

SARIALAN (İVRİNDİ - BALIKESİR) ALTIN YATAĞININ OLUŞUMU VE JEOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİ

Serdar Onur AVCI

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği Uyarınca
Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK

Haziran – 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Serdar Onur AVCI'nın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı Sarıalan (İvrindi - Balıkesir) Altın Yatağının Oluşumu ve Jeokimyasal Özellikleri başlıklı bu çalışma, jürimizce Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

11 06 2019

Prof. Dr. Önder UYSAL
Enstitü Müdürü, Fen Bilimleri Enstitüsü

Prof. Dr. Zeynal Abiddin ERGÜLER
Anabilim Dalı Başkanı, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

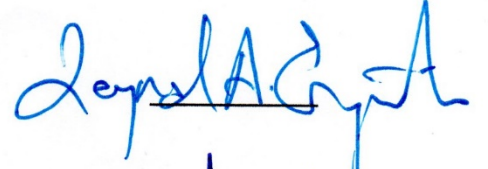
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK
Danışman, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Sınav Komitesi Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

Prof. Dr. Fetullah ARIK
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Cafer ÖZKUL
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi











ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Bu tezin hazırlanmasında Akademik kurallara riayet ettiğimizi, özgün bir çalışma olduğunu ve yapılan tez çalışmasının bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olduğunu, çalışma kapsamında teze ait olmayan veriler için kaynak gösterildiğini ve kaynaklar dizininde belirtildiğini, Yüksek Öğretim Kurulu tarafından kullanılmak üzere önerilen ve Dumlupınar Üniversitesi tarafından kullanılan İntihal Programı ile tarandığını ve benzerlik oranının % 16 çıktığını beyan ederiz. Aykırı bir durum ortaya çıktığı takdirde tüm hukuki sonuçlara razı olduğumuzu taahhüt ederiz.

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBILEK



Serdar Onur AVCI



SARIALAN (İVRİNDİ- BALIKESİR) ALTIN YATAĞININ OLUŞUMU VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Serdar Onur AVCI

Jeoloji Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2019

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK

ÖZET

Sarıalan altın cevherleşmesi, Türkiye'nin Marmara bölgesinde, Balıkesir ili, İvrindi ilçesi Sarıalan ve Dallımandıra köyleri arasında, I19-d3 paftası içinde yer almaktadır.

Çalışma alanının, büyük bir bölümünde Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Hallaçlar Formasyonu (İnceleme alanında andezit ve andezitik aglomeralar ile temsil edilmektedir) mostra vermekte olup Triyas yaşlı hafif metamorfizma geçirmiş karbonatlı ve kırıntılı sedimanter birimleri uyumsuzlukla üzerlemektedir.

Arazi ve jeokimya çalışmaları, mineraloji ve petrografi numuneleri, hidrotermal alterasyon dokuları, cevher yan kayaç ilişkileri, cevher parajenezi ve cevherin kökeni üzerine veriler üretilerek, Sarıalan altın cevherleşmesinin oluşum koşullarına yönelik yaklaşımlar ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çalışma alanının güneyinde ve kuzeydoğusunda andezitler ve andezitik aglomeralar içinde KD/GB konumlu, tektonik hatlara bağlı olarak gelişmiş silisifiye zonlar gözlenmektedir.

Sarıalan altın cevherleşmesi, Hallaçlar Formasyonunun porfirik dokulu andezit ve andezitik aglomeralar içinde K60-70°D doğrultulu, yaklaşık 1.800 m'lik bir uzanım sunan, sünger dokulu (vuggy) silisifiye zonlarda izlenir.

Cevherleşmenin litoloji, yan kayaç/cevher ilişkisi, cevher tipi/şekli, alterasyon, yapısal özellikleri, toprak ve kayaç örneklerinde saptanan Au-Cu değerleri, mineraloji-petrografi numunelerinde görülen mineraller ve sünger dokulu silisilerin varlıkları ile birlikte değerlendirildiğinde, andezitik kayaçlar içinde fay kontrollü olarak gelişmiş yüksek sülfidasyonlu epitermal bir altın cevherleşmesi olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Altın, Balıkesir, Sarıalan, Epitermal, Yüksek sülfidasyon.

FORMATION AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF SARIALAN (İVRİNDİ-BALIKESİR) GOLD DEPOSIT

Serdar Onur AVCI

Geological Engineering, MSc. Thesis, 2019

Thesis Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mehmet DEMİRBILEK

SUMMARY

The study area, Sarıalan gold mineralization, is located in the Marmara region of Turkey, Balıkesir province, district İvrindi, in between Sarıalan and Dallımandıra villages (I19-d3 topographic map layout).

The study area is almost entirely covered by Upper Oligocene-Lower Miocene andesitic volcanics, tuffs and agglomerates, which unconformably overlie fractured Triassic carbonated sedimentary units that are slightly metamorphosed.

By producing data on field and geochemistry studies, mineralogical and petrographical samples, hydrothermal alteration textures, ore mineralization relationship with host rock, ore paragenesis and origin of the mineralization, approaches were tried to be revealed for formation conditions of Sarıalan gold mineralization.

As a result of the study, silicified zones, which were developed within the andesite and andesitic agglomerates, depend on the NE / SW trending fault system are observed in the south and northeast of the study area.

Sarıalan mineralization is observed in N60 / 70°E trending vuggy textured quartz within the porphyritic andesite and andesitic agglomerates of the Hallaçlar Formation, giving an extension of approximately 1,800 m.

In the light of the information about the relationship between lithology and host rock/ore, ore type/shape, alteration, structural properties, Au-Cu values determined in soil and rock samples, minerals in mineralogical-petrographical samples and the presence of vuggy quartz, it is proposed that Sarıalan gold mineralization is fault-controlled, high sulphidation epithermal gold mineralization within the andesitic rocks.

Keywords: Gold, Balıkesir, Sarıalan, Epithermal, High sulfidation.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü Maden Yatakları ve Jeokimya Anabilim dalında, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK danışmanlığında hazırlanmıştır.

Bu çalışmayı yöneten ve yönlendiren Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK'e, çalışmaya sunmuş olduğu katkılardan dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sağladığı imkanlardan dolayı Demir Export A.Ş. Genel Müdürü Ramazan YÖN'e teşekkür ederim.

Çalışma süresince bütün veri tabanlarını açan Demir Export A.Ş. Maden Arama Müdürlüğüne, tez çalışmasının her aşamasında tecrübeleriyle, görüşlerini, mesleki katkılarını ve desteklerini esirgemeyen İsmet CENGİZ (Demir Export A.Ş.), İsmail CİHAN (Demir Export A.Ş.), Halide DUMANLILAR (MTA), Dr.Özcan DUMANLILAR (AMAK) ve haftasonlarını bana ayırıp çalışmalarına yardımcı olan genç meslektaşlarım İsmail Batuhan KESİM ve Birgül ÇOBAN'a (Demir Export A.Ş.) en içten şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmaları sırasında sabır ve desteğini hiç esirgemeyen sevgili eşim ve meslektaşım Elmas AVCI' ya, enerji ve moral kaynağım oğlum Hakan Onur AVCI' ya sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1.GİRİŞ	1
1.1. Çalışma Alanının Yeri	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	3
1.3. Materyal ve Yöntemler.....	3
1.3.1. Büro çalışmaları	3
1.3.2. Arazi çalışmaları	4
1.3.3. Laboratuvar çalışmaları.....	4
1.4. Önceki Çalışmalar.....	4
2.GENEL JEOLJİ.....	7
2.1. Bölgesel Jeoloji	8
2.1.1. Paleozoyik.....	11
2.1.2. Mesozoyik.....	11
2.1.3. Senozoyik.....	12
2.2. Çalışma Alanı Jeolojisi.....	14
2.2.1. Metamorfikler	15
2.2.2. Hallaçlar volkaniti.....	16
3.MADEN JEOLJİSİ	21
3.1. Cevherleşme.....	23
3.1.1. Küçüktaş sektörü.....	28
3.1.2. Kocataş ve ufaktaş sektörü.....	30
3.1.3. Kocagedik sektörü.....	31
3.1.4. Sırataş sektörü.....	33
3.2. Alterasyon	33
3.3. Cevherleşme Modeli	36
3.4. Cevher Mikroskopisi.....	37
3.4.1. Kocataş sektörü.....	37
3.4.2. Küçüktaş sektörü.....	41

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.4.3. Canbazdüzü mevki 79967 nolu ince kesit örneği (BIS43: 60,50-60,70 m)	47
3.4.4. Ufaktaş sektörü	49
4.JEOKİMYA.....	51
4.1. Toprak Jeokimyası Çalışmaları	51
4.2. Kayaç Jeokimyası Çalışmaları	58
5.SONUÇLAR	61
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	62
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası	1
1.2. Çalışma alanının ulaşım haritası	2
1.3. Çalışma alanının 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritası	3
2.1. Türkiye ve çevresinin tektonik birlikleri	8
2.2. Biga Yarımadası'nın genelleştirilmiş bölgesel jeoloji haritası	9
2.3. Balıkesir bölgesinin genelleştirilmiş tektono-stratigrafik dikme kesiti.....	10
2.4. Çalışma alanına ait jeoloji haritası	14
2.5. Düşük dereceli metamorfizmayı gösteren sleytlerden görünüm (Canbazdüzü mevki X:557160 Y:4384550 Z:394).....	15
2.6. İnceleme alanındaki metamorfiklerin yapılan sondaj karotlarındaki görünümü (BIS-43 sondajı karot örneği, Cambazdüzü mevki X:557213 Y:4384649 Z:405).....	16
2.7. Hallaçlar volkanitleri içinde yer alan morumsu gri andezitlerden görünüm (Kocataş Mevki X:557370 Y:4383460 Z:305)	16
2.8. İnceleme alanında yer alan andezitlerin sondaj karotlarındaki görünümü (BIS-57 sondajı karot örneği, Kocataş mevki X:557511 Y:4384086 Z:425).....	17
2.9. Hallaçlar volkanitlerine ait andezitik aglomeralardan görünüm (Kocataş mevki X:557337 Y:4383861 Z:366).....	18
2.10. İnceleme alanındaki andezitik aglomeraların görünümü (BIS-26 sondajı karot örneği, Kocataş mevki X:557324 Y:4383830 Z:358)	18
2.11. Hallaçlar volkanitleri içindeki fiyam yapılı ignimbritlerden görünüm (Tatlıçeşme Deresi X: 557316 Y: 4383406 Z: 291).....	19
2.12. İnceleme alanında yer alan altere andezitlerin görünümü (BIS-58 sondajı karot örneği, Kocataş mevki X:557506 Y:4384044 Z:424)	19
2.13. Hallaçlar volkanitleri içinde yaygın olarak gözlenen görülen arjilik alterasyon (Armut Tepe X:556400 Y:4385020 Z:399).	20
3.1. Biga yarımadası epitermal cevherleşmeler ve metalojenez haritası.....	21
3.2. Çalışma alanında gelişmiş olan KD/GB konumlu silisifiye zonların harita görünümü	22
3.3. Küçüktaş Tepe'de gözlenen sünger dokulu silika görünümü (X:556926 Y:4383804 Z:398).....	23
3.4. Kocagedik Tepe silika zonlarının kırık-çatlaklarında gözlenen demir oksit (X:557988 Y:4384310 Z:367).....	24
3.5. Kocagedik Tepe silika zonunda gözlenen piritli zonlar (X:557804 Y:4384193 Z:391).....	24
3.6. Küçüktaş Tepe silika zonunda bulunan epitermal dokuların görünümü (Orbiküler Doku, X:556916 Y:4383747 Z:402)	25
3.7. Kocagedik Tepe silika zonunda bulunan epitermal dokuların görünümü (Drusy Doku, X:557492 Y:4384027 Z:420)	26

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.8. Kocataş Tepe silika zonundaki gözenekli dokuların görünümü (X:557412 Y:4384035 Z:421).....	26
3.9. Kocataş Tepe silika zonunda gözlenen sinter doku (X:557564 Y:4384177 Z:421)	27
3.10. Yüksek sülfidasyon epitermal sisteminde görülen alterasyon zonları.....	28
3.11. Küçüktaş Sektörü silika zonunun hava fotoğrafı.	28
3.12. Küçüktaş Tepe silika zonundan görünüm (GB'dan KD'ya bakış X: 556651 Y: 4383630 Z: 399)	29
3.13. Kocataş Tepe mevkinde KD/GB uzanımlı silika zonunun hava fotoğrafı.....	30
3.14. Kocataş Tepe silika zonundan görünüm (GB'dan KD'ya bakış X: 557488 Y: 4384014 Z: 410)	31
3.15. Kocataş Tepe mevkinde KD/GB uzanımlı silika zonunun hava fotoğrafı.....	32
3.16. Kocagedik silisifiye zonundan görünüm (GB'dan KD'ya bakış, X: 557888 Y: 4384238 Z: 381)	32
3.17. Sırataş Mevkiinde görülen masif kalsedonik silika zonundan görünüm (KB'dan GD'ya bakış, X: 558769 Y: 4385833 Z: 362).....	33
3.18. TerraSpec Halo cihazı ile karot numuneleri üzerinde yapılan ölçümleri gösterir resim	34
3.19. Yüksek sülfidasyonlu Au modeli	36
3.20. İnceleme alanındaki Kocataş zuhurunda yapılan BIS-09 sondajından alınan 79964 nolu örnekte gözenekli silika oluşumları.	37
3.21. 79964 nolu ince kesit incelemesi sonucu örneğin çok yoğun şekilde silisleşmiş ve zayıf serisitleşmiş olduğu gözlemlenmiştir. Kenetli kuvars kristalleri, gözenek dokusu ve silisleşme gözlemlenmiştir. A) +N, B) // N.....	38
3.22. 79964 nolu örneğe ait ince kesit incelemesi sonucu kayacın yoğun şekilde silisleştiği, gözenek dokusu ve altere olmuş mineral izleri gözlemlenmiştir. A) +N, B) // N.....	38
3.23. 79964 nolu örneğe ait parlak kesit görüntüsü: Örnek içerisinde rutil-anatas gibi TiO ₂ mineralleri ve pirit gözlemlenmiştir. Hidrotermal alterasyon sonucunda kayacı oluşturan mafik minerallerin içeriklerindeki Ti rutil ve anatası, Fe ise piriti oluşturmuştur	39
3.24. 79964 nolu örneğe ait parlak kesit görüntüsü: Oksidasyon sonucunda oluşmuş limonit minerali gözlemlenmiştir	39
3.25. İnceleme alanındaki Kocataş zuhurunda yapılan BIS-58 sondajından alınan 79968 nolu örneğinde gözlemlenen altere andezit görünümü.	40
3.26. 79968 nolu numune ince kesit görüntüsü: Örnekğin çok yoğun serisitleşme ile daha az miktarda silisleşmiş ve çok az miktarda alunitleşmiş olduğu gözlemlenmiştir. Örnekte yer yer porfirik doku izleri bulunmakta ve kayaçta tamamen serisitleşen feldspat fenokristali gözlemlenmektedir (+ N).....	41
3.27. İnceleme alanındaki Küçüktaş zuhurunda yapılan BIS-13 sondajından alınan 79965 nolu numunede zayıf gözenekli silika oluşumları.	42

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.28. 79965 nolu örneğe ince kesit görüntüsü inceleme sonucu örneğin hidrotermal alterasyonla tamamen silisleştiği gözlemlenmektedir. İnce taneli kuvars kristallerinin arasında opak mineraller gözlemlenmiştir. Kuvars kristallerinin en iri boyutta olanları 0,3-0,4 mm boyutlarına ulaşmaktadır. A) +N, B) // N	42
3.29. 79965 nolu örneğe ait ince kesit görüntüsü inceleme sonucu örneğin hidrotermal alterasyonla tamamen silisleştiği gözlemlenmektedir. İnce taneli kuvars kristallerinin arasında opak mineraller gözlemlenmiştir. Kuvars kristallerinin en iri boyutta olanları 0,3-0,4 mm boyutlarına ulaşmaktadır. Ayrıca orta taneli kuvars damarı gözlemlenmiştir. A) +N, B) // N	43
3.30. 79965 nolu örneğe ait parlak kesit görüntüsü: Mafik minerallerin alterasyonu sonucu rutil ve pirit oluşumu gözlemlenmiştir.....	44
3.31. 79965 nolu örneğe ait parlak kesit görüntüsü: Dijenit, rombik-kalkosin, kovelin ve enarjit gözlemlenmiştir. Enarjit yüksek sülfidasyon epitermal sitemin belirteç minerallerinden olduğu için bu örnekte gözlemlenmesi inceleme alanındaki cevherleşmenin yüksek sülfidasyon epitermal cevherleşmesi olduğunu kanıtlar niteliktedir.	44
3.32. 79965 nolu numune parlak kesit görüntüsünde lamelli kalsosin mineralleri gözlemlenmiştir.....	45
3.33. İnceleme alanındaki Küçüktaş zuhurunda yapılan BIS-13 sondajından alınan 79966 nolu gözlemlenen andezit görünümü.	46
3.34. 79966 nolu örneğe ait ince kesit görüntüsü incelemesi sonucunda örneğin içerdiği feldspat kristallerinin tamamen serisitleştiği gözlemlenmektedir. Altere olmuş örnek içerisinde az miktarda ince kristalli kuvars gözlenmektedir. Kayacın çatlak ve boşluklarını dolduran kalsit genelde konsantrik-kabuklu, böbreğimsi dokuludur. A) +N, B) // N.....	46
3.35. 79966 nolu örneğe ait ince kesit görüntüsü incelemesi sonucunda örneğin içerdiği feldspat kristallerinin tamamen serisitleştiği gözlemlenmektedir. Altere olmuş örnek içerisinde az miktarda ince kristalli kuvars gözlenmektedir. Kayacın çatlak ve boşluklarını dolduran kalsit genelde konsantrik-kabuklu, böbreğimsi dokuludur. Ayrıca örnekte klorit ve serizit gözlemlenmiştir. A) +N, B) // N.....	47
3.36. Canbazdüzü mevkiisinde yapılan BIS-43 sondajından alınan 79967 nolu numunede foliasyon gösteren metamorfik kayaç (sleyt) görünümü.....	48
3.37. 79967 nolu örneğe ince kesit görüntüsü sonucunda örnekte foliasyon gözlenmektedir. Örnekte gözlemlenen kuvars ve polikuvars taneleri değişik boyutlarda gözlemlenmektedir. Foliasyon yönünde sıralanma ve uzama gösteren kuvarsla birlikte az miktarda ince taneli feldspatlar bulunmaktadır. Bazı feldspat taneleri serisite dönmüştür. Ayrıca örnekte muskovit, serisit ve az miktarda klorit gözlemlenmektedir. 1 A) +N, B) // N	48
3.38. 79967 nolu örneğe ince kesit görüntüsü: Foliasyon gösteren örnekte kuvars ve polikuvars ile birlikte şişt ve kuvarsit parçası gözlemlenmektedir. A) +N, B) // N	49
3.39. İnceleme alanındaki Ufaktaş zuhurunda yapılan BIS-82 sondajından alınan 79969 nolu numunede kalsedonik silika oluşumları.....	50

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.40. 79969 nolu ince kesit incelemesi sonucu örneğin tamamen silisleştiği ve çatlak boşluklarının daa iri boyutlu kuvars kristalleri ile doldurulduğu gözlemlenmektedir. Genelde ince taneli kuvars kristallerinden oluşan kayacın çatlak ve boşluklarını dolduran daha iri boyutlu oldukları gözlemlenmektedir. (+ N)	50
3.41. 79969 nolu örneğe ait parlak kesit görüntüsü	51
4.1. Au, As, Cu, Pb ve Zn çiftlerine ait regresyon dağılım diyagramları	54
4.2. Alınan toprak numunelerini gösterir harita	55
4.3. Toprak numunelerinde Au (ppm) dağılımı gösterir anomali haritası	55
4.4. Toprak numunelerinde As (ppm) dağılımı gösterir anomali haritası.....	56
4.5. Toprak numunelerinde Cu (ppm) dağılımı gösterir anomali haritası	56
4.6. Toprak numunelerinde Pb (ppm) dağılımı gösterir anomali haritası.....	57
4.7. Toprak numunelerinde Zn (ppm) dağılımı gösterir anomali haritası	57
4.8. Küçüktaş Tepe'den alınan kayaç numunelerinin yerleri Au konsantrasyonları.....	59
4.9. Kocataş Tepe'den alınan kayaç numunelerinin yerleri ve Au konsantrasyonları.	59
4.10. Kocagedik Tepe'den alınan kayaç numunelerinin yerleri ve Au konsantrasyonları.....	60
4.11. Sırataşlar mevkiinden alınan kayaç numunelerinin yerleri ve Au konsantrasyonları.	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge

Sayfa

4.1. Toprak numunelerinin alındığı zonlara ait istatistiksel bilgiler.	51
4.2. Tüm topraklarda elementler arasındaki hesaplanan korelasyon katsayıları.	52
4.3. Au, As, Cu, Pb ve Zn değerlerine ait istatistiksel bilgiler.....	53
4.4. Kayaç numunelerine ait özet istatistiksel bilgiler.....	58

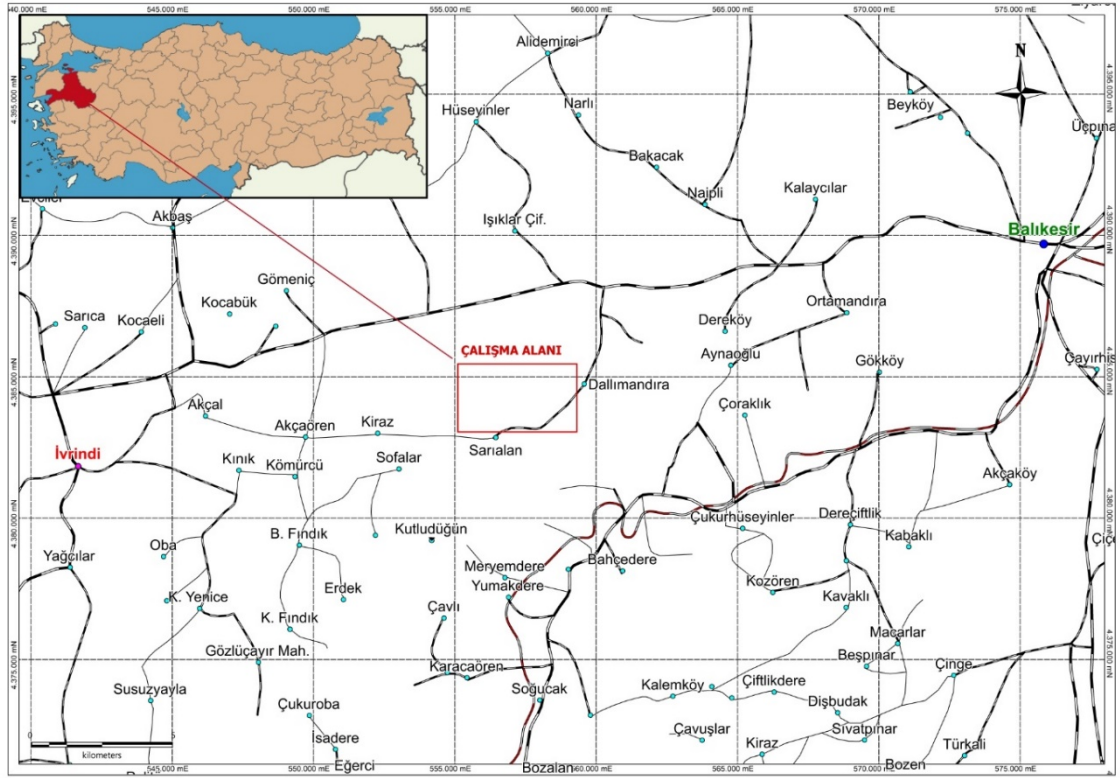


1. GİRİŞ

1.1. Çalışma Alanının Yeri

Çalışma alanı, Türkiye'nin Marmara Bölgesinde, Balıkesir ili, İvrindi ilçesi sınırlarında İvrindi'nin 16 km doğusunda yer almaktadır.

I19-d3 paftasının kuzey kısmını kapsayan çalışma alanının güneybatısında Sarıalan, doğusunda ise Dallımandıra köyü bulunmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası.

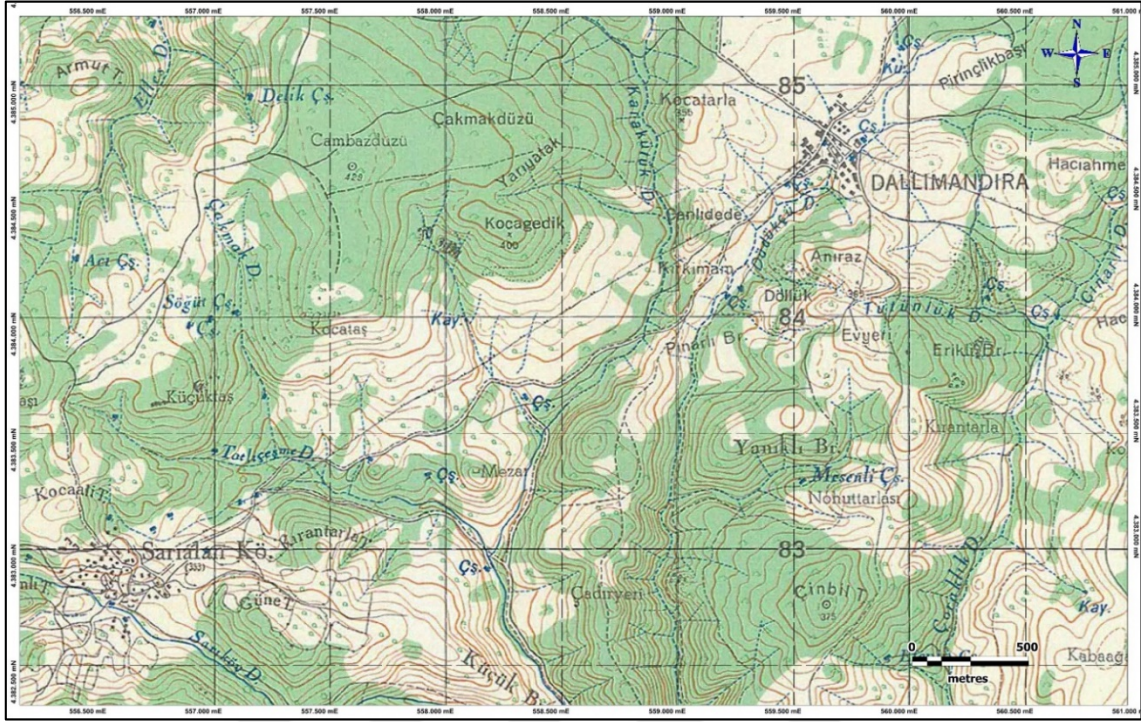
Çalışma alanına, Balıkesir-İvrindi-Edremit yolunun 18. km'sinden, güneye ayrılan stabilize yol ile ulaşım sağlanır. Asfalt yoldan sonra Dallımandıra Köyü üzerinden Sarıalan