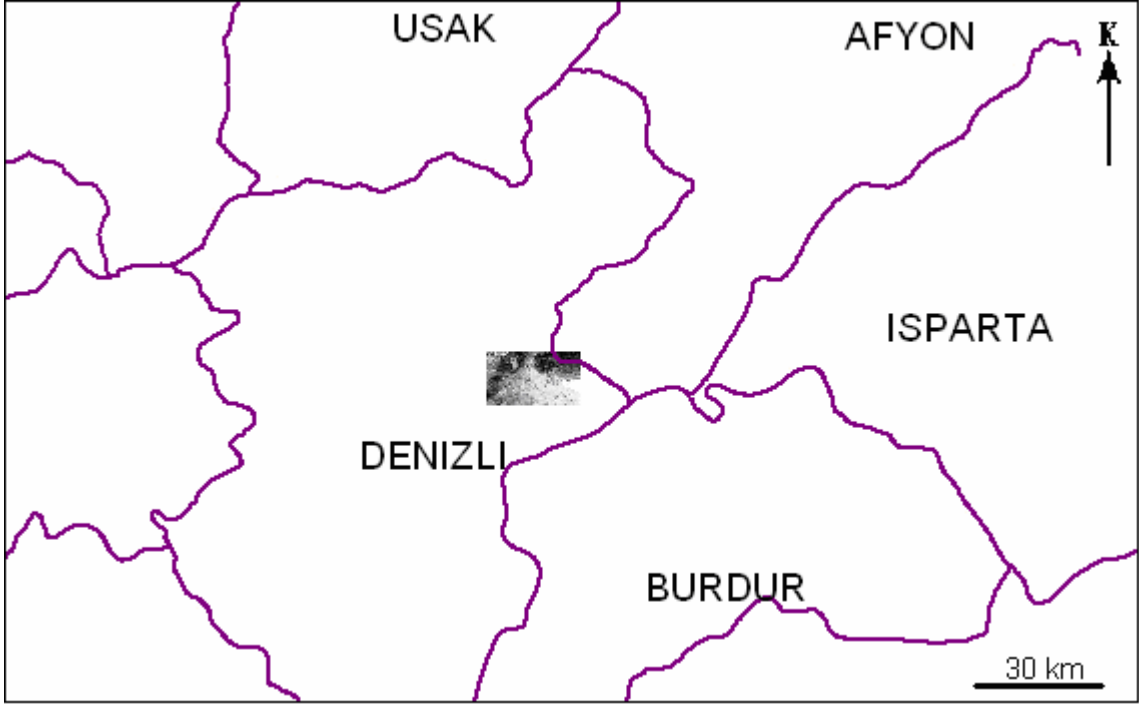
1. GİRİŞ

Uzaktan algılama bir nesne, bir arazi veya bir olay hakkındaki verilerin doğrudan fiziki temas halinde olmayan aletlerle elde edilmesi ve yorumlanması amacını taşıyan bir yöntemdir. Jeoloji ile birlikte meteoroloji, ziraat, çevre, orman, şehir planlama, oşinografi gibi birçok bilim dalında yaygın olarak kullanılmaktadır. Jeolojide, jeolojik harita yapımı, tektonik yapıların belirlenmesi, hidrojeoloji çalışmaları, maden arama, çevre jeolojisi gibi bir çok çalışmalarda etkin olarak kullanılmaktadır. Özellikle görüntülerin geniş bir alanı kapsamaması (örn., Landsat TM uydu görüntüsü 185 x 185 km²'lik bir alanı kapsamaktadır) jeolojik anlamda arazideki yapıların hepsini bir arada görmek ve yorumlamak açısından oldukça önemli bir durumdur. Bu nedenle uzun yıllardan beri jeologlar, maden aramalarında ve jeolojik yapıların belirlenmesinde uzaktan algılama yöntemlerini kullanmaktadırlar.

Özellikle uydu görüntüleri, maden arama çalışmalarında diğer uzaktan algılama yöntemleri ile birlikte kullanılırken çalışmaların ilk adımını ifade etmektedir. Bazen arazi çalışmalarına karşı üstünlüklere sahip olmasına rağmen, gerçekte klasik arazi çalışmalarına alternatif olmayıp ona yardımcı olan, potansiyel alanları belirleyerek çalışma alanını daraltan bir yöntemdir. Maden aramada uydu görüntülerini kullanırken genel amaç, mostra veren madeni bulmak değil ona işaret eden anomalileri ortaya çıkarmaktır. Ancak yakın gelecekte uydu görüntülerinin maden aramada daha etkin olarak kullanılacağı kaçınılmaz bir gerçektir. Bu kapsamda bu tez çalışması uydu görüntüleriyle ilgili bazı yöntemleri seçilen bölgelere uygulayan bir çalışmadır. Konuyla ilgili literatür bilgileri ve uygulanan yöntemler sırasıyla diğer bölümlerde verilmiştir.

Uydu görüntüleri ile jeolojik harita yapımı (litoloji ve yapısal unsurların haritalanması) hem maden aramada hemde jeolojinin diğer kollarında kullanılan bir yöntemdir. Bilindiği gibi bazı cevherleşmeler bazı litolojilerle sınırlıdır. (örn; kromitlerin sadece ultramafik kayalar içinde bulunması) ve bu litolojik birimlerin doğru haritalanması bilinen bir maden

yatağının devamını bulmada önemli bir başlangıçtır. Ancak uydu görüntüleriyle litoloji haritalama için araştırmacıların ortak görüş bildirdikleri bir yöntem bulunmamaktadır. Bu nedenle literatürde yer alan yöntemler seçilen bir bölge için denenmiştir. Litoloji belirleme için Hambat ve çevresini içine alan bir çalışma alanı seçilmiştir (Şekil 1.1). Çalışma için bu bölgeye ait Landsat 5 – 1987 görüntüsü kullanılmıştır. Bu çalışmada uygulanan yöntemler ve sonuçları Bölüm 4.1’de tartışılmıştır.

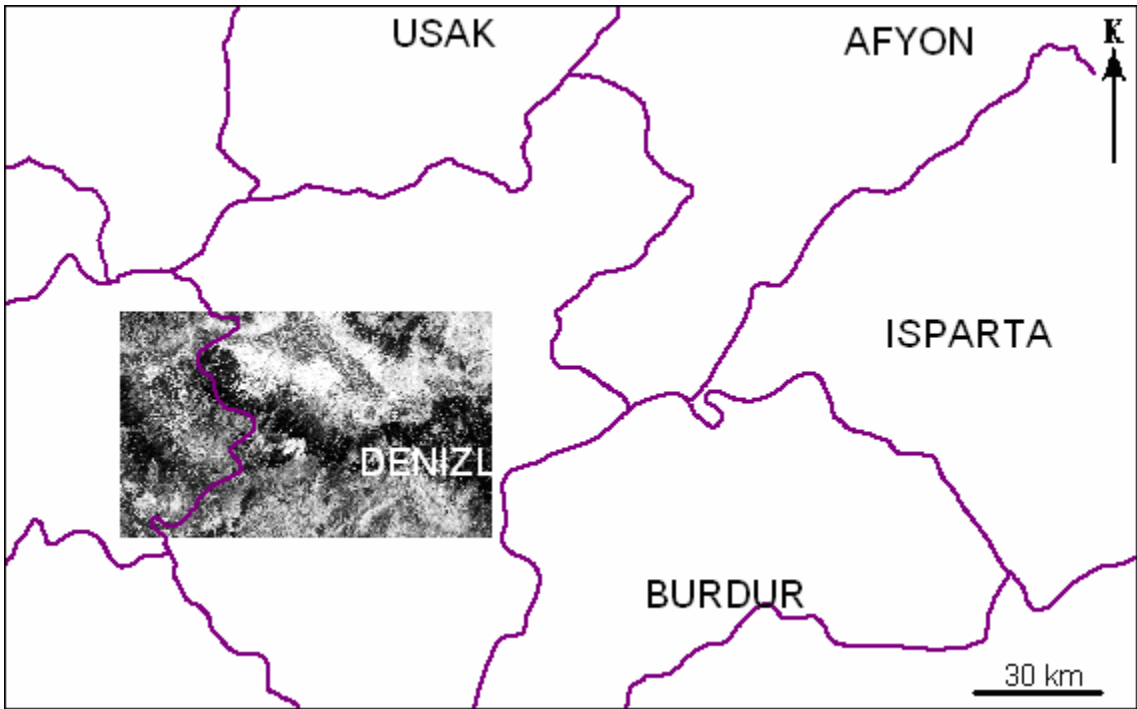


Şekil 1.1 Litoloji ayırım çalışmalarının yapıldığı inceleme alanı

Maden arama açısından görüntü değerlendirildiğinde çalışma alanında aranan cevher veya cevhere eşlik eden alterasyon minerallerinin spektrasına ve uydu görüntü bantlarının dalga boyu aralıklarına bakılmalıdır. Bu bilgiler, uydu görüntüleriyle alterasyon kuşaklarını yakalama ve endüstriyel hammadde yataklarını belirleme bakımından maden jeologlarına yardımcı olmaktadır. Alterasyon kuşaklarını belirlemede kabul görmüş birkaç yöntem bulunmaktadır. Denizli sanayisinin de ihtiyaç duyduğu demir yatağı ve/veya demir içeriği fazla olan birim dikkate alınarak Denizli M21-M22 paftalarını kapsayan bir alan (Şekil 1.2) Landsat 5 uydu görüntüsünden çıkarılmış ve bu yöntemler bu bölge için denenmiştir.

Bölgede aranan demir oksit ve kil mineralleri için farklılıkların yakalandığı bantlar arası oran kullanılarak yeni görüntüler oluşturulmuştur. Demir oksit minerallerinin spektrasına

ve Landsat TM bantlarının dalga boyu aralıklarına bakıldığında TM3 bandı ile TM1 bantları arasında, benzer şekilde kil mineralleri için de TM5 ve TM7 bantları arasında önemli farklılık olduğu açıkça görülmektedir. Bu özelliklerden faydalanan araştırmacılar bant oranlaması mantığı ile $3/1$ – Demir oksit, $5/7$ – Kil mineralleri tayinini gerçekleştirmişlerdir. Maden arama açısından araştırmacıların kullandıkları diğer bir yöntem 6 Landsat TM bandı üzerinde gerçekleştirilen ve öz vektör matrisindeki değerlerin işaretine ve magnitudüne bakılarak, kil veya demir oksit minerallerinin hangi bileşen görüntüsü üzerine haritalandığını belirleyen ana bileşenler analizidir. Çalışma alanı için ana bileşenler analizi uygulanmış, demir oksit ve kil minerallerinin karakterize olduğu ana bileşen görüntüsü elde edilmiş ve bu görüntülerle kompozit görüntüler oluşturulmuştur.

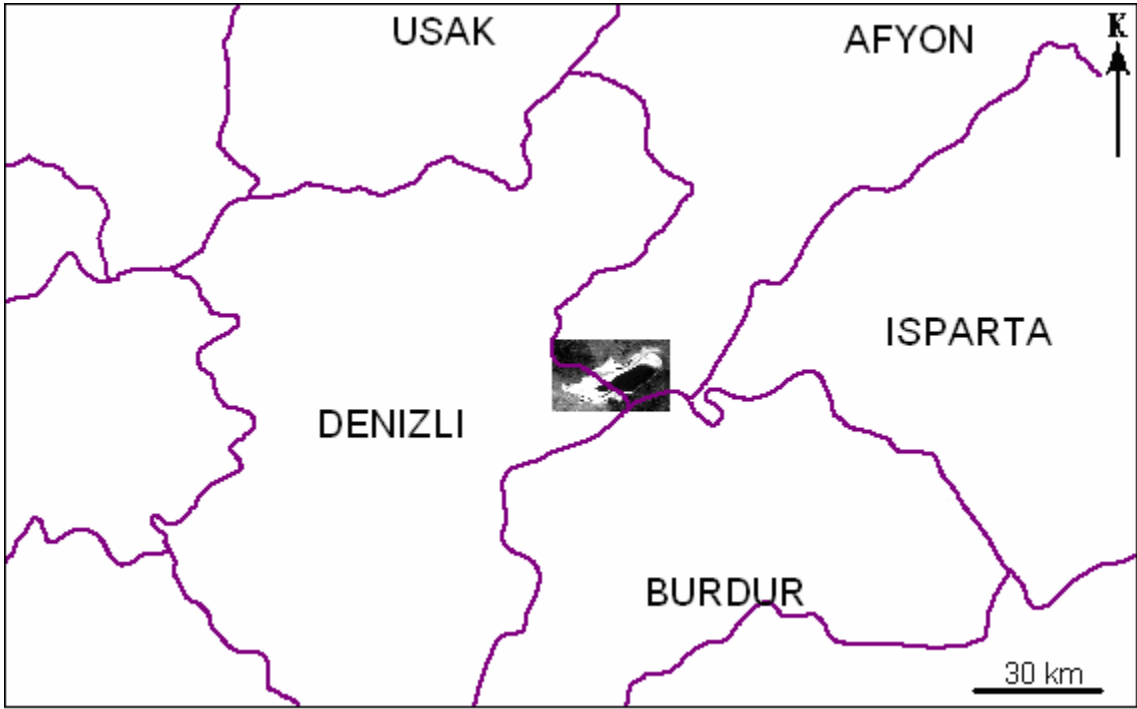


Şekil 1.2 Maden arama çalışmalarının yapıldığı inceleme alanı

Ayrıca maden aramada kullanılan bir farklı yöntem Crosta yöntemidir. Bu yöntem kil mineralleri için farklı, demir oksit mineralleri için farklı olmak üzere 4 Landsat TM bandı üzerinde gerçekleştirilen ana bileşenler analizidir. Crosta yöntemi için öz vektör matrisini incelemeye gerek yoktur. Bu yöntem sadece seçilen bantların türüne göre dördüncü bileşen görüntüsünde demir oksit ve kil minerallerini haritalamaktadır.

Maden arama amaçlı seçilen Denizli M21-M22 paftası görüntüleri üzerinde yapılan çalışma 4.2. bölümü oluşturmaktadır.

Uydu görüntülerinin etkin olarak kullanıldığı diğer bir alan ise çevre jeolojisidir. Aynı bölgeye ait farklı zamanlarda uydu görüntüsü alınarak değişiklikler izlenir. Acıgöl alanındaki değişim bölge halkının ve çevre bilimcilerin dikkatini çekmektedir. Sulak alanın kuru hale gelmesi uydu görüntülerinde bariz bir şekilde gözlenen net bir değişikliktir. Dolayısıyla değişim yakalama yöntemlerini denemek için Acıgöl bölgesi uygun bir alandır. Bu nedenle değişim yakalama algoritmalarını denemek ve Acıgöl'deki değişimi izlemek amacıyla bu bölge seçilmiştir (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 Değişim yakalama çalışmalarının yapıldığı inceleme alanı

Aynı bölgeye ait farklı zamanlarda alınmış görüntülerdeki farklılık sadece bölgedeki farklılıktan değil aynı zamanda diğer faktörlerden de kaynaklanmaktadır. Bu nedenle çalışmalar sırasında aynı alana ait farklı zamanlarda çekilmiş iki ayrı görüntünün birlikte kullanılması için bir görüntü diğer görüntüye göre kalibre edilmiştir. Bu kalibrasyon atmosferik düzeltme ve diğer düzeltmeler için gereklidir ve karşılaştırma yapmadan önce bu düzeltmeler gerçekleştirilmelidir. Mutlak düzeltme ve göreceli düzeltme olmak üzere iki türlü gerçekleştirilen atmosferik düzeltme yöntemlerinden çalışma alanı için göreceli

atmosferik düzeltme yöntemleri kullanılacaktır. Bu düzeltme yöntemleri kullanıldıktan sonra Gerçek görüntü bantları farkı, “Tasseled Cap” – parlaklık, nem farkı, NDVI farkı, Ana Bileşen -1 ler farkı, Ana Bileşenler Analizi-Değişim bantları ve Kullanıcı kontrolsüz sınıflama (Post Sınıflama) değişim yakalama yöntemleri değerlendirilecektir.

Çalışmanın bu kısmında değişim yakalama yöntemleri için Acıgöl ve civarını içersine alan Landsat 5 – 1987 ve Landsat 7 – 2000 görüntüleri üzerinde yapılan çalışmalar Bölüm4.3’de bulunmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında elde edilen bulgular ise Sonuçlar bölümünde yer almaktadır.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

Genel jeolojik özellikleri ortaya çıkarma bakımından uydu görüntüleri uzaktan algılama çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Abdelhamid ve Rabba 1994, Goosens ve Kroonenberg 1994, Griffiths vd. 1987, Kaufmann 1988, Knepper ve Simpson 1992). Çoğunlukla birkaç bantı içerecek şekilde geliştirilen algoritmalarla görüntüler işlenerek jeolojik analizler yapılır (Bennett vd. 1993, Rowan ve Bowers 1995)., Bantların oransal değerlerini kullanarak yeni sayısal görüntüler oluşturma, ana bileşen analizleri ile yeni görüntüler oluşturma ve lineer karışım esasına dayanan lineer optimizasyon ile her bir piksel içerisindeki aranan mineralin oranını belirleme maden aramada yaygın olarak kullanılan algoritmalarıdır (Bryant 1996, Sabins 1997, 1999 Settle ve Drake 1993). Gerek bant oranlaması gerekse 6 veya 4 bant üzerinde gerçekleştirilen ana bileşenler analizi ikincil hidroksil mineralleri ve demir oluşukları için önceki çalışmacılar tarafından başarılı bir şekilde uygulanmıştır (Crosta ve Moore 1989, Loughlin 1991, Sabins 1999, Singh ve Harrison 1985) ve bu yöntemler söz konusu oluşuklar için evrensel olarak kullanılmaktadır. Evaporit anomalilerini belirlemeye yönelik ise yine önceki çalışmacılar tarafından TM4/TM7 bant oranlamasının (Sabin ve Miller 1994) ve lineer optimizasyon yönteminin (Bryant 1996, Settle ve Drake 1993) ve 6 bant üzerinde gerçekleştirilen ana bileşenler analizinin (Kargı 2004a) kullanılabileceği belirtilmiştir. Litoloji ayrımı için ise gerek her bir bandın gerçek değeri, gerekse oransal değerlerle elde edilen bantların birkaç tanesi kullanılarak kompozit görüntüler oluşturulur ve kullanılır (Abdelsalam vd. 2000, Kusky ve Ramadan 2002). Yaygın olarak kullanılan yöntemler, oransal değerlere dayanan Abrams Yöntemi (Abrams vd. 1983), Sultan Yöntemi (Sultan vd. 1986), 754 (Kargı 2004b, Won-In ve Charusiri 2001), 741 (Hoatson 2001) ve 742 (Sabins 1997) TM bantlarıyla oluşturulan kompozit renkli görüntüler üzerinde litoloji ayrımı yapmaktadır.

Uydu görüntülerinin yaygın olarak kullanıldığı diğer bir alan ise arazi örtüsündeki değişim belirleme çalışmalarıdır. Elektromagnetik radyasyon sinyalleri atmosfer; geçerken aerosol ve gazlarla saçılarak ve absorbe edilerek değiştirilmektedir. Bu yüzden değişim

yakalama yöntemleri kullanılmadan önce atmosferik düzeltme gerçekleştirilmelidir. Landsat TM algılayıcıları Rayleigh ve gaz saçılmalarından ve atmosferdeki gaz absorpsiyonundan minimum etkilenen spektral bantlara sahiptir (Song vd. 2001). Fakat zaman içerisinde atmosferin optik özelliğindeki değişimi miktarlarının tanımak oldukça zordur (Kaufman 1993). Bu da radyometrik düzeltme önündeki en büyük engeli oluşturmaktadır (Coppin & Bauer 1994, Liang vd. 1997).

Uydu görüntülerindeki atmosferik etkiyi düzeltmek için radyatif transfer teorisine dayanan bir çok radyatif transfer bilgisayar program kodu (RTCs) geliştirilmiştir (Haan vd. 1991, Vermote vd. 1997) Bu radyatif transfer kodları, uydu ölçüm değerlerini başarılı bir şekilde yeryüzü yansımalarına dönüştürebilmektedir (Holm vd. 1989, Moran vd. 1992). Fakat RTC ile görüntülerde atmosferik düzeltmenin gerçekleştirilmesi zordur ya da bu ölçümler genellikle sağlanamamaktadır Bu yüzden görüntü düzeltmeleri için araştırmalar sınırlı kalmıştır.

Koyu obje çıkarması (DOS) değişim yakalamada atmosferik düzeltme için çok yaygın olarak kullanılan basit bir yöntemdir (Spanner vd. 1990, Ekstrand 1994, Jakubauskas 1996, Huguenin vd. 1997). Bu yaklaşım homojen bir atmosfer varsayımı ile Landsat TM görüntüsü içerisindeki sayısal değerlere sahip objelerin en küçük koyu objeler olduğunu ortaya koyar. Görüntü histogram içerisinde yer alan minimum DN değerleri atmosferik etkiyle ifade etmekte ve bu minimum değerler tüm piksel değerlerinden çıkarılmaktadır (Chavez 1989). Bazı karmaşık algoritmalar görüntü içerisinde koyu objelerden atmosferik optical özellikleri elde eder ve elde edilen bilgiler ile görüntüler düzeltilir.

Göreceli atmosferik düzeltme ise farklı zamanlardaki görüntü bantları arasında lineer bir ilişkinin temeli üzerine kurulmuştur. Bu doğrusal ilişki görüntüler içerisinde coğrafi konumları doğru belirlenmiş, radyometrik ve spektral olarak duraylı objelerin yapay değişmez özellikleri (PIF) üzerinde radyometrik ölçümlere dayanmaktadır. Schott vd. (1988) tarafından PIF için doğrusal ilişkinin eğim ve kesişimini, sayısal değerlerin ortalama ve standart sapmasından tahmin eden yeni bir teknik geliştirilmiştir. Var olan göreceli atmosferik düzeltme yaklaşımı görüntülerden PIF'ın tanımlanmasını sağlamıştır (Schott vd. 1988, Hall vd. 1991). Fakat PIF'ın tanımlanması geniş alanlar üzerindeki otomatik değişim yakalama ile uyumsuz (Song vd. 2001).

Bir tarihteki görüntünün DN değerlerinin bir eksen, farklı bir tarihteki görüntünün DN değerlerinin başka bir eksen olarak tanımlanması ile elde edilen grafikte oluşan sırtın eğim ve kesişimi tanımlamaktadır. Bu eğim ve kesişim bilgileri tüm spektral bantlar için elde edilmeli ve görüntüler bu bilgiler ışığında düzeltilmelidir. Bu yöntemler ilgili bölümlerde ayrıntılı bir şekilde tartışılmıştır.

Uzaktan algılama yöntemleri dünyada uzun yıllardan beri jeolojik amaçlar için kullanılırken ülkemizde de M.T.A. bünyesinde jeolojik amaçlı uzaktan algılama çalışmaları dünyadaki gelişmelere paralel olarak eskiden beri devam etmekte olup, aynı kurum bünyesinde bir araştırma birimi kurulmuştur. Ayrıca son yıllarda Uzaktan Algılama araçları, GPS ve Coğrafi Bilgi Sistemleri konusundaki teknolojik gelişmeler akademisyenlerin konu ile ilgisini daha da artırmış (örn., Aydal ve Polat 2004, Aydal vd., 2004a,b, Cengiz vd. 2003a,b,c, Ünsal vd. 2004) ve birkaç üniversitede araştırma merkezi kurulmuş ve konu fen bilimleri enstitülerinde anabilim dalı olarak yerini almıştır. Ancak buna rağmen Türkiye’de konu ile ilgili yeteri kadar akademik çalışma yapılmadığı ve yapılan çalışmaların çoğunlukla uzaktan algılamadan ziyade coğrafi bilgi sistemi ağırlıklı olduğu söylenebilir.

3. YÖNTEM

Bu çalışma, büro çalışması ve arazi çalışması olmak üzere iki gurup altında toplanabilir. Büro çalışmaları, uydu görüntülerini işleme ve yorumlamadan, arazi çalışmaları ise uydu görüntüleriyle tespit edilen özellikleri arazide yerinde kontrol etmekten ibarettir. Uydu görüntülerinde belirlenen özelliklerin coğrafi koordinatları belirlendikten sonra WAAS uyumlu Macellan marka GPS ile arazide aynı koordinatlar bulunarak gözlemler yapılmıştır. Arazi çalışmaları harita yapımı şeklinde yoğun arazi çalışmaları şeklinde değil, sadece özellikleri arazide kontrol etme şeklindedir. Uydu görüntülerini haritayla kıyaslamak gerektiğinde önceden yapılmış haritalar kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri Landsat 5 ve Landsat 7 uydusuna ait p34r görüntüleridir. Her iki görüntüsünde kapsadığı alan yaklaşık 34225 km²'dir. Landsat 5 uydu görüntüsü 1987 yılında Landsat 7 uydu görüntüsü ise, 2000 yılında alınmıştır. Her ikisinde Ağustos ayında alınmış yaz görüntüleridir. Yine her görüntüsünde geometrik-topoğrafik (ortorektifikasyon) düzeltilmesi EARTHSAT firması tarafından yapılmış (NİK İnş. Tic. Ltd. Şti, sözlü görüşme) ve çalışma bu geometrik düzeltilmesi yapılmış görüntüler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Geometrik-topoğrafik düzeltilmesi yapılmış görünür ışık ve kızıl ötesi görüntülerinin belirtilen piksel olarak çözünürlükleri 28.5m x 28.5m dir. Her iki uyduya ait aynı dalga boyunu kullanan 7 bant bulunmaktadır. Bu görüntü bantları oluşturulurken kullanılan ışınların dalga boyu aralıkları şu şekildedir: TM1: 0.45-0.52µm, TM2: 0.52-0.60µm, TM3: 0.63-0.69µm, TM4: 0.76-0.90µm, TM5: 1.55-1.75µm, TM6: 10.40-12.50µm ve TM7: 2.08-2.35µm. Landsat 7 de bunlara ilaveten 15m / piksel çözünürlüğe sahip görünür ışık ve yakın kızıl ötesi dalga boyu aralığında alınmış pankromatik görüntü bulunmaktadır. Çözünürlüğünün düşük olması nedeniyle (Landsat 7'nin pankromatik bandının Landsat 5'te olmaması nedeniyle) her iki uydunun termal kızıl ötesi bantları kullanılmamıştır.

Görüntüler işlenirken MultiSpec programı (Biehl ve Landgrebe, 2002) kullanılmıştır. Uydu görüntüleri vektör bilgilerle ataması yapılırken (register ederken) MapInfo ver.5.5 programı kullanılmıştır birleştirilirken veya coğrafi koordinatlı olmayan sayısal görüntüler konumlandırılarak koordinat. Veriler istatistiksel olarak ayrıca değerlendirilecekse Grapher programı kullanılmış ve grafiklerde bu programda çizilmiştir. Diğer bilgisayar işlerinde Ms Office, Corel Draw vs gibi genel amaçlı programlar kullanılmıştır.

Her bölümdeki çalışmanın amacına göre yukarıda belirtilen büyük görüntülerden ilgili kısımlar yine MultiSpec programından çıkarılıp, bu görüntüler üzerinde çalışma yapılmıştır. Oluşturulan sayısal görüntülerin ölçeği (görüntü kaybı olmaksızın) yaklaşık 1:90000 dir. Ancak bu görüntüler tez çalışmasına konurken yeniden ölçeklendirilmişlerdir.

Denizli ve çevresini içine alan bir bölgedeki çalışma alanları için her bir bölümde (litoji belirleme, maden arama, değişim yakalama) farklı yöntemler kullanılmış kullanılan yöntemlerin avantaj ve dezavantajları tartışılmıştır.

