

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**ELAZIĞ ÇEVRESİNDEKİ GEÇ KRETASE YAŞLI
VOLKANOSEDİMANTER KAYAÇLARIN
UYDU GÖRÜNTÜLERİ YARDIMIYLA TESPİT EDİLMESİ**

Oğuzhan TEKBAŞ

Yüksek Lisans Tezi

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

OCAK, 2021

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

ELAZIĞ ÇEVRESİNDEKİ GEÇ KRETASE YAŞLI
VOLKANOSEDİMANTER KAYAÇLARIN
UYDU GÖRÜNTÜLERİ YARDIMIYLA TESPİT EDİLMESİ

Tez Yazarı
Oğuzhan TEKBAŞ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Melek URAL

OCAK, 2021
ELAZIĞ

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Başlığı: Elazığ Çevresindeki Geç Kretase Yaşlı Volkanosedimanter Kayaçların
Uydu Görüntüleri Yardımıyla Tespit Edilmesi

Yazarı: Oğuzhan TEKBAŞ

İlk Teslim 27.11.2020

Savunma 05.01.2021

TEZ ONAYI

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu tez aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmiş ve akademik dinleyicilere açık yapılan savunma sonucunda OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Melek URAL
Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

İmza
Onayladım

Üye: Prof.Dr.Murat SUNKAR
Fırat Üniversitesi, İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi

Onayladım

Üye: Prof.Dr.Hulusi KARGI
Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Onayladım

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun/...../20..... tarihli toplantısında tescillenmiştir.

Doç. Dr. Kürşat Esat ALYAMAÇ
Enstitü Müdürü

BEYAN

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım “Elazığ Çevresindeki Geç Kretase Yaşlı Volkanosedimanter Kayaçların Uydu Görüntüleri Yardımıyla Tespit Edilmesi” yüksek lisans tezimin içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

05.01.2021

Oğuzhan TEKBAŞ



ÖNSÖZ

Uzaktan algılama sistemleri kullanılarak volkanosedimanter kayaların algılanması çalışmasıyla, daha önce jeolojik haritalaması yapılmış olan Elazığ ili ve çevresine ait Landsat uydu görüntüleri indirilmiştir. Bu görüntüler bilgisayar destekli uzaktan algılama sistemleri programlarıyla işlenmiş yeni veri ve görüntüler türetilmiştir. Elde edilen bu görüntüler MTA jeolojik harita verileriyle karşılaştırıp değerlendirmesi yapılmıştır. Bu bağlamda yapılan çalışmayla arazinin daha önce coğrafi koşullarından dolayı ulaşılamamış kısımları hakkında bilgi edinme imkanı sağlanmıştır.

Uzaktan algılama, jeolojik çalışmalarda giderek önem kazanan ve kullanımı yaygınlaşan bir daldır. Bu sistemler kullanılarak literatüre girmiş çalışmalar bulunmaktadır ve giderek yaygınlaşarak yeni çalışmalarda yapılacaktır. Bilindiği üzere Jeoloji bilim dalı çok geniş perspektifte dünyayı ve yer yuvarını incelediğinden uzaktan algılama ile yapılacak çalışmalar farklı inceleme alanları, farklı inceleme metodolojisi ve sonuçları itibarıyla özgün nitelikte çalışma özelliği taşımaktadır.

Uzaktan algılama sistemlerinden faydalanarak Elazığ çevresindeki Geç Kretase yaşlı volkanosedimanter kayaların ayırt edilmesi konulu yüksek lisans tez çalışmamda, başta bilgi ve birikiminden faydalandığım, yardımlarıyla çalışmalarımı sürdürdüğüm, tez danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi Melek URAL'a, Coğrafi Bilgi Sistemleri dersleri aldığım sayın Doç. Dr. Halil GÜNEK'e ve bilgisayar destekli uzaktan algılama sistemleri programları hakkında kendisinden eğitim aldığım Jeoloji Yüksek Mühendisi Sabri Orkun Turgay'a teşekkür ederim. Tezin olgunlaşması ve nihai şeklini almasında değerli görüşlerinden faydalandığım Tez Jüri üyelerinden sayın Prof.Dr. Hulusi KARGI ve sayın Prof.Dr. Murat SUNKAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasında kullandığım Landsat 8 OLI uydu görüntülerini dijital ortamda ücretsiz teminini sağlayan Amerikan Jeoloji Araştırma Kurumu (USGS) ve bölgede yapılmış daha önceki jeolojik araştırmalardan elde edilen jeoloji haritası paftalarını sağlayan Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'ne desteklerinden ötürü teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırmaları Yönetim Birimi tarafından MF.20.08 protokol numaralı proje ile desteklenmiştir.

Oğuzhan TEKBAŞ

ELAZIĞ, 2021

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE METOT.....	3
3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
4. UZAKTAN ALGILAMA.....	6
4.1. Giriş	6
4.2. Elektro Manyetik Radyasyon ve Elektro Manyetik Spektrum.....	7
4.3. Uzaktan Algılama Çeşitleri	8
4.4. Uzaktan Algılama Sistemi Elemanları	9
4.5. Kullanılan spektral sisteme göre uzaktan algılayıcı sistemleri.....	10
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	11
5.1. Sayısal Jeoloji Haritası.....	12
5.2. Landsat 8 OLI Uydusunun Özellikleri	13
5.3. Landsat 8 OLI Uydu Görüntüsü Seçimi.....	14
5.4. Radyometrik Kalibrasyon	17
5.5. Atmosferik Düzeltmeler.....	18
5.6. NDVI (Normalize Fark Bitki İndeksi)	18
5.7. NDWI (Normalize Fark Su İndeksi)	19
5.8. Vejetasyon ve Su Maskesi	20
5.9. Temel Bileşenler Analizi (PCA)	22
5.10. Minimum Gürültü Fraksiyonu (MNF)	22
5.11. Hibrit Kombinasyonlar	25
5.12. Çalışma Alanında Volkanosedimanter Birimlerin Ayırt Edilme Yöntemi ve En Uyumlu RGB Kombinasyonu.....	30
5.13. Çalışma Alanındaki Volkanosedimanter Birimlerin Sınıflandırılması	33
6. SONUÇLAR	36
KAYNAKLAR.....	38
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Elazığ Çevresindeki Geç Kretase Yaşlı Volkanosedimanter Kayaçların Uydu Görüntüleri Yardımıyla Tespit Edilmesi

Oğuzhan TEKBAŞ

Yüksek Lisans Tezi

FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Ocak 2021, Sayfa xi+39

Uzaktan algılama sistemleri kullanılarak Elazığ çevresindeki Geç Kretase yaşlı volkanosedimanter kayaçların uydu görüntüleriyle tespit edilmesi çalışmasında, Landsat 8 OLI uydu görüntüleriyle litolojik ayırım yapılmıştır. Çalışma alanı seçilerek elde edilen görüntüler, Elazığ K42, K43, L42, L43 ile Malatya K41, L40, L41 numaralı jeolojik haritalar ile kıyaslanmıştır. Raster formatındaki bu paftalar dijital ortama aktararak sayısallaştırılmıştır. Landsat 8 OLI uydu görüntülerine atmosferik ve radyometrik düzeltmeler yapıldıktan sonra NDWI, NDVI işlemleri uygulanarak bitki örtüsü ve su maskeleymesi yapılmıştır. Landsat 8 OLI uydu görüntüleriyle sırasıyla RGB kombinasyonları, Temel Bileşenler Analizi (PCA) ve Minimum Gürültü Fraksiyonu (MNF) metotları uygulanmıştır. Sayısal jeoloji haritasında vurgulanan volkanosedimanter kayaçlar uydu görüntüsü üzerine referans edilerek en iyi ayrımı elde etmek için çeşitli hibrit bant kombinasyonları denenmiştir. RGB analizleri kapsamında MNF2-PCA5-PCA6, MNF4-PCA5-Bant4, MNF1-MNF2-MNF3 bant görüntüleri çalışılarak, volkanosedimanter birimler diğer litolojilerinden ayırt edilmiştir. Sonuç itibarıyla bölgedeki volkanosedimanter birimlerin farklı kökene sahip diğer litolojilerden ayrımının en iyi gözlemlendiği metodun RGB bant kombinasyonu PCA3-MNF4-NIR olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Geç Kretase, Volkanosedimanter kayaç, Landsat 8 OLI, Litolojik ayırım, Hibrit bant kombinasyonu

ABSTRACT

Detection of Late Cretaceous Volcanosedimentary Rocks around Elazığ by Satellite Images

Oğuzhan TEKBAŞ

Master's Thesis

FIRAT UNIVERSITY
Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geological Engineering
January 2021, Page xi+39

In the study with titled Late Cretaceous volcanosedimentary rocks around Elazığ with satellite images were used by remote sensing methods. The lithological discrimination was applied on Landsat 8 OLI satellite images. The images obtained within the scope of the study area were compared with the geological maps of Elazığ K42, K43, L42, L43 and Malatya K41, L40, L41. The geological maps with raster format have been transferred to the digital environment and digitized. NDWI, NDVI procedures, vegetation, and water masking were performed on Landsat 8 OLI satellite images after radiometric calibration and atmospheric corrections. RGB combinations, Principal Component Analysis (PCA) and Minimum Noise Fraction (MNF) methods were applied on Landsat 8 OLI satellite imagery, respectively. Various hybrid band combinations have been tried to obtain the best separation by referencing the the satellite data. In the scope of RGB analysis, the volcanic units were distinguished from other lithologies by images of MNF2-PCA5-PCA6, MNF4-PCA5-Band4, MNF1-MNF2-MNF3. As a result, it was understood that the RGB band combination PCA3-MNF4-NIR is the best discrimination method for the volcanosedimentary units from other lithologies with different origins in the study region.

Keywords: : Late Cretaceous, Volcanosedimentary rock, Landsat 8 OLI, Lithologic discrimination, Hybrid band combination

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1.	Çalışma alanına ait yer bulduru haritası.....	1
Şekil 1.2.	MTA tarafından hazırlanan Elazığ ili 1/100 000 ölçekli 7 pafta birleşiminden oluşan jeoloji haritası	2
Şekil 4.1.	Uzaktan algılama sistemlerinin genel çalışma şeması.	6
Şekil 4.2.	Elektromanyetik spektrum	7
Şekil 4.3.	Aktif algılayıcı sistemlerin çalışma prensibine ait şema	8
Şekil 4.4.	Uzaktan algılama yönteminde kullanılan pasif algılayıcıların çalışma prensibi	9
Şekil 4.5.	Uzaktan algılama sistemlerinin bileşenleri.	10
Şekil 4.6.	Çok bantlı sistemler ile hyper spektral sistemlerin elektromanyetik spektrumdaki kayıt aralıkları.	10
Şekil 5.1.	İnceleme alanına ait iş akış şeması.....	11
Şekil 5.2.	Sayısallaştırılmış jeoloji haritası	12
Şekil 5.3.	Sayısal jeoloji haritası k2 sembollü birimler.....	13
Şekil 5.4.	Elazığ ili mülki sınırlarına ait ENVI seamless mozaik modülü kullanılarak birleştirilmiş uydu görüntüsü	15
Şekil 5.5.	NDVI görüntüsü (haritadaki beyaz pikseller bitki örtüsüdür).....	18
Şekil 5.6.	NDVI görüntüsünde bitki piksellerinin dijital numaralarına karşılık gelen treshold grafiği.....	19
Şekil 5.7.	NDWI görüntüsü (parlak pikseller su kütlelerini temsil etmektedir.).....	19
Şekil 5.8.	Çalışma alanında maskelenecek su kütlesi.....	20
Şekil 5.9.	Çalışma alanında maskelenecek birimler (su kütleleri mavi, bitki örtüsü ise kırmızı renge karşılık gelmektedir)	21
Şekil 5.10.	Çalışma alanının su ve bitki örtüsü maskelenmiş görüntüsü	21
Şekil 5.11.	Landsat 8 RGB 753 BANT görüntüsü (mavi pikseller gnays, yeşik pikseller ise mafik-ultramafik birimleri temsil etmektedir)	23
Şekil 5.12.	753 FCC görüntüsü (mafik-umafik kayalar pembe, gnays mavi renklerle temsil edilmektedir)	23
Şekil 5.13.	RGB 543 uydu görüntüsü.....	24
Şekil 5.14.	RGB 543 FCC görüntüsü (mafik-ultramafik kayalar yeşilimsi kahve – bitki örtüsü kırmızı).....	24
Şekil 5.15.	RGB 6/7-6/4-4/2 band orantılama görüntüsü (pembe ve kırmızı pikseller metavolkanikleri temsil etmektedir).....	25
Şekil 5.16.	MNF4-PCA5-BANT4 hibrit görüntüsü (yeşil ve turkuaz pikseller volkanosedimanter birimlerdir).....	26

Şekil 5.17.	MNF4-PCA5-BANT4 yakınlaştırılmış alan görüntüsü (Şekil 5.16 da 1 numara ile gösterilen alan).....	27
Şekil 5.18.	MNF1-MNF2-MNF3 görüntüsü (koyu mor renkler volkanik kökenli birimler).....	27
Şekil 5.19.	MNF1-MNF2-MNF3 yakınlaştırılmış alan görüntüsü (Şekil 5.18’ de 1 numara olarak gösterilen alan).....	28
Şekil 5.20.	MNF2-PCA5-PCA6 hibrit görüntüsü (kırmızı çerçeve içindeki ve harita genelindeki turkuaz ve yeşil renkler Üst Kretase yaşlı piroklastiklerdir)	29
Şekil 5.21.	RGB Sıralaması PCA 3 – MNF 4 – NIR bant kombinasyonu görüntüsü	30
Şekil 5.22.	Google Earth Pro üzerinde litolojik ayırım işlemi	31
Şekil 5.23.	MTA sayısal jeoloji haritasında k2-v15-s sembolü Üst Kretase yaşlı piroklastik kayaçları gösteren 3 boyutlu uydu görüntüsü	31
Şekil 5.24.	Google Earth üzerinden litolojik ayırım çalışması (işaretili yeşil alan k2-10-ya sembolü Üst Kretase yaşlı volkanik çökel kaya birimidir)	32
Şekil 5.25.	MTA 1/100000’lik Sayısal Jeoloji Haritasında k2-10-ya sembolü Üst Kretase yaşlı volkanik çökel kaya biriminin abartılmış yükseklik modeli ile hazırlanmış 3 boyutlu haritası	32
Şekil 5.26.	Google Earth Pro yardımıyla Landsat 8 OLI uydusu PCA 3 – MNF 4 – NIR görüntüsünde k2-10-ya MTA jeolojik haritası birim sembolü Üst Kretase yaşlı volkanik çökel kaya biriminin ayırt edilme aşamasını gösteren görüntü	33
Şekil 5.27.	Hazar gölü lokasyonunda bulunan Geç Kretase yaşlı volkanosedimanter birimlerin 3 boyutlu yüksekliği abartılmış harita görüntüsü	33
Şekil 5.28.	Volkanik birimleri ayırt etmede kullanılan RGB bant kombinasyonlarına ait spektral profil grafiği.....	34
Şekil 5.29.	5 sınıflı yönlendirilmiş kontrollü sınıflandırma sonucu elde edilen görüntü (kırmızı renk pikseller volkanosedimanter birimlerdir)	35
Şekil 5.30.	KontROLSÜZ (yönlendirilmemiş) sınıflandırma sonucu ortaya çıkan anlamsız görüntü	35

TABLULAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 5.1.	Landsat 8 uydusunun OLI cihazına karşılık gelen spektral aralıklar	14
Tablo 5.2.	Landsat 8 uydusunun TIRS cihazına karşılık gelen spektral aralıklar	14
Tablo 5.3.	Landsat 8 OLI uydu görüntüleri üzerine, daha önce litolojik ayırım amacıyla uygulanmış bant kombinasyonları	16
Tablo 5.4.	Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılarak jeolojik çalışmalarda denenmiş bant kombinasyonları	17
Tablo 6.1.	Landsat 8 OLI uydusu, volkanosedimanter kayaların litolojik ayırımının yapıldığı bantlar	37

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

μm	: Mikrometre
f	: Frekans
λ	: Dalga boyu
nm	: Nanometre

Kısaltmalar

EMR	: Elektro Manyetik Radyasyon
MNF	: Minimum Gürültü Fraksiyonu
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
NASA	: Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
NDVI	: Normalize Fark Bitki İndeksi
NDWI	: Normalize Fark Su İndeksi
PCA	: Temel Bileşenler Analizi
USGS	: Amerikan Jeoloji Araştırma Kurumu

1. GİRİŞ

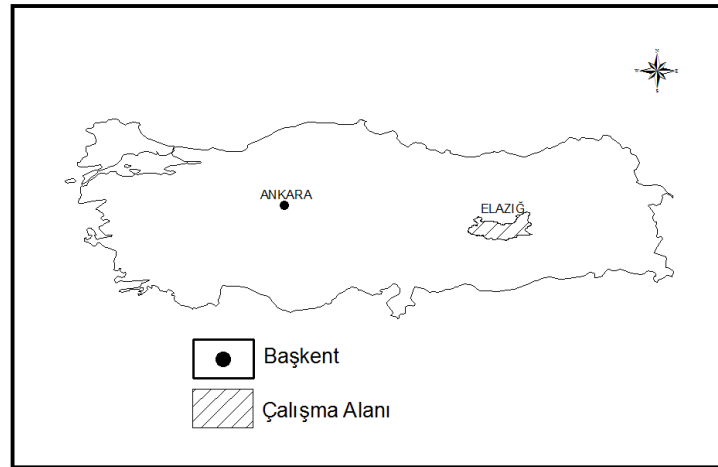
Uzaktan algılama teknolojisi, 4 Ekim 1957 yılında Rusya menşeli SPUTNİK-1 uydusunun, Uluslararası Jeofizik Yılı (1957-1958) çalışmalarına katkı sağlamak amacıyla 4 Ekim 1957 yılında dünya yörüngesine fırlatılmasıyla teorik olarak başlamıştır. Uydular vasıtasıyla elde edilen verilerin ve araştırma sonuçlarının, niteliksel olarak anlamlı ve değerli olduğu anlaşılınca bu teknoloji ileri seviyelere taşınarak yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

Uzaktan algılama teknolojisi, yer bilimleri ve coğrafi bilimler gibi yer küreyi inceleyen bilim dalları içinde önemli bir yere sahiptir. Bu teknoloji sayesinde litolojik birimleri, sınırları ve bu jeolojik birimlerin bileşimini etkileyen kaya türlerini ve tektonik olayları tanımlamak mümkündür. Uzaktan algılama çalışmalarını jeolojik anlamda değerli kılan en önemli özelliği, ulaşılması zorlu olan gidilemeyen alanlardaki yeryüzü şekillerinin tespitini sağlamasıdır.

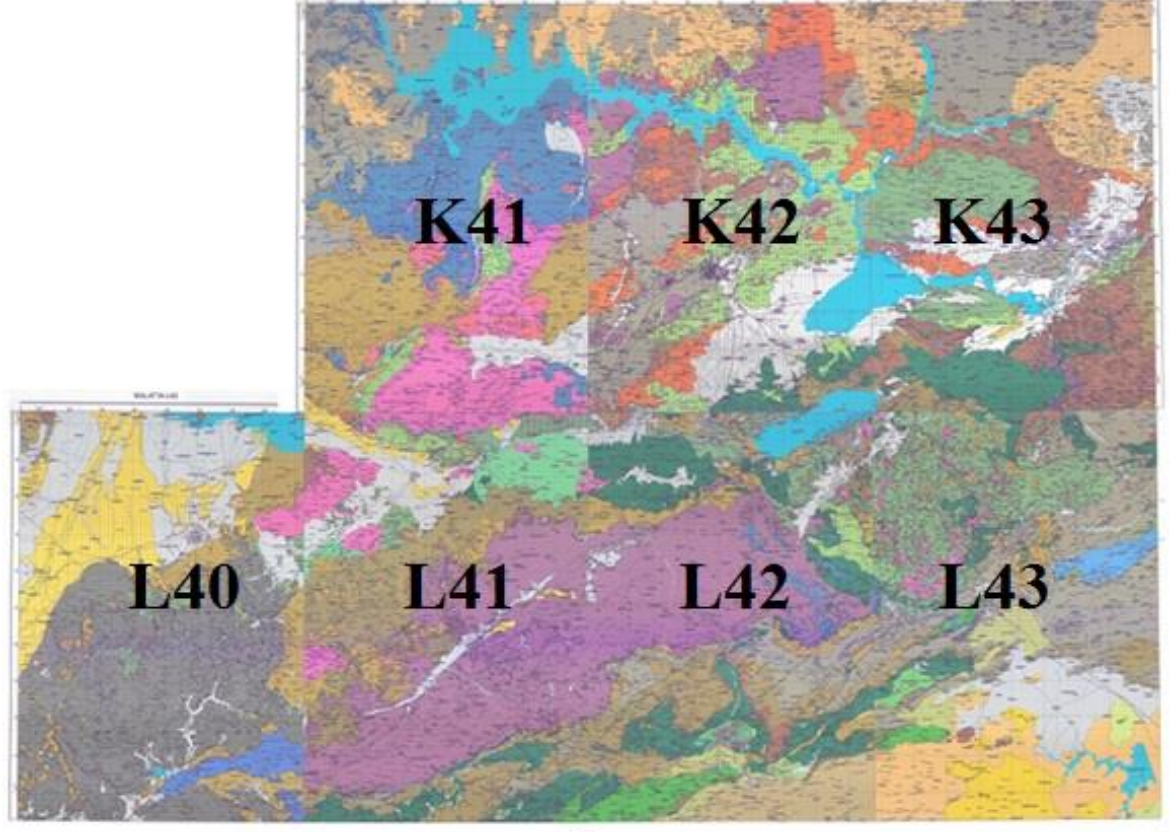
Bu teknoloji ile yapılan çalışmalar, ulaşım, iş ve iş gücü paritesi dikkate alınırca daha ekonomik ve hızlıdır. Jeolojide uzaktan algılama çalışmaları her geçen gün artmakta, çalışma sonuçları ile nitelikli çalışma yöntemleri ve veriler elde edilmektedir.

Uzaktan algılama çalışmaları, uygulama sırasında sunduğu pratiklik ile saha çalışmalarına göre zaman kazanımı sağlasa da elde edilen verinin niteliği, saha çalışmaları ile desteklenip tasdik edildikten sonra anlam kazanabilmektedir.

Bu tez kapsamında çalışma bölgesi olarak Elazığ ili çevresi seçilmiştir (Şekil 1.1). Çalışma alanındaki Geç Kretase yaşlı volkanosedimanterlerin uydu görüntüleri yardımıyla ayırt edilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda uygulama alanını kapsayan Landsat 8 OLI uydu görüntüleri Envi 5.2 programında işlenmiş, Elazığ ilinin jeolojik yapısını gösteren MTA(2011) tarafından oluşturulmuş 1/100000 ölçekli Elazığ K42, K43, L42, L43 ile Malatya K41, L40, L41 numaralı jeolojik haritalar sayısallaştırılarak, elde edilen görüntülerle sentezlenmiştir (Şekil 1.2).



Şekil 1.1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası



Şekil 1.2. MTA tarafından hazırlanan Elazığ ili 1/100 000 ölçekli 7 pafta birleşiminden oluşan jeoloji haritası (MTA, 2011)

2. MATERYAL VE METOT

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalarda Amerikan Jeolojik Araştırma Kurumu (USGS) ve Ulusal Havacılık Uzay Dairesi (NASA) tarafından 11.02.2013 tarihinde uzaya fırlatılan Landsat 8 OLI uydu görüntüleri üzerinde çalışmalar yürütülmüştür. Landsat serisi uyduların devamı ve en sonuncusu olan Landsat 8 OLI uydusu, geniş ve jeolojik bakımdan anlamlı spektral aralıklar sunmasıyla uzaktan algılama çalışmalarında tercih sebebi olmuştur. Çalışma alanını içine alan uydu görüntülerinin temini USGS tarafından ulaşımına açık durumda bulunan EarthExplorer internet sitesinden gerçekleştirilmiştir.

Landsat 8 OLI uydu görüntüleri indirildikten sonra bilgisayar destekli görüntü işleme ve analiz etme programı olan ENVI 5.2. programı kullanılarak ham uydu görüntülerine radyometrik ve atmosferik düzeltmeler yapıp uzaktan algılama metodolojisi benimsenerek jeolojik çalışmalarda kullanılmış RGB bant kombinasyonları denenerek, anlamlı ve yeni veriler üretilene kadar çeşitli görüntü zenginleştirme, sınıflandırma, gruplandırma, ayırma, ayıklama amacıyla bileşen analizi metodları uygulanmıştır.

Çalışma kapsamında Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış 1/100000'lik 7 paftadan oluşan jeoloji haritaları dijital ortama aktararak ArcGIS 10.2.2 bilgisayar destekli coğrafi bilgi sistemleri programı ile birleştirip sayısallaştırılmıştır. Çalışma alığı olarak kullanılan bu haritalar, uydu görüntüleri ile aynı koordinat sistemi olan, çalışma bölgesi olarak seçilen Elazığ'ın da içinde bulunduğu WGS_1984_UTM_ZONE_37N düzlemine oturtulmuştur. Yapılan çalışmanın saha değerlendirmesi kısmını bu haritalar ve bölge ile alakalı daha önceki yapılmış jeolojik değerlendirmeler ve tespitler oluşturmaktadır. Yapılan çalışma uzaktan algılama amacı güttüğü için çalışma alanına dair çoğul kontrolü sağlamak elde edilen sonuçların değerlendirilebilmesi, anlaşılabilmesi açısından önem arz etmektedir.

Görüntüleri değerlendirme ve yorumlama açısından çoğul kontrolü sağlamak için ArcGis 10.2.2'nin yanı sıra Google Earth Pro programından da yararlanılmıştır. Sayısal jeoloji harita verisi ve elde edilen uydu görüntüleri kmz. uzantısı haline getirilip Google Earth Pro programı ile açılmıştır. Çalışılan bölgenin lokasyon bilgilerini elde edilen uydu görüntüsü üzerinde de gösterme imkanı sunan bu program, kontrol edilmek istenilen alan belirlenerek bu bölgeye ait daha önce yapılmış jeolojik çalışmaları da göz önünde bulundurma imkanı sağlamaktadır.

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Aydal ve Çolak (1994), Bilecik ili çevresinin yeraltı suyu potansiyelini tespit etmek ve bölgenin çizgiselliğini kontrol etmek amacıyla Landsat 5 TM ait uydu görüntülerini kullanmışlardır. Temel bileşenler analizi (PCA) ve çeşitli RGB kombinasyonları kullanılarak RGB 751'in çizgisellikte belirgin sonuç verdiğini belirtmiştir.

Aydal vd., (2003), Kızıldağ masifindeki jeolojik birimlerin litolojik ayrımını yapabilmek için, Landsat TM'e ait uydu görüntüleri üzerinde, RGB731 bant kombinasyonu yapılarak mafik ve ultramafik birimler birbirinden ayırt edilmiş, ofiyolitik kayaların ise içerdiği demiroksit ve hidroksil oranlarını referans alarak RGB 751 ve RGB 531 kombinasyonları ve temel bileşenler analizini (PCA) uygulayarak, litolojik sınıflamayı yapmıştır. PCA 123 bant kombinasyonu ofiyolitik birimlerin ve altere olmuş kayaların ayrımı için en ideal bant kombinasyonu olduğunu belirtmişlerdir.

Kargı (2004), Denizli ve çevre illeri içerisine alan M23c1 paftasına ait sayısal görüntüler üzerinde Landsat TM görüntüleri kullanılarak litolojik ayrım çalışması yapmıştır. Elde edilen görüntülerin 1/100000 ölçekli jeolojik harita ile kıyaslandığı zaman çalışma bölgesindeki en iyi litolojik ayrımın RGB 741 ve 754 kompozit görüntüleri olduğunu ve benzer birimlerin ayrımınınsa 6 TM bandının temel bileşen analizi görüntüleriyle daha belirgin olduğunu belirtmiştir.

Kavak vd., (2008), Bolu bölgesinde deprem Kuzey Anadolu Fay Zonu' nu (KAFZ) inceleme amaçlı Landsat TM görüntüleri kullanmışlardır. Uydu görüntüleri sayısallaştırılmıştır. Görüntü zenginleştirme yöntemlerinden kenar belirleme yöntemi kullanılmıştır. Bu kinematik amaçlı çalışmalar sonucunda da Kuzey Anadolu Fay Zonunun bölgede yaklaşık olarak K 47° B doğrultulu sıkışma ekseninin altında geliştiği anlaşılmıştır.

Arda (2006), Elazığ ili Baskil ilçesi sınırlarındaki Granitoit kayalara bağlı cehverleşmeler sonucu oluşan alterasyonların tespiti için, Landsat 7 TM ve Aster uydularına ait görüntüler kullanılarak RGB kombinasyonları yapılmış, bölgede ki alterasyonlar, çizgisellikler kontrol edilip sınıflandırmıştır.

Alkevli vd., (2010), Tuzgölü yakınlarında yapılan çalışmada Aster uydu sağlayıcısından elde edilen görüntülerle çizgisellik tanımlaması yapmışlardır. Niğde ili ve Tuz Gölü arasında bulunan K25°- 60°B doğrultusunda uzanan fay segmentinin uzunluğu 200 km genişliği ise 2km ile 25 km arasında değişmektedir. Uydu görüntüleri kullanılarak bilgisayar destekli uzaktan algılama programları ile bölgedeki çizgisel yapılar gözlemlenmiş elde edilen veriler sonucu fay segmentinin K 25°- 60°B doğrultulu, 65°- 85° GB'ya doğru eğimli, sağ yanal doğrultu atımlı 75°- 85° sapma açısına sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Kavak vd., (2012), Sivas ili mülki sınırlarında bulunan Tecer Dağları'nın güney kesimine ait iç torid kenedini inceleme alanı olarak belirlemiştir. Sayısal jeoloji haritası ve Aster uydu görüntüleri kullanılarak elde edilen veriyi, arazi çalışması ile destekleyerek, bölgeye ait jeoloji haritalaması yapmıştır.

Köküm (2019), Orta Miyosen-Erken Pliyosen aralığında yaklaşık kuzey-güney doğrultulu sıkışmalı tektonik rejim altında bulunan bölgede, doğu-batı uzanımlı kıvrım eksenleri ve ters fayların geliştiğini; Geç Pliyosen'den itibaren ise doğrultu atım tektoniği baskın rejimle kuzeydoğu ve kuzeybatı uzanımlı sol ve sağ yanal doğrultu atımlı faylar bir önceki evrede oluşan kıvrımları ve ters fayları keserek ötelediğinden bahseder. Çalışma kapsamında Landsat (4-5) TM üzerinden çalışma alanı içerisindeki otomatik yöntemle morfolojik çizgiselliklerin çıkarımı yapılmıştır.

Özyavaş (2020), Susuzdağ ve Tekkedağ (Kapadokya) çevresindeki volkanik kayaların Aster uydu görüntüleriyle algılanmasına yönelik bir çalışma yapmış, çeşitli RGB kombinasyonları kullanarak bölgedeki bazalt, bazaltik andezit, dasit ve piroklastik kayaların litolojik sınırlarını belirlemiştir.

Akgün (2020), Çelikhhan-Malatya hattı boyunca ASTER uydu görüntüleri yardımıyla, çizgisellikleri tespit etmenin yanı sıra 421 bant kombinasyonuna ait görüntü üzerine uygulanan dekorelasyon gemesi ile litolojik farklılıkları ortaya koymaya çalışmıştır.

Turgay (2020), Hatay bölgesinde hidrokarbon potansiyelini belirlemek amacıyla uydu görüntüleri kullanılarak mikrosızıntı tespiti yapmıştır. Elde edilen görüntüleri çalışma bölgesine ait jeokimyasal ve hidrojeokimyasal verilerle değerlendirmiştir. Çalışmayla Hatay bölgesinde teorik olarak petrol ve doğalgaz varlığı ispatlanmıştır.

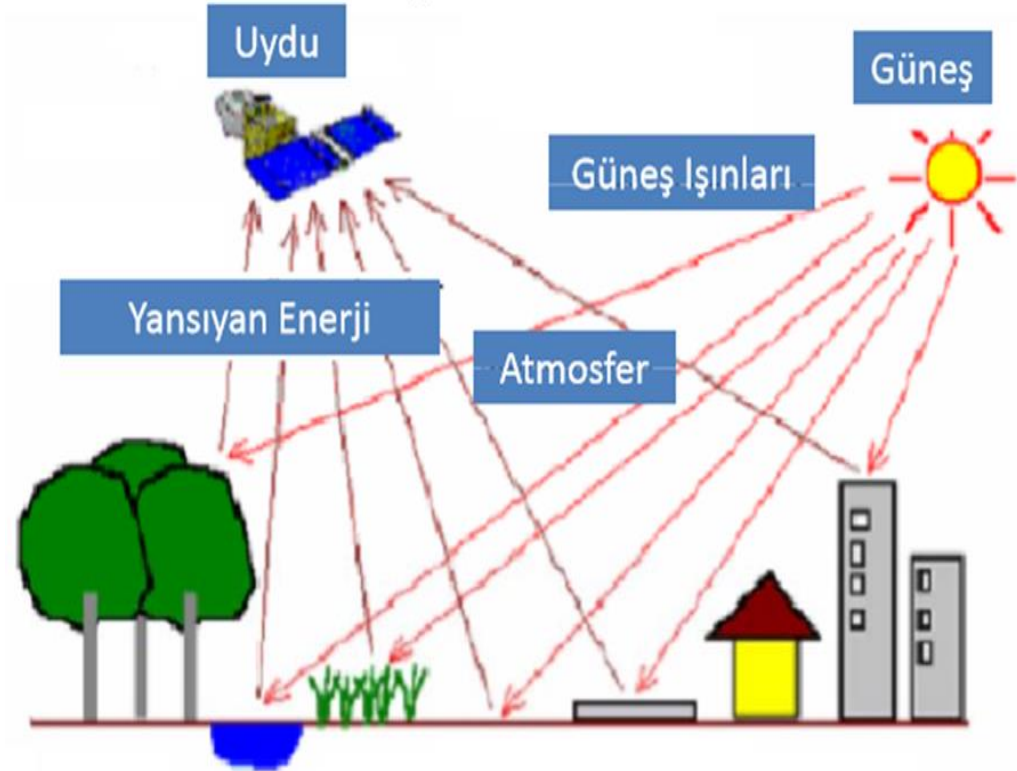
4. UZAKTAN ALGILAMA

4.1. Giriş

Uzaktan algılama, bir nesneye temas etmeden o nesne hakkında bilgi edinme teknolojisidir. Şekil 4.1'de görüleceği üzere nesneye dolaylı yöntemler kullanılarak enerji yollar ve bu nesneden yansıyan veri, dünya yörüngesine yerleştirilmiş durumdaki uydular tarafından tespit edilip işlenir (Dnuy, 1993).

Uzaktan algılama elektromanyetik spektrumun morötesi ışınlar ile mikrodalga ışınları arasındaki bölümünden yararlanılarak bir cisim veya doğal bir olayın, fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında, arada herhangi bir fiziksel bağlantı olmaksızın çeşitli algılayıcı sistemler tarafından toplanan verilerin elde edilmiş yöntemidir (Dnuy, 1993).

Şimdiki adıyla Landsat serisi uyduları olarak bilinen bu uyduların ilki 1972 yılında yörüngeye yerleştirilen ERTSI'dir. Bu uydunun kısa zaman diliminde çok geniş çalışma bölgelerinden topladığı bilgilerin niteliği ve tekrarlanabilirliği uzaktan algılama teknolojisini jeolojik anlamda değerli kılmıştır.



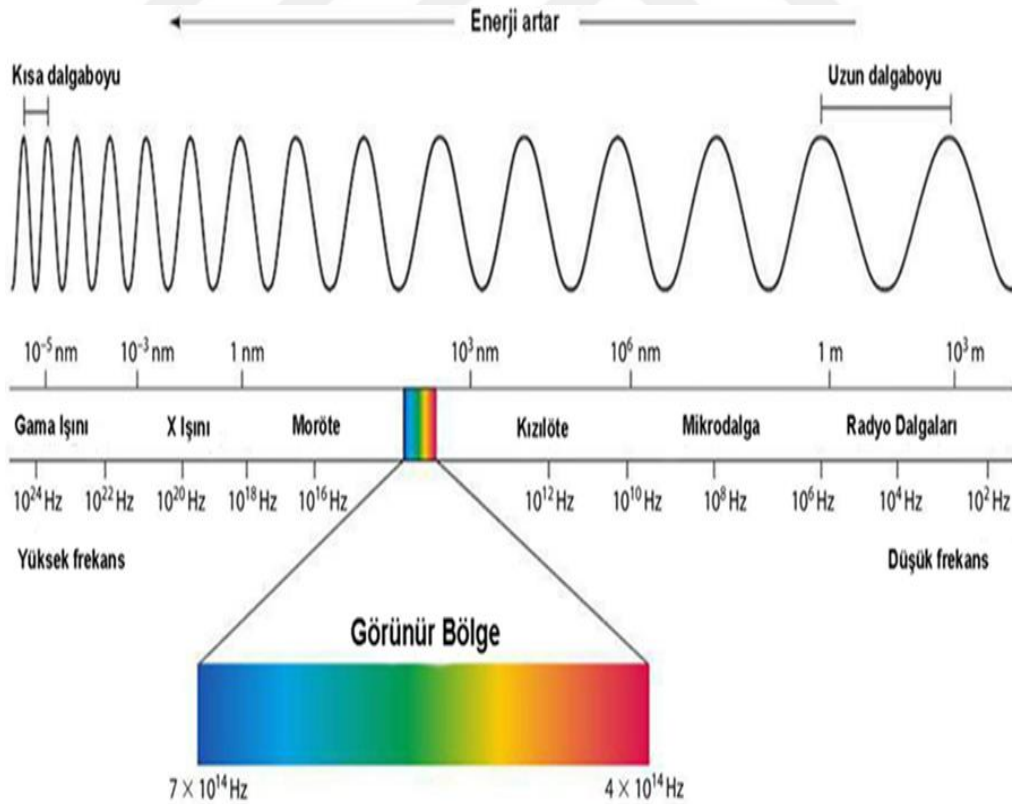
Şekil 4.1. Uzaktan algılama sistemlerinin genel çalışma şeması (URL-1).

4.2. Elektro Manyetik Radyasyon ve Elektro Manyetik Spektrum

Elektromanyetik radyasyon (EMR), elektrik ve manyetizmanın ortamsal olarak bir arada bulunduğu durumdur.

Farklı bir değişle Elektromanyetik Radyasyon (EMR); çeşitli büyüklükteki dalga boyu (λ) ve frekans (f) ile bir kaynaktan yayılan enerji şeklidir. EMR dalgalar halinde yayılım sergiler, bünyesinde bulunan elektriksel ve manyetik dalgalar birbirine ve ışık kaynağının dağılımı yönüne dik olarak hareket ederler (Dhont vd.,1998).

Elektromanyetik Spektrum, EMR dalgalarının kilometre ve nanometre düzeyinde bulunduğu ışık kümesidir. İnsan gözünün algılayabildiği bütün renkler 400 nm – 700 nm arasında bulunur. (Şekil 4.2). Uzaktan algılamada kullanılabilen ışınlar sırasıyla; Kızılötesi-Infrared ışınlar, uzaktan algılamada kullanılır. Termal kızılötesi ışınlar, cisimlerin yayılan ısı enerjisini temsil eden bant aralığıdır ve uzaktan algılamada kullanılır. Mikrodalga ışınlar büyük dalga boylarına sahiptir. Atmosferik koşullardan etkilenirler uzaktan algılamada kullanılabilir. Radyo dalgaları, elektromanyetik spektrumun en uzun dalga boyu aralığına sahiptirler ve bazı aktif uzaktan algılama sistemleri tarafından kullanılırlar (Dhont vd.,1998).



