

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MERMERCİLİKTE YERBİLİŞİM UYGULAMALARI:
İNLİ (AFYONKARAHİSAR) ÖRNEĞİ**

Tuğçe ŞENER

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Kubilay UYSAL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2021**



© 2021 [Tuğçe ŞENER]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışma Alanı Tanımı.....	2
1.2. Çalışmanın Amacı ve Yöntem.....	4
1.3. Önceki Çalışmalar	5
2. MATERYAL VE YÖNTEM	11
2.1. Literatür Araştırma.....	11
2.2. Veri oluşturma	12
2.2.1. Uzaktan Algılama	12
2.2.1.1. Landsat uydu görüntüleri ve özellikleri.....	15
2.2.1.2. Aster uydu görüntüleri ve özellikleri.....	17
2.2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri	19
2.2.3. Bilgisayar destekli tasarım ve modelleme	20
2.3. Veri analizi.....	21
2.3.1. Görüntü analizi	21
2.3.2. Çizgisellik analizi.....	23
2.3.3. Karot Analizi	23
2.4. Saha Kontrolü, Yorumlama ve Tez Yazımı	25
3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	26
3.1. Stratigrafi	26
3.1.1. Ocak alanlarında yer alan kayaçların jeolojik özellikleri.....	28
3.2. Yapısal Jeoloji	34
3.2.1. Ocak alanlarının yapısal özellikleri.....	36
3.2.1.1. Bej Kireçtaşlarındaki (MO) ocağın yapısal durumu	37
3.2.1.2. Gri kireçtaşlarındaki (PO) ocağın yapısal durumu	39
3.3. Yerbilişim uygulamaları ile elde edilen bulgular.....	45
3.3.1. Uzaktan algılama bulguları	45
3.3.1.1. Uydu görüntülerinin eğitimsiz sınıflandırılması.....	45
3.3.1.2. Uydu görüntülerinin eğitilmiş sınıflandırılması.....	49
3.3.1.3. Zamansal değişim	52
3.3.2. Görüntü analizi bulguları.....	54
3.3.2.1. Bant kombinasyonları ve sayısal renk değerlendirmesi	54
3.3.2.2. Dekorelasyon germesi	57
3.3.2.3. Bant oranlaması	58
3.3.3. CBS Bulguları	60
3.3.4. BDTM ile elde edilen bulgular	64
3.3.5. Çizgisellik Analizi.....	67
3.3.6. Karot Analizi	71
4. SONUÇLAR.....	78
KAYNAKLAR	81

EKLER.....	87
EK-1. Sondaj Loglari.....	88
ÖZ GEÇMİŞ.....	100



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MERMERCİLİKTE YERBİLİŞİM UYGULAMALARI: İNLİ (AFYONKARAHİSAR) ÖRNEĞİ

Tuğçe ŞENER

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kubilay Uysal

Bu çalışmada İnli Mahallesi (Afyonkarahisar) batısında yer alan, DEMMER A.Ş.'ne ait mermer sahaları yerbilişim yöntemleri ile incelenmiştir. Tez ile mermer ocağının işletilmesinde karşılaşılabilecek problemleri öngörmek ve çözüme ulaştırmada yerbilişim yöntemlerinin etkisinin ortaya konması amaçlanmıştır.

Yerbilişim yöntemlerinden; uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemleri, bilgisayar destekli tasarım ve modelleme, görüntü analizi, çizgisellik analizi ve bilgisayar destekli karot analizi işletme öncesinde ve işletme devam ederken olası problemleri öngörülmesini sağlamış ve ortaya çıkan bazı problemlerin çözümünde yardımcı olmuştur.

Gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda muhtemel kademelendirme yeri ve yönü belirlenmiştir. Ayrıca bölgede etkili olan tektonizmanın ocak işletme aşamasında çok olumsuz etkilerinin olabileceği tespit edilmiştir. Elde edilen veriler tablolar, haritalar ve fotoğraflarla sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yerbilişim, mermer, dijital jeoloji, uzaktan algılama, CBS, Afyonkarahisar

2021, 100 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

GEOINFORMATICS APPLICATIONS IN MARBLE BUSINESS: İNLİ (AFYONKARAHİSAR) EXAMPLE

Tuğçe ŞENER

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Kubilay UYSAL

In this study, the marble fields belonging to DEMMER A.Ş., located in the west of İnlı Mahallesi (Afyonkarahisar), have been investigated by geoinformation methods. With the thesis, it is aimed to predict the problems that may be encountered in the operation of the marble quarry and to reveal the effect of geoinformatics methods in reaching a solution.

Of the geoinformatics methods; Remote sensing, geographic information systems, computer aided design and modeling, image analysis, linearity analysis and computer-aided core analysis enabled the prediction of possible problems before and during the operation and helped to solve some problems that emerged.

As a result of the studies carried out, the possible place and direction of operation has been determined. In addition, it has been determined that the tectonism that is effective in the region may have very negative effects during the quarry operation phase. The data obtained are presented in tables, maps and photographs.

Keywords: Geoinformatics, marble, digital geology, remote sensing, GIS, Afyonkarahisar

2021, 100 pages

TEŞEKKÜR

Bu alıŐmayı yÖneten, araştırma ve yazım aşamasında yardımlarını ve bilgilerini esirgemeyen, değerli tez danıŐmanım, Dr. Öğr. Üyesi Kubilay UYSAL' a teŐekkürü borç bilirim. Çalışma sahasındaki kıymetli verileri tez kapsamında kullanıma aan Sn. Őuayip DEMİREL ve Adnan DEMİREL başta olmak üzere DEMMER A.Ő. alıŐanlarına en içten teŐekkürlerimi sunarım.

Özellikle Öğrencilik yıllarım olmak üzere bütÖn hayatım boyunca ellerini üzerimden çekmeyen annem Berrin ŞENER'e, maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen babam Cengiz ŞENER'e, tüm zorlukların üstesinden gelebilmeyi Öğreten kardeŐim Gökçe ŞENER'e ve tüm bu süreçlerde yanımda olan değerli Kamer KENGER'e teŐekkürlerimi sunuyorum.

Tuğçe ŞENER
ISPARTA, 2021

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Yer bulduru haritası	3
Şekil 1.2. İnceleme alanında bulunan DEMMER A.Ş.'ne ait ruhsat alanları (üstte) ve incelemeye konu ruhsatlar (altta).....	4
Şekil 2.2. Çalışma alanına ait uydu görüntülerinin temin edildiği web sitesi	12
Şekil 2.3. Landsat uydu görüntülerinin spektral (tayf) özelliklerinin karşılaştırması.....	16
Şekil 2.4. Aster ve Landsat bantlarının elektromanyetik spektrumunda yerleşimi ve karşılaştırılması.....	19
Şekil 2.5. Çalışmada oluşturulan CBS (Global Mapper)	20
Şekil 2.6. Sketchup yazılımı ile Mevcut ocak yerlerinin (MO) Modellenmesi	21
Şekil 2.7. İmagej yazılımında görüntü analizi için dekorelasyon germesi (DS) uygulaması	22
Şekil 2.8. ASTER uydu görüntüsünden Geomatica yazılımı ile çizgiselliklerin belirlenmesi.....	23
Şekil 2.9. Ayrıntıda incelenen karotların Rockworks yazılımı ile analizi.	24
Şekil 2.10. Saha çalışmaları.....	25
Şekil 3.1. Afyon ve Yakın çevresinin Jeoloji Haritası.....	27
Şekil 3.2. Stratigrafik kesit (ölçeksiz)	28
Şekil 3.3. Sahada yer alan birimlerin dokanak ilişkisi.....	29
Şekil 3.4. Sahanın fotojeoloji haritası: UCLs(Mor): Üst Kambriyen Kireçtaşı, UPSc(Pembe): Üst Paleozoyik Şist, TcI(Sarı): Tersiyer kırıntılar, Qal(gri-mavi): Kuvaterner Alüvyon	29
Şekil 3.5. Üst Paleozoyik şistler. a)Şist: Kuvars+Kalsiyum+Feldispat+Mika, b)Klorit şist: Kuvars+Kil (Al)+Klorit, c)Meta silt.....	31
Şekil 3.6. Kambriyen Kireçtaşları 1)mikritik bej 2)sparitik açık gri 3)metakireçtaşı gri	32
Şekil 3.7. Bej kireçtaşlarının mostra görünümü ve renklenmelerin olduğu pekleşmiş breşik kısımlar	33
Şekil 3.8. Gri renkli kireçtaşlarının mostra görünümleri a)tabakalı yapı, b)üst seviyelerde ezik eklemler, c)masif yapılar ve açılma kırıkları, d)litolojide hakim gri renk, e)demir girdileri, f)renklenmeler.....	34
Şekil 3.9. İnceleme alanı yakın çevresindeki olası tektonik etkiler (oklar), mevcut faylar (siyah) ve aktif faylar(kırmızı-mor) ile yüzey yarıkları (sarı).....	35
Şekil 3.10. Sahada gözlenen faylar(koyu) eklemler ve KB-GD yönlü şematik en kesit. Eklemler; Pembe: Bej Kireçtaşı, Kırmızı: Gri Kireçtaşı.....	37
Şekil 3.11. Bej Kireçtaşındaki a)uydu (2015) görüntüsü b-f) ocak ayna görüntüleri b) 1.kademe c-f) batı doğu yönünde 2.kademe.....	38
Şekil 3.12. Tabaka konumları ve eklemlerin ilişkisi.....	39
Şekil 3.13. İnceleme alanında yayılım gösteren gri kireçtaşlarında gözlenen açılma kırıklarının uydu ve saha görünümleri	40
Şekil 3.14. Gri kireçtaşında açılan aynada gözlenen kırık - çatlaklar ve sahadaki kırık sistemi ile ilişkisi	41
Şekil 3.15. Gri kireçtaşlarında kademelerde yaygın görülen 3 farklı konumdaki kırık sistemi.....	42

Şekil 3.16. Kırıkların etkisi ile yoğun eklemleme gösteren taze kayalık yüzeyi...	43
Şekil 3.17. Küçük ölçekteki düşey faylanma etkisi ile oluşmuş breş zonları ve mağara oluşumları.....	43
Şekil 3.18. Plaka üretiminde deformasyon etkisi ile oluşan eklemleme ve demirli suların pekleşmeye engel olması ile ortaya çıkan etki	44
Şekil 3.19. İnceleme alanına ait Landsat 7 (741 kombinasyonu) görüntüsü	46
Şekil 3.20. Sınıflama sonucu ve eğitimsiz sınıfların tanımlanması.....	47
Şekil 3.21. Landsat-7 uydu görüntüsünün jeolojik harita ile birlikte gösterimi.....	48
Şekil 3.22. Google Earth görüntüsüne uygulanmış sınıflama sonucu	48
Şekil 3.23. Eğitilmiş sınıflamada test alanlarının tanımlanması (Landsat).....	49
Şekil 3.24. Landsat görüntüsü Eğitilmiş sınıflama sonucu	50
Şekil 3.25. Eğitilmiş sınıflamada test alanlarının tanımlanması (Google).....	51
Şekil 3.26. Google Earth görüntüsü Eğitilmiş sınıflama sonucu	51
Şekil 3.25. Arazinin 2009 yılına ait uydu görüntüsü(inceleme konusu mermer ocakları henüz açılmamışken).....	53
Şekil 3.26. Arazinin 2020 yılı görüntüsü (inceleme konusu ocaklar faaliyettedirken)	53
Şekil 3.27. ASTER SWIR 321 kombinasyonu ve kireçtaşlarının sayısal renk değer profili ve görüntünün histogramı.....	55
Şekil 3.28. ASTER SWIR 543 kombinasyonu ve kireçtaşlarının sayısal renk değer profili	56
Şekil 3.29. ASTER SWIR 321 Dekorelasyon (RGB) gerilmesi uygulanmış görüntü.....	57
Şekil 3.30. ASTER SWIR 543 Dekorelasyon (RGB) gerilmesi uygulanmış görüntü. Parlak mavi kireçtaşı mostraları.....	58
Şekil 3.31. Aster ile yapılmış bant oranlama görüntüleri	59
Şekil 3.32. Aster Bant oranları indeksi (Kalinowski ve Oliver, 2004).....	60
Şekil 3.33. İnceleme alanının 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritadan üretilmiş sayısal yükseklik haritası ve ocak doğrultusuna dik en kesit	61
Şekil 3.34. Çalışma alanının bakı (yamaç eğim yönü) haritası.....	61
Şekil 3.35. Çalışma alanının yamaç eğim miktarı haritası	62
Şekil 3.36. İnceleme alanına ait drenaj ağı.....	63
Şekil 3.37. İnceleme alanına ait sırt ağı.....	63
Şekil 3.38. MO ait sketchup ile üretilmiş 3 boyutlu ocak modeli ve SYM ile uydu görüntüsü üzerine bindirmesi	64
Şekil 3.39. PO ait iha görüntüsünden oluşturulan hillshade verisi ve ortofoto... 65	
Şekil 3.40. Sketchup ve drone ile üretilen ortoyükseklik modelinin CBS de birleştirilmesi	66
Şekil 3.41. Üretilen ortoyükseklik modelin 3 boyutlu görünümü	66
Şekil 3.42. Ortoyükseklik modeli üzerine giydirilmiş ortofotoğraflar.	67
Şekil 3.43. Çalışma alanına ait görsel yorumla üretilmiş çizgisellik haritası.....	68
Şekil 3.44. Çalışma alanına ait yazılımla üretilmiş çizgisellik haritası.....	69
Şekil 3.45. ASTER Görüntüsünden elde edilen "finde edge" filtresi ile elde edilen ana çizgiselliklerin ölçümleri	69
Şekil 3.46. Kireçtaşlarında belirlenen çizgiselliklere ait gül diyagramları.....	70
Şekil 3.47. PO açılmadan önce yapılan karot yerleri.....	71
Şekil 3.48. Karotların yapıldığı uzayın modeli a)Kuzey b)Kuzey-Batıya bakış ...	73
Şekil 3.49. Sondaj model kesit a) Kuzey-Batıya bakış b)Güney-Doğuya bakış... 74	

Şekil 3.50. a)Kuzey b)Güney yönünden sondaj model kesitine bakış.....	75
Şekil 3.51. a)Batı b)Doğu yönünden sondaj model kesitine bakış.	76
Şekil 3.52. 1-6. kuyular arası kesit görünümü Kırmızı ve açık mavi sorunlu bölgelere işaret etmektedir.....	77
Şekil 3.53. 1-6. kuyular arası stratigrafi görünümü Sarı ve mavi sorun olabilecek bölgeleri gösterir.	77
Şekil 3.54. Kesişen diyagramların 3B model ile yerinde görünüşleri	77
Şekil 4.1. Ocak alanı örnek rezerv hesabı.....	79



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Landsat 8 uydu görüntüsü bantlarının özellikleri ve önemli kullanım alanları.....	17
Çizelge 2.2. Landsat 8 ile yaygın kullanılan KYM (RGB) kombinasyonlarının uygulama alanları.....	17
Çizelge 2.3. Aster uydu görüntüsünün karakteristik özellikleri.....	18
Çizelge 3.1. Landsat ISODATA kümeleme (clustering) (10 sınıf) istatistikleri....	47
Çizelge 3.2. Google Earth görüntüsü (10 sınıf ISODATA) renk değerlendirme istatistikleri	48
Çizelge 3.3. Landsat görüntüsü eğitilmiş sınıflama sonucunda elde edilen sayısal verilere ait istatistikler.....	50
Çizelge 3.4. Google görüntüsü eğitilmiş sınıflama sonucunda elde edilen Eğitim alan performansı.....	52

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

3B	Üç boyutlu
DS	Dekorelasyon gemesi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
Ha	Hektar
MO	Mevcut ocak
MTA	Maden Tetkik ve Arama
NASA	Amerika Birleşik Devleti Uzay Programı
PO	Potansiyel ocak
RGB	Red-Green-Blue (Kırmızı Yeşil Mavi)
SYM	Sayısal yükseklik modeli
UA	Uzaktan algılama
USGS	Amerikan Jeoloji Merkezi



1. GİRİŞ

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

Yerbilişim kapsamında olan coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama (UA), sayısal arazi modellemeleri, görüntü analizi gibi bilgi işlem teknikleri jeolojide uzun yıllardır kullanılmaktadır. Özellikle maden aramaları ve jeolojik haritalama çalışmalarında uzaktan algılama yöntemleri sıkça kullanılmaktadır. Zaman ve ekonomik yönden önemli kazanımlar sağlayan bu uygulamalar mermercilik sektöründe de dolaylı ya da doğrudan kullanım alanları bulabilmektedir.

Ancak akademik çalışmalar ve sektördeki uygulamalar dikkate alındığında mermercilikte sistemli bir yerbilişim metodu uygulanmadığı görülmektedir.

Bu kapsamda örnek olarak seçilen Afyonkarahisar ili Çay ilçesi İnlı Köy'ü batısında bulunan mermer ocaklarında yerbilişim yöntemleri uygulanarak, jeolojik problemlerin tespit edilmesi ve ocak işletmeciliğinin verimliliğini arttıracak öneriler sunulması amaçlanmıştır.

Tez ile "*Mermer ocak verimliliğini arttıracak yerbilişim yöntemleri nelerdir? Nasıl uygulanabilir?*" sorularına cevap aranmıştır.

Tez çalışması 4 bölümden oluşur. Birinci bölümde tez sahasının tanıtımı, tezin amacı ve önceki çalışmalara değinilmiştir. İkinci bölümde çalışmada kullanılan malzeme ve yöntemler ile bunlar ile ilgili kavramlar sunulmuştur. Üçüncü bölümde çalışma alanının jeolojisi ve yerbilişim uygulamaları ile elde edilen bulgular verilmiştir. Dördüncü bölümde çalışmayla elde edilen bulguların değerlendirmesi yapılmıştır.

Yerbilişim (Geoinformation-Geomatics),coğrafya, haritacılık, yer bilimleri ile ilgili bilim ve mühendislik dallarının sorunlarını çözmek için bilgi bilim altyapısını geliştiren ve kullanan bilim ve teknolojidir. Yerbilişim (Geoinformatik) coğrafi bilgilerin edinimi, depolanması, işlenmesi, üretimi,

sunumu ve yayılması ile ilgili sanat, bilim veya teknoloji olarak tanımlanmıştır (Ehlers, 2008))

Mermercilik ülke ekonomisinde oldukça önemli rol oynayan bir sektördür. Dolayısı ile bu sektörde verimliliği arttıracak her türlü yenilik ve uygulama önem taşır. Bilgi işlem tekniklerinin uygulanması ile mermer ocaklarındaki verimlilik artırılabilir. Bununla beraber Jeoloji bilimi ile ilgili tanımlamaların en az düzeyde hata ile yapılması mermer ocakçılığı için çok önemlidir. Mermercilikte jeolojik tanımlamalardan kayacın litolojik ve yapısal özellikleri bu tanımlamaların en başında gelmektedir. Bu özelliklerin belirlenmesinde bilgi işlem yöntemlerinin kullanılması hata payını düşürecektir. Yerbilişim yöntemleri kullanılarak yapılacak olan jeolojik tanımlamalar sürdürülebilir bir ocak planlaması için en uygun yöntem olduğu düşünülmektedir.

Mermer ocağı için yapılacak yatırımların büyüklüğü dikkate alındığında yapılacak en küçük bir hatanın bile çok maliyetli sonuçlar doğuracağı açıktır. Bu nedenle ocakçılık öncesinde mermer olarak işletilmesi düşünülen kayacın litolojik ve yapısal özelliklerinin yerbilişim yöntemleri ile belirlenmesi, ocak işletme sürecinde planlamaların yerbilişim yöntemleri ile yapılması ve verimliliğin artırılarak ekonomik kazanımların artırılması hedeflenmektedir.

1.1. Çalışma Alanı Tanımı

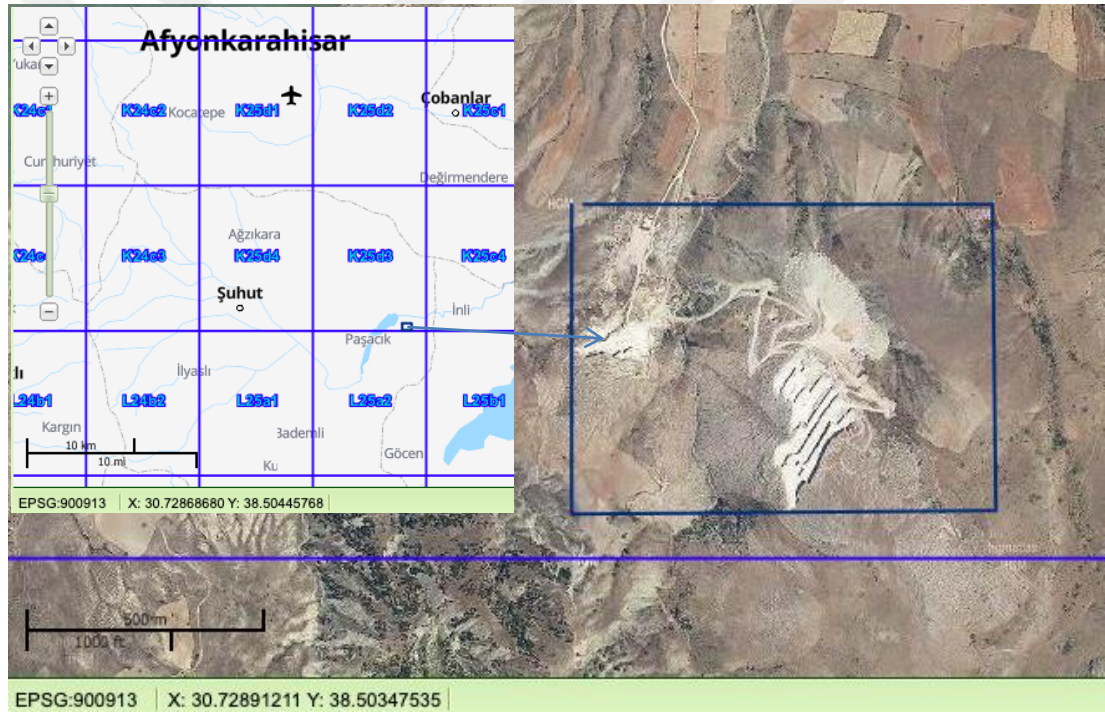
Çalışma alanı Afyon ili Çay ilçesi İnli Mahallesi batısında yer alır (Şekil 1.1). İnceleme alanında DEMMER A.Ş. adına dört adet II B grubu ruhsat yer almaktadır. Bunlar afyon K25D3 ve L25A2 topografik haritalarında yer alır (Şekil 1.1-2). İnceleme alanının dışında kuzey batıda Şuhut ve güney doğusunda Çay ilçeleri, inceleme alanının doğusunda İnli mahallesi, kuzeyinde İsalı mahallesi, Güneyinde Paşacık mahallesi yer alır.

Çalışma alanı orta engebeli bir yapıya sahiptir. Yükseklikler 1050-1350 metre aralığında değişmektedir. Bölgede önemli yükseltiler Çorak tepe (1204m) ve Kırtaş tepedir (1352m)

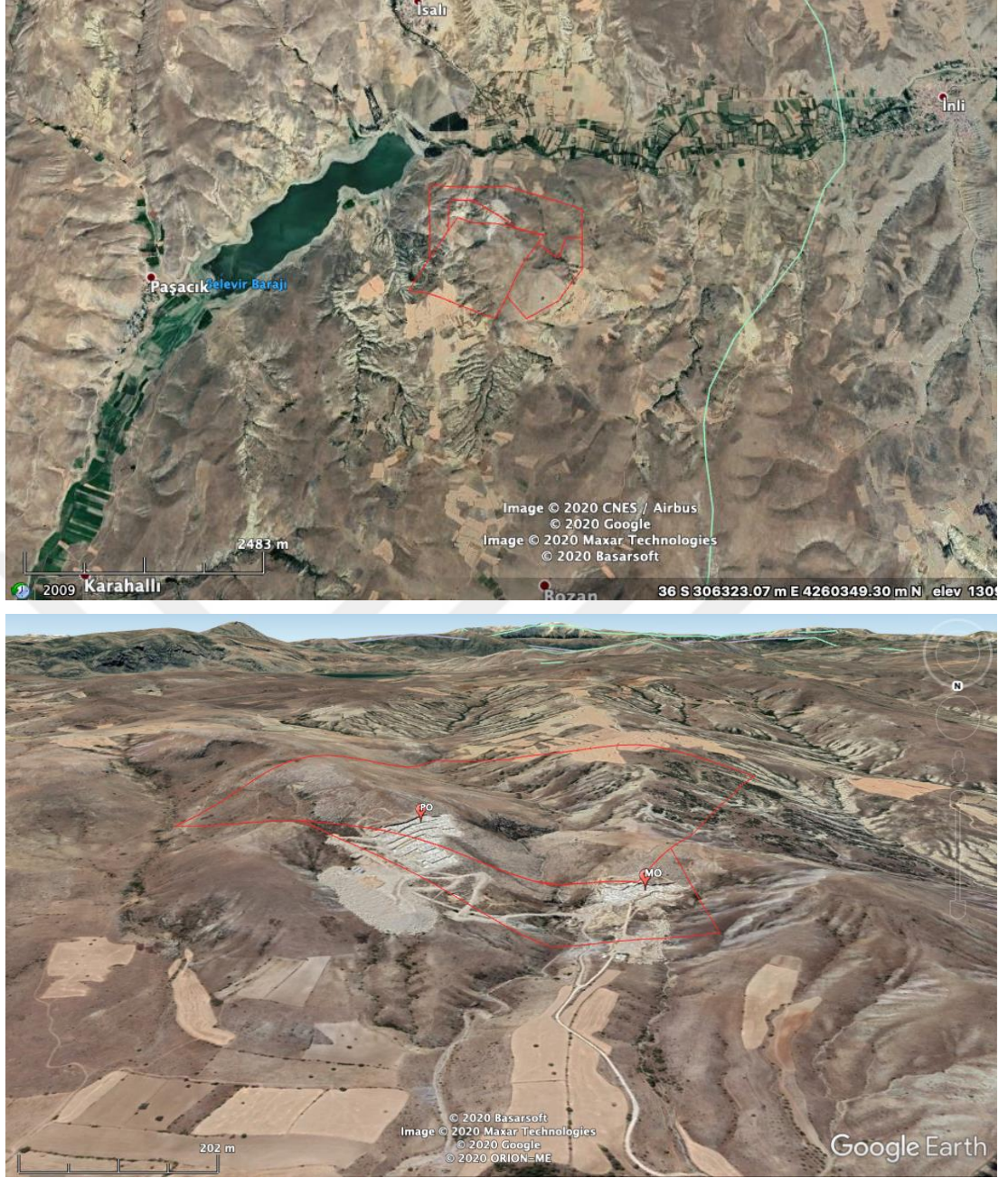
Çalışma alanının yakın civarında tarım ve hayvancılık ana geçim kaynağıdır. Bunun yanında yörede yer alan mermer ocakları da yöre ekonomisinde önemli bir rol oynar.

Bitki örtüsü seyrek maki alanları ve tarım alanları ile sınırlıdır. Bölgede karasal iklim koşulları etkilidir. Sahanın batısında Selevir Barajı ve kuzeyinde Kali Çayı bulunur.

İncelemeye konu alanda yer alan ruhsatlarda 2013 yılında işletilmeye başlanan ve durdurulan bej-açık gri tonlarında kireçtaşları bulunmaktadır (MO). Yine aynı ruhsatlarda gri renkli kireçtaşları içerisinde bu araştırmaya konu olan ikinci bir işletme girişimi 2017 yılında (PO) başlamıştır (Şekil 1.2).



Şekil 1.1. Yer bulduru haritası (yerbilimleri.mta.gov.tr)



Şekil 1.2. İnceleme alanında bulunan DEMMER A.Ş.'ne ait ruhsat alanları (üstte) ve incelemeye konu ruhsatlar (altta).(Google Earth)

1.2. Çalışmanın Amacı ve Yöntem

Yerbilişim yöntemleri teknolojik araç gereç ve bilgisayar yazılımları ile olası problemleri öngörmemizi sağlar ve ortaya çıkan mühendislik problemlerini çözmemizde yardımcı olur. Sektördeki uygulamalar dikkate alındığında mermercilikte sistemli bir yerbilişim metodu uygulanmadığı görülmektedir. Bu kapsamda örnek olarak seçilen mermer sahalarında yerbilişim yöntemleri uygulanarak, var olan ocak işletmeciliğinin en verimli hale gelmesini sağlamak

ve bölgedeki jeolojik unsurların işletmeye olan etkisini gözlemlemek amaçlanmıştır.

1.3. Önceki Çalışmalar

Afyon ve dolaylarının jeolojisi ve mermerler ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır. Ancak Afyon dolaylarında Yerbilişim çalışmaları yaygın değildir. Çalışma alanını kapsayan belirgin bir çalışma yoktur. Türkiye’de mermercilik alanında yerbilişimi uygulamaları içeren çalışmalar ise çoğunlukla uzaktan algılama çalışmalarından oluşmaktadır.

Öztürk ve Öztürk (1989), Şuhut ilçesinin güneyinde bulunan Karaadilli, Balçıkhisar ve Hoyran yörelerinin jeolojisini incelemiştir. Çalışma sonucunda, bu bölgelerdeki jeolojik yapının kaynağının tektonik oluşumlar sonucu olduğunu belirterek, bu oluşumları da; Çölovası allokton grubu, Balçıkhisar grubu, Hoyran grubu ve Şuhut grubu olmak üzere dört gruba ayırmışlardır.

Nalbantçılar, (1997), Çay (Afyon) güneybatısında Sultandağları Masifi'nin mesoskopik tektonik özellikleri ve jeoloji evrimi konusunda çalışmalar yapmıştır.

Tolluoğlu vd.,(1997), Afyon metasedimanter grubunun Mesozoyik öncesi metamorfik evrimini araştırmışlardır.

Kaya (1999), Uydu görüntüleri ve sayısal arazi modeli kullanarak Kuzey Anadolu fayı, Gelibolu – Işıklar dağı kesiminin jeomorfolojik – jeolojik özelliklerini belirlemiştir. Sayısal arazi modeli üzerinden yüzey yamaç ilişkileri ortaya konarak daha önce bu bölgede yapılan çalışmalara paralel olarak 5 aşımın yüzeyi tespit edilmiştir.

Altınççek (2001), Mermer ocağı açımında dikkat edilecek bölgesel ve yerel kriterler üzerine çalışmıştır.

Kibici vd.,(2001), İnceleme alanınıda kapsayan geniş bir bölgenin stratigrafisini de içeren bölgede faaliyet gösteren mermer ocaklarının jeolojik özellikleri ve kapasiteleri hakkında veriler toplanmış ve değerlendirilmiştir.

Kuşçu ve Yıldız,(2001), Afyon ili ve çevresinde çok geniş alanlarda yayılım sunan tüflerin yapıtışı olabilirliğini ve dokanak yaptığı kayaçlarla ilişkisini incelemişlerdir.

Kuşçu ve Bağcı,(2003), Afyon-İscehisar mermerlerinin özelliklerini ve rezerv durumunu araştırmışlardır.

Önenç vd.(2004), MTA Genel Müdürlüğü, Afyon Gölsel Kökenli Kireçtaşlarının (Trabej) Mermer Olabilme Özellikleri hakkında çalışmada bulunmuşlardır.

Kızıltaş (2005), İstanbul bölgesindeki taş ocaklarında gerçekleştirilen madencilik faaliyetleri sırasında yapılan tüm teknik ve büro işlerinin verilerinin sayısal bir ortama aktarılması (CBS) ile ocak faaliyetlerinin yürütülmesini kolaylaştırmayı amaçlamıştır.

Sarı (2005), Denizli ve civarının jeolojik özelliklerini uzaktan algılama yöntemi ile incelemiştir. Maden arama çalışmaları için Crosta yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemler dahilinde Landsat-5 görüntüsü üzerinde demir oksit mineralleri için anomali olarak görülen noktalarda arazi çalışması yapılmış ve demir cevherinin ve demir oksit boyanmalarının anomali olarak görülen alanlarda var olmasının arazideki tespiti ile yöntemlerin demir mineralleri için uygun yöntemler olduğunu saptamıştır.

Doğan vd. (2007), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile rezerv tespiti üzerine bir çalışma yapılmıştır. Çalışma alanlarındaki görünür kömür rezervini tespit etmek amacıyla jeolojik birimlerin giriş ve çıkış kot değerlerinden hareketle raster (hücrese) haritalar oluşturmuş ve gridleme yöntemi kullanarak kömür rezervini hesaplamışlardır.

Uysal vd. (2008), Google Earth yazılımının jeolojik çalışmalarda nasıl kullanılabilceğini ve avantajlarını özetlemiştir.

Kayadibi vd. (2008), Uzaktan algılama ve görüntü analizi tekniklerinin Astre uydu görüntüleri kullanılarak uygulandığı çalışmalarında Eldivan (Çankırı) ofiyolitlerin haritalanmasını gerçekleştirmişler ve farklı tekniklerin sonuçlarını ortaya koymuşlardır.

Özcan ve Akpınar (2009), Ankara ili Elmadağ ilçesinde yer alan Hasanoğlan ve yakın çevresindeki yerleşim yerlerinin, bölgedeki taş ocaklarının faaliyetlerinden en az şekilde etkilenmesi için negatif etkiye sahip faktörleri ve etkilediği alanları CBS kullanarak belirlemeyi amaçlamışlardır.

Yakan (2009), Tecer dağları (Sivas Havzası) güneyindeki bölgede sayısal jeolojik harita alımını ve bölgenin Aster uydu görüntüleri yardımıyla jeolojik incelemesini yapmıştır. Aster görüntüleri üzerinde spektral zenginleştirme yöntemleri uygulanmış, NetCAD programında araziye ait 3 boyutlu görünümler üretilmiştir.

Dereli vd. (2010), madencilik çalışmalarında CBS uygulamalarının nasıl kullanıldığından ve bu uygulamaların nasıl kolaylıklar sağladığından bahsetmişlerdir. CBS uygulamaları ile toplanacak olan verilerin belirlenmesi, toplanması, verilerin GPS, uzaktan algılama gibi tekniklerle değerlendirilmesi, sonuç ürünlerinin CBS yazılımına tanıtılması ve son olarak analizlerin yapılması üzerinde çalışılmıştır. Yaptıkları çalışma sonucunda elde ettikleri bulgular ve verilere ile CBS madencilik sektöründe madenle ilgili bilgi sistemlerinin oluşturulmasında, maden ocaklarının risk analizlerinin oluşturulmasında, maden yataklarının maden ile ilgili bilgilerin toplanmasında (maden rezervi, hacmi, çıkarılma maliyeti vb.), maden içi yol güzergahlarının belirlenmesinde, maden havzasının 3B görselleştirme ve tematik haritaların elde edilmesinde etkili rol oynadığını belirtmişlerdir.

Uysal vd., (2012), Afyonkarahisar İl merkezi ve yakın çevresinin Landsat uydu görüntüleri kullanılarak kentsel değişim analizini gerçekleştirmişlerdir.

Bahadır,(2013), Bu çalışmada Göller Yöresi'nde yer alan, Akşehir Gölü'nün uzun yıllık dönemde seviyesinde ve alanında meydana gelen değişimler uzaktan algılama teknikleri incelenmiştir. Akşehir Gölü'nün oluşumunda tektonik olaylar rol oynamış ve Akarçay Kapalı Havzası'nın en doğu ucuna yerleşmiştir. Göl yarı kurak iklimin etkileri altında bulunmaktadır. Gölün gideğeni olmadığı için suları içme suyu olarak kullanılamayacak kadar tuzludur. Gölün hidrolojik bütçesini beslenim olarak yağışlar, dereler, kar erimeleri ve yer altı suyu sağlarken, giderleri ise yeraltı suyu çekimleri, derelerin sulamada ve içme suyu olarak

değerlendirilmesi, buharlaşma ve sulamada yararlanma (güney kıyılarında) oluşturmaktadır.

Kayadibi (2013), Gümüşhane çevresinde baz ve değerli metal cevher oluşumlarının jeolojik, tektonik, hidrotermal alterasyon, jeokimyasal, minerolojik, sıvı kapanımı ve spektroskopik özelliklerini Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile en son ve yeni teknoloji, metot, yazılım ve araçlar ile birlikte bütünsel olarak incelemiştir.

Utku (2013), Madencilikteki bilgisayar kullanımı, harita bilgisi, üç boyutlu modelleme ve CBS kullanımını Netcad GIS ve Gemcom Surpac programları ile örnelemiştir. Bu tür uygulamaların yaygınlaşması ile madencilik projelerinin zaman ve maliyetten tasarruf edileceğini ve daha kesin sonuçlara ulaşılabileceğini vurgulamıştır.

Çakır,(2014), İscehisar ilçesinde mermer sanayisi ve planlama önerileri başlıklı bir tez çalışması gerçekleştirmiştir.

Hepdeniz, (2014), Bucak (Burdur) dolaylarında mermer üretim ve arama çalışmalarında, yol gösterici olarak elde edilen verilerin CBS yöntemleri ile yorumlanması konusunda bilgi vermiştir.

Uysal ve Caran (2014), Eğirdir'de bulunan mermer ocaklarının gelişiminin uzaktan algılama ile belirleme üzerine bir çalışma yapmışlardır. Eğirdir güneyinde yer alan ocak alanlarını inceledikleri çalışma, terk edilen ocakların rehabilitasyon aşaması için kullanılacak önemli bulgular sunmaktadır. Toplam kazı alanı, ocak alanındaki bitki örtüsünün durumu, kazı alanının morfolojisi, yerleşim yerleri ilişkisini değerlendirmişlerdir.

Yalçın vd.,(2014), Çalışmada hidrotermal alterasyon zonlarının belirlenmesi için ASTER uydu verileri kullanılarak, renk kombinasyonu, bant oranlama, Crosta tekniği, Spektral Açık Haritalama(SAH) teknikleri uygulanmıştır. Bu kapsamda, çalışma alanından hidrotermal alterasyon minerallerine ait örnekler toplanmıştır. Bu örnekler öncelikle mineroloji laboratuvarında XRD cihazı ile değerlendirilerek, örneklere ait mineraller tespit edilmiş, sonrasında spektrometre cihazı ile yansıtım değerleri elde edilmiştir.

Çelik ve Tur,(2015), Afyonkarahisar Organize Sanayi Bölgesi doğal taş atık depolama sahasındaki mermer atıklarının özelliklerinin incelenmesi üzerine çalışmalar yapmışlardır.

Francioni vd. (2015), tarafından İtalya, Carrara mermer sahalarında yapılan çalışmada, açık ocak maden işletmelerinde, makroskopik farklılıklardan dolayı erişilemeyen sorunlu, yüksek eğimli bölgelerde jeoteknik, mühendislik ve madencilik uygulama faaliyetleri çalışmalarına kolaylık sağlaması amacı ile uzaktan algılama-CBS yaklaşımı ile jeomekanik analizler ortaya konmuştur.

Taş ve Çakır,(2015), İŖehisar ilçesinde mermer sanayisi ve çevre sorunları konulu bir çalışma yapmışlardır.

Uysal vd.,(2015), Şahitler Kayası Höyüğünün İHA ile fotogrametrik teknikler kullanılarak SAM' nin üretilmesi ve doğruluk analizini yapmışlardır.

Tekin vd. (2016), Yeni Foça (İzmir) yöresinin jeolojik özelliklerini, saha gözlemleri, sahadan alınan kayaç örnekleri üzerinde petrografik/petrolojik incelemeler, topoğrafik harita, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntemleri ve uydu görüntüleri ile birlikte değerlendirmiş, jeolojik birimlerin yanal ve düşey yöndeki yayılımı ve geometrik özelliklerini belirlemişler ve 1/25.000 ölçekli yerel jeoloji haritasını hazırlamışlardır.

Büyüksağış ve Gürsoy,(2017), Çalışmalarında uzaktan algılama yönteminin tarihi gelişimi ve madencilikte kullanılma yöntemlerinden kısaca bahsedilerek, örnek bir saha çalışması yapılmış ve sonuçları irdelenmiştir. Maden saha analizlerinde sıklıkla kullanılan bazı uydulara ve bu uydular arasındaki farklara değinilmiştir. Örneklenen sahanın Aster uydu görüntüleri ile "alünit, demiroksit, muskovit, kalsit, montmorillonit, kaolinit, klorit, serisit" minerallerinin cevherleşme kuşakları haritalanmıştır. Cevherleşme kuşaklarını belirlemek amacıyla Aster uydusu ham görüntüsü bant oranlaması yöntemiyle analiz edilmiştir. Bu çalışmada, uzaktan algılama yöntemi kullanılarak örnek bir sahanın cevher varlıklarının saptanmasına yönelik incelemeler yapılmış ve uygulayıcılara maden sahalarının kolayca keşfine yardımcı olacak bu yöntem detaylıca tanıtılmıştır.

Ergen vd.,(2017), Sultandağları' nın jeolojisi ve jeodinamik evrimi ile alakalı çalışmalar yapmışlardır. Sultandağları 'nda önemli bölgesel jeolojik olayların izlerini taşıyan 6 farklı volkanizma tespit edilmiştir.

Torun,(2017), Bu çalışmada, iki örnek İHA fotogrametrisi uygulamalarından yararlanarak ürün odaklı ve süreç odaklı yaklaşımla; geleneksel fotogrametri ile İHA fotogrametrisi arasında hesaplama yaklaşımları ve süreçleri arasındaki farklılıklar hakkında ilk bulunanlar ortaya konmaktadır.

Tarhan (2018), Ispartada yer alan mermer ocağının sayısal jeolojik özelliklerini araştırmış ve bir mermer ocağında yapılması gereken sayısal jeolojik işlemleri örneklendirmiştir.

Yılmaz (2019), Eğirdir bölgesinde yer alan bej renkli mermerlerin sayısal jeolojik özelliklerini belirlemiş ve benzer mostraları tespit için sayısal jeolojik yöntemleri kullanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

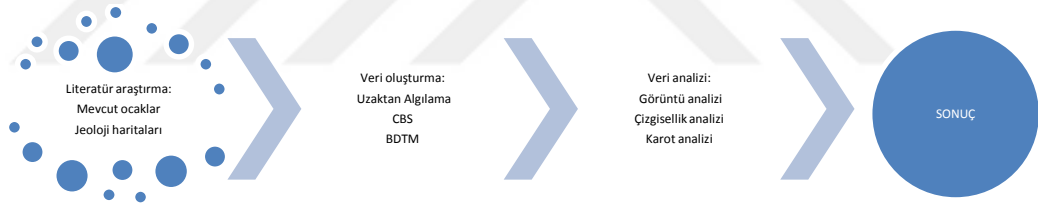
Çalışmada, Literatür araştırma -> Veri temini -> Yerbilişim uygulamaları-> Saha kontrolü > Yorumlama ve Tez Yazımı aşamalarından geçmiştir.

Literatür aşamasında: Uzaktan algılama teknikleri üzerinde yoğunlaşarak görüntü işleme ve analiz konularında yapılmış çalışmalar incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan yerbilişim uygulamaları; uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemleri, bilgisayar destekli tasarım ve modelleme, görüntü analizi, çizgisellik analizi ve karotların analizidir (Şekil 2.1).

Yerbilişim uygulamaları ile elde edilen sonuçlar saha çalışmalarını ile yerinde kontrol edilmiştir. Sahada numune alımı, fotoğraflama ve yapısal ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Saha verileri ile karşılaştırmalar ve yorumlamaların yapılmasının ardından tez yazımı ile çalışma sonuçlandırılmıştır.



Şekil 2.1. Mermercilikte yerbilişim uygulamaları akış diyagramı

2.1. Literatür Araştırma

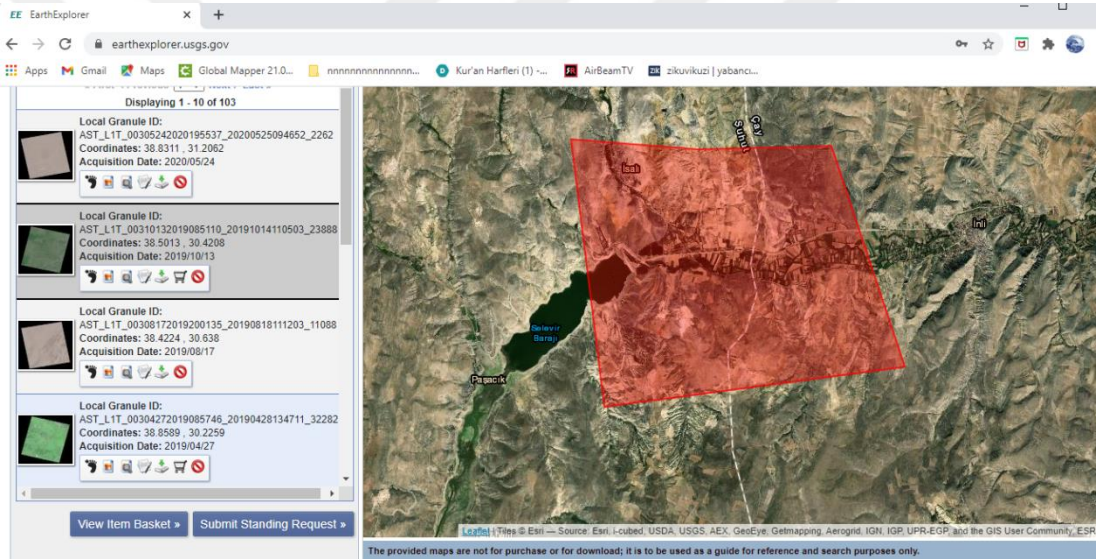
Literatür araştırma aşamasında; uzaktan algılama, görüntü işleme ve analiz konularında yapılmış çalışmalar sayısal jeolojik verilerin nasıl elde edileceğini anlamak için incelenmiştir. Stratigrafi ve uzaktan algılama tekniklerini içeren araştırmalardan inceleme alanı ile ilgili olanları temel alınarak çalışmada faydalanılmıştır (Yılmaz 2019).

Yakın civardaki ocakların bulunduğu sahaların litolojilerinin çalışma alanı ile benzerlik gösterip göstermediği CBS ile kontrol edilmiştir. Bu işlem için MTA

nın kullanıma sunduğu (yerbilimleri.mta.gov.tr) jeolojik harita katmanı ve uydu görüntüsü katmanı kullanılmış ve yakın çevredeki ocak alanlarındaki jeolojik birimler tespit edilmiştir. Benzer formasyona sahip birimlerde yer alan ocak alanları gelişimleri ile ilgili olarak ocak yönleri ile üretim yapılan alanlardaki değişim dikkate alınmıştır.

2.2. Veri oluşturma

Bu aşamada gereken uydu görüntüleri Amerikan jeoloji dairesi (USGS) internet sitesi üzerinden (earthexplorer.usgs.gov) ücretsiz olarak indirilmiştir (Şekil 2.2). 1/25.000 ölçekli sayısal topoğrafik haritalar ve jeoloji haritaları SDÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü arşivinden temin edilmiştir.



Şekil 2.2. Çalışma alanına ait uydu görüntülerinin temin edildiği web sitesi

Ocak alanlarında yer alan kireçtaşı mostralarından ve plakalardan numuneler alınmış, ocakta yapılan kesim alanlarında ve mostralarda eklemler ölçülmüştür. Yapılan sondajlardan elde edilen karotlar yerinde incelenmiş ve ocağın ilerleyişi ile ilgili karar için gerekli veriler elde edilmiştir.

2.2.1. Uzaktan Algılama

Bu çalışmada Google Eart, Landsat ve ASTER uydu görüntüleri uzaktan algılama çalışmalarında kullanılmıştır. Görüntüler Multispec, TNT Mips ve Geomatica yazılımları kullanılarak analiz edilmiştir.

Uzaktan algılama kavramı fotoğraf çekiminin icadı ile eş yaşıdır. Günümüzde uzaktan algılama kavramı uydu görüntülerinin gelişmiş bilgisayar yazılımları ile incelenmesi olarak anlaşılmaktadır. Temel olarak mevcut bir görüntü üzerinden yorumlamalara dayanmaktadır. Jeoloji, ziraat, inşaat, şehir plancılığı, savunma, madencilik, biyoloji, ormancılık başta olmak üzere çok farklı kullanım alanları mevcuttur.

Uzaktan algılama için incelenecek alana ait yüksekten çekilmiş bir fotoğraf ve teknik yeterliğe sahip bir personel gerekir. Ancak teknolojik gelişmeler sonucunda bu uygulama uzaydan çekilen fotoğraflar ile bilgisayar ortamına taşınmış ve çeşitli bilgisayar yazılımları kullanımı ile yorumlamada görsel algının ötesine geçilebilmiştir. Görsel yorumlamada bilgi ve deneyim büyük önem taşır. Tecrübe edildikçe yorumların etkinliği artar. Yazılımlar ile sonuçların doğruluk oranıda artar.

Jeolojik uzaktan algılamada amaç farklı kaya türlerini ve yapısal unsurları tespit etmektir. Bunun için farklı özelliklerdeki Landsat, Aster, Quickbird, Worldview, SPOT, Sentinel gibi görüntü uydularına ait uydu görüntüleri kullanılır.

Uydu görüntülerinin “çözünürlük” denilen özellikleri kullanım alanında belirleyici unsurdur. Çözünürlük bir görüntünün tanımlanabilen en küçük hücresi olarak bilinir. Uydu görüntüleri seçiminde: Mekansal-Spatial, Tayfsal-Spectral, Işınsal-Radiometric, ve Zamansal-Time olmak üzere dört farklı çözünürlük dikkate alınır.

Mekansal çözünürlük: Görüntüdeki bir hücrenin yeryüzünde karşılık geldiği mesafe/alan olarak tanımlanabilir. Örneğin Landsat 8 uydu görüntülerinde Mekansal çözünürlük 10-60 metre arasında değişir. Yani görüntüdeki bir hücre $10*10=100$ m² lik alana karşılık gelir. ASTER ise 15-90 m. arasında mekansal çözünürlüğe sahiptir.

Tayfsal çözünürlük: Elektromanyetik spektrumda enerjinin dalga boyu cinsinden kayıt edilebilen alan sayısı olarak bilinir. Başka bir deyişle yansıyan ışının farklı dalga boylarındaki miktarı kaydedilir. Örneğin Landsat 8 uydu

görüntüleri 11 farklı dalgaboyu aralığında yansıyan enerji miktarını görüntü olarak kaydedebilir, yani 11 farklı “bant” a sahiptir. ASTER ise 14 banta sahiptir.

Işınal çözünürlük: Kaydedilen görüntüdeki bir hücrenin sahip olabileceği maksimum 2 lik değeri gösterir. Örneğin 8 bit’lik bir görüntü $2^8=256$ (0-255) adet renk değerine sahipken 2 bitlik bir görüntü $2^2=4$ (0-3) adet renk değerine sahip olacaktır. Bu değerlerden 2 ve 8 bitlik görüntülerde 0=hiç veri alınamayan hücrelere atanırken 3 ve 255 en yüksek veri içeren hücrelere atanacaktır. Grinin tonları ile bilgisayar ekranında ifade edilen bu değerler her bir hücrede sayısal değere göre bir gri ton ile gösterilir. 2 bitlik görüntüde 0=siyah, 1=koyu gri, 2=açık gri, 3=beyaz renkler ile gösterilir. Örneğin Landsat ve ASTER uydu görüntüleri 8 bit görüntülerdir.

Zamansal çözünürlük: Görüntü uydusunun aynı yeri tekrar taraması için gereken zamanı ifade eder. Uydular dünyanın çevresinde belirli bir yörüngeyi takip ederler. Aynalı teknolojiler dışında bir uydunun yörüngedeki aynı yere gelmesi için belirli bir zaman gerekir. Örneğin eski Landsat uyduları (1-7) genelde 16 günlük aralıklar ile aynı yeri görüntülerken Landsat 8 uydusu 2 -4 günde bir aynı yeri görüntüleyebilmektedir.

Mermercilik için gerekli ön araştırmaların yapılmasında da bu çözünürlük özellikleri gözetilerek farklı uydu görüntülerinden uzaktan algılama yapılır. Yaygın kullanımda “Google Earth” yazılımı tarafından sağlanan yüksek mekânsal çözünürlüklü (1-3 m) görüntüler uygun görünmektedir. Bu görüntüler kayaçların mostralalarının fotojeolojik özelliklerden olan renk ve engebe özellikleri gözetilerek yorumlanmasında kullanılmaktadır (Uysal vd., 2008).

Teknolojik olarak yetkin kişiler ise Landsat, ASTER, Sentinel, Quickbird gibi çok bantlı yani tayfsal çözünürlüğü yüksek uydu görüntülerini kullanabilmektedir. Burada amaç, yazılımlar ile oluşturulan sınıflandırmaları kullanarak hedeflenen kaya türlerini çevredeki diğer kaya türü ve unsurlardan ayırt edebilmektir. Tayfsal çözünürlük özellikleri bu noktada önem kazanmaktadır. Çünkü her maddenin özel tayfsal yansıma değeri vardır (Jensen, 2005). Buna dayanarak farklı dalga boylarına ait görüntülerde uygulanan aritmetik algoritmalar ile kayaçlar ayırt edilmeye çalışılmaktadır. Bu görüntülerin dezavantajı, mekânsal

çözünürlüklerinin mermercilikteki araştırmalar için göreceli olarak yetersiz olmalarıdır. Çünkü ekonomik bir mermer sahasının boyutları birkaç yüz metre ile sınırlı olabilir. Bu da görüntüdeki birkaç hücre anlamına gelmektedir ve en başarılı algoritmalar ile dahi tespit edilmesi güç olabilmektedir.

Işınsal çözünürlüğün mermercilik araştırmaları için etkisi yok denebilecek kadar azdır. Hali hazırdaki çoğu görüntü uyduları en az 8 bitlik bir çözünürlüğe sahiptir ve bu tonlama aralığı sınıflandırmalar için yeterlidir.

Zamansal çözünürlük ocak işletmeciliği aşamasında ve ön araştırmalarda önemli bir rol oynar. Bitki örtüsünün varlığı mostraların belirlenmesinde çok önemli bir etkidir. Bitki örtüsünün farklılaştığı mevsimsel değişimlerin takip edilmesi için aynı görüntünün farklı mevsimlerdeki durumu incelenerek karşılaştırma yapılmasına olanak sağlar (Yılmaz, 2019). Ayrıca işletme aşamasında ocak alanındaki gelişim ve değişimler farklı zamanlara ait görüntüler sayesinde takip edilebilir.

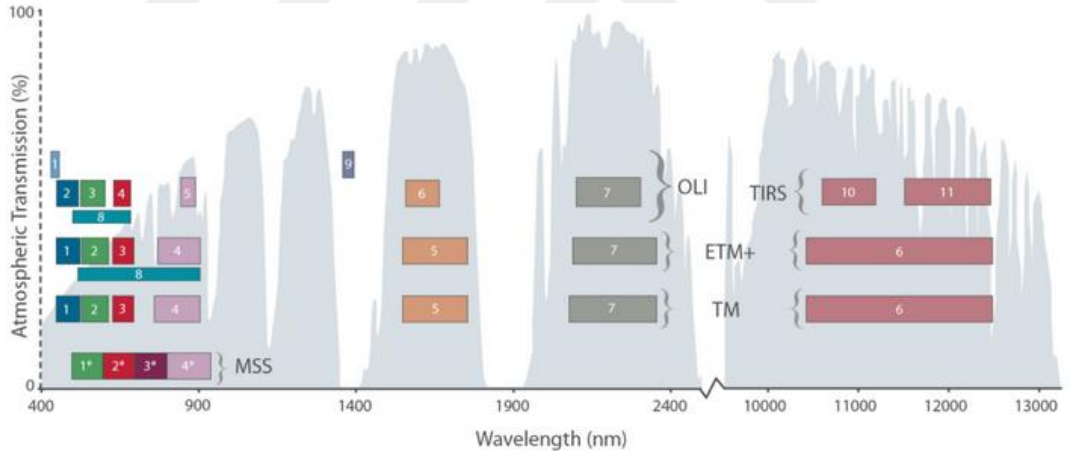
Uydu görüntülerinin yanı sıra hava fotoğrafları da uzaktan algılama için kullanılmaktadır. Yakın geçmişte özel uçak, helikopter balon vb. uçuş gereçlerine ihtiyaç duyulan ve oldukça pahalı olan hava fotoğrafı çekimleri insansız hava araçları (iha) kullanımının yaygınlaşması ile ucuzlaşmış ve kolaylaşmıştır. Mermer araştırmalarında da son yıllarda iha-drone kullanımı ile lokal tayfsal veri elde etme, zamansal değişim takibi ve sayısal arazi modeli elde etmek mümkün olmuştur.

2.2.1.1. Landsat uydu görüntüleri ve özellikleri

Landsat 8 NASA (Amerikan Uzay Araştırmaları Dairesi)'nin bu serideki sekizinci uydusu olup, yiyecek, su ve ormanlar gibi insan geçim kaynakları için gerekli kaynakların düzenlenmesi, izlenmesi ve anlaşılmasında Landsat programının en önemli rolünün devam etmesi sağlanmıştır. Landsat 8 uydusu, görünür, yakın-infrared, kısa dalga infrared ve termal infrared aralıklarında görüntü almakta olup, spektral aralığa bağlı olarak 15 ile 100 metre arasında bir mekânsal çözünürlüğe sahiptir (Çizelge 2.1). Landsat 8 iki farklı cihaz taşımaktadır:

- OLI (Operational Land Imager), daha önceki geleneksel bantların yanında kıyı/aerosol çalışmaları için derin mavi bandı, sirus bulutlarının tespiti için kısa dalga infrared band ve bir de kalite değerlendirme bandı içermektedir.
- TIRS (Thermal Infrared Sensor) sensörü iki adet termal banda sahiptir. Bu sensörler sinyal-gürültü radyometrik performansı 12bit üzerinde radyometrik çözünürlük sağlamaktadır. Bu 8bit 256 gri seviye renge göre 4096 potansiyel gri renk seviyesi sağlamaktadır. Ürünler 16-bit olarak teslim edilmektedir. Landsat 8 NASA ve USGS (U.S. Geological Survey) arasındaki işbirliği ile üretilmiştir (nik.com.tr).

Landsat 8'in Bant6 ve Bant7' sinin spektral (tayfsal) açıklığı eski Landsat uydu verilere göre daraltılmıştır. Bu bantlar jeolojide çok kullanılan ve kaya, toprak farklılığını ortaya çıkartan bantlardır. Landsat 8 bant özellikleri Çizelge 2.2'de, Landsat uydu görüntülerinin spektral (tayf) özelliklerinin karşılaştırması ise Şekil 2.3'de görülebilir (Yılmaz, 2019).



Şekil 2.3. Landsat uydu görüntülerinin spektral (tayf) özelliklerinin karşılaştırması (<https://landsat.gsfc.nasa.gov/about/technical-information/>)(Yılmaz,2019)

Landsat uydu görüntülerinde amaçlanan işte en uygun kombinasyonu bulmak gerekmektedir. Jeolojik çalışmalar için kızılötesi tayfta bulunan bantların yer aldığı kombinasyonlar daha kullanışlı olmaktadır. Görsel yorumlama ve sınıflamalarda en çok kullanılan bazı bant kombinasyonları Çizelge 2.2'de verilmiştir (Yılmaz,2019).

Çizelge 2.1. Landsat 8 uydu görüntüsü bantlarının özellikleri ve önemli kullanım alanları (<http://landsat.usgs.gov>)(Yılmaz,2019)

Bant No	Kullanım Alanı
Bant 1 - kıyı-atmosfer	30 metre çözünürlük, kıyı ve atmosfer çalışmaları
Bant 2- mavi	30 metre çözünürlük, batimetrik haritalama, toprağın bitki örtüsünden ve iğne yapraklı bitkilerin yaprak döken bitki örtüsünden ayrılması
Bant 3- yeşil	30 metre çözünürlük, bitki canlılığı değerlendirmek için yararlı bitki örtüsünü vurgular
Bant 4 - kırmızı	30 metre çözünürlük, bitki gelişimi olan yamaçları ayırt etmede
Bant 5 - Yakın kızılötesi (NIR)	30 metre çözünürlük, biyokütle içeriği ve kıyı çizgisini vurgular
Bant 6 -(SWIR) Kısa dalga kızılötesi 1	30 metre çözünürlük, toprağın ve bitki örtüsünün nem içeriği; ince bulut oluşumları tespitinde
Bant 7 -(SWIR) Kısa dalga kızılötesi 2	30 metre çözünürlük, toprak ve bitki örtüsünün nem içeriğini artırılmış ve ince bulut oluşumlarının tespitinde,
Bant 8 - Panchromatic	15 metre çözünürlükte, daha ayrıntılı görüntü tanımlamada
Bant 9 - Cirrus	30 metre çözünürlük, cirrus bulut kümelenmesinde geliştirilmiş algılama
Bant 10 - TIRS 1	100 metre çözünürlük, termal haritalama ve tahmini toprak nemi
Bant 11 - TIRS 2	100 metre çözünürlük, gelişmiş termal haritalama ve tahmini toprak nemi

Çizelge 2.2. Landsat 8 ile yaygın kullanılan KYM (RGB) kombinasyonlarının uygulama alanları. (Yılmaz,2019)

Kullanım	KYM Kombinasyonu Landsat 5	KYM Kombinasyonu Landsat 8
Doğal renkler	321	4 3 2
Bitki Değişimi***	521	6 3 2
Yalancı renk (Şehir)	753	7 6 4
Renkli kızılötesi (bitki)	432	5 4 3
Tarım alanı	541	6 5 2
Atmosferik girişim	754	7 6 5
Sağlıklı bitki gelişimi	451	5 6 2
Yalancı renk (bitki)	471	5 7 1
Su-Kara	453	5 6 4
Atmosfersiz doğal	742	7 5 3
Kısdalga kızılötesi ***	743	7 5 4
Bitki analizi	543	6 5 4

2.2.1.2. Aster uydu görüntüleri ve özellikleri

Çok bantlı ASTER (Advance Spaceborn Thermal Emission and Reflection Radiometer) algılayıcısı NASA ve Japonya ekonomi ticaret ve endüstri bakanlığı (METI) ile beraber 1999 yılında TERRA platformuna kurulmuştur. Görünebilir kızıl ötesi, kısa dalga kızılötesi ve termal kızılötesi bölgede toplam 14 bantta veri toplayan bu algılayıcı 0.52 ile 11.65 µm spektral çözünürlüğe sahiptir (Çizelge

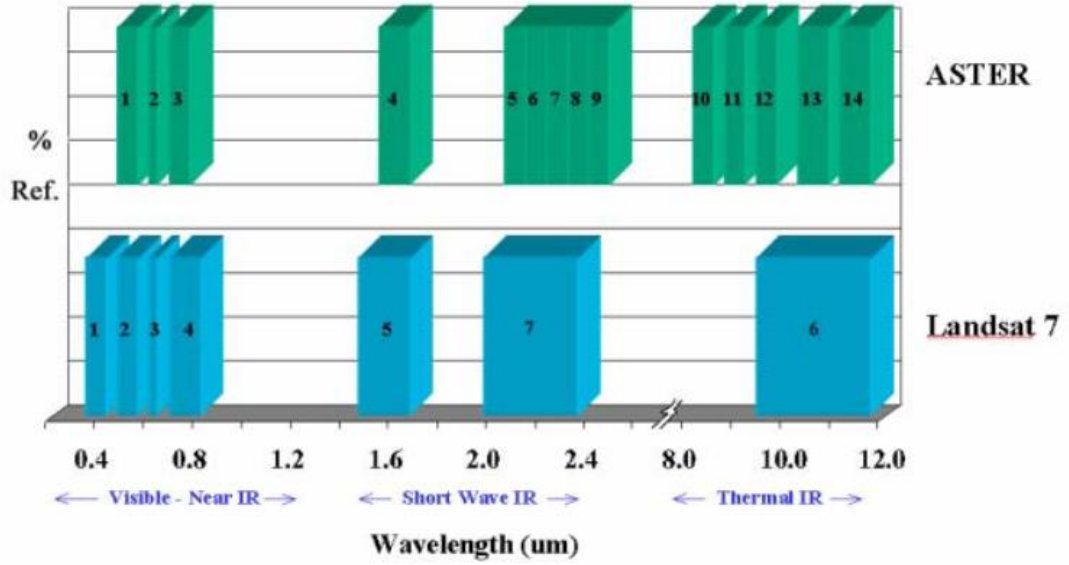
2.3). Asıl kullanım amacı yer yüzündeki termal yayılım ve yansıma verilerini toplamaktır. Bilim insanları ASTER verilerini, arazi yüzeyi sıcaklık, reflektans, parlaklık değişim oranı (emissivity) ve yükseklik haritalarını çıkarmak için kullanmaktadırlar (Aster, 2020) .

Aster ve Landsat uydu görüntüleri kırsal kızılötesi bantları sayesinde (Şekil 2.4) mineralojik ve litolojik ayırmada önemli avantajlar sağlamakta ve geniş kullanım bulmaktadır (Gabr vd. 2010, Pournamdari vd. 2014, Amer vd, 2016, Arivazhagan ve Anbazhagan 2017, Pour vd, 2017, Yang vd., 2018).

Çalışmada uydu görüntüleri üzerinde gerçekleştirilen görüntü analizleri ve bantlara uygulanan aritmetik işlemler ile mermer olarak işletilen kireçtaşlarının farklı renk fasiyeslerinin tespiti gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.3. Aster uydu görüntüsünün karakteristik özellikleri (Aster, 2020)

Subsystem	Band No.	Spectral Range (μm)	Spatial Resolution, m	Quantization Levels
VNIR	1	0.52-0.60	15	8 bits
	2	0.63-0.69		
	3N	0.78-0.86		
	3B	0.78-0.86		
SWIR	4	1.60-1.70	30	8 bits
	5	2.145-2.185		
	6	2.185-2.225		
	7	2.235-2.285		
	8	2.295-2.365		
	9	2.360-2.430		
TIR	10	8.125-8.475	90	12 bits
	11	8.475-8.825		
	12	8.925-9.275		
	13	10.25-10.95		
	14	10.95-11.65		



Şekil 2.4. Aster ve Landsat bantlarının elektromanyetik spektrumda yerleşimi ve karşılaştırılması (Aster, 2020).

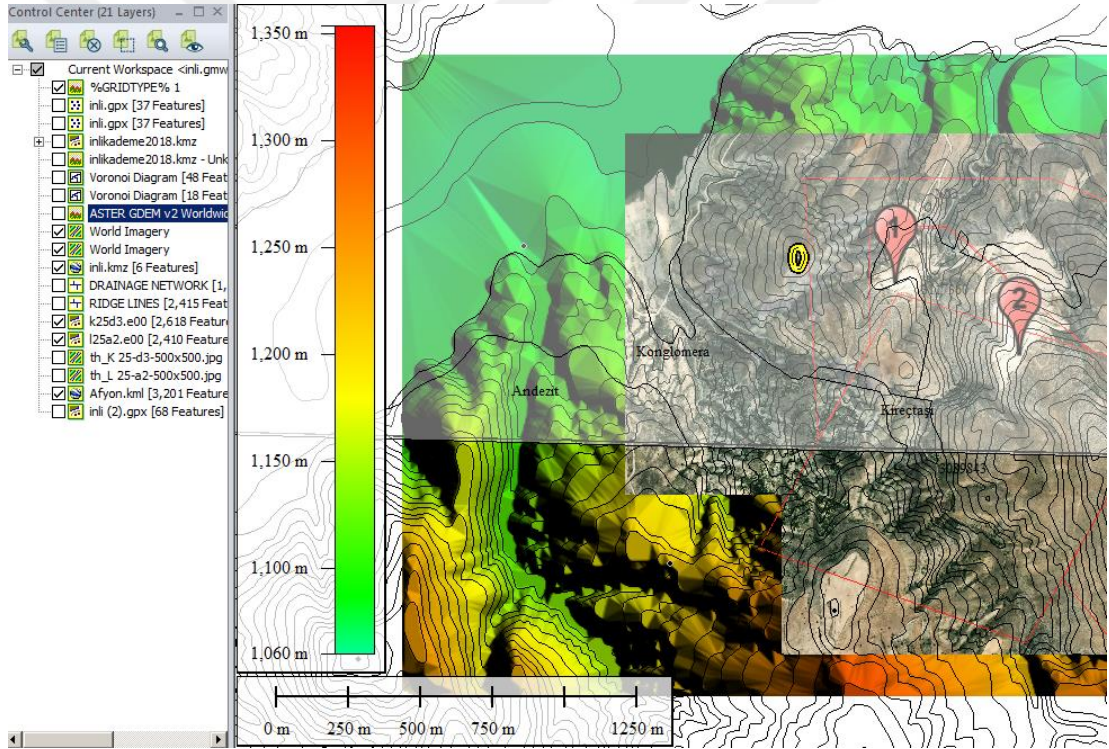
2.2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS-GIS) küresel yer belirleme araçlarının kullanımının yaygınlaşmasıyla hayat bulan teknik bir terimdir. Kısaca yeryüzünde belirli bir koordinat sistemi kullanılarak yapılan yer belirleme ve yeri belirli bir nesnenin bilgisayar yazılımları ile özel bir veri tabanına dahil edilmesi ve analiz edilmesidir. Çok geniş bir kullanım alanı vardır. Her türlü harita oluşturmada kullanılırlar.

Yerbilişim yöntemi olarak kullanımı jeolojik haritaların oluşturulması ve jeolojik unsurların etkili bir şekilde yorumlanmak istenmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Yerbilimlerinde uzaktan algılama ile birlikte kullanılır. Uydu görüntüleri, topoğrafik haritalar, jeoloji haritaları, fay haritaları gibi farklı katmanların bir araya getirilebildiği bilgisayar yazılımları aracılığıyla oluşturulurlar. Yerbilişimde farklı veri katmanlarını bir araya getirerek içerisinde sorgulamaların yapılabildiği “akıllı” jeoloji haritaları oluşturmada kullanılır. Sorgulamaların yapılabilmesi için haritalarda kullanılan her bir nesnenin coğrafi yerinin bilinmesi ve özniteliklerinin nesneye tanımlanması gerekir. Örneğin bir jeoloji haritasındaki formasyonların sınırları çokgen ya da çizgi formundaki “vektör” denilen veriler ile oluşturulur. Daha sonra oluşturulan her bir nesneye kayaç türü, renk, fosil içeriği, numune yerleri, analiz

sonuçları vb. öznitelikler tanımlanır. Öznitelikler yazılım içerisinde tablolar halinde veri tabanı oluşturacak şekilde saklanır. Daha sonra istenen özniteliklere sahip verilerin araştırılması için “sorgu” yapılır ve belirlenen kriterleri taşıyan özniteliklere sahip veriler bir arada gösterilir. Bu yöntem ile hedeflenen konu ile ilgili yalınlaştırılmış yeni harita ya da veriler oluşturulur.

Bu çalışmada CBS için QGIS, Google Earth ve Global Mapper yazılımları kullanılmıştır. Jeoloji haritası, çizgisellik haritası, arazi gözlem noktaları, karot yerleri, kesim hatları, uydu görüntüleri, topoğrafik harita, hava fotoğrafları gibi verilerin bir araya getirilmesi ve bu verilerden sayısal arazi modeli, drenaj haritası, sırt haritası, renk haritası gibi yeni verilerin oluşturulması için kullanılmıştır (Şekil 2.5.).



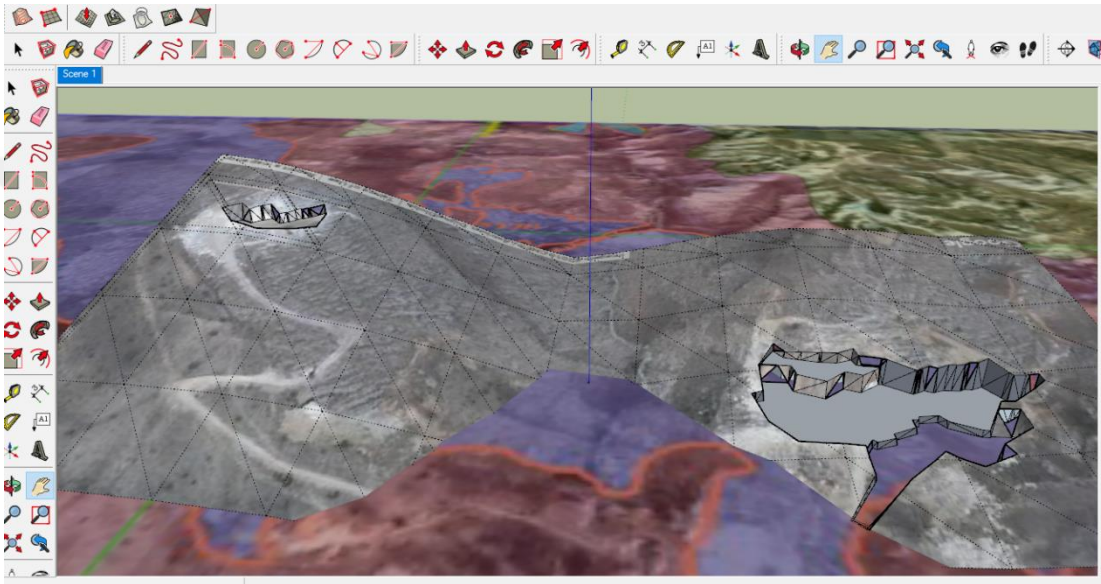
Şekil 2.5. Çalışmada oluşturulan CBS (Global Mapper)

2.2.3. Bilgisayar destekli tasarım ve modelleme

Bilgisayar destekli tasarım ve modelleme (BDTM-CAD) bilgisayar sistemlerinin grafik arabirimlerindeki gelişmelerle birlikte kullanım bulmuş bir çizim ve modelleme ortamıdır. Ölçekli ve üç boyutlu çizim gerektiren her alanda

kullanılır. Bu amaç için geliştirilmiş bilgisayar yazılımları kullanılarak gerçekleştirilir.

Mermercilikte kullanımı daha çok elde edilen ürünlerin ebatlanması ve uygulama ön izlemesinin yapılması içindir. Bu çalışmada mevcut (MO) ve potansiyel ocak (PO) yerlerinin tasarımında kullanılmıştır. mevcut ocaklara ait üç boyutlu çizimler Sketchup yazılımı ile gerçekleştirilmiş (Şekil 2.6) ve elde edilen modeller rezerv ve üretim hesaplarında kullanılmıştır.



Şekil 2.6. Sketchup yazılımı ile Mevcut ocak yerlerinin (MO) Modellenmesi

2.3. Veri analizi

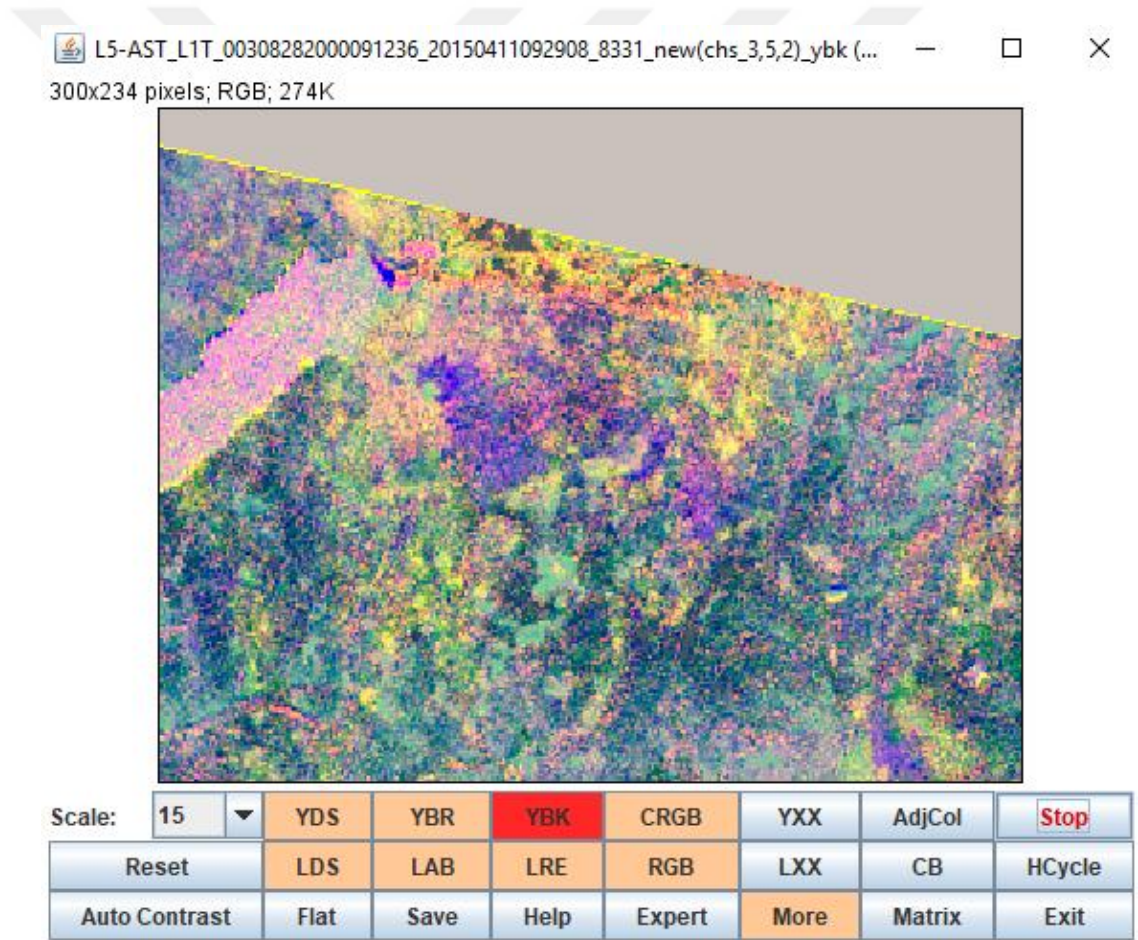
2.3.1. Görüntü analizi

Görüntü analizi bilgisayar ortamına aktarılmış bir görüntünün yazılımlar kullanılarak amaca uygun ayrıştırılması işlemidir. Yerbilimlerinde mikro ve makro ölçekte görüntüler için geniş bir uygulama alanı vardır (Uysal, 2014). Görüntüler üzerindeki ölçümler, sayımlar, aritmetik işlemler ve sınıflandırmalar görüntü analizinin temelini oluşturur. Hassas ve nicel ölçümlerin yapılması gerçekleştirilir. Sınıflandırmalar önemli bir rol oynar ve eğitilmiş-eğitimsiz sınıflama olmak üzere iki çeşittir.

- Eğitimsiz sınıflandırma: Bir alandan (referans alanları olmadan) çok alanlı verilerin saf statik analizi (küme analizi)

- Eğitilmiş sınıflandırma: Her nesne sınıfı, eğitim alanı adı verilen referans alanlarına koordine edilir. Bu alanlar açıkça belirli bir sınıfa aittir ve istatistiksel sınıflandırmayı geliştirir.

Bu çalışmada görüntü analizi kayaç rengi, kayaç türü, kayaç yayılımı gibi özelliklerin değişimlerinin, farklılıklarının, alansal büyüklüklerinin ve sistematığının belirlenmesinde kullanılmıştır. Görüntü analizi uydu görüntüleri, saha fotoğrafları ile karot fotoğraflarına uygulanmıştır (Şekil 2.7). Geomatica, Multispec, ImageJ gibi farklı bilgisayar yazılımlarında sınıflandırmalar, dekorelasyon gerilmesi, aritmetik oranlamalar yapılarak elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

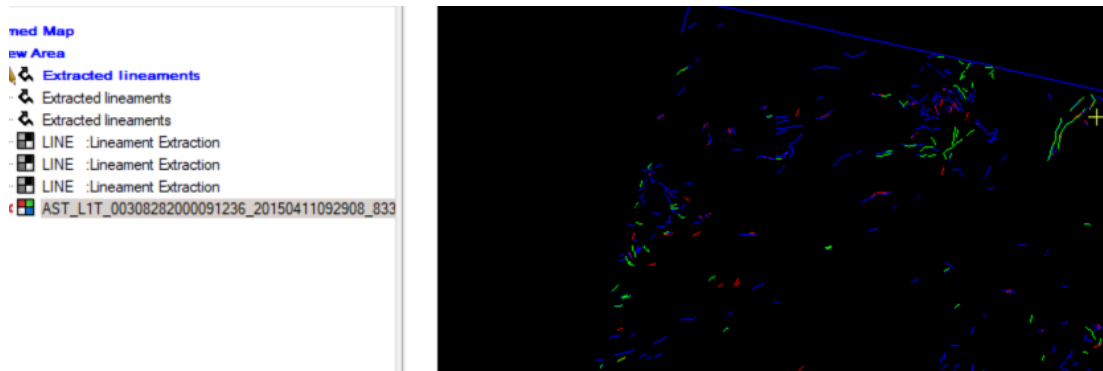


Şekil 2.7. Imagej yazılımında görüntü analizi için dekorelasyon gerilmesi (DS) uygulaması

2.3.2. Çizgisellik analizi

Çizgisellik jeolojik anlamda tabakalanma ve tektonik hareketler sonucu kayaç yapısında meydana gelen kırık-çatlak, kıvrım gibi düzlemlerin tamamı için kullanılan bir kavramdır. Çizgiselliğin türünün belirlenmesi ve türüne göre yorumlanması mermercilik için önemlidir. Çünkü tabakalı kayaçlarda tabaka konumlarının bilinmesi işletme planlamasında kullanılırsa verimlilik artacaktır. Kırık-çatlak ve kıvrım gibi tektonik hareketler ile oluşan yapısal unsurlar ise üretimde verimliliği doğrudan etkiler. Bu nedenle uydu görüntülerinden, mevcut aynalardan ve bloklardan yapılacak çizgisellik analizleri işletmenin verimini ve geleceğini doğrudan etkiler.

Çizgisellik analizi uydu görüntülerinden ve saha fotoğraflarından hem ocak açılmadan önce hem de ocak açıldıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Çizgisellik analizinde iki yöntem uygulanmıştır. Bunlardan ilki görsel yorumlama ile çizgiselliklerin tespit edilmesidir. Burada yorumcunun tecrübesi önemlidir ve hata payı yüksektir. İkincisinde ise çizgisellikler ImageJ ve Geomatica gibi yazılımlar ile tespit edilmiştir (Şekil 2.8.). Her iki yöntemin uygulanması sonucunda elde edilen çizgisellik verileri yoğunluk, uzunluk, açılal ilişkileri gibi geometrik özellikleri gözetilerek yorumlanmıştır.



Şekil 2.8. ASTER uydu görüntüsünden Geomatica yazılımı ile çizgiselliklerin belirlenmesi

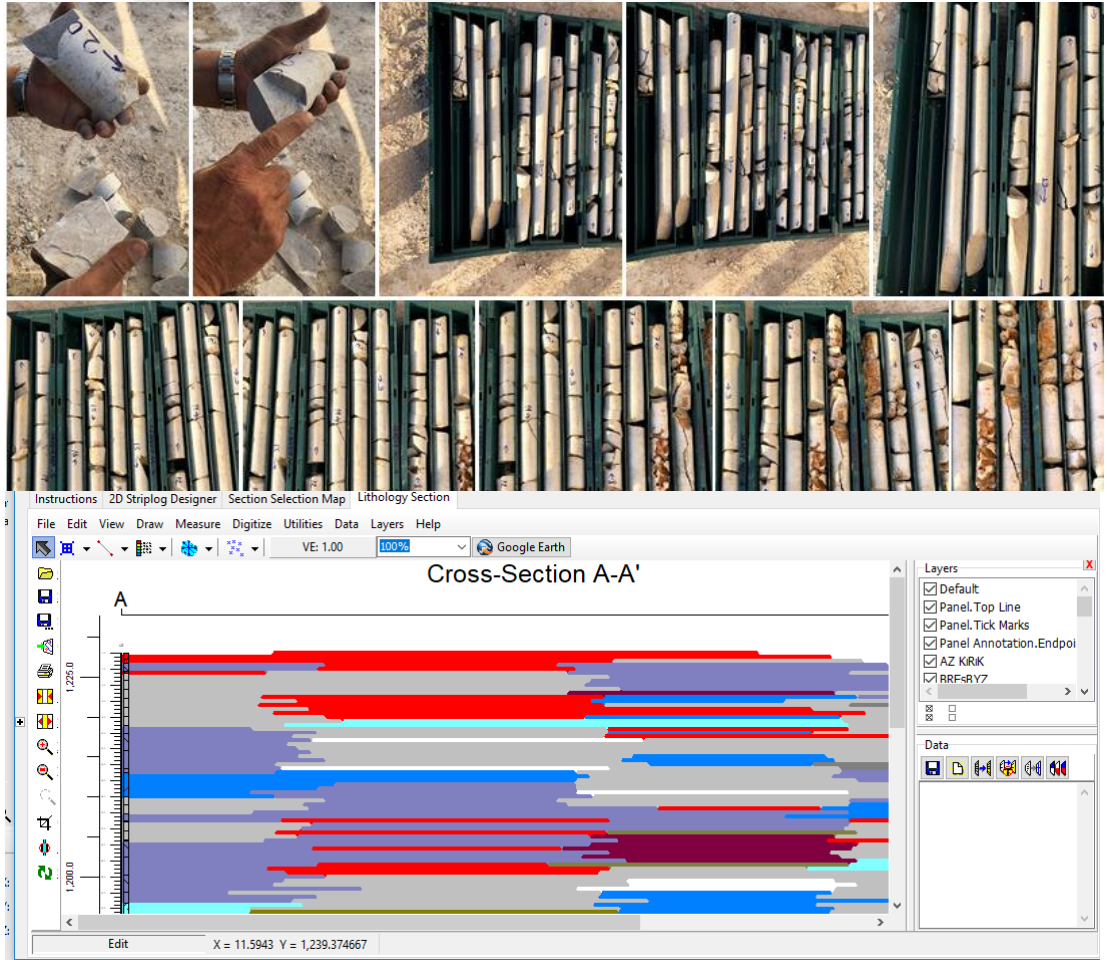
2.3.3. Karot Analizi

Karot yeraltına yapılan sondajlar ile alınan silindirik numuneleri ifade eder. Mermercilikte kayaçların türünün tanımlanması, renk, sertlik ve doku gibi

fiziksel özelliklerinin belirlenmesi ve kayaç türü değişimlerinin belirlenmesi için mutlaka yapılması gereken bir işlemdir.

Karot analizinde düşey ölçekte belirlenen özellikler her bir sondaj kuyusu için görsel grafik olarak- kuyu logu hazırlanmıştır. Sonrasında Rockworks yazılımı ile tüm loglar eşleştirilerek yeraltındaki kayaç ilişkileri korele edilmiş ve yeraltı yapısı modellenmiştir. Kesişen kesitler oluşturulmuş ve karotların temsil ettiği alanlardaki değişimler ve özellikler yorumlanmıştır (Şekil 2.9). Elde edilen veri ve modeller üretim planlamasında kullanılmıştır.

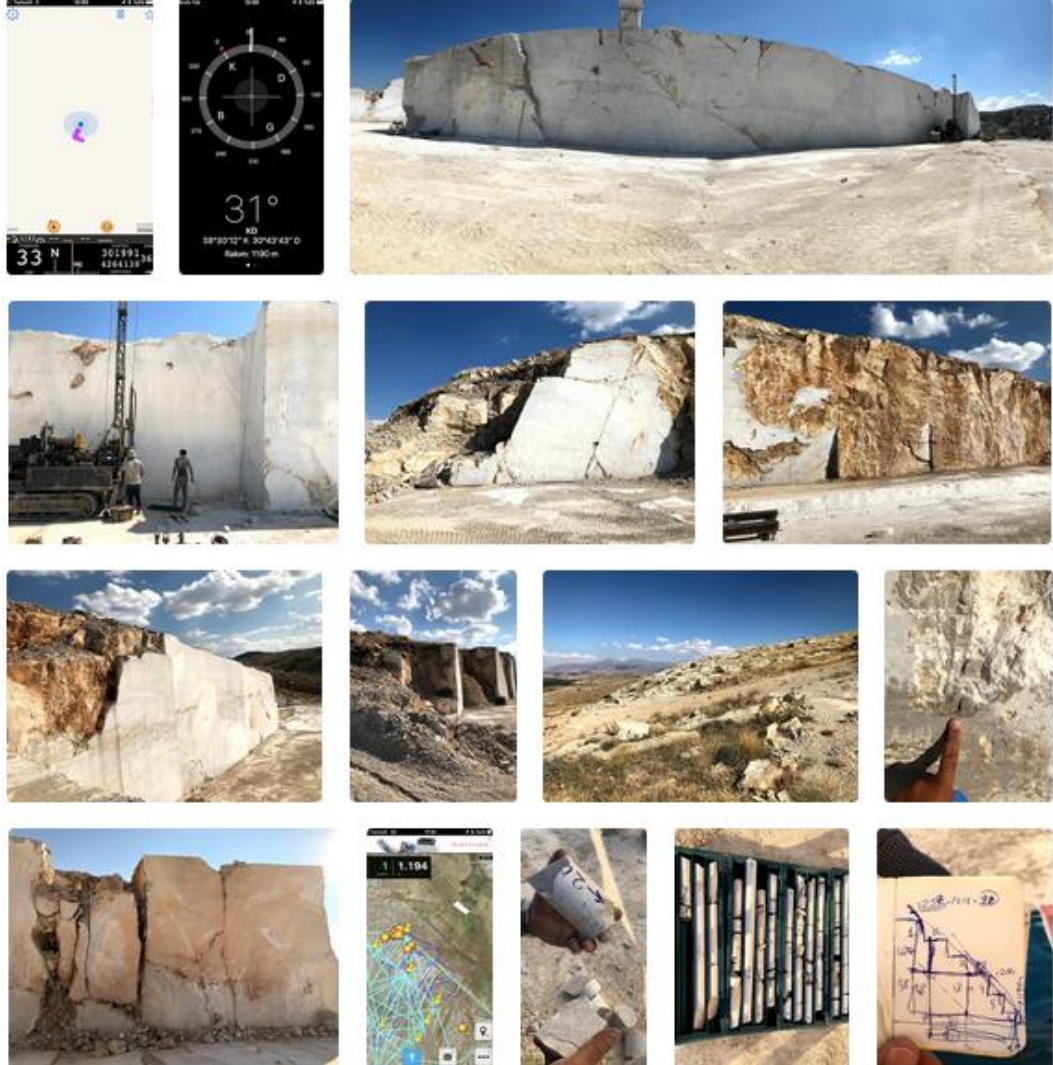
Çalışma alanında Potansiyel ocak (PO) açılmadan önce 6 adet farklı derinliklerde karot çalışması yapılmıştır. Karot numuneleri sandıklanarak incelenmiştir. İncelemelerde renk, homojenlik ve kırıklılık unsurları dikkate alınmıştır.



Şekil 2.9. Ayrıntıda incelenen karotların Rockworks yazılımı ile analizi.

2.4. Saha Kontrolü, Yorumlama ve Tez Yazımı

Elde edilen sonuçlar farklı periyodlarla saha çalışmaları ile kontrol edilmiştir. 2. Ocak (PO) açılmadan önce ve ocak açıldıktan sonra karot çalışmaları yapılmıştır (Şekil 2.10). 2. Ocak (PO) açıldıktan sonra İHA ile sahanın ortofotoğraflaması yapılmıştır. Saha çalışmalarında IOS 13 mobil yazılım üzerinde çalışan MAP PLUS ve Drone Mapper yazılımları fotoğraflama, navigasyon ve konum bilgilerinin doğrulanması için kullanılmıştır. Uzaktan algılama, görüntü analizi, çizgisellik analizi çalışmaları için Multispec, Geomatica ve Imagej, CBS için Google Earth, Global Mapper, BDTM için Sketchup Drone Mapper ve Global Mapper, karot analizi için Rockworks yazılımları kullanılmıştır Saha verileri ile karşılaştırmalar ve yorumlamaların yapılmasının ardından MS Office yazılımında tez yazımı ile çalışma sonuçlandırılmıştır.



Şekil 2.10. Saha çalışmaları

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

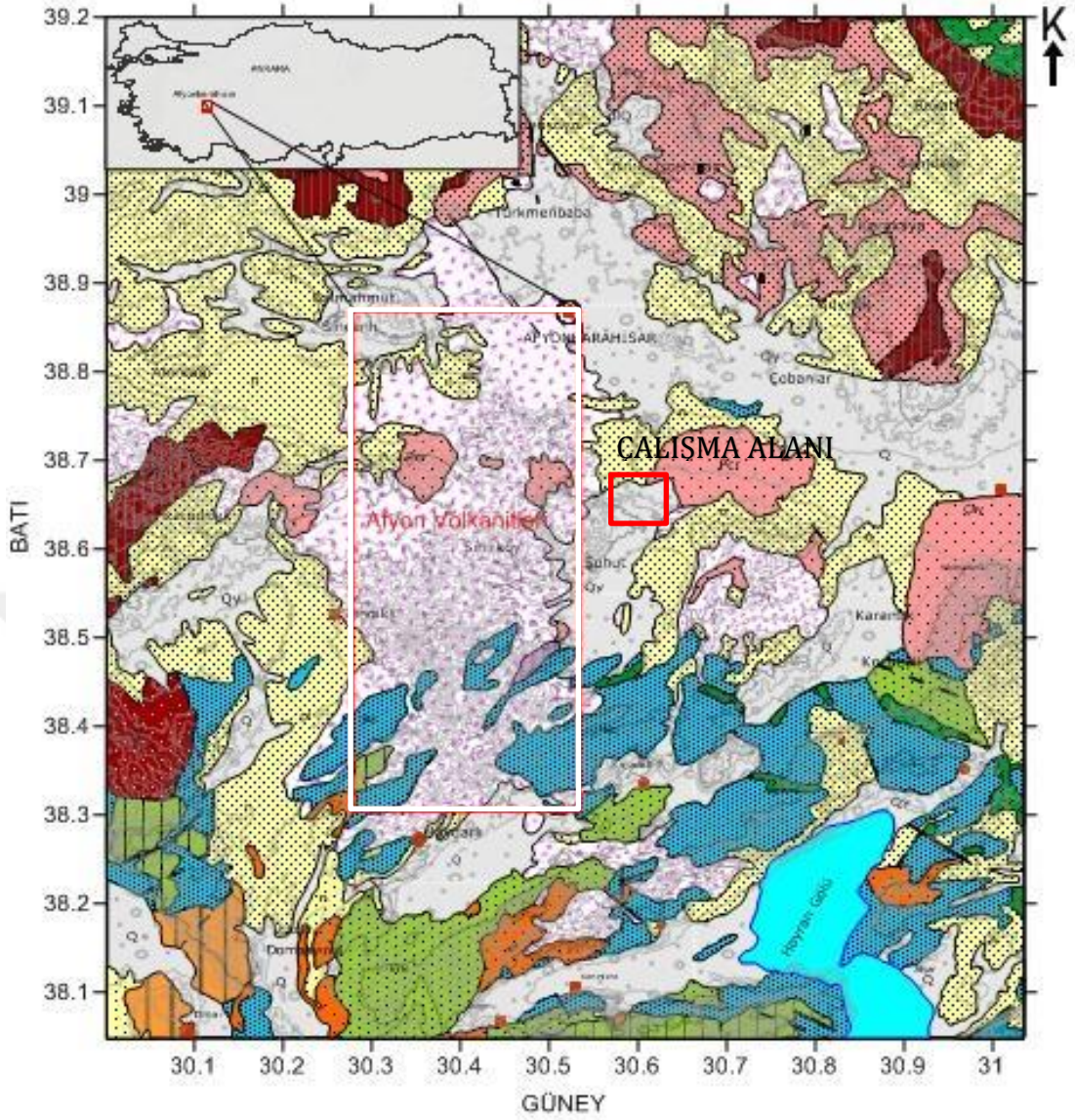
3.1. Stratigrafi

Çalışma alanı ve çevresinin stratigrafisi ile ilgili ayrıntılı pek çok çalışma bulunmakta olup bunlardan çalışma alanı ile ilgili olanlar kaynak özetleri bölümünde verilmiştir. Bununla beraber çalışmanın ana konusu olmaması nedeni ile literatüre dayalı genel bir stratigrafik istif ve genelleştirilmiş harita temel alınmıştır.

Afyon ve çevresini içine alan bölgede farklı litolojik ve tektonik özelliklere sahip kuşaklar yer almaktadır. Bunlar Toros ve iç Toros tektonik kuşaklarıdır. Afyon ve dolayında birbirinden tektonik dokanakla ayrılmış iki temel kaya topluluğu mevcuttur. Bunlardan birisi Toros Kuşağına ait Sultandağları 'nın devamını oluşturan Toros Paleozoyik ve Mesozoyik birimleridir. Diğeri ise iç Toros Kuşağında yer alan ve Afyon 'un kuzeydoğu, kuzey, kuzeybatı ve batısında Neojen örtüsü altında geniş alanlar kaplayan Afyon metamorfite 'dir. Diğeryandan Sandıklı 'nın kuzey kesiminde, altta, Afyon metamorfite üzerine transgressif bir konglomera ile gelen birim Afyon ve çevresindeki diğerbzenzerlerinden tamamen farklıdır (Kibici vd. 2001).

İnceleme alanındaki jeolojik birimler Paleozoyik ve Mesozoyik Toros birimleri olarak belirtilen birimlerdenidir. Paleozoyik karbonatlar incelemeye konu mermer sahalarında gözlenen ve işletilen birimdir (Şekil 3.1).

Sultandağlarında görülen birimler denizel şelf ortamında çökelmiş karbonatlardan oluşur. Yaşları Alt Paleozoyikten Mesazoyik 'e kadar uzanan bu birimlerde foliasyonlar göstermektedir. Kuzeyde Afyonkarahisar Metamorfite ve Emirdağ Grubu formasyonları Şist ve kristalize kireçtaşlarından oluşmuş olup, altta yer alan Afyonkarahisar Metamorfite konglomera kumtaşı ve silttaşı gibi kırıntılı kayalardan, üstteki Emirdağ grubu ise karbonatlardan oluşmuş olup tüm bu kayalar farklı jeolojik zamanlarda düşük seviye metamorfizmaya uğramışlardır.



Açıklamalar

	Kuaterner, karasal, ayrışmamış		Mesozoik (Ofiolitli seri), ekseriya kretase		Pzr	Paleozoik, Metamorfik
	Holosen, yeni alüvyon		Mesozoik (Ofiolitli seri) ekseriya radyolarit		Mr	Mermer, kristalize kalker ve dolomit
	Pleistosen, eski alüvyon		Mesozoik, ayrılmamış, ekseriya kalker		E	Volkanikler, ayrılmamış
	Plio-Kuaterner		Kretase, ayrılmamış		a	Andezit, spilit, portirit
	Neojen, karasal, ayrışmamış		Üst kretase		B	Bazalt, dolerit
	Pliosen, karasal		Üst kretase, flış		ET	Volkanik tuf, aglomera, breş
	Eosen, flış		Jura, kretase		Pm	Permien, Mesozoik
	Üst kretase, paleosen		Paleozoik, ayrılmamış		Mt	Mesozoik-Tersiyer

0 20 40 km

Şekil 3.1. Afyon ve Yakın çevresinin Jeoloji Haritası (Uyanık vd. 2013)

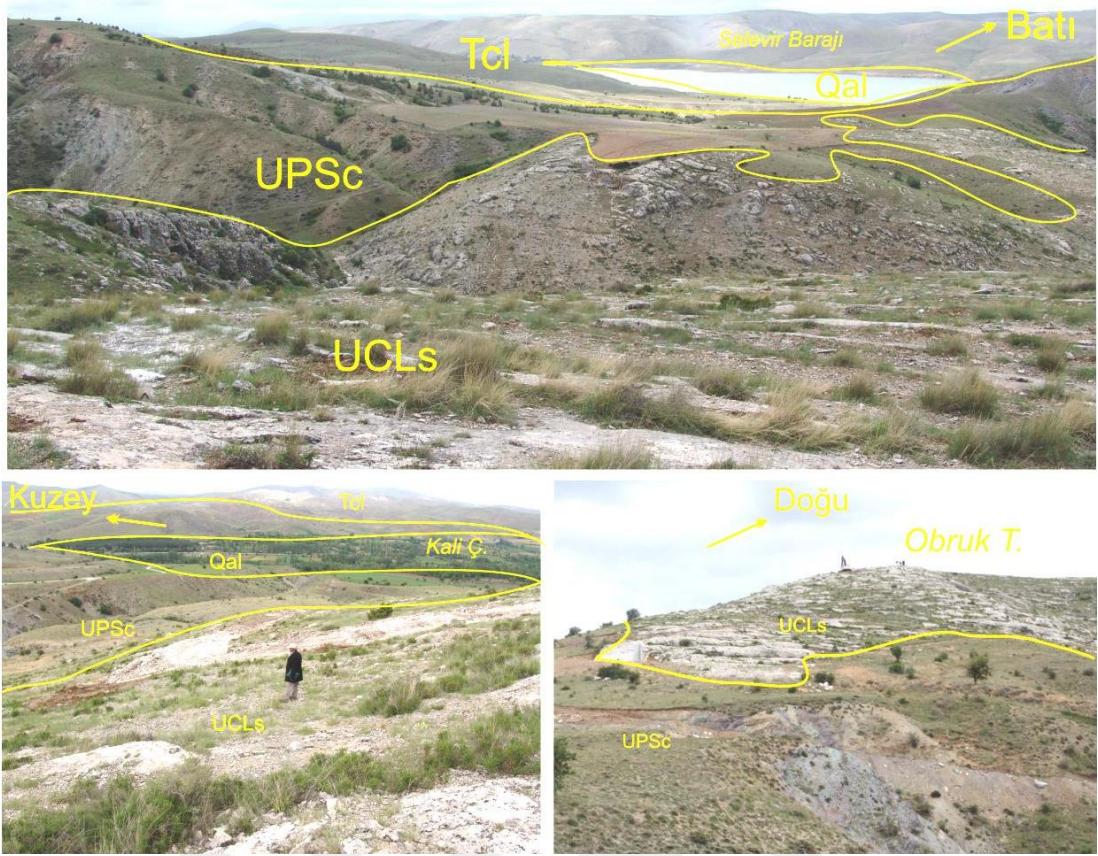
Bölgede Paleozoyik sonuna kadar denizel bir ortam izlenmiştir. Paleozoyik sonunda sığlaşma ve karasallaşma söz konusudur. Mesozoyik kayaçları ise transgresif bir seri göstermektedir. Toros Kuşağı ile İç Toros Kuşağı birimlerinin birbirine yaklaşımı Tersiyerde K-G doğrultusunda sıkışma kuvvetleri ile oluşmuştur. Tersiyer bölgede denizel kireçtaşları ile temsil edilmektedir ve kendisinden yaşlı birimler üzerine açılmal uyumsuzlukla gelmektedir. Bu nedenle Eosen öncesi bir karasallaşma söz konusudur. Miyosen karasal flüvyal, Pliyosen ise gölsel çökeller ile temsil edilmektedir. Üst Miyosenden itibaren bölgede andezitik volkanizma etkin olmuş, Pliyosen sonunda ise bazaltik volkanizma gerçekleşmiştir. Pliyosenden sonra bölgede epirojenik hareketler etkin olmuş ve çekim fayları meydana gelmiştir. Pliyosende meydana gelen yükselme nedeniyle Kuvaterner 'de hızlı bir aşınma meydana gelmiştir (Kibici vd, 2001).

3.1.1. Ocak alanlarında yer alan kayaçların jeolojik özellikleri

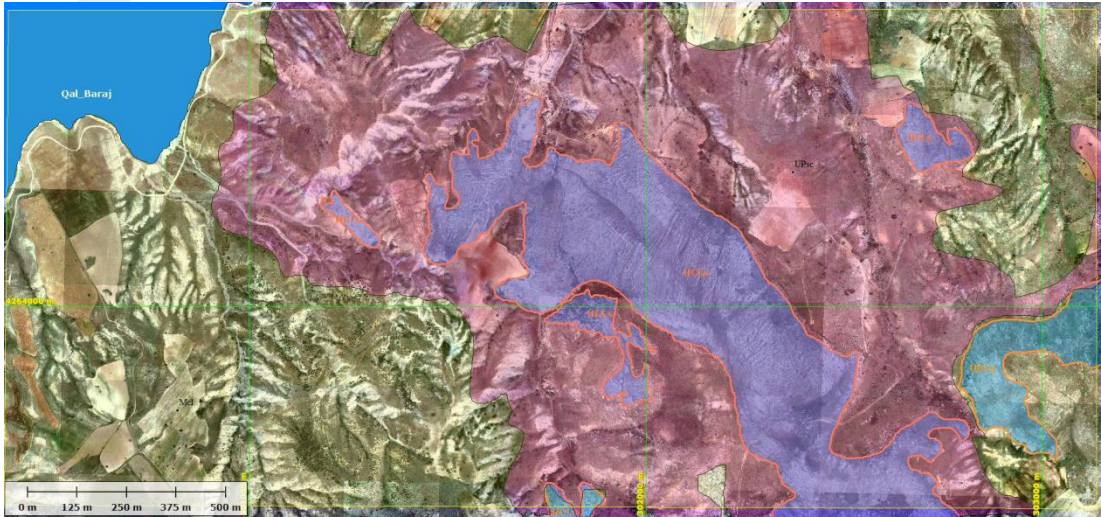
Ocak alanlarında bulunan kayaçların stratigrafisi saha çalışmaları ile belirlenmiştir. İnceleme alanında temelde Alt Paleozoik-Üst Kambriyen yaşlı kireçtaşları (UCLs) gözlenir, Üst paleozoyik şistler (UPSc) bunların üzerinde uyumsuz olarak gelir. Tersiyer kırıntılı birimler (Tcl)ve üstündeki Kuvaterner alüvyonlar(Qal) alttaki tüm birimleri uyumsuz olarak örterler(Şekil 3.2-4)

DEVİR	ZAMAN	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	KUVATERNER	Kuvaterner Alüvyon	Qal	Kuvaterner Alüvyon
	TERSİYER	Tersiyer Kırıntılar	Tcl	Tersiyer Kırıntılar
PALEOZOYİK	ÜST PALEOZOYİK	Afyon Metamorfikleri	UPSc	Üst Paleozoyik Şistler
	ÜST KAMBRIYEN		Kireçtaşı	UCLs

Şekil 3.2. Stratigrafik kesit (ölçeksiz)



Şekil 3.3. Sahada yer alan birimlerin dokanak ilişkisi



Şekil 3.4. Sahanın fotojeoloji haritası: UCLs(Mor): Üst Kambriyen Kireçtaşı, UPSc(Pembe): Üst Paleozoyik Şist, Tcl(Sarı): Tersiyer kırıntılar, Qal(gri-mavi): Kuvaterner Alüvyon

Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar çoğunlukla şist, klorit şist ve metasilttaşlarından oluşurlar. İnce orta katmanlanmalar ya da yığınlar halinde görünüşleri vardır. Laminasyon ve bantlanma şistlerde belirgindir. Renkleri

mor, pembe, yeşil ve sarı tonlarındadır. Bileşenleri çoğunlukla kuvars, klorit, feldispat ve kalsit tanelerinden oluşur (Şekil 3.5).

Sahada yer alan kireçtaşları masif veya kalın-çok kalın tabakalıdır ve bej açık gri renklindedir. Üst seviyelere gidildikçe rengi koyulaşır, gri tonları hakim olur ve ince-orta kalınlıkta tabakalanmalar ile bantlı bir görüntü sunarlar.

Kambriyen yaşlı kireçtaşları bej ve gri renklindedirler. Çok ince kristallidirler ve çoğunlukla mikritik ve sparitik dokularda gözlenirler (Şekil 3.6). Etkisi altında kaldığı yoğun tektonik hareketler sonucunda kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahip olmuş, kırıklar boyunca breşleşmiş ancak kırık ve breşik bölgeler zaman içerisinde pekleşmiş ve kayaç bu kaynama olan bölgelerde sağlam bir yapı kazanmıştır. Kırık hatları boyunca etkili olan demirli su etkileşimi kayacın hem alt hemde üst seviyelerinde etkisini göstermektedir.

Demir girdileri bej renkli alt seviyelerde kayaç içerisinde pembe-kahve renklere lokal bölümler halinde gözlenmektedir. Büyük kırık hatları etrafında gözlenen bu renkli oluşumların derinlerde ve kırık hatlarından uzaklaşıldıkça azaldığı gözlenir(Şekil 3.7).

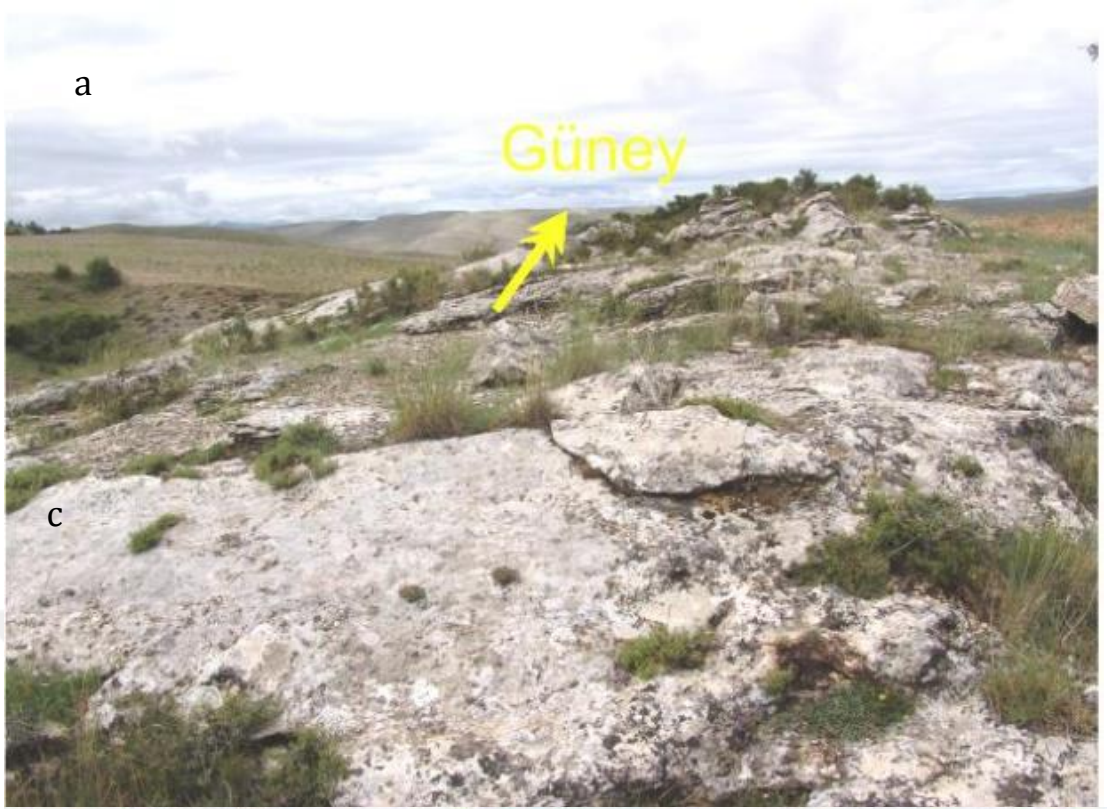
Gri renkli üst seviyeler ise kendi içerisinde gri-koyu gri renklere değişiklik gösterir. Şistlerin altında kalan ilk 30-40 metresinin metamorfizmanın da etkisi ile bantlı bir görünüme kavuştuğu düşünülür. Üst seviyelerde tektonik etkiler nedeni ile zayıf bir ezilme zonu bulunmaktadır. Mıcırılma şeklinde görülen bu zayıf zon tabaka doğrultularına paralel açılma çatlakları –tansiyon kırıklarına bağlı oluşmaktadır. Birkaç metreden onlarca metreye varan aralıklarla gözlenen bu kırıkların etkisi düşey olarak ilk ~20 metreye kadar görülebilmektedir. Litolojinin tamamında demir girdileri küçük damar ve benekler şeklinde gözlenir. Yer yer damar şeklinde yoğun renklenmeler gözlenir ancak yaygın değildir (Şekil 3.8).



Şekil 3.5. Üst Paleozoyik şistler. a)Şist: Kuvars+Kalsiyum+Feldispat+Mika, b)Klorit şist: Kuvars+Kil (Al)+Klorit, c)Meta silt



Şekil 3.6. Kambriyen Kireçtaşları 1)mikritik bej 2)spartik açık gri 3)metakireçtaşı gri



Şekil 3.7. Bej kireçtaşlarının mostra görünümü ve renklenmelerin olduğu pekleşmiş breşik kısımlar



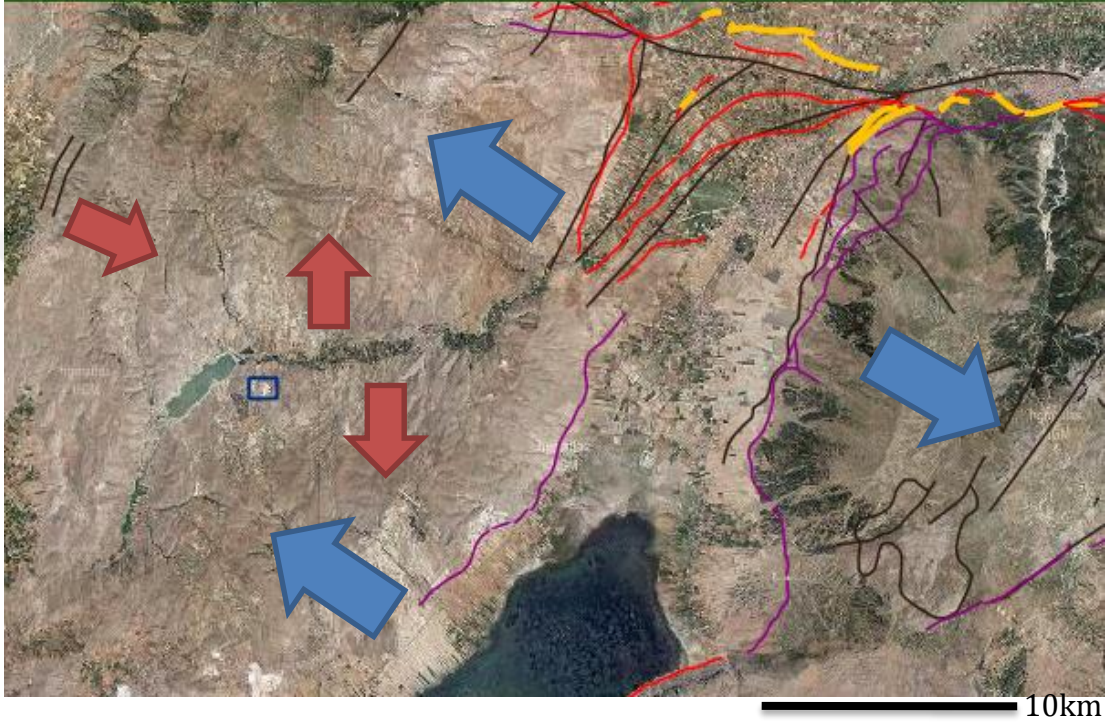
Şekil 33.8. Gri renkli kireçtaşlarının mostra görünüşleri a)tabakalı yapı, b)üst seviyelerde ezik eklemli zon, c)masif yapılar ve açılma kırıkları, d)litolojide hakim gri renk, e)demir girdileri, f)renklenmeler

3.2. Yapısal Jeoloji

İnceleme alanı yaklaşık K45D doğrultulu horst-graben sistemlerinin horst kesiminde yer alır. Bu nedenle bölgenin K-KB ve G-GD yönlerinde çekme ve sıkışma kuvvetlerinin etkisi altında kaldığı düşünülür (Şekil 3.9).

Bu kuvvetlerin etkisiyle yoğun kırılanma ve tabaka konumlarındaki farklılıklardan da anlaşılacağı üzere büyük ölçekli kıvrımlanmanın varlığı düşünülür.

Şuhut ovasında kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu, sıkışma kuvvetleri etkisinde kalan kaya birimlerinde büyük boyutlu kıvrımlar ve sistemli eklem takımları gelişmiştir (Özgül, 2000). Gülenbay vd. (1971), çalışma alanında Jura-Kretase yaşındaki Mesozoyik yaşlı kayaçların güneyde geniş bir alanı kaplayan yarı kristalize kalkerlerden ibaret olduğunu ve çalışma alanında da yayılımı görülen Paleozoyik yaşlı kalkerler üzerine diskordan olarak geldiğini belirtmişlerdir.



Şekil 3.9. İnceleme alanı yakın çevresindeki olası tektonik etkiler (oklar), mevcut faylar (siyah) ve aktif faylar(kırmızı-mor) ile yüzey yarıkları (sarı) (yerbilimleri.mta.gov.tr)

Çalışma alanının içinde yer aldığı graben için Koçyiğit ve Deveci (2007)'de "Şuhut grabeni 8-11 km genişlikte, 24 km uzunlukta, K-G gidişli, aktif bir genişleme yapısı olup, Akşehir- Afyon ana grabeninin güney omuzunda ve dış Isparta Açısı'nın kuzey uç kesiminde yer alır. Şuhut grabeni Pliyosen öncesi bir kaya topluluğu üzerinde gelişmiştir. Bu kaya topluluğu başlıca Jura öncesi yaşlı metamorfik kayalar, Jura-Alt Kretase yaşlı platform karbonatları, geç Erken Miyosen-Orta Pliyosen yaşlı Afyon volkanik karmaşığı ve aynı yaşlı akarsu-göl ortam ürünü volkano-sedimanter bir istiften oluşur. Şuhut grabeninin doğu kenarı Afyon volkanitleri ve onun örtüsünü oluşturan göl-akarsu ürünü sedimanter bir istif ile şekillenir. İyi gelişmiş katmanlanma sunan örtü istifi KKD

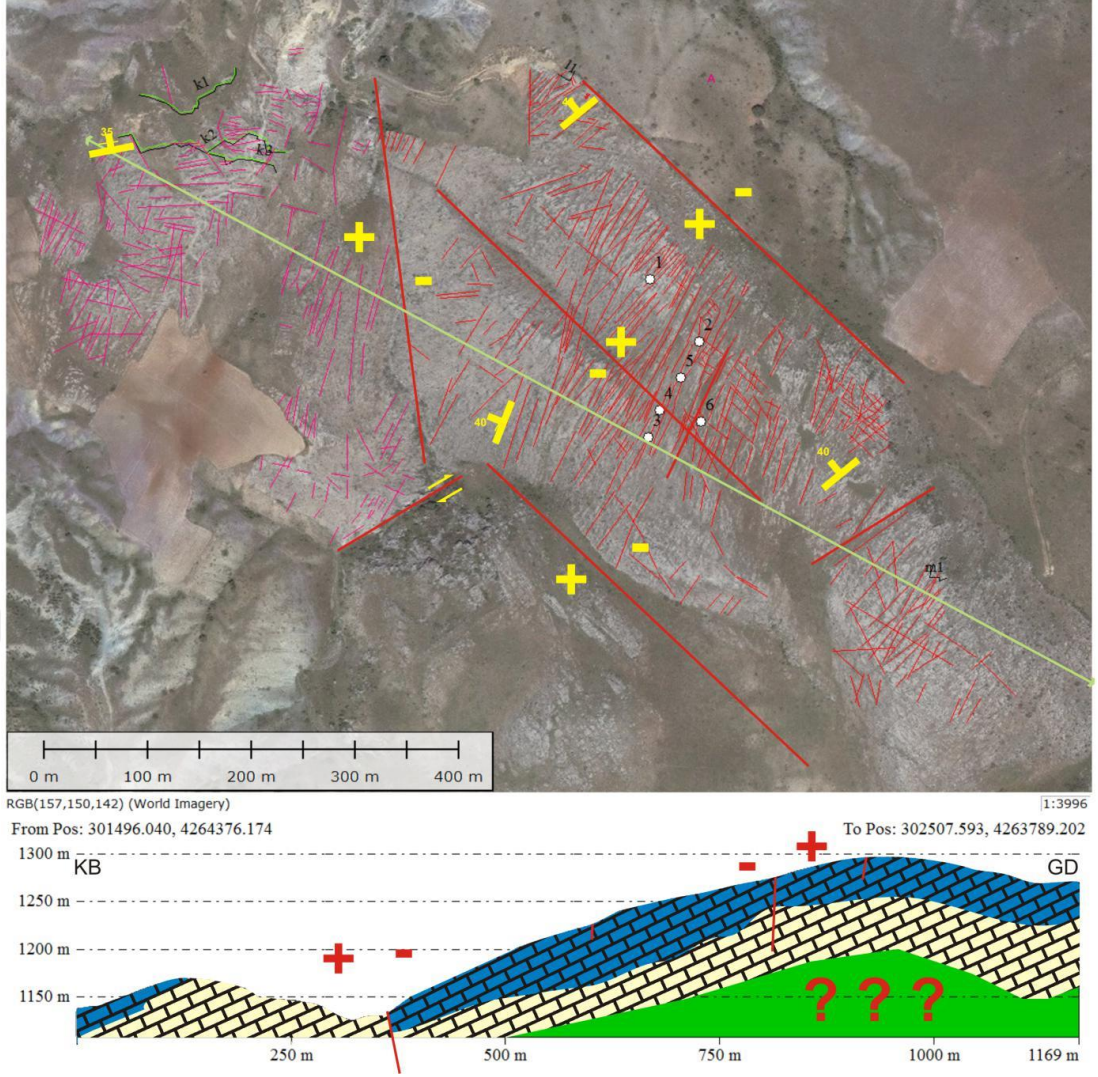
gidişli bir seri antiklinal ve senklinal ile deformasyona uğramıştır. Bu volkano-sedimanter istif BKB–DGD yönlü bir daralma fazıyla deformasyon geçirmiştir. Deformasyon geçirmiş volkano-sedimanter istif Pliyo–Kuvaterner yaşlı ve hemen hemen yatay konumlu modern graben dolgusu tarafından açılı uyumsuzlukla örtülür. Gerek grabenin en alt dolgusu içinde kayıd edilmiş, gerekse grabeni sınırlayan aktif kenar fayları üzerinde gelişmiş olan kayma vektörlerinin (kayma düzlemi ve kayma çizikleri) eskigerilim analizi, Şuhut grabeninin, DKD–BGB yönelimli bir genişlemenin denetiminde, en Geç Pliyosen’den beri gelişmekte olduğunu gösterir. Genişleme türündeki neotektonik dönem Isparta Açısı ve özellikle Şuhut bölgesinde, Geç Pliyosen’de başlamıştır. Şuhut grabeninin tüm kenarları bir seri verev atımlı normal fay seti ve tekil faylar tarafından belirlenmekte ve denetlenmektedir.” (Şekil 3.9) denmektedir. Bu

3.2.1. Ocak alanlarının yapısal özellikleri

İnceleme alanı ve çevresinde etkili olan tektonizma ve buna bağlı oluşan deformasyonlar ocak alanlarında mermer olarak değerlendirilmeye çalışılan karbonatlı kayalarda yoğun olarak etkisini göstermektedir.

Uydu görüntülerinden yapılan çizgisellik analizlerine göre bu tektonik etkiler farklı yönlerdeki kuvvetlerin etkisi ve genç (Pliyosen) yaşlı oluşu nedeni ile kayada yoğun bir eklemlenmeye ve gevrekliğe sebep olmuştur (Şekil 3.10.).

Bu durum blok verimliliğini ciddi manada tehdit etmektedir. Nitekim yapılan kesimlerden elde edilen blokların çoğunda bu eklemlerin etkisi ile bloklarda yoğun eklemlenme ve üretim esnasında plakalarda dağılma gözlenmiştir.

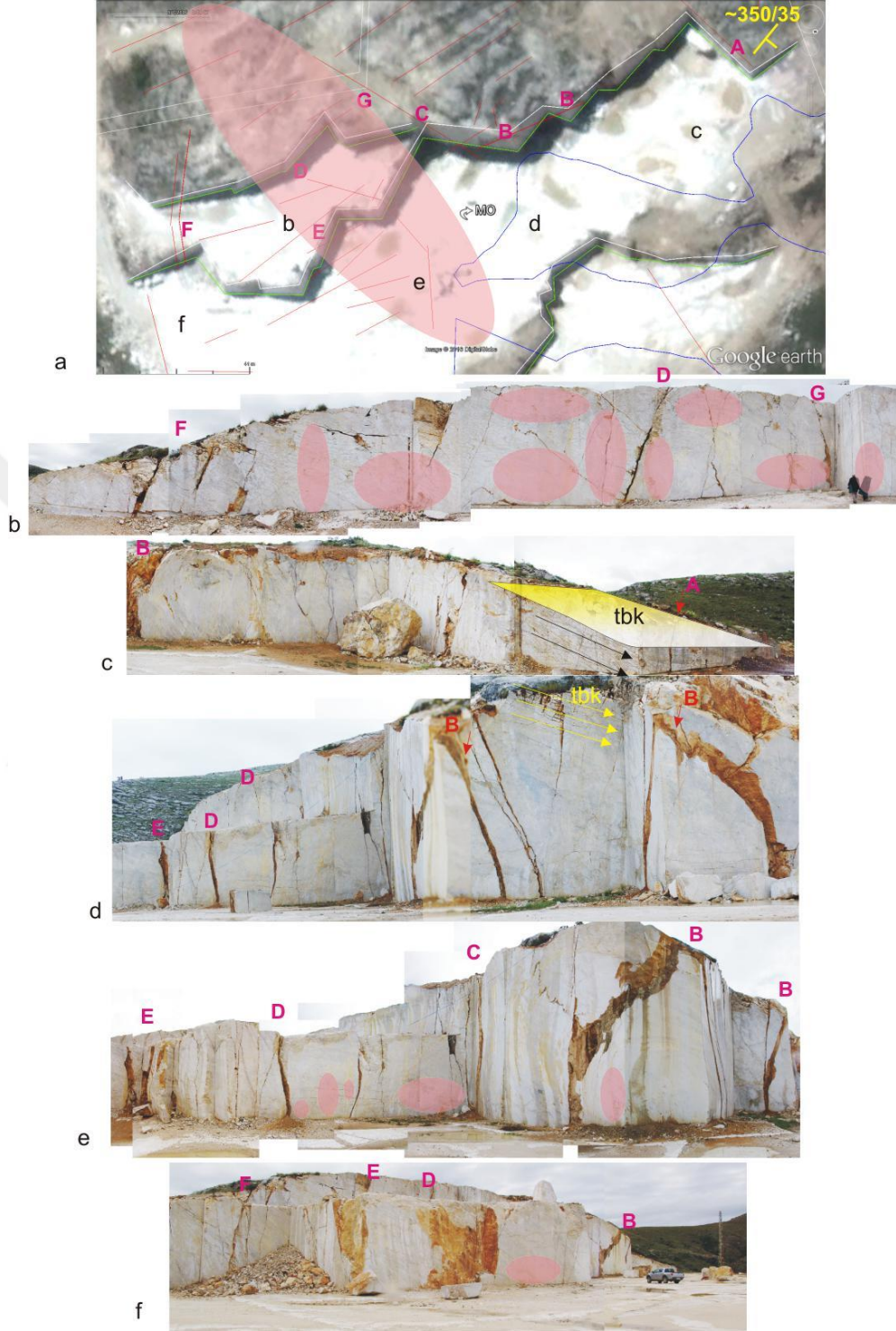


Şekil 3.10. Sahada gözlenen faylar(koyu) eklemler ve KB-GD yönlü şematik en kesit. Eklemler; Pembe: Bej Kireçtaşı, Kırmızı: Gri Kireçtaşı

3.2.1.1. Bej Kireçtaşlarındaki (MO) ocağın yapısal durumu

Bej kireçtaşlarının bulunduğu sahaya ait ocak öncesi ve ocak sonrası uydu görüntülerinin incelenmesi, sahada 2. ve 3. kademelerde yapılan gözlemlere göre bulgular şöyledir. Kırık ve çatlaklar çoğunlukla DB doğrultulu, düşey ve ortalama 10m. aralıklarla birbirine paraleldir. Kırıkların etrafında breşleşmiş ve kaynamış kısımlar mevcuttur. Kırıkların açıklıkları 30-40cm yi bulmakta ve yer yer içlerinde mağara oluşumları gözlenmektedir. 2. Kademedede yaygın olarak bej ve koyu (breşik) bej renk tonları hakimdir. Yer yer demirli sularla ilişkili pembelikler (somon) gözlenmektedir. Batı kanadın üst seviyesi yaklaşık 1m kalınlıkta ince tabakalı ve koyu renktedir. Tabakalanma konumu ~340-360/35dir. Kayacın geneli masif görünümündedir. 3.Kademedede bej renk ve yoğun

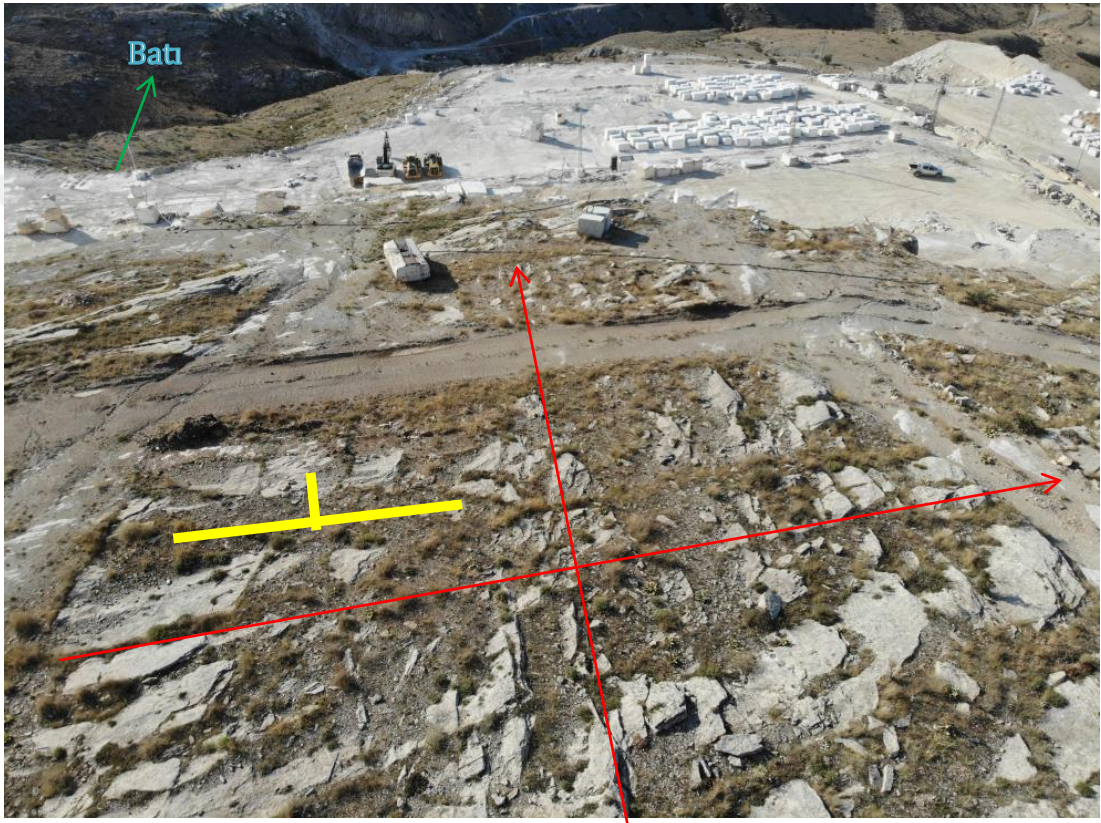
pembe bölgeler hakimdir. Pembeleşme ~350lik bir doğrultuda 40-50m genişlikte etkili görünmektedir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Beş Kireçtaşındaki a)uydu (2015) görüntüsü b-f) ocak ayna görüntüleri b) 1.kademe c-f) batı doğu yönünde 2.kademe

3.2.1.2. Gri kireçtaşlarındaki (PO) ocağın yapısal durumu

Sahada yapılan ölçümler sonucunda tabaka konumları yaklaşık KG-K40D/20-35°B-KB aralığındadır (Şekil 3.10). Sahada 4 farklı konumda etkili olmuş kırık sistemi mevcuttur. Önemli eklemlerin konumları: C: K40°D/45-90°KB yönlü bir açılma kırığıdır ve A ve B: C'ye yaklaşık dik gelişmiş K40-50°B/900, D: tabakalanmaya yaklaşık paralel 15°D/30°GD konumlu ikincil çatlaklardır (Şekil 3.12-13).



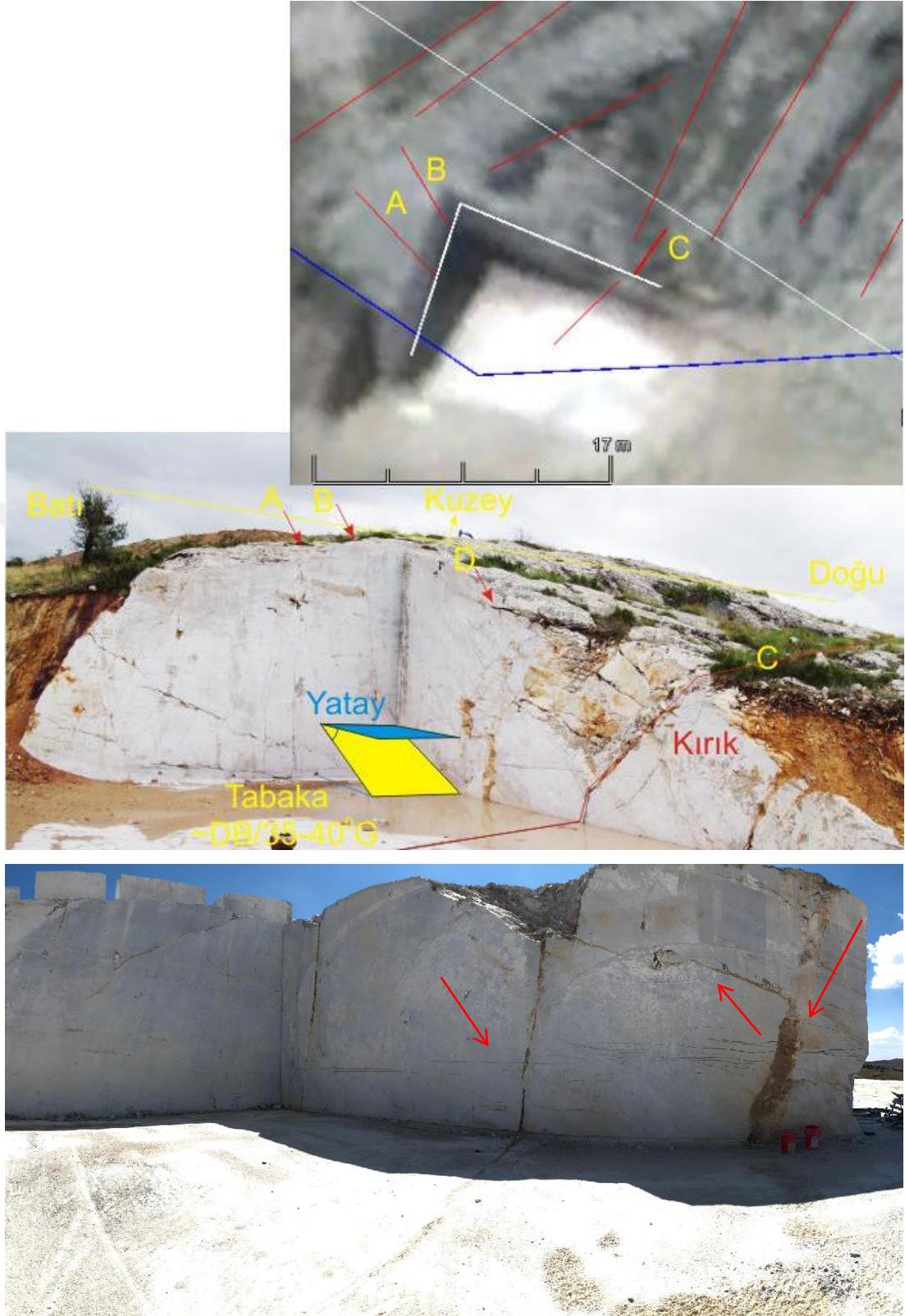
Şekil 3.12. Tabaka konumları ve eklemlerin ilişkisi

Gri kireçtaşlarında gözlenen düşey yönlü kırıklar açılma kırıkları olup açıklıkları 20 cm yi bulur (3.12-17) . Tabakaya paralel gelişen kırıklar makaslama kırığı formunda olup pürüzlü yüzeyleri vardır ve bu yüzeyler arasında suyun hareketi nedeni ile pekleşme gerçekleşmemiştir. Suyunda etkisi ile kırık yüzeylerinde sarı-kahve renkli demirli girdilerin ve tozlaşmanın varlığıda gözlenir. Düşey yönlü kırıklar ve yataya yakın kırıkların birbirini kestiği yerlerde kayaç yoğun gevreklik göstermektedir (Şekil 3.14-16).

Faylanma ile ilişkili kırıklarda breşik zonlar oluşmuştur ve bu zonlar iyi çimentolanmıştır. Kırıkların genişlediği bölümlerde mağara oluşumları gözlenir (Şekil 3.17).



Şekil 3.13. İnceleme alanında yayılım gösteren gri kireçtaşlarında gözlenen açılma kırıklarının uydu ve saha görünüşleri



Şekil 3.14. Gri kireçtaşında açılan aynada gözlenen kırık - çatlaklar ve sahadaki kırık sistemi ile ilişkisi



Şekil 3.15. Gri kireçtaşlarında kademelerde yaygın görülen 3 farklı konumdaki kırık sistemi



Şekil3.16. Kırıkların etkisi ile yoğun eklemlenme gösteren taze kayaç yüzeyi.



Şekil 3.17. Küçük ölçekteki düşey faylanma etkisi ile oluşmuş breş zonları ve mağara oluşumları



Şekil 3.18. Plaka üretiminde deformasyon etkisi ile oluşan eklemleme ve demirli suların pekleşmeye engel olması ile ortaya çıkan etki

3.3. Yerbilişim uygulamaları ile elde edilen bulgular

Sahaya ait dijital jeolojik veriler incelenerek elde edilen bulgular bu bölümde verilmiştir.

3.3.1. Uzaktan algılama bulguları

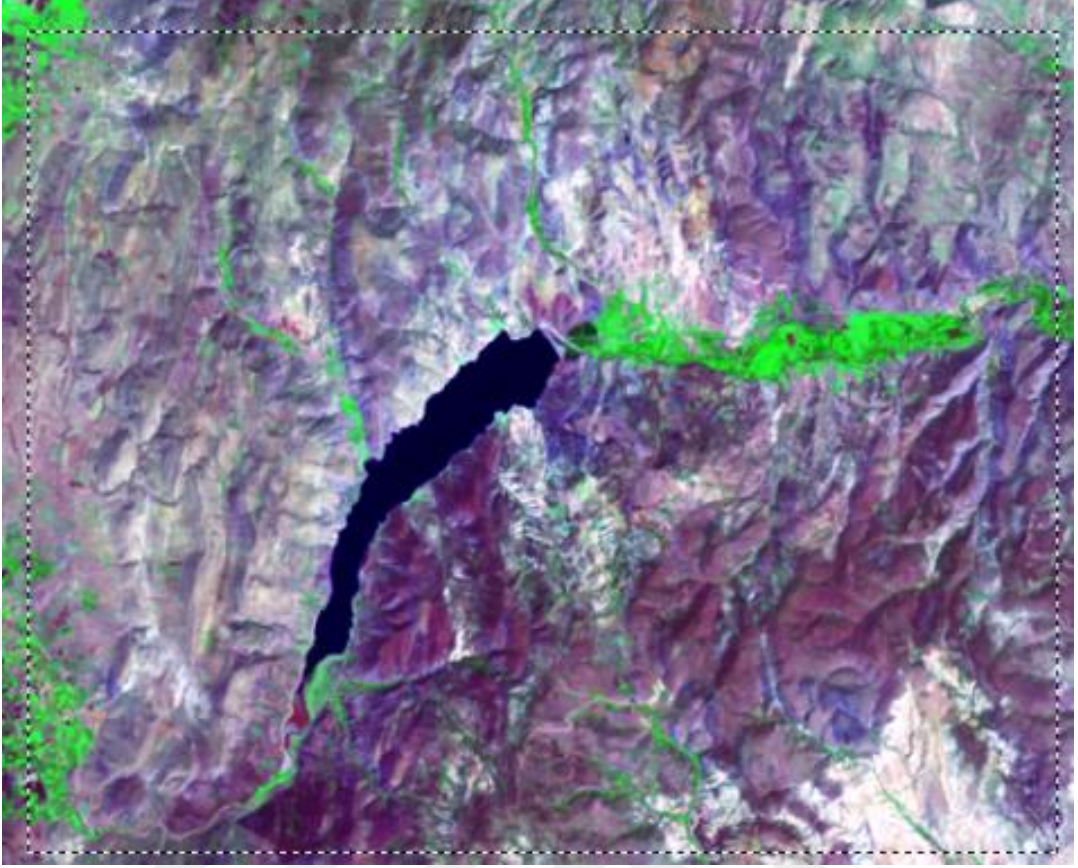
Buradaki amaç uydu görüntülerinde farklı yerbilişim yöntemlerinin uygulanarak çalışma alanında yer alan kireçtaşlarının yayılımlarının ve varsa farklı fasiyeslerinin belirlenmesidir. Saha çalışmalarında görüldüğü üzere iki renkte kireçtaşı yayılımı söz konusudur. Bu nedenle hem civardaki farklı litolojilerin hem de farklı renklere sahip bu kireçtaşlarının ayırımı yapılması hedeflenmiştir.

Uydu görüntüleri ile litolojik birimleri haritalamaya yönelik uzaktan algılama ve görüntü analiz işlemlerinde 1) Sınıflandırma 2) Dekorelasyon Germesi 3) Bant metodları kullanılarak çalışma alanındaki kireçtaşları ve diğer litolojik birimler ayırt edilmeye çalışılmıştır

3.3.1.1. Uydu görüntülerinin eğitimsiz sınıflandırılması

Multispektral görüntüleri sınıflandırma işlemi, piksellerin veri dosya değerlerini esas alarak bireysel sınıflara yada veri kategorilerine sıralama işlemidir. Eğer bir piksel, kriterin belirli bir koşulunu sağlıyorsa, piksel o kritere bağlı sınıfa atanır. Ayrıca bu işlem görüntü bölümlenme olarak belirtilebilir. Orjinal veriden elde etmek istediğiniz bilginin tipine bağlı olarak, sınıflar yer üzerinde bilinen bir özelliklerle ilgili olabilir ya da basit olarak bilgisayarın farklı gördüğü alanları temsil edebilir. Sınıflandırılmış bir görüntü için kara örtüsü haritası, görülen bitki örtüsü, çıplak kara alanları, çayırliklar, kensel alanlar vb. sınıflandırılması örnek olarak verilebilir (Kayadibi vd., 2008).

Çalışma için seçilen Landsat görüntüsünde 7-4-1 kombinasyonu üzerinde (Şekil 3.19) eğitimsiz sınıflama, eğitilmiş sınıflama ve sayısal renk değerleri ile ilgili analizler gerçekleştirilmiş ve aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.



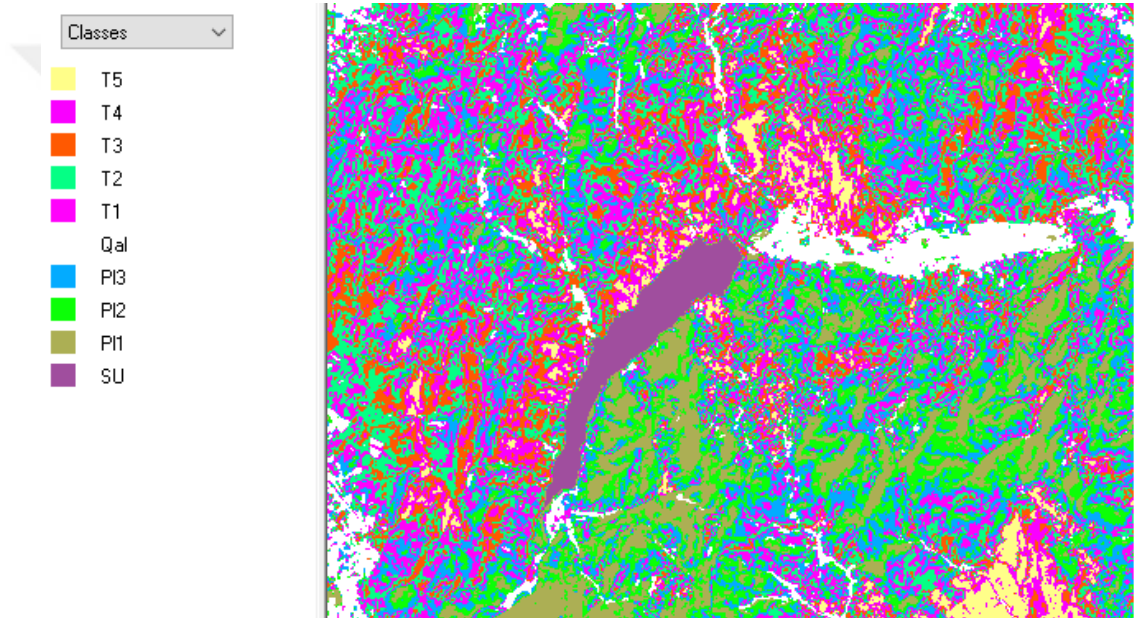
Şekil 3.19. İnceleme alanına ait Landsat 7 (741 kombinasyonu) görüntüsü

Landsat uydu görüntüleri üzerinde eğitimsiz sınıflama yapabilmek için, ilk olarak istenilen bantlarla kombinasyon yapılmış(741), kombine görüntü zenginleştirilmiş ve 10 sınıf olacak şekilde Isodata algoritması ile sınıflandırılmıştır (Şekil 3.20). Yapılan örnek eğitimsiz sınıflama işlemi için sonucunda elde edilen sayısal veriler Çizelge 3.1 deki gibidir. Sonraki aşamada sınıflandırma işlemi. Jeolojik harita üzerine bindirilen sınıflandırılmış görüntüdeki sınıfların hangi jeolojik birime karşılık geldiği incelenmiştir (Şekil 3.21). Eğitimsiz sınıflama sonuçları eğitilmiş sınıflamada kullanılan ocak lokasyonları ve jeolojik harita ile eşleştirilerek yorumlandığında P11 - P13 sınıflarının Paleozoyik birimler olma olasılığı yüksek görünmektedir. T1-T4 sınıfları Tersiyer birimleri, Qal ise Kuvaterner birimleri ifade etmektedir (Şekil 3.20)(Çizelge 3.1).

Aynı sınıflama işlemi ocak alanının yüksek çözünürlüklü Google Earth görüntüsüne uygulanıp sonuç kontrol edilmiştir (Şekil 3.22). Sınıflamanın sağlıklı yapılabilmesi için 2009 yılında ocak açılmadan önceki görüntü

kullanılmıştır. Ancak yine de Google Earth görüntüsünde eğitimsiz sınıflama belirgin bir sonuç sunmamaktadır. Kireçtaşı olan alanlardaki kümeler daha küçük hücrelerden oluşmakta ancak farklı litolojilere işaret eden bir ayırım gerçekleşmemektedir. Çizelge 3.2 de de görüleceği gibi düşük yansıma değerleri ile orta yansıma değerleri sunan 5, 8, 9 ve 10. sınıflar kireçtaşı alanlarına karşılık gelmektedir.

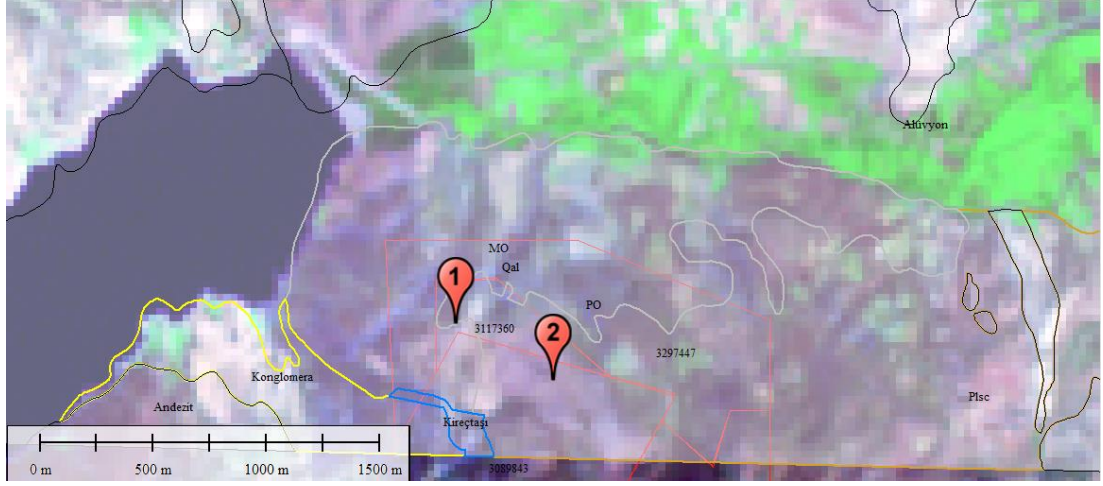
Sonuç itibariyle eğitimsiz sınıflama ancak bir yaklaşım sunabilmekte ve istenen litolojilerin varlığı ya da ayırımı ile ilgili bir yorum yapmak için yeterli görülmemektedir.



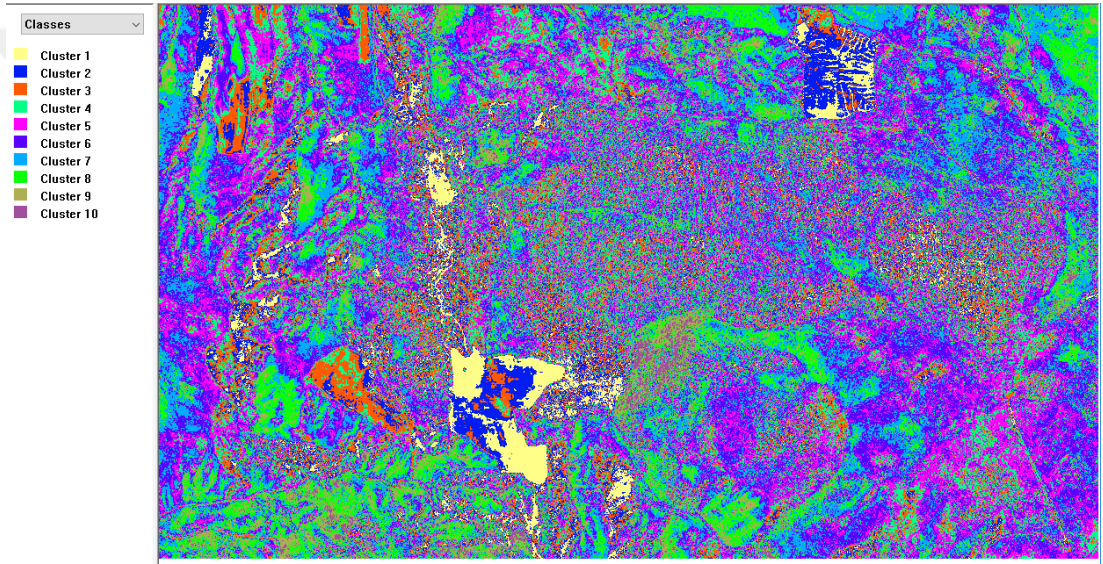
Şekil 3.20. Sınıflama sonucu ve eğitimsiz sınıfların tanımlanması

Çizelge 3.1. Landsat ISODATA kümeleme (clustering) (10 sınıf) istatistikleri

Sınıf	Küme	Örnek sayısı	%	Alan(Hektar)
1-T5	Cluster1	6,892	3.6	620.28
2-T4	Cluster2	12,477	6.5	1,122.93
3-T3	Cluster3	21,975	11.5	1,977.75
4-T2	Cluster4	30,606	16	2,754.54
5-T1	Cluster5	33,570	17.5	3,021.30
6-Qal	Cluster6	10,234	5.3	921.06
7-P13-Kçt	Cluster7	30,482	15.9	2,743.38
8-P12	Cluster8	24,555	12.8	2,209.95
9-P11	Cluster9	16,842	8.8	1,515.78
10-Su	Cluster10	3,957	2.1	356.13
	Total	191,590	100	17,243.10



Şekil 3.21. Landsat-7 uydu görüntüsünün jeolojik harita ile birlikte gösterimi



Şekil 3.22. Google Earth görüntüsüne uygulanmış sınıflama sonucu

Çizelge 3.2. Google Earth görüntüsü (10 sınıf ISODATA) renk değerlendirme istatistikleri

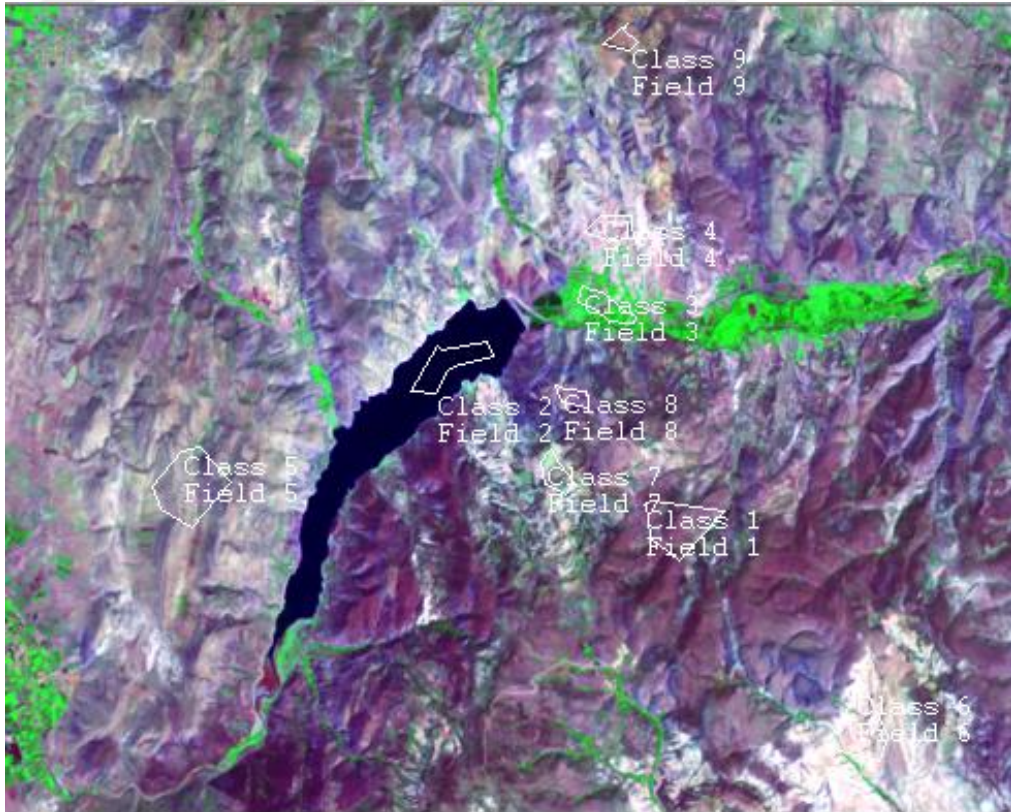
Küme-Sınıf	Piksel sayısı	%	Kanal Renk Değeri Ortalaması		
			1 (R)	2(G)	3(B)
1	22,601	3.3	240.5	236.7	214.6
2	39,487	5.8	210.6	204.1	183.5
3	60,350	8.8	182.4	178.7	161.5
4	88,103	12.8	160.8	157.5	141.4
5	118,500	17.3	143.5	139.5	123.4
6	136,148	19.8	127.4	123.1	107.4
7	114,193	16.6	109.1	106.4	92.7
8	72,000	10.5	88.4	88.5	77.2
9	26,667	3.9	62.4	66.5	57.2
10	8,479	1.2	28.3	34.7	27.4

3.3.1.2. Uydu görüntülerinin eğitilmiş sınıflandırılması

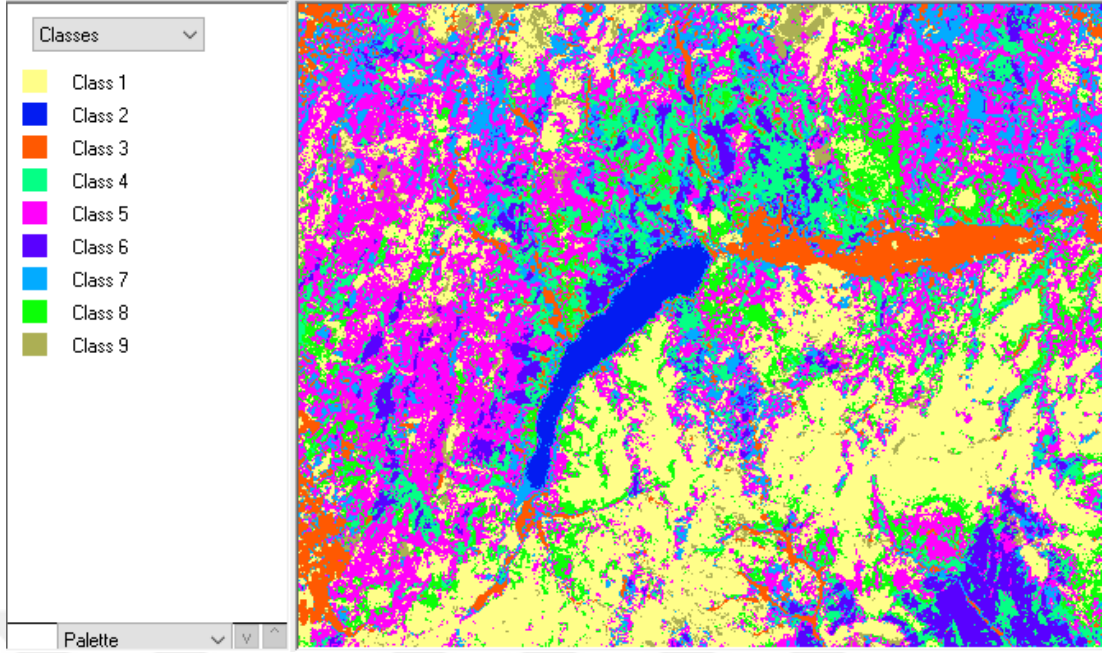
Landsat görüntüleri üzerinde çalışma alanında mevcut olan farklı birimlerin ve unsurların olduğu alanlar çizilmiş Multispec yazılımında eğitim (test) alanları olarak tanımlanmıştır (Şekil 3.23). Sınıf 2 su alanı, Sınıf 3 Kuvaterner alanları, Sınıf 4-6-7-9- Tersiyer kayaçları, sınıf 1 ve 5 Paleozoyik birimleri ve 8. sınıf sadece kireçtaşı olan alanları temsil eder.

Test alanlarının tanımlanmasından sonra yapılan eğitilmiş sınıflamada fotojeoloji haritasına benzer özellikler gösteren sahalara belirlenmiştir. Bu aşamada eşik değeri miktarında (threshold-hesaba katılacak en uygun radyometrik değeri) denemeler yapılarak en uygun eşik değeri seçilmiştir. Yapılan sınıflamada eşik değeri %90 olarak seçilmiştir.

Çizelge 3.3’de yapılan eğitilmiş sınıflama sonucunda elde edilen istatistik verileri görülmektedir. Eşik değeri değiştirildiğinde bu oranlarda değişmektedir. Seçilen eşik değeri göre elde edilen sonucun en uygun dağılımı göstermekte olduğu düşünülür.



Şekil 3.23. Eğitilmiş sınıflamada test alanlarının tanımlanması (Landsat)



Şekil 3.24. Landsat görüntüsü Eğitilmiş sınıflama sonucu

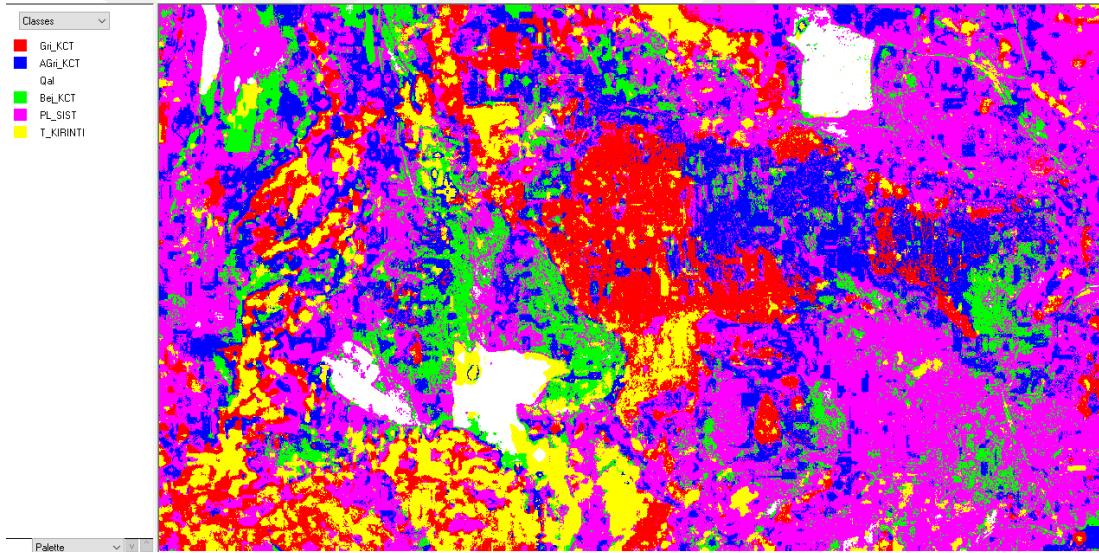
Çizelge 3.3. Landsat görüntüsü eğitilmiş sınıflama sonucunda elde edilen sayısal verilere ait istatistikler.

Sınıf	Küme	Örnek sayısı	%	Alan (Hektar)
1-Pl	Class 1	51,167	26.7	4,605.03
2-Su	Class 2	3,386	1.8	304.74
3-Qal	Class 3	11,417	6	1,027.53
4-T	Class 4	20,039	10.5	1,803.51
5-Pl	Class 5	54,260	28.3	4,883.40
6-T	Class 6	10,644	5.6	957.96
7-T	Class 7	18,802	9.8	1,692.18
8-Kçt	Class 8	17,070	8.9	1,536.30
9-T	Class 9	4,805	2.5	432.45
	Total	191,590	100	17,243.10

Google Earth görüntülerinde yapılan test alanı tanımlamaları (Şekil 3.25) sonucunda 6 sınıflık bir sınıflama yapılmıştır. Sınıflama performansının verildiği Çizelge 3.4 incelendiğinde eğitim alanlarının çokluğu veya renk benzemezliğinin varlığı sonucun doğruluğunu yüksek oranda etkilemektedir. Genel sınıflandırma performansı $(30472 / 46397) = 65.7\%$ dir. Alüvyon (Qal) ve şistler dışındaki birimler düşük doğruluk oranına sahiptir. Gri kireçtaşları göreceli olarak yüksek (68.7%), açık gri, bej ve kırıntılı kayalar ise düşük ayırt edilme oranlarına sahiptirler. Bunun nedeni hücre renk değerlerinin birbirlerine yakın olmasıdır.



Şekil 3.25. Eğitimli sınıflamada test alanlarının tanımlanması (Google)



Şekil 3.26. Google Earth görüntüsü Eğitimli sınıflama sonucu

Sonuç olarak eğitimli sınıflama eğitimsiz sınıflamaya göre daha başarılıdır ve test alanları arttırıldıkça başarı oranı artmaktadır.

Çizelge 3.4. Google görüntüsü eğitilmiş sınıflama sonucunda elde edilen Eğitim alan performansı.

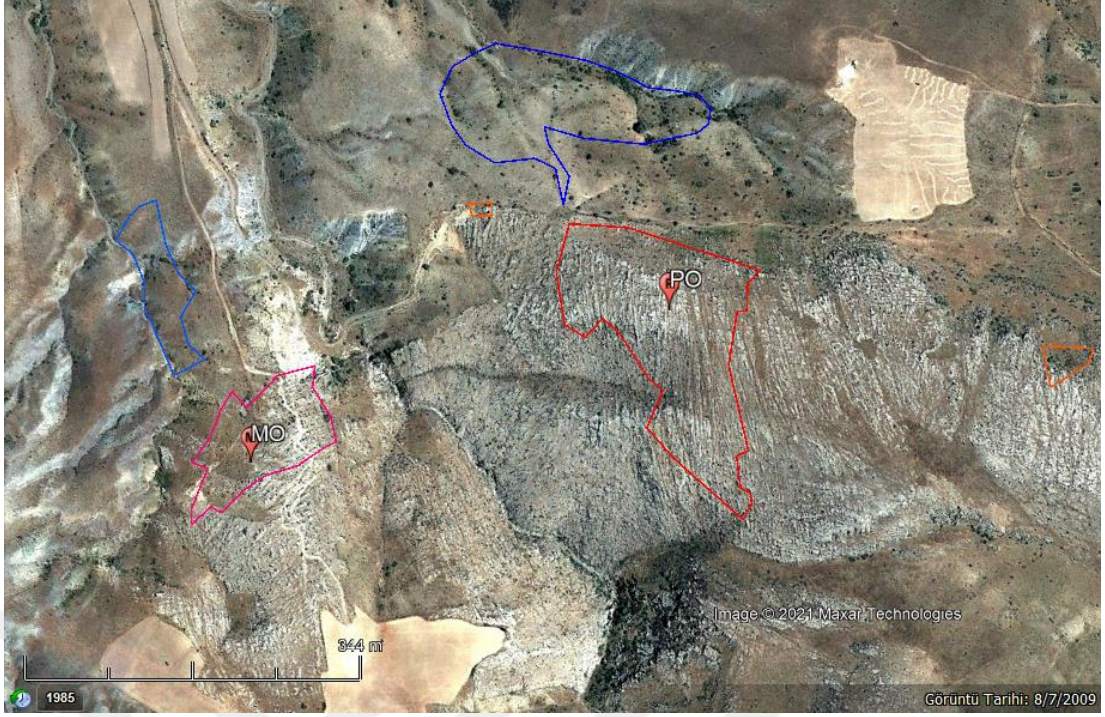
				Sınıftaki	örnek	sayısı			
Sınıf	Sınıf	Doğruluk		1	2	3	4	5	6
Adı	No	(%)	Örnek Sayısı	Gri_KCT	AGri_KCT	Qal	Bej_KCT	PL_SIST	T_KIRINTI
Gri_KCT	1	82.8	8484	7028	624	0	86	311	435
AGri_KCT	2	66.4	6088	627	4040	0	563	767	91
Qal	3	98.3	2759	0	0	2711	20	0	28
Bej_KCT	4	53.4	3683	81	912	6	1967	555	162
PL_SIST	5	58.2	21877	1764	3670	10	1635	12741	2057
T_KIRINTI	6	56.6	3506	734	461	0	199	127	1985
Toplam			46397	10234	9707	2727	4470	14501	4758
Güvenilirlik doğruluğu(%)*				68.7	41.6	99.4	44	87.9	41.7

3.3.1.3. Zamansal değişim

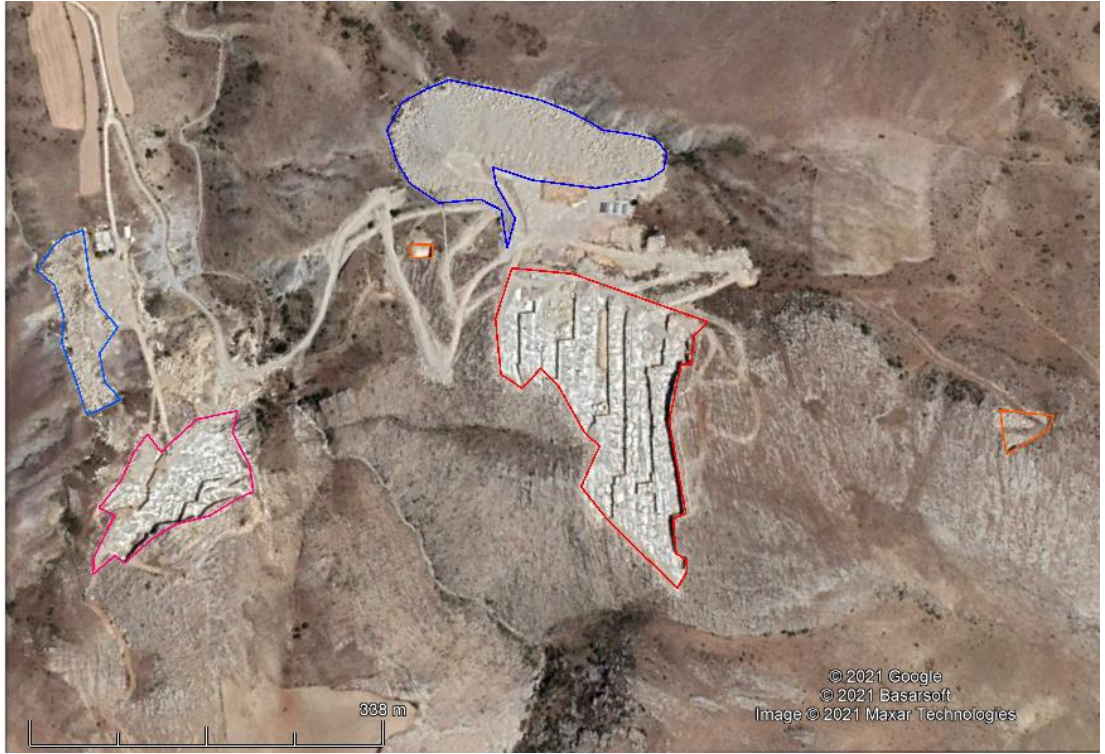
Ocak alanlarında meydana gelen değişimlerin tespitinde farklı zamanlara ait uydu görüntüleri kullanımı işletmenin planlanması ve takibinde kullanışlı bir seçenektir.

Bu amaçla 2009-2020 yılları arasında ocak alanlarında meydana gelen değişimler yüksek mekânsal çözünürlüklü Google Earth görüntülerinin kullanımı ile takip edilmiştir. Buna göre ocak alanında 2009-2012 yılları arasında faaliyet gözlenmezken, 2013 yılından itibaren faaliyetler başlamıştır. Çalışmalar 2020 yılına kadar aralıklarla sürmüştür.

Bu süreçte Gri kireçtaşlarının olduğu PO bölgesinde yaklaşık 3,14Ha alanda kazı yapılmış ve 2.34HA alanda pasa biriktirilmiştir. Bej kireçtaşlarının olduğu MO bölgesinde 1.23 Ha alanda kazı yapılmış, 0.68 Ha alanda pasa biriktirilmiştir. Ayrıca PO bölgesinde 0.11 HA alanda deneme üretimi yapılmıştır.



Şekil 3.25. Arazinin 2009 yılına ait uydu görüntüsü (inceleme konusu mermer ocakları henüz açılmamışken)



Şekil 3.26. Arazinin 2020 yılı görüntüsü (inceleme konusu ocaklar faaliyettedirken)

3.3.2. Görüntü analizi bulguları

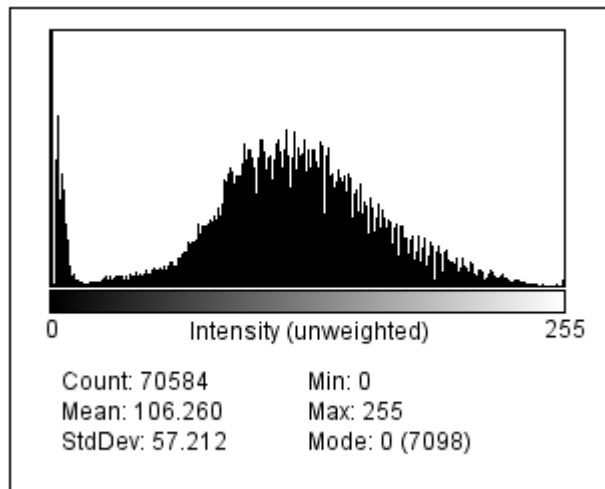
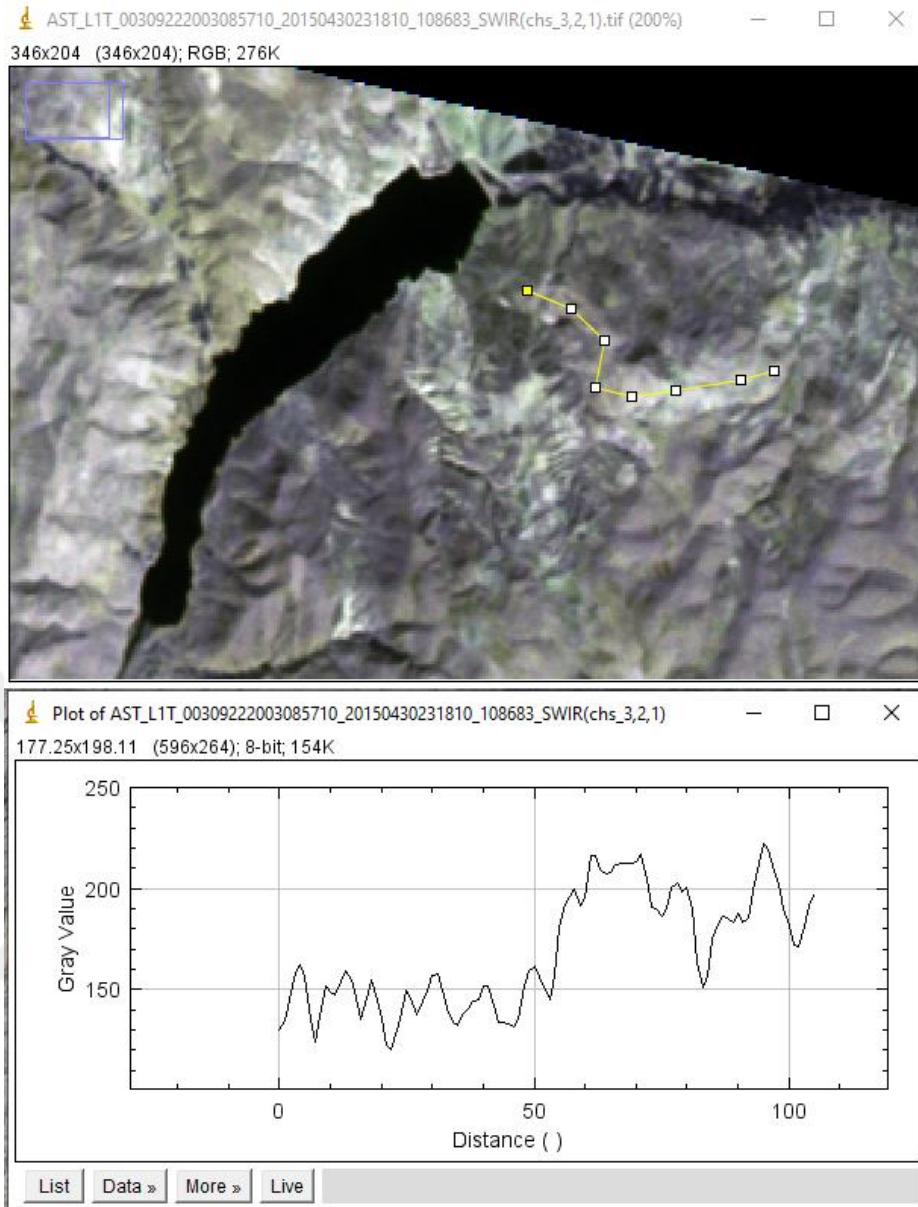
Çalışmanın bu bölümünde bant kombinasyonları, bant oranlaması, dekorelasyon germesi ve temel bileşen analizi yöntemleri uygulanmıştır.

3.3.2.1. Bant kombinasyonları ve sayısal renk değerlendirmesi

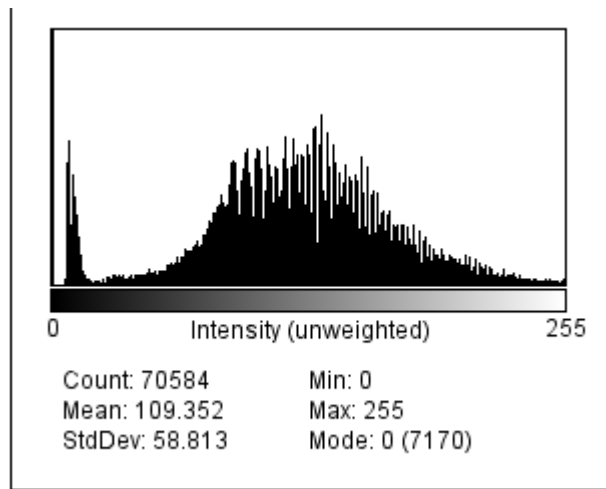
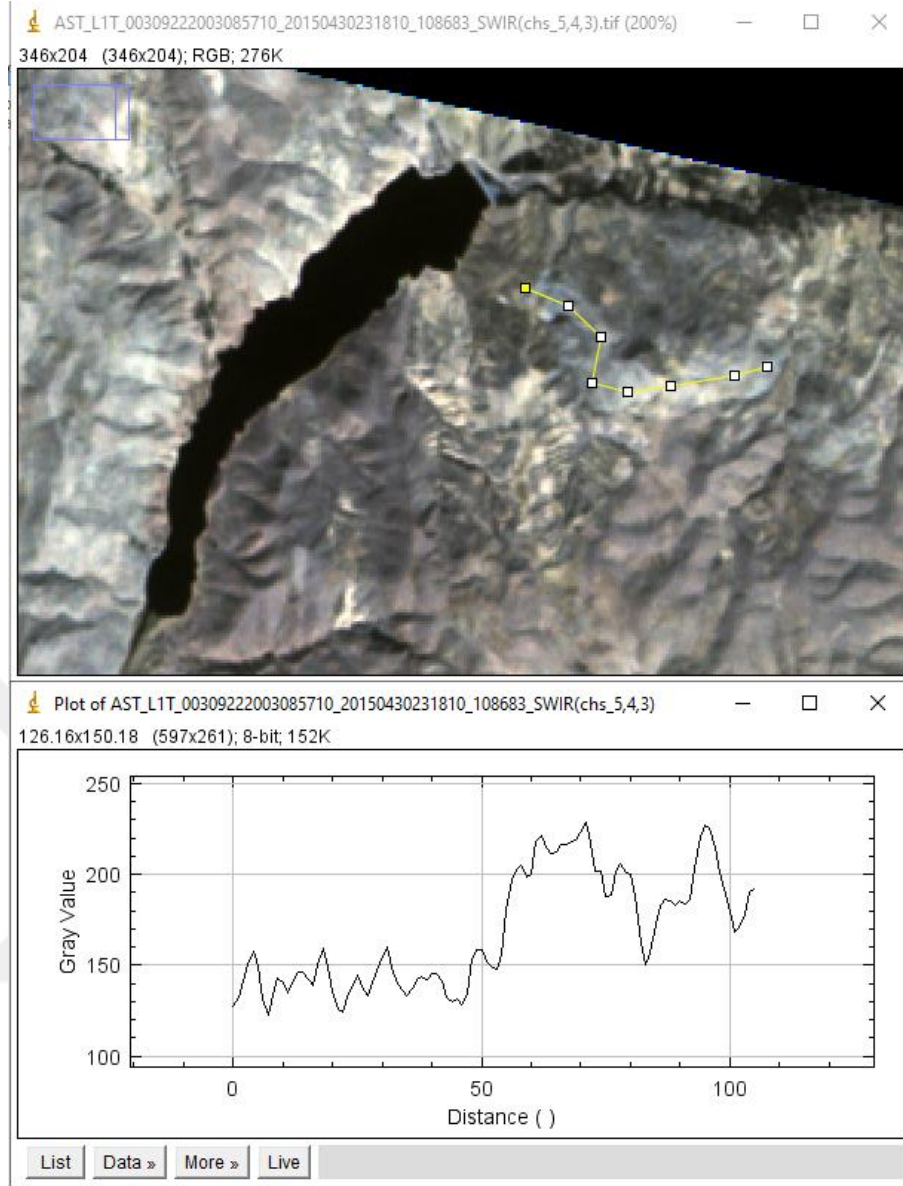
Bant kombinasyonları için pek çok olasılık bulunmaktadır. Bu olasılıklardan 2005 yılına ait ASTER uydu görüntüsü SWIR bantlardan 321 ve 543 kombinasyonları karşılaştırma yapabilmek için seçilmiş ve incelenmiştir. imageJ programı ile her bir banta ait sayısal renk değerleri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu değerler 8 bit olan görüntü bantlarında 0-255 arasında değişmektedir. 0 değeri yansıma verisi olmayan siyah pikselleri 255 ise en yüksek yansıma verisine sahip beyaz pikselleri temsil eder. Buna göre kireçtaşlarının farklı kombinasyonlarda verdikleri sayısal yansıma değerlerinin test alanlarının kullanımı ile bulunması amaçlanmıştır. Öncelikle genel görüntü alanının histogramları ile renk değeri aralıkları belirlenmiştir (Şekil 3.27-28). Sonra ocak alanlarının bulunduğu bölgeler test alanı olarak kullanılmıştır. Ocak sahasının ocak açılmadan önceki RGB değerlerine ait istatistiksel sonuçlar elde edilmiştir. Bu renk değerleri kireçtaşı mostralarının tespiti açısından önemlidir. Kireçtaşı hattı ortalama bir profil ile belirlenmiş ve bu profil boyunca renk değerleri tespit edilmiştir (Şekil 3.27-38)

Sayısal renk değerleri seçili kireçtaşları içeren mostra profiline göre, 321 kombinasyonu için: en düşük 129 en çok 222 ve ortalama 175.5; sınıflamalarda kullanılan 543 kombinasyonu için: en düşük 127, en çok 227 ve ortalama 177 değerlerini göstermektedir (Şekil 3.28).

Bu değerler ham görüntülerdeki genel histogram içerisinde sınır değer olarak kullanıldığında 321 kombinasyonunda kireçtaşı mostralarının ayırt edilebilir olmadığı, sınıflamalar için de kullanılan 543 kombinasyonunda ise yüksek oranda ayırt edilebilir olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 3.27. ASTER SWIR 321kombinasyonu ve kireçtaşlarının sayısal renk değer profili ve görüntünün histogramı



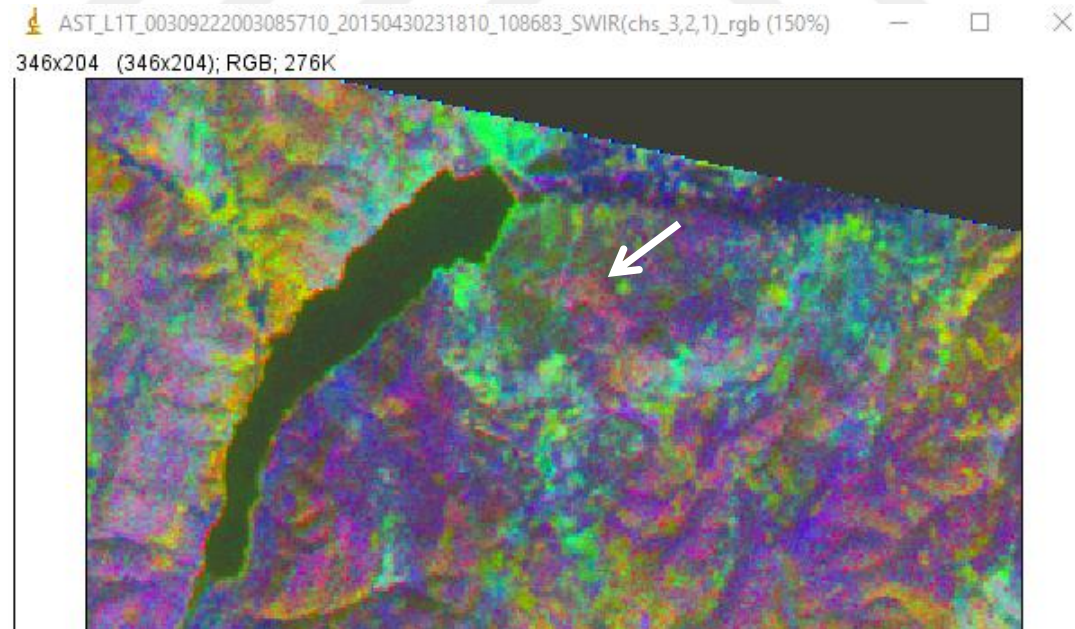
Şekil 3.28. ASTER SWIR 543 kombinasyonu ve kireçtaşlarının sayısal renk değer profili

3.3.2.2. Dekorelasyon germesi

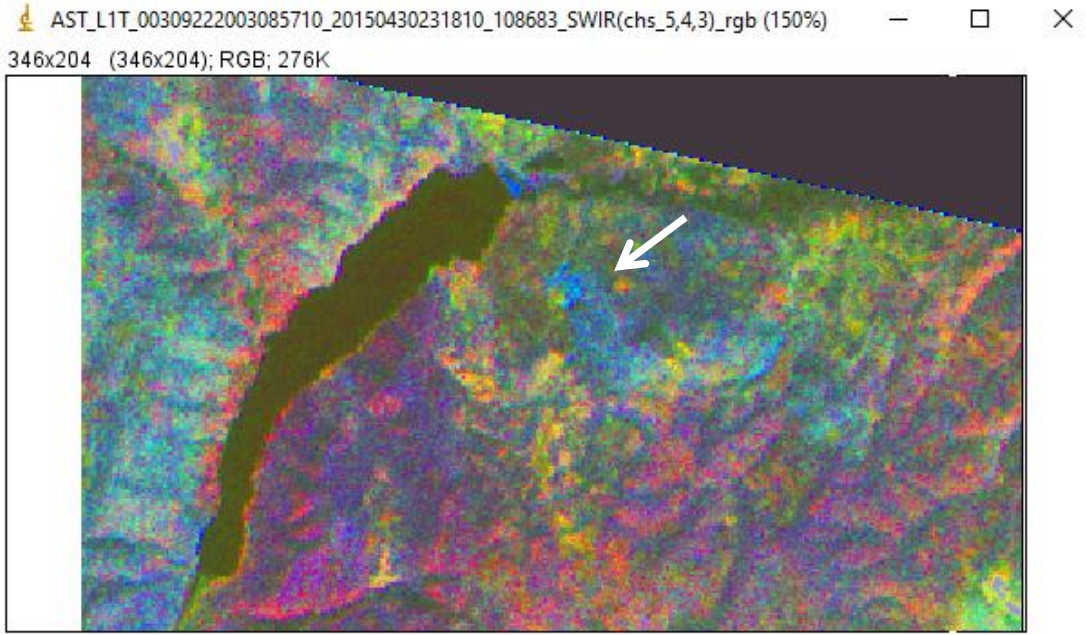
Bu metod farklı veri bantları arasındaki farkı en üst düzeye çıkarmak için kullanılır. Bantlardaki veriler öz vektör (eigen vector) ve kovaryans matrisi (covariance matrix) kullanılarak değerlerinin maksimize edildiği ve ilk haliyle karşılaştırıldığı bir işleme tabi tutulurlar. Seçilen kombinasyonlara Dekorelasyon germesi (DS) uygulanmış ve kireçtaşı mostralarının ayırt edilip edilmediği kontrol edilmiştir (Şekil 3.29-30).

Aster 321 kombinasyonunda DS sonrası oluşan görüntüde kireçtaşlarının pembe tonlarında ayrıldığı görülmüştür. Ancak yeterli bir görsel ayırım olmadığı anlaşılmaktadır (Şekil 3.29). Aster 542 kombinasyonunda ise kireçtaşı mostraları belirgin biçimde mavi renklere ayrılmaktadır.

Sonuç olarak 543 kombinasyonunda test alanlarındaki sayısal değerler ve dekorelasyon gerilmeleri uygulaması ocak alanları ve eğitimli sınıflama sonuçları ile birlikte değerlendirildiğinde sahadaki kireçtaşı mostralarının yüksek bir doğruluk oranı ile belirlenebildiği ortaya çıkmaktadır.



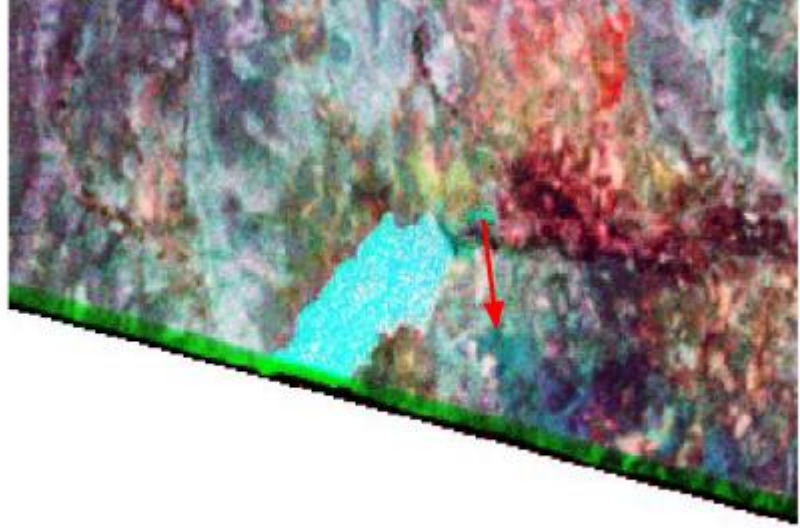
Şekil 3.29. ASTER SWIR 321 Dekorelasyon (RGB) gerilmesi uygulanmış görüntü.



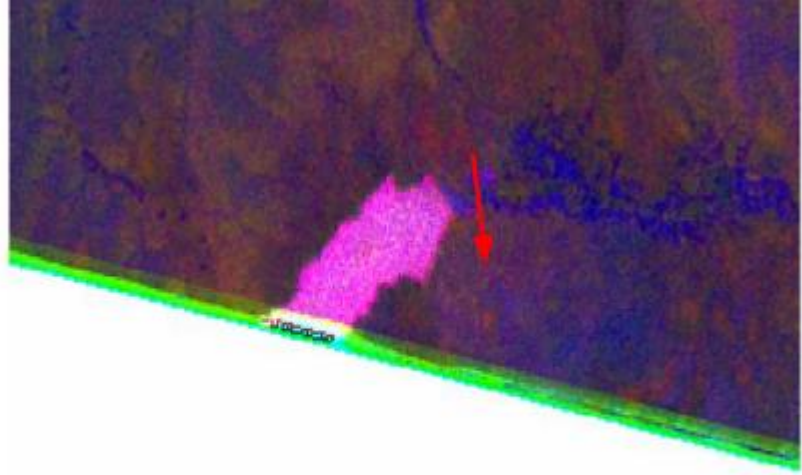
Şekil 3.30. ASTER SWIR 543 Dekorelasyon (RGB) gerilmesi uygulanmış görüntü. Parlak mavi kireçtaşı mostraları

3.3.2.3. Bant oranlaması

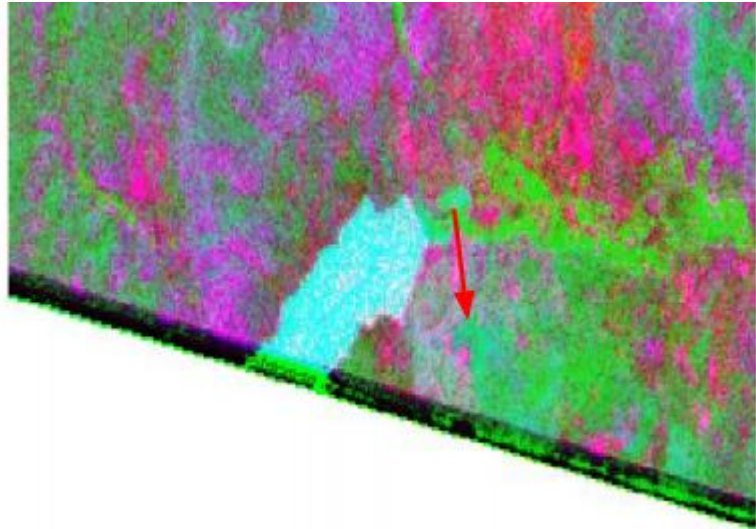
Bant oranlaması ile materyaller arasındaki spektral farklılıklar belirginleştirilir. Ayrıca topografik ve gölge etkileri en aza indirilir. Ayrıca oran görüntülerinden renkli kombinasyonlar yapılarak daha yorumlanabilir görüntüler elde edilebilir. Elektromanyetik spektrumun dalga boylarındaki belirli absorpsiyona, bazı kimyasal element ve iyonların bulunması, bazı elementlerin iyonik yüklemesi ve elementler arasındaki kimyasal bağların geometrisi neden olur. Bant oranlaması yöntemi ile materyallerin bu spektral özellikleri kullanılarak çevrelerine göre daha belirgin hale getirilebilir (Kayadibi vd., 2008). Bu amaçla oluşturulan spektral kütüphane (USGS) verileri kullanılarak jeolojik çalışmalar için bir oranlama indeksi oluşturulmuştur (Şekil 3.31). Bu indekse dayanarak karbonat ve türevlerini belirlemede kullanılan yeni oranlar oluşturulmuş bu oranlardan kompozit görüntüler oluşturulmuştur. Astere ait termal bantların oranlamaları çalışma alanının çok küçük olması nedeniyle tatmin edici sonuç vermemiştir. Ancak SWIR bantları ile elde edilen oranlamalarda yeni oranlar denenmiş ve 6+5/3 (R), 8+9/4 (G), 5/3 (B) kombinasyonunun çok iyi ayrım sağladığı görülmüştür (Şekil. 3.32)



Bant oranı R: $6+5/3$ G: $8+9/4$ B: $5/3$



Bant oranı: R: $6+8/9$ G: $6+7/8$ B: $6/1$



Bant oranı R: $7+8/9$ G: $5/4$ B: $5/3$

Şekil 3.31. Aster ile yapılmış bant oranlama görüntüleri

Name	Specific Formula
Alteration	SWIR_Band4/SWIR_Band5
Alunite/Kaolinite/Pyrophyllite	(SWIR_Band4+SWIR_Band6)/SWIR_Band5
Amphibole	SWIR_Band6/SWIR_Band8
Amphibole / MgOH	(SWIR_Band6+SWIR_Band9)/SWIR_Band8
Basic Degree Index - SiO ₂	TIR_Band12/TIR_Band13
Carbonate	TIR_Band13/TIR_Band14
Carbonate/Chlorite/Epidote	(SWIR_Band7+SWIR_Band9)/SWIR_Band8
Dolomite	(SWIR_Band6+SWIR_Band8)/SWIR_Band7
Epidote/Chlorite/Amphibole	(SWIR_Band6+SWIR_Band9) / (SWIR_Band7+SWIR_Band8)
Ferric Oxides	SWIR_Band4/VNIR_Band3N
Ferrous iron	(SWIR_Band5/VNIR_Band3N) + (VNIR_Band1/VNIR_Band2)
Ferrous Silicates	SWIR_Band5/SWIR_Band4
Host Rock	SWIR_Band5/SWIR_Band6
Kaolinitic	SWIR_Band7/SWIR_Band5
Laterite	SWIR_Band4/SWIR_Band5
Muscovite	SWIR_Band7/SWIR_Band6
Phengitic	SWIR_Band5/SWIR_Band6
Quartz Rich Rocks	TIR_Band14/TIR_Band12
Sericite/Muscovite/Illite/Smectite	(SWIR_Band5+SWIR_Band7) / SWIR_Band6
Silica 1	TIR_Band11/TIR_Band10
Silica 2	TIR_Band11/TIR_Band12
Silica 3	TIR_Band13/TIR_Band10
Silica 4	(TIR_Band11 TIR_Band11) / (TIR_Band10/TIR_Band12)
Simple Ratio MIR/Red Eisenhydroxid-Index	SWIR_Band6/VNIR_Band2
Simple Ratio SWIRI/NIR Ferrous Minerals	SWIRI/VNIR_Band3N
SiO ₂	TIR_Band13/TIR_Band12

Şekil 3.32. Aster Bant oranları indeksi (Kalinowski ve Oliver, 2004)

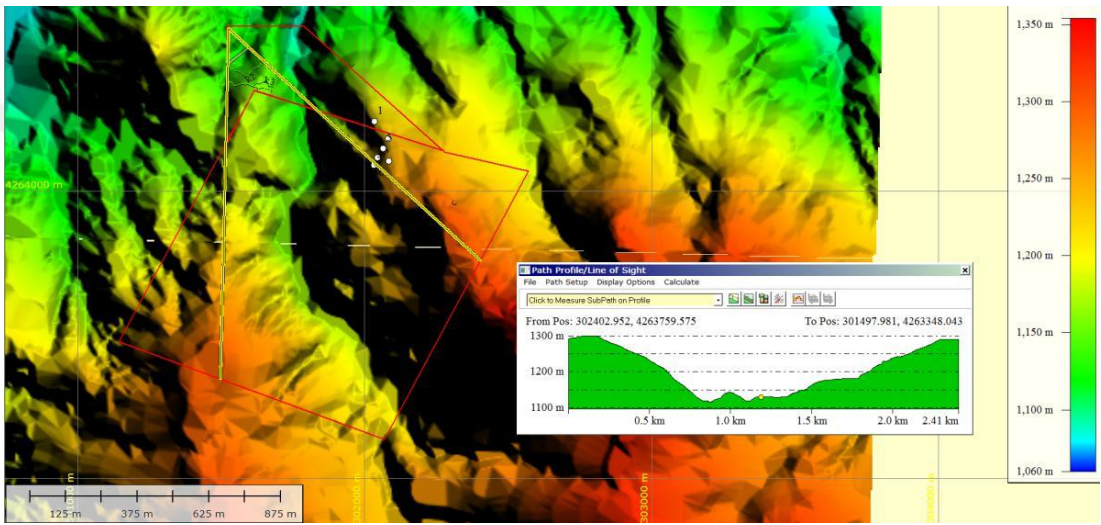
4.4.3. CBS Bulguları

Dijital jeoloji verileri elde edip yorumlayabilmek için sahaya ait Aster DEM verisi ve 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalardan üretilen sayısal yükseklik modeli kullanılmıştır (Şekil 3.33). Bu model ile bej kireçtaşlarının yayılım alanlarına ait yükseklik değişimi, yamaç eğim miktarları ve yamaç eğim yönleri analiz edilmiştir.

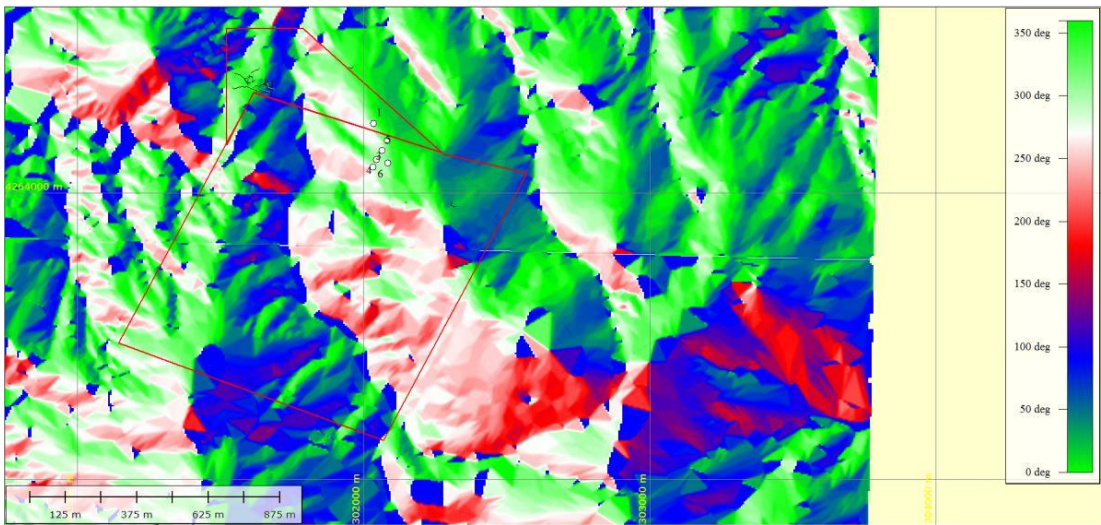
İnceleme alanına genelinde morfolojik bulgular şöyledir; Saha orta engebededir, yükseklikler 1100-1300 metre aralığında değişir. Yamaç eğim yönleri işletme bölgelerinde 250-300 derece arasında, eğim miktarları ise %15-30 arasında değişir (Şekil3.33-35).

Ocak alanlarındaki morfolojik veriler incelendiğinde ise yükseklik ortalaması 1250 metre olarak bulunmuştur. Yamaç eğim miktarları ortalaması % 18, yamaç eğim yönü ortalaması ise 300 derece olarak bulunmuştur.

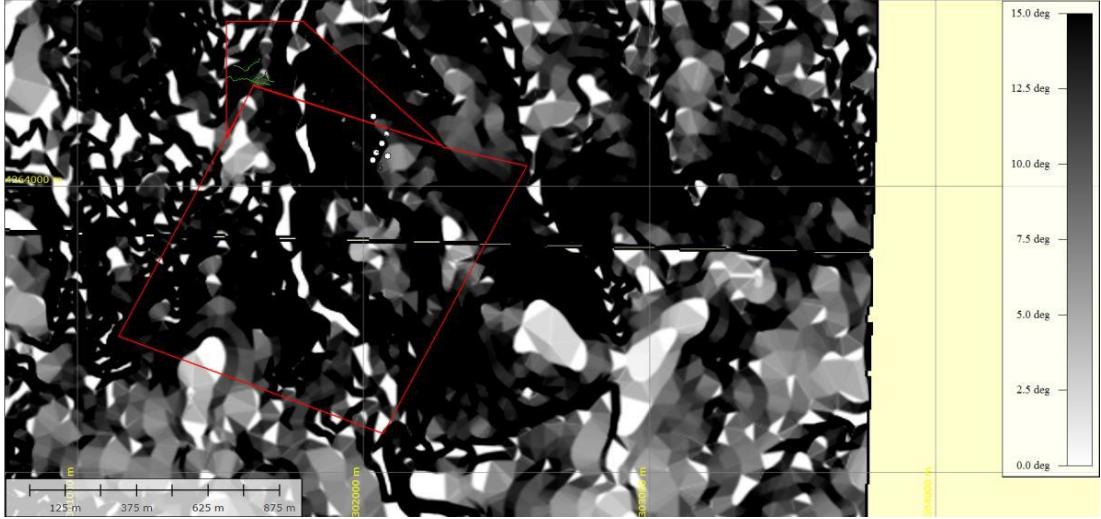
Bu kriterleri sağlayan bölgeler eğitilmiş sınıflama sonuçları ile birlikte değerlendirildiğinde büyük oranda örtüştüğü görülmüştür. Bu da bej kireçtaşı içeren mostralarm çoğunlukla 1200-1350 m ler arasında, kuzeye ve batıya eğimli, orta ve yer yer dik eğimlere sahip morfolojilerde aranması gerektiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 3.33. İnceleme alanının 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritadan üretilmiş sayısal yükseklik haritası ve ocak doğrultusuna dik en kesit



Şekil 3.34. Çalışma alanının bakı (yamaç eğim yönü) haritası



Şekil 3.35. Çalışma alanının yamaç eğim miktarı haritası

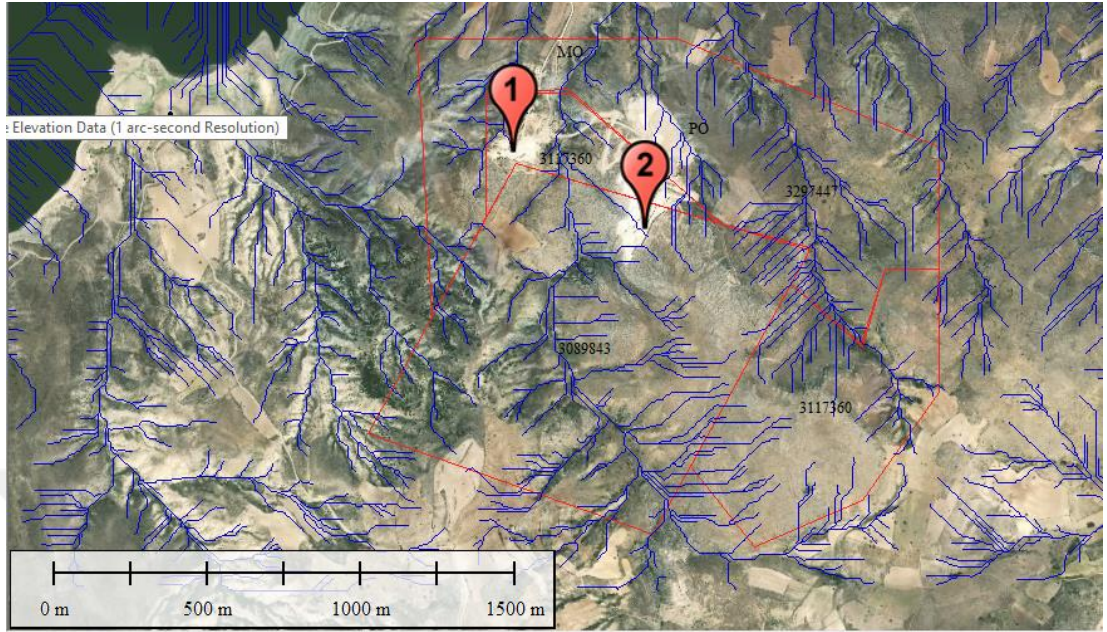
Vadi sistemleri litolojiler ve tektonizma ile ilişkilidir. Tektonik olarak deformasyon olan alanlarda çizgisellikleri belirgin ve düzgündür. Geçirimsiz kayalar daha sık vadi sistemlerine sahiptir. Kireçtaşları ise yarı geçirimli kayalardır. Bu nedenle düzensiz vadiler orta ve az yoğunlukta görülürler. İnceleme alanında vadi sistemleri çoğunlukla birbirine paralel olup, ağaç dalı (dendritik) ve tektonizmaya ilişkili olarak çizgisellikleri yoğun olarak gözlenmektedir.

İnceleme alanında konumları bilinen kireçtaşı kütlelerinde mevcut vadi sistemlerini belirlemek için SYM kullanılarak drenaj ağı modeli oluşturulmuştur. Bu veri ocak lokasyonları için değerlendirildiğinde kireçtaşlarında yoğun bir drenaj ağı olmadığı seyrek paralel drenaj ağı olduğu gözlenir. Şistlerde ve kırıntılı kayalarda dendritik ve yarı paralel drenaj ağlarının hakim olduğu belirlenmiştir. Şistlerde sıklaşan vadi sistemleri Tersiyer birimlerinde ise düzensizleşir ve yoğun paralel çizgiler şeklinde gözlenir (Şekil 3.36).

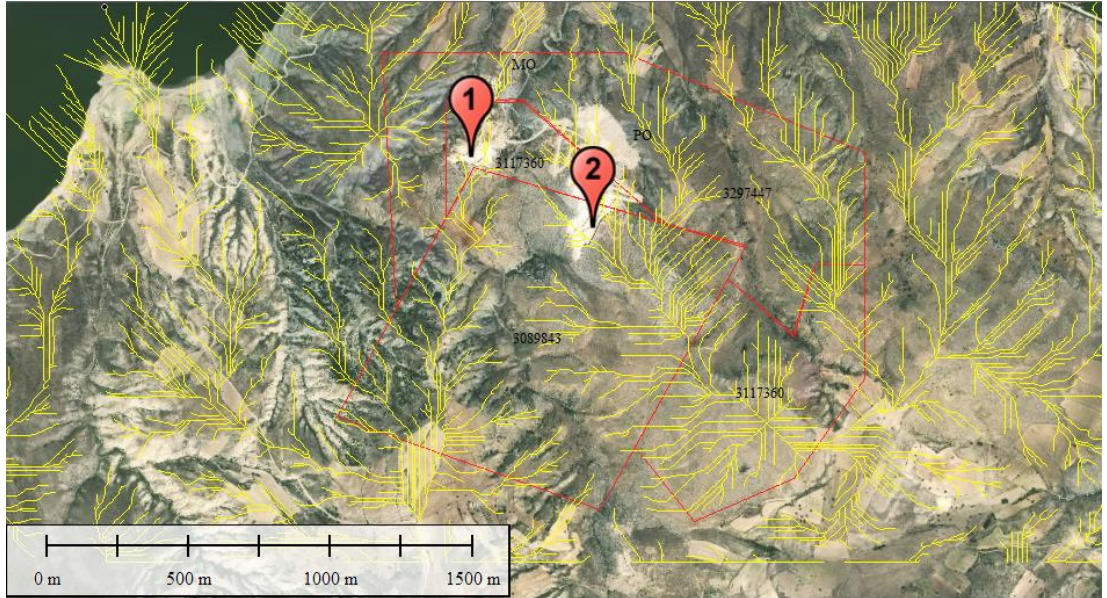
Sırt ağları inceleme yapılan alandaki kayaç kütlelerinin yapısal durumunu ifade ederler. Yani kütlelerin genel doğrultuları ve varsa tektonik etkilenmelerini yorumlamada kullanılabilirler.

SYM kullanılarak yapılan sırt ağı analizinde kireçtaşı olan bölgelerde çok yoğun sırt ağı oluşumu gözlenmektedir. Ancak tektonik etkiler burada da kendini göstermektedir. Genel itibari ile KB GD yönlü bir yapılaşma görülen sahanın

kireçtaşlarının olduğu kesimlerde farklı yönere doğru gelişen sırt ağı yapısı tektonizmanın etkisindedir (Şekil 3.36).



Şekil 3.36. İnceleme alanına ait drenaj ağı

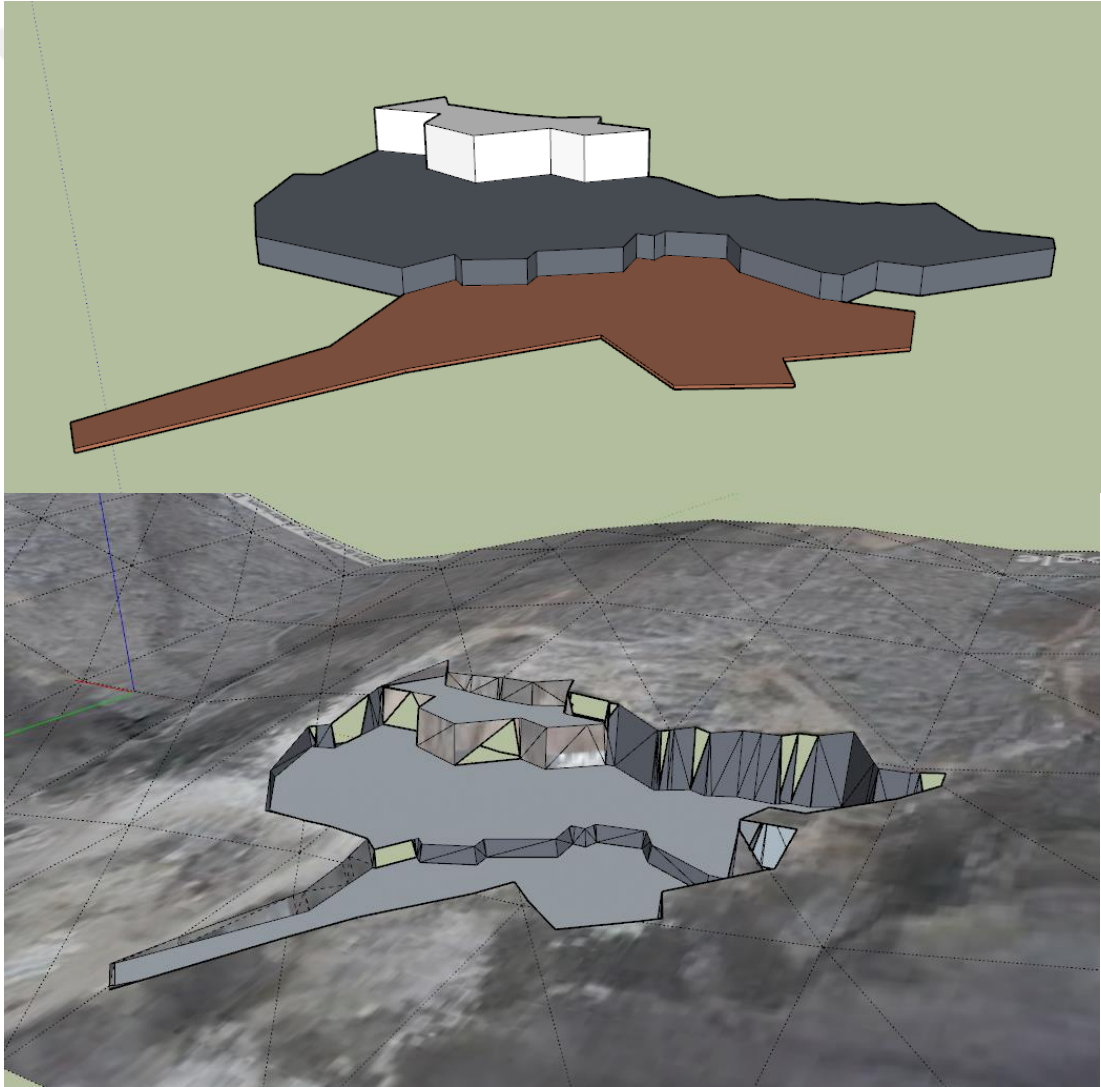


Şekil.3.37. İnceleme alanına ait sırt ağı

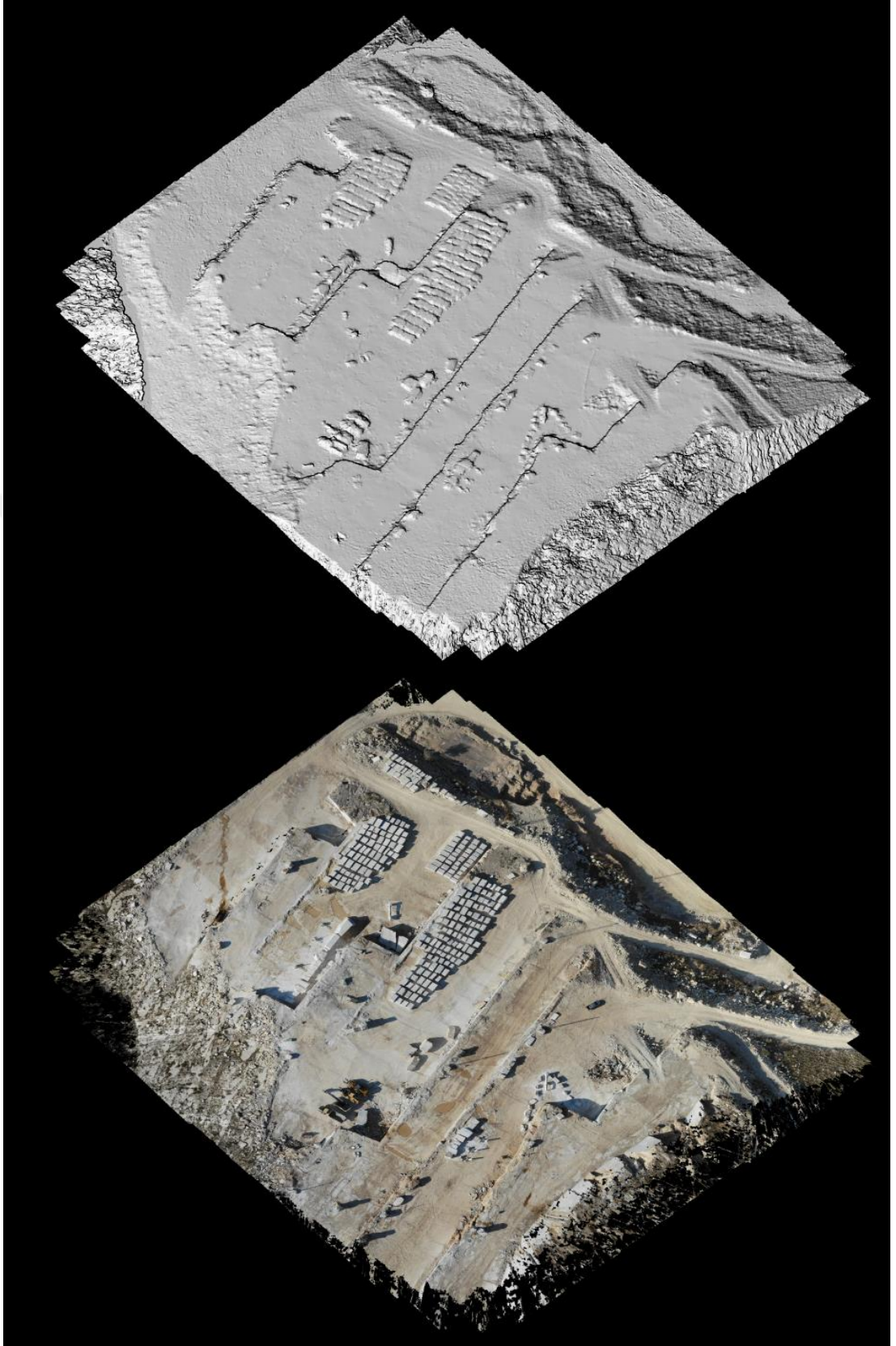
3.3.4. BDTM ile elde edilen bulgular

Bu aşmada her bir kademe sketchup kullanılarak modellenmiş ve arazi modeli üzerine yerleştirilmiştir. Ayrıca iha ile alınan ortofotolar Dronemapper yazılımı ile işlenerek sahanın sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. görüntüler bu modele giydirilmiş ve ocak alanının 3 boyutlu sanal bir modeli oluşturulmuştur (Şekil 3.38-42).

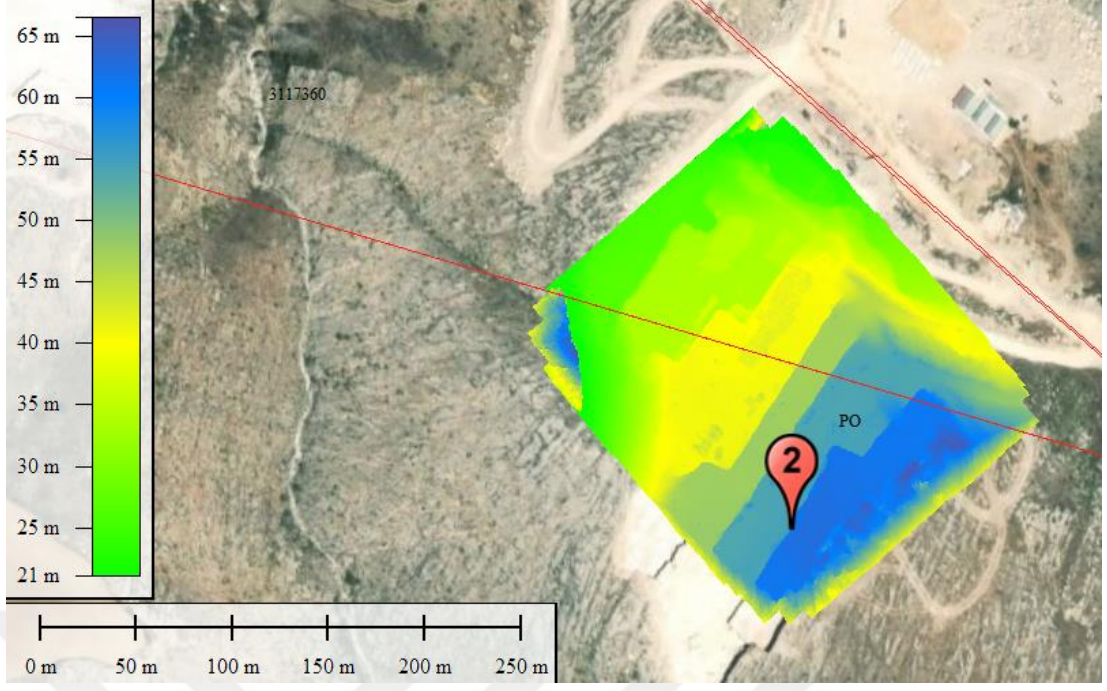
MO bölgesinde üç kademe ve 1.23 Ha alanda kazı yapılmış, 0.68 Ha alanda pasa biriktirilmiştir. PO bölgesinde altı kademe ile 3,14Ha alanda kazı yapılmış ve 2.34 Ha alanda pasa biriktirilmiştir.



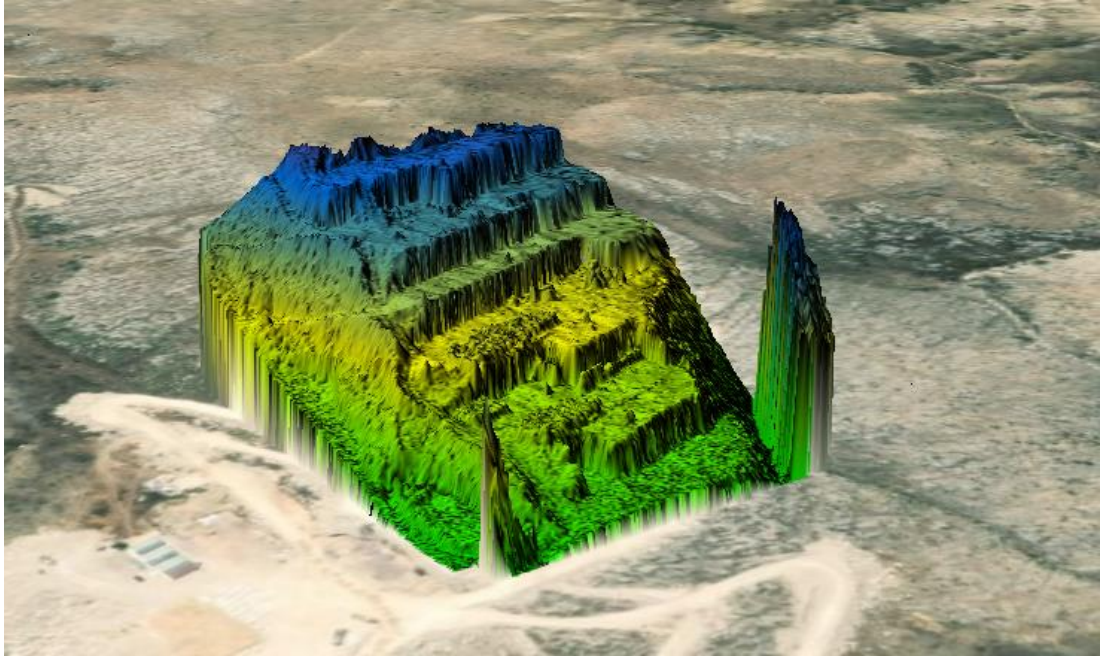
Şekil 3.38. MO ait sketchup ile üretilmiş 3 boyutlu ocak modeli ve SYM ile uydu görüntüsü üzerine bindirmesi



Şekil 3.39. PO ait iha görüntüsünden oluşturulan hillshade verisi ve ortofoto



Şekil 3.40. Sketchup ve drone ile üretilen ortoyükseklik modelinin CBS de birleştirilmesi



Şekil 3.41. Üretilen ortoyükseklik modelin 3 boyutlu görünümü



Şekil 3.42. Ortoyükseklik modeli üzerine giydirilmiş ortofotoğraflar.

3.3.5. Çizgisellik Analizi

Dijital jeoloji verileri elde edip yorumlayabilmek için Google Earth görüntüleri görsel yorumlanarak fotojeolojik çizgisellik haritası elde edilmiştir (Şekil 3.43). Ayrıca Google Earth görüntüsünde Geomatica yazılımı ile çizgisellik haritası üretilmiş ve oluşturulan harita ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda görsel yorumlamanın daha etkili olduğu anlaşılmıştır. Yazılım ile yapılan çizgisellik haritasında yol vb. çizgisellik olarak değerlendirilmemesi gereken unsurlarında haritalandığı görülmüştür. Ayrıca ASTER uydu görüntüsü üzerinde filtrelemeler ile çizgisellikler belirginleştirilmiş ve yine karşılaştırmada kullanılmıştır.

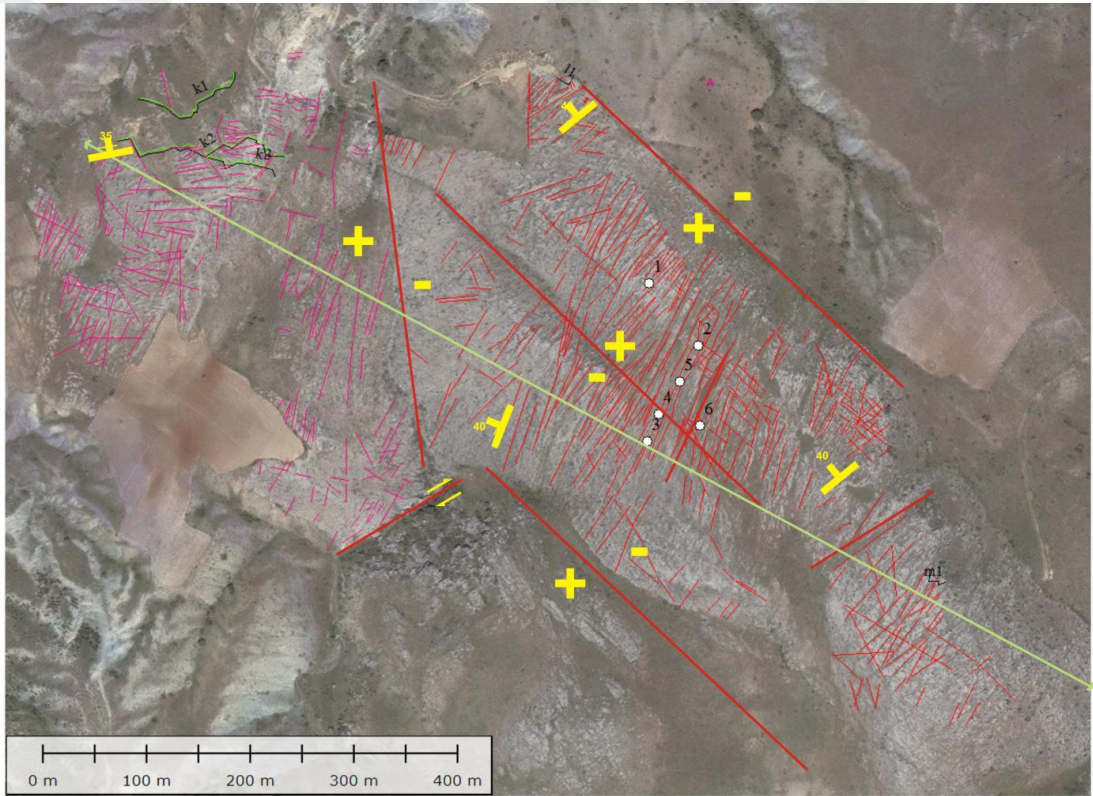
Elde edilen veriler saha verileride gözetilerek gül diyagramları oluşturularak yorumlanmıştır.

Buna göre;

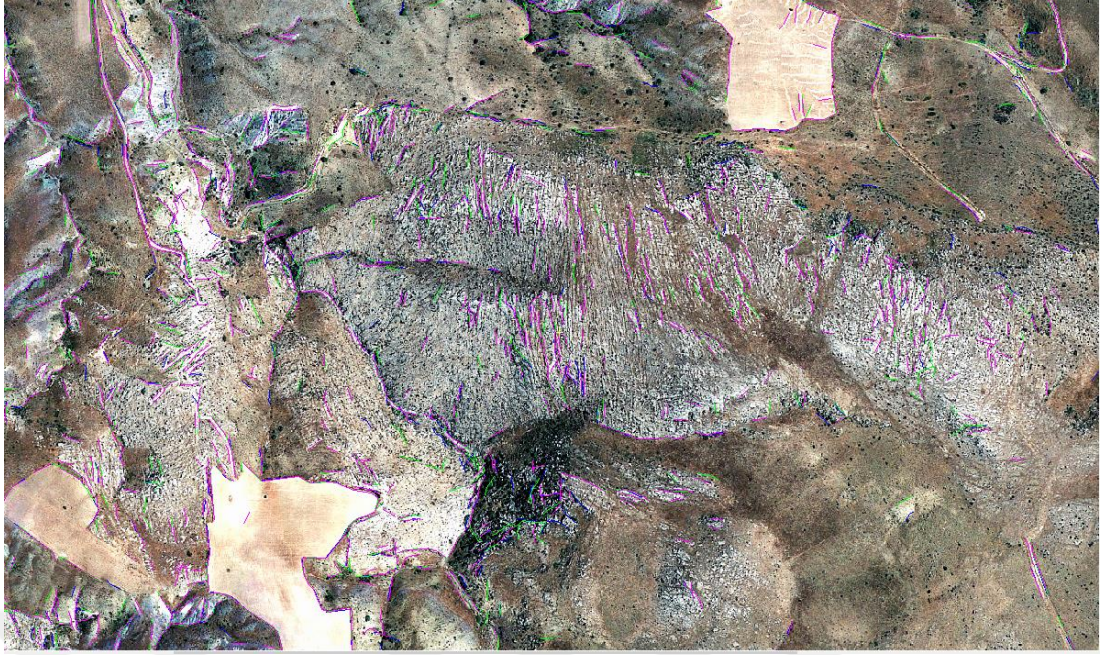
Bej kireçtaşlarının bulunduğu, sahanın batısında, bölgede tabaka konumları DB ve K20D doğrultuda ve çoğunlukla Kuzeye 35-40° eğimlidirler. Kırıklara neden

olan hakim kuvvet 334° yani $K56^\circ B$ yönündedir. Bu bölgede kırıklar buna dik ve paralel gelişmişlerdir ortalama $K30^\circ D$ doğrultuda ikincil olanlar ise $K75^\circ B$ doğrultusundadır. Eğimleri düşey ve düşeye yakın bu kırıklardan tabakalanmaya paralel olanlarında $35-45^\circ$ eğim açıları gözlenir(Şekil 3.46a)

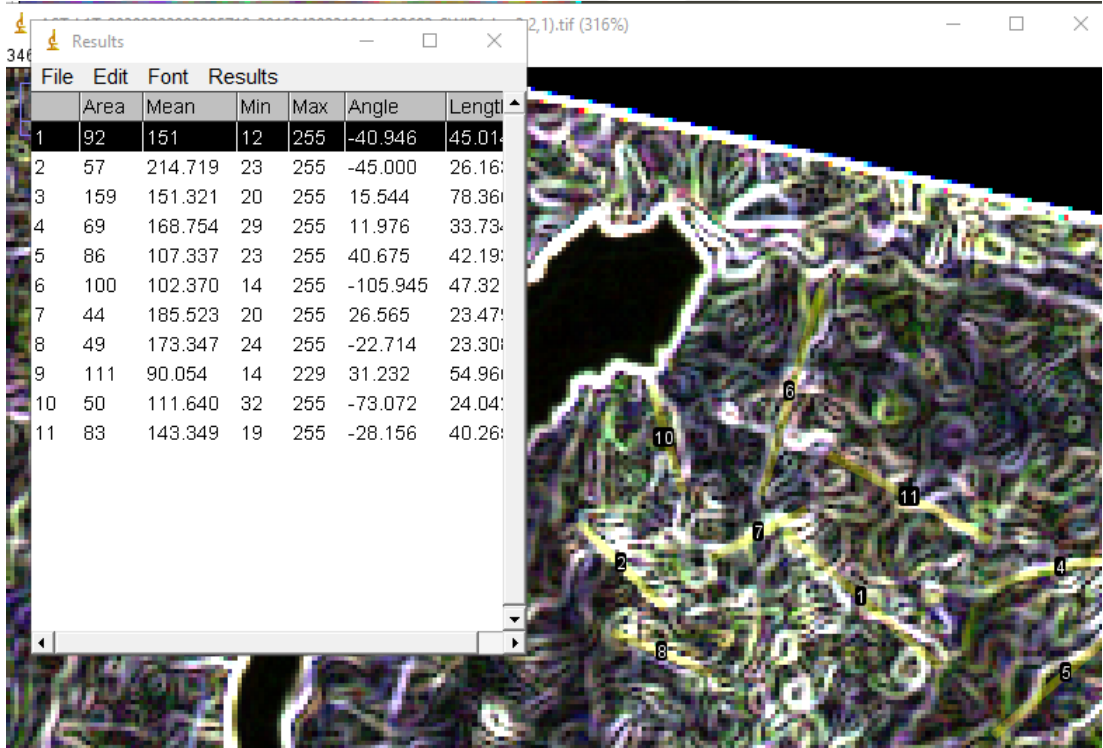
Gri kireçtaşlarının bulunduğu -sondajların gerçekleştirildiği- sahanın doğu kısmında: hakim tabaka konumları yaklaşık $K10^\circ B$ ve $K30^\circ D$ arasında değişmekte ve Güneye ($30-60^\circ$) eğimlidir. Bu tabakalarda kırılmalara sebep olan gerilme kuvveti 297° açı da yani $K63^\circ B$ yönündedir. Bunun sonucunda ortalama $K30^\circ D$ yönünde açılmalar (C) ile yaklaşık olarak bunlara dik yönde (A-B) ve tabakalanmaya paralel(D) ikincil eklemler gelişmişlerdir(Şekil 3.46b).



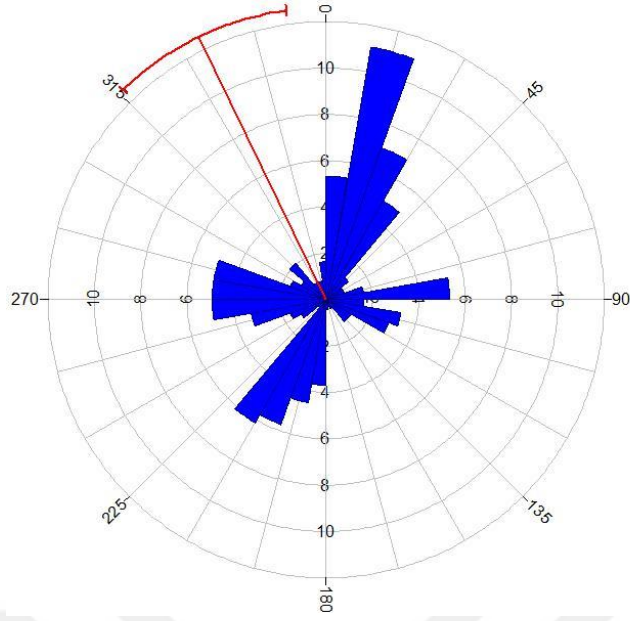
Şekil 3.43. Çalışma alanına ait görsel yorumla üretilmiş çizgisellik haritası



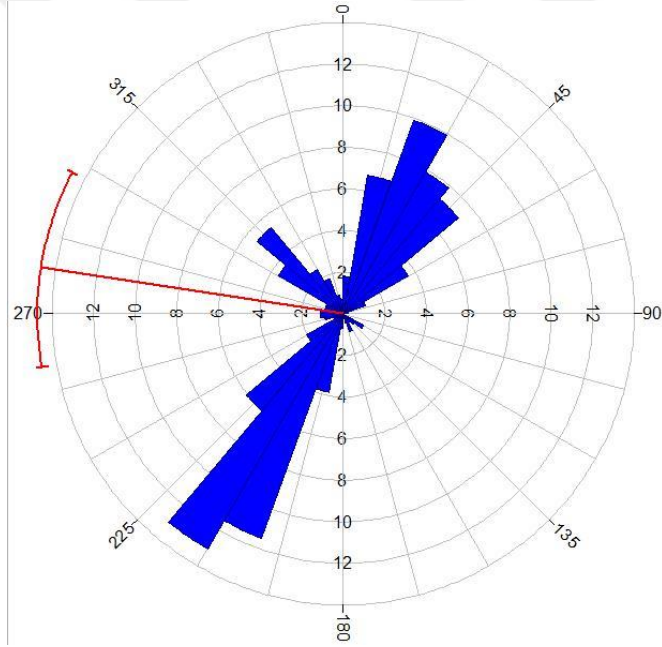
Şekil 3.44. Çalışma alanına ait yazılımla üretilmiş çizgisellik haritası



Şekil 3.45. ASTER Görüntüsünden elde edilen "finde edge" filtresi ile elde edilen ana çizgiselliklerin ölçümleri



Rose Diagram Statistical Summary	
Calculation Method:	Length
Class Interval:	10.0 Degrees
Min.Length Filtering:	Deactivated
Max.Length Filtering:	Deactivated
Azimuth Filtering:	Deactivated
Data Type:	Unidirectional
Population:	244
Total Length of All Lineations:	5,393.12
Maximum Bin Population:	27.0
Mean Bin Population:	6.97
Standard Deviation of Bin Population:	5.95
Maximum Bin Population (%):	11.07
Mean Bin Population (%):	2.86
Standard Deviation of Bin Population (%):	2.44
Maximum Bin Length:	682.72
Mean Bin Length:	154.09
Standard Deviation of Bin Lengths:	156.29
Maximum Bin Length (%):	12.66
Mean Bin Length (%):	2.86
Standard Deviation of Bin Lengths (%):	2.9
Vector Mean:	334.1 Degrees
Confidence Interval:	18.2 Degrees (80 Percent)
R-mag:	0.18

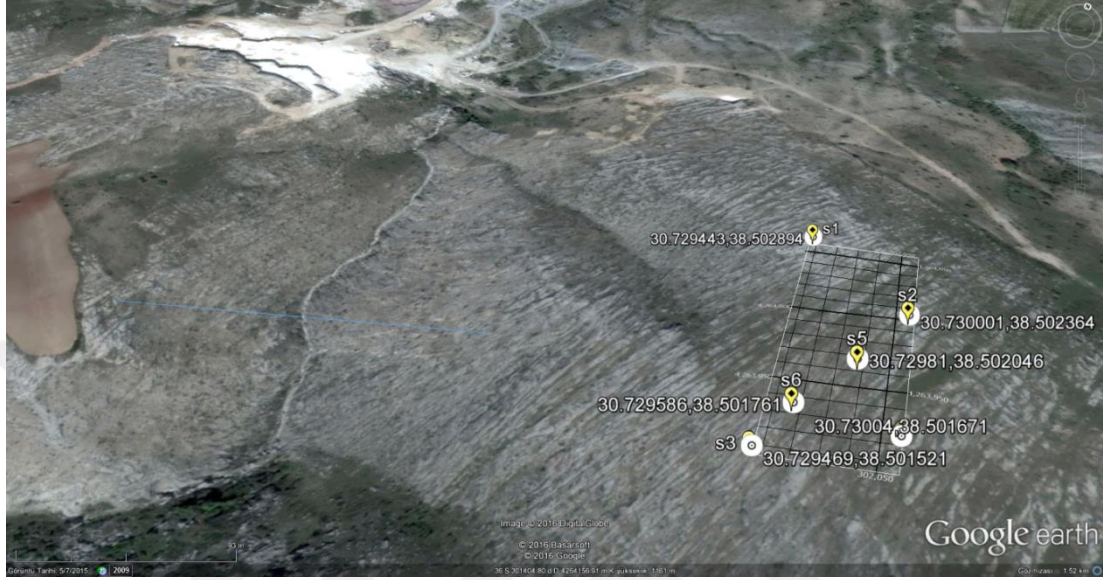


Rose Diagram Statistical Summary	
Calculation Method:	Length
Class Interval:	10.0 Degrees
Min.Length Filtering:	Deactivated
Max.Length Filtering:	Deactivated
Azimuth Filtering:	Deactivated
Data Type:	Unidirectional
Population:	444
Total Length of All Lineations:	11,896.79
Maximum Bin Population:	58.0
Mean Bin Population:	13.45
Standard Deviation of Bin Population:	15.55
Maximum Bin Population (%):	13.06
Mean Bin Population (%):	3.03
Standard Deviation of Bin Population (%):	3.5
Maximum Bin Length:	1,876.07
Mean Bin Length:	360.51
Standard Deviation of Bin Lengths:	489.11
Maximum Bin Length (%):	15.77
Mean Bin Length (%):	3.03
Standard Deviation of Bin Lengths (%):	4.11
Vector Mean:	278.8 Degrees
Confidence Interval:	18.8 Degrees (80 Percent)
R-mag:	0.13

Şekil 3.46. Kireçtaşlarında belirlenen çizgiselliklere ait gül diyagramları.

3.3.6. Karot Analizi

Gri kireçtaşlarının bulunduğu PO alanında 6 adet karot yapılmış ve bu karotların analizine göre ocak yeri seçimi ve ilerleyişi gerçekleştirilmiştir (Şekil3.47)



Şekil 3.47. PO açılmadan önce yapılan karot yerleri.

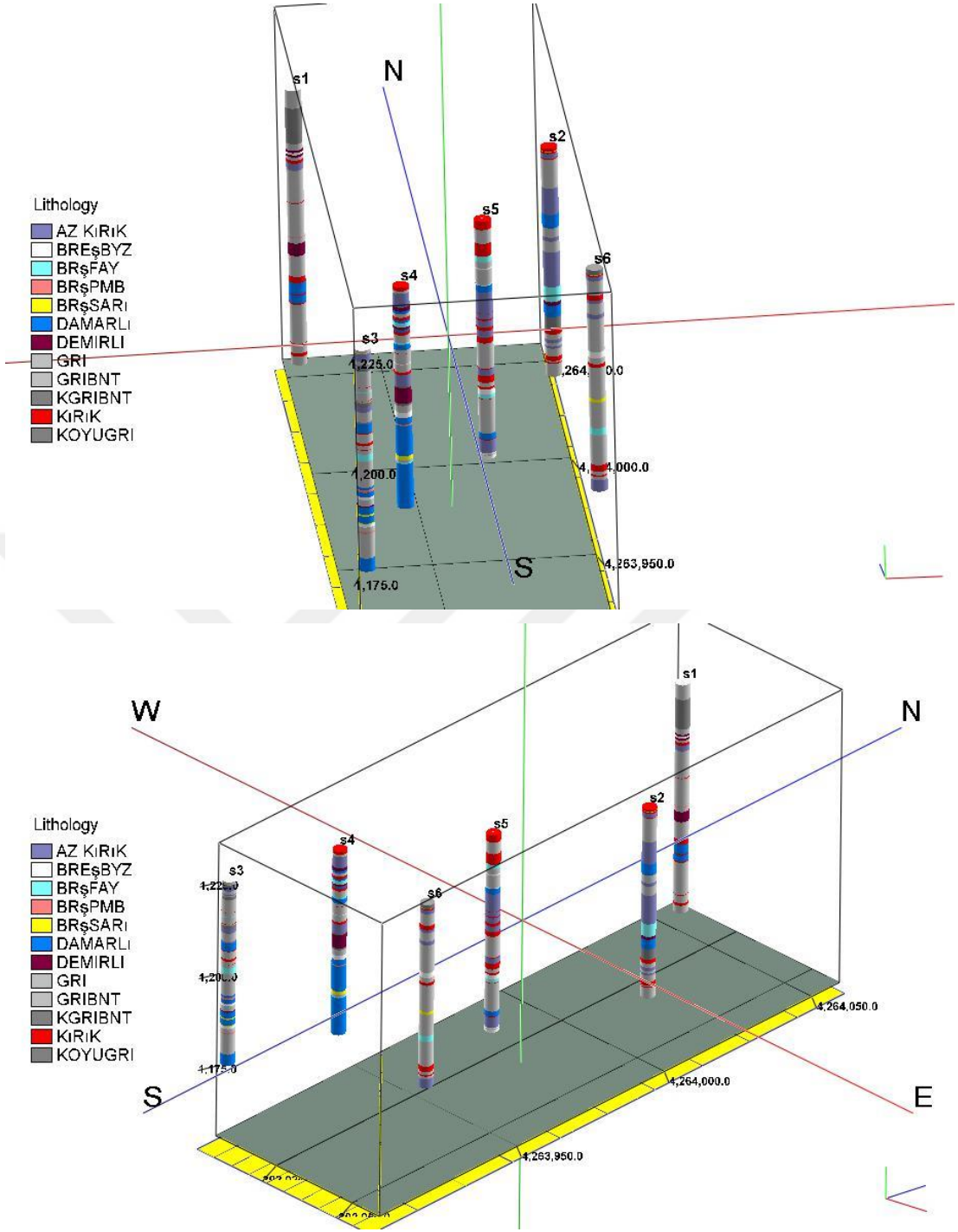
Karotlara ait dijital loglar Rockworks yazılımı ile oluşturulmuştur. Bu loglar yerbilişim yöntemleri ile irdelendiğinde temelde iki çeşit litoloji varlığı görülür. Bunlardan ilki bantlı gri kireçtaşı diğeri ise demirli gri kireçtaşıdır. Her iki litolojide kendi içerisinde açık ve koyu tonlarda değişik seviyelere sahiptir (EK 1).

Bu litolojiler Gri bantlı, Koyu Gri Bantlı, Gri, Koyu Gri olmak üzere sınıflandırılmıştır.

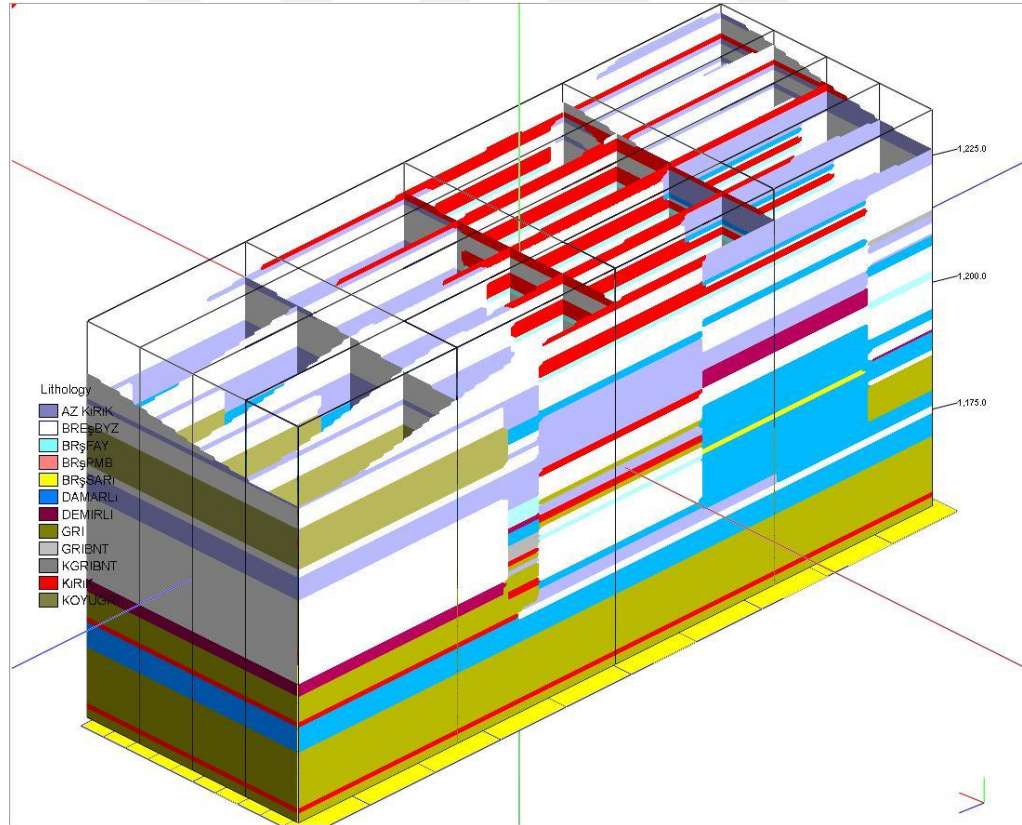
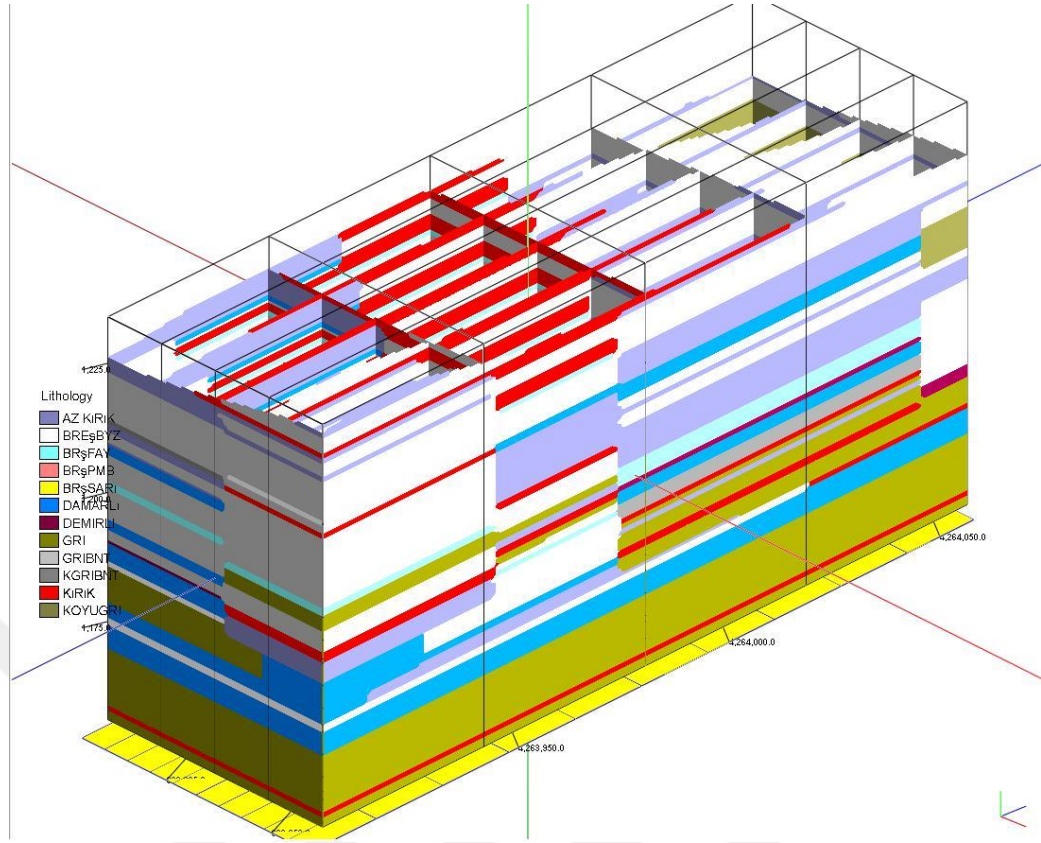
Ayrıca sahadaki yoğun tektonik geçmişin neticesinde sondaj karotlarında kırık, az kırık, breşik, damarlı ve demirli seviyeler gözlenmektedir. Bu seviyelerde; beyaz çakıllı pekleşmiş breş, karışık yarı pekleşmiş fay breşi, tabakalar arası geçiş seviyelerindeki, sarı bağlayıcılı breşik seviye, demir içeriği yüksek pembe-kırmızı çimentolu breşik seviye, yoğun damarlı, yoğun demirli, kırık ve az kırık seviyeler olmak üzere ayrılarak incelenmiştir.

Karotların uzay modellemesi yapılmış ve sondajların kapladığı alanın yer altı durumu ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu aşamada modelleme, en kesitler, profil kesitler ve eşleştirme kesitleri yapılmıştır. Tüm verilerin incelenmesi sonucunda:

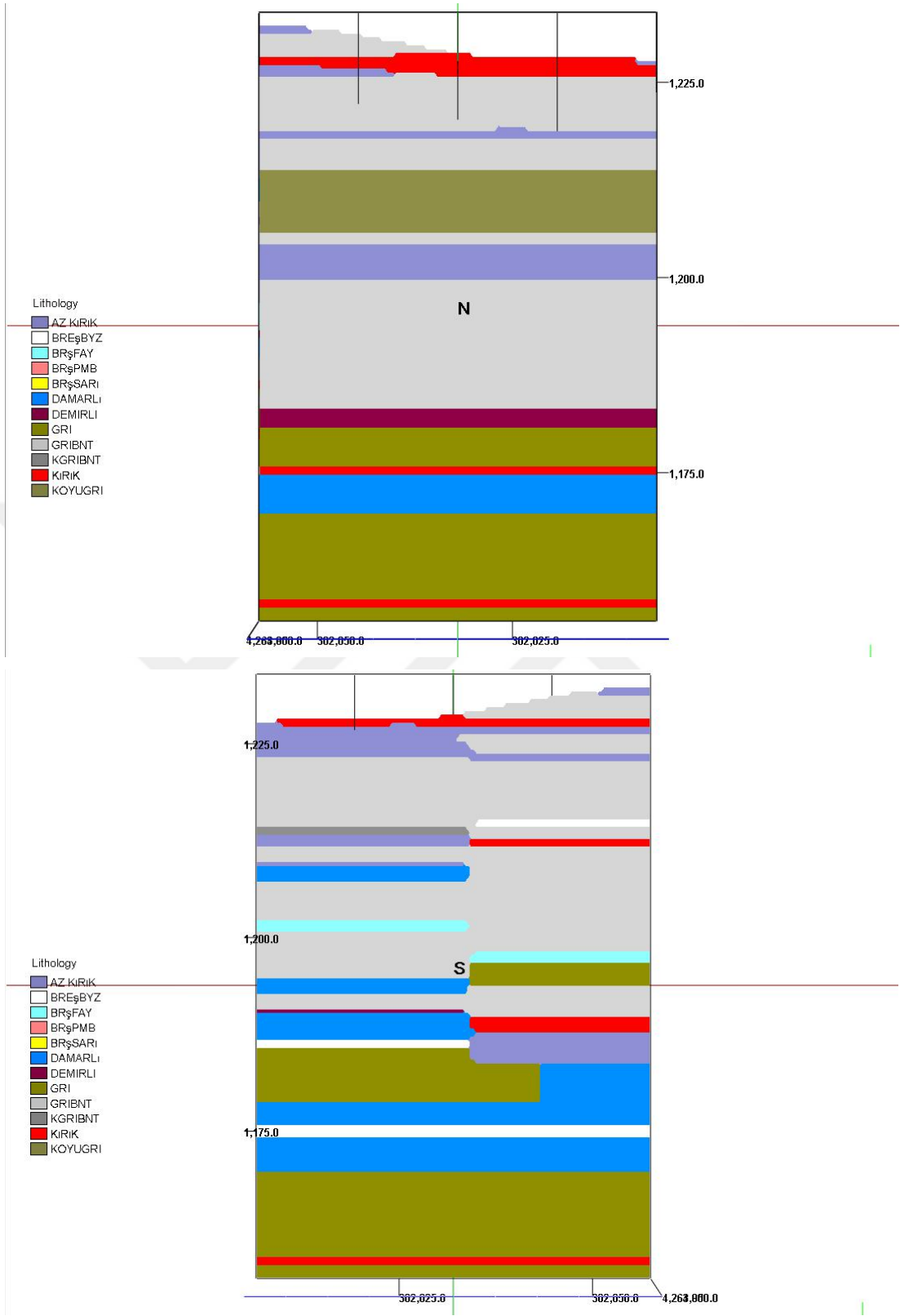
- Değişken olmakla birlikte ilk 10 metrelik kısımda zayıf-kırıklı bir zon olduğu görülmektedir. - 3. 4 ve 5. Karotların olduğu kısımlarda üst kısımdaki tabakalı ve zayıf zon nispeten temizlenmiştir. Bununla beraber bu bölge fay hattı ile kesiştiği için az kırık-kırık zonun 20.metrelere kadar etki etmesi muhtemel görünmektedir.
- Sahadaki kırıkların yaklaşık düşey konumlu olmaları nedeni ile blok veriminde yoğun bir etkisi olacağı düşünülmemektedir. Ancak kırık zonların mümkün olduğunca atlanması önerilir. - 20 ila 30. metreler arasında gri bantlı kayaç yer yer damarlı ve breşik yapılarla beraber yer almaktadır.
- 30. Metrelerden sonraki derinliklerde bantlı yapı yerini düz bir litolojiye bırakmaktadır.
- Az kırık, damarlı, demirli, beyaz breş seviyeler taşın yapısal olarak çok sorun teşkil etmediği seviyeleri gösterir.
- Renkle adlandırılan litolojiler homojen ve yapılı seviyeleri gösterir



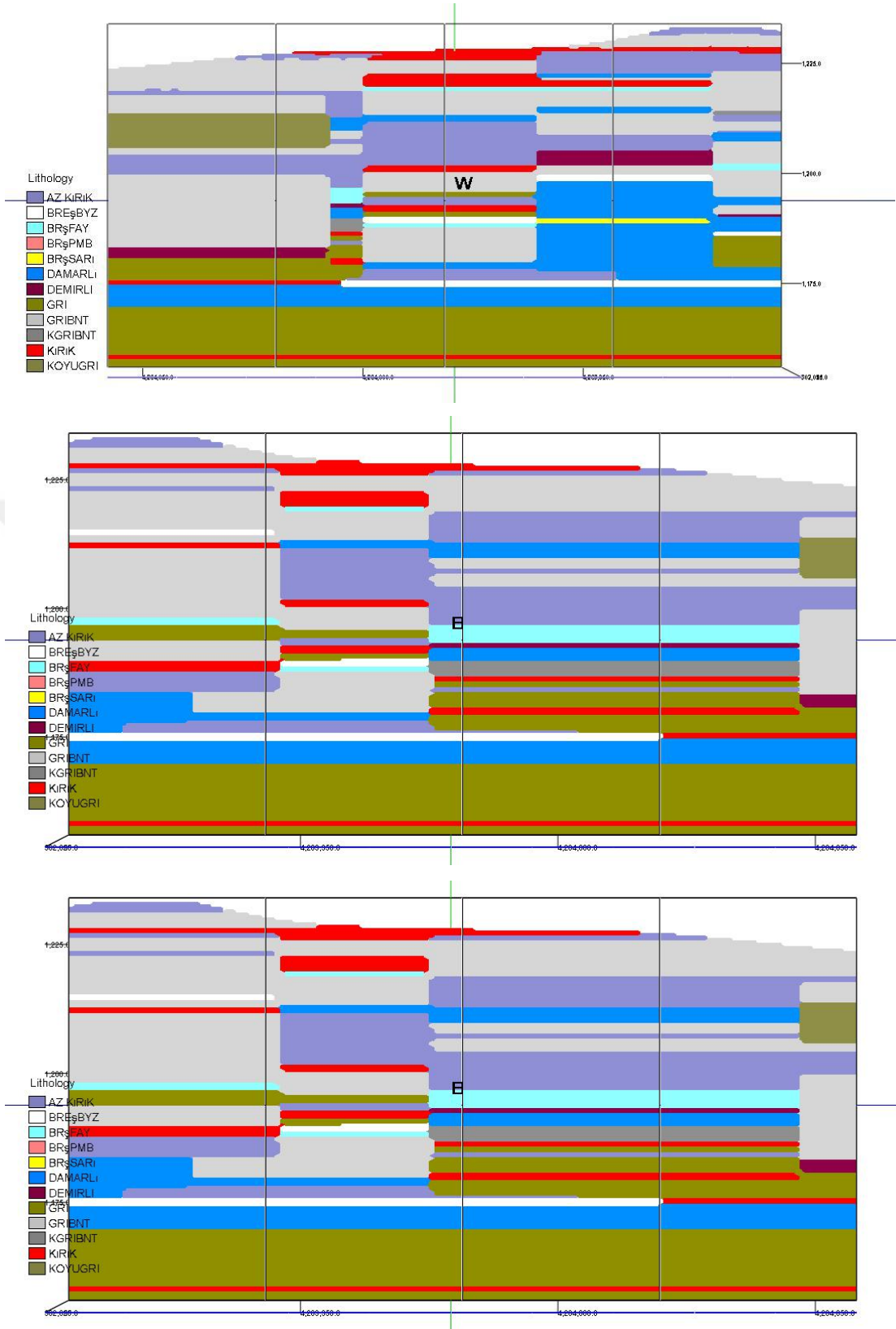
Şekil 3.48. Karotların yapıldığı uzay modeli a)Kuzey b)Kuzey-Batıya bakış



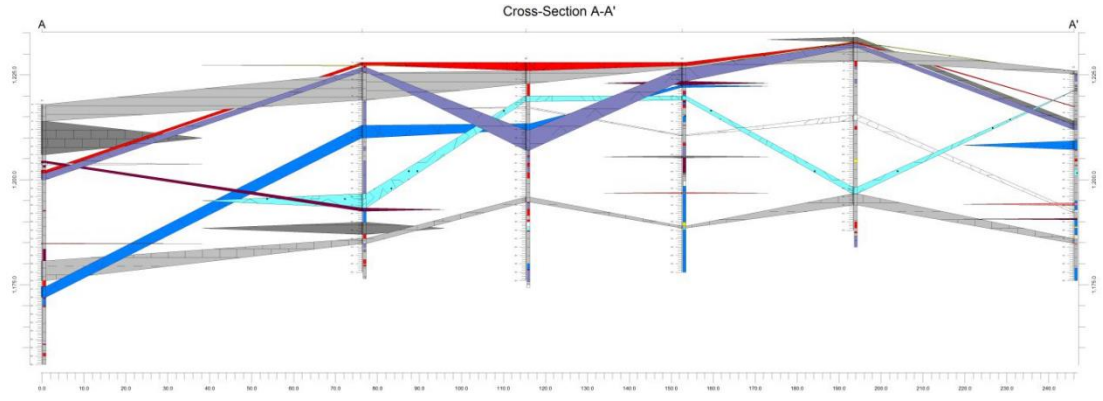
Şekil 3.49. Sondaj model kesit a) Kuzey-Batiya bakış b)Güney-Doğuya bakış.



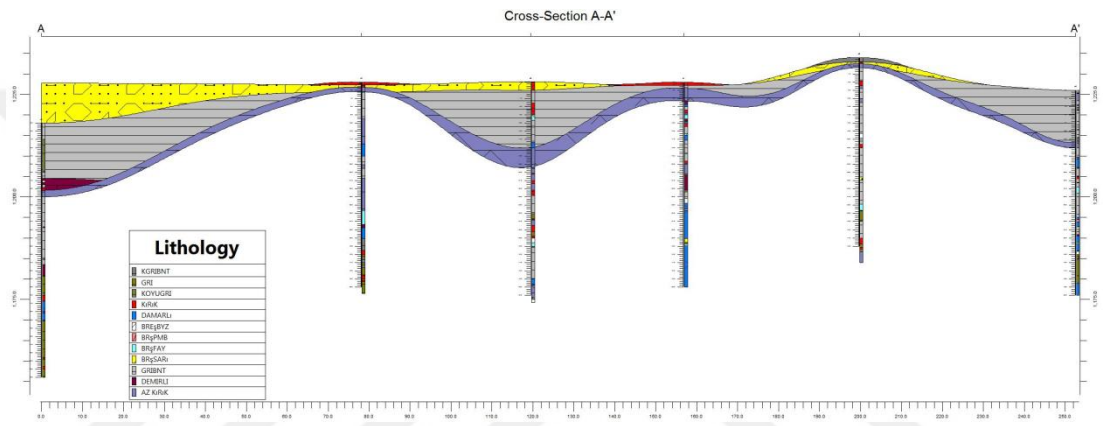
Şekil 3.50. a)Kuzey b)Güney yönünden sondaj model kesitine bakış.



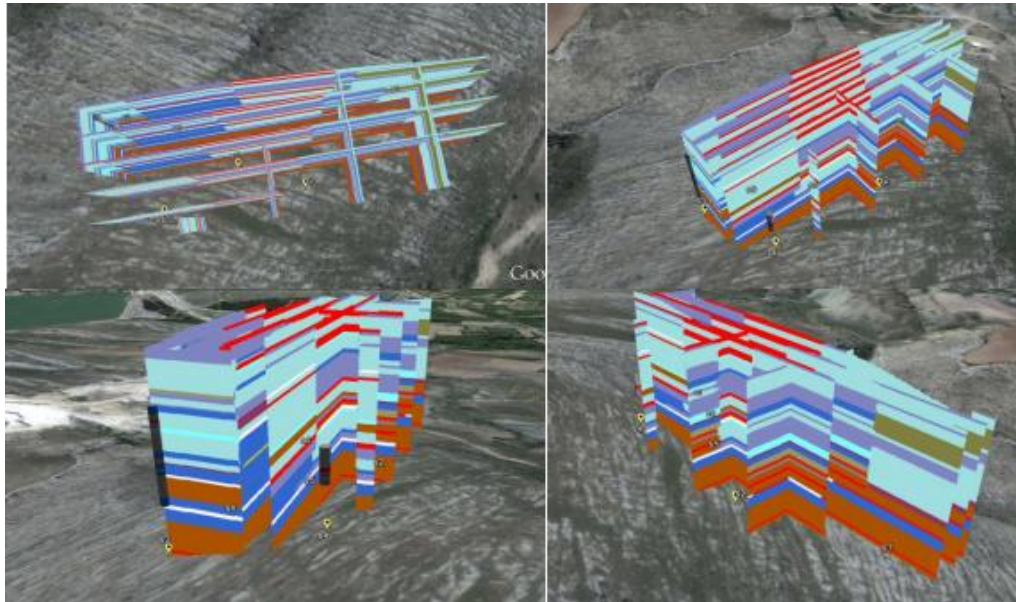
Şekil 3.51. a) Batı b) Doğu yönünden sondaj model kesitine bakış.



Şekil 3.52. 1-6. kuyular arası kesit görünümü Kırmızı ve açık mavi sorunlu bölgelere işaret etmektedir.



Şekil 3.53. 1-6. kuyular arası stratigrafi görünümü Sarı ve mavi sorun olabilecek bölgeleri gösterir.



Şekil 3.54. Kesişen diyagramların 3B model ile yerinde görünümüleri

4. SONUÇLAR

Çalışmanın amacı inceleme alanında yer alan masif kireçtaşlarının (Bej ve Gri) doğal yapı taşı olarak işletilmesinin jeolojik olarak mümkünlüğünün yerbilişim uygulamaları ile araştırılmasıdır.

Bu kapsamda yörede yayılım sunan birimler yerbilişim yöntemleri ile incelenmiştir. Sahada uzaktan algılama yöntemleri, coğrafi bilgi sistemleri, görüntü analizi, çizgisellik analizi ve karot analizi işlemleri ile saha gözlemleri yapılmıştır. Saha gözlemleri ile elde edilen sonuçlar şöyledir:

- Kireçtaşları etkisi altında kaldığı yoğun tektonik hareketler sonucunda kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahip olmuştur.
- Kırık hatları boyunca etkili olan demirli su etkileşimi kayacın hem alt hemde üst seviyelerinde etkisini göstermektedir. Bej renkli alt seviyelerde kayaç içerisinde pembe-kahve renklerde lokal bölümler halinde gözlenmektedir. Büyük kırık hatları etrafında gözlenen bu renkli oluşumların derinlerde ve kırık hatlarından uzaklaşıldıkça azaldığı gözlenir. Gri renkli üst seviyeler ise kendi içerisinde gri-koyu gri renklerde değişiklik gösterir. İlk 30-40 metresinin metamorfizmanında etkisi ile bantlı bir görünüme kavuştuğu düşünülür. Yine üst seviyelerde birkaç metre boyunca tektonik etkiler nedeni ile zayıf bir ezilme zonu bulunmaktadır.
- Sondajlarda log incelemelerinde ve karot analizlerine göre renklerle adlandırılan litolojiler homojen ve yapılı seviyeleri gösterir. Az kırık, damarlı, demirli, beyaz breş seviyeler taşın yapısal olarak çok sorun teşkil etmediği seviyeleri gösterir. Buna göre ocak öncesi öngörüye göre sahada Gri ve tonlarında iki veya üç çeşit fayans olarak kullanılabilir doğal taş almak mümkündür. İşletme aşamasında da 2 çeşit gri fayans üretimi gerçekleştirilmektedir.

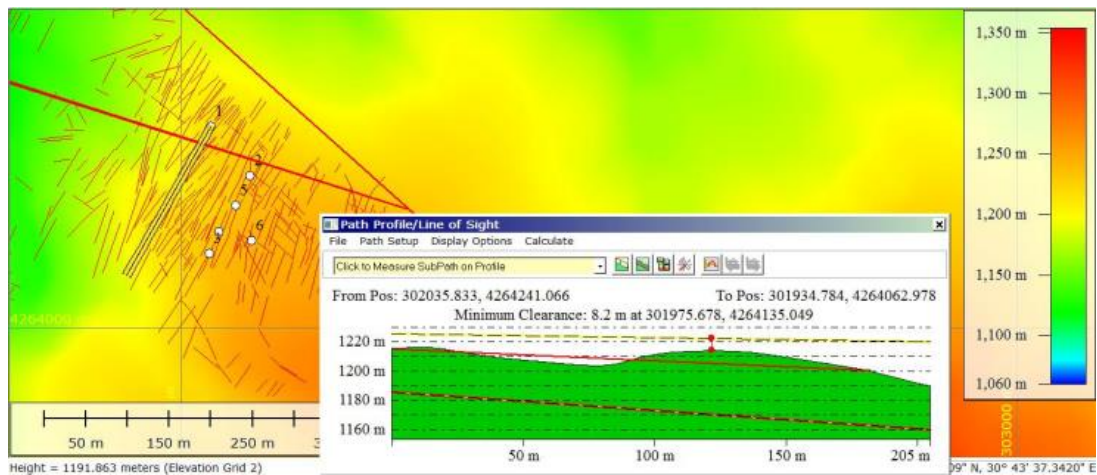
Elde edilen veriler kesim alanı seçimi ve rezerv hesaplama için kullanılmıştır. Buna göre;

- Gri kireçtaşlarında 1 No'lu sondajı takip eden hatta paralel olarak aynalama yapılması ve ilerleyen aşamalarda bu hattın GB yönünde eğim aşağı devam

ettirilmesi önerilmiş ancak işletme daha yukarıdan 2ve 5 karot hattının üst kısmından başlamıştır. Bu da zayıf zonlara karşılık geldiği için ilk 4 kademedede blok ve plakalarda kırılma sorunu yaşanmıştır. Ürünler epoksi ile sağlamlaştırılarak piyasaya sunulmak durumundadır.

- Yapısal unsurlar dikkate alındığında Gri kireçtaşlarında açılması planlanan ocağın blok verimliliğinin sağlanabilmesi için tabaka ve tabakalanma eklemlerine paralel olarak değişken yönlü sürülmesi önerilmiştir. Uygulamada gerçekleştirilen bu yön tabaka dönüşlerini takipten ziyade genel bir sabit yön olarak tercih edilmiş ve bu verimi olumsuz etkilemiştir.
- Ocakta 6 kademe boyunca üretim yapılmış ve yaklaşık 16 metrelik litolojik derinliğe ulaşılmıştır. Bu süreç boyunca blok verimliliği %10 üzerinde olmasına karşın fayans verimliliği %5 civarında gerçekleşmiştir. Karot verileri dikkate alındığında 20 metreden sonraki derinliklerde süreksizliklerin etkisinin azalması ve kütleli bütünlüğün dolayısı ile verimliliğin artması beklenmektedir.

Örnek rezerv hesaplaması için Şekil 5.1 de yer alan profil hattı boyunca 50 metre genişlik için hesaplanmış ve ~360.000 m³ taş rezervi %10-20 arasında verimle kullanılabilir görünmektedir. 50(genişlik) X205(boy) X30(yükseklik) alan için Hacim:359744.38m³ profil alanı:10258m²



Şekil 4.1. Ocak alanı örnek rezerv hesabı

Tez ile “Mermer ocak verimliliğini arttıracak yerbilim yöntemleri nelerdir? Nasıl uygulanabilir?” sorularına cevap aranmıştır. Sonuç olarak bu tez çalışması ile;

1. Arazi çalışmaları ile ocak alanlarına ait Stratigrafi, Renk, Doku, Yapısal Özellikler tespit edilmiştir.

2. Mermercilikte kullanılabilecek önemli Yerbilişim uygulamalarının Uzaktan Algılama, Görüntü analizi, Bilgisayar destekli tasarım ve modelleme ile Coğrafi bilgi sistemi uygulamaları olduğu sonucu ortaya çıkmıştır

- Uzaktan algılama ile Mermer potansiyeli olan alanlar başarılı şekilde tespit edilmiştir.
- Görüntü analizi ile Mermer alanlarının renk ve fasiyes değişimleri tespit edilmiştir.
- BDTM ile yapısal sorunlar, rezerv tespiti ve işletme planlaması yapılabilmektedir.
- CBS ile jeomorfolojik özellikler, mermer kütesinin geometris, drenaj ağı (zayıflıklar), sırt ağı (kütleler) ve çizgisellikler tespit edilebilmiştir.
- Karot analizi ile mermer olarak işletilen kireçtaşlarının “ Homojen, Yapısal olarak sorunlu ve rezervinin yeterli olduğu bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Akçakoca, H., Uysal, Ö., Topal, İ., 2003. Mermerlerin Kalite Kontrol Süreci Açısından Tekno-Mekanik Özelliklerinin Önemi. Türkiye IV. Mermer Sempozyumu, 18-19 Aralık, Afyon, 475-495.
- Altınççek, A., 2001. Mermer Ocağı Açılımlında Temel Alınacak Bölgesel ve Yersel Kriterler. Türkiye III. Mermer Sempozyumu, 3-5 Mayıs, Afyon, 235-247.
- Altınççek, A., 2001. Mermer Ocağı Açılımlında Dikkat Edilecek Bölgesel ve Yerel Kriterler. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 132s, İzmir.
- Arivazhagan S, Anbazhagan S., 2017, ASTER Data Analyses for Lithological Discrimination of Sittampundi Anorthositic Complex, Southern India, Geosciences Research, Vol. 2, No. 3, pp.196-209
- Amer R., Mezayen A.E., HAsanein M., 2016, ASTER spectral analysis for alteration minerals associated with gold mineralization, Ore Geology Reviews, v.75, pp. 239-251
<http://dx.doi.org/10.1016/j.oregeorev.2015.12.008>
- Aster web sitesi, Aster kullanıcı el kitabı v2., 2020, Erişim tarihi: Aralık 2020
https://asterweb.jpl.nasa.gov/content/03_data/04_Documents/aster_user_guide_v2.pdf
- Avcı, M., 1988. Tropikal Bir Bölgede Hava Fotoğraflarının Yapısal Jeoloji Haritalamaya Uygulanışı – Yeni Başkent Bölgesi – Nijerya. MTA Dergisi, 108,125-134.
- Ayday, C., Yaman, N., Sabah L., Sarıdöl, S. Landsat 8 Uydu Görüntülerinin Yerbilimlerinde Kullanılma Olanakları, JeoUzal 2014, 13-14 Mart 2014, Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bildiri özleri Kitabı s.7
- Bahadır Muhammet, Akşehir Gölü'nde Alansal Değişimlerin Uzaktan Algılama Teknikleri ile Belirlenmesi, Marmara Coğrafya Dergisi Sayı: 28, Temmuz - 2013, S. 246-275 İSTANBUL – ISSN:1303-2429 E-ISSN 2147-7825
- Barış Taş ve Muammer Çakır, İncehisar Sanayisi ve çevre Sorunları, Doğu Coğrafya Dergisi, Cilt 20, Sayı 34 (2015)
- Buzlu, B.H., 2001. Bayat (Atabey-Isparta) Kireç Taşlarının Mermer Olarak Kullanılabilirliği ve Ekonomik Potansiyeli. Türkiye III. Mermer Sempozyumu, 2001, 3-5 Mayıs, Afyon, 417-430.
- Buzlu, H.B., 2001. Bayat (Atabey – Isparta) Kireçtaşlarının Mermer Olarak Kullanılabilirliği ve Ekonomik Potansiyeli, Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem '2001), 3 – 5 Mayıs, İzmir, 417-430.
- Çakır Muhammer, İncehisar ilçesinde mermer sanayisi ve planlama önerileri, Afyon Kocatepe Üniversitesi Akademik Tezler, Afyonkarahisar 2014

- Çakmak, S. 2010, Afyonkarahisar Şuhut Ovası'Nin Yeraltısuyu Modellemesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 132 s. Yayınlanmamış
- Caran, Ş., 2014. Isparta İli Mermer Potansiyeline Bir Bakış, Ulusal Mermer ve Taş Ocakları Onarım Teknikleri Sempozyumu, 18-20 Eylül, Isparta, 242-254.
- Çelik M. Y. ve Tur Ş. (2015), Afyonkarahisar Organize Sanayi Bölgesi Doğal Taş Atık Depolama Sahasındaki Mermer Atıklarının Özelliklerinin İncelenmesi (025802) (9-15), Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Cilt:12 Sayı:2
- Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., Lambin, E., 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. Int. J. Remote Sensing 25, 1565–1596.
- Demir, E., 2017. Bir Mermer Ocağından Çıkarılan Blok Mermer İle Mermer Fabrikasından Çıkan Ürünlerin Maliyet Analizi; Barla Mermer Ocağı ve Fabrikası Örneği, Eğirdir-Isparta. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 111s, Isparta.
- Dereli, M.A., Yalçın, M., Erdoğan, S., 2010. Madencilik Faaliyetlerinde Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanımı. Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2, 28-34.
- Doğan. T., Özkan, M., Özer, Ü., Kapar, K., Kahrıman, A., Erçelebi, S., 2007. Coğrafi Bilgi Sisteminin (CBS) Rezerv Tespitinde Kullanılabilirliği. Yerbilimleri Dergisi, 20, 81-91.
- Earthexplorer web sitesi, 2020. Erişim Tarihi Aralık. 2020 <http://earthexplorer.usgs.gov>
- Erdas Field Guide, (2003), Seventh Edition, Leica Geosystems GIS & Mapping, LLC, Atlanta, Georgia, USA, (698).
- Efe, U., 2013. Maden İşletmelerinin Planlamasında Üç Boyutlu Modelleme (3D) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Uygulamaları. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 151s, İzmir.
- Ehlers, M., 2008, Geoinformatics and digital earth initiatives: a German perspective, International Journal of Digital Earth, 1:1, 17-30, DOI: 10.1080/17538940701781975
- Ferrero, A.M., Migliazza, M., Segalini, A., Gulli, D., 2013. In Situ Stress Measurements Interpretations In Large Underground Marble Quarry by 3D Modeling. 60, 103-113.
- Francioni, M., Salvini, R., Stead, D., Giovannini, R., Riccucci, S., Vanneschi, C., Gulli, D., 2015. An Integrated Remote Sensing-GIS Approach For The Analysis of an Open Pit In The Carrara Marble District, Italy: Slope Stability

- Assessment Through Kinematic and Numerical Methods. *Computers and Geotechnics*, 67, 46-63.
- Francioni, M., Salvini, R., Stead, D., Litrico, S., 2014. A Case Study Integrating Remote Sensing and Distinct Element Analysis to Quarry Slope Stability Assessment in the Monte Altissimo Area, Italy. *Engineering Geology*, 183, 290-302.
- Gabr, S., Ghulam, A., Kusky, T., 2010. Detecting areas of high-potential gold mineralization using ASTER data. *Ore Geol. Rev.* 38, 59–69
- Hepdiniz, K., 2014. Bucak (Burdur) Mermer Yataklarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Analiz Edilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 133s, Isparta.
- İ. Sedat Büyüksağış ve Mustafa Gürsoy, Uzaktan Algılama Yöntemiyle Örnek Bir Maden Sahasının Analizi, *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi* Cilt: 4, No: 3, 2017 (518-540)
- Jensen, J.R., 2005. *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*. Pearson Prentice Hall. Earth
- Kalinowski A., Oliver S., 2004, *ASTER Mineral Index Processing Manual, Remote Sensing Applications*
- Geoscience Australia, 36p.
- Karaca, Z., 2001. Mermercilikte Örnekleme. Türkiye III. Mermer Sempozyumu, 2001, 3-5 Mayıs, Afyon, 175-180.
- Karaca, Z., 2003. Mermer Blok Kalite Kontrolü. Türkiye IV. Mermer Sempozyumu, 2003, 18-19 Aralık, Afyon, 497-503.
- Kavaklı, A., 2015. Mermer Ocak İşletmeciliğine Yönelik Detay Fizibilite Çalışmalarının Programlanması. Mersin İli Erdemli İlçesi Yüglük Mevkii Kireçtaşlarından Bir Örnek. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 64s, Isparta.
- Kaya, Ş., 1999. Uydu Görüntüleri ve Sayısal Arazi Modeli Kullanılarak Kuzey Anadolu Fayı Gelibolu – Işıklar Dağı Kesiminin Jeomorfolojik – Jeolojik Özelliklerinin İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 113s, İstanbul.
- Kayadibi Ö., Sarıfakioğlu E., Dilek Y., Esirtgen E., 2008, Ofiyolitik seriyi oluşturan birimlerin litolojik haritalanması: Eldivan (Çankırı) ofiyoliti örneği, 2. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu UZAL-CBS 2008, Kayseri. Bildiriler kitabı s.353- 374
- Kayadibi, Ö., 2013. Gümüşhane Çevresindeki Hidrotermal Yatakları ve Zenginleşmelerin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (UA ve CBS)

Teknikleri ile İncelenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 311s, Ankara.

Kibici, Y., Yıldız, A., Bağcı, M., 2001. Afyon Kuzeyinin Jeolojisi ve Mermer Potansiyelinin Araştırılması. Türkiye III. Mermer Sempozyumu, 3-5 Mayıs, Afyon, 73-84.

Kızıldaş, M., 2005. İstanbul Bölgesi Taşocaklarının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Ortamında Değerlendirilmesi ve Yönetilmesi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 107s, İstanbul.

Koçyiğit A., Deveci Ş., (2007), A N-S-trending active extensional structure, the Şuhut (Afyon) graben: Commencement age of the extensional neotectonic period in the Isparta Angle, SW Turkey Turkish Journal of Earth Sciences Yıl: 2007 Cilt: 16 Sayı: 4 ISSN: 1300-0985 / 1303-619X Sayfa Aralığı: 391 - 416 Metin Dili: İngilizce

Koçyiğit, A., 1984. Güneybatı Türkiye ve Yakın Dolayında Levha İçi Yeni Tektonik Gelişim. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 27, 1-13.

Krause, C.L., 2001. Our visual and scape: managing the land scape under special consideration of visual aspects. Landscape Urban Planning 54, 239-254.

Kurtcu, H., 2010. Babadat (Sivrihisar-Eskişehir) Kireçtaşlarının Jeolojik ve Fizikomekanik Özellikleri ile Mermer Olarak Değerlendirme Olanakları. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 93s, Adana.

Kuşçu M. Ve Yıldız A., Ayazini (Afyon) Tüflerinin Yapı Taşı Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem '2001) Bildiriler Kitabı 3-5 Mayıs 2001 / Afyon

Kuşçu, M., Yıldız, A. & Bağcı M., Köprülü (Afyon) Traki-andezitinin jeolojisi ve yapı taşı Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, S.D.U. 11. Müh. Haftası Yerbilimleri Semp., s 62, Isparta, (1999).

LANDSAT web sitesi, 2020, Erişim Tarihi Aralık 2020 <https://landsat.gsfc.nasa.gov/about/technical-information/>

M. Yalçın Vd., Jeotermal Keşifler İçin Hidrotermal Alterasyon Minerallerinin Uzaktan Algılama Teknikleri ile Tespit Edilmesi: Akarçay Havzası (Afyonkarahisar), Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü' Nün 2014-05-03-Dop01 Numaralı Projesi

Metin, S., Genç, Ş. & Bulut, V., Afyon ve yakın dolayının jeolojisi, M.T.A. Rap. No: 8103, Ankara, (1987),.

Metin, S., Genç, Ş., Bulut, V., Ölmez, M., Kılıç, I., Akıncı, A., Ucut, M. & Kurt, Z., Bolvadin (Afyon - Yunak - Konya) Dolayının Jeolojisi, M.T.A. Rapor No: 8522, Ankara, (1988).

- Mouflis G.D., Gitas I.Z., Iliadou S., Mitri G.H., 2008, Assessment of the visual impact of marble quarry expansion (1984–2000) on the landscape of Thasos island, NE Greece, *Landscape and Urban Planning* 86 (2008) 92–102
- MTA Bilimsel Etkinlikler Haftası, Bildiri Özleri Kitabı, 06-10 Mart 2017, Ankara
- Nalbantçılar M. T. , (1997), Çay (Afyon) güneybatısında Sultandağları Masifi'nin mesoskopik tektonik özellikleri ve jeoloji evrimi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C.40, Sayı 2, 17-28, Ağustos 1997
- Nik AŞ web sitesi, 2020, Erişim Tarihi: Aralık 2020, <https://nik.com.tr> Landsat 8 ürün bilgi sayfaları
- Özgül, N., 1976. Toroslar'ın Bazı Temel Jeoloji Özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 19, 65-78.
- Özkan, A.U., Akpınar, N., 2009. Hasanoğlan Taşocaklarında Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Çevresel Risk Alanlarının Belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1, 17-28.
- Pour A.B., Hashim M., Hong J.K., Park Y., 2017, Lithological and alteration mineral mapping in poorly exposed lithologies using Landsat-8 and ASTER satellite data: North-eastern Graham Land, Antarctic Peninsula, *Ore Geology Reviews*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.oregeorev.2017.07.018>
- Pournamdari M., Hashim M., Pour A.B., 2014, Spectral transformation of ASTER and Landsat TM bands for lithological mapping of Soghan ophiolite complex, south Iran, *Advances in Space Research* 54 (2014) 694–709
- Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A. and Deering D.W., 1973, Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In 3rd ERTS Symposium, NASA SP-351 I, pp. 309–317.
- Sarı, N., 2005. Denizli ve Civarının Jeolojik Özelliklerinin Uzaktan Algılama Yöntemi İle İncelenmesi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 72s, Denizli.
- Sarıtaş, A., 2006. Burdur İli Mermer Sektörünün Kurumsal ve Ekonomik Yapısı, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 82s, Antalya.
- Tekin, B.M., Sagular, E.K., 2016. Jeolojik Çözümlemelerde Uydu Görüntüleri Destekli Coğrafi Bilgi Sistemleri; Yeni Foça (İzmir) Yöresi Örneği. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 59, 27-53.
- Tolluoğlu A.Ü, vd/ (1997), Afyon metasedimanter grubunun Mesozoyik öncesi metamorfik evrimi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C. 40, Sayı 1, 1-17, Şubat 1997

- Torun Abdulvahit, İnsansız Hava Aracı (İHA) Sektöründe Trend: İHA Fotogrametrisi Bakışıyla, Aperigae Bilgi Teknolojileri Danışmanlık, Ankara, Türkiye
- Uysal M., Toprak A.S., Polat N., İnsansız Hava Araçları ile Sayısal Arazi Modeli Üretimi, TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu 21-23 Mayıs 2015 / Konya
- Uysal, K., 2011. Eğirdir – Burdur Gölleri Çevrelerindeki Pliyo-Kuvaterner Çökellerinin Statigrafik, Sedimantolojik ve Bazı Tektonik Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 272s, Isparta.
- Uysal, K., Görmüş, M., Kresten, J.K., 2008. How can we use Google Earth® as a GIS platform in Geology? Geological pre-mapping example from Lake District, Isparta, SW Turkey. 33rd International Geological Congress, 6-14 August 2008, Oslo-Norway.
- Uysal, K., Caran, Ş., 2014. Mermer Ocaklarının Gelişiminin Uzaktan Algılama ile Belirlenmesi: Eğirdir Örneği, Ulusal Mermer ve Taş Ocakları Onarım Teknikleri Sempozyumu, 18-20 Eylül, Isparta, 161-170.
- Yakan. M., 2009. Tecer Dağları (Sivas Havzası) Güneyindeki Bölgede Sayısal Jeolojik Harita Alımı ve Bölgenin Aster Uydu Görüntüleri Yardımıyla Jeolojik İncelemesi. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 76s, Sivas.
- Yang M., Guangli R., HAn L., Y, H., Gao T., 2018, Detection of Pb–Zn mineralization zones in west Kunlun using Landsat 8 and ASTER remote sensing data, Journal of Applied Remote Sensing, Vol. 12(2), 026018 (2018), doi: 10.1117/1.JRS.12.026018.
- Yalçınkaya, S., 1989. Isparta-Ağlasun (Burdur) Dolayının Jeolojisi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Yayınlanmamış, 176s, İstanbul.
- Yalçınkaya, S., Ergin, A., Taner, K., Afşar. Ö.P., Dalkılıç, H., Özgönül, E., 1986. Batı Toroslar'ın Jeolojisi. MTA Genel Müd. Raporları Yayınlanmamış, Ankara.
- Yavuz, A.B., 2001. Muğla Yöresi Mermer Ocaklarında Blok Mermer Üretimini Etkileyen Jeolojik Parametreler. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 331s, İzmir.
- Yıldız, A., Kibici, Y. & Emrulloğlu, Ö. F., Şeydiler (Afyon) diyatomit yatağının jeolojisi ve mineralojisi, 1. Batı Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyumu, (Baksem ' 99), s. 96 - 105, izmir, (1999).
- Yılmaz, Y.E., 2019, Benzer Bej Kireçtaşı Mostralarının Sayısal Jeoloji İle Tespiti: Eğirdir Örneği, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Yayınlanmamış, 162 s.

EKLER

EK-1 Sondaj Loglari



EK-1. Sondaj Logları

1. Kuyu X:302008.41E

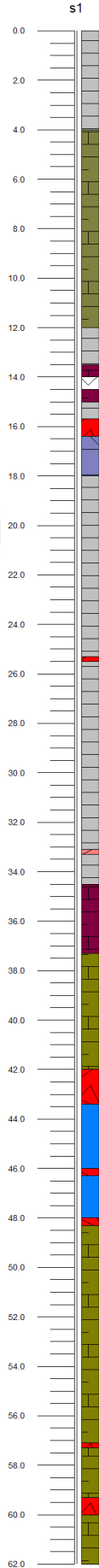
Y:4264057.59N

Z: 1218.0m. D:62.0m.

Log derinlik (m)

Sınıflanmış derinlik (m)

0	4	GRIBNT	37.3	42	GRI
		KOYUGR			
4	12	I	48.3	57.1	GRI
12	13.5	GRIBNT	57.3	59.3	GRI
13.5	14	DEMIRLI	60	62	GRI
					KOYUGR
14	14.5	BREŞBYZ	4	12	I
14.5	15	DEMIRLI	15.7	16.4	KIRIK
15	15.7	GRIBNT	25.3	25.5	KIRIK
15.7	16.4	KIRIK	42	43.4	KIRIK
16.4	18	AZ KIRIK	46	46.3	KIRIK
18	25.3	GRIBNT	48	48.3	KIRIK
25.3	25.5	KIRIK	57.1	57.3	KIRIK
25.5	33.1	GRIBNT	59.3	60	KIRIK
					DAMAR
33.1	33.3	BRŞPMB	43.4	46	Li
					DAMAR
33.3	34.5	GRIBNT	46.3	48	Li
34.5	37.3	DEMIRLI	14	14.5	BREŞBYZ
37.3	42	GRI	33.1	33.3	BRŞPMB
42	43.4	KIRIK	0	4	GRIBNT
		DAMAR			
43.4	46	Li	12	13.5	GRIBNT
46	46.3	KIRIK	15	15.7	GRIBNT
		DAMAR			
46.3	48	Li	18	25.3	GRIBNT
48	48.3	KIRIK	25.5	33.1	GRIBNT
48.3	57.1	GRI	33.3	34.5	GRIBNT
57.1	57.3	KIRIK	13.5	14	DEMIRLI
57.3	59.3	GRI	14.5	15	DEMIRLI
59.3	60	KIRIK	34.5	37.3	DEMIRLI



Lithology

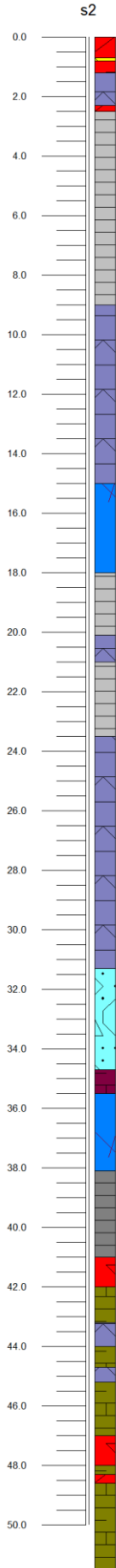
	KGRIBNT
	GRI
	KOYUGRI
	KIRIK
	DAMARLI
	BREŞBYZ
	BRŞPMB
	BRŞFAY
	BRŞSARI
	GRIBNT
	DEMIRLI
	AZ KIRIK

2. Kuyu X: 302055.62E Y: 4263997.57N Z: 1228.0m. D: 51.5m

Log derinlik (m)

Sınıflanmış derinlik (m)

0	0.7	KIRIK	38.1	41	KGRIBN
0.7	0.8	BRŞSARı	42	43.2	T
0.8	1.2	KIRIK	44	44.7	GRI
1.2	2.3	AZ KIRIK	45.2	47	GRI
2.3	2.5	KIRIK	48	48.3	GRI
2.5	9	GRIBNT	48.6	51.5	GRI
9	15	AZ KIRIK	0	0.7	KIRIK
		DAMAR			
15	18	Li	0.8	1.2	KIRIK
18	20.1	GRIBNT	2.3	2.5	KIRIK
20.1	21	AZ KIRIK	41	42	KIRIK
21	23.5	GRIBNT	47	48	KIRIK
23.5	31.3	AZ KIRIK	48.3	48.6	KIRIK
		DAMAR			
31.3	34.7	BRŞFAY	15	18	Li
		DAMAR			
34.7	35.5	DEMIRLI	35.5	38.1	Li
		DAMAR			
35.5	38.1	Li	31.3	34.7	BRsFAY
		KGRIBN			
38.1	41	T	0.7	0.8	BRsSARı
41	42	KIRIK	2.5	9	GRIBNT
42	43.2	GRI	18	20.1	GRIBNT
43.2	44	AZ KIRIK	21	23.5	GRIBNT
44	44.7	GRI	34.7	35.5	DEMIRLI
44.7	45.2	AZ KIRIK	1.2	2.3	AZ KIRIK
45.2	47	GRI	9	15	AZ KIRIK
47	48	KIRIK	20.1	21	AZ KIRIK
48	48.3	GRI	23.5	31.3	AZ KIRIK
48.3	48.6	KIRIK	43.2	44	AZ KIRIK
48.6	51.5	GRI	44.7	45.2	AZ KIRIK



Lithology

	KGRIBNT
	GRI
	KOYUGRI
	KIRIK
	DAMARLI
	BREŞBYZ
	BRŞPMB
	BRŞFAY
	BRŞSARI
	GRIBNT
	DEMIRLI
	AZ KIRIK



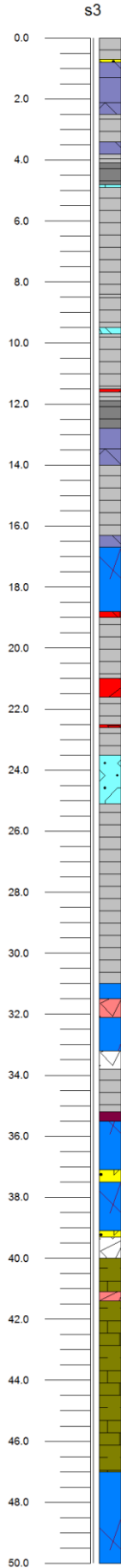
3. Kuyu X:302006.91E

Y: 4263905.16N Z: 1226.0m. D: 50.0m.

Log derinlik (m)

Sınıflanmış derinlik (m)

0	0.7	GRIBNT	11.9	12.8	KGRIBNT
0.7	0.8	BRŞSARı	40	41.1	GRI
0.8	2.5	AZ KIRIK	41.4	47	GRI
2.5	3.4	GRIBNT	8.4	8.5	KIRIK
3.4	3.8	AZ KIRIK	11.5	11.6	KIRIK
3.8	4.1	GRIBNT	18.8	19	KIRIK
4.1	4.8	KGRIBNT	21	21.6	KIRIK
4.8	4.9	BRŞFAY	22.5	22.6	KIRIK
4.9	8.4	GRIBNT	16.7	18.8	DAMARLI
8.4	8.5	KIRIK	31	31.5	DAMARLI
8.4	9.5	GRIBNT	32.1	33.2	DAMARLI
9.5	9.7	BRŞFAY	35.5	37.1	DAMARLI
9.7	11.5	GRIBNT	37.5	39.1	DAMARLI
11.5	11.6	KIRIK	47	50	DAMARLI
11.6	11.9	GRIBNT	33.2	33.8	BREŞBYZ
11.9	12.8	KGRIBNT	39.3	40	BREŞBYZ
12.8	14	AZ KIRIK	31.5	32.1	BRŞPMB
14	16.3	GRIBNT	41.1	41.4	BRŞPMB
16.3	16.7	AZ KIRIK	4.8	4.9	BRŞFAY
16.7	18.8	DAMARLI	9.5	9.7	BRŞFAY
18.8	19	KIRIK	23.5	25.1	BRŞFAY
19	21	GRIBNT	0.7	0.8	BRŞSARı
21	21.6	KIRIK	37.1	37.5	BRŞSARı
21.6	22.5	GRIBNT	39.1	39.3	BRŞSARı
22.5	22.6	KIRIK	0	0.7	GRIBNT
22.6	23.5	GRIBNT	0.8	4.1	GRIBNT
23.5	25.1	BRŞFAY	4.1	4.8	GRIBNT
25.1	31	GRIBNT	4.9	8.4	GRIBNT
31	31.5	DAMARLI	8.4	9.5	GRIBNT
31.5	32.1	BRŞPMB	9.7	11.5	GRIBNT
32.1	33.2	DAMARLI	11.6	11.9	GRIBNT
33.2	33.8	BREŞBYZ	14	16.3	GRIBNT
33.8	35.2	GRIBNT	19	21	GRIBNT
35.2	35.5	DEMIRLI	21.6	22.5	GRIBNT
35.5	37.1	DAMARLI	22.6	23.5	GRIBNT
37.1	37.5	BRŞSARı	25.1	31	GRIBNT
37.5	39.1	DAMARLI	33.8	35.2	GRIBNT
39.1	39.3	BRŞSARı	35.2	35.5	DEMIRLI
39.3	40	BREŞBYZ	12.8	14	AZ KIRIK
40	41.1	GRI	16.3	16.7	AZ KIRIK
41.1	41.4	BRŞPMB			
41.4	47	GRI			
47	50	DAMARLI			



Lithology

	KGRIBNT
	GRI
	KOYUGRI
	KIRIK
	DAMARLI
	BREŞBYZ
	BRŞPMB
	BRŞFAY
	BRŞSARI
	GRIBNT
	DEMIRLI
	AZ KIRIK

4. Kuyu X:302017.78E

Y: 4263931.54N

Z: 1228.0m. D: 50.0m.

Log derinlik (m)

Sınıflanmış derinlik (m)

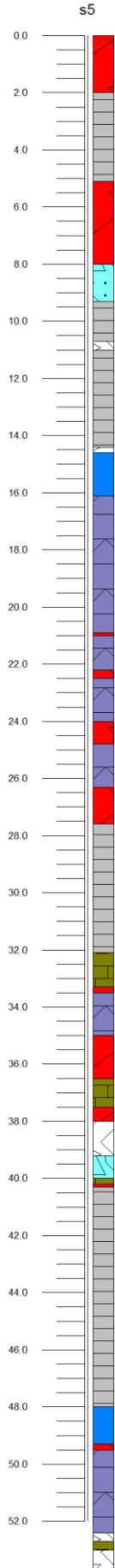
0	0.8	KIRIK	39	39.5	GRI
0.8	1.3	GRIBNT	22.3	22.7	KOYUGRI
1.3	1.4	BRŞSARı	26.3	26.8	KOYUGRI
1.4	4.5	AZ KIRIK	0	0.8	KIRIK
4.5	5.4	DEMIRLI	6.8	7.5	KIRIK
5.4	6	DAMARLI	9.4	9.6	KIRIK
6	6.8	GRIBNT	10.1	10.8	KIRIK
6.8	7.5	KIRIK	15	15.1	KIRIK
7.5	8	DAMARLI	19.2	19.8	KIRIK
8	9	BRŞFAY	5.4	6	DAMARLI
9	9.4	DEMIRLI	7.5	8	DAMARLI
9.4	9.6	KIRIK	9.6	10.1	DAMARLI
9.6	10.1	DAMARLI	12.9	14.2	DAMARLI
10.1	10.8	KIRIK	29.5	31	DAMARLI
10.8	12.5	GRIBNT	31.3	38.1	DAMARLI
12.5	12.9	BRŞFAY	39.9	50	DAMARLI
12.9	14.2	DAMARLI	17.3	17.5	BREŞBYZ
14.2	15	GRIBNT	28.3	29.5	BREŞBYZ
15	15.1	KIRIK	31	31.3	BRŞPMB
15.1	17.3	GRIBNT	8	9	BRŞFAY
17.3	17.5	BREŞBYZ	12.5	12.9	BRŞFAY
17.5	19.2	GRIBNT	39.5	39.9	BRŞFAY
19.2	19.8	KIRIK	1.3	1.4	BRŞSARı
19.8	22.3	AZ KIRIK	38.1	39	BRŞSARı
22.3	22.7	KOYUGRI	0.8	1.3	GRIBNT
22.7	26.3	DEMIRLI	6	6.8	GRIBNT
26.3	26.8	KOYUGRI	10.8	12.5	GRIBNT
26.8	28.3	GRIBNT	14.2	15	GRIBNT
28.3	29.5	BREŞBYZ	15.1	17.3	GRIBNT
29.5	31	DAMARLI	17.5	19.2	GRIBNT
31	31.3	BRŞPMB	26.8	28.3	GRIBNT
31.3	38.1	DAMARLI	4.5	5.4	DEMIRLI
38.1	39	BRŞSARı	9	9.4	DEMIRLI
39	39.5	GRI	22.7	26.3	DEMIRLI
39.5	39.9	BRŞFAY	1.4	4.5	AZ KIRIK
39.9	50	DAMARLI	19.8	22.3	AZ KIRIK

5. Kuyu X: 302038.09E Y: 4263962.69N Z: 1228.0m D: 52.0m

Log derinlik (m)

Sınıflanmış derinlik (m)

0	2	KıRıK	32.1	33.3	GRI
2	5.1	GRIBNT	36.5	37.5	GRI
5.1	8	KıRıK	40	40.2	GRI
8	9.3	BRŞFAY	52.7	53	GRI
9.3	10.7	GRIBNT	0	2	KıRıK
10.7	11	BREŞBYZ	5.1	8	KıRıK
11	14.4	GRIBNT	20.9	21	KıRıK
14.4	14.6	BREŞBYZ	22.2	22.5	KıRıK
		DAMAR			
14.6	16.1	Li	24	24.8	KıRıK
16.1	20.9	AZ KıRıK	26.3	27.6	KıRıK
20.9	21	KıRıK	33.3	33.5	KıRıK
21	22.2	AZ KıRıK	35	36.5	KıRıK
22.2	22.5	KıRıK	37.5	38	KıRıK
22.5	24	AZ KıRıK	40.2	40.3	KıRıK
24	24.8	KıRıK	49.3	49.5	KıRıK
		DAMAR			
24.8	26.3	AZ KıRıK	14.6	16.1	Li
		DAMAR			
26.3	27.6	KıRıK	48	49.3	Li
27.6	32.1	GRIBNT	10.7	11	BREsBYZ
32.1	33.3	GRI	14.4	14.6	BREsBYZ
33.3	33.5	KıRıK	38	39.2	BREsBYZ
33.5	35	AZ KıRıK	52.4	53.7	BREsBYZ
35	36.5	KıRıK	8	9.3	BRsFAY
36.5	37.5	GRI	39.2	40	BRsFAY
37.5	38	KıRıK	2	5.1	GRIBNT
38	39.2	BREŞBYZ	9.3	10.7	GRIBNT
39.2	40	BRŞFAY	11	14.4	GRIBNT
40	40.2	GRI	27.6	32.1	GRIBNT
40.2	40.3	KıRıK	40.3	48	GRIBNT
40.3	48	GRIBNT	16.1	20.9	AZ KıRıK
		DAMAR			
48	49.3	Li	21	22.2	AZ KıRıK
49.3	49.5	KıRıK	22.5	24	AZ KıRıK
49.5	52.4	AZ KıRıK	24.8	26.3	AZ KıRıK
52.4	53.7	BREŞBYZ	33.5	35	AZ KıRıK
52.7	53	GRI	49.5	52.4	AZ KıRıK



Lithology	
■	KGRIBNT
■	GRI
■	KOYUGRI
■	KIRIK
■	DAMARLI
■	BREŞBYZ
■	BRŞPMB
■	BRŞFAY
■	BRŞSARI
■	GRIBNT
■	DEMIRLI
■	AZ KIRIK

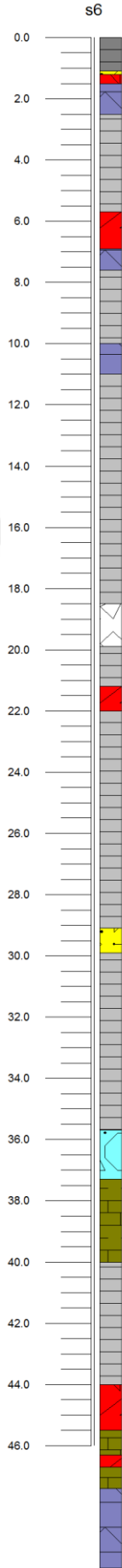
6. Kuyu X: 302057.12E Y: 4263920.58N Z: 1234.0m D: 50.0m.

Log derinlik (m)

Sınıflanmış derinlik (m)

0	1.1	KGRIBN
1.1	1.2	T
1.2	1.5	BRŞSARı
1.5	2.5	KıRıK
2.5	5.7	AZ KıRıK
5.7	6.9	GRIBNT
6.9	7.6	KıRıK
7.6	10	AZ KıRıK
10	11	GRIBNT
11	18.5	BREŞBY
18.5	19.9	Z
19.9	21.2	GRIBNT
21.2	22	KıRıK
22	29.1	GRIBNT
29.1	29.9	BRŞSARı
29.9	35.7	GRIBNT
35.7	37.3	BRŞFAY
37.3	40	GRI
40	44	GRIBNT
44	45.5	KıRıK
45.5	46.3	GRI
46.3	46.7	KıRıK
46.7	47.4	GRI
47.4	50	AZ KıRıK

0	1.1	KGRIBN
37.3	40	GRI
45.5	46.3	GRI
46.7	47.4	GRI
1.2	1.5	KıRıK
5.7	6.9	KıRıK
21.2	22	KıRıK
44	45.5	KıRıK
46.3	46.7	KıRıK
18.5	19.9	BREŞBY
35.7	37.3	Z
1.1	1.2	BRsFAY
29.1	29.9	BRsSARı
2.5	5.7	BRsSARı
7.6	10	GRIBNT
11	18.5	GRIBNT
19.9	21.2	GRIBNT
22	29.1	GRIBNT
29.9	35.7	GRIBNT
40	44	GRIBNT
1.5	2.5	GRIBNT
6.9	7.6	AZ KıRıK
10	11	AZ KıRıK
47.4	50	AZ KıRıK



Lithology

	KGRIBNT
	GRI
	KOYUGRI
	KIRIK
	DAMARLI
	BREŞBYZ
	BRŞPMB
	BRŞFAY
	BRŞSARI
	GRIBNT
	DEMIRLI
	AZ KIRIK