Litoloji belirleme için ilk olarak bölgede basit bir istatistiksel yöntem olan ortimum indeks faktör (OIF), daha sonra ise birden çok bantın birarada değerlendirildiği diğer yöntemler kullanılmıştır. Kullanılan ikinci yöntem Abrams yöntemidir. Demir oksitleri, kil minerallerini ve demir içeren diğer mineralleri baz alarak kullanılan bant oranlamasında 5/7 kil mineralleri için, 3/1 demir oksit mineralleri için, 4/5 demir içeren diğer mineraller için kullanılmış, 5/7'nin kırmızı 3/1'in yeşil ve 4/5'in mavi renk kanallarına atanmasıyla renkli bir kompozit görüntü oluşturulmuştur. Üçüncü olarak bölgede genellikle ultramafik arazilerin incelenmesi sırasında kullanılan Sultan yöntemi kullanılmıştır. İçerisindeki opak mineral içeriğini, hidroksil mineralleri ve Fe içeren alümina silikatları dikkate alarak bant oranlaması mantığı ile litolojik sınırları belirlenmeye çalışılmaktadır. 5/1 Opak mineral içeriğini, 5/7 Hidroksil minerallerini ve 5/4 x 3/4 bant oranlarının çarpımı ise Fe içeren alümina silikatları vurgulamaktadır. Bantlar arası çarpım kontrastı arttırmak amacı ile gerçekleştirilmiştir.

Dördüncü ve beşinci olarak jeolojik özellikleri daha iyi görebilmek ve litolojik sınırları rahatça belirlemek amacıyla oluşturulan görüntüler, RGB kanallarına TM7 Kırmızı (Red), TM4 Yeşil (Green), TM1 Mavi (Blue) olarak atanarak oluşturulan 741 ve TM7 Kırmızı

(Red), TM5 Yeşil (Green), TM4 Mavi (Blue) olarak atanarak oluşturulan 754 renkli kompozit görüntülerdir. Altıncı olarak da toplam varyansın büyük bir kısmının ilk üç ana bileşende toplanması mantığı dahilinde bu ilk üç bileşenin kullanarak renkli kompozit görüntü oluşturulması ve PC2'nin bitki örtüsü için kullanılan bir ana bileşen olduğu göz önüne alınarak 1,3 ve 4 ana bileşenlerini kullanıp RGB atamasının yapıldığı ana bileşenler analizi, bu çalışma alanı için uzaktan algılamada litoloji belirleme amacı altında kullanılan son yöntemdir.

Maden arama çalışmaları için cevher mineralinin spektrasına ve Landsat TM bantlarının dalga boyu aralıklarına bakılarak demir oksit ve kil mineralleri için bantlar arası oran kullanılarak yeni görüntüler oluşturulmuştur. Çalışma sırasında bant oranlaması mantığı ile 3/1 – Demir oksit, 5/7 – Kil mineralleri tayinini gerçekleştirmek için kullanılmıştır. Maden arama çalışmaları için kullanılan diğer bir yöntem 6 Landsat TM bandı üzerinde gerçekleştirilen ve öz vektör matrisindeki değerlerin işaretine ve magnitudüne bakılarak, kil veya demir oksit minerallerinin hangi bileşen görüntüsü üzerine haritalandığını belirleyen ana bileşenler analizidir. Ana bileşenler analizi uygulandıktan sonra farklılık gösteren bantlar tespit edilerek bu bantlar için uygun olan renk ataması gerçekleştirilerek kompozit görüntü oluşturulmuştur. Maden arama çalışmaları için son olarak kullanılan yöntem Crosta yöntemidir. Bu yöntem kil mineralleri için farklı, demir oksit mineralleri için farklı olmak üzere 4 Landsat TM bandı üzerinde gerçekleştirilen ana bileşenler analizidir. Crosta yöntemi için öz vektör matrisini incelenmeden seçilen bantların türüne göre dördüncü bileşen görüntüsünde demir oksit ve kil mineralleri haritalanmıştır.

Değişim yakalama yöntemlerini kullanmadan önce var olabilecek atmosferik etkiyi düzeltmek için gerçek yeryüzü yansıma değerlerini bulmaya gerek kalmadan, farklı iki zamanda alınmış aynı yere ait görüntülerden birisinin sayısal değerinin diğerine göre normalize edilmesi (Chavez ve Mackinnon, 1994) mantığını taşıyan göreceli atmosferik düzeltme yöntemlerinden yapay - değişmez normalizasyonu değiştirilerek uygulanmıştır. Görüntülerde atmosferik düzeltmenin tespitinden sonra Landsat 5 – 1987 ve Landsat 7 – 2000 görüntüleri için Gerçek görüntü bantları farkı, “Tasseled Cap” – parlaklık, nem farkı, NDVI farkı, Ana Bileşen -1 ler farkı, Ana Bileşenler Analizi-Değişim bantları ve Kullanıcı

kontROLSÜZ sınıflama (Post Sınıflama) değişim yakalama yöntemleri kullanılmış ve iki görüntü arası ayrımın yakalanması gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Litoloji Belirleme

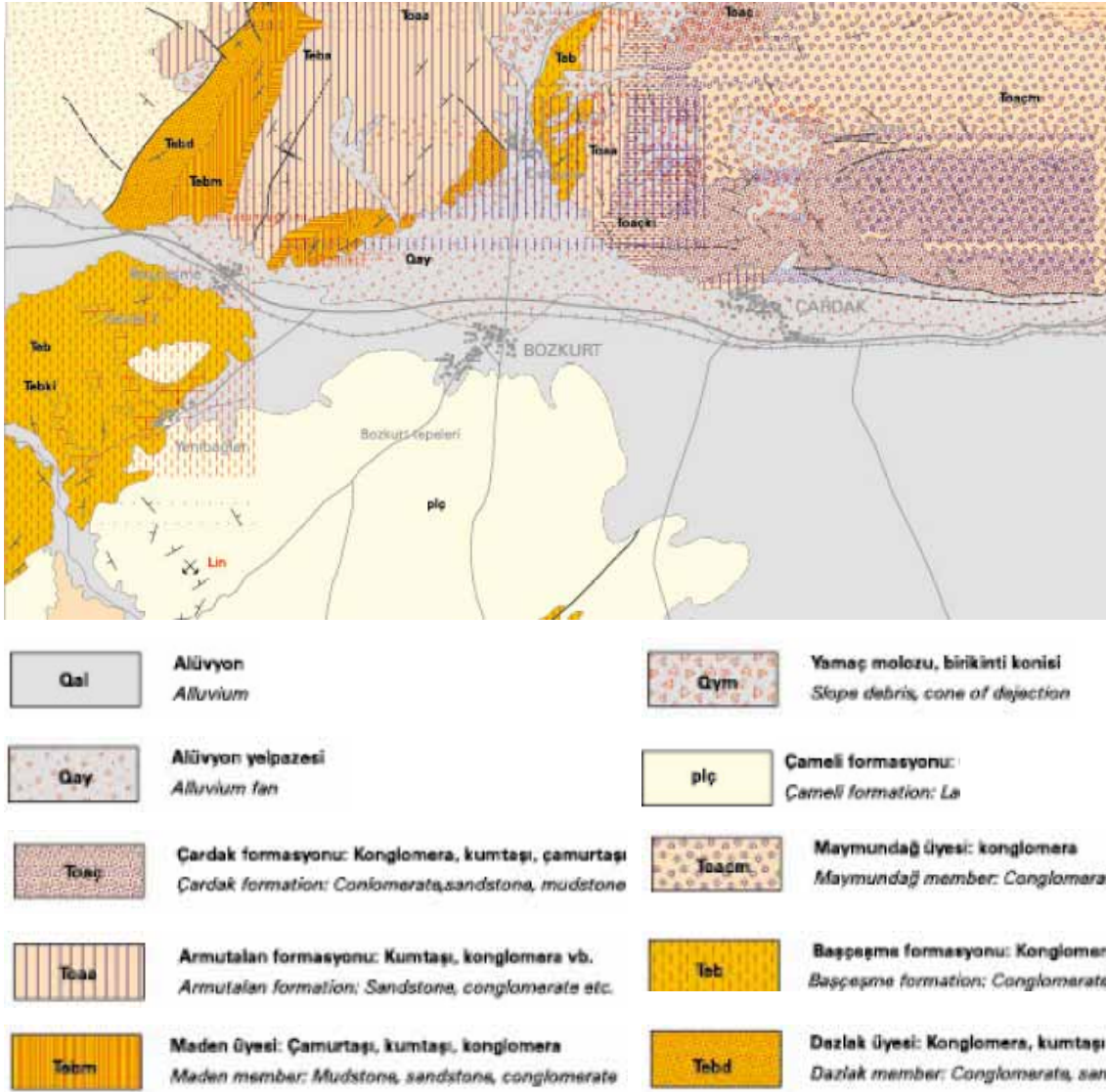
Uydu görüntüleriyle jeolojik harita yapımı eskiden beri araştırmacıların ilgisini çekmiş ve birçok araştırmacıya çalışma konusu olmuştur. Son yıllarda uydu teknolojilerindeki gelişmeler, uydu görüntülerinin jeolojide daha yaygın olacağını işaret etmektedir. Ancak çok kanallı uydu görüntülerinin kendisi veya işlenmesi ile oluşturulacak olası çok sayıda kombinasyon olmasına rağmen, litolojik sınırları belirlemede en uygun yöntemin hangisi olduğu konusunda araştırmacılar arasında bir fikir birliği bulunmamaktadır. Örneğin Abrams vd. (1983) ve Sultan vd. (1986) farklı bant oranlamalarıyla oluşturulacak kompozit görüntülerle litolojik birimlerin daha belirgin hale geleceğini öne sürerken, Hoatson (2001) ve Kargı (2004a) 741, Sabins (1997) 742 ve Won-In ve Charusiri (2001) 754 bantlarıyla oluşturulan renkli görüntülerin litolojik ayrımında daha etkin olduğunu belirtmiştir. Chavez (1982) ise çalışılan bölge için hangi bant kombinasyonlarının ve bant oranlarının kullanılmasının daha uygun olacağını belirlemek amacıyla, bantlar arasındaki korelasyon katsayısı ve bantların standart sapmasını dikkate alan optimum endeks faktör (OIF) ismiyle bilinen basit bir istatistiksel yöntem ortaya atmış ve bu yöntem daha sonraki araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmıştır. Diğer taraftan çok boyutlu veri analizlerinde kullanılan ana bileşenler analizi ve küme analizleriyle oluşturulan sınıflandırmalar bütün bantlardaki bilgileri dikkate aldığı için diğerlerine göre daha ileri istatistiksel yöntemlerdir. Her ikisi de diğer yöntemler gibi uzaktan algılama çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada sınıflandırma yöntemi dışında yukarıda bahsedilen diğer yöntemler, litoloji ayrımı için seçilen bir bölgeye uygulanmış ve sonuçları tartışılmıştır.

4.1.1. Bölgenin jeolojisi

Litoloji ayrımı için kullanılan yöntemleri incelemek amacıyla Acıgöl'ün batısında yer alan 1/25000'lik haritada M23-a3 ve M23-a4 paftalarını içersine alan yaklaşık 280 km²'lik

bir alan seçilmiştir (Şekil 4.1). Landsat 5 TM görüntülerinin alansal çözünürlüğü düşünüldüğünde (Bant TM 6 hariç) bu görüntülerin 1/100000’lik jeoloji haritalarıyla kıyaslanması gerekir. Bu nedenle M.T.A. (2005) tarafından hazırlanmış 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası baz alınarak arazi gözlemleri ve uydu görüntüleri birarada değerlendirilmiştir.



Şekil 4. 1 Litoloji ayırım çalışmalarında kullanılan bölgenin jeoloji haritası (M.T.A., 2005) (Harita boyutları: 22km x 12.9km).

Bölgenin M.T.A. (2005) tarafından hazırlanmış jeolojik haritasına bakıldığında yüzlek veren birimler şu şekildedir. Hambat ovasının KD’sında Maymun Dağı civarında konglomera birimlerini içeren Maymun dağı üyesi ve Çardak yerleşim merkezi civarında

konglomera ve kumtaşı birimlerinden oluşmuş Çardak formasyonu yer almaktadır. Hambat ovası içerisinde yer alan Bozkurt'un KB'sında konglomera, kumtaşı, silt aralanmalarından oluşmuş Başçeşme formasyonu ve konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı birimlerinden oluşmuş Armutalan formasyonu yer almaktadır. Hambat ovasının güneyinde ise gölsel kiltası, marn, killi kireçtaşı, kum aralanmalarından oluşmuş Çameli formasyonu bulunmaktadır. Çardak, Bozkurt yerleşim merkezlerini içerisine alan Hambat ovası ise Kuvaterner yaşlı genç çökellerden oluşmuş alüvyon birimlerden meydana gelmiştir. İnceleme alanının jeoloji haritası Şekil 4.1.'de verilmiştir.

4.1.2. Kullanılan yöntemler

Litoloji ayırım yöntemlerinden bahsetmeden önce görüntülere son halini verirken kullanılan renkli kompozit görüntü oluşturma ve kontrast germe yöntemlerinden ve görüntü için kontrast germenin öneminden bahsetmek gerekir.

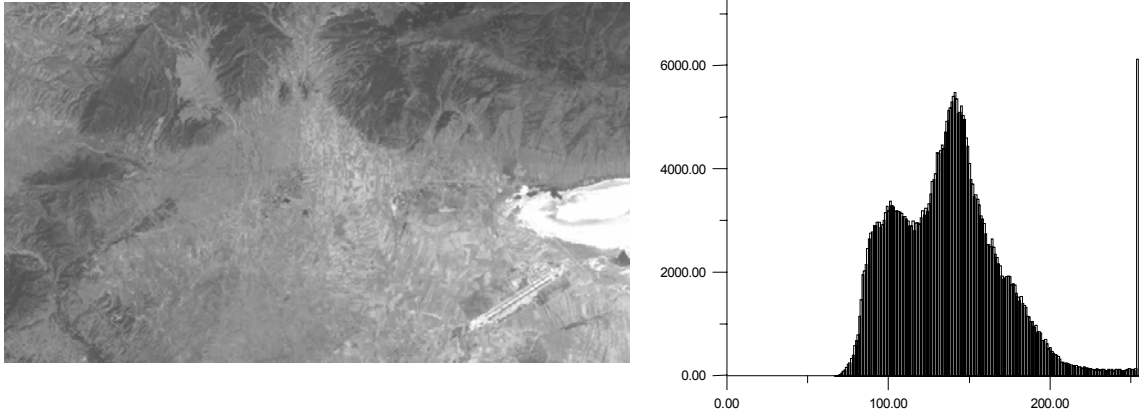
4.1.2.1. Kompozit görüntülerde kontrast germesinin etki ve önemi

Uydu görüntülerini oluşturan sayısal değerler genellikle görüntünün radyometrik çözünürlüğü ile tanımlanmış olan sayısal değer aralığının tamamını kapsayacak şekilde dağılmaz ve belli bir aralıkta kümelenir. Yani 8 bitlik bir Landsat görüntüsü piksellerin sayısal değerinin 0 ile 255 arasında bütün değerleri almasına izin verirken örneğin görüntüler sayısal değer olarak 60 ile 200 arasında değişebilir. Kontrast germesinin amacı görüntü içerisindeki objeler arasındaki kontrastı artırıp daha belirgin hale getirmek için görüntü sayısal değerleriyle oluşan histogramın sınırlarını genişletmektir.

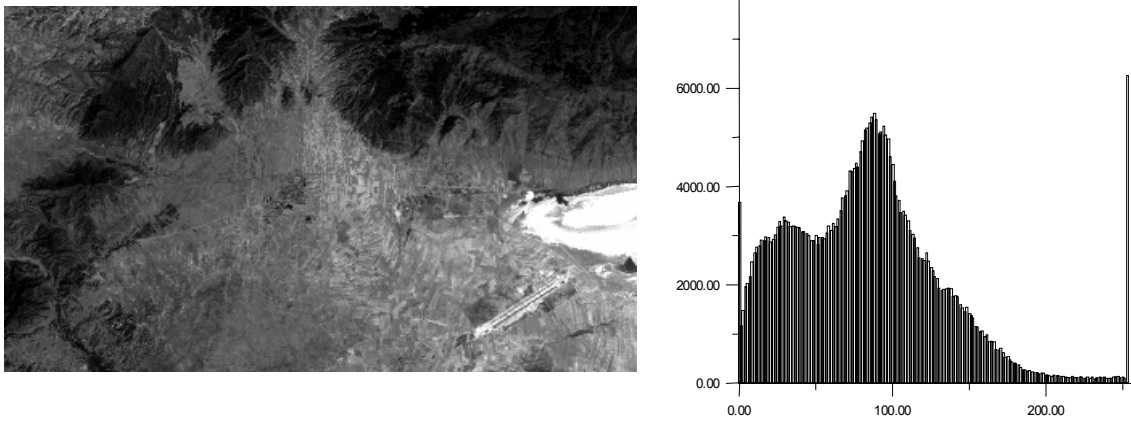
Görüntüye uygulanan kontrast germe (uzatma) yöntemleri 3'e ayrılır: Lineer, Eşit Alan, Gauss Kontrast Germesi

4.1.2.1.1. Lineer kontrast gemesi

Lineer Kontrast gemesi, görüntüyü oluşturan tüm sayısal değerleri 0 ile 255 arasına dağıtır. Bu şekli ile görüntü gerçek haline göre netleşmiş olur.



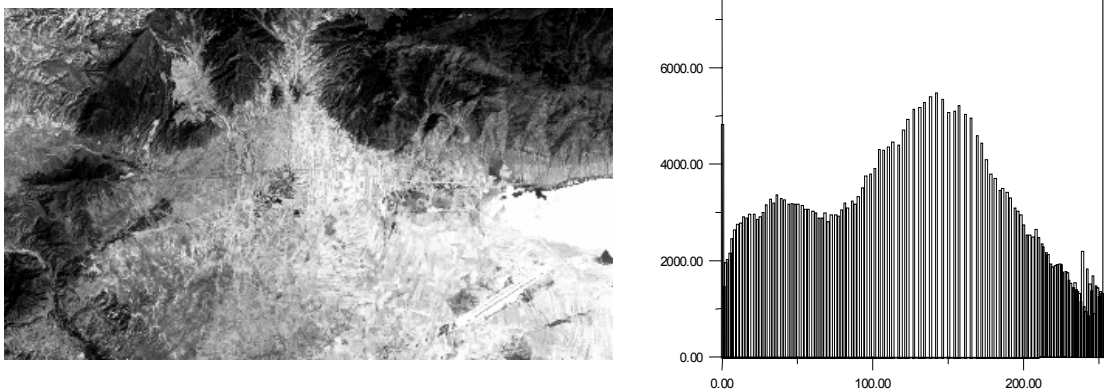
Şekil 4.2 Orjinal görüntü ve sayısal değerlerinin histogramı



Şekil 4.3 Lineer kontrast gemesi uygulanmış görüntü ve sayısal değerlerinin histogramı

Gerçek görüntü ile lineer kontrast gemesi uygulanmış görüntü arasındaki farklılık ve görüntüyü oluşturan sayısal verilerin histogramları Şekil 4.2 ve 4.3’de verilmiştir. Litoloji sınırlarının belirlenmesinde kullanılan ana bileşenler analizi hariç diğer yöntemlerde lineer kontrast gemesi kullanılmıştır.

4.1.2.1.2. Eşit alan kontrast gemesi



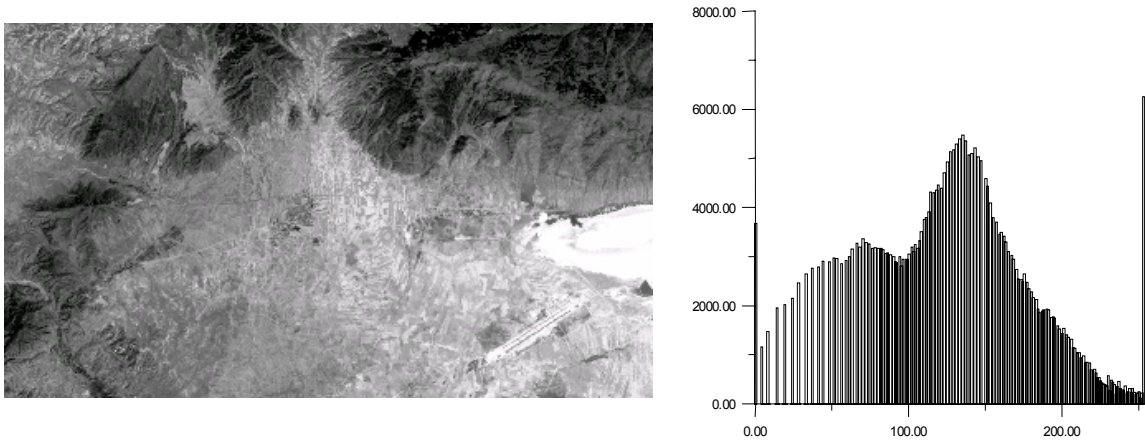
Şekil 4.4 Eşit alan kontrast gemesi uygulanmış görüntü ve sayısal değerlerinin histogramı

Eşit alan kontrast gemesi, sayısal verileri daha geniş aralıkta inceleyen bir uzatma tekniğidir. Bu şekliyle yaygın piksel değerleriyle temsil edilen alanların kontrastı artacak ve bu bölgeler diğer kısımlara nazaran daha belirgin hale gelecektir. Eşit alan kontrast gemesi uygulanmış görüntü Şekil 4.4’de verilmiştir.

Litoloji sınırlarının belirlenmesinde kullanılan Ana bileşenler analizinde Eşit alan kontrast gemesi kullanılmıştır.

4.1.2.1.3. Gauss kontrast gemesi

Gauss kontrast gemesi, Gauss dağılımını baz alarak sayısal verileri düzenleyen bir yöntemdir. Gauss kontrast gemesi uygulanmış görüntü Şekil 4.5’de verilmiştir. Bu çalışmada hiçbir görüntüde bu yöntem kullanılmamıştır.



Şekil 4.5 Gauss kontrast gemesi uygulanmış görüntü ve sayısal değerlerinin histogramı

Bu çalışmada kullanılan litoloji ayırım yöntemleri ve uygulama sonuçları aşağıda ayrıntılı bir şekilde tartışılmıştır.

4.1.2.2. Optimum indeks faktör (O.I.F.) ile oluşturulan görüntüler

Görüntü üzerinde kullanmak amacıyla hangi bant kombinasyonlarının ve oranlarının daha uygun olacağını belirlemek amacıyla, bantlar arasındaki korelasyon katsayısı ve bantların standart sapmasını dikkate alarak basit bir istatistiksel yöntem geliştirilmiştir (Chavez 1982). Bu yöntemin ismi optimum indeks faktör (O.I.F.)’dür.

Çalışma alanı için uygulanan optimum indeks faktör formülü aşağıda verilmiştir.

$$OIF = \frac{\sum_{k=1}^3 S_k}{\sum_{j=1}^3 Abs(r_j)}$$

S_k : band k'nın standart sapması

r_j : iki band kombinasyonu arasındaki korelasyon katsayısı

Optimum indeks faktör (OIF) kullanılarak oluşturulan bant çizelgesine göre OIFmax = 43,69 bulunmuş ve buna karşılık gelen 135 bantları kullanılarak kompozit görüntü oluşturulmuştur (Şekil 4.6).

Tablo 4. 1 Optimum indeks faktör (OIF) kullanılarak oluşturulan bant çizelgesi

Band	Toplam Sk	Abs(rj)	OIF(Sk/Abs(rj))
123	92,49	2,89	32,00346
124	80,66	2,73	29,54579
125	103,76	2,61	39,75479
127	86,16	2,6	33,13846
134	92,7	2,73	33,95604
135	115,8	2,65	43,69811
137	98,2	2,63	37,3384
145	103,97	2,56	40,61328
147	86,37	2,51	34,41036
157	109,47	2,59	42,26641
234	80,98	2,79	29,02509
235	104,08	2,69	38,69145
237	86,48	2,66	32,51128
245	92,25	2,62	35,20992
247	74,65	2,56	29,16016
257	97,75	2,62	37,30916
345	104,29	2,7	38,62593
347	86,69	2,63	32,96198
357	109,79	2,73	40,21612
457	97,96	2,7	36,28148

Bu yöntemle oluşturulmuş görüntüden iyi bir sonuç elde edilememiştir. Özellikle alüvyon olan bölgede olan ayırım bu görüntüde hiç net değildir. Genel bir tanımlama ile 531 görüntüsü bölge litoloji sınırlarını belirlemede yetersiz kalmıştır.



Şekil 4. 6 Optimum indeks faktör (OIF) kullanılarak elde edilen 531 bantları ile oluşturulan görüntü (Görüntü boyutları: 22,4km x 12,9km)

4.1.2.3. Bant oranlaması ile oluşturulan görüntüler

Jeolojik uzaktan algılama çalışmalarında bant oranlaması özellikle cevherleşmelere eşlik eden alterasyon kuşaklarının ve ikincil demir oluşumlarının tespitinde faydalanan bir yöntemdir. Topoğrafik değişimleri, tane boyundan kaynaklanan yansıma ve parlaklıktaki genel değişimleri, yeryüzü bilgileri ile ilişkisi olmayan gölge vs. gibi etkileri minimuma indirmek için kullanılır (Abrams vd., 1983; Blodget ve Brown, 1982) Bant oranlaması tekniği ile yeni bir görüntü bantı oluşturulurken aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$SD_{BantY_{ij}} = \frac{SD_{BantA_{ij}}}{SD_{BantB_{ij}}} \cdot \frac{255}{a}$$

SD : Görüntü içerisindeki i,j koordinatındaki herbir pikselin sayısal değeri

BantY : Oluşturulan yeni bant

Bant A,B : Orijinal Landsat TM bantları

$$a = \frac{SD_{BantA_{ij}}}{SD_{BantB_{ij}}} \text{ 'nın maksimum değeri}$$

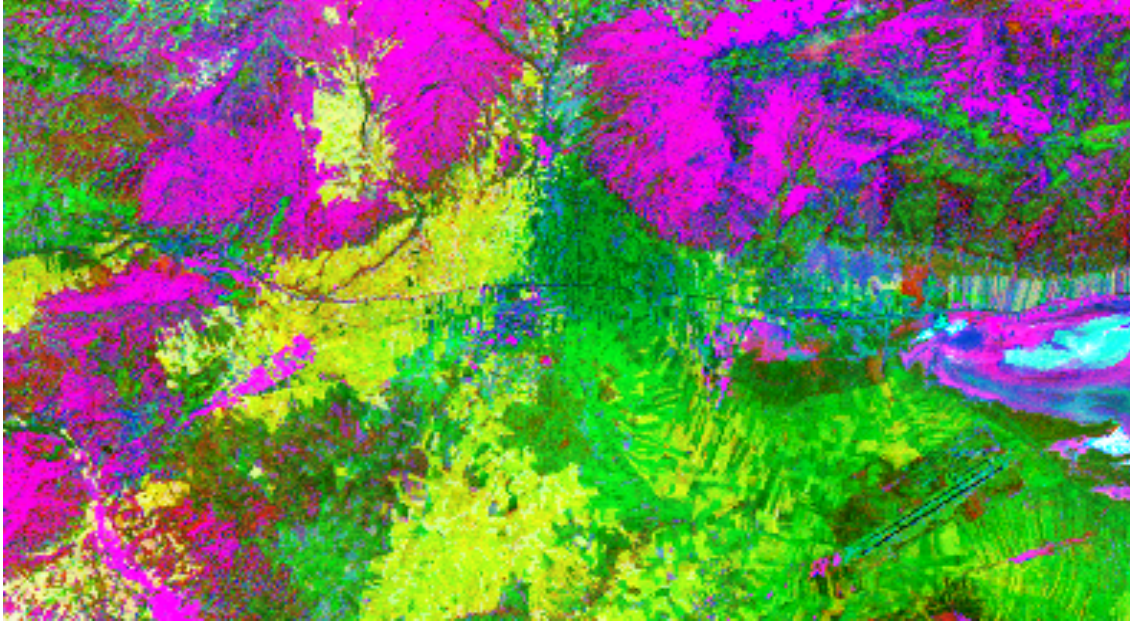
Litaratürde bant oranlamasıyla litolojik sınırların tespiti için iki farklı yöntem bulunmaktadır. Bunlar, Abrams ve Sultan yöntemleridir.

4.1.2.2.1.Abrams yöntemi

Abrams yöntemi bir arazideki jeolojik verilerin içerisinde yer alan demir oksitleri, kil minerallerini ve demir içeren diğer mineralleri tespit ederken kullanılır. 5/7 bant oranlaması, kil mineralleri için, 3/1 bant oranlaması, demiroksit mineralleri için, 4/5 bant oranlaması, demir içeren diğer mineraller için kullanılmaktadır. Dolayısıyla 5/7'nin kırmızı 3/1'in yeşil ve 4/5'in mavi renk kanallarına atanmasıyla renkli bir kompozit görüntü oluşturulur (Abrams vd.1983).

Çalışma alanı olarak seçilmiş Denizli-Hambat Ovası civarının Abrams Yöntemi ile oluşturulmuş görüntüsü Şekil 4.7'de verilmiş ve oluşturulan kompozit görüntü içerisinde farklı renklerle karakterize olan alanlar arazide yerinde gözlemlerle ve jeoloji haritasıyla karşılaştırılarak test edilmiştir. Şekil içerisindeki pembe renkler kumtaşı, konglomera ardaalanmalarından oluşan çardak formasyonu, konglomera, kumtaşı, silt taşı ardaalanmalarından oluşan başçeşme formasyonu, konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ardaalanmalarından oluşan armutalan formasyonunu ifade ederken Çardak yerleşim biriminin kuzay doğu kısmında yer alan konglameradan oluşmuş maymun dağı üyesi yeşil-sarı ardaalanmalardan oluşmuştur. İç kısımlarda olan sarı ve yeşil kısımlar alüvyon birimi ifade etmektedir.

Oluşturulan kompozit renkli görüntüde, çalışma alanındaki jeolojik birimler arasından alüvyon birim olarak ifade edilmiş kısımlar farklı renklerle belirlenmiş, fakat konglomera, kireçtaşı, birimlerinden oluşmuş ayrı formasyonlar arasında belirgin bir renk ayrımı gözlenmemiştir. Genel bir değerlendirme ile Abrams yöntemi bölgedeki litolojik birimlerin ayrımında yetersiz kalmıştır.



Şekil 4. 7 Abrams yöntemi ile oluşturulan kompozit görüntü

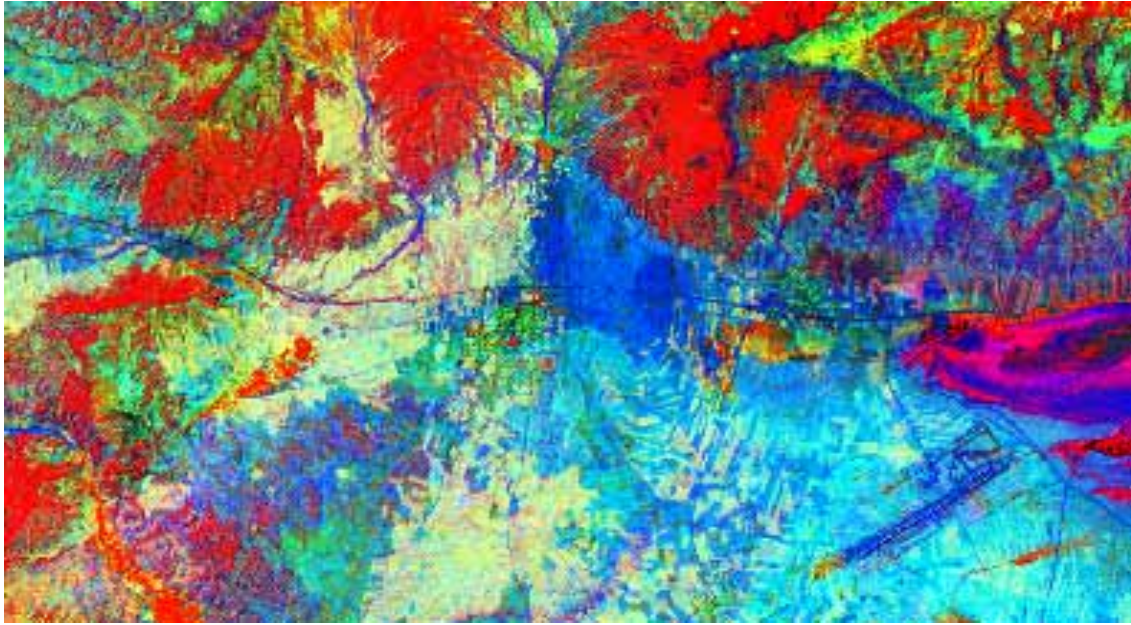
4.1.2.2.2. Sultan yöntemi

Sultan yöntemi genellikle ultramafik arazilerin incelenmesi sırasında kullanılan, Abrams Yönteminde olduğu gibi bant oranlaması mantığına dayanan bir yöntemdir. Bu yöntem arazi içerisindeki opak mineral içeriğini, hidroksil mineralleri ve Fe içeren alümina silikatları belirlemede kullanılır. 5/1 bant oranlaması Opak mineral içeriğini, 5/7 bant oranlaması Hidroksil minerallerini ve 5/4 x 3/4 bant oranlarının çarpımı ise Fe içeren alümina silikatları vurgulamaktadır. Buradaki bantlar arası çarpım kontrastı arttırmak amacı ile gerçekleştirilmektedir.

Şekil içerisindeki kırmızı renkler kumtaşı, konglomera aralanmalarından oluşan çardak formasyonu, konglomera, kumtaşı, silt taşı aralanmalarından oluşan başçeşme formasyonu, konglomera, kumtaşı, çamurtaşı aralanmalarından oluşan armutalan formasyonunu ifade ederken Çardak yerleşim biriminin kuzay doğu kısmında yer alan konglameradan oluşmuş maymun dağı üyesi yeşil-mavi aralanmalardan oluşmuştur. İç kısımlarda olan mavi ve yeşil kısımlar alüvyon birimi ifade etmektedir (Şekil 4.8).

Oluşturulan kompozit renkli görüntüde, Abrams yöntemine benzer bir görüntü gözlenmektedir. Abrams yönteminde pembe renkte görülen formasyonlar bu yöntemde göre kırmızı renkle görüntülenmiştir. Alüvyon birimler ise sarı mavi yeşilimsi renklerle

karakterize olmuştur. Sultan yönteminde, Abrams yönteminde olduğu gibi inceleme alanındaki litolojik birimlerin ayırımında yeteri kadar başarılı olamamıştır.



Şekil 4. 8 Sultan yöntemi ile oluşturulan kompozit görüntü.

4.1.2.4. Renkli kompozit görüntü oluşturma

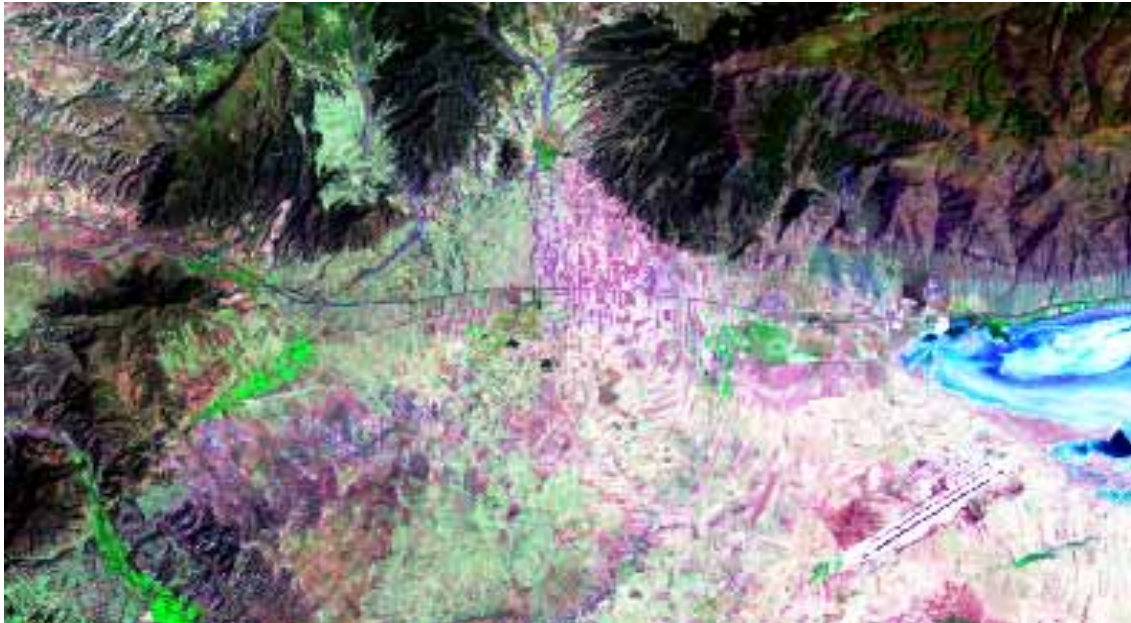
Kompozit görüntü oluşturma her bir gri tondan oluşan görüntü bantlarının birkaç tanesini birleştirilerek tek bir renkli görüntü oluşturma şeklinde ifade edilebilir. 24 bitlik sayısal renkli görüntü bir koordinattaki rengi saf kırmızı, yeşil ve mavi (RGB) olacak bir renk kübü içerisindeki konumuna göre belirlenir. Dolayısıyla herhangi bir RGB görüntüsünde bütün renkler bu üç rengin değişik tonlarının karışımlarından türetilir. İnsan gözü renkli objeleri daha net belirleyebildiği için bu renkli görüntüler doğal olarak görüntü içerisindeki bazı özelliklerin daha iyi ayırt edilmesini sağlar.

Hangi görüntü bantlarının birleştirilerek kompozit renkli görüntüler oluşturulacağı amaca göre değişir. Örneğin Landsat TM görüntülerindeki 321 (RGB) bantlarının karışımı ile oluşturulan görüntüler (doğal renk kompozisyonu), doğal görünüme yakın bir görüntü sunarken, 754 bantları ile oluşturulan yapay renkli görüntülerle jeolojik özellikler daha iyi görülebilir veya 431 kompozit renkli görüntüsü ile bitki kalitesi belirlenebilir. Litoloji

ayırımı için 741, 754 (RGB) kompozit görüntüleri önceki çalışmacılar tarafından önerilmiştir.

4.1.2.4.1. 741 TM (RGB) renkli kompozit görüntü

Jeolojik özellikleri daha iyi görebilmek ve litolojik sınırları rahatça belirlemek amacıyla TM7 Kırmızı (Red) olarak, TM4 Yeşil (Green) olarak, TM1 Mavi (Blue) olarak atanmış ve 741 renkli kompozit görüntü oluşturulmuştur (Şekil 4.9).

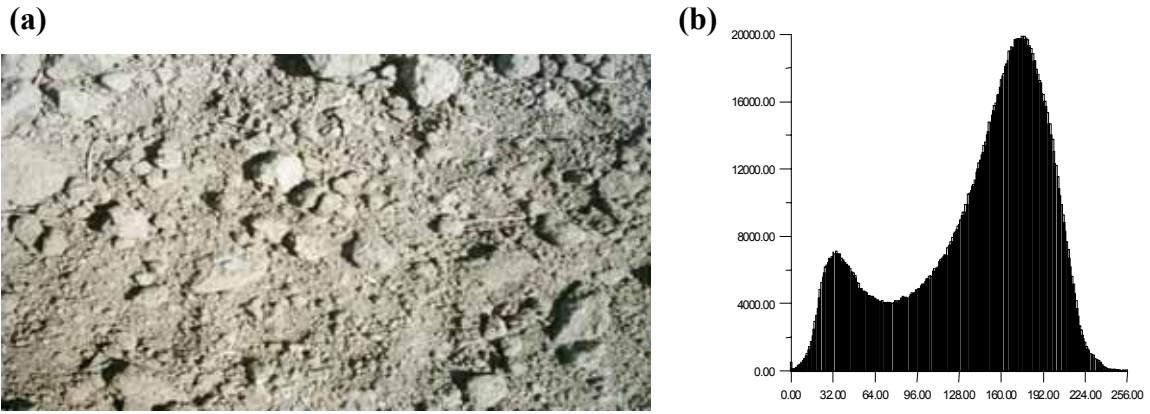


Şekil 4.9 741 TM bantlarıyla oluşturulan kompozit görüntü.

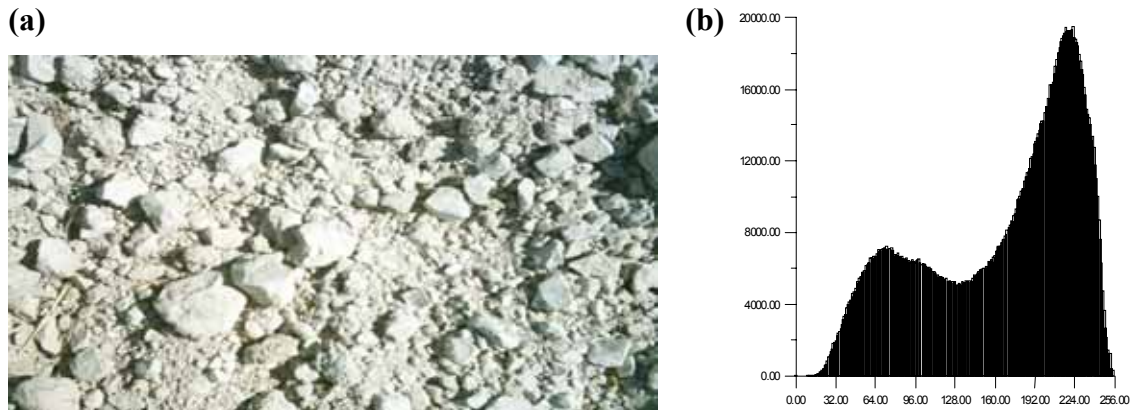
Şekil içersindeki kahverengi renkler kumtaşı, konglomera ardalanmalarından oluşan çardak formasyonu, konglomera, kumtaşı, silt taşı ardalanmalarından oluşan başçeşme formasyonu, konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ardalanmalarından oluşan armutalan formasyonunu ifade ederken Çardak yerleşim biriminin kuzay doğu kısmında yer alan konglameradan oluşmuş maymun dağı üyesi kahverengi - açık kahverengi renk ardalanmalarından oluşmuştur. İç kısımlarda olan sarı ve yeşil kısımlar alüvyon birimi ifade etmektedir.

Bu yöntemle göre litolojik birimler arasındaki ayırım Abrams ve Sultan yöntemlerine göre daha ayırıcı niteliktedir. Özellikle Bozkurt'un kuzey kısmında yer alan alüvyon birim

arasındaki ayırım yeşil ve pembe renkler arasındaki geçişler şeklinde gözlenmektedir. Bu geçişlerin nedenini araştırmak üzere bir arazi çalışması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. 10 Çameli formasyonunun kireç içeriği daha az biriminin(arazide daha koyu renkli, 741 kompozit görüntüsünde yeşil renkli) fotoğraf görüntüsü (a) ve bu fotoğrafı oluşturan sayısal değerlerin histogramı (b).



Şekil 4. 11 Çameli formasyonunun kireç içeriği daha fazla biriminin(arazide daha açık renkli, 741 kompozit görüntüsünde pembe renkli) fotoğraf görüntüsü (a) ve bu fotoğrafı oluşturan sayısal değerlerin histogramı (b).

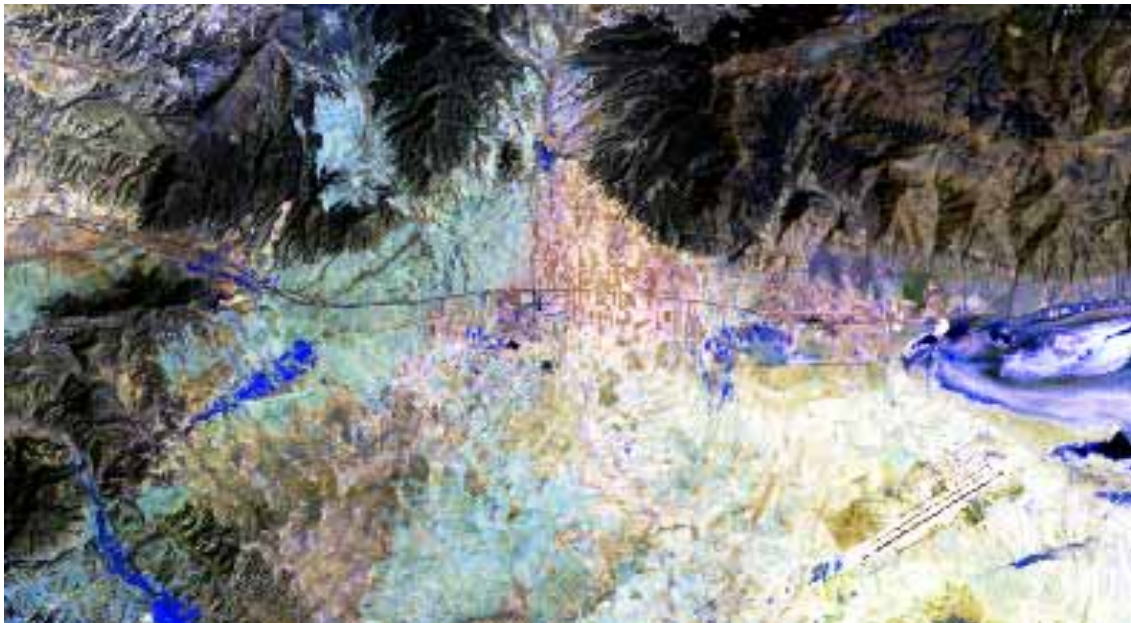
Bu çalışmaya göre, Bozkurt'un kuzeybatı kısmında yüzlek veren Çameli formasyonun kireç içeriği az olan birimleri (uydu görüntüsünde yeşil olarak görülen kısım) arazide koyu renkli bir görünüme sahiptir. Bozkurt'un kuzeydoğu kısmında yüzlek veren Çameli formasyonun birimleri ise (uydu görüntüsünde pembe olarak görülen kısım) arazide daha açık renkli bir görünüme sahiptir. Jeoloji haritasında tamamı Çameli Formasyonu olarak haritalanan ama arazi gözlemleriyle farklı litolojilere sahip olan ve kompozit görüntülerde farklı renklerle karakterize olan bu bölgelerde yeryüzü yansımalarıyla uydu radyansı

arasındaki korelasyonu belirlemek amacıyla basit bir yöntem uygulanmıştır. Sayısal fotoğraf makinasıyla öğlen saatlerinde ve görüntü alım açısı dik olacak şekilde bu alanların fotoğrafı çekilip sayısal değerlerin histogramları Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de karşılaştırılmıştır.

Bu histogramlarda sol taraftaki yığılmalar gölgeden kaynaklanmaktadır. Gölgenin etkisinden kurtulmak için sayısal değerlerin ortalamasına değil histogramın sağ tarafındaki doruk noktasına yani moduna bakılmıştır. Histogramın sağ tarafı için kireç içeriği fazla olan birimin modu 220’dir. Diğerinin modu ise 180’dir. Bu alanlardaki farklı yer yansıma değerleri doğal olarak görüntü bantlarında bu alanların farklı renklerde görülmesine neden olacaktır. Yer yansıma değerleri ile test edilerek elde edilen bu bilgi kullanılarak renkli kompozit görüntüler yardımıyla bölgedeki Çameli formasyonunun alt birimlerini haritalamak mümkündür.

4.1.2.4.2. 754 TM (RGB) renkli kompozit görüntü

Litolojik sınırların belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan diğer bir yöntem ise 754 (RGB) TM bantları ile renkli kompozit görüntü oluşturmaktır.

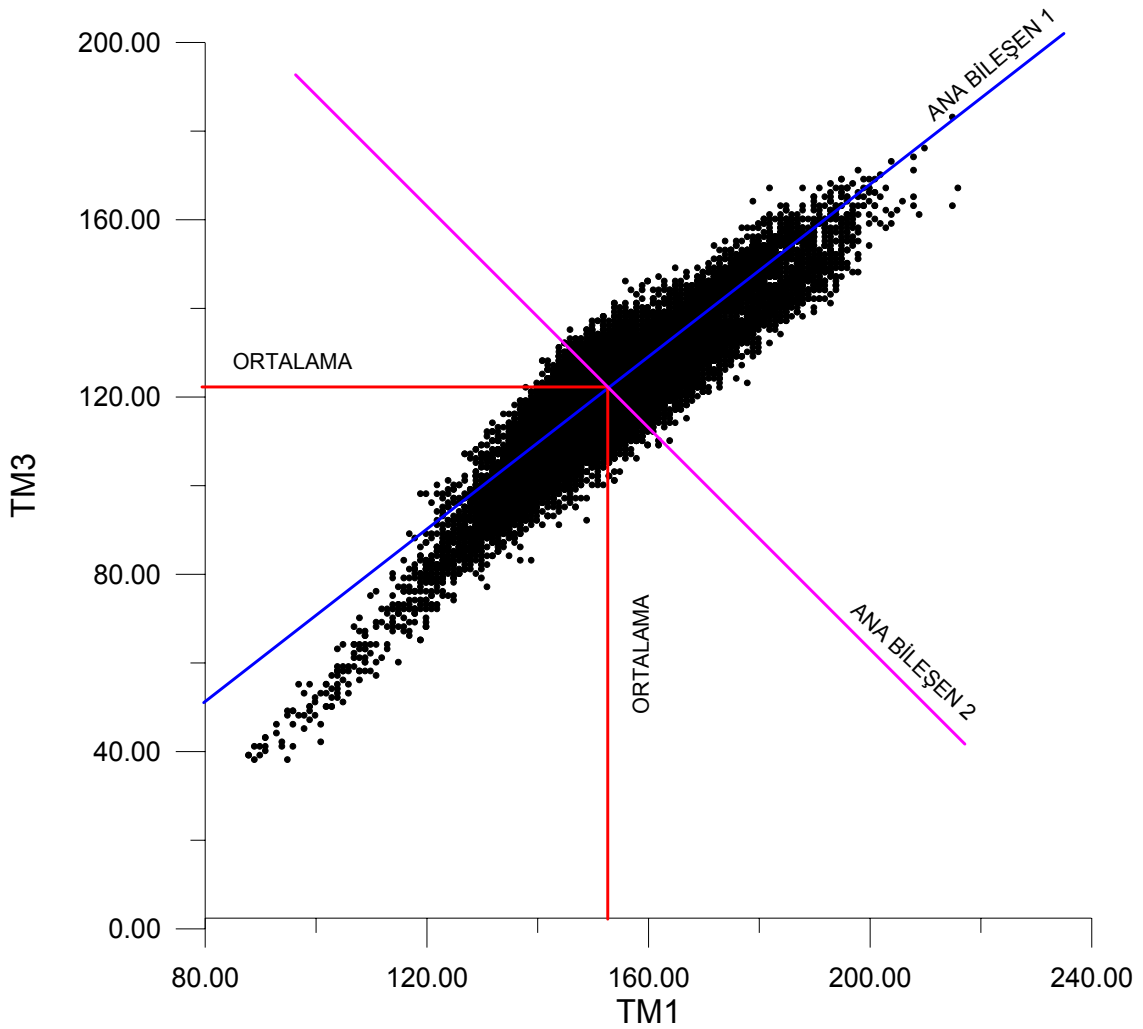


Şekil 4. 12 754 TM bantlarıyla oluşturulan kompozit görüntü.

Bölge için oluşturulan 754 (RGB) görüntüsü Şekil 4.12’de verilmiştir. Bu yöntemle göre jeolojik birimler arasındaki ayrım 741 TM bantları ile oluşturulmuş renkli kompozit görüntüden çok farklı değildir. Tek fark birimlerin farklı renklerle görülmesidir.

4.1.2.5. Ana bileşenler analizi ile oluşturulan görüntüler

Multispektral veriler yüksek derecede birbirleriyle korele edilebilir özelliktedir. Ana bileşenler dönüşümü ise çok değişkenli veriler arasında söz konusu korelasyonu gidermek için kullanılır. Bu korelasyonu gidermek için mevcut koordinat sistemini yapılacak matematiksel açılımlarla değiştirmeyi amaçlar. Böylece korelasyonun ortadan kalktığı yeni bir koordinat sistemi oluşturulmuş olur (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Landsat TM1 ile TM3 bantları arasındaki korelasyonu gösteren ve ana bileşenler analizi ile bu korelasyonun nasıl giderildiğini ifade eden şekil

Çok değişkenli korelasyon ve regrasyon analizlerinde bu değer korelasyon katsayısı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu katsayı çok değişkenli veriler için aynı zamanda kovaryans olarak da algılanabilir. Kovaryans, verileri eksenler boyunca şekil ve yön açısından değerlendiren bir ölçüttür. Kısaca bir dağılımın varyans-kovaryans matrisinden elde edilen özdeğer ve özvektörler o veri kümesinin korelasyonunun yok edecek bileşenleri hakkında bilgi verebilecektir.

X ve Y değişkenleri için kovaryans;

$$Cov(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)}$$

ile ifade edilir. Multispektral görüntüler için x ve y herhangi iki görüntü bantı i sözkonusu bant içersindeki pikselleri ifade etmektedir.

Çalışmada kullanılan Landsat TM görüntüleri 7 banttan oluşmaktadır. Altıncı bantın alansal çözünürlüğü dışarıda bırakıldığında geriye kalan altı TM bantının (1,2,3,4,5,7) kovaryans matrisi 6x6'lık bir matristir.

$$A = \begin{bmatrix} 1.8631 & 1.2331 & 1.7362 & 1.0093 & 1.2769 & 0.7924 \\ 1.2331 & 0.8836 & 1.2307 & 0.732 & 0.9008 & 0.5669 \\ 1.7362 & 1.2307 & 1.8206 & 1.1297 & 1.633 & 0.9954 \\ 1.0093 & 0.732 & 1.1297 & 0.8935 & 1.3235 & 0.7666 \\ 1.2769 & 0.9008 & 1.633 & 1.3235 & 3.0813 & 1.8009 \\ 0.7924 & 0.5669 & 0.9954 & 0.7666 & 1.8009 & 1.0949 \end{bmatrix}$$

Oluşan kovaryans matrisi altıncı dereceden altı bilinmeyenli bir denklem olduğu için denklemin altı kökü olacaktır.

6x6'lık Bir A matrisi 6x1'lik bir vektör $[X]$ ile çarpılırsa, oluşacak λ değeri skaler bir değer olup altıncı dereceden denklemin köklerini ifade etmektedir.

$$\lambda^6 - 9.637 \lambda^5 + 15.395 \lambda^4 - 3.501 \lambda^3 + 0.248 \lambda^2 - 0.602 \lambda + 0.419 = 0$$

Denklemin kökleri altı farklı değerden oluşmuş olup, bu değerler bize özvektörlere ulaşılabilir özdeğerleri vermektedir.

$$\lambda_1 = 7.6951$$

$$\lambda_2 = 1.6714$$

$$\lambda_3 = 0.1506$$

$$\lambda_4 = 0.0667$$

$$\lambda_5 = 0.0271$$

$$\lambda_6 = 0.0119$$

$[A][X]=\lambda[A]$ şeklinde bir eşitlik olsun.

Homojen denklem sisteminin farklı bir çözümünün bulunabilmesi için, x vektörü sıfır olamayacağından katsayılar matrisinin determinanı sıfır olmalıdır.

$$\det|A - \lambda_i I|=0$$

Determinantın özvektör ifadesini karşılması için vektörel ifadeyi temsil eden x vektörleri ile çarpılması gerekmektedir. Bu mantık dahilinde eşitlik değerlendirildiğinde;

$$[[A] - \lambda[I]][X]=0 \text{ verisi elde edilmiştir.}$$

Burada denklemin $\lambda[I]$ kısmı, $[A]$ matrisi boyutundaki bir birim matrisin λ ile çarpılmış halidir. $\lambda[I]$ 'nin $[X]$ vektörü olan 6×1 'lik bir vektör ile çarpımı sayesinde skaler bir ifade olan özdeğerler özvektör haline gelir.

$$\text{Cov}(x,y,z,t,h,n)= \begin{bmatrix} -5.8318 & 1.2331 & 1.7362 & 1.0093 & 1.2769 & 0.7924 \\ 1.2331 & -6.8113 & 1.2307 & 0.7320 & 0.9008 & 0.5669 \\ 1.7362 & 1.2307 & -5.8743 & 1.1297 & 1.6330 & 0.9954 \\ 1.0093 & 0.7320 & 1.1297 & -6.8014 & 1.3235 & 0.7666 \\ 1.2769 & 0.9008 & 1.6330 & 1.3235 & -4.6136 & 1.8009 \\ 0.7924 & 0.5669 & 0.9954 & 0.7666 & 1.8009 & -6.600 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} g_{11} \\ g_{12} \\ g_{13} \\ g_{14} \\ g_{15} \\ g_{16} \end{bmatrix} =0$$

$$\begin{aligned}
& -5.8318 g_{11} + 1.2331 g_{12} + 1.7362 g_{13} + 1.0093 g_{14} + 1.2769 g_{15} + 0.7924 g_{16} = 0 \\
& 1.2331 g_{11} - 6.8113 g_{12} + 1.2307 g_{13} + 0.7320 g_{14} + 0.9008 g_{15} + 0.5669 g_{16} = 0 \\
& 1.7362 g_{11} + 1.2307 g_{12} - 5.8743 g_{13} + 1.1297 g_{14} + 1.6330 g_{15} + 0.9954 g_{16} = 0 \\
& 1.0093 g_{11} + 0.7320 g_{12} + 1.1297 g_{13} - 6.8014 g_{14} + 1.3235 g_{15} + 0.7666 g_{16} = 0 \\
& 1.2769 g_{11} + 0.9008 g_{12} + 1.6330 g_{13} + 1.3235 g_{14} - 4.6136 g_{15} + 1.8009 g_{16} = 0 \\
& 0.7924 g_{11} + 0.5669 g_{12} + 0.9954 g_{13} + 0.7666 g_{14} + 1.8009 g_{15} - 6.600 g_{16} = 0
\end{aligned}$$

Bu şekli ile altı bilinmeyenli altı ayrı denklem oluşmuştur. Ana Bileşenler dönüşümü sonrasında elde edilecek özvektörler arasında korelasyonun giderilmesi için diklik koşulunun sağlanıyor olması gerekmektedir.

Matematikte Ortogonalite Koşulu

$$\vec{g}_1^2 + \vec{g}_2^2 + \vec{g}_3^2 + \dots + \vec{g}_6^2 = 1 \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

Denklemler aynı çokluk cinsinden yazılarak veriler ortogonalite koşulu ile birleştirilmiştir. Sonuç olarak herbir özdeğer için altı ayrı 6x1'lik özvektörler elde edilmiştir.

$$\begin{aligned}
\vec{g}_1 &= \begin{bmatrix} 0.42171 \\ 0.29508 \\ 0.45932 \\ 0.31698 \\ 0.55838 \\ 0.33443 \end{bmatrix} ; \vec{g}_2 = \begin{bmatrix} 0.51295 \\ 0.33698 \\ 0.31598 \\ 0.02471 \\ -0.63214 \\ -0.34847 \end{bmatrix} ; \vec{g}_3 = \begin{bmatrix} -0.41333 \\ 0.03770 \\ 0.07390 \\ 0.86096 \\ -0.09702 \\ -0.26762 \end{bmatrix} \\
\vec{g}_4 &= \begin{bmatrix} 0.61445 \\ -0.37692 \\ -0.55574 \\ 0.30500 \\ 0.15781 \\ -0.23153 \end{bmatrix} ; \vec{g}_5 = \begin{bmatrix} 0.04927 \\ 0.32143 \\ -0.44498 \\ 0.22271 \\ -0.38900 \\ 0.70380 \end{bmatrix} ; \vec{g}_6 = \begin{bmatrix} 0.09073 \\ -0.74212 \\ 0.42056 \\ 0.12264 \\ -0.32088 \\ 0.38230 \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Özdeğer vektörlerinin evriği alınarak dönüşüm matrisi yazılırsa; ana bileşen görüntülerini elde etmede kullanılacak katsayılar matrisi elde edilmiş olur (Çizelge 4. 2).

Tablo 4. 2 Ana Bileşenler Analiz Sonuçları

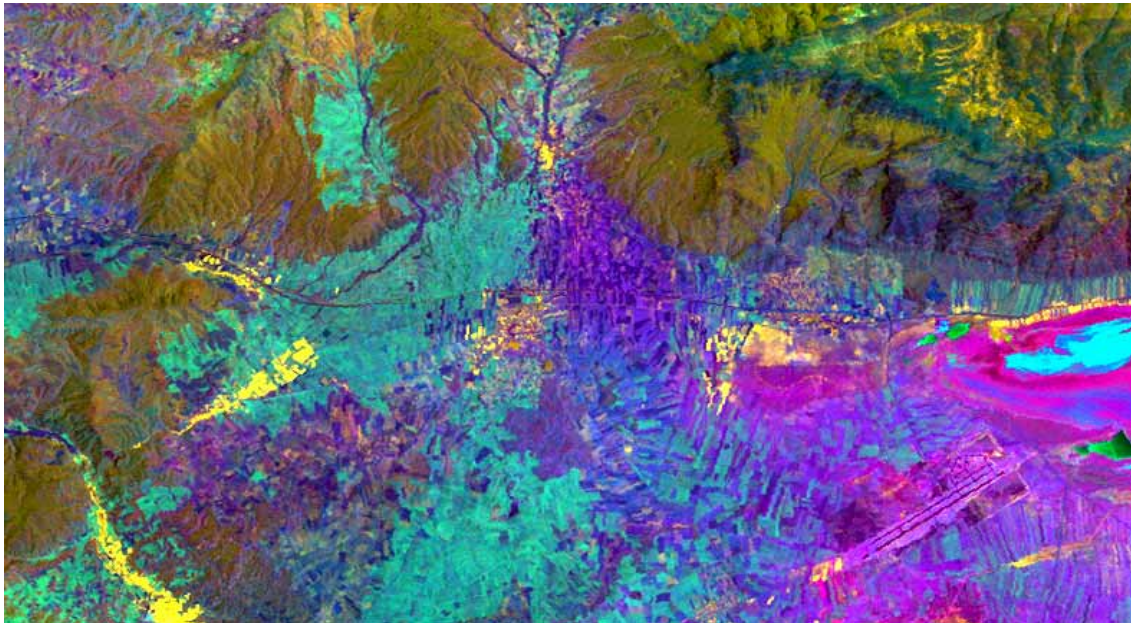
Bant	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7	
Ana Bileşen	Özvektör Matrisi						Özdeğer (%)
PC1	0.42156	0.28268	0.44567	0.28414	0.58051	0.35501	91.33
PC2	0.55916	0.34418	0.28791	0.04246	-0.60101	-0.35068	6.44
PC3	-0.42918	0.04864	0.19463	0.76583	0.02902	-0.43383	1.33
PC4	0.49567	-0.20875	-0.69517	0.47554	0.03284	0.01603	0.49
PC5	-0.23946	0.26446	-0.05543	0.29478	-0.50210	0.72845	0.32
PC6	0.14967	-0.82810	0.44077	0.13388	-0.21856	0.17855	0.06

Bu çizelgeden görüleceği gibi toplam varyansın büyük bir kısmı ilk üç ana bileşende toplandığı için bu ilk üç bileşenin kullanarak renkli kompozit görüntü oluşturulması gerekir. Fakat PC2'nin bitki örtüsü için kullanılan bir ana bileşen olduğu göz önüne alınarak görüntünün 1,3 ve 4 ana bileşenler yardımı ile oluşumu gerçekleştirilmesi uygun görülmüştür (Şekil 4.14).

Şekil içersindeki kahverengi renkler kumtaşı, konglomera arduanmalarından oluşan çardak formasyonu, konglomera, kumtaşı, silt taşı arduanmalarından oluşan başçeşme formasyonu, konglomera, kumtaşı, çamurtaşı arduanmalarından oluşan armutalan formasyonunu ifade ederken Çardak yerleşim biriminin kuzay doğu kısmında yer alan konglameradan oluşmuş maymun dağı üyesi mor - açık kahverengi renk arduanmalarından oluşmuştur. İç kısımlarda olan mavi ve yeşil kısımlar alüvyon birimi ifade etmektedir.

Bozkurt, Çardak, yerleşim birimlerinin kuzey doğu kısımlarında yer alan Maymun dağı üyesi, Çardak formasyonu ve kuzey batı kısımlarında yer alan Başçeşme formasyonu, Armutalan formasyonu için söz konusu değışim ana bileşenler analiziyle oluşturulan kompozit görüntü olarak bir farklılık göstermemektedir. Aynı şekilde kuvaterner yaşlı genç

çökellerden oluşmuş alüvyon birim için de söz konusu olan ayırım sadece renk olarak farklılıktır. Ana bileşenler için var olan en önemli ayırım Acıgöl çevresinde bulunan evaporitik çökelinin bulunduğu kısımlar için gözlenmektedir. Bu bölgede yer alan evaporitik çökelim ana bileşenler analiziyle oluşturulan kompozit görüntü için daha geniş bir alanda pembe renk olarak elde edilmiş ve bu ayırım bize ana bileşenler analizinin bazı bölgeler için diğer yöntemlerden daha ayrıntılı bir sonuç verdiğini göstermiştir.



Şekil 4. 14 Ana Bileşenler Analiziyle oluşturulan kompozit görüntü.

4.1.3. Litoji ayırım çalışmalarının sonuçları

Landsat TM uydu görüntülerinden elde edilmiş sayısal veriler ve bantlar arasındaki oransal değerler göz önünde bulundurularak bölgenin jeolojik birimlerini ve litolojik ayırımı yakalamayı hedefleyen bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Uygulanan yöntemler arasında bant oranlaması mantığına dayanan Abrams ve Sultan yöntemleri ve optimum indeks faktörle belirlenen bantlar istenilen litolojik ayırımı net olarak veremezken birimler arasındaki litolojik farklılıklar Ana Bileşenler Analizi, 741 ve 754 TM bantları ile oluşturulan kompozit renkli görüntüler yardımı ile belirlenmiştir. Ama en iyi ayırım 741 TM bantları ile oluşturulan görüntüde gözlenmiştir. Ancak benzer litolojiye sahip farklı yaştaki farklı formasyonlar hiç bir yöntemde ayırt edilememiştir. Ana bileşenler analizi için eşit alan kontrast gemesi kullanılırken diğer yöntemlerde birimlerin en net olacak şekilde

algılandığı görüntü lineer kontrast germesidir. Buna karşın, jeolojik harita içerisinde Kuvaterner yaşlı alüvyon olarak işaretlenen Acı Göl'ün batı kesimindeki zonlanmalar literatürde de yer almakla birlikte güncel evaporitik kuşaklar işlenmiş uydu görüntülerinde net bir şekilde ortaya çıkmıştır. Bu da uydu görüntülerinin sadece genel jeolojik özellikleri belirleme amacıyla değil aynı zamanda zonlanma gibi ayrıntı jeolojik özellikleri de ortaya çıkarabilir.

4.2. Maden Arama

Maden aramada uydu görüntülerini kullanırken genel amaç, mostra veren madeni bulmak değil ona işaret eden anomalileri ortaya çıkarmaktır ama bazı durumlarda özellikle endüstriyel hammadde yataklarınının aranmasında uydu görüntüleri doğrudan mostrayı bulmak için kullanılabilir. Uydu görüntülerinin genel olarak maden aramaya olası faydaları şu şekildedir:

Litolojik birimlerin haritalanması: Bilindiği gibi bazı cevherleşmeler bazı litolojilerle sınırlıdır. Bu litolojilerin iyi haritalanması ile potansiyel alanlar belirlenebilir. Şu andaki mevcut litoloji ayrımı için kullanılacak multispektral uydu görüntülerinin ölçeği nispeten küçük olduğu için (30m-piksellik alansal çözünürlüğe sahip bir görüntü yaklaşık olarak 1:90000 ölçeğine karşılık gelmektedir), ilk bakışta uydu görüntüleriyle litolojik sınırları belirleme yoluna gitmek gereksiz gibi görünebilir. Ama gerçekte, bazı topografik koşullar ve yol gibi alt yapı sorunları nedeniyle örneğin çok yüksek bir dağ jeologlar tarafından ayrıntılı bir şekilde yerinde çalışılmamış ve haritalanmamış olabilir. Bu gibi yerlerin haritalanmasında uydu görüntüleri yardımcı olabilir. Landsat 5 uydu görüntülerinin litolojik birimleri haritalamada nasıl kullanıldığı bir önceki bölümde ayrıntılı bir şekilde tartışılmıştır.

Yapısal unsurların (fayların) haritanması: Çoğu cevherleşmeler fay zonlarına yerleştikleri için, fay zonlarının haritalanması diğer jeolojik bilgilerle kullanıldığında potansiyel cevherleşme alanları belirlenebilir. Uydu görüntüleriyle çalışırken, ya kompozit görüntüler oluşturularak araştırmacı bilgi ve yeteneğini kullanarak fayları belirler ya da görüntüye filtreleme yöntemlerini uygulayarak çizgisellik analizi yapar.

Mostra veren cevherleşmenin belirlenmesi: Mostra veren bir metalik cevherleşmenin teorik olarak uydu görüntülerinde tanınması mümkün ama bu pratikte anlamsız bir arayıştır. Çünkü bu şekilde yüzeyde mostrası bulunan metalik cevherleşmelerin hemen hepsi bilinmektedir. Ama bazı endüstriyel hammaddeleri, gerek geniş alan kapsadıkları için gerekse arazide gözle ayırt edilemedikleri için, uydu görüntülerinde tanımak mümkündür. Kil, bor, zeolit, agrega, kireçtaşı vs gibi yataklar bunlara örnek olarak verilebilir . Bu tür madenleri ararken kullanılan görüntü işleme yöntemleri, litoloji ayırımında kullanılan yöntemlerin benzeri olup kullanılacak veya işenecek bantlar seçilirken yine aranan minerallerin spektrasına bakmak gerekir.

Cevherleşmeyi işaret eden bitki anomalilerinin belirlenmesi: Bazı cevherleşmelerin olduğu bölgelerde bitki örtüsünde veya bitkinin kendisinde anomali değişimler olur. Bu anomaliler:

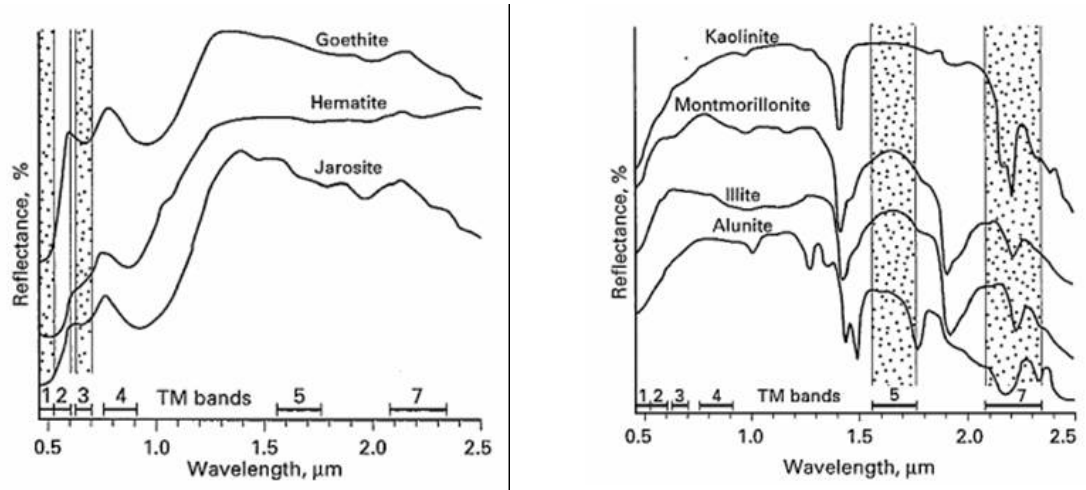
Bitki örtüsü: Örneğin bazı cevherleşmelerin olduğu bölgelerde cevheri oluşturan elementler bitkiyi zehirlediği için oralarda bitki örtüsünde eksiklik görülür veya bazı endüstriyel hammadde sahalarında bitki örtüsünde artış gözlenebilir.

Kılavuz bitkilerin varlığı: Bazı bitkiler diğer bitkilere nazaran bünyelerinde 100 lerce kat fazla bazı elementleri bulundurabilir. Bu bitkilere hiper toplayıcı bitkiler denir. Doğal olarak bu bitkiler sadece o elementce zengin topraklarda bulunumaktadır. Bu bitkilerin bulunduğu alanlar potansiyel cevherleşme sahaları olarak düşünülebilir ayrıntılı çalışma ile bu alanlar uydu görüntülerinde belirlenebilir.

Bitkilerde fizyolojik değişim: Cevherleşme bölgelerinde yetişen bitkilerin boylarında bazen anormal uzamalar veya kısaltmalar olabilir veya renkleri değişir. Yine bu olası bilgilerde uzaktan algılamayla maden aramada kullanılabilir.

Alterasyon kuşaklarının belirlenmesi: Bilindiği gibi alterasyon bir bölgedeki cevherleşmenin en önemli belirtecidir. Hidrotermal alterasyon etkisiyle yan kayaçlar üzerinde tipik hidroksil (kil) mineralleri oluşurken, atmosferik koşullar altında ayrışma ile cevherleşmelerin üst kısmında demir şapka olarak bilinen yüzeysel (süperjen) zenginleşmeler olmaktadır. Uydu görüntülerinin görüntü aldığı dalga boyu dikkate alındığında gerek kil mineralleri gerekse demir oksitler başarılı bir şekilde haritalanabilir.

Örn., demir oksit minerallerinin spektrasına ve Landsat TM bantlarının dalga boyu aralıklarına bakıldığında TM3 bandı ile TM1 bandı arasında bu minerallerin yansıma değerlerinde önemli farklılıklar olduğu açıkça görülmektedir. Benzer şekilde kil mineralleri için de TM5 ve TM7 bantları düşünülebilir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 Bazı demir oksit ve kil minerallerinin spektral özellikleri ve Landsat 5 TM bantlarının konumu (Sabins, 1999'dan alınmıştır).

Bu özellikler dikkate alınarak araştırmacılar tarafından denenen ve başarılı bir şekilde uygulanan yöntemler şu şekildedir:

Bant oranlaması: 3/1, demir oksit ve 5/7 kil minerallerini haritalak için kullanılır.

Ana Bileşenler Analizi: 6 Landsat TM bandı üzerinde gerçekleştirilen ve öz vektör matrisindeki değerlerin işaretine ve magnitudüne bakılarak, kil veya demir oksit minerallerinin hangi bileşen görüntüsü üzerine haritalandığını belirleyen bir yöntem.

Crosta yöntemi (seçmeli bantlar üzerinde Ana Bileşen Analizi) : 4 Landsat bandı (kil mineralleri için farklı, demir oksit mineralleri için farklı) üzerinde gerçekleştirilen ana bileşenler analizidir. Bu yöntemle göre öz vektör matrisini incelemeye gerek yok ve seçilen bantların türüne göre dördüncü bileşen görüntüsünde demir oksit veya kil mineralleri haritalanmaktadır.

Doğrusal karışım modeli: Bu yöntem her bir pikselin karakterize ettiği alan içerisindeki obje veya özelliklerin oranını bulmak için piksel sayısal değerlerini ve tanımlanan uç üye

özelliklerini kullanarak yapılan doğrusal optimizasyon yöntemidir. Gerçekte diğer yöntemlerle anomali olarak gözükmeyen pikseller içerisinde de anomali arayan bir yöntem olduğu için daha avantajlıdır ama bu yöntemde uç üye tanımlama bir sorun oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, Landsat 5 uydu görüntülerinden Denizli M21-M22 paftalarını kapsayacak bir alan çıkarılarak oluşturulan görüntüler üzerinde alterasyon kuşaklarını belirlemeye yönelik görüntü işleme yöntemleri denenmiş ve anomali alanları yerinde gözlemlerle test edilmiştir. Seçilen alan ve çalışma endüstri için büyük bir önem arz etmektedir çünkü Denizli çimento fabrikasında kullanılan killerin demir içeriği az olduğu için yakın civarlarda demir içeriği fazla toprakların bulunması bölge ekonomisine önemli katkı sağlayacaktır. Ayrıca bölgenin ayrıntılı jeolojik haritası ve bölgede bilinen bir demir yatağı olmadığı için çalışma, gerçek anlamda maden aramada uzaktan algılamanın kullanılmasını test etmek ve muhtemel katkılarını hemen görmek için iyi bir fırsattır. Bu nedenle çalışmanın bu kısmı arazide ayrıntılı harita yapmaktan ziyade, hızlı bir şekilde sonuca ulaşacak potansiyel alanları uydu görüntüleriyle belirleme ve belirlenen alanları yerinde gözlemlenmekten ibarettir.

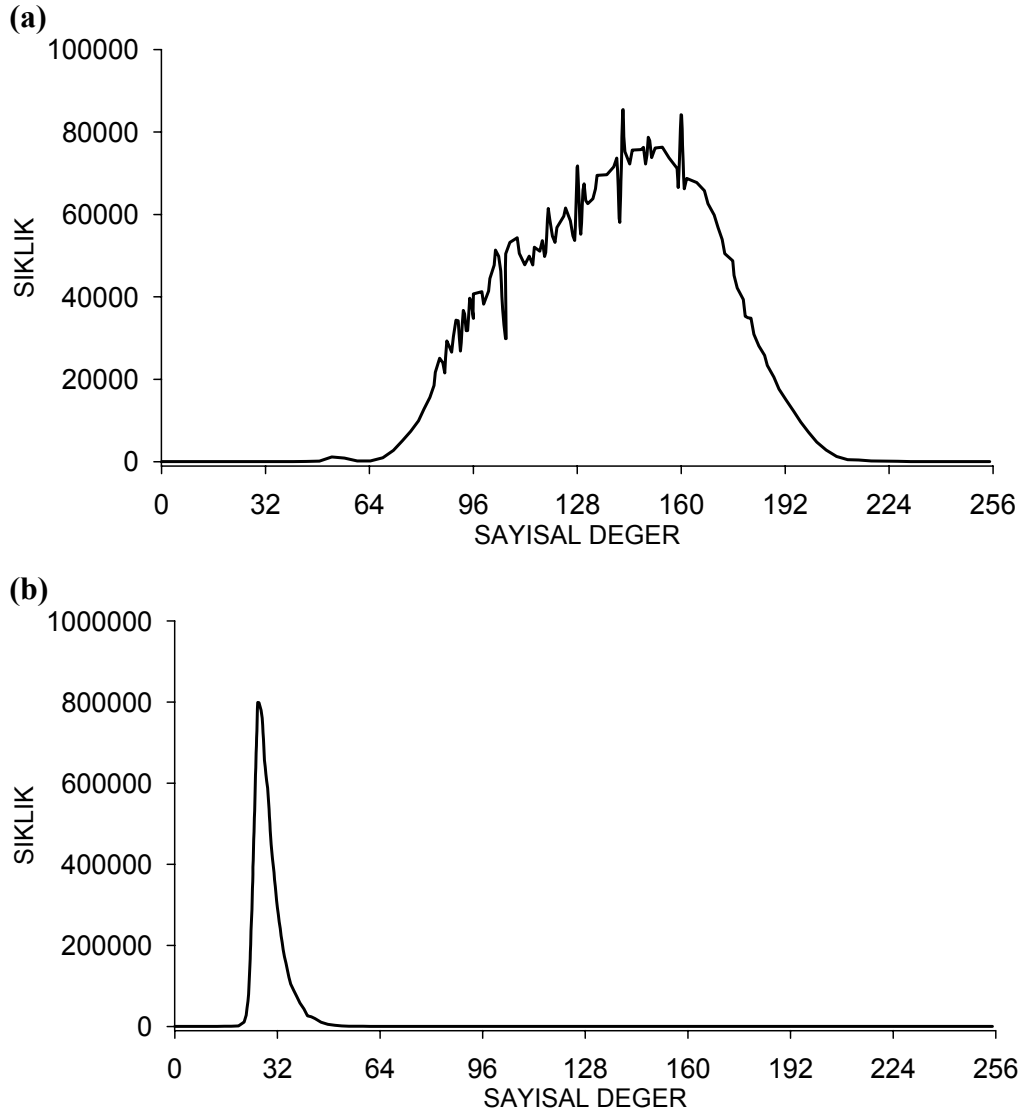
Bu paftalar içerisindeki potansiyel alanlar araştırılırken, alterasyon kuşakları ve bunlara eşlik eden ikincil demir oksit oluşumlarını belirlemeye yönelik, doğrusal karışım modeli dışındaki tüm alterasyon kuşaklarını belirleme yöntemleri denenmiş ve potansiyel alanları işaret eden piksellerin koordinatları belirlenmiş ve bütün yöntemlerde aynı alanı anomali olarak işaret eden alanlar birinci dereceden potansiyel alanlar olarak değerlendirilmiş ve öncelikle bu alanlar yerinde gözlemler ile test edilmiştir.

4.2.1.Bant oranlaması

İlk uygulanan yöntem bant oranlamasıdır. Demir oksit minerallerinin ve kil minerallerinin spektralarına bakıldığı zaman (bkz. Şekil 4.16) Landsat TM bantlarından 3. bandın 1. banda oranının demir oksit mineralleri için ve 5. bandın 7. banda oranının kil mineralleri için karakteristik olduğu görülmektedir. Demir oksit ve kil minerallerinin bu spektral özelliklerinden hareketle, TM3/TM1 bant oranlamasının demir oksit anomalilerini ve TM5/TM7 bant oranlamasının kil anomalilerini aramada kullanılabilecek potansiyel bir yöntem olduğu önceki araştırmacılar tarafından belirtilmiş ve bazı başarılı çalışmalar

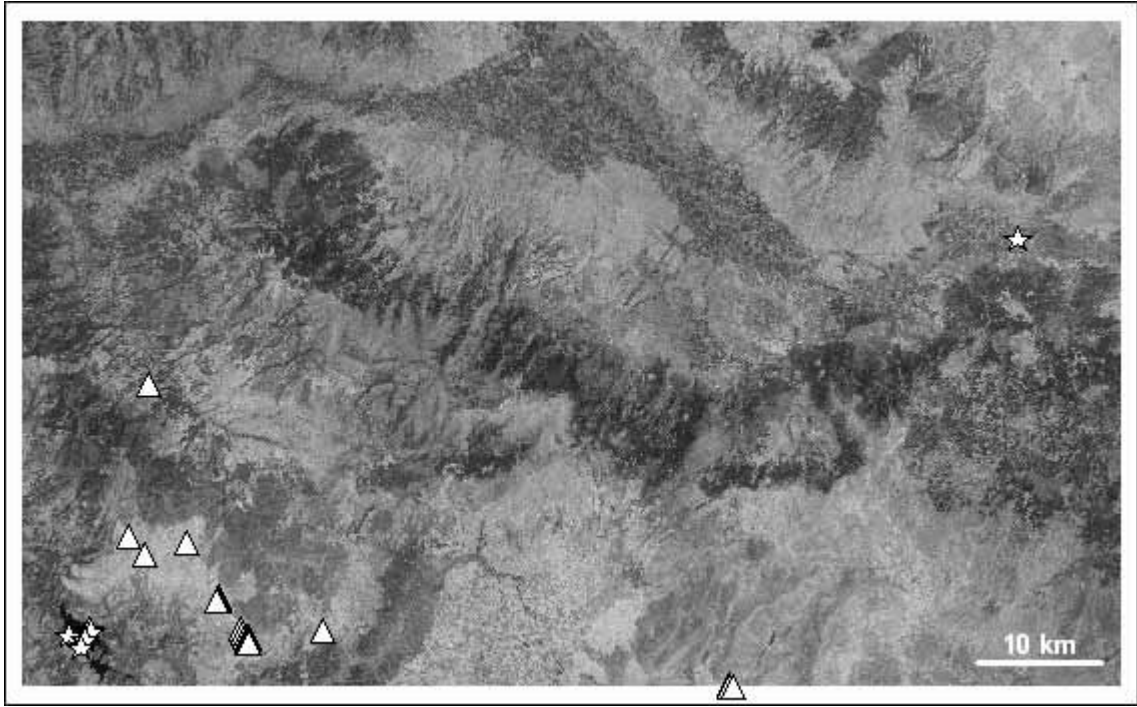
gerçekleştirilmiştir (Sabin ve Miller, 1994; Sabin, 1999). Bu düşünce ile Denizli M21-M22 paftalarını kapsayan alana ait Landsat TM uydu görüntülerinden TM3/TM1 ve TM5/TM7 bant oranlamaları yapıp tekrar ölçeklendirerek 256 gri ton yeni bir görüntüler oluşturulmuştur. Yönteme göre görüntü içerisinde en parlak piksellerle temsil edilen alanların demir oksit ve kil anomali alanlarının olduğu yerlerin olması gerekir. Görüntünün yüzbinlerce pikselden oluştuğu ve bu piksellerden sadece birkaç tanesinin en parlak piksel olduğu, piksellerin boyu ve insan gözünün gri tonları ayırt etme yeteneği dikkate alındığında, en parlak piksellerin gözle ayırt etme yoluna gidilmemesi, aksine bir program yardımıyla en yüksek sayısal değere sahip piksellerin aratılması gerektiği açıkça görülmektedir. Dolayısıyla görüntü içerisindeki en parlak pikselleri işaretlemek için bu amaca uygun yazılmış bir Visula Basic programı (Kargı, sözlü görüşme) kullanılmıştır. Bant oranlamasıyla oluşturulan görüntü içerisindeki piksellerin sayısal değerlerinin dağılımı Şekil 4.16' da görülmektedir.

3/1 görüntüsü içerisindeki en yüksek sayısal değerler 254 ve 255 dir (248 ile 254 arasında veri bulunmamaktadır) ve görüntü içerisinde her iki sayısal değere sahip sadece birer tane piksel bulunmaktadır. 5/7 görüntüsü içerisindeki en yüksek sayısal değerler ise 213 ve 255 dir (177 ile 213 arasında veri bulunmamaktadır) ve görüntü içerisinde yine her iki sayısal değere sahip sadece birer tane piksel bulunmaktadır. Bölgedeki daha az olası anomalilerinde belirlenmesi için anomali sınırı 3/1 görüntüsünde 235 ve 5-7 görüntüsünde 156 olarak kabul edilip (histogramdaki kopma noktaları) bu ve bunun üzerindeki sayısal değerler haritalanmıştır. Burada anomali sınırını (eşik değeri) belirlerken neden maden aramada (örn., jeokimyasal prospeksiyonda) kullanılan genel istatistiksel anomali belirleme yoluna gidilmediğinden kısaca bahsetmek gerekir. Gerek bu görüntülerin gerekse aşağıda bahsedilecek olan ana bileşen analizleri ile oluşturulmuş görüntünün sayısal değerlerinin ortancası (veya ortalaması) + 2 veya 3 standart sapma şekliyle belirlenen eşik değer, anomali alanlarının sayısını abartmaktadır. Ayrıca verilerin bu şekilde dağılımı, olasılık grafiklerinde büküm noktasının gözle ayırt edilemeyeceğini göstermektedir. Örneğin TM5/TM7 görüntüsünün sayısal değerlerinin ortalaması 29.1, ortancası 28 ve standart sapması 4.3'tür. Ortanca + 3 standart sapma 40.9 eder ve görüntü içerisinde 41 den büyük sayısal değere sahip piksellerin sayısı 135338 dir ve bu kadar fazla lokasyon anomali belirlemek için anlamsızdır (gözlem için zamandan tasarruf etmek amacıyla).



Şekil 4.16 3/1(a) ve 5/7(b) görüntüleri içerisindeki sayısal değerlerin dağılımı

Sonuç olarak bant oranlaması ile elde edilen ve en parlak pikseller ile temsil edilen anomali alanlarının görüntünün özellikle güney batı kısmında yoğunlaştığı Şekil 4.17’de görülmektedir.



Şekil 4. 17 Bant oranlaması ile elde edilen anomali noktalarının (üçgenler: 3/1, yıldızlar: 5/7) yerlerini 3/1 görüntüsü üzerinde gösteren şekil.

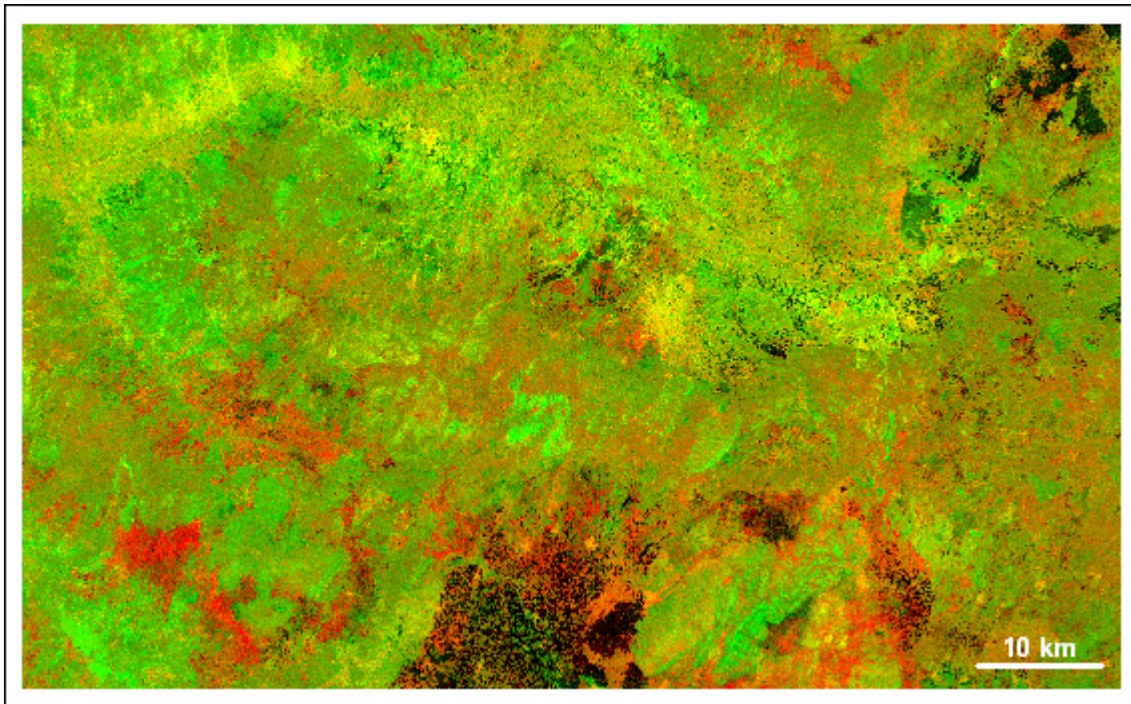
4.2.2. Ana bileşenler analizi (PCA)

Ana bileşenler analizi yapılırken, çözünürlüğü az olduğundan altıncı bant dışarıda bırakılmış ve geriye kalan altı bandın (1,2,3,4,5 ve 7 TM bantları) gerçek (uzatılmamış) sayısal değerleri üzerinden dönüşüm gerçekleştirilmiştir. Bölgeye ait 6 bandın görüntü öz değerleri ve öz vektörleri Çizelge 4.3’ de gösterilmiştir.

PC dönüşümünde, PC1 bütün bantların pozitif aralığından oluşmuştur. Öz vektör matrisinde belirtildiği gibi PC1, analiz verileri için toplam varyansın $\%.89.99$ ’undan sorumludur. Gen el görüntü parlaklığı, bantlar arasındaki sıkı ilişkiyi oluşturmuştur ve bu ilişki PC1 üzerine haritalanmıştır. PC2’deki TM4’ün yüksek pozitif değeri, bitki örtüsünün PC2’de karakterize olacağını göstermektedir. PC3’ün özdeğerleri, görünür (TM1, TM2, ve TM3’deki negatif değerler) ve kızıl ötesi bantlar (TM4, TM5 ve TM7’deki pozitif değerler) arasındaki farkı belirtmektedir. Genel görüntü parlaklığı, bitki örtüsü ve görünür-kızıl ötesi farkı sırasıyla PC1, PC2 ve PC3 e yüklendiğinde geriye kalan üç PC’nin (PC4, PC5 ve PC6) anomali alanlarından kaynaklanması beklenir.

Tablo 4.3 İnceleme alanına ait Landsat 5 uydu görüntüleri üzerinde gerçekleştirilen 6 bandın (TM1-TM5, TM7) ana bileşenler analizi ile elde edilen görüntü öz değerleri ve öz vektörleri.

Bant	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7	
Ana Bileşen	Özvektör Matrisi						Özdeğer (%)
PC1	0.33793	0.24625	0.43318	0.24949	0.64448	0.39989	89.99
PC2	0.17785	0.11364	-0.01537	0.87614	-0.24307	-0.35848	5.31
PC3	-0.58957	-0.31837	-0.41072	0.34087	0.50259	0.11651	3.60
PC4	0.60288	0.00943	-0.75990	-0.02545	0.05493	0.23522	0.73
PC5	-0.20937	0.05308	0.03704	0.21982	-0.51591	0.79843	0.34
PC6	0.31509	-0.90674	0.25419	0.07047	-0.06153	0.07196	0.04



Şekil 4.18 Ana bileşen 5 görüntüsünün kırmızı, 4 görüntüsünün yeşil kanalına atanması ile elde edilen anomali görüntüsü.

Ana bileşen analizleri ile ilgili orjinal çalışmalarda (Loughlin, 1991), limonitik demir oksit (ikincil) ve hidroksil minerallerinin spektral özellikleri dikkate alınarak öz vektör matrisindeki değerlerin şiddeti ve işareti kullanılarak, limonitik demir oksit ve hidroksil mineralleri için anomali alanları belirlenmiştir. Aynı spektral özellikler (limonitik demir

oksitler için TM1 ve TM3 ve kil mineralleri için TM5 ve TM7) bölge görüntüleri içinde kullanıldığında, limonitik demir oksitlerin PC4’de koyu, PC5’de parlak piksellerle, kil minerallerinin de PC5’de koyu piksellerle temsil edileceği özvektör matriksindeki söz konusu bant ve PC’lerdeki ters işaretli değerlerden anlaşılmaktadır. PC5 in kırmızı ve PC4 ün yeşil kanalına atanması ile elde renkli anomali görüntüsü Şekil 4.18’de verilmiştir. Bu şekilde kırmızı renklerle karakterize olan anomali alanları inceleme alanının güney ve kuzey doğu kesimlerinde yer almaktadır.

4.2.3.Crosta yöntemi - seçmeli bantlar üzerinde ana bileşenler analizi

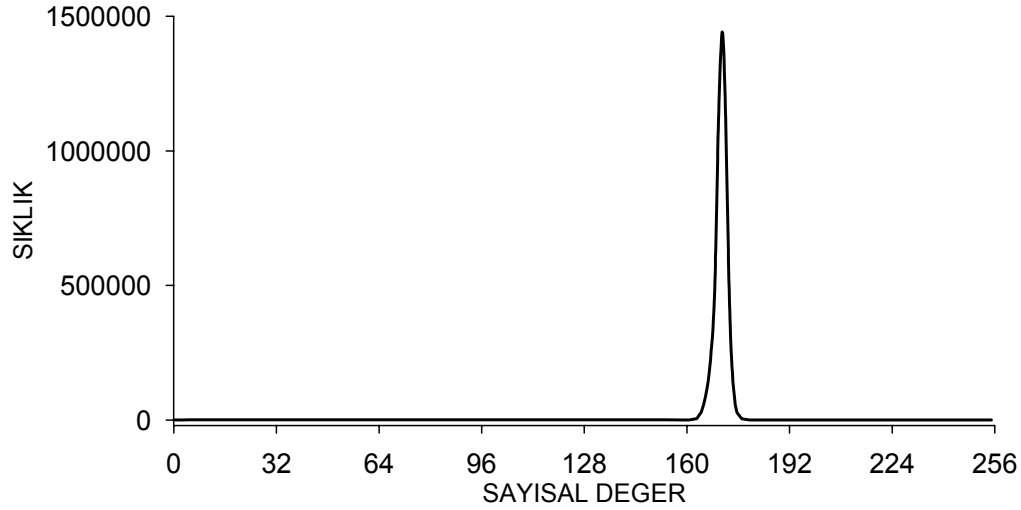
Crosta yöntemi, özellikle demir oksit ve hidroksil minerallerini haritalamak için önerilmiş seçmeli bantlar üzerinde gerçekleştirilen ana bileşenler analizi yöntemidir (Loughlin, 1991). Demir oksit haritalaması için TM2 ve TM7 bantları gözardı edilerek diğer dört bant (TM1,3,4,5) üzerinde ana bileşenler analizi gerçekleştirilmiştir. Gerçekte bu dönüşümde TM1 yerine TM2 de seçilmesi sonucu değiştirmeyecektir. Çizelge 4.2’de Denizli M21-M22 paftalarının kontrast gemesi uygulanmamış verileri üzerindeki ana bileşen dönüşümlerini tanımlamaktadır.

Tablo 4. 4 Demir oksit haritalaması için Crosta yöntemi ile elde edilen görüntü öz değerleri ve öz vektörleri.

Bant	TM1	TM3	TM4	TM5	
Ana Bileşen	Özvektör Matriksi				Özdeğer (%)
PC1	0.38231	0.48937	0.29144	0.72761	89.33
PC2	-0.02506	0.17583	-0.94532	0.27355	5.82
PC3	-0.67545	-0.42217	0.11134	0.59425	3.96
PC4	0.63006	-0.74254	-0.09508	0.20644	0.89

Bir önceki Ana Bileşenler Analizi başlığı altında bahsedilen işlemler nedeniyle benzer şekilde Temel Bileşen 1 genel görüntü parlaklığını, temel bileşen 2 bitki örtüsünü vurgulamıştır ama temel bileşen 3 net bir şekilde görünür ışık-kızıl ötesi ışık arasındaki farkı vurgulamamıştır. Demir oksit mineralleri ise ana bileşen 4 (F) görüntüsüne koyu piksellerle haritalanmıştır. F görüntüsünü oluşturan piksel sayısal değerlerinin histogramı

Şekil 4.19’da verilmektedir. Histogram içerisinde 161 den küçük sayısal değere sahip 30 tane piksel bulunmaktadır ve bunlar demir oksit için anomali pikseller olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4.19 Crosta yöntemi ile oluşturulmuş F görüntüsü içerisindeki piksellerin sayısal değerlerin dağılımı.

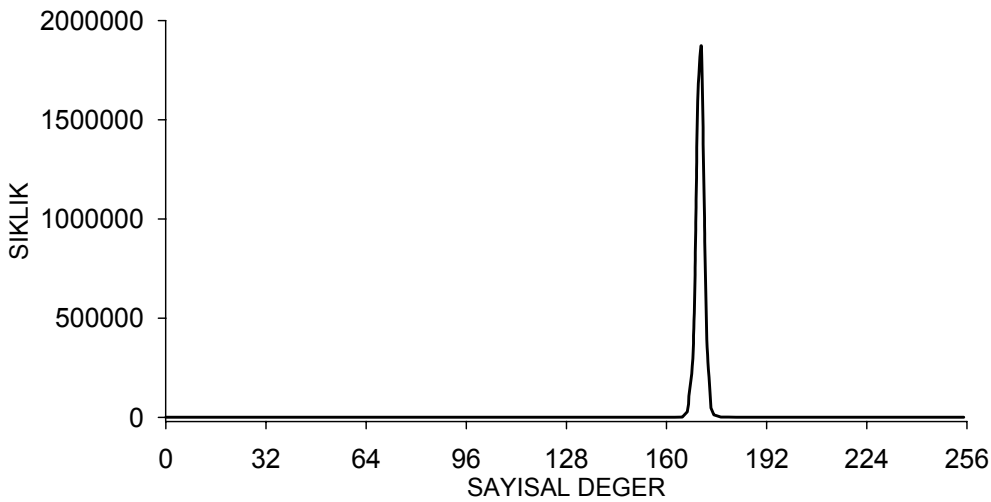
Tablo 4.5 Hidroksil minerallerinin haritalanması için Crosta yöntemi ile elde edilen görüntü öz değerleri ve öz vektörleri

Bant	TM1	TM4	TM5	TM7	
Ana Bileşen	Özvektör Matriksi				Özdeğer (%)
PC1	0.37991	0.28949	0.74746	0.46170	89.39
PC2	0.15380	0.89985	-0.21076	-0.34956	6.88
PC3	-0.89931	0.23841	0.36660	-0.00299	3.28
PC4	-0.15250	0.22276	-0.51233	0.81525	0.45

Hidroksil mineralleri için Crosta yönteminin uygulanmasında demir oksitlerde olduğu gibi yine dört bant üzerinde ana bileşenler analizini gerçekleştirmekten ibarettir. Ancak demir oksitler için TM3 karakteristik olduğu için bu bant hesaba katılmıştır ama kil

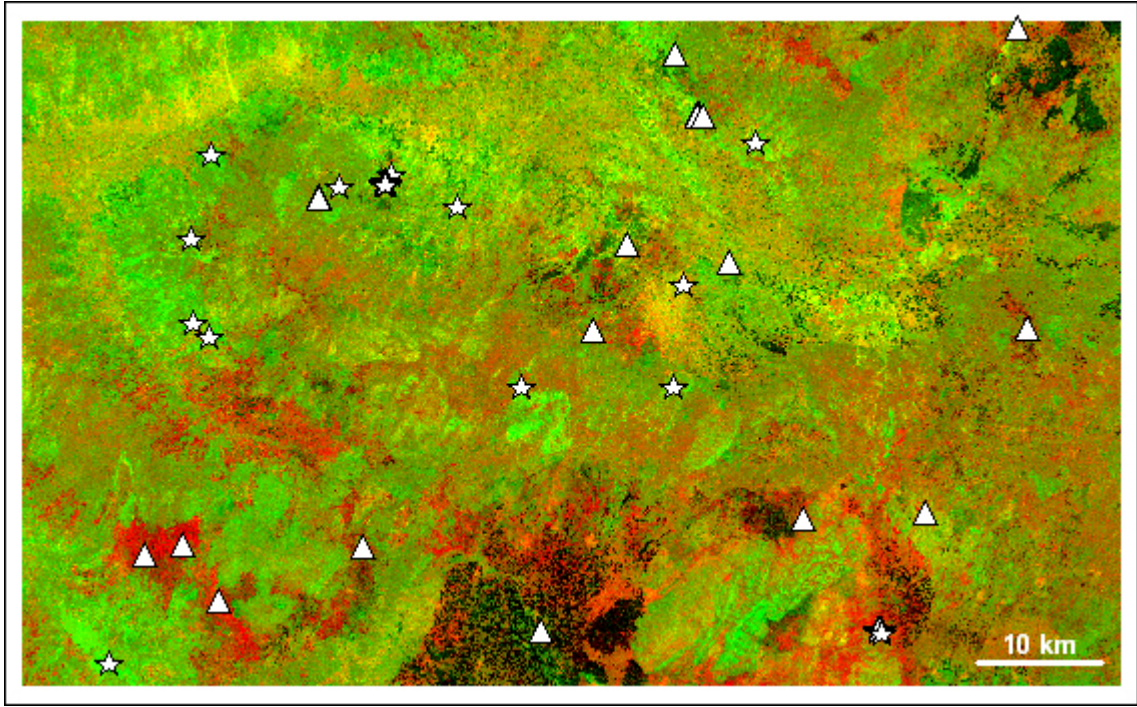
mineralleri için TM7 karakteristik olduğundan TM3 yerine TM7 nin dikkate alınması gerekir. Dolayısıyla ana bileşenler analizinin TM1,4,5,7 bantları üzerinde gerçekleştirilmesi gerekir. Çizelge 4.5 ise TM1,4,5,7 bantlarının kontrast germesi uygulanmamış verileri üzerindeki ana bileşen dönüşümlerini tanımlamaktadır.

Benzer şekilde Ana Bileşen 1 genel görüntü parlaklığını, ana bileşen 2 görünür ışık-kızıl ötesi ışık arasındaki kontrastı ve ana bileşen 3 bitki örtüsünü vurgulamaktadır. Hidroksil mineralleri ise ana bileşen 4 (H) görüntüsüne koyu piksellerle haritalanmıştır. H görüntüsünü oluşturan piksel sayısal değerlerinin histogramı Şekil 4.20’de verilmektedir.



Şekil 4. 20 Crosta yöntemi ile oluşturulmuş H görüntüsü içerisindeki piksellerin sayısal değerlerin dağılımı.

Histogram içerisinde 163 den küçük sayısal değere sahip 50 tane piksel bulunmaktadır ve bunlar hidroksil mineralleri için anomali pikseller olarak tanımlanmıştır. Elde edilen F ve H görüntüleri farklı kanallara atanarak 16 bitlik renkli görüntü elde edilebilir veya F ve H görüntülerinin toplanmasıyla üçüncü bir görüntü elde edilebilir ve her bir görüntü bir renk kanalına tanarak 24 bitlik RGB görüntüsü elde edilebilir ama bu çalışmada haritalamadan ziyade en olası noktalar (doğrudan hedef koordinatlar) arandığı için anomali görüntüsü oluştururken aynı zamanda en olası anomali noktalarını belirleme ve işaretme yoluna da gidilmiştir. Aşağıda bahsedilen görüntü histogramı içerisindeki hem demir oksit hemde hidroksil mineralleri için anomali pikseller Şekil 4.21’de işaretlenmiştir. Anomali alanlarının görüntünün her kesimine dağıldığı görülmektedir.



Şekil 4. 21 Crosta yöntemi ile elde edilen anomali noktalarının (üçgenler: demir oksit, yıldızlar: hidroksil) yerlerini H(kırmızı)-F(yeşil) görüntüsü üzerinde gösteren şekil.

4.2.4.Sonuç haritalarının karşılaştırılması ve değerlendirilmesi

Bant oranlaması ve Crosta yöntemi ile demir oksit için elde edilen anomali pikseller Şekil 4.21’de altı bant ana bileşenler analizi ile elde edilmiş anomali görüntüsü (PC5, PC4; kırmızı, yeşil) üzerinde gösterilmiştir.

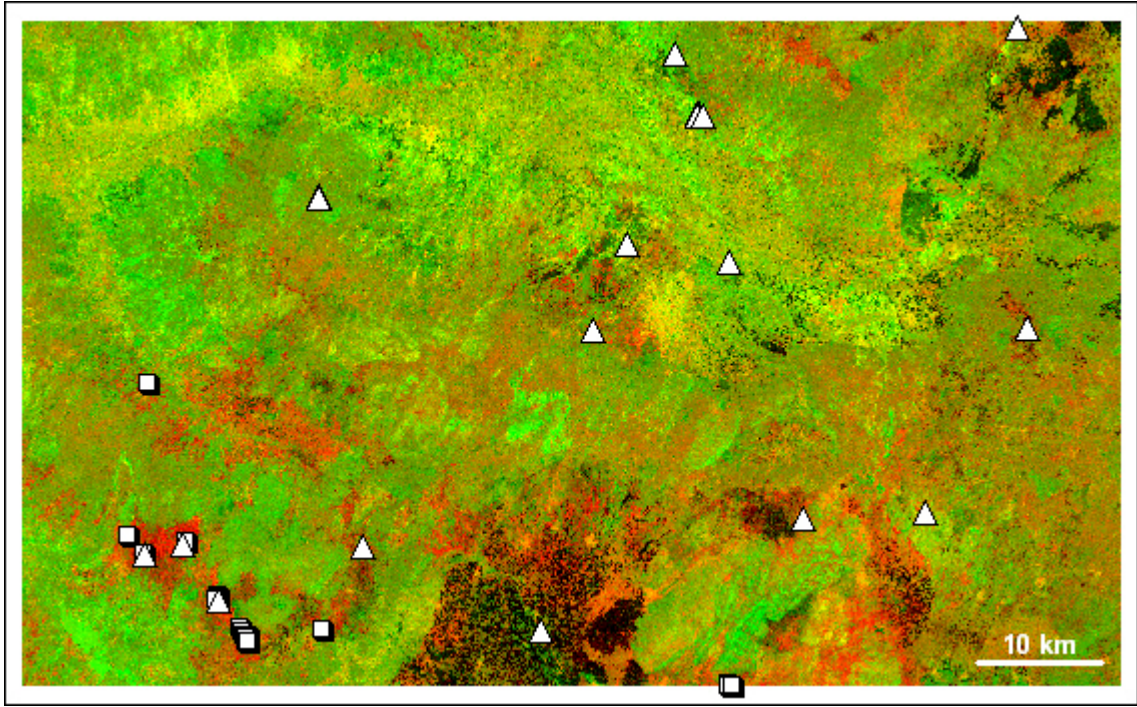
Tüm yöntemlerin ortak olarak vurguladığı alan görüntünün güney batısındaki bazı bölgeler birinci derecen potansiyel alanlar olarak düşünülmüş ve bu bölgeler yerinde incelenmiştir. Birinci derecen potansiyel alanlar belirlenirken hem görüntüde kırmızı renklerle karakterize olan, hem bant oranlamasında anomali olarak gözüken hemde Crosta yönteminde anomali olarak gözüken alanlar dikkate alınmıştır. Diğer bir deyişle her 3 yöntemde çakışan alanlar birinci derecen potansiyel alanlar olarak değerlendirilmiştir. Görüntüde böylesi 3 nokta bulunmaktadır ve 3 üde inceleme alanın güney batısında yer almaktadır. Yöntemlerin anomali olarak gösterdikleri tüm alanlar gerçekte demir oksit boyamasının yoğun olduğu alanlardır (Şekil 4.22).



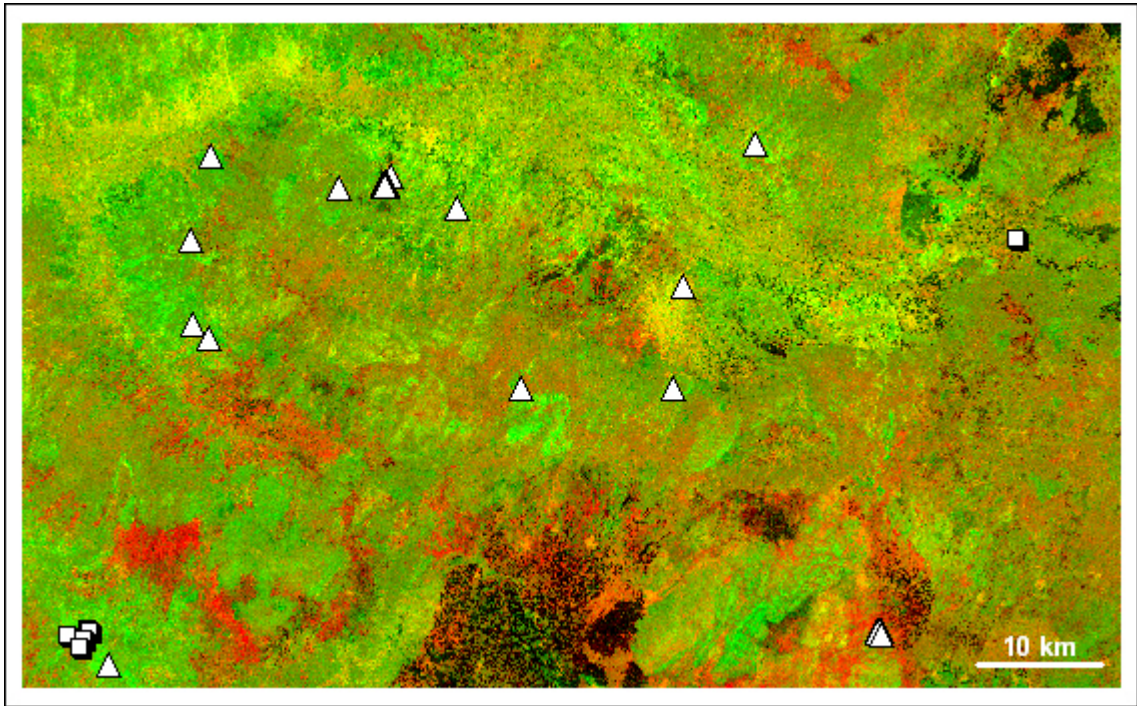
Şekil 4. 22 Uygulan yöntemlerle demir oksit anomalileri şeklinde belirlenen alanlarındaki kurumuş kırmızı çamurlar.

Bu bölgelerde yapılan arazi gözlemleri gerçekte bu alanlar içerisinde el örnekleri veya daha büyük boyutta demir oksit cevherinin olduğunu göstermiştir. Tespit edilen bu alanların gerçekte bir maden yatağı olup olmadığı ayrıntılı çalışmalarla ortaya çıkarılacaktır ama buralarda bir cevherleşmenin olduğu ve topraktaki aşırı demir oksit boyamasının bu cevherleşmeden kaynaklandığı açıktır. Bu sonuç uzaktan algılamanın maden aramasına somut bir katkısını göstermektedir, çünkü anomali olarak belirlenen alanlar hakkında bu çalışma yapıldığı esnada hiçbir jeolojik veri mevcut değildi ve bulgular tamamen uzaktan algılama çalışmasından elde edilmiştir.

Ancak bölge için hidroksil haritalaması, demir oksit haritalası kadar başarılı olamamıştır. En azından her üç yöntemde çakışan alanlar olmadığı için (Şekil 4.24) ve bazı anomali olarak gösterilen yerlerin göl alanını işaret etmesi nedeniyle her bir yöntemle anomali olarak gösterilen yerlerde ayrıca arazi gözlemleri yapmaya bu çalışmada gerek duyulmamıştır.



Şekil 4. 23 Crosta yöntemi (üçgenler) ve bant oranlaması (kareler) ile elde edilen demir oksit anomali noktalarının 6 bant ana bileşenler analizi ile elde edilen anomali (kırmızı) görüntüsü üzerinde gösteren şekil.



Şekil 4. 24 Crosta yöntemi (üçgenler) ve bant oranlaması (kareler) ile elde edilen hidroksil anomali noktalarının 6 bant ana bileşenler analizi ile elde edilen anomali (kırmızı) görüntüsü üzerinde gösteren şekil.

4.3. Değişim Yakalama

Zaman içerisinde ekolojik, çevresel ve morfolojik değişimleri izlemek amacıyla kullanılan uzaktan algılama araçlarından çok kanallı uydu görüntüleri aynı veya farklı alansal ve spektral çözünürlüğe sahip olabilirler. Farklı çözünürlüğe sahip veya farklı zamana ait görüntüler görüntü kaynaştırma (mozayikleme) ve/veya yeryüzü objelerindeki değişimlerin belirlenmesi için kullanılır (Lillesand ve Kiefer 2000). Değişimin belirlenmesi farklı zamanlara ait iki uydu görüntüsünün karşılaştırılması ile mümkün olabilmektedir (Song vd. 2001). Ancak uydu tarafından algılanan elektromanyetik radyasyon sinyalleri atmosferden geçerken gaz ve aerosollar nedeniyle soğularak ve saçılarak değişime uğramaktadır (Kaufman 1993). Dolayısıyla aynı bölgeye ait ama farklı zamanlarda algılayıcıya kaydedilen radyans değerleri arasında, yeryüzü objelerinde bir değişiklik olmasa bile, farklılıklar olmaktadır (Richter 1996). Bu nedenle görüntü içerisindeki objeleri guruplandırmadan veya onlar üzerindeki zamana bağlı değişimi belirlemeden önce görüntüye bazı ön işlemler uygulanarak görüntü verilerinin kalibrasyonu gerçekleştirilmelidir. (Duggin ve Robinove 1990; Kaufman 1993). Eğer karşılaştırılacak görüntüler, farklı uydulardan alınmış ve farklı çözünürlüklere sahip ise, atmosferik düzeltmeye ilaveten, topoğrafyanın, görüntü alım ve güneş açısının dikkate alındığı geometrik düzeltmelerinde yapılması gerekir (Lillesand ve Kiefer 2000). Ancak bu çalışmada kullanılacak olan görüntülerin her ikisinde Landsat uydusuna ait olduğu için ve her ikisinde dağıtıcı firma tarafından ortorektife edildiği için kalibrasyonda, sadece atmosferik koşullar ve algılayıcı kalibrasyonundan kaynaklanan hatalar dikkate alınacaktır. Bunlardan da algılayıcı kalibrasyonundan kaynaklanan hataları düzeltme (her ikisinde Landsat görüntüsü olduğu için) nispeten basit, ama atmosferik düzeltme araştırmacıların ısrarla üzerinde durdukları bir konudur. Bu nedenle atmosferik etki ve düzeltme yöntemleri aşağıda ayrıntılı bir şekilde tartışılmıştır.

4.3.1. Atmosferik etki ve düzeltme

Güneşten gelen ve yeryüzüne çarptıktan sonra uydu algılayıcısı tarafından algılanan elektromanyetik radyasyon sinyalleri, atmosferi geçerken atmosferdeki gaz ve aerosollar nedeniyle soğularak ve saçılarak değişime uğramaktadır. Bu nedenle görüntü içerisindeki obje ve özellikleri guruplandırmadan veya onlar üzerindeki zamana bağlı değişimi

belirlemeden önce görüntüye bazı ön işlemler uygulayarak görüntüyü kalibre etmek gerekir. Görüntüye kalibrasyonu gerektiren atmosferin dışında bir çok etken daha vardır ama bunlar içerisinde en önemlisi ve karmaşık olanı atmosfer etkisidir. Gerçekte Landsat TM algılayıcılarının spektral bantları, elektomanyetik spektrumun gaz saçılması ve soğrulmasından ve Rayleigh saçılmasından etkilenmeyecek bir bölümüne yerleştirilmiştir, fakat zaman ve mekan içerisinde aerosol saçılma ve soğrulmasını tanımlamak oldukça zordur (Kaufman 1993). Bu da radyometrik düzeltme önündeki en büyük engeli oluşturmaktadır (Coppin ve Bauer 1994, Liang vd. 1997).

Solar radyasyonun atmosfer ile etkileşimi Chandrasekhar (1960) tarafından çok iyi tanımlanmıştır. Uydu görüntülerindeki atmosferik etkiyi düzeltmek için radyatif transfer teorisine dayanan bir çok radyatif transfer bilgisayar program kodu (RTC) geliştirilmiştir (Kneizys vd.1988, Haan vd. 1991, Vermote vd. 1997). Bu radyatif transfer kodları, uydu ölçüm değerlerini başarılı bir şekilde yeryüzü yansımalarına dönüştürebilmektedir (Holm vd. 1989, Moran vd. 1992). Ancak hassas bir düzeltme, görüntünün alındığı andaki atmosferin optik özelliklerinin hassas bir şekilde ölçülmesiyle mümkün olabilmektedir. Bu ölçümler çoğu zaman mevcut olmadığından veya hassasiyeti tartışmalı olduğundan radyatif transfer kodları ile rutin atmosferik düzeltmeler yapılamamaktadır. Bu nedenle, çoğu uzaktan algılama uygulamaları, atmosferik düzeltme için gerekli bilgileri, görüntünün kendi içerisinde çıkararak algoritmalarla dayanmaktadır.

İki türlü atmosferik düzeltme yapılır: 1-Mutlak düzeltme, 2-Göreceli düzeltme. Mutlak düzeltmede uydu görüntüsündeki sayısal değer, gerçek yeryüzü yansıma değerine dönüştürülmektedir. Göreceli düzeltme de ise gerçek yeryüzü yansıma değerlerini bulmaya gerek kalmadan, farklı iki zamanda alınmış aynı yere ait görüntülerden birisinin sayısal değeri, diğerine göre normalize edilmektedir (Chavez ve Mackinnon 1994).

Koyu obje çıkarması (eksilmesi) yoluyla yapılan düzeltme, en yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Spanner vd. 1990, Ekstrand 1994, Jakubauskas 1996, Huguenin vd. 1997). Bu yaklaşım, bir Landsat uydu görüntüsü içerisinde koyu (sıfır veya çok küçük yansıma değerine sahip) objelerin varlığı ve atmosferin yanal yayılımının homojen olduğu varsayımı üzerine dayanmaktadır. Görüntü histogramı içerisindeki en küçük sayısal değer gerçekte sıfır olması gerektiği ama atmosferik etki nedeniyle sıfırdan büyük bir değer olarak

kaydedildiği varsayılarak, tüm görüntü piksellerinin sayısal değerinden bu en küçük değer çıkarılır (Chavez 1989). Daha karmaşık algoritmalara göre, görüntü içerisindeki koyu objeler kullanılarak elde edilen bilgiler ışığında, görüntü alındığı andaki atmosferin optik özelliği bulunur ve görüntü düzeltilmesi bu bilgiler yardımıyla yapılır. Ahern vd. (1977) ve Gordon (1978) radyometrik düzeltme için gerekli olan atmosferin optik özelliği hakkındaki bilgiyi elde etmek için koyu obje olarak temiz suyu kullanmıştır. Kaufman vd. (1997) yoğun ve koyu bitki örtüsünün orta-kızıl ötesi, mavi ve kırmızı spektralleri arasında belirgin formülize edilebilir iyi bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bu veriler radyatif transfer modellerinde kullanılarak atmosferin optik derinliği hesaplanıp görüntünün her bir pikseli buna göre düzeltilmektedir (Liang vd. 1997).

Göreceli atmosferik düzeltme, farklı zamanlı iki uydu görüntüsünün aynı bantlarındaki piksel sayısal değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayımına dayanmaktadır. Bu doğrusal ilişki görüntüler içerisinde coğrafi konumları doğru belirlenmiş, radyometrik ve spektral olarak duraylı objelerin yapay değişmez özellikleri (PIF) üzerinde radyometrik ölçümlere dayanmaktadır. Schott vd. (1988) PIF için doğrusal ilişkinin eğim ve kesişimini, sayısal değerlerin ortalama ve standart sapmasından tahmin eden bir teknik geliştirmiştir. Coppin ve Bauer (1994), Minnesota, USA orman alanındaki değişimi tespit etmek için, Landsat 1986 görüntüsünü referans alıp 1984 ve 1990 görüntülerini buna normalize ederek, üç görüntüde beş PIF özelliği kullanmıştır: Bunlar, 1- temiz ve derin bir göl suyu, 2- yoğun, yaklaşık eşit yaşlı, olgun ve homojen olarak dağılmış kırmızı çam (red pine) kümesi, 3- Geniş ve düz asfalt çatı, 4- bozulmamış çakıl içeren bir alan, 5- beton uçak park alanı. Pax Lenney vd. (1996), Mısır'daki tarımsal alanların durumunu gözlemlemek amacıyla on Landsat TM görüntüsünü kullanmıştır. Bu görüntü verileri önce uydu radyansına çevrilmiş ve daha sonra en koyu ton için su, en açık ton için kum, PIF olarak kullanılarak görüntüler normalize edilmiştir. Benzer bir teknikle Michener ve Houhoulis (1997) taşkın nedeniyle orman ekosistemindeki değişimi gözlemlemek için, çok zamanlı SPOT görüntülerini ve Vogelmann (1988) Green Mountains, Vermont orman değişimini gözlemlemek için Landsat MSS görüntülerini normalize etmiştir. Hall vd. (1991a) PIF için en parlak ve en koyu piksellerin Kauth-Thomas dönüşümünün parlaklık ve yeşillik uzayından alındığı bir yöntem geliştirmiş ve Hall vd. (1991b) orman dokusundaki ilerlemeyi gözlemlemek için Landsat MSS görüntülerinde bu yöntemi kullanmıştır. Chavez ve Mackinnon (1994) çöl

ortamında bitki örtüsü değişimi için tarihsel verilere uygulanan ve mutlak kalibrasyonu sağlayan bir karışım yaklaşımı geliştirmiştir. Önce çok zamanlı veri, uydunun geçişi esnasında yapılan yer radyans ölçümlerine göre normalize edilmiş, sonra mutlak yansıma tahmin edilmiştir.

Görüntü içerisinde yapay değişmez özellikleri tanımlamak zor olduğu için araştırmacılar tarafından birçok göreceli düzeltme yöntemi önerilmiştir. Bunlar içerisinde yaygın olarak kullanılanları aşağıda özetlenmiştir.

4.3.1.1. Göreceli düzeltme yöntemleri

Araştırmacıların önerdiği göreceli düzeltme yöntemlerinin hemen hepsini $U_k = a_k X_k + b_k$ şeklinde bir doğrusal denklemle ifade etmek mümkündür. Burada, a_k ve b_k : Sırasıyla normleştirme katsayısı ve kesişimdir ve seçilen algoritmaya göre değişiklik gösterir.

X_k : Düzeltilecek olan X görüntüsünün k bantı

U_k : X görüntüsünün k bandının düzeltilmiş hali

Ayrıca bölüm içerisindeki eşitliklerde kullanılacak olan,

S_x ve S_y : Sırasıyla X ve Y görüntülerinin standart sapmasıdır

S_{xy} : kovaryans ve

S_{xx} : varyansdır.

Belli başlı göreceli düzeltme yöntemleri şunlardır:

Pus düzeltmesi

Bu yöntemde göre, koyu objelere ait yansıma değeri sıfır sayısal değeri olarak kaydedilmesi gerekirken, atmosferik etki nedeniyle sıfırdan büyük bir değer olarak kaydedilmektedir. Dolayısıyla, tüm görüntü piksellerinin sayısal değerinden görüntü içerisindeki en küçük sayısal değer çıkarılması gerekmektedir (Spanner vd. 1990, Ekstrand 1994, Jakubauskas 1996, Huguenin vd. 1997, Chavez 1989).

$$\frac{a_k}{1} \quad \frac{b_k}{y_{k_{\min}} - x_{k_{\min}}}$$

Basit regresyon normalizasyonu

Normalizasyon katsayısını oluşturmak için en küçük kareler yöntemini kullanmaktadır. x_k , Landsat 5'e ait görüntünün piksel değerlerini, y_k , Landsat 7'ye ait görüntünün piksel değerlerini belirtirken, $S_{x_k y_k}$ ve $S_{x_k x_k}$ ise a_k katsayısını bulmak için kullanılan kovaryans ve varyans değerini ifade etmektedir. $U_k = a_k * x_k + b_k$ formülü dahilinde b_k değeri de formülde ayrıca değerlendirilerek basit regresyon normalizasyonu gerçekleştirilmiş olur.

$$\frac{a_k}{\frac{S_{x_k y_k}}{S_{x_k x_k}}} \quad \frac{b_k}{y_k - a_k x_k}$$

Değişmeyen piksel normalizasyonu

Değişmeyen piksel normalizasyonu (Elvidge vd. 1995, Mas 1999, Yuan ve Elvidge 1996) yine en küçük kareler yöntemi mantığına dayanan bir düzeltme yöntemidir. Bu yöntemde yalnız tüm pikseller değil, değişimin minimum olduğu bölgeye ait piksellerin (nc) kullanılması gerekir ve bu bölgelerin yerinde kontrol ile önceden belirlenmiş olması gerekir.

$$\frac{a_k}{\frac{S_{x_k y_k}^{(nc)}}{S_{x_k x_k}^{(nc)}}} \quad \frac{b_k}{\overline{y_k}^{(nc)} - a_k \overline{x_k}^{(nc)}}$$

Ortalama standart sapma normalizasyonu

$$\frac{a_k}{\frac{S_{y_k}}{S_{x_k}}} \quad \frac{b_k}{\overline{y_k} - a_k \overline{x_k}}$$

Ortalama standart sapma normalizasyonunda (Yuan ve Elvidge 1996) kullanılan S_{y_k} ve S_{x_k} terimleri bu çalışma için Landsat 5 ve Landsat 7'ye ait aynı bantların piksel sayısal

değerlerinin standart sapması şeklinde tanımlanmaktadır. Bu standart sapma değerlerin birbirine oranı a_k katsayısını vermektedir.

Minumum-maksimum normalizasyonu

Minumum-maksimum normalizasyonu (Yuan ve Elvidge 1996) normalizasyon katsayısını elde etmek için görüntü piksel sayısal değerlerinin minimum ve maksimumlarını kullanan bir yöntemdir.

$$\frac{a_k}{b_k} = \frac{y_{k_{\max}} - y_{k_{\min}}}{x_{k_{\max}} - x_{k_{\min}}} \quad y_{k_{\min}} - a_k x_{k_{\min}}$$

Koyu set – parlak set normalizasyonu

Koyu (dark) set – parlak (bright) set normalizasyonu (Hall vd. 1991, Yuan ve Elvidge 1996) normalizasyon katsayısını düzeltme bakımından Minumum-maksimum normalizasyonuna benzemektedir. Minumum-maksimum normalizasyonundan farkı ise piksel sayısal değerleri olarak minimum ve maksimum değerler yerine bu değerlerin guruplandırıldığı veri setlerini kullanmasıdır.

$$\frac{a_k}{b_k} = \frac{\overline{y_k^{(bright)}} - \overline{y_k^{(dark)}}}{\overline{x_k^{(bright)}} - \overline{x_k^{(dark)}}} \quad \overline{y_k^{(dark)}} - a_k \overline{x_k^{(dark)}}$$

Yapay - değişmez normalizasyonu

$$\frac{a_k}{b_k} = \frac{s_{y_k^{(pi)}}}{s_{x_k^{(pi)}}} \quad y_k^{(pi)} - a_k x_k^{(pi)}$$

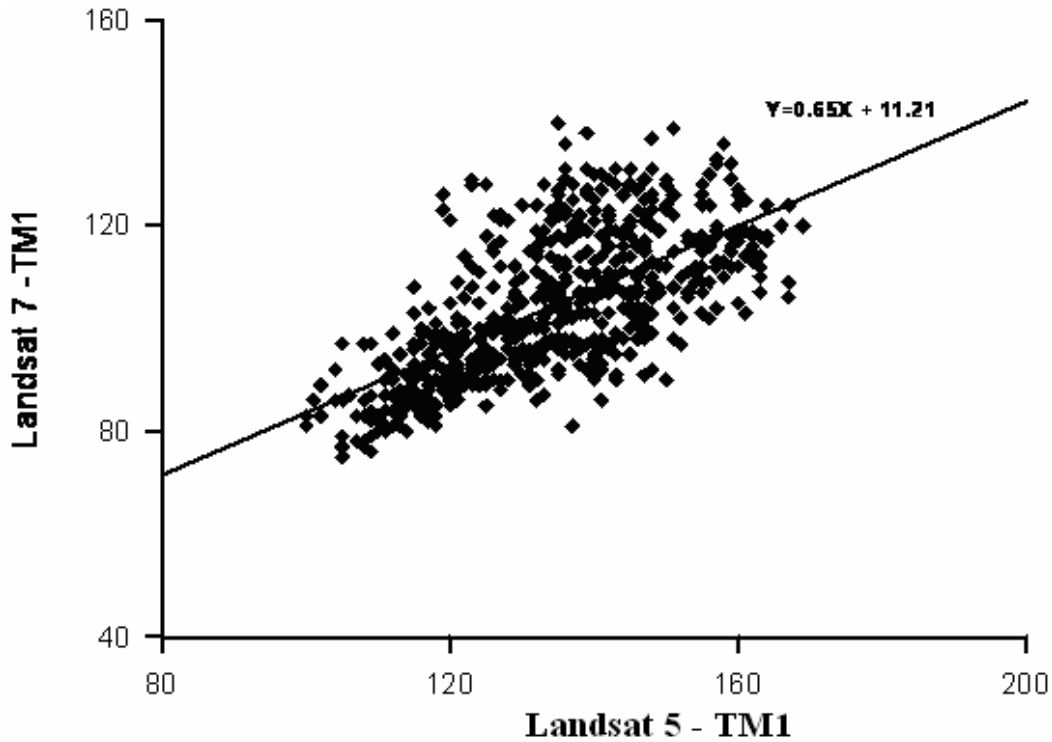
Yapay - değişmez (π) normalizasyonu (Yuan ve Elvidge 1996) görüntüler içerisinde coğrafi konumları doğru belirlenmiş, radyometrik ve spektral olarak duraylı objelerin yapay değişmez (π) özellikleri üzerinde radyometrik ölçümlere dayanmaktadır.

4.3.2. Uygulanan göreceli düzeltme yöntemleri

Yukarıda bahsedildiği gibi önerilen göreceli düzeltme yöntemleri arasında fazla bir fark yok, gerçekte fark katsayıları elde etmede kullanılan verilerin farklılığı veya algoritmaların basitleştirip veya basitleştirilmediğidir (örn., zamandan tasarruf etmek amacıyla regresyon analizi yerine standart sapmaların kullanılması veya varyans-kovaryansın kullanılması gibi). Bu nedenle bu çalışmada bütün yöntemler tek tek görüntülere uygulanmayacak bunun yerine önce yaygın olarak kullanılması ve basit olması nedeniyle pus düzeltmesi ve daha sonra değiştirilmiş yapay-değişmez normalizasyonu kullanılacaktır.

Pus düzeltmesi daha önce bahsedildiği gibi, görüntüyü oluşturan en küçük sayısal değerin gerçekte sıfır olması gerektiği ancak atmosferik etki nedeniyle sıfırdan büyük bir değer olarak kaydedildiği varsayımına dayanmaktadır ve tüm görüntü piksellerinin sayısal değerinden bu değerin çıkarılması mantığına dayanmaktadır (Chavez 1989). Her iki uyduya (Landsat 5 ve Landsat 7) ait tüm görüntü bantlarındaki en küçük sayısal değerler bulunarak tüm piksel sayısal değerlerinden bu değerler çıkarılmıştır. Ancak burada sadece her iki uydu görüntülerinin birinci bantlarından bahsedilecektir. Hesaplamalar aynı koordinatlara ait piksel sayısal değeri olarak Landsat 5'in Landsat 7'ye göre ortalama 10 birim daha fazla kaydettiğini göstermiştir. Yani söz konusu piksel sayısal değeri örneğin Landsat 7 de 50 iken Landsat 5 de 60 dır. İkinci olarak kullanılan atmosferik düzeltme ise değiştirilmiş yapay değişmez normalizasyonudur. Orjinal yöntem standart sapmaları kullanmaktadır ama burada katsayılar bulunurken regresyon analizi gerçekleştirilmiştir İşlemlerde dikkate alınan veriler her iki görüntüde de tüm veriler yerine değişimin minimum olduğu (ormanlık alanlar) yerlere ait veriler olduğundan basit regresyosyon normalizasyonu olarakta tanımlanamaz. Ayrıca seçilen alanlar her iki görüntünün alındığı tarihtede yerinde gözlemlerle test edilmediği için yöntem tam olarak değişmeyen piksel normalizasyonunada karşılık gelmez.

Seçilmiş alanın piksel sayısal değerleri Grapher programında en küçük kareler yöntemiyle değerlendirildiğinde verilere uyan en iyi eğrinin denklemi $Y = 0.65X + 11.21$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.25). Landsat 5 in TM1 bandının piksel sayısal değerleri bu eşitlik kullanılarak düzeltilmiştir.



Şekil 4. 25 Yapay değişmez özelliğe sahip bölgedeki Landsat 5-TM1 bandı ile Landsat 7-TM1 bandı arasındaki doğrusal ilişkiyi gösteren grafik.

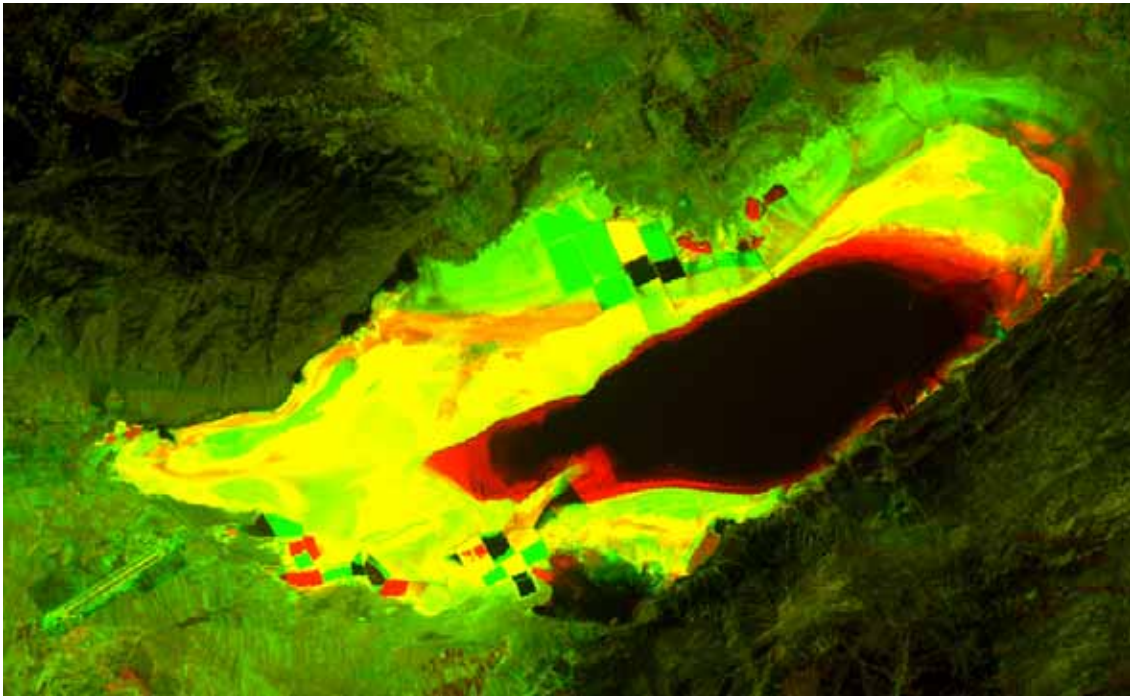
4.3.3.Değişim yakalama yöntemleri

Literatürde çok sayıda önerilmiş değişim yakalama yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemlerden aşağıda bahsedilen bazıları Acıgöl bölgesi görüntülerine uygulanmıştır.

4.3.3.1. Gerçek görüntü bantları farkı

Düzeltilme yapıldıktan sonra iki görüntü bandı birbirinden çıkarılarak tek bir görüntü (256 gri ton görüntüsü) oluşturulabilir ve bu görüntü sayısal değerleri üzerinde eşik değer belirleme ve anomali ayırım yöntemi denenebilir veya her bir görüntü bandı farklı bir renk kanalına atanarak renkli komposit görüntü oluşturulur ve anomali (değişim) alanları canlı renklerle ifade edilir. Bu çalışmada bu yöntem ve aşağıdaki yöntemler uygulanırken

ikincisi tercih edilmiştir. Diğer bir deyişle bütün değişim yakalama yöntemleri uygulanırken Landsat 5 görüntüsü kırmızı (R) ve Landsat 7 görüntüsü yeşil (G) kanalına atanarak 16 bitlik RG görüntüsü oluşturulmuş ve anomali alanları görüntü içerisindeki canlı renklerin varlığı ile tespit edilmiştir. Landsat 5 in TM1 in bandının değiştirilmiş yapay-değişmez normalizasyonu ile düzeltilmiş halinin kırmızı kanalına ve Landsat 7 in birinci bandının yeşil kanalına atanması ile Şekil 4.26 oluşturulmuştur.



Şekil 4. 26 TM1 bantları ile oluşturulmuş RG renkli kompozit görüntü (Landsat 5 –TM1 kırmızı kanalına, Landsat 7-TM1 yeşil kanalına atanmıştır, Görüntü boyutları: 28,3km x 17,4km).

Acıgölün alanındaki değişiklik, yani 1987 su altında olan ama 2000 kurumuş alanlar, görüntüde kırmızı renklerle karakterize olmuştur. Çevresindeki sarı kısımlar evaporit ortamı ve çevresi diğer birimleri ifade etmektedir. Diğer birimler kireçtaşı ve konglomeralardan oluşmuştur. Bu bölümde kırmızı renk ile ifade edilmiş kısımlar hariç diğer birimlerde bir değişim yoktur. Değişimin yakalandığı diğer görüntüler için de sadece değişimin olduğu kısımlar önemlidir ve bu kısımlardan bahsedilmiştir.

4.3.3.2. “Tasseled cap” – parlaklık, nem, yeşillik farkı

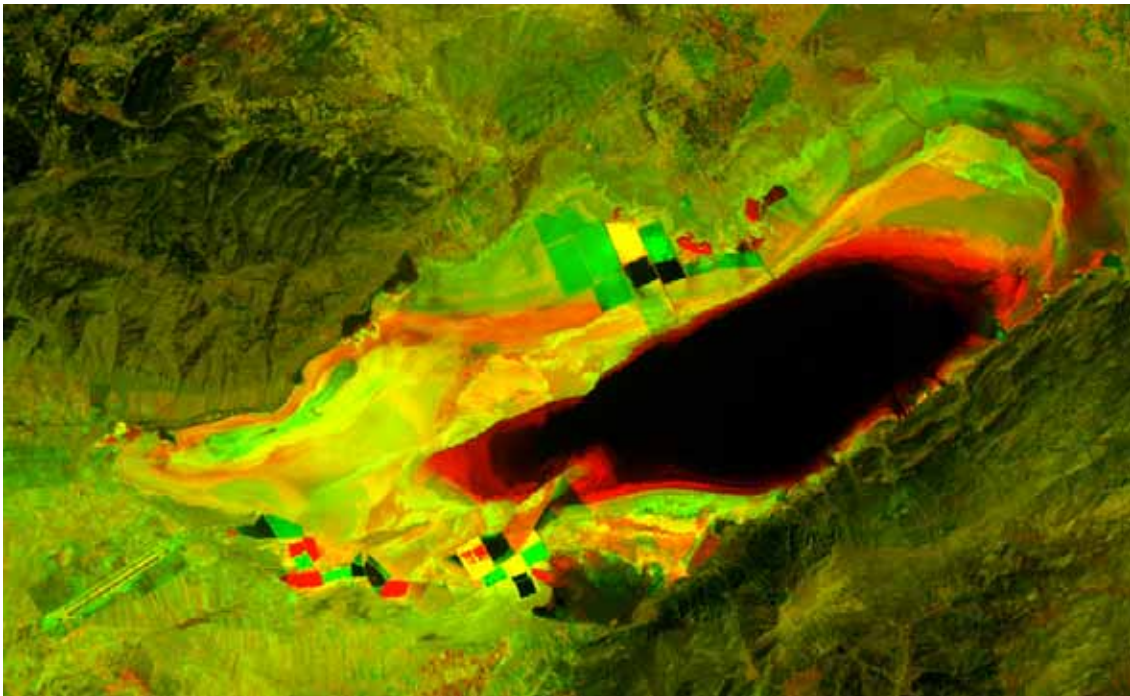
İkinci olarak kullanılan değişim yakalama yöntemi; “Tasseled Cap” Parlaklık, nem, yeşillik farkı’dır. Bu yöntem Radyatif Transfer Modelini destekleyen (Crist ve Cicone, 1984) bir yaklaşımdır. Değişim için 1-5,7 bantları üzerinde istenilen parametreleri belirler. Bu çalışmada bitki örtüsündeki değişimden ziyade Acıgöl alanındaki değişim incelendiği için yeşillik indeksi dışındaki diğer iki indeks kullanılmıştır.

4.3.3.2.1. Parlaklık

İlk kullanılan Tasseled Cap parametresi olan parlaklık altı bandın ağırlıklı toplamı şeklinde ifade edilmektedir. Her bir bandın piksel sayısal değerlerinin ortalaması alınır ve toplanır. Bu toplam her bir bandın piksel sayısal değer ortalamasına bölünerek o bant için var olan katsayılar bulunmuş olur. Görüntüyü oluşturan altı bant için bulunan katsayılar altı kanalla da ayrı ayrı çarpılarak parlaklık görüntüsü elde edilmiş olur.

$$PARLAKLIK = 0.23ch1 + 0.12ch2 + 0.16ch3 + 0.15ch4 + 0.20ch5 + 0.11ch6 \text{ (Landsat 5)}$$

$$PARLAKLIK = 0.18ch1 + 0.17ch2 + 0.20ch3 + 0.12ch4 + 0.47ch5 + 0.13ch6 \text{ (Landsat 7)}$$



Şekil 4. 27 Parlaklık indeksleri ile oluşturulmuş R(Landsat-5) - G(Landsat-7) renkli görüntüsü.

4.3.3.2.2. Nem

İkinci olarak kullanılan Tasseled Cap parametresi ise nemdir. Nem değişimini yakalamak için; ilk dört bantın ağırlıklı ortalaması toplamının herbir banda ait ağırlıklı ortalamaya bölünmesi ile ilk dört bant için mevcut olan katsayılar, son iki bantın ağırlıklı ortalaması toplamının herbir banda ait ağırlıklı ortalamaya bölünmesi ile son iki bant için mevcut olan katsayılar bulunmuş olur. Bu yöntemde her iki görüntü için de ayrı ayrı bulunan nem formülleri şöyledir.

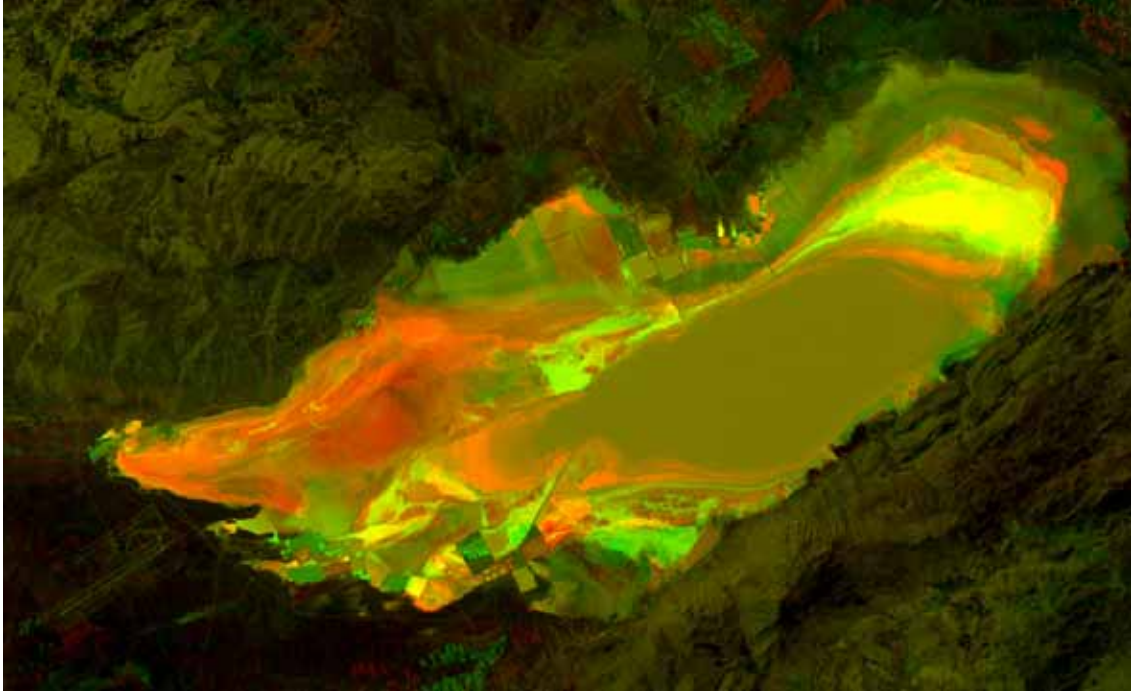
$$NEM = 0.3450ch1 + 0.1878ch2 + 0.2448ch3 + 0.2221ch4 - 0.6487ch5 - 0.3512ch6 \text{ (Landsat 5)}$$

$$NEM = 0.2648ch1 + 0.2580ch2 + 0.2958ch3 + 0.1812ch4 - 0.5759ch5 - 0.4240ch6 \text{ (Landsat 7)}$$

Ancak uygulanan yöntem dahilinde Landsat 5 için kullanılan formül sonucunda en büyük piksel sayısal değeri 199.38, en küçük piksel sayısal değeri ise -90.51 şeklinde olduğu görülmüştür. Bu değerlerin 0 ile 255 aralığına çekilmesi için iki sayısal değer aralarındaki fark 289.89 olarak bulunmuştur. 255 sayısal değerinin 289.89'a bölünmesi ile elde edilen 0.87 değeri nem formülü ile çarpılmıştır. En küçük piksel değerimiz bu sefer ise -78.13 olduğu için formüle +79 ilave edilerek piksel sayısal değerlerin istenilen aralıkta bulunması sağlanmıştır.

Aynı şekilde Landsat 7 için kullanılan formül sonucunda da en büyük piksel sayısal değeri 230.36, en küçük piksel sayısal değeri ise -144.474 dir. Bu değerlerin 0 ile 255 aralığına çekilmesi için iki sayısal değer aralarındaki fark 374.834 olarak bulunmuştur. 255 sayısal değerinin 374.834'e bölünmesi ile elde edilen 0.68 değeri nem formülü ile çarpılmıştır. En küçük piksel değerimiz bu sefer ise -98.23 olduğu için formüle +99 ilave edilerek piksel sayısal değerlerin istenilen aralıkta bulunması sağlanmıştır.

Sonuç olarak elde edilmiş iki görüntü çakıştırılarak yeni görüntüde RG ataması gerçekleştirilir. Bu şekilde oluşturulmuş nem farkı görüntüsü Şekil 4.28'de verilmiştir.



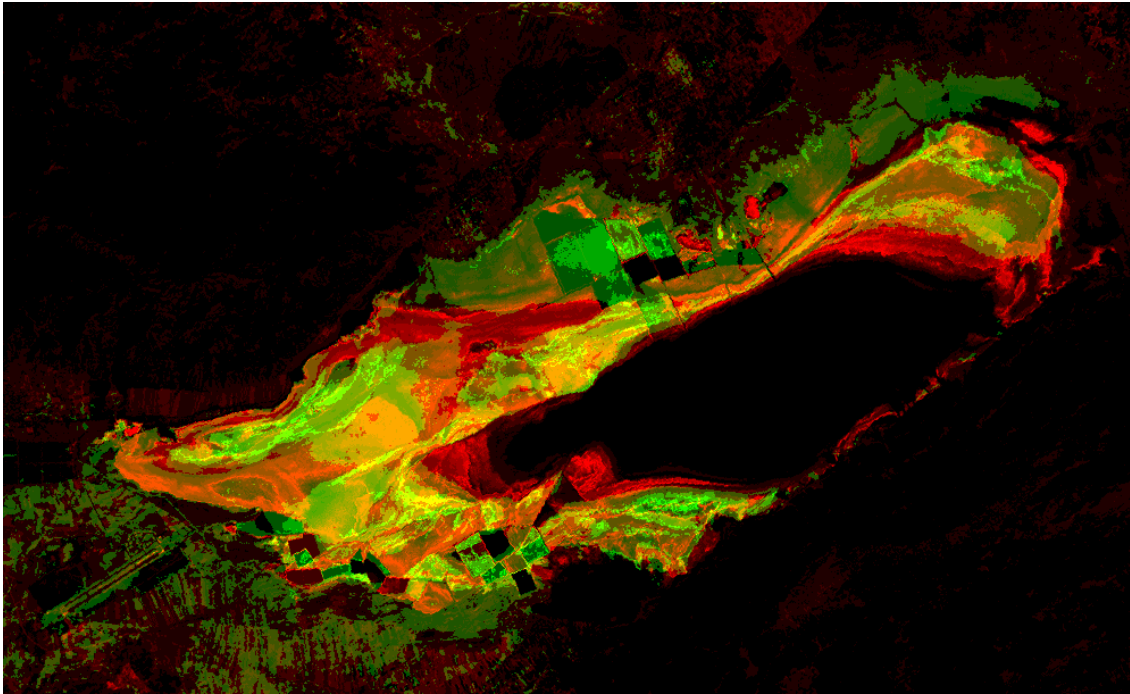
Şekil 4. 28 Nem indeksleri ile oluşturulmuş R(Landsat-5) - G(Landsat-7) renkli görüntüsü.

4.3.3.3. Normalize fark bitki endeksi (NDVI)

Kullanılan üçüncü değişim yakalama yöntemi Normalize Fark Bitki Endeksi şeklinde isimlendirilmiş NDVI farkıdır. NDVI, Landsat TM görüntülerinde bitki dinamiğini gözlemlemek için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. (Sader, 1987; Pax Lenney vd., 1996; Michener ve Houhoulis, 1997). Landsat uydu görüntülerine NDVI yöntemini uygulamak için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$NDVI = \frac{TM4 - TM3}{TM4 + TM3}$$

Buna göre; NDVI yöntemini uygulamak için Landsat 5 görüntüleri içerisinde TM4 ve TM3 bantları kullanılarak formül kullanılmış ve oluşan en yüksek ve en düşük piksel sayısal değerlerinin 0 ve 255 aralığında bulunmadığı fark edilmiştir. Görüntüyü oluşturan en büyük piksel değeri 0.666 ve en küçük piksel değeri -0.520'dir. Arasındaki fark 1.186 olarak bulunmuştur. 255 sayısı 1.186'ya bölünerek bulunan 215 değeri NDVI formülü ile çarpılmıştır. Bu durumda en küçük piksel değerimiz -111 olduğu için formüle +112 ilave edilerek piksel sayısal değerlerin istenilen aralıkta bulunması sağlanmıştır.



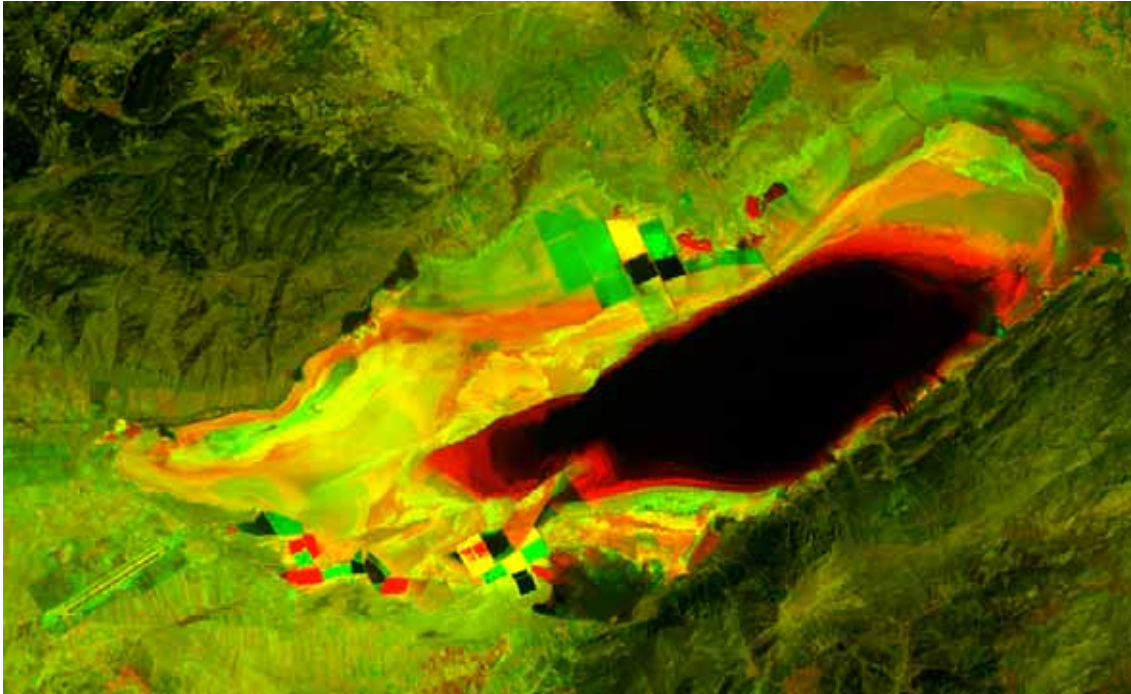
Şekil 4. 29 NDVI ler ile oluşturulmuş R(Landsat-5) - G(Landsat-7) renkli görüntüsü.

İkinci olarakta NDVI yöntemi Landsat 7 uydu görüntüsüne uygulanmıştır. Aynı şekilde formül görüntüye uygulandığında elde edilen en büyük sayısal piksel değeri 0.662, en küçük sayısal piksel değeri -0.970 olarak bulunmuştur. Sayısal değerleri 0 ve 255 arasına çekmek için elde edilen en büyük ve en küçük değerlerin farkı 255'e bölerek elde edilen 156 değeri uygulanan formül ile çarpılır. Sayısal değerlerin en büyüğü 103.350, en küçüğü ise -151.343 şekline gelmiştir. -151.343 sayısal değerinin 0 dan başlamasını istediğimiz için NDVI formülüne 152 ilave edilerek piksel sayısal değerlerin istenilen aralıkta bulunması sağlanmıştır. Bu şekilde oluşturulmuş iki görüntü bir arada açılarak Şekil 4.29 elde edilmiştir.

4.3.3.4. Ana bileşen-1 farkları

Dördüncü olarak kullanılan değişim yakalama yöntemi her iki zaman görüntüsünün 6 bandı üzerinde ayrı ayrı Ana Bileşenler Analizini gerçekleştirmek ve oluşan Ana Bileşen-1 görüntülerini üst üste çakıştırmaktır. Landsat 5 in 6 bandı üzerinde (6. termal kızıl ötesi bant hariç) gerçekleştirilen Ana Bileşenler Analizinde toplam varyansın büyük bir kısmı Ana Bileşen-1 de ve Landsat 7 in 6 bandı üzerinde (6. termal kızıl ötesi bant hariç) gerçekleştirilen Ana Bileşenler Analizinde toplam varyansın yine büyük bir kısmı Ana

Bileşen-1 de toplanmıştır. Görüldüğü gibi her iki zaman görüntü bantlarındaki ana bilgiler Ana Bileşen-1 lerde toplandığı için, yöntem bir anlamda tüm bantlardaki farklılıkları kıyaslamaktadır. Ana Bileşen-1 lerin farklı renk kanallarına atanması ile elde edilmiş görüntü Şekil 4.30'da verilmiştir.

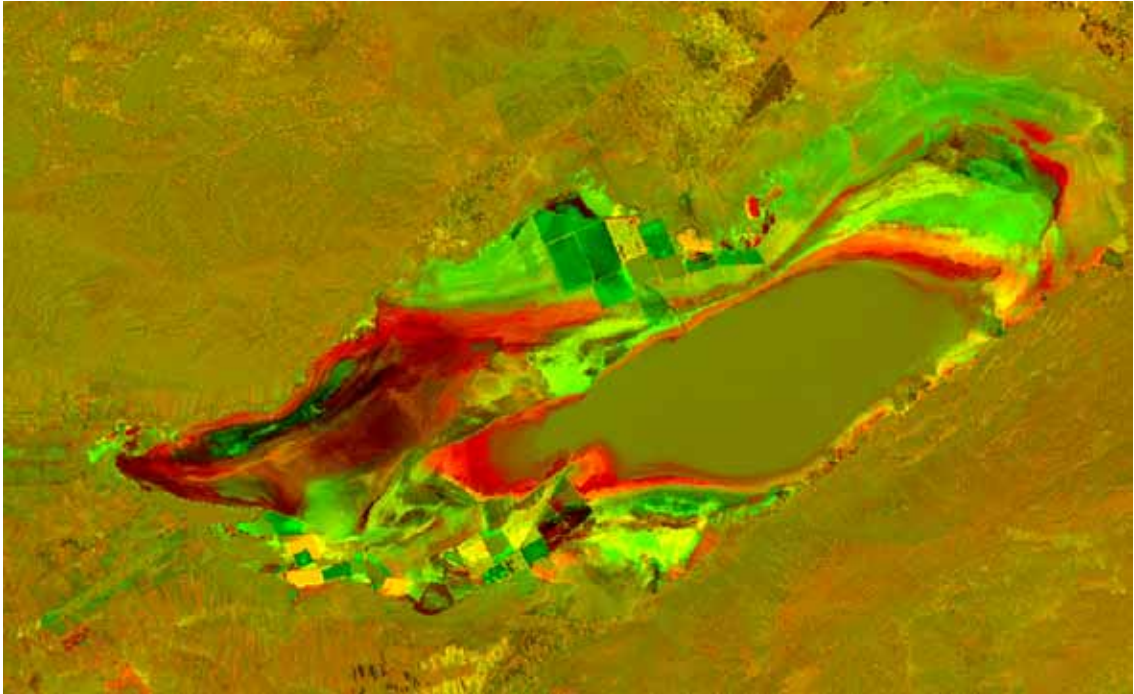


Şekil 4.30 Ana Bileşen 1ler ile oluşturulmuş R(Landsat-5) - G(Landsat-7) renkli görüntüsü.

4.3.3.5. Ana bileşenler analizi - değişim bantları

Beşinci olarak kullanılan yöntem ise her iki zaman görüntüsünün tüm bantlarını birleştirerek tek bir zaman görüntüsümüş gibi değerlendirerek bunlar üzerinde Ana Bileşenler Analizi gerçekleştirmektir. Landsat 5 in 6 bandı ve Landsat 7 nin 6 bandı birleştirilerek oluşturulan 12 bant üzerinde gerçekleştirilen Ana Bileşenler Analizi sonucu çizelgede verilmiştir. Çizelge incelendiğinde Ana Bileşen-3 de Landsat 5 bantlarının özvektör yüklemelerinin ve Landsat 7 özvektör yüklemelerinin hepsinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu bileşen görüntüsü açıkça bir değişim bandını oluşturmaktadır. Aynı şekilde Ana Bileşen-4 de de Landsat 5 ve 7 tüm bantlarının özvektör yüklemeleri ters işaretli ve dolayısıyla bu bileşen görüntüsünde bir değişim bandı olmaktadır. Çizelgede bu şekilde başka bileşen olmadığı görülmektedir, dolayısıyla bu çalışma için Ana Bileşen 3 ve 4

görüntüleri değişim bantlarıdır. Bu iki bileşen görüntüsünün RG renk kanallarına atanması ile Şekil 4.31 oluşturulmuştur.



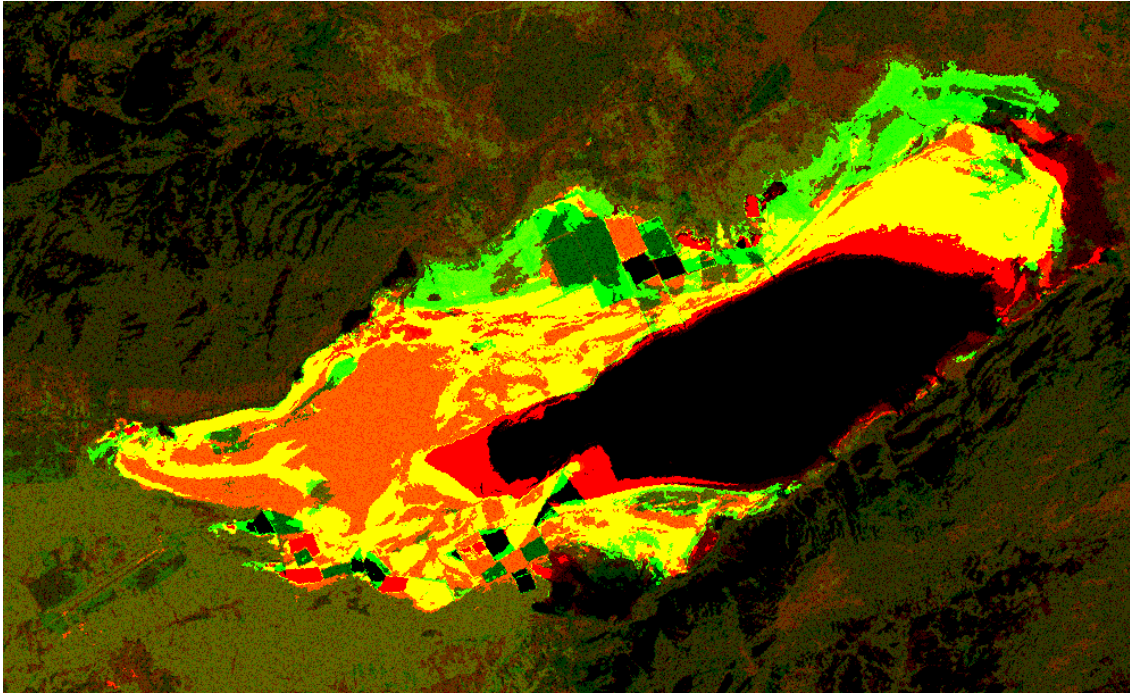
Şekil 4. 31 Ana Bileşenler Analizi sonucunda elde edilen değişim bantları ile oluşturulmuş R(Ana Bileşen-3) - G(Ana Bileşen-4) renkli görüntüsü.

Tablo 4. 6 Ana Bileşenler Analizi – Değişim Bantları sonucunda elde edilen öz değerler ve öz vektörler

Bant	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM6	TM7	TM8	TM9	TM10	TM11	TM12	
Ana Bileşen	Özvektör Matrisi												Özdeğer (%)
PC1	0.31328	0.31061	0.32469	0.31278	0.24048	0.23905	0.28753	0.29307	0.31888	0.30212	0.25692	0.24417	66.2411
PC2	-0.14944	-0.15478	-0.06771	0.12660	0.46313	0.45348	-0.35761	-0.34572	-0.21679	-0.10200	0.31841	0.32676	18.0533
PC3	-0.29814	-0.34579	-0.31895	-0.25167	-0.16997	-0.19545	0.16722	0.16763	0.19959	0.32276	0.41922	0.42844	10.8636
PC4	-0.26703	-0.10274	-0.10261	0.54009	0.02991	-0.09508	-0.10669	-0.12981	-0.10468	0.67344	-0.10973	-0.31815	1.7764
PC5	-0.14519	-0.19231	-0.19244	-0.38921	0.40840	0.47562	0.24132	0.24265	0.15639	0.14157	-0.26460	-0.35887	1.5462
PC6	-0.77735	0.30149	0.08067	0.26596	-0.09127	0.12076	0.14543	0.19741	0.11188	-0.33143	-0.10592	0.10476	0.4768
PC7	-0.08007	0.35202	0.13676	-0.33908	-0.15092	0.17028	0.09632	0.03974	-0.63819	0.37757	-0.19073	0.29519	0.4179
PC8	-0.14100	0.15930	0.31756	-0.32505	-0.15979	0.10313	-0.59018	-0.13883	0.51440	0.25388	-0.12028	0.03102	0.2902
PC9	-0.19609	0.24067	0.24221	-0.25673	0.09155	-0.12970	0.07870	-0.09331	-0.13925	0.01239	0.66570	-0.52559	0.1392
PC10	-0.15859	-0.20741	0.44548	-0.10366	0.57517	-0.54728	0.00935	0.08119	-0.06567	0.00845	-0.22255	0.17807	0.0825
PC11	-0.06249	-0.42128	0.48587	0.01344	-0.27727	0.23296	0.45457	-0.48745	0.06340	0.00517	-0.05241	0.01352	0.0659
PC12	-0.01341	0.44027	-0.34850	-0.10685	0.24164	-0.19734	0.31656	-0.61484	0.25285	0.05886	-0.13158	0.11327	0.0469

4.3.3.6. Kullanıcı kontrolsüz sınıflama - post sınıflama

Değişim yakalamada kullanılan en son yöntem ise kullanıcı kontrolsüz sınıflama (Post Sınıflama) dır. Post sınıflamasında çok zamanlı görüntülerin her biri ayrı ayrı sınıflandırılır ve sonuç haritaları birbiriyle karşılaştırılır (Foody vd., 1996). Bu şekilde, çok zamanlı görüntülerin ayrı ayrı sınıflandırılmasıyla elde edilen değişim yakalamada atmosferik düzeltme gereksizdir. Çalışmada hem atmosferik düzeltme yapılmış bantlar hemde yapılmamış bantlar kullanılmış ama aralarında bir fark görülmemiştir. Yöntem uygulanırken her iki zaman görüntüsü, maksimum 10 sınıf olabilecek şekilde tanımlanıp ve eşveri (isodata) algoritması kullanılarak ayrı ayrı kullanıcı kontrolsüz olarak sınıflandırılmıştır. Oluşturulan tema haritaları, diğer yöntemlerde olduğu gibi üst üste çakıştırılarak değişim alanlarının farklı renklerle görülmesi sağlanmıştır (Şekil 4.32).



Şekil 4.32 Kullanıcı kontrolsüz sınıflama ile oluşturulmuş R(Landsat-5) - G(Landsat-7) renkli görüntüsü.

4.3.4.Uygulanan yöntem ve sonuçlarının değerlendirilmesi

Landsat 5 – 1987 ve Landsat 7 – 2000 görüntüleri kullanılarak, Acıgöl ve çevresini içine alan bir alanda değişim yakalama yöntemleri incelenmiştir. Değişim yakalama yöntemleri uygulanmadan önce var olabilecek atmosferik etkiyi düzeltmek için göreceli atmosferik düzeltme yöntemlerinden Pus Düzeltmesi ve Değiştirilmiş yapay-değişmez normalizasyonu görüntülere uygulanmış ancak çalışmada değiştirilmiş yapay-değişmez normalizasyonu ile düzeltilmiş görüntüler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan değişim yakalama yöntemleri; Gerçek görüntü bantları farkı, “Tasseled Cap” – parlaklık, nem farkı, NDVI farkı, Ana Bileşen -1 ler farkı, Ana Bileşenler Analizi-Değişim bantları ve Kullanıcı kontrolsüz sınıflama (Post Sınıflama) yöntemleridir. Bu yöntemlerden elde edilen sonuçlar birbirinden çok farklı değildir. Değişim Hambat ovası içerisinde yer alan Acıgöl çevresindeki evaporitik ortamı kapsamaktadır. Değişimin söz konusu olduğu Acıgöl ve çevresindeki evaporitik oluşumlar farklı bir görünümde ve kırmızı-yeşil renk araldanmaları şeklinde görünümü yansıtmaktadır. Hemen hemen elde edilen tüm görüntüler bu noktayı vurgulamaktadır. Ancak bu yöntemler arasından değişimi net olarak vurgulamayan Tasseled Cap-Nem farkı görüntüsüdür.

5. SONUÇLAR

Denizli ve çevresini içine alan uydu görüntülerinde çalışma sırasında; litoloji belirleme, maden arama ve değişim yakalama olmak üzere üç bölüm hazırlanmıştır. Her bir bölümde konu ile ilgili uygulamalar gerçekleştirilmiştir

Litoloji belirleme Hambat ovası olarak bilinen alanda Landsat 5 uydu görüntüleri üzerinde uygulanmıştır. Litoloji belirleme için ilk olarak basit bir istatistiksel yöntem olan optimum indeks faktör (OIF) kullanılmıştır. Litolojik sınırlar açısından elde edilen görüntünün uygun olmaması nedeni ile diğer yöntemler değerlendirilmiştir. Bant oranlaması mantığı ile kil minerallerini ve demir içeren diğer mineralleri belirlemek amacıyla Abrams yöntemi kullanılmıştır. Bant oranlaması olarak; 5/7 kil mineralleri için, 3/1 demir oksit mineralleri için, 4/5 demir içeren diğer mineraller için kullanılmış, 5/7'nin kırmızı 3/1'in yeşil ve 4/5'in mavi renk kanallarına atanmasıyla renkli bir kompozit görüntü oluşturulmuştur. Litoloji belirleme için kullanılan diğer bir yöntem Sultan yöntemidir. Opak mineral içeriğini, hidroksil minerallerini ve Fe içeren alümina silikatları dikkate alan bir yöntem olup 5/1 Opak mineral içeriğini, 5/7 Hidroksil minerallerini ve 5/4 x 3/4 bant oranlarının çarpımı ise Fe içeren alümina silikatları belirlemek için kullanılan kompozit görüntülerdir. Litoloji belirleme için dördüncü ve beşinci olarak kullanılan yöntem jeolojik özellikleri daha iyi görebilmek ve litolojik sınırları rahatça belirlemek amacıyla kullanılan gerçek bantların RGB kanallarına atanarak oluşturulan renkli kompozit görüntülerdir. TM7 Kırmızı (Red), TM4 Yeşil (Green), TM1 Mavi (Blue) olarak atanıp 741 ve TM7 Kırmızı (Red), TM5 Yeşil (Green), TM4 Mavi (Blue) olarak atanıp 754 renkli kompozit görüntüler oluşturulmuştur. Altıncı olarak kullanılan son yöntem ana bileşenler analizidir. Ana bileşenler analizine göre toplam varyansın büyük bir kısmının ilk üç ana bileşende toplanması gerekmektedir. Fakat ikinci bileşen (PC2) bitki örtüsünü ifade etmesi bakımından değerlendirildiğinde 1,3 ve 4 ana bileşen görüntülerinin RGB olarak atanmasıyla kompozit görüntü oluşturulmuştur.

Bu görüntülerden 741 RGB kompozit görüntüsü litoloji sınırının belirlenmesi bakımından en iyi sonucu vermektedir. Litolojik birimler 741 RGB kompozit görüntüsüne göre Bozkurt'un kuzey kısmında yer alan Çameli formasyonu için oldukça net bir şekilde görülmektedir. Buradaki ayrımın tespiti için yapılan arazi çalışmasına göre; Çameli formasyonunun kireç içeriği az olan birimleri (uydu görüntüsünde yeşil olarak görülen kısım) arazide koyu renkli bir görünüme ve kireç içeriği fazla olan birimleri (uydu görüntüsünde pembe olarak görülen kısım) arazide daha açık renkli bir görünüme sahip olması bakımından 741 RGB kompozit görüntüsü litoloji belirleme bakımından en uygun görüntü olarak seçilmiştir.

Maden arama yöntemleri Denizli M21 M22 paftalarını içerisine alan bir bölgede Landsat 5 uydu görüntüleri üzerinde uygulanmıştır.

Maden arama çalışmaları için cevherleşmeyi belirten veya ona eşlik eden mineralinin spektrasına ve Landsat TM bantlarının dalga boyu aralıklarına bakılarak 3/1 ve 5/7 oranlaması sırasıyla demir oksit ve kil minerallerini haritalamak için gerçekleştirmiştir. Maden arama çalışmaları için kullanılan diğer bir yöntem 6 Landsat TM bandı üzerinde gerçekleştirilen ve öz vektör matrisindeki değerlerin işaretine ve magnitudüne bakılarak, kil veya demir oksit minerallerinin hangi bileşen görüntüsü üzerine haritalandığını belirleyen ana bileşenler analizidir. Ana bileşenler analizi uygulandıktan sonra karakteristik bantlar tespit edilerek bu bantlar için uygun olan renk ataması gerçekleştirilerek kompozit görüntü oluşturulmuştur. Maden arama çalışmaları için son olarak kullanılan yöntem Crosta yöntemidir. Bu yöntem kil mineralleri için farklı, demir oksit mineralleri için farklı olmak üzere 4 Landsat TM bandı üzerinde gerçekleştirilen ana bileşenler analizidir. Crosta yöntemi için öz vektör matrisini incelenmeden seçilen bantların türüne göre dördüncü bileşen görüntüsünde demir oksit ve kil mineralleri haritalanmıştır.

Bu yöntemler dahilinde Landsat-5 görüntüsü üzerinde demir oksit mineralleri için anomali olarak görülen noktalarda arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan arazi çalışmasında demir cevherinin ve demir oksit boyanmalarının anomali olarak görülen alanlarda var olmasının arazideki tespiti ile yöntemlerin demir mineralleri için uygun yöntemler olduğu kanısına varılmıştır. Kil mineralleri için de üç yöntem ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Fakat kil mineralleri için belirlenmiş noktaların hiç birisi ortak yerleri

birarada vermediği için net bir anomali alanı belirlenememiş ve ayrıca arazi çalışmasına gerek duyulmamıştır. Dolayısıyla yöntemler kil mineralleri için demir oksitlerde olduğu kadar etkili olmamıştır.

Değişim yakalama Acıgöl ve çevresini içine alan bir bölgede Landsat 5 – 1987 ve Landsat 7 – 2000 uydu görüntülerinin birbirlerine göre kalibre edildikten sonra kıyaslanması mantığını taşıyan bir çalışmadır. Değişim yakalama yöntemleri kullanılmadan önce atmosferik düzeltme olarak göreceli atmosferik düzeltme yöntemlerinden (Pus düzeltmesi, Basit regresyon normalizasyonu, Değişmeyen piksel normalizasyonu, Ortalama standart sapma normalizasyonu, Minimum-maksimum normalizasyonu, Koyu set – parlak set normalizasyonu, Yapay - değişmez normalizasyonu) Pus düzeltmesi ve Değiştirilmiş yapay - değişmez normalizasyonu kullanılmıştır. Atmosferik düzeltmeden sonra sırası ile Gerçek görüntü bantları farkı, “Tasseled Cap” – parlaklık, nem farkı, NDVI farkı, Ana Bileşen -1 ler farkı, Ana Bileşenler Analizi-Değişim bantları ve Kullanıcı kontrolsüz sınıflama (Post Sınıflama) değişim yakalama yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışma sırasında değişimin Acı göl çevresinde yer alan evaporik ortamda gerçekleştiğini Tasseled Cap-Nem dışında diğer yöntemlerin hepsi vurgulamıştır. Bu yöntemlere göre Acıgöl çevresinde yer alan evaporitik ortam tamamen ayrı bir renk olarak görüntülerde ayırt edilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Abdelhamid, G., and Rabba, I. (1994) An investigation of mineralized zones revealed during geological mapping, *Int. J. Remote Sensing*, 15: s.1495–1506.
- Abrams, M. J., Brown, D., Lepley, L., and Sadowski, R. (1983) Remote sensing for porphyry copper deposits in southern Arizona, *Economic Geology*, 78: s.591–604.
- Ahern, F. J., Goodenough, D. G., Jain, S. C., Rac, V. R., and Rochon, G. (1977) Use of clear lakes as standard reflectors for atmospheric measurements, In *Proceedings of the 11th International Symposium on Remote Sensing of Environment*, Ann Arbor, MI, s.731–775.
- Aydal, D., and Polat, O. (2004) Litolojik sınırların tanımlanmasında, kontrolunda ve düzeltilmesinde ve tektonik hatların belirlenmesinde CBS-UA tekniklerin önemi: Adana-Çiftelhan ile Niğde-Kemerhisar-Çamardı arası bölgenin incelenmesi, 57. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, Ankara, s.140-142.
- Aydal, D., Dumanlılar, Ö., and Polat, O. (2004a) Granitoyid kaynaklı porfiri tip bakır zenginleşmelerinin Landsat 7 TM görüntüleri ile tanımlanması : Malatya-Elazığ örneği, 57. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, Ankara, s.70-71.
- Aydal, D., Vural, A., and Polat O. (2004b) Volkanik kayalarda baz metal ve altın içeren hidrotermal altere alanların Landsat 7 TM ile tanımlanması ve verilerin CBS ortamında değerlendirilmesi : Bayramiç (Çanakkale) çalışmaları, 57. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, Ankara, s.89-90.
- Bennett, S. A., Atkinson, W. W., and Kruse, F. A. (1993) Use of thematic mapper imagery to identify mineralization in the Santa Teresa District, *Int. Geol. Rev.*, 35: s.1009–1029.
- Biehl, L., and Landgrebe, D. (2002) MultiSpec—a tool for multispectral–hyperspectral image data analysis, *Computers & Geosciences*, 28: s.1153–1159.
- Blodget, W. H., and Brown, G. F. (1982) Geological mapping by making use of computer-enhanced imagery of western Saudi Arabia, *US Geological Society Professional Paper*, 10: 1153s.
- Bryant, R. G. (1996) Validated linear mixture modeling of Landsat TM data for mapping evaporite minerals on a playa surface: methods and applications, *Int. J. Remote Sensing*, 17: s.315-330.
- Chavez, P. S., Berlin, G. L., and Sowers, L. B. (1982) Statistical methods for selection Landsat MSS ratios. *Journal of Applied Photographic Engineering*. 8(1): s.23-30.
- Cengiz, O., Şener, E., and Yağmurlu, F. (2003a) Landsat TM görüntüsü ile jeolojik uygulamalar: Burdur çevresinin jeolojik haritasının çıkarılması ve çizgisellik analizi, *Jeoloji Mühendisliği Bölümünün 20.Yıl Özel Sayısı*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 7: s.445-453.
- Cengiz, O., Şener, E., and Yağmurlu, F. (2003b) Landsat TM uydu görüntüsü kullanılarak Gölcük krateri (Isparta) çevresindeki volkanik yapıların ve çizgiselliklerin yorumlanması, *Jeoloji Mühendisliği Bölümünün 20.Yıl Özel Sayısı*, *Jeoloji Mühendisliği Bölümünün 20.Yıl Özel Sayısı*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 7: s.433-444.

- Cengiz, O., and Şener, E. (2003c) Landsat TM verileri ile jeolojik haritalama: Eğirdir Güneyi-Kovada Grabeni (Isparta) Uygulaması: Küçükçekmece ve yakın çevresi teknik kongresi, Deprem ve Planlama Bildiriler Kitabı, İstanbul, 1: s.293-304.
- Chandrasekhar, S. (1960) Radiative Transfer, Dover, New York, 464s
- Chavez Jr., P. S., and Mackinnon, D. J. (1994) Automatic detection of vegetation changes in the southwestern United States using remotely sensing images, Photogramm. Eng. Remote Sens., 60: s.571–583.
- Chavez Jr., P. S. (1989) Radiometric calibration of Landsat Thematic Mapper multispectral images, Photogramm. Eng. Remote Sens., 55: s.1285–1294.
- Coppin, P. R., and Bauer, M. E. (1994) Processing of multitemporal Landsat TM imagery to optimize extraction of forest cover change features, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., 32 4: s.918–927.
- Crist, E. P., and Cicone, R. C. (1984) A physically-based transformation of Thematic Mapper data - the TM tasseled cap, IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens., GE-22: s.256-263.
- Crosta, A. P., and Moore, J. (1989) Enhancement of Landsat Thematic Mapper imagery for residual soil mapping in SW Minais Gerais State, Brazil: A prospecting case history in Greenstone belt terrain, Proceedings of the 7th (ERIM) Thematic Conference: Remote Sensing for Exploration Geology, s.1173-1187.
- Duggin, M. J., and Robinove, C. J. (1990) Assumptions implicit in remote sensing data acquisition and analysis. Int. J. Remote Sens., 11: s.1669–1694.
- Ekstrand, S. (1994) Assessment of forest damage with Landsat TM: correction for varying forest stand characteristics, Remote Sens. Environ., 47: s.291–302.
- Elvidge, C. D., Yuan, D., Werackoon, R. D., and Lunetta, R. S. (1995) Relative Radiometric Normalization of Landsat Multispectral Scanner (MSS) Data Using an Automated Scattergram Controlled Regression, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 61(10): s.1255-1260.
- Foody, G. M., Palubinska, G., Lucas, R. M., Curran, P. J., and Honzak, M. (1996) Identifying terrestrial carbon sinks: classification of successional stages in regenerating tropical forest from Landsat TM data, Remote Sens. Environ., 55: s.205–216.
- Goosens, M. A. and Kroonenberg, S. B. (1994) Spectral discrimination of contact metamorphic zones and its potential for mineral exploration, province of Salamanca, Spain, Remote Sensing of The Environment, 47: s.331–344.
- Gordon, H. R. (1978) Removal of atmospheric effects from satellite imagery of the ocean, Appl. Opt., 17: s.1631–1636.
- Griffiths, P. S., Curtis, P. A. S., Fadul, S. E. A., and Scholes, P. D. (1987) Reconnaissance geological mapping and mineral exploration in northern Sudan using satellite remote sensing, Geol. J., 22: s.225–249.
- Haan, J. F., Hovenier, J. W., Kokke, J. M. M., and Stokkom, H. T. C. (1991) Removal of atmospheric influences on satellite-borne imagery: a radiative transfer approach, Remote Sens. Environ., 37: s.1–21.
- Hall, F. G., Strebel, D. E., Nickeson, J. E., and Goets, S. J. (1991a) Radiometric rectification: toward a common radiometric response among multitemporal, multisensor images, Remote Sens. Environ., 35: s.11–27.
- Hall, F. G., Botin, D. B., Strebel, D. E., Woods, K. D., and Goets, S. J. (1991b) Large-scale patterns of forest succession as determined by remote sensing, Ecology 72: s.628–640.
- Hoatson, D. M. (2001) Metallogenic potential of mafic ultramafic intrusions in the Arunta Province, central Australia, AGSO Research Newsletter, 5: s.29-33.

- Holm, R. G., Jackson, R. D., Yuan, B., Moran, M. S., Slater, P. N., and Bigger, S. F. (1989) Surface reflectance factor retrieval from Thematic Mapper data, *Remote Sens. Environ.*, 27: s.47–57.
- Huguenin, R. L., Karaska, M. A., Blaricom, D. V., and Jensen, J. R. (1997) Subpixel classification of bald cypress and tupelo gum trees in Thematic Mapper imagery, *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, 63 6: s.717–725.
- Jakubauskas, M. E. (1996) Thematic mapper characterization of Lodgepole pine seral stages in Yellowstone National Park, USA, *Remote Sens. Environ.*, 56: 118–132.
- Kargı, H. (2004a) Landsat TM uydu görüntülerinde bazı litoloji ayırım yöntemlerinin karşılaştırılması, *Yerbilimleri/Geosound*, 44-45: s.99-109.
- Kargı, H. (2004b) Bigadiç bor yataklarının Landsat TM görüntüleri ile analizi, II. Uluslararası Bor Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Eskişehir (Ed: Özdağ, H vd.), π^2 Tasarım Reklam, Ankara, s.43-48.
- Kaufman, Y. J., Wald, A., Remer, L. A., Gao, B., Li, R., and Flynn, L. (1997) The MODIS 2.1 μ m channel—correlation with visible reflectance for use in remote sensing of aerosol, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 35: s.1–13.
- Kaufman, Y. J. (1993) Aerosol optical thickness and atmospheric path radiance, *J. Geophys. Res.*, 98: s.2677–2692.
- Kaufmann, H. (1988) Mineral exploration along the Aqaba–Levant structure by use of TM data; concepts, processing, and results, *Int. J. Remote Sensing*, 9: s.1639–1658.
- Kneizys, F. X., Shettle, E. P., Gallery, W. O. (1988) Atmospheric transmittance / radiance: computer code LOWTR4AN-7 AFGL-TR-88-0177, Air Force Geophysics Lab, Hanscom AFB, MA.
- Knepper, D. H., and Simpson, S. L. (1992) Remote sensing in Geology and mineral resources of the Altiplano and Cordillera Occidental, Bolivia, *U.S. Geol. Surv. Bull.*, 1975: 47–55.
- Liang, S., Fallah-Adl, H., Kalluri, S., JaJa, J., Kaufman, Y. J., and Townshend, J. R. G. (1997) An operational atmospheric correction algorithm for Landsat Thematic Mapper imagery over the land, *J. Geophys. Res.*, 102: s.17,173–17,186.
- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W. (2000) *Remote Sensing and Image Interpretation* 4th Edition, John Wiley and Sons, Inc., s.34-40
- Loughlin, W. P. (1991) Principle components analysis for alteration mapping, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 57: s.1163-1169.
- Mas, J. F., (1999) Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques, *International Journal of Remote Sensing* 20(1): s.139-152.
- Michener, W. K., and Houhoulis, P. F. (1997) Detection of vegetation changes associated with extensive flooding in a forested ecosystem, *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, 63: s.1363–1374.
- Moran, M. S., Jackson, R. D., Slater, P. N., and Teillet, P. M. (1992) Evaluation of simplified procedures for retrieval of land surface reflectance factors from satellite sensor output, *Remote Sens. Environ.*, 41: s.169–184.
- M.T.A. (2005). Türkiye 1:100000 ölçekli jeoloji haritaları. <http://www.mta.gov.tr> (13.07.2005)
- Pax Lenney, M., Woodcock, C. E., Collins, J. B., and Hamdi, H. (1996) The status of agricultural lands in Egypt: the use of multitemporal NDVI features derived from Landsat TM, *Remote Sens. Environ.*, 56: s.8–20.

- Richter, R. (1996) A Spatially-Adaptive Fast Atmospheric Correction Algorithm, ERDAS IMAGINE - ATCOR2 User Manual (Version 1.0).
- Rowan, L. C., and Bowers, T. L. (1995) Analysis of linear features mapped in Landsat thematic mapper and side-looking airborne radar images of the Reno, Nevada 18 by 28 quadrangle, Nevada and California — implications for mineral resource studies, *Photogramm. Eng. Remote Sensing*, 61: s.749–759.
- Sabins, F. F., and Miller, R. M. (1994) Resource assessment—Salar Uyuni and vicinity, *Proceedings of Tenth Thematic Conference on Geologic Remote Sensing*, Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, MI, 192–I103.
- Sabins, F. F. (1997) *Remote Sensing-Principles and Interpretation*, W.H. Freeman, New York, NY., s.494.
- Sabins, F. F. (1999) Remote sensing for mineral exploration, *Ore Geology Reviews*, 14: s.157–183.
- Schott, J. R., Salvaggio, C., and Volchok, W. J. (1988) Radiometric scene normalization using pseudoinvariant features, *Remote Sens. Environ.*, 26: s.1–16.
- Settle, J. J., and Drake, N. A. (1993) Linear mixture modelling and the estimation of ground cover proportions, *Int. J. Remote Sensing*, 14: s.1159-1177.
- Singh, A., and Harrison, A. (1985) Standardized principal components, *Int. J. of Remote Sensing*, 6: s.883-896.
- Song, C., Woodcock, C. E., Seto, K. C., Lenney, M. P., and Macomber, S. A. (2001) Classification and Change Detection Using Landsat TM Data: When and How to Correct Atmospheric Effects, *Remote Sensing of Environment*, 75: s.230-244.
- Spanner, M. A., Pierce, L. L., Peterson, D. L., and Running, S. W. (1990) Remote sensing of temperate coniferous forest leaf area index: the influence of canopy closure, understory vegetation and background reflectance, *Int. J. Remote Sens.* 11 1: s.95–111.
- Sultan, M., Arvidson, R. E., and Sturchio, N. C. (1986) Mapping of serpentinites in the E Desert of Egypt using Landsat Thematic Mapper data, *Geology*, 14: s.995–999.
- Ünsal, A., Mert, A., and Cengiz, O. (2004) Landsat 7 TM uydu verileri kullanılarak Dedegöl Dağı ve çevresinin (Yenişarbademli - Isparta) çizgisellik ve jeolojik özelliklerinin belirlenmesi, *GIS Days in Turkey, İstanbul*, s.54-60
- Vermote, E. F., Tanré, D., Deuze, J. L., Herman, M., and Morcrette, J. J. (1997) Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum (6S), 6S User's Guide Version 2, NSAS Goddard Space Flight Center, Code 923, Greenbelt, MD. 374s.
- Vogelmann, J. E. (1988) Detection of forest change in the Green Mountains of Vermont using Multispectral Scanner data, *Int. J. Remote Sens.*, 9: s.1187–1200.
- Won-In, K. and Charusiri, P., (2001) Enhancement of thematic mapper satellite images for geological mapping of the Cho Dien area, Northern Vietnam, *Int. J. of App. Earth Observation and Geoinformation*, 4: s.183–193.
- Yuan, D., and Elvidge, C. D. (1996) Comparison of relative radiometric normalizaion techniques, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 51(3): s.117-126.

7. ÖZGEÇMİŞ

20.08.1979 – Çardak-Denizli doğumlu olan Nilüfer Sarı ilköğrenimini Denizli'nin Bozkurt ilçesinde Bozkurt Atatürk İlköğretim Okulu'nda, Lise eğitimini Denizli'de Denizli Lisesinde, Üniversite eğitimini Denizli'de Pamukkale Üniversitesi'nde, Yüksek Lisans Öğrenimini yine Denizli'de Pamukkale Üniversitesi'nde devam ettirmektedir.

Lisans ve yüksek lisans eğitiminin her ikisini de Maden Yatakları ve Jeokimya Anabilim dalında gerçekleştirmektedir. Lisans eğitiminin 2002 yılında tamamlanmış olup Lisans eğitimi sırasında Tavas-Ulukent (Denizli) Manganez Yatağı Civarında Jeokimyasal Prospeksiyon Çalışması isimindeki tezini hazırlamıştır. Yüksek lisans için ise Denizli ve Civarının Jeolojik özelliklerinin Uzaktan Algılama Yöntemi ile incelenmesi isimli tez çalışmasına devam etmektedir.

Adres : Kiremitçi Mah., Kepenekoğlu Apt., No:2, Kat:6 , Denizli

Tel : +902582427330 (Ev)

:+905327208759 (Cep)

E-Mail: Nilufer_Sari@Hotmail.com

:Nsari26@Yahoo.com

YAYINLAR

Kargı, H., Sarı, N., Baran, H. A., Paker, M. (2003) Ulukent (Tavas-Denizli) manganez sahasında biyojeokimyasal incelemeler, SDÜ Müh. Mim. Fak. 20. Yıl Jeoloji Semp. 14-16 Mayıs 2003, Isparta, Bildiri Özleri, 183-184.

Sarı, N., Kargı, H. (2004) Hambat ovası (Denizli) jeolojik özelliklerinin Landsat 5 TM görüntüleri ile incelenmesi, Hambat (Han-Abat) Sempozyumu, 6-9 Ekim 2004, Denizli (sempozyumda sunuldu, bildiri metni hazırlanıyor).

Kargı, H., Sarı, N. (2004) Acıgöl (Denizli) ve çevresindeki değişikliklerin farklı zamanlı Landsat 5 ve Landsat 7 görüntüleri ile incelenmesi, Hambat (Han-Abat) Sempozyumu, 6-9 Ekim 2004, Denizli (sempozyumda sunuldu, bildiri metni hazırlanıyor).

Kargı, H., Sarı, N. (2005) Monitoring change in the Kocabaş-Denizli travertine field by satellite images, International Travertine Symposium, September 21 –25, 2005, Denizli (baskıda)