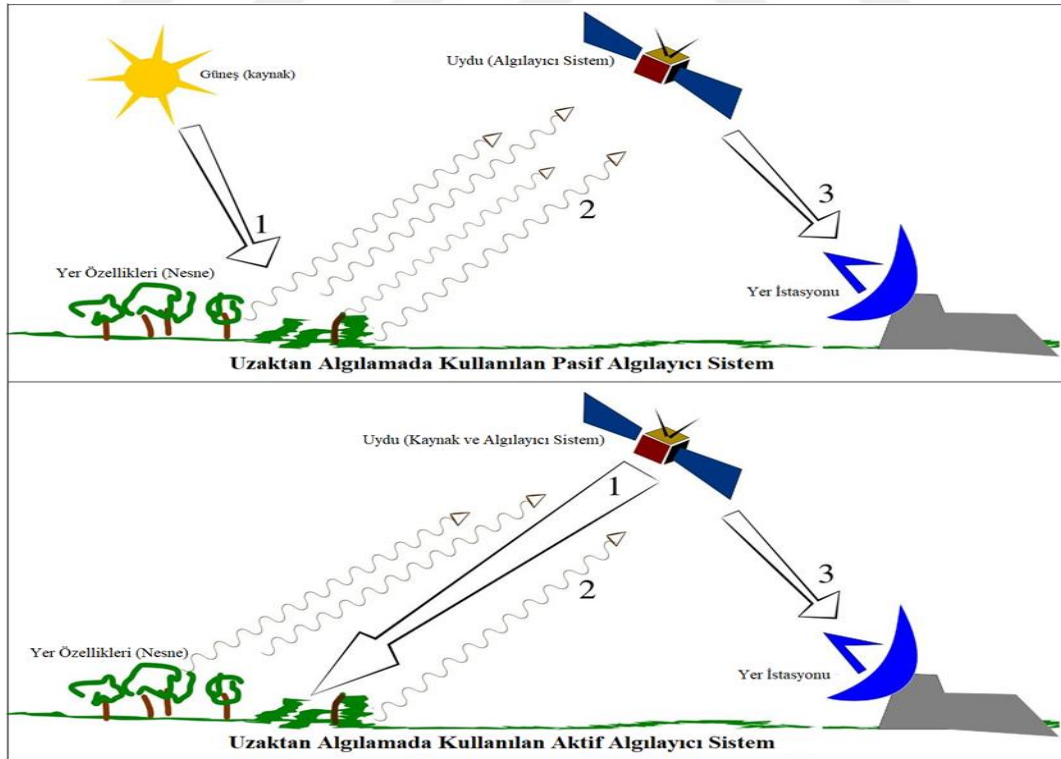
Şekil 4.2. Elektromanyetik spektrum (URL-2)

4.3. Uzaktan Algılama Çeşitleri

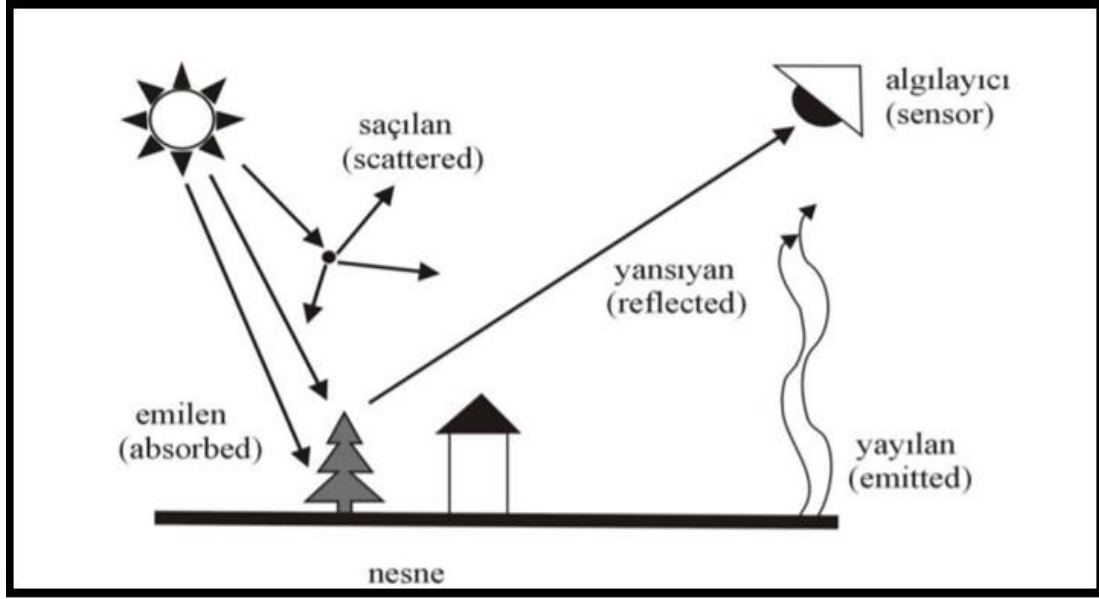
Uzaktan algılama sistemleri kullanılan platformlara, kullanılan enerjiye ve algılayıcı sistemlere göre üç ana gruba ayrılır (Kalelioğlu, 2013).

Kullanılan platforma göre uzaktan algılama sistemleri yer platformları, hava platformları ve uzay platformlarından oluşmaktadır. Yer platformları, çok ayrıntı gerektiren çalışmalarda kullanılırlar. Görüntü aldıkları alan oldukça küçüktür. Mekânsal çözünürlükleri ise yüksektir. Hava platformları, uçaklara monte edilen uzaktan algılama sensörlerinden oluşan sistemlerdir. Uzay platformları ise uzay platformlarına monte edilen sensörlerden oluşmuştur (Düzgün, 2010).

Enerji kaynağına göre, aktif algılayıcı sistemler ve pasif algılayıcı sistemler olmak üzere ikiye ayrılır. Aktif uzaktan algılama, nesne ya da yüzeye gönderilen enerjinin yansıması sonucu kaydedilen verilerin bütünüdür. Aktif uzaktan algılama sistemleri, çalışmaları için gerekli enerjiyi kendileri sağlarlar, nesneye yansıyan enerjinin tekrardan sisteme iletilmesiyle görüntü elde ederler. Radar olarak adlandırılan sistem bu sınıfa örnek olarak gösterilebilir (Şekil 4.3). Pasif uzaktan algılama ise güneşten yeryüzüne, yeryüzünden ise kaynağa doğru iletilen enerjiyi kaydederler (Şekil 4.4). Pasif uzaktan algılama sistemlerinden doğru sonuçlar elde edilmesi için uygun atmosferik koşullar ve uygun güneş açısı gereklidir (Önder, 1993).



Şekil 4.3. Aktif algılayıcı sistemlerin çalışma prensibine ait şema (URL-3)

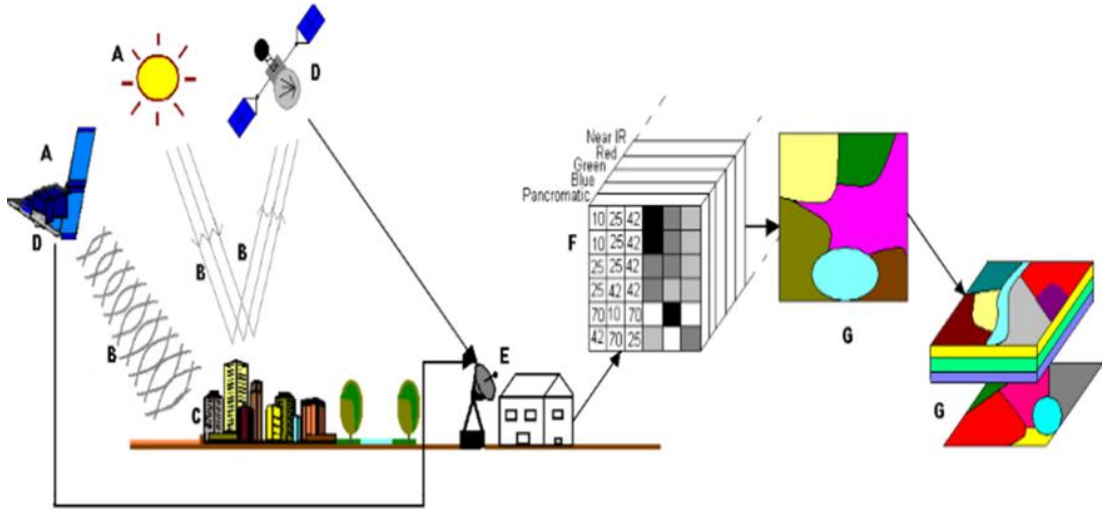


Şekil 4.4. Uzaktan algılama yönteminde kullanılan pasif algılayıcıların çalışma prensibi (URL-4)

4.4. Uzaktan Algılama Sistemi Elemanları

Kalelioğlu (2013) standart bir uzaktan algılama sisteminin çalışma şemasının aşağıda gibi 7 temel aşamadan oluştuğunu belirtir (Şekil 4.5).

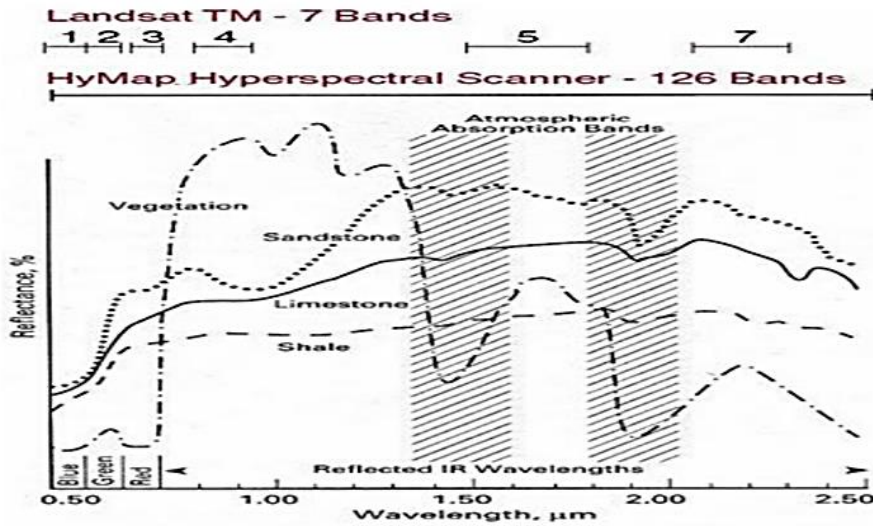
- 1) Enerji kaynağı; uzaktan algılamada ana elemandır. Bilgi edinilecek nesneye elektromanyetik enerji sağlar.
- 2) Kaynaktan çıkan elektromanyetik enerji, nesneye yansıdıktan sonra sensörlere ulaşırken atmosfer ile devamlı etkileşim içindedir.
- 3) Elektromanyetik enerjinin, nesnelere girdiği etkileşiminden sonra geri yansıyan veri bize nesnenin yapısı hakkında bilgi sağlarlar.
- 4) Sensörler yeryüzündeki nesnelere emilen sonrasında geri yansıyan elektromanyetik enerjiyi kaydederler.
- 5) Kaydedilen enerji, sayısal hale getirilip ardından görüntüye dönüştürülerek veri tabanında kaydedilir.
- 6) Elde edilmiş görüntüler kullanım amacına göre yorumlanıp, ilgili görüntü analiz programlarında işlendikten sonra veri elde edilmiş olur.
- 7) Son aşamada ise elde edilen veri kullanım amacına göre yorumlanarak yeni bilgiler üretilmiş olur.



Şekil 4.5. Uzaktan algılama sistemlerinin bileşenleri (Uhuzam, 2008).

4.5. Kullanılan spektral sisteme göre uzaktan algılayıcı sistemleri

Pankromatik sistemler, elektromanyetik spektrumun yeşil ile kızıl ötesi bölgesi arasında duyarlıdır. Çok bantlı sistemler; elektromanyetik spektrumun gözle görünür bölgesi ile kızıl ötesi bölgesi arasında duyarlıdır (Şekil 4.6). Hyper spektral sistemler; çok bantlı sistemler ile aynı elektromanyetik spektrum görüş alanına duyarlıdır. Çok bantlı sistemlerden farklı olarak, daha fazla bantta görüntü kaydedirler (URL-5)



Şekil 4.6. Çok bantlı sistemler ile hyper spektral sistemlerin elektromanyetik spektrumdaki kayıt aralıkları (URL-5).

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Litoloji, jeolojik birimlerin karakterize olmuş fiziksel özelliklerinin tanımlanmasıdır. Bu esaslar doğrultusunda araştırmacılar tarafından saha gözlemleri sonucu oluşturulmuş litolojik haritalar mevcuttur. Litolojik haritalar, yüzeyde veya yüzeye yakın jeolojik birimlerin, formasyonların, sınırlarını dağılımlarını gösteren çalışmalardır.

Bu tez çalışmasında Elazığ ili ve çevresindeki Geç Kretase yaşlı volkanosedimanter kayaçları diğer birimlerden ayırt etmek amacıyla yürütülen litolojik ayırım çalışmasında, MTA jeoloji haritasındaki k2 sembollü birimlere karşılık gelen volkanosedimanter kayaçlar referans olarak alınmıştır. Bu birimler diğer litolojilerden ayırt edilene kadar çeşitli RGB kombinasyonları ve görüntü zenginleştirme, üretme metodları kullanılmıştır. Yapılan çalışmada sadece Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma sırasında izlenilecek sıralama Şekil 5.1'de belirtilmiştir.

Gelişkin spektral aralıklar sunan yeni nesil uydularla birlikte, uzaktan algılama çalışmalarıyla litolojik ayırım yapıp, kontrollü sınıflandırma sonrası sayısal jeolojik harita yapımı çalışmaları hızlanmış ve farklı bant orantılama teknikleriyle, bant bileşenlerinin analiziyle litoloji haritaları yapılmıştır. Bu bağlamda araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar, ücretsiz data imkanı sağlayan Landsat uydu görüntüleri üzerine yoğunlaşmıştır.



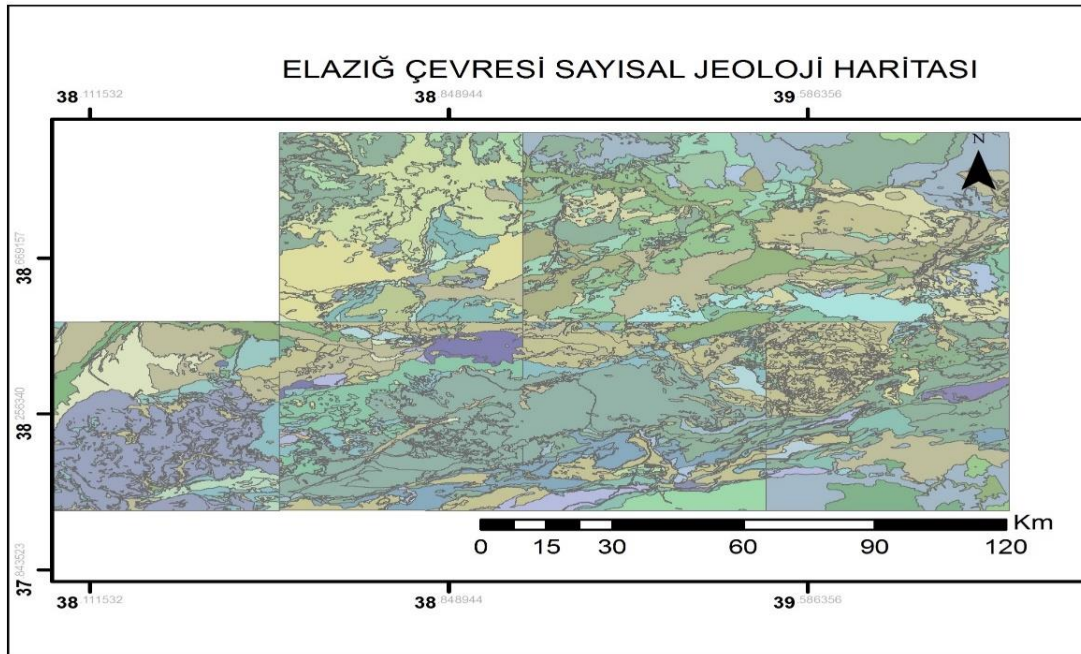
Şekil 5.1. İnceleme alanına ait iş akış şeması

5.1. Sayısal Jeoloji Haritası

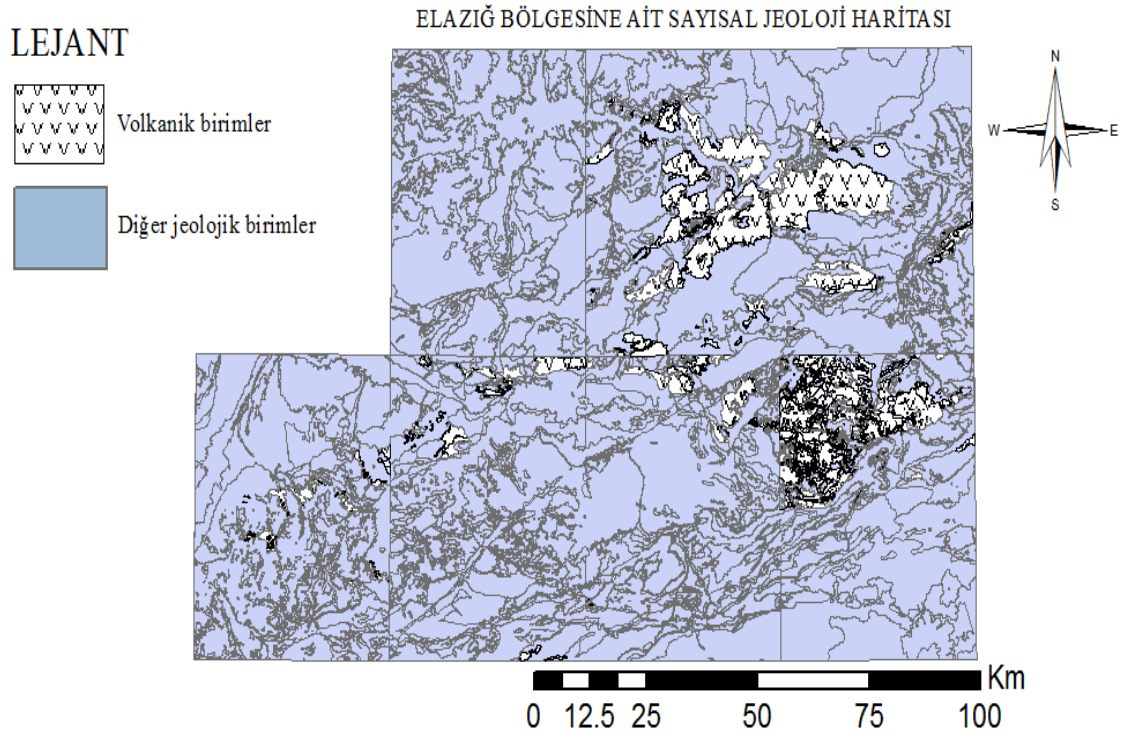
Çalışma alanı 7 adet 1/100000'lik jeolojik haritadan oluşan büyük bir alandır. Uzaktan Algılama Sistemleri ile elde edilecek verilerin, saha çalışması ile desteklenmiş olması gerekmektedir. Fakat Elazığ ili ve çevresi topografik olarak çeşitli yükseltilere ve eğime sahip bir arazi yapısına sahip olmasından dolayı arazinin her noktasına ulaşım sağlanamamış olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu çalışmanın saha değerlendirmeleri kısmını MTA paftaları oluşturmakla birlikte bu uzaktan algılama çalışmasıyla pratikte ulaşılan ve ulaşılamayan alanları birlikte değerlendirme ihtiyacı duyulmuş ve mevcut veriler yeni elde edilen verilerle birlikte sentzlenerek yoruma gidilmiştir

Çalışma alanı, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulmuş 1/100000 ölçekli Elazığ K42, K43, L42, L43 ile Malatya K41, L40, L41 Raster formatındaki jeolojik haritaların içerdiği alanı kapsamaktadır. Uzaktan algılama sistemlerinden faydalanılarak yapılan bu çalışmada elde edilen verinin kullanılabilirliği ve doğruluğunu değerlendirmek üzere, bu haritalar ArcGIS 10.2.2 Coğrafi Bilgi Sistemleri Programıyla raster halden vektörel hale çevrilmiştir. Daha sonra MTA paftalarında bulunan lejanttaki jeolojik birimler ve litolojik sınırlar referans alınarak WGS_1984_UTM_Zone_37N kordinat sistemi üzerine oturtulup Şekil 5.2 ve Şekil 5.3' deki sayısal harita haline getirilmiştir.

Uzaktan algılama sistemleri ile elde edilen verilerin kıyaslanması için sayısal jeoloji haritası WGS_1984_UTM_Zone_37N koordinat sisteminde çalıştırılıp uydu görüntüsü altlığı olarak kullanılmıştır. Böylelikle karşılaştırma yapma imkanı sağlanmıştır.



Şekil 5.2. Sayısallaştırılmış jeoloji haritası



Şekil 5.3. Sayısal jeoloji haritası k2 sembollü birimler

5.2. Landsat 8 OLI Uydusunun Özellikleri

Landsat 8 OLI uydusu daha önce yörüngede bulunan Landsat serisi uydularının devamı niteliğinde olup NASA ve Amerikan Jeolojik Araştırma (USGS) birlikteliği tarafından üretilmiştir. Landsat Veri Süreklilik Misyonu (LDCM) kapsamında coğrafik, jeolojik ve çevresel değişimlerin kontrol edilmesi görevini üstlenmiştir. 11.02.2013 tarihinde dünya yörüngesine fırlatılmıştır.

Landsat 8 OLI uydusunda diğer Landsat serisi uydularından farklı olarak OLI ve TIRS adında iki farklı cihaz bulunmaktadır.

OLI (Operational Land İmager); daha önceki uydu bantlarından farklı olarak, sirus bulutlarının tespiti, kıyı/aerosol çalışmaları takibi ve kalite tespiti için infared kısa dalga bandı ve derin mavi bant bulundurmaktadır. OLI bünyesinde toplamda 9 bant bulunmaktadır. Tablo 5.1' de OLI cihazında bulunan bant ve spektral aralıklar gösterilmiştir.

Tablo 5.1. Landsat 8 uydusunun OLI cihazına karşılık gelen spektral aralıklar

SPEKTRAL ARALIK	AÇIKLAMA	DALGA BOYU (μm)	ÇÖZÜNÜRLÜK (m)
BANT-1	Kıyı/Aerosol	0.433 – 0.453 μm	30m
BANT-2	Mavi	0.450 – 0.515 μm	30m
BANT-3	Yeşil	0.525 – 0.600 μm	30m
BANT-4	Kırmızı	0.630 – 0.680 μm	30m
BANT-5	Yakın İnfread	0.845 – 0.885 μm	30m
BANT-6	Kısa Dalga İnfread	1.560 – 1660 μm	30m
BANT-7	Kısa Dalga İnfread	2.100 – 2.300 μm	30m
BANT-8	Pankromatik	0.500 – 0.680 μm	15m
BANT-9	Sirrus	1.360 – 1.390 μm	30m

TIRS (Thermal Infrared Sensor); bünyesiyle 2 adet termal bant sağlamaktadır. Bu bantlarla sinyal ve gürültü performansı 12 bit üzerinde olan radyometrik çözünürlük sağlamaktadır. Aynı zamanda gri bant olarak da bilinir. 16 kat potansiyel gri tonlaması bulundurmaktadır. Tablo 5.2’de TIRS cihazına denk gelen spektral aralıklar ve bantlar görülmektedir.

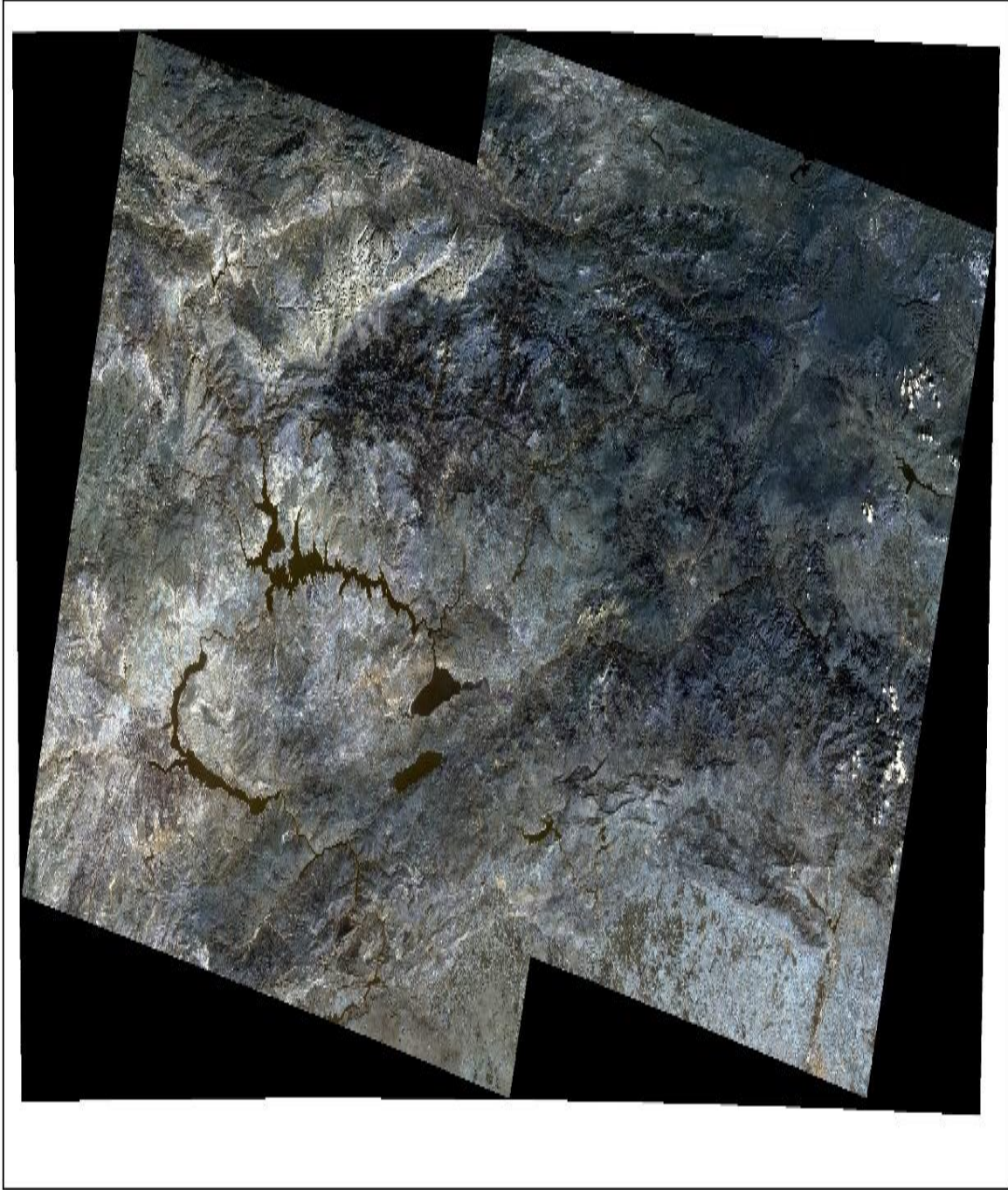
Tablo 5.2. Landsat 8 uydusunun TIRS cihazına karşılık gelen spektral aralıklar

SPEKTRAL ARALIK	AÇIKLAMA	DALGA BOYU (μm)	ÇÖZÜNÜRLÜK (m)
BANT-10	Uzundalga-İnfread	10.30 – 11.30 μm	100m
BANT 11	Uzun Dalga İnfread	11.50 – 12.50 μm	100m

5.3. Landsat 8 OLI Uydu Görüntüsü Seçimi

Elazığ ili mülki sınırlarını kapsayacak şekilde uydu görüntüleri indirilmiştir. Uydu görüntüsü seçilirken bölgenin mevsim koşulları dikkate alınmıştır. Çalışma alanının bulunduğu bölge olan Elazığ ili karasal iklim koşullarının hakim olduğu bir yer olup kış ayları genellikle yağışlıdır. Çalışma bölgesinde bu yağışlardan dolayı, kış mevsiminde yer yüzeyi kar yağışıyla örtülmüş olabilmektedir. İlkbahar ve yaz mevsiminde ise bölgede bulunan bitki örtüsünün en yoğun olduğu döneme girilmektedir. Bu çalışmada herne kadar bitki örtüsü ve su maskeleyesi

yapılmış olsa da maskelenecek veriyi minimumda tutup olabildiğince ham veriye ulaşılması yapılacak çalışma için önem arz etmektedir. Bu sebeplerden dolayı su, yağış ve bitki örtüsünün en az olduğu sonbahar mevsimin başlangıcı olan farklı yıllara ait Ekim ayı görüntülerini içeren beş adet uydu görüntüsü indirilmiştir. Şekil 5.4’ de görüleceği üzere seçilen uydu görüntüleri birleştirilerek, inceleme alanı üzerine oturtulmuştur.



Şekil 5.4. Elazığ ili mülki sınırlarına ait ENVI seamless mozaik modülü kullanılarak birleştirilmiş uydu görüntüsü

Literatürde Landsat 8 OLI uydu görüntüleri ile farklı amaçlar için yapılmış RGB bant kombinasyonları bulunmaktadır. Daha önce yapılan RGB kombinasyonları genellikle mineral ve alterasyon tespiti amacı gütmüştür. Volkanosedimnater birimlerin ayrımı için yapılmış RGB kombinasyonları yok denecek kadar azdır. Tablo 5.3 ve Tablo 5.4’de daha önce kullanılmış bant kombinasyonları gösterilmiştir.

Tablo 5.3. Landsat 8 OLI uydu görüntüleri üzerine, daha önce litolojik ayırım amacıyla uygulanmış bant kombinasyonları

ÖZELLİKLERİ	KIRMIZI (R)	YEŞİL (G)	MAVİ (B)	REFERANS	PİKSEL RENGİ
Jeolojinin tanımlanması	B7	B6	B5	-	-
Jeolojinin tanımlanması	B5	B6	B7	Banerjee et al.	-
Jeolojinin tanımlanması	B10	B7	B6	-	Gnays ve granit (Mavi) / Mafik birimler (Mor/Turuncu)
Jeolojinin tanımlanması / Litoloji	B11	B7	B6	-	Gnays ve Granit (Mavi)
Jeolojinin tanımlanması / Litoloji	B10	B6	B7	-	Gnays ve Granit (Yeşil) / Mafik birimler (Pembe)
Jeolojinin tanımlanması / Litoloji	B4/B2	B6/B7	B10	Pour&Hashim	-
Jeolojinin tanımlanması / Litoloji	B4/B2	B6/B7	B5	Pour& Hashim	-
Jeolojinin tanımlanması / Litoloji	B7	B5	B2	-	Mafik ve Ultramafik birimler (Pembe/Kahve) /Gnays mavi
Jeolojinin tanımlanması / Litoloji	B7	B5	B3	Amusuk et al.	Mafik ve Ultramafik birimler (Pembe/Kahve) /Gnays mavi

Tablo 5.4. Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılarak jeolojik çalışmalarda denenmiş bant kombinasyonları

ÖZELİKLERİ	KIRMIZI (R)	YEŞİL (G)	MAVİ (B)	REFERANS	PIKSEL RENGİ
Demir oksitler ve kil mineralleri	B2	B5	B7	-	purple and pink shades
Demir ve kil mineralleri	B6/B5	B6/B7	B4/B2	-	red and green
Demir ve kil mineralleri	B4/B2	B6/B5	B7	-	gren and blue
Alterasyon mineralleri	B4/B2	B6/B7	B5/B4	-	blue
Litoloji ve yapılar	B5	B3	B2	-	Mafik ve Ultramafik (Kahve) Gnays (Beyaz)
MNF bantlarıyla litolojik yapılar	MNF1	MNF2	MNF3	Ourhzif et al.	-
MNF bantlarıyla litolojik yapılar	MNF5	MNF2	MNF1	-	-
MNF bantlarıyla litolojik yapılar	MNF5	MNF2	MNF3	Prasath & kusuma	-
Pan-Keskinleştirilmiş Litolojik yapılar	PS-B5	PS-B4	PS-B3	-	Mafik ve Ultramafik (Kahve)
Pan-Keskinleştirilmiş Litolojik yapılar	PS-B6	PS-B4	PS-B2	-	Mafik ve Ultramafik (Kırmızı/Kahve)
Litoloji ve yapıların ayrımı	B7/B6	B5	slope	-	Kabartılar(Kahve/Mor)
Litoloji ve yapıların ayrımı	B7/B6	B7	slope	-	Kabartılar (Mor/Mavi)
Litoloji ve yapıların ayrımı	B7	B6	slope	-	Kabartılar (Mavi)
Litoloji ve yapıların ayrımı	B5	B7	slope	-	Kabartılar (Mavi)
Kara-Su ayrımı	B5	B6	B4	SNAP software	Su (Siyah)/Bitki örtüsü (Kırmızı/Kahve)
Sağlıklı bitki örtüsü	B5	B6	B2	SNAP software	Su (Siyah)/Bitki örtüsü (Kırmızı/Kahve)

5.4. Radyometrik Kalibrasyon

Bu metodla yapılan işlem; nesneye yollanan elektro manyetik radyasyonun, atmosferik koşullardan ötürü (güneş, gazlar, radyasyon) kırılması ve dağılması sonucu oluşabilecek hataların sis, bulutluluk, bulanıklık azaltımı ya da histogram eşleme yöntemiyle düzeltilmesidir.

5.5. Atmosferik Düzeltmeler

Orijinal uydu görüntüleri, algılayıcı platformun yüksekliğinden, konumundan ve hızındaki değişimlerden ve yeryüzü eğriliği ile atmosferik kırılma gibi birçok nedenden dolayı geometrik distorsiyonlar içerir (Aksoy, 2001).

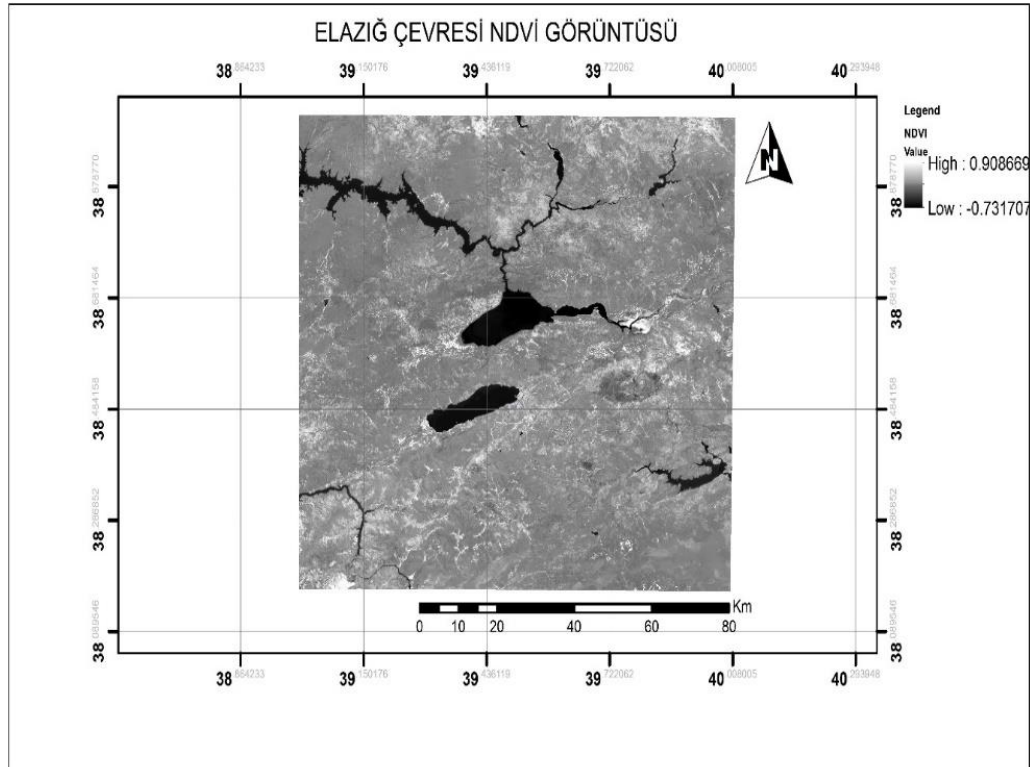
5.6. NDVI (Normalize Fark Bitki İndeksi)

Bitki örtüsünün yeşilliğini ölçmek, bölgede bulunan bitki örtüsünün yoğunluğunu saptamak amacıyla kullanılır. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) genel olarak kırmızı (R) ile yakın kızılötesi (NIR) bantları arasında değer almaktadır.

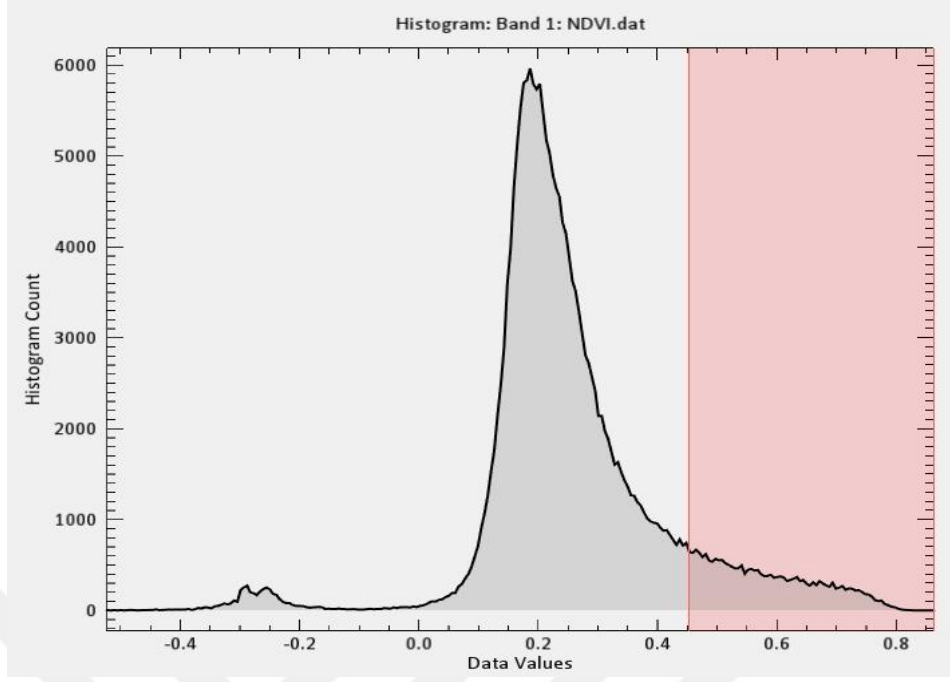
NDVI Landsat 8 OLI uydu görüntülerinde aşağıdaki formül ile hesaplanır. Bu Formül USGS tarafından yayınlanan (URL-6)'da şu şekil belirtilmiştir.

$$\text{(Bant 5 - Bant 4) / (Bant 5 + Bant 4)}$$

Raster hesaplama aracından formül yazılarak Şekil 5.5'de görüleceği üzere NDVI görüntüsü elde edilmiş olur. Bu çalışmada inceleme bölgesindeki bitki örtüsü ayırt edilmiş, ve bu örtüye denk gelen piksellerin DN numarasına sıfır atanmış ve sonuçta soğurma ve emisyon yapma özelliği kaybettirilmiştir. Bitki piksellerini gösteren NDVI görüntüsüne dair Treshold grafiği Şekil 5.6'da gösterilmiştir.



Şekil 5.5. NDVI görüntüsü (haritadaki beyaz pikseler bitki örtüsüdür)

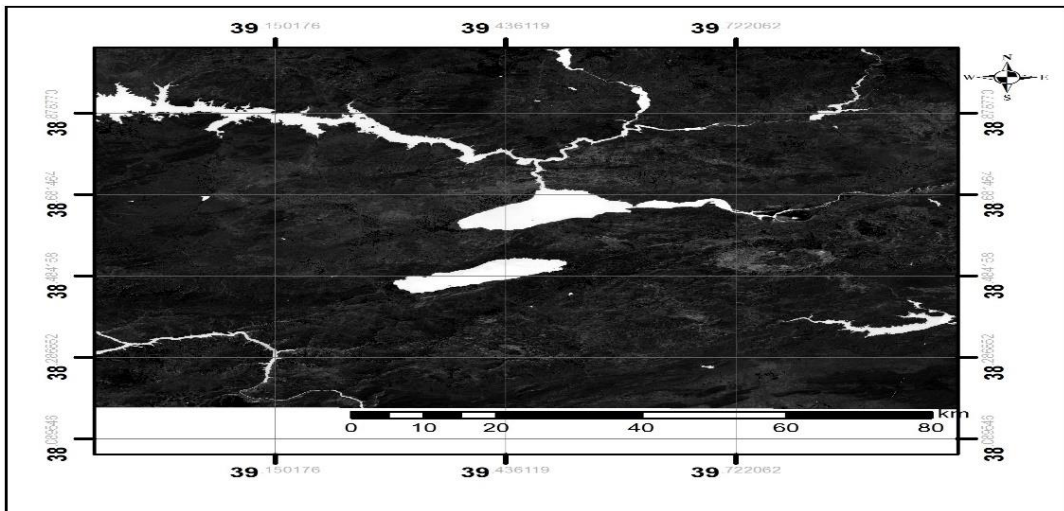


Şekil 5.6. NDVI görüntüsünde bitki piksellerinin dijital numaralarına karşılık gelen treshold grafiği

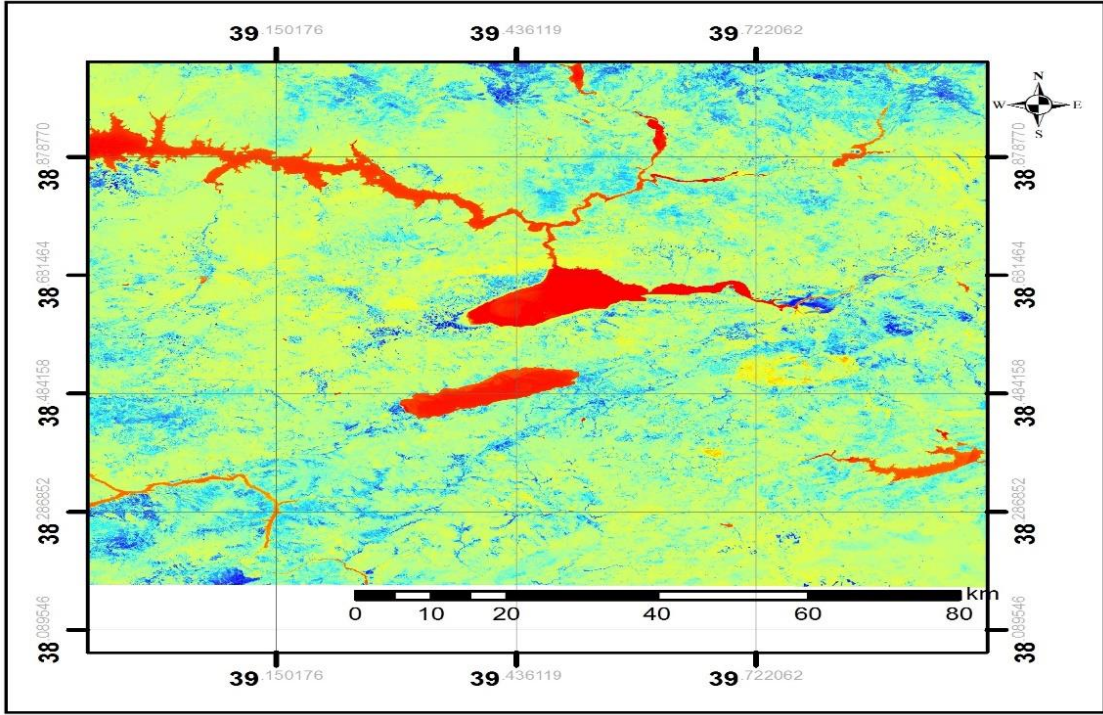
5.7. NDWI (Normalize Fark Su İndeksi)

Su birikintileri, barajlar, göller, akarsu ve dere yataklarının yoğunluğunu, yerlerini saptamak amacıyla kullanılır. Landsat 8 OLI uydusu için NDWI (Normalized Difference Water İndeks) görüntüsü elde edilmesi için USGS (Amerika Jeolojik Araştırma Merkezi) tarafından yayınlanan (URL-6)'da $(\text{Bant } 5 - \text{Bant } 6) / (\text{Bant } 5 + \text{Bant } 6)$ formülün kullanılması istenilmiştir.

Raster hesaplama aracından bu formül işlenerek Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'de gösterilen NDWI görüntüsü elde edilmiştir.



Şekil 5.7. NDWI görüntüsü (parlak pikseller su kütlelerini temsil etmektedir.)



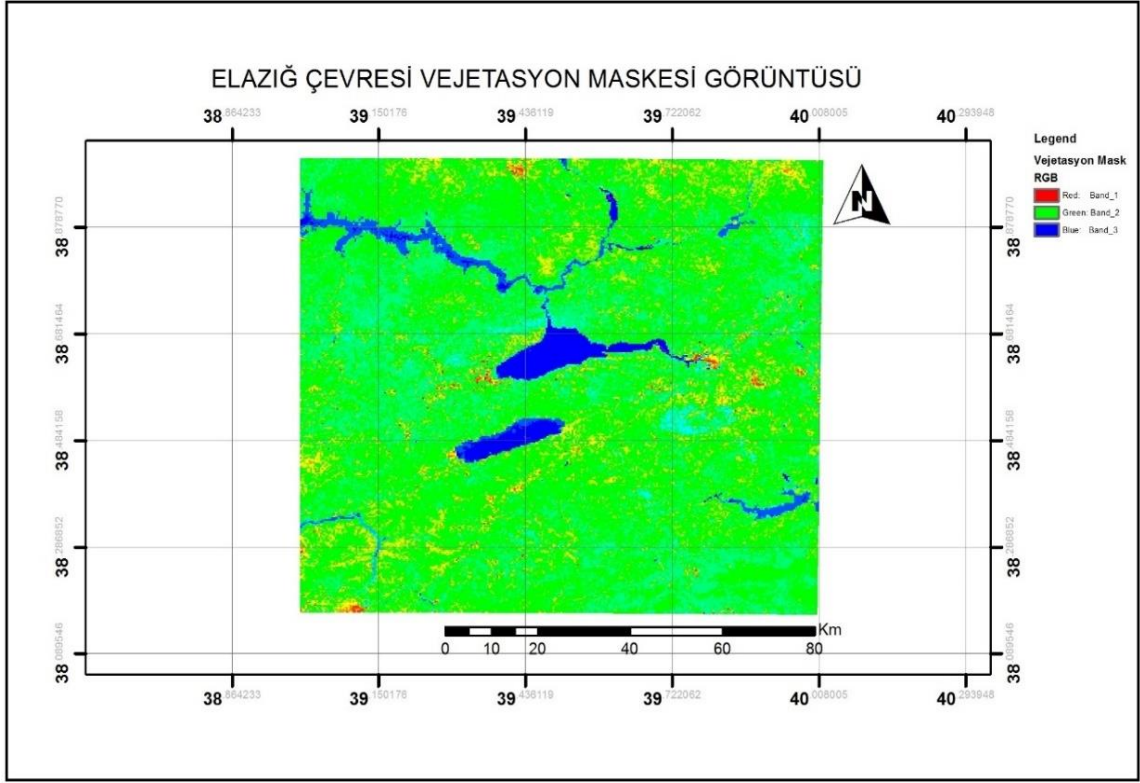
Şekil 5.8. Çalışma alanında maskelenecek su kütlesi

5.8. Vegetasyon ve Su Maskesi

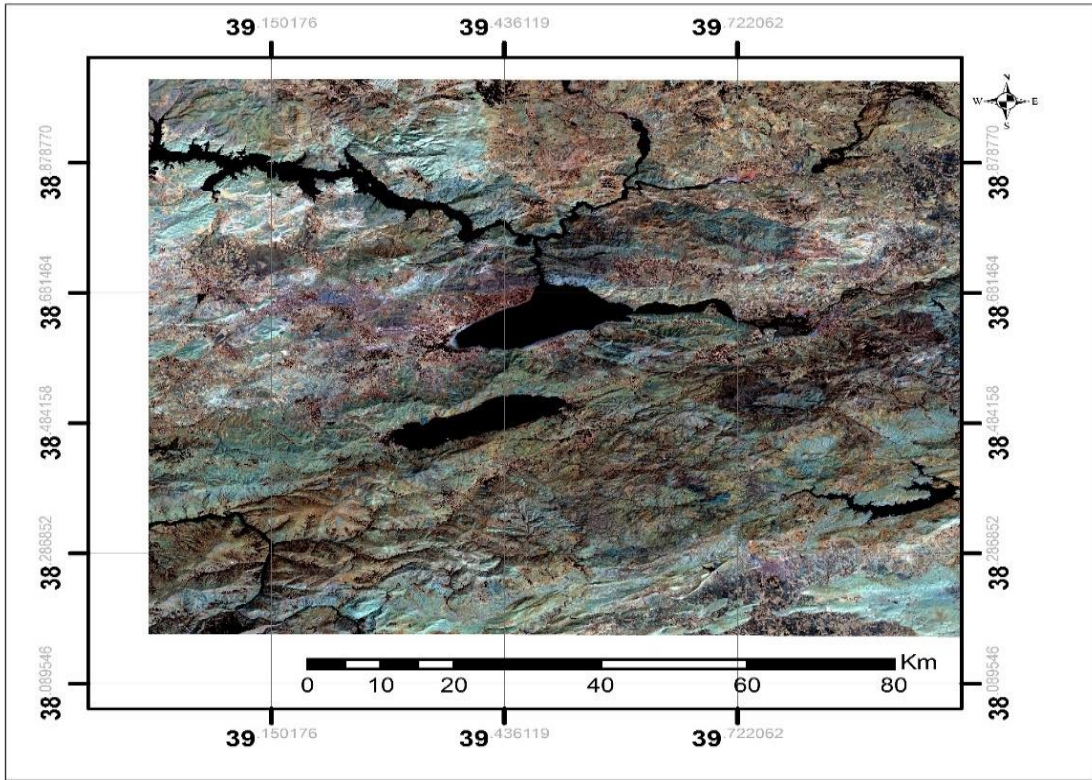
Yapılacak çalışma yerbilimlerini inceleme amacı güttüğü için, uygulama esnasında bölge yüzeyinde varlığı bulunan su ve bitki örtüsünün maskelenmesi gerekmektedir. Su ve bitki örtüsünün ışığı soğurma özelliği bulunduğu için öncelikle NDVI ve NDWI görüntüleri ile bitki örtüsü ve su kütlelerini tespit edip daha sonra bitki örtüsü ve su kütlelerine karşılık gelen piksellere sıfır değeri atanarak yok edilir. Böylelikle su ve bitki örtüsüne mekansal olarak yakın konumda ki birimlerin, uzaktan algılanması esnasında alterasyonları, olası spektral değişimleri minimize edilmiş olur.

Şekil 5.9 ve Şekil 5.10' da görüleceği üzere görüntüdeki gürültüler, su kütleleri ve bitki örtüsü olarak kabul edilmiş ve maskelenmiştir.

Bu gürültüler maskelendiği zaman kapladıkları piksellerin dijital numaralarını sıfırlarlar yani bir ağaç örtüsü ya da su örtüsünün normalde DN (Digital Number) numaraları varken maskelendikten sonra bu DN'ler yok olur.



Şekil 5.9. Çalışma alanında maskelenecek birimler (su kütleleri mavi, bitki örtüsü ise kırmızı renge karşılık gelmektedir)



Şekil 5.10. Çalışma alanının su ve bitki örtüsü maskelenmiş görüntüsü

5.9. Temel Bileşenler Analizi (PCA)

Temel Bileşenler Analizi, uzaktan algılama sistemleriyle yapılan çalışmalarda; görüntüleri işleyip sınıflandırma, görüntüyü sıkıştırma, farklı bant grupları içerisinde ortak özellikleri tespit edip karmaşık veri tabanını sadeleştirip yeni farklı veri oluşturma işlemine yarar. İstatiksel bir teknik olan PCA, birden fazla dataya ait benzerlikler ve farklılıkları ortaya çıkartıp yeni ve tek bir görüntü halinde sunmasından dolayı uzaktan algılamada yararlanılan önemli bir tekniktir. Yapılan çalışmada PCA Landsat 8 OLI'nin ilk 7 bandına uygulanmış ve 7 farklı görüntü üretilmiştir.

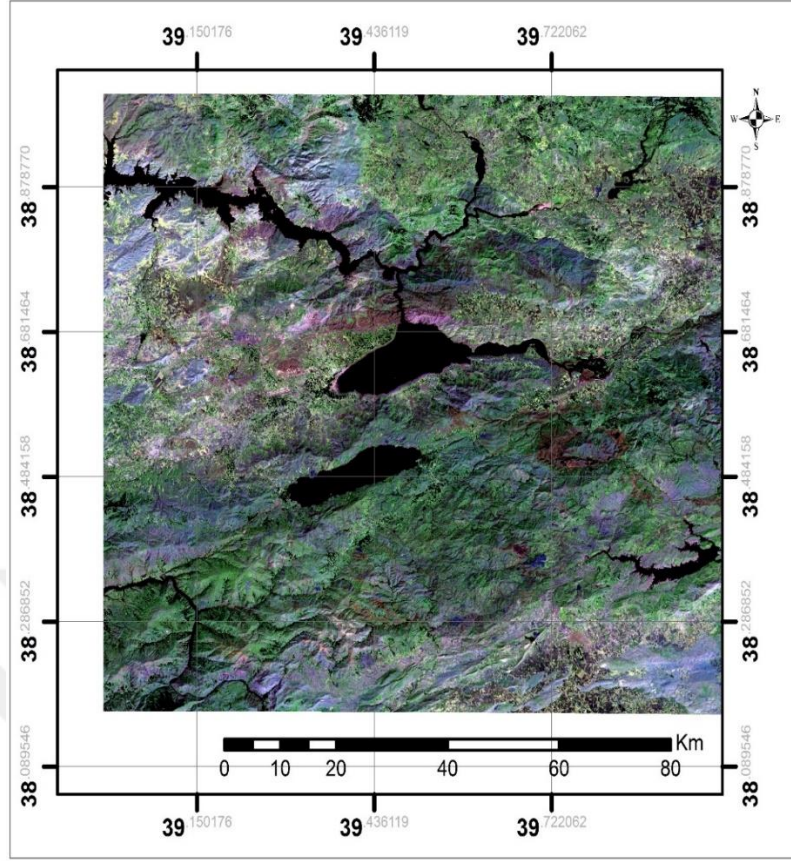
5.10. Minimum Gürültü Fraksiyonu (MNF)

Minimum Gürültü Fraksiyonu, veri setindeki sinyalden gürültüyü izole etmek için kullanılır. Görüntü verilerinin doğal boyutunu belirlemek, verilerdeki gürültüyü ayırmak ve sonraki işlemlerde hesaplama gereksinimlerini azaltmaya yarar. Minimum Gürültü Fraksiyonunun, litolojik ayırım yapmada önemli bir yeri vardır. Çalışma alanındaki kayaç birimlerinin tanımlanmasını sağlar (Boardman ve Kruse, 1994).

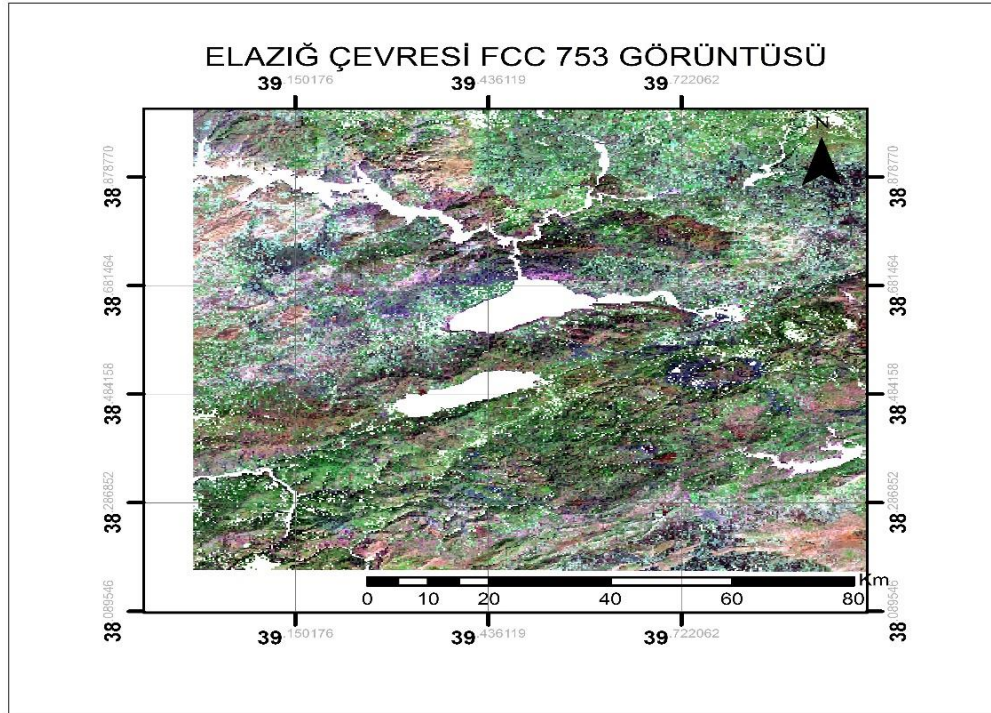
MNF kayaçların litolojisini tespit etmek için uygun bilgiler içerdiği için bu işlem Landsat 8 OLI uydu görüntüsünün VNIR- VRESWIR bantlarına uygulanmıştır. MNF işleminden sonra ortaya çıkan ilk 3 banttan MNF 1 Gürültünün en az MNF 3 ise gürültünün en fazla olduğu banttır.

Bu yöntem çalışma prensibi olarak Temel Bileşenler Analizi (PCA) ile aynı metodolojiye sahiptir. PCA'dan sadece bir farklı işlemi vardır. Bu işlemle ile görüntü üzerine etki edebilecek gürültü faktörünü sıfıra indirger.

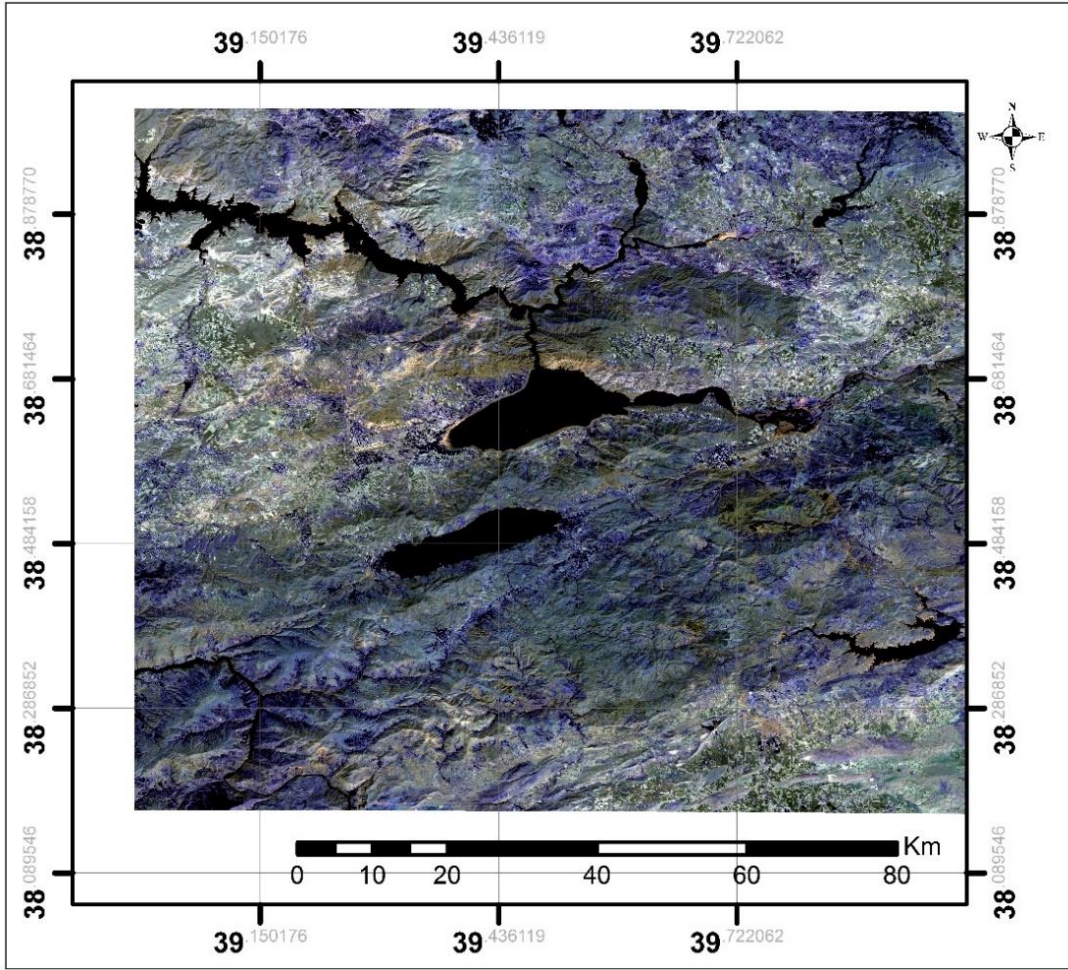
Literatürde jeolojik anlamda daha önce çalışılmış uygulanmış bazı RGB bant kombinasyonları ve bant raito oranlarını Landsat 8 OLI uydu görüntüleri üzerinde deneyerek elde edilen anlamlı ve anlamsız görüntüler Şekil 5.11, Şekil 5.12, Şekil 5.13, Şekil 5.14, Şekil 5.15' de gösterilmiştir.



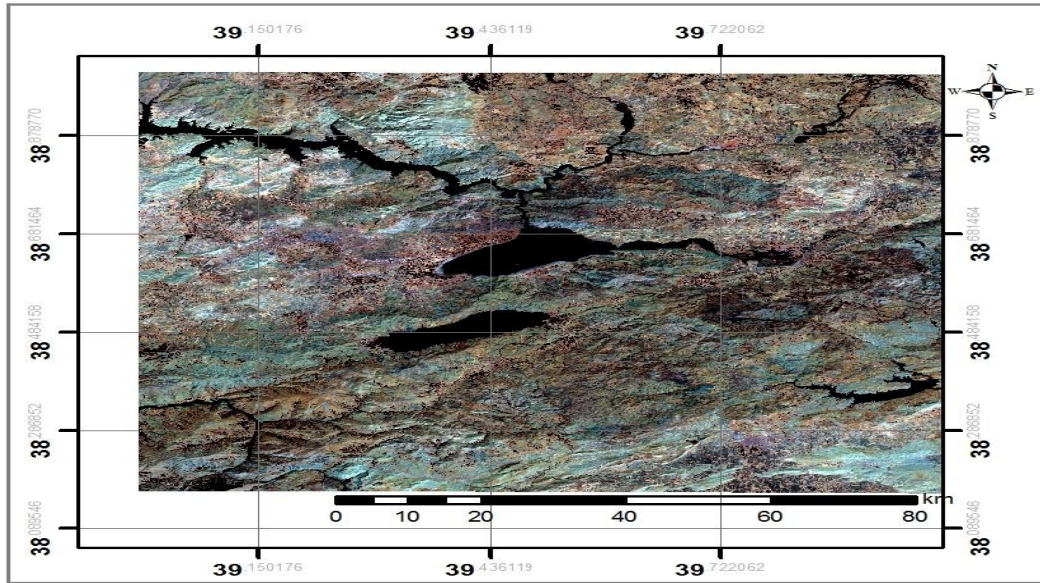
Şekil 5.11. Landsat 8 RGB 753 BANT görüntüsü (mavi pikseller gnays, yeşik pikseller ise mafik-ultramafik birimleri temsil etmektedir)



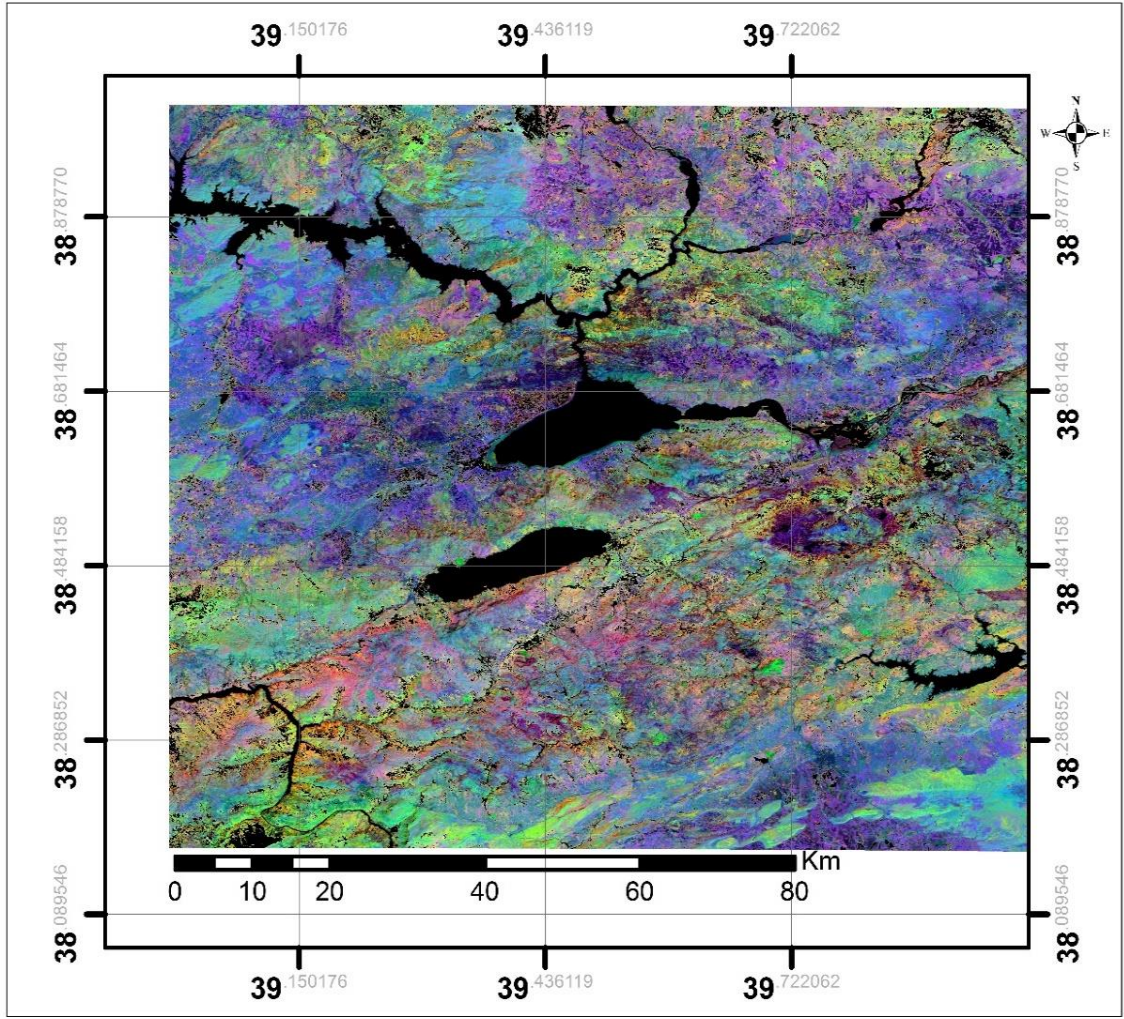
Şekil 5.12. 753 FCC görüntüsü (mafik-umafik kayalar pembe, gnays mavi renklerle temsil edilmektedir)



Şekil 5.13. RGB 543 uydu görüntüsü



Şekil 5.14. RGB 543 FCC görüntüsü (mafik-ultramafik kayalar yeşilimsi kahve – bitki örtüsü kırmızı)



Şekil 5.15. RGB 6/7-6/4-4/2 band orantılama görüntüsü (pembe ve kırmızı pikseller metavolkanikleri temsil etmektedir)

5.11. Hibrit Kombinasyonlar

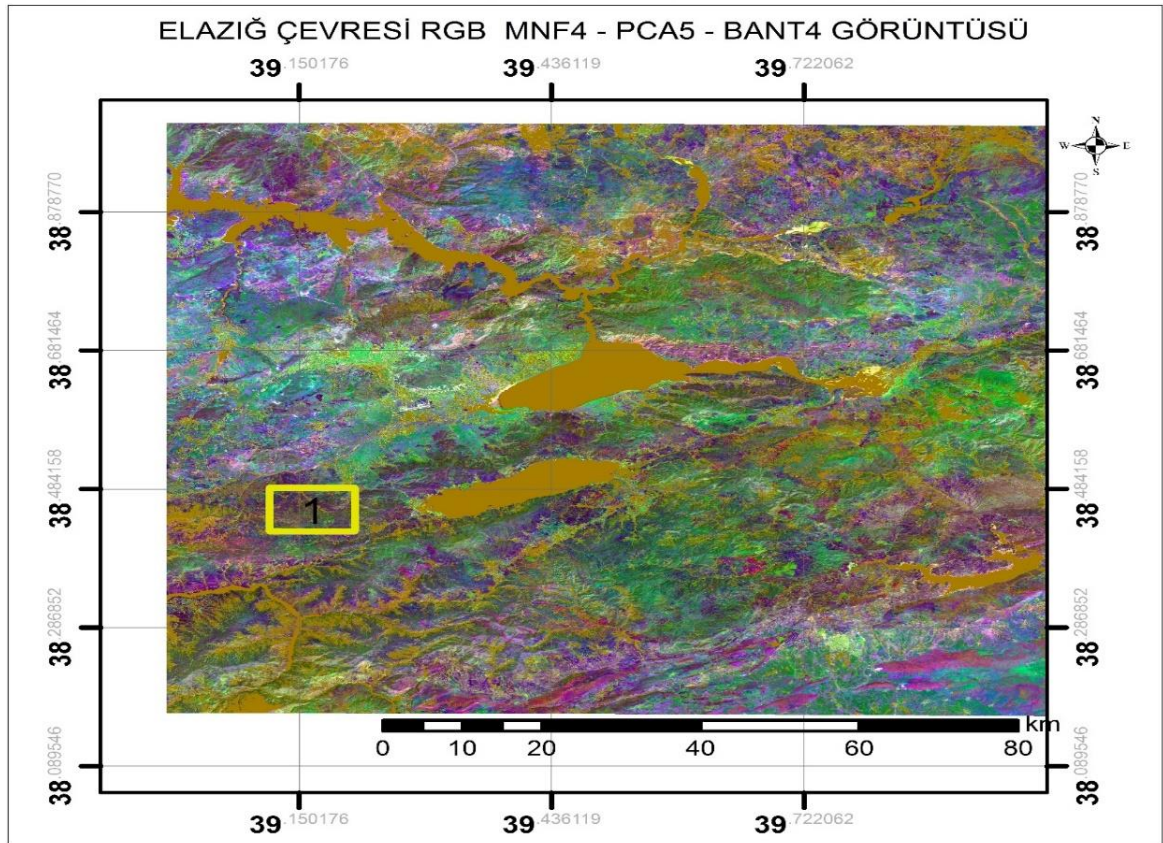
Hibrit denmesinin sebebi farklı kökene sahip bileşenlerin birleşimi olmasından ileri gelmektedir. Literatür de Landsat 8 OLI uydusu ile daha önce yapılmış volkanosedimanter kayaç algılama çalışması bulunmamaktadır.

Yapılan çalışmayla normal uydu görüntüleri + temel bileşenleri (PCA) + minimum gürültü fraksiyonundan (MNF) birer bileşen olarak hibrit kombinasyonlar denenmiş, MTA tarafından hazırlanmış ve sonradan sayısallaştırılan jeoloji haritasındaki volkanosedimanter birimler uydu görüntüsüne altlık olarak referans alınıp ayırım yapılana kadar hibrit kombinasyonlar denenmiştir.

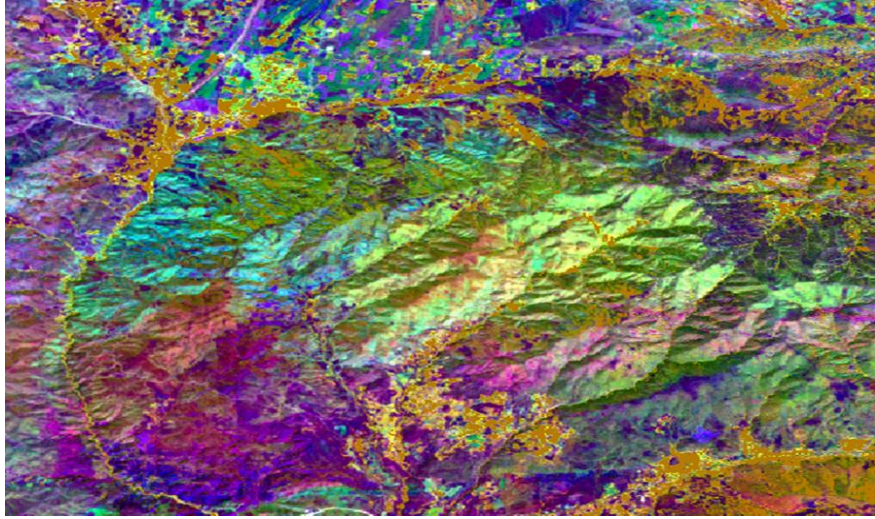
Bu işlem için veri setine PCA ve MNF gibi görüntü zenginleştirme dönüşümleri uygulanmıştır. Ham görüntüler + PCA görüntüleri + MNF görüntüleri toplam 21 kanal görüntü istiflenmiştir. Daha sonra Üst Kretase yaşlı piroklastikleri ayırt edene kadar çeşitli kombinasyonlar denenmiştir. En uygun kombinasyon bulununcaya kadar işleme devam

edilmiştir. Veri büyük olduğundan, sınıflandırma işlemi yapılamamıştır. (Yapılmış ancak yanlış sonuç vermiştir. Nitelikli veriye ulaşabilmek için yapılan her görüntü işleminden sonra volkanosedimanterleri gösteren georeferanslama işlemi yapılmıştır. Elde edilen verileri sayısal jeoloji haritaları ile kıyaslanıp çoğul kontrol sağlanmıştır.

MTA sayısal jeolojik haritası referans alınarak, volkanosedimanter kaya birimi olarak ayrımı daha önceden yapılmış litolojilerin, uydu görüntüsü yardımıyla da ayrımı yapılan kadar hibrit kombinasyonlar denenmiştir. RGB kombinasyonu MNF4-PC5-Bant4 olan görüntü de yeşil ve turkuaz renkli piksellere karşılık gelen birimlerin volkanosedimanter kökenli birimler olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 5.16'da haritada litolojik ayrımın ve sınırların daha iyi gözükeceği bir alan seçilmiş Şekil 5.17'de bu alana ait yaklaşılmış uydu görüntüsüne yer verilmiştir.

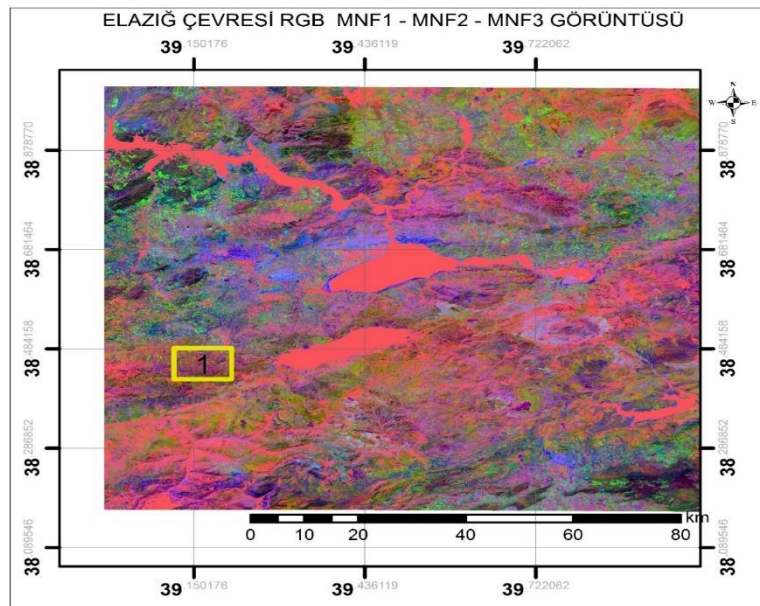


Şekil 5.16. MNF4-PCA5-BANT4 hibrit görüntüsü (yeşil ve turkuaz pikseller volkanosedimanter birimlerdir)

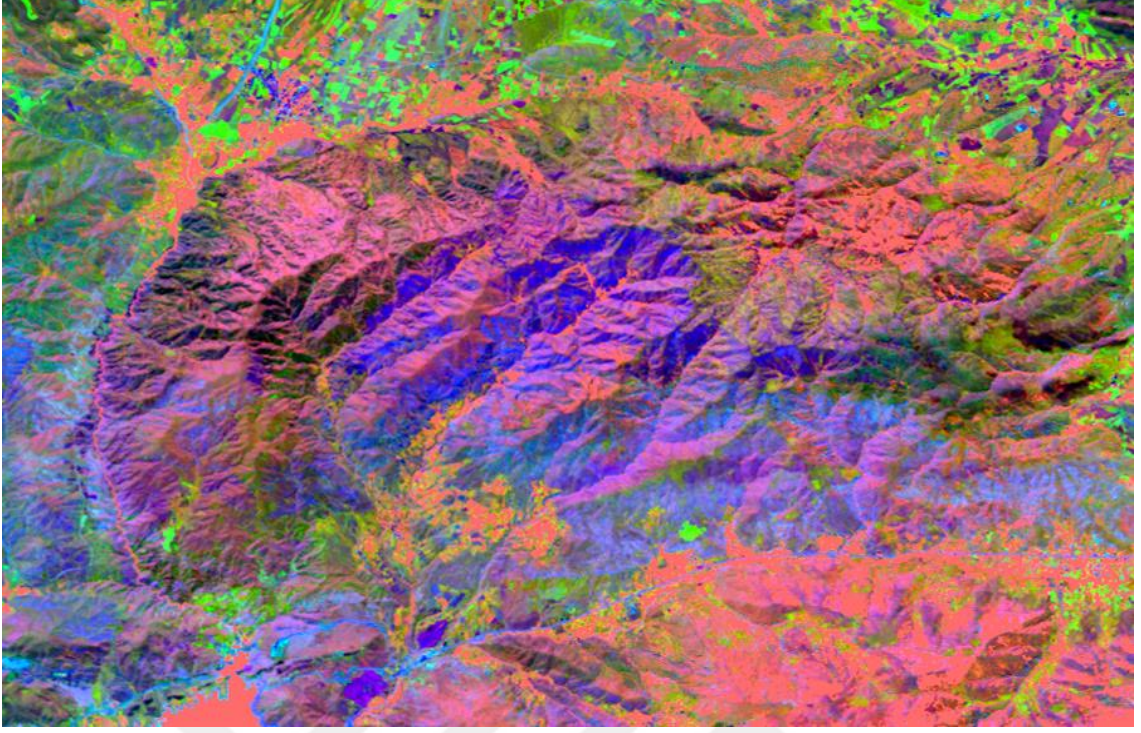


Şekil 5.17. MNF4-PCA5-BANT4 yakınlaştırılmış alan görüntüsü (Şekil 5.16 da 1 numara ile gösterilen alan)

Bilindiği üzere MNF; uydu bantlarındaki en belirgin ve en farklı detayları ve bu detaylara etki edecek gürültüleri en aza indirmeyi hedefler. Litolojik ayırım yapmada RGB bant kombinasyonlarını MNF1- MNF2- MNF3 sıralamasıyla yaptığımızda volkanik kökenli kayalarda kayda değer bir ayırım olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 5.17’ de görüleceği üzere koyu mor renkteki piksellere MTA jeolojik harita paftasındaki k2 sembolü volkanik kökenli birimler karşılık gelmektedir. Şekil 5.18’de haritada litolojik ayırımın ve sınırların daha iyi gözükceği bir alan seçilmiş Şekil 5.19’da bu alana ait yakınlaştırılmış uydu görüntüsüne yer verilmiştir



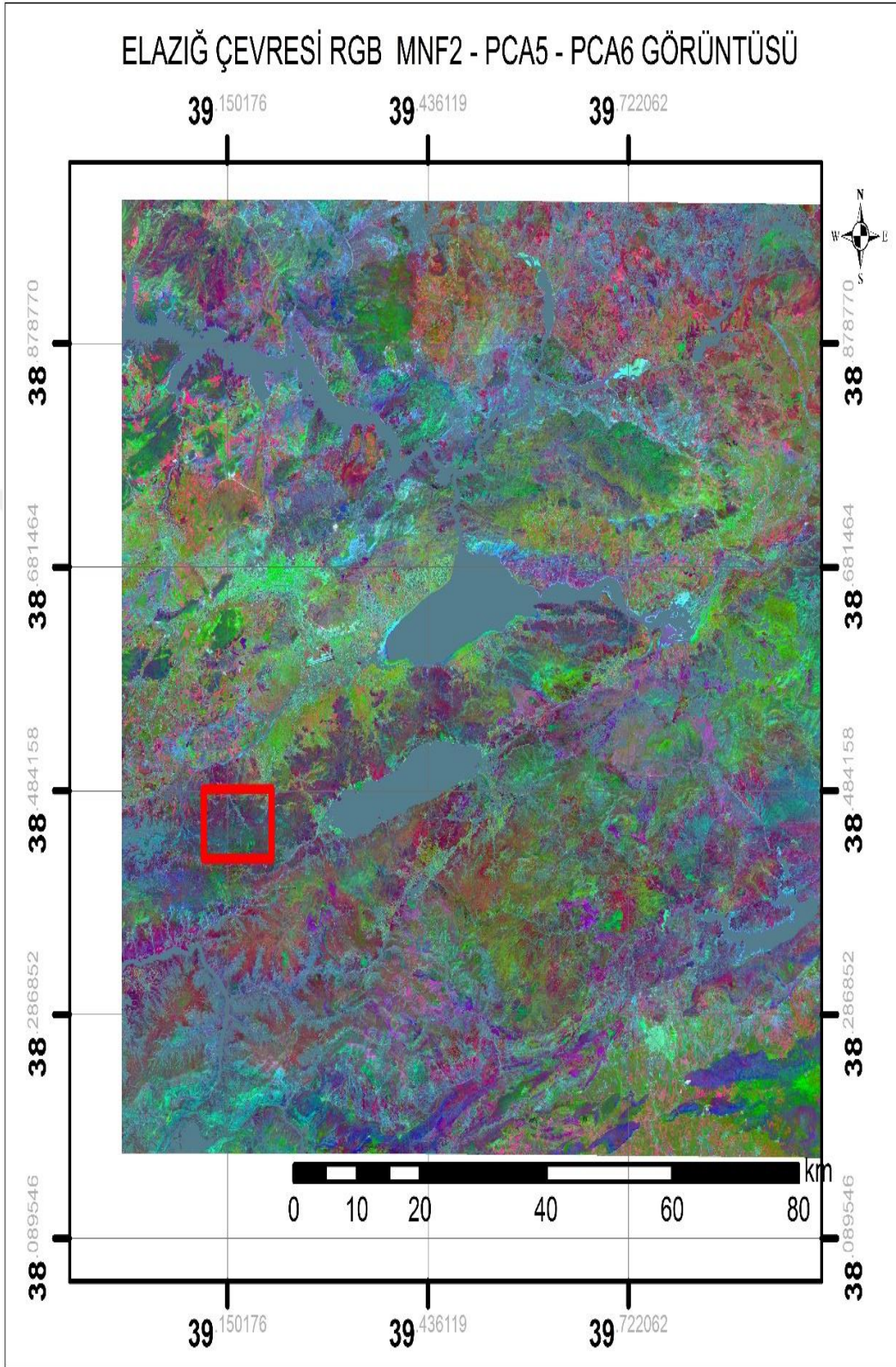
Şekil 5.18. MNF1-MNF2-MNF3 görüntüsü (koyu mor renkler volkanik kökenli birimler)



Şekil 5.19. MNF1-MNF2-MNF3 yakınlaştırılmış alan görüntüsü (Şekil 5.18’ de 1 numara olarak gösterilen alan)

Aynı bölgedeki birimlerin varlığını ve litolojik sınırlarını, farklı bant orantılamalarıyla incelenmesinin sebebi, uydu görüntüsü işlenirken eğimli ve vadili arazilerde gölgelenmenin etkisiyle kayaçların soğurma ve emisyonlarının değişebilmesinden ileri gelmektedir. Bu gibi durumlarda görüntü yorumlanırken farklı bant kombinasyonlarıyla belirlenen bölgedeki kayaçların tepkimesi dikkate alınıp renk tonlaması farklı çıkabilen aynı kökündeki kayaçların değiştirilmiş görüntü bileşenlerine aynı tepkimeyi vermiş olması tespitini yapmak gerekmektedir.

Şekil 5.20’de yapılan bant kombinasyonunda ise RGB sıralamasıyla MNF2-PC5-PC6 bantlarından oluşturulmuştur. Temel Bileşenler Analizi ve Minimum Gürültü Fraksiyonu bileşelerinden oluşan bu kombinasyonla MTA tarafından oluşturulmuş jeoloji haritası sayısallaştırılarak altlık olarak kullanılmış bu paftalarda yer alan k2 sembolü volkanik, volkanosedimanter birimler georeferans edilip farklı litolojik birimlerden renk özelliğiyle ayrıştığı gözlemlenmiştir.

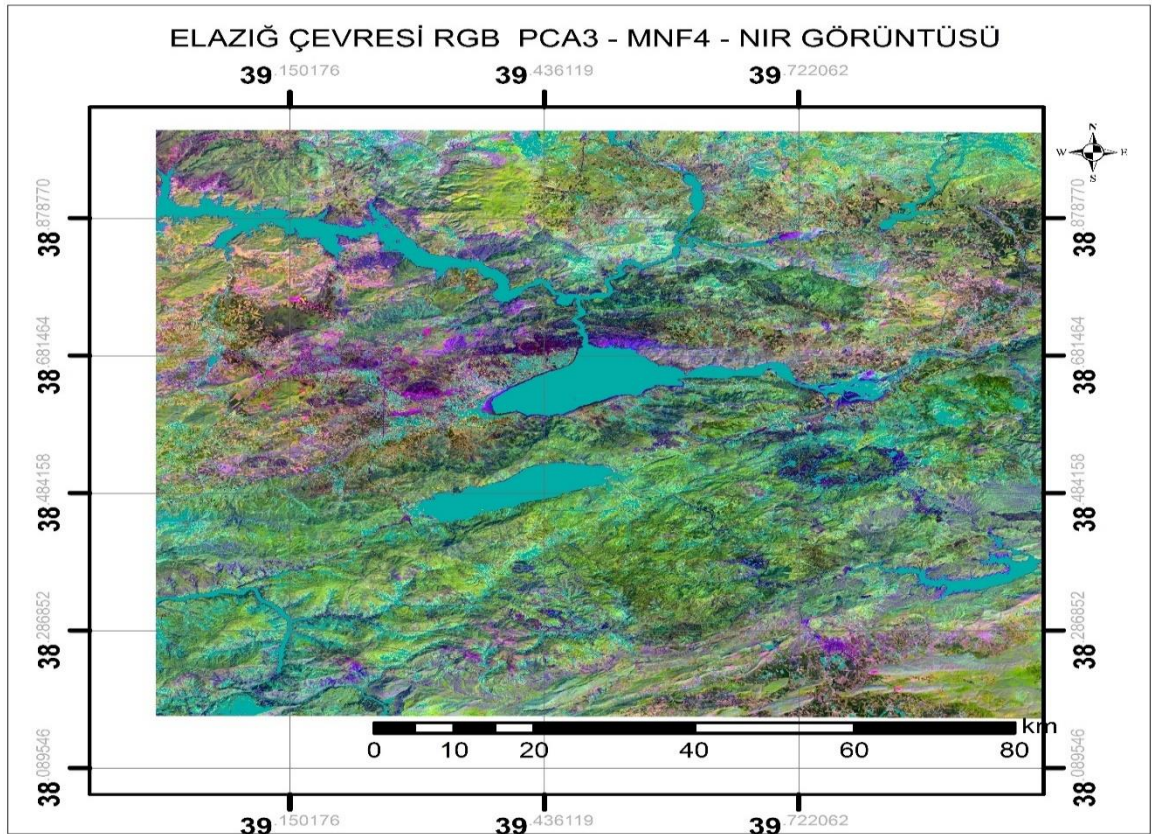


Şekil 5.20. MNF2-PCA5-PCA6 hibrit görüntüsü (kırmızı çerçeve içindeki ve harita genelindeki turkuaz ve yeşil renkler Üst Kretase yaşlı piroklastiklerdir)

5.12. Çalışma Alanında Volkanosedimanter Birimlerin Ayırt Edilme Yöntemi ve En Uyumlu RGB Kombinasyonu

Landsat 8 OLI uydu görüntüleriyle volkanosedimanter kayaçları ayırt etmek için; Sayısal jeoloji haritalarından faydalanılmıştır. Vektörel harita ArcGis 10.2.2 programı kullanılarak sınıflandırma ve koordinatlandırma işlemi sonrası sayısal jeoloji haritasına dönüştürülmüştür. Ayrıca hem uydu RGB bant görüntülerinden hem de sayısal jeoloji haritasından kmz. uzantılı dosya oluşturularak Google Earth Pro programından çalıştırılıp elde edilen görüntüler yorumlanmıştır.

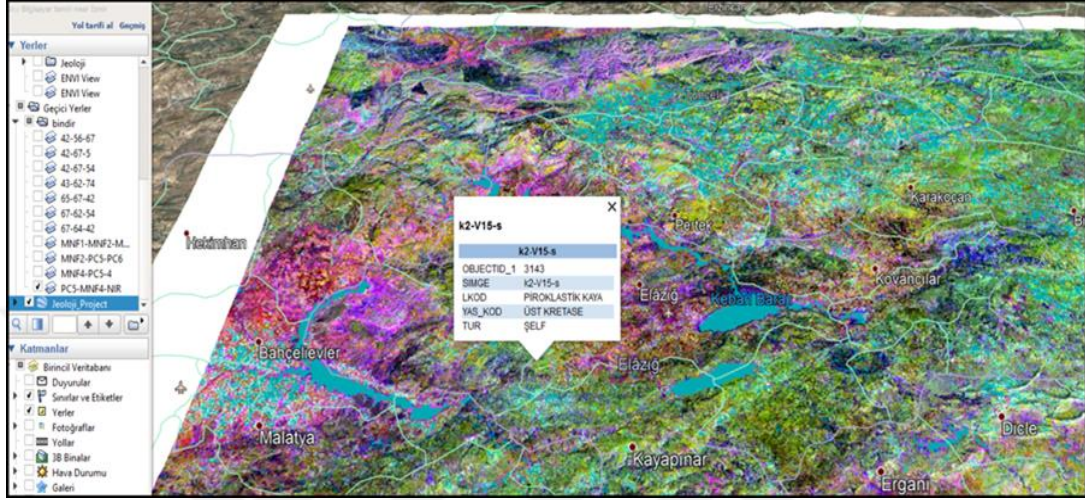
Hibrit kombinasyonlarıyla, sayısal jeoloji haritasındaki volkanik kökenli birimlerin litolojik sınırlarının, komşu litolojilerden belirgin bir şekilde ayrımı daha keskin olan RGB kombinasyonu bulunana kadar deneme yapılmıştır. Altlık olarak kullanılan MTA sayısal jeoloji haritasındaki volkaniklere tam oturan, bant orantılamaları bu tezde kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucu diğer RGB bant kombinasyonlarına göre en belirgin sonucu veren RGB kombinasyonu PCA 3 – MNF 4 – NIR'dir (Şekil 5.21).



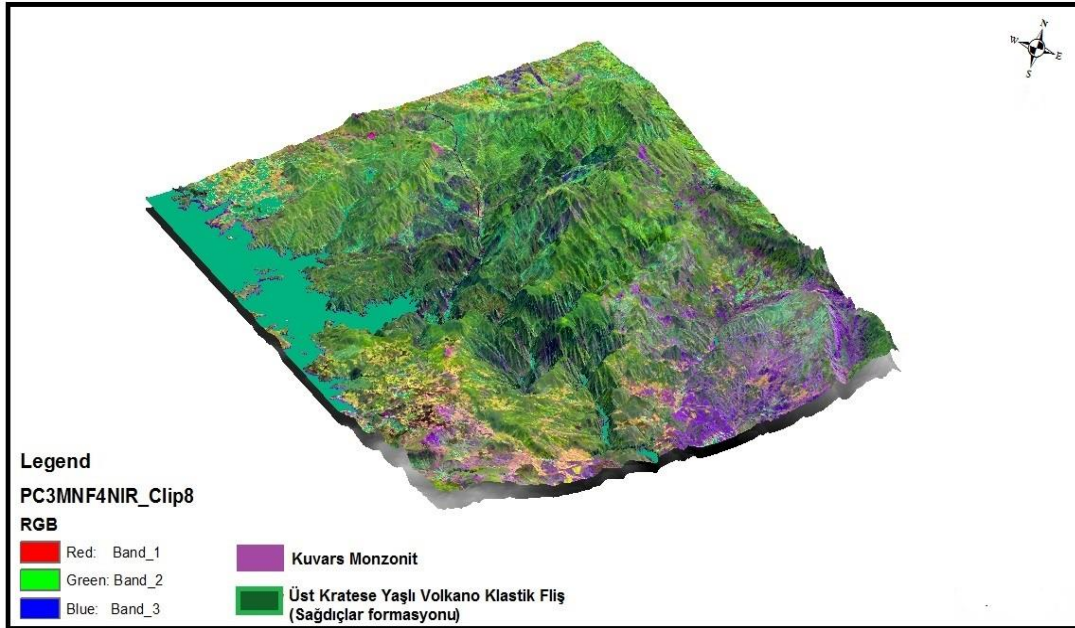
Şekil 5.21. RGB Sıralaması PCA 3 – MNF 4 – NIR bant kombinasyonu görüntüsü

Landsat 8 OLI uydusu RGB bant sıralaması PCA 3 – MNF 4 – NIR olan görüntüdeki koyu yeşil alanlar volkanik kayaçları temsil etmektedir. Bu sonucu yorumlamak için kullanılan

yöntemlerden biri Google Earth Pro programında hem bu bant görüntüsü hem de sayısal jeoloji haritası aynı anda açılır. Şekil 5.22’de görüleceği üzere haritada yer ve katman bilgi indeksini açtığımızda koyu yeşil alanlar işaretlendiğinde, volkanik olduğu bilgisi verilmektedir. İşaretlenmiş bu bölgeye ait 3 boyutlu harita Şekil 5.23’ de gösterilmiştir.

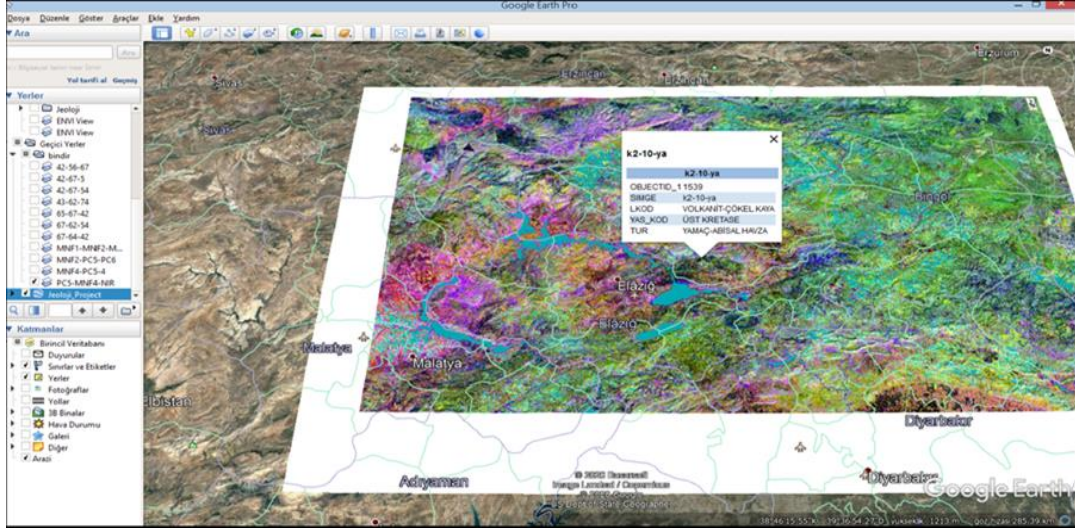


Şekil 5.22. Google Earth Pro üzerinde litolojik ayırım işlemi

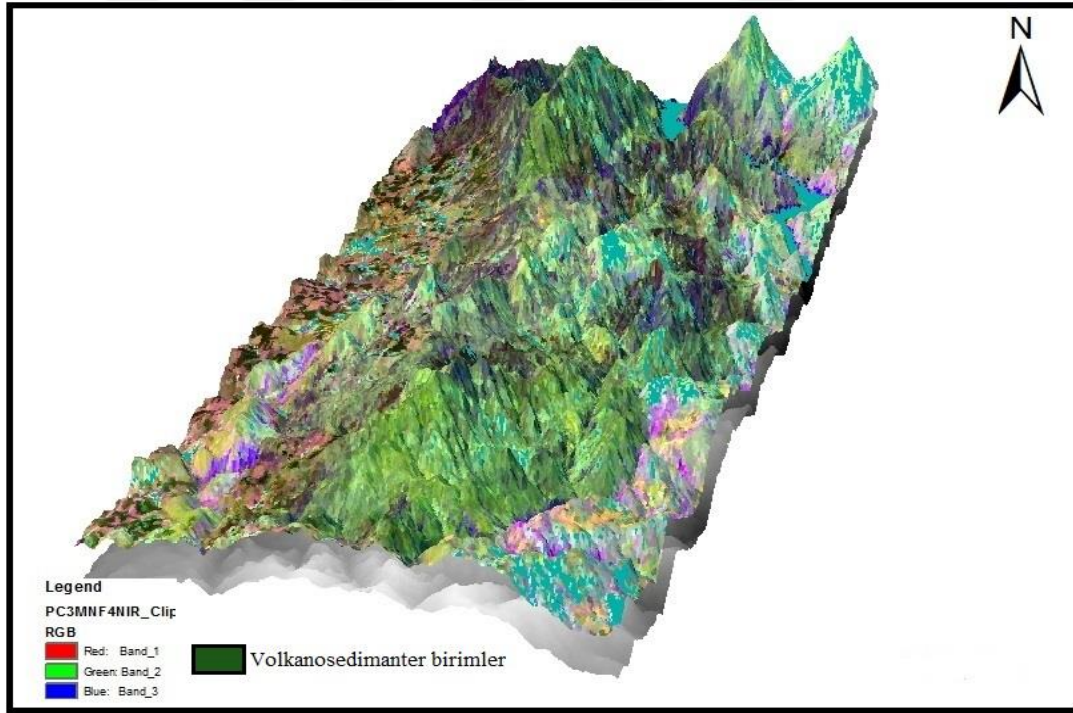


Şekil 5.23. MTA sayısal jeoloji haritasında k2-v15-s sembolü Üst Kretase yaşlı piroklastik kayaçları gösteren 3 boyutlu uydu görüntüsü

Sayısal jeoloji haritası altlığı kullanılarak volkanik birimlere ait litolojik ayırım yapma çalışması Şekil 5.24’ de gösterilmiştir. İşaretli bölge ait RGB PCA 3 – MNF 4 – NIR uydu görüntüsüyle elde edilmiş 3 boyutlu çalışması Şekil 5.25’ de gösterilmiştir.

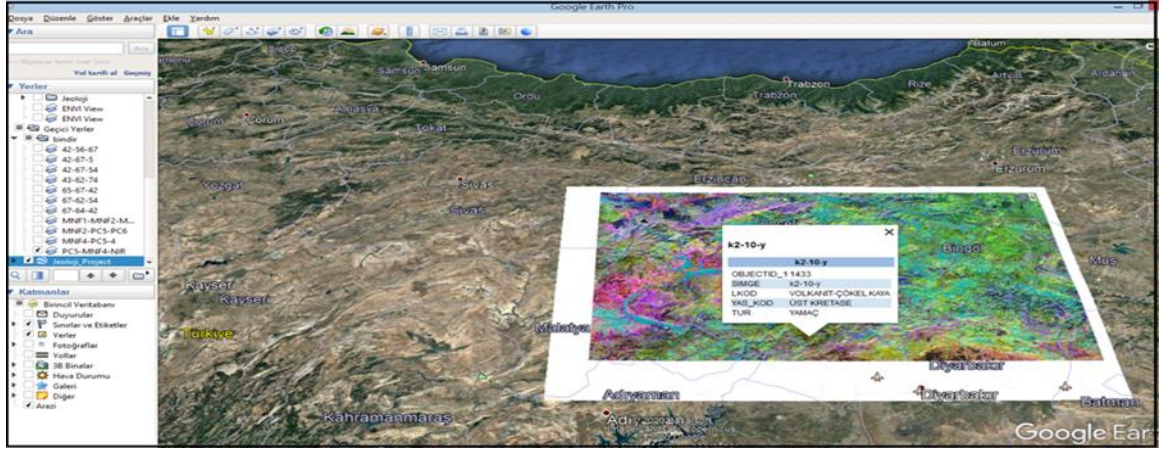


Şekil 5.24. Google Earth üzerinden litolojik ayırım çalışması (işaretli yeşil alan k2-10-ya sembolü Üst Kretase yaşlı volkanik çökel kaya birimidir)

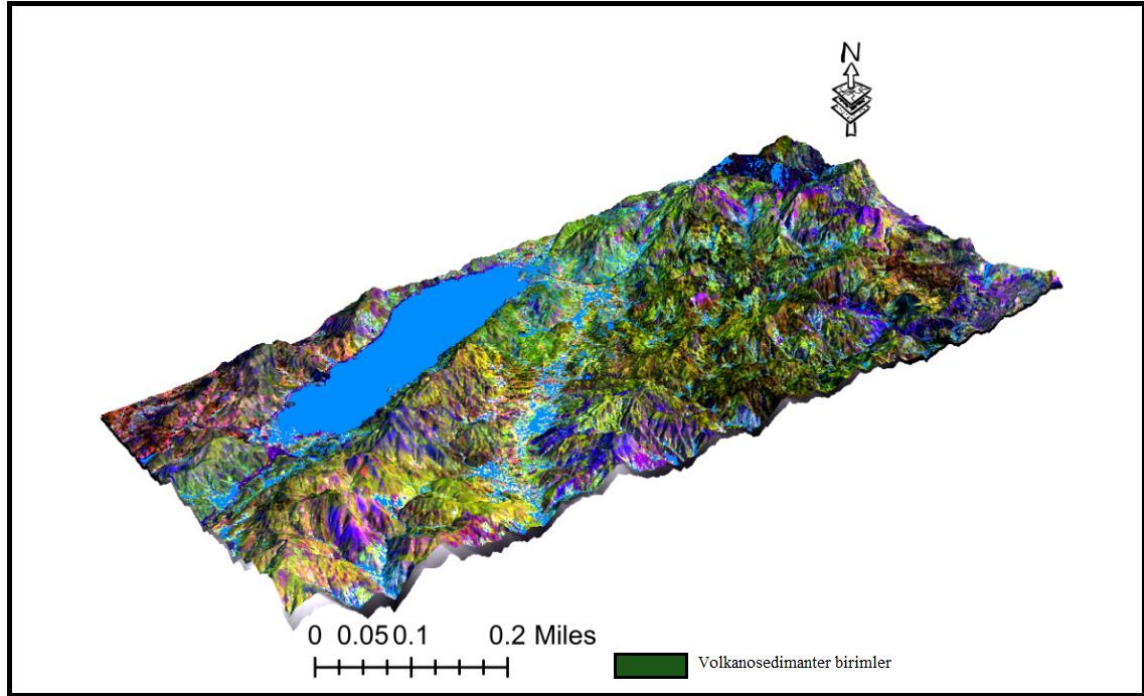


Şekil 5.25. MTA 1/100000'lik Sayısal Jeoloji Haritasında k2-10-ya sembolü Üst Kretase yaşlı volkanik çökel kaya biriminin abartılmış yükseklik modeli ile hazırlanmış 3 boyutlu haritası

Elazığ ili Hazar Gölü lokasyonuna yakın konumda bulunan, volkanik yapıyı Google Earth Pro programı üzerinden kontrol edilmesi işlemi Şekil 5.26'da gösterilmiştir. İşaretli bölgenin yapısını gösteren USGS (Amerikan Jeoloji Araştırma Kurumu) tarafından sağlanan DEM (Sayısal Yükseklik Modeli) haritalarının altlık olarak kullanılarak elde edilen 3 boyutlu harita çalışması Şekil 5.27'de gösterilmiştir.



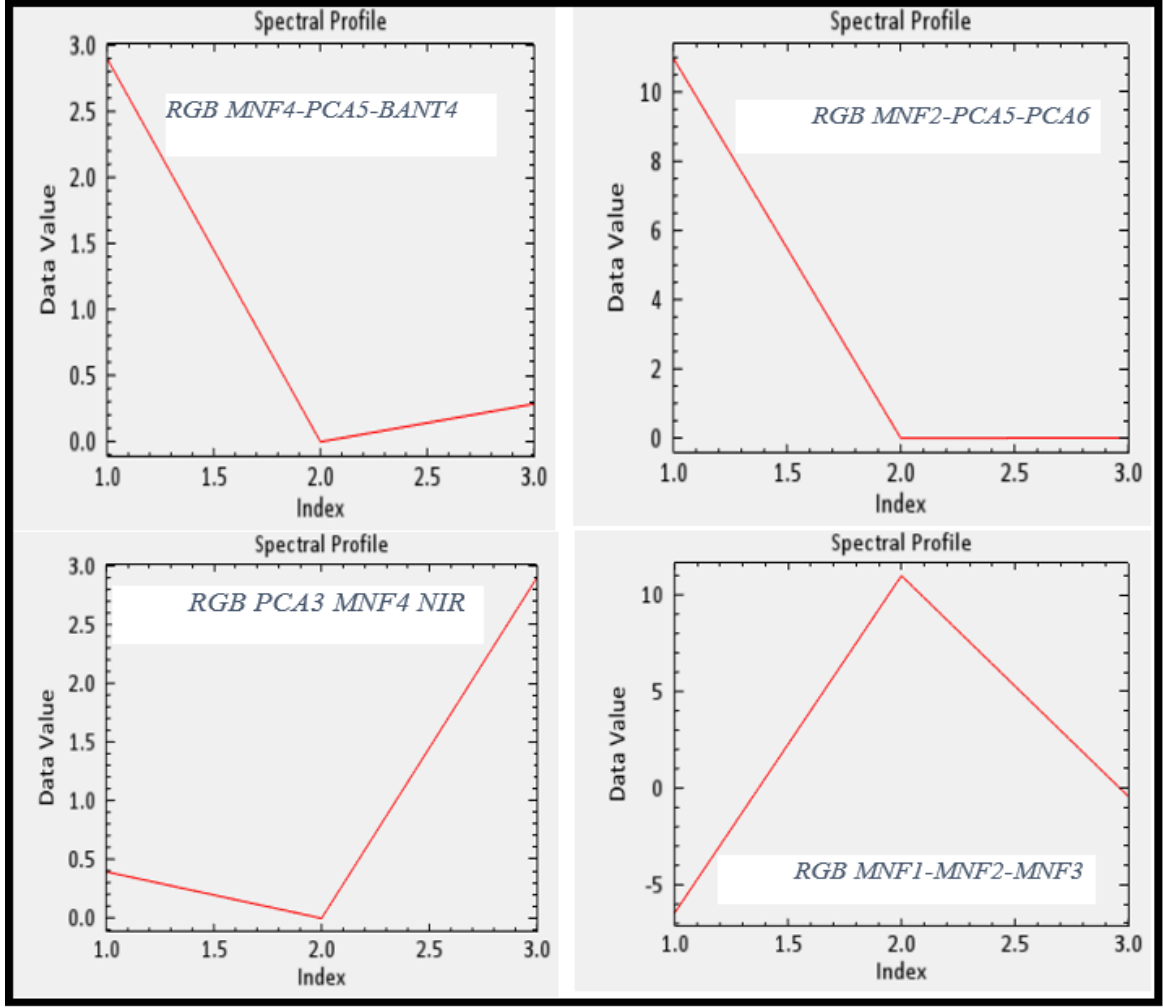
Şekil 5.26. Google Earth Pro yardımıyla Landsat 8 OLI uydusu PCA 3 – MNF 4 – NIR görüntüsünde k2-10-ya MTA jeolojik haritası birim sembollü Üst Kretase yaşlı volkanik çökel kaya biriminin ayırt edilme aşamasını gösteren görüntü



Şekil 5.27. Hazar gölü lokasyonunda bulunan Geç Kretase yaşlı volkanosedimanter birimlerin 3 boyutlu yüksekliği abartılmış harita görüntüsü

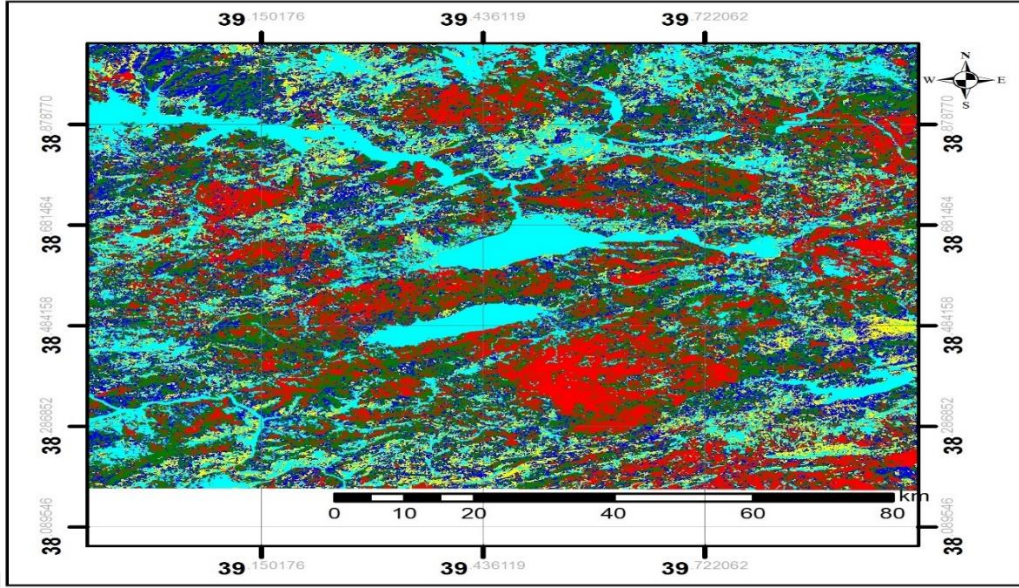
5.13. Çalışma Alanındaki Volkanosedimanter Birimlerin Sınıflandırılması

Uzaktan algılama ile nesneye yollanan Elektro Manyetik Radyasyon sonucu nesnede bir takım emilasyon ve soğurma olayları gerçekleştirir. Bu olay zincirinde etkileşim halinde bulunan nesnenin kökensel bileşimine göre farklı soğurma ve emilasyon özellikleri ortaya çıkar. Uzaktan algılama sistemleriyle sınıflandırma işlemleri Şekil 5.28’de görüleceği üzere benzer spektral özellikler sergileyen cisimlerin yorumlanarak gruplanması ilkesine dayanmaktadır.



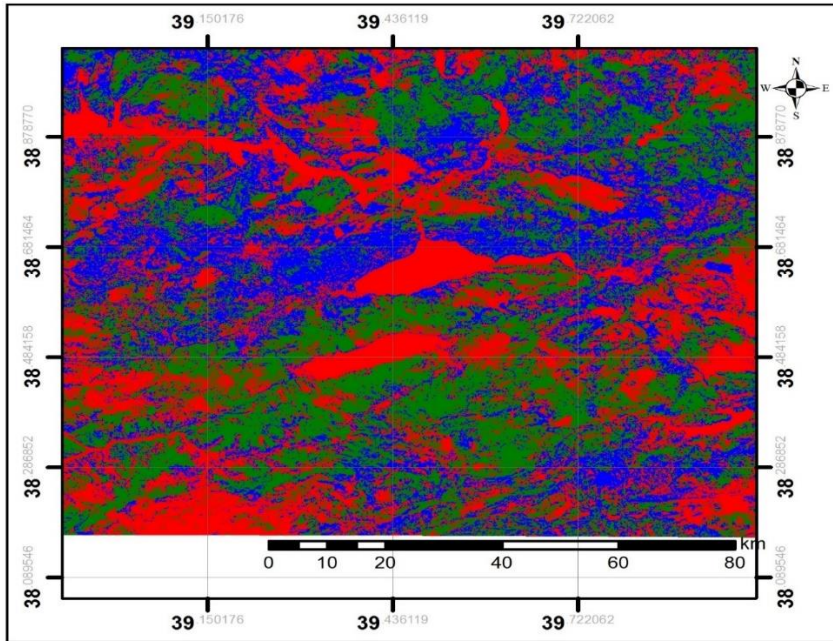
Şekil 5.28. Volkanik birimleri ayırt etmede kullanılan RGB bant kombinasyonlarına ait spektral profil grafiği

Kontrollü sınıflandırma işlemi; nesnelere yansıyan benzer spektral davranış gösteren, aynı pikseller de DN' (digital number) leri birbirine yakın birimlere, sayısal etiket atanarak aynı grupta kümelenmesi mantığına dayanmaktadır. RGB kombinasyonu PCA3 MNF4 NIR sıralamasından oluşan uydu görüntüsü üzerinde yapılan kontrollü sınıflandırmada benzer veri grupları 5 ayrı kümede toplanmış ve Şekil 5.29' da görüleceği üzere volkanik birimlerin kırmızı pikseller de kümelenmiş gözlemlenmiştir.



Şekil 5.29. 5 sınıflı yönlendirilmiş kontrollü sınıflandırma sonucu elde edilen görüntü (kırmızı renk pikseller volkanosedimanter birimlerdir)

Kontrolsüz sınıflandırmada, spektral aralıkta benzer konumdaki birimlerin, aynı veri kümesinde herhangi bir yönlendirme olmadan gruplanması ve bu veri kümelerinin her birinin ayrı bir sınıfı oluşturması ilkesi vardır. Çalışma alanı büyük bir alanı temsil ettiği için yapılan kontrolsüz sınıflandırma işleminde çoğul durumda kümelenmeler oluşacağı için Şekil 5.30' da görüleceği üzere anlamsız bir görüntü elde edilmiştir. Kontrolsüz sınıflandırma küçük ölçekteki çalışma alanlarında daha başarılı sonuçlar verir.



Şekil 5.30. Kontrolsüz (yönlendirilmemiş) sınıflandırma sonucu ortaya çıkan anlamsız görüntü

6. SONUÇLAR

Uzaktan algılama sistemleriyle Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılarak volkanosedimanter birimlerin ayırt edilmesine dair genel bir yöntem literatürde bulunmamaktadır. Bu bağlamda kullanılan yöntemler elde edilen sonuçlar itibarıyla özgün bir mahiyettedir.

Uzaktan algılama sistemleriyle elde edilen verilerin her zaman saha tespitleri veya mevcut literatür bilgileriyle desteklenmesi ve kıyaslanması gerekmektedir. Elde edilen verinin niteliği bu değerlendirmeler sayesinde anlam kazanacaktır. Bu bağlamda yapılan çalışma iki aşamalı olup ilki uydu görüntülerinin indirilerek Envi 5.2 programı kullanılarak işlenip yeni veri elde edilmesidir. İkinci aşama ise elde edilen verilerin, varsa saha çalışması ya da daha önce yapılmış saha çalışmalarından elde edilen jeoloji haritaların sayısallaştırılarak veri altlığı olarak kullanılmasıdır.

İncelenmesi yapılan alanda, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulmuş 1/100000 ölçekli Elazığ K42, K43, L42, L43 ile Malatya K41, L40, L41 pafta numaralı raster haritalar bulunmaktadır. Bu haritalar ArcGis 10.2.2 programı kullanılarak sayısallaştırılmış, elde edilen görüntüler bu veri doğrultusunda kıyaslanmıştır.

Yapılan çalışmayla sayısal jeoloji haritasındaki volkanosedimanter kayaçların bulunduğu konuma denk gelen jeolojik birimlerin farklı litolojilerden ayrımının en belirgin olduğu bant kompozitleri üretilene kadar hibrit görüntü kombinasyonları denenmiştir. Elde edilen yeni görüntüler yorumlandığında, volkanosedimanter kayaçlar diğer volkanik kökenli kayaç grubuyla aynı renk piksellerde toplanmış ve bu bağlamda diğer volkanik birimlerden ayırt edilememesine rağmen, kökensel olarak bağlı bulunduğu volkanik kayaç türüyle aynı davranışı sergileyip diğer litolojilerden spektral davranışlarıyla ve farklı piksel rengi özellikleriyle ayrılmıştır. Landsat 8 OLI uydu görüntüleriyle volkanik ve volkanosedimanter birimlerin litolojik ayrımı yapılması istenilirse Tablo 6.1'deki bant kombinasyonları kullanılabilir. Bu bant kombinasyonları ilk defa uygulanmış olup elde edilen görüntülerin, M.T.A jeolojik haritaları ile kıyaslandığında anlamlı bir nitelikte olduğu anlaşılmıştır.

Tablo 6.1. Landsat 8 OLI uydusu, volkanosedimanter kayaçların litolojik ayrımının yapıldığı bantlar

ÖZELLİĞİ	KIRMIZI (R)	YEŞİL (G)	MAVİ (B)	REFERANS	RENK DAĞILIMI
Volkanik kayaç ve Litolojik sınır belirme	MNF1	MNF2	MNF3	Boardman ve Kruse (1994).	Volkanosedimanter birimler, mor piksellerdir
Volkanik kayaç ve Litolojik sınır belirme	MNF2	PCA5	PCA6		Volkanosedimanter birimler, yeşil ve turkuaz renk piksellerdir.
Volkanik kayaç ve Litolojik sınır belirme	MNF4	PCA5	4	-	Volkanosedimanter birimler, yeşil ve turkuaz renk piksellerdir.
Volkanik kayaç ve Litolojik sınır belirme	PCA5	MNF4	NIR	-	Volkanosedimanter birimler, yeşil renk piksellerdir.

KAYNAKLAR

- Akgün, E. (2020). Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Doğanyol (Malatya) ile Çelikhan (Adıyaman) arasındaki gerilme durumunun incelenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 135s.
- Aksoy, H.T. (2001). Çok zamanlı uydu görüntü verileriyle kentsel gelişim analizi: Bursa Osmangazi Belediyesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 81 s.
- Alkevlı, T., Kürçer, A., Gökten, Y. E., Alkan., G. (2010). Aster Level 3a Uydu Verileri Yardımıyla Tuzgölü Fay Zonu'nun Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi
- Arda, E. (2006). Baskil (Elazığ) Granitoid Kayaçlarına Bağlı Cevherleşmeler Çevresinde Oluşan Alterasyonların Landsat 7 Tm-Etm+ Ve Aster Uydu Görüntüleri Kullanarak İncelenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 234 s
- Aydal, D., Altaş, M., Polat, O. (2003). Kızıldağ Ofiyolitlerinde Jeolojik Haritalama ve Maden Araştırmaları için Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Uzaktan Algılama Tekniklerinin Birlikte Kullanılması. Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 10.Yıl Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı, Mersin, 112.
- Aydal, D., Çolak, C. (1994). Bilecik Yerleşim Yeri ve Civarının Yeraltı Suyu Olanaklarının Uzaktan Algılama Yöntemi ile Saptanabilmesi", G. Günay, M. Önder (ed.), II. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, Bursa, 16-23.
- Boardman., J. W., Kruse, F. A.. (1994). Automated Spectral Analysis: A Geological Example Using AVIRIS Data, North Grapevine Mountains, Nevada. In: ERIM, Ed., Proc. 10th Thematic Conference on Geological Remote Sensing, San Antonio, 9-12 May 1994, 407-418.
- Dhont, D., Chorowicz J., Yürür T., Froger J.-L., Köse O., Gündoğdu N. (1998). Emplacement of volcanic vents and geodynamics of Central Anatolia, Turkey. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85, 33-54.
- Dnuy, S. A. (1993). Image Interpretation in Geology, 2nd. ed. Published-by Chapman & Hall,, 283.
- Düzgün Ş. (2010). Uzaktan algılamaya giriş. Ders Notları. Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Kalelioğlu Ö. (2013). Aster ve Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Erdemli (Mersin) Kuzeyinin litolojik ve tektonik özelliklerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 174 s.
- Kargı, H., 2004. Landsat TM uydu görüntülerinde bazı litoloji ayırma yöntemlerinin karşılaştırılması", Yerbilimleri/Geosound ,44-45: 99-109.
- Kavak, K.Ş., Özden, S., İnal, S. ve Över, S., 2008. Yeniçağa (Bolu) yöresinde Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) ERS-2 SAR ve Landsat TM Görüntüleriyle İncelenmesi. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu Turqua V Bildiriler Kitabı, İstanbul, 164-170.
- Kavak, Ş.K., T.H., Y.M., (2012) İç Torid Kenedinin Tecer Dağları (Sivas) Güneyindeki Kesiminin Sayısal Jeolojik Haritalanması ve ASTER görüntüleriyle Analizi, Türkiye Jeoloji Bülteni,55.cilt,sayı 2
- Köküm, M. (2019). Landsat TM görüntüleri üzerinden Doğu Anadolu fay sistemi'nin Palu (Elazığ)-Pütürge (Malatya) arasındaki bölümünün çizgisellik analizi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1), 119-127.
- M.T.A (2011). 1/100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- Önder, M. (1993). Uzaktan. Algılama ders Notları, Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ders Notları 23, 195.
- Özyavaş, A.,(2020). Susuzdağ ve Tekkedağ(Kapadokya-Türkiye) Çevresindeki Volkanik Kayaçların

- ASTER görüntüsü kullanılarak haritalanması, Türkiye Jeoloji Bülteni, 63. sayı, 225-240 s.
- Turgay, S.O. (2020) Hatay bölgesi hidrokarbon potansiyelinin hidrojeokimyasal metodlarla belirlenmesi, İskenderun Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 186 s.
- UHUZAM, 2008. Erişim: <http://www.cscrs.itu.edu.tr/page.tr.phpid=10>,
- URI-1, 2019. <http://www.crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/optical.htm>
- URL-2, 2019. http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/chapter5/01_e.php
- URL-3, 2008. http://www.mta.gov.tr/RSC_WEB/tr.html
- URL-4, 2012. <http://www.eps.ucsc.edu/~hyperwww/chevron/multispec.html>
- URL-5, 2008. https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanamenajmani_3fc8b.pdf
- URL-6, 2019. http://www.nasa.gov/mission_pages/landsat/main/mission_updates.html



ÖZGEÇMİŞ

Oğuzhan TEKBAŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Doğum Yeri : Elazığ
Doğum Yılı : 1990
Uyruğu : T.C.
Adres : Üniversite Mahallesi Kenar Sokak No:44/3 Merkez /ELAZIĞ
E-posta : oguzhantekbas1@gmail.com
Yabancı Diller : İngilizce (Düzey: Orta)

ARAŞTIRMACI BİLGİLERİ

Öğrenci Orcid ID : 0000-0002-1935-1826
Danışman Orcid ID : 0000-0002-4174-6058

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans : Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 2014
Lise : Balakgazi Lisesi, ELAZIĞ, 2006

ARAŞTIRMA DENEYİMİ

✓ AutoCAD , NetCAD , ArcGIS , GlobalMapper, ENVI

İŞ DENEYİMİ

2014 - 2020 : Karayolları Genel Müdürlüğü Elazığ – Malatya İl sınırları arası Kömürhan Köprüsü ve Tüneli yapım işinde Yüksel Proje Uluslararası A.Ş. bünyesinde danışmanlık ve kontrollük hizmet alım işi dahilinde Tünel Kontrol Mühendisi ve Kalite Kontrol Mühendisi ünvanlarıyla çalışmalar yürüttüm.

2013 - 2014 : Ulaştırma Bakanlığı Alt Yapı Yatırımları Daire Başkanlığı Keçiören - Tandoğan metrosu yapım işinde Limak İnşaat A.Ş. bünyesinde Tünel Şefi ünvanıyla çalışmalar yürüttüm.

2012 - 2013: Karayolları 8. Bölge Müdürlüğü Malatya - Adıyaman il sınırları arasında Erkenek Tüneli yapım işinde Adabağ Yapısan A.Ş. bünyesinde Vardiya Amiri pozisyonunda çalıştım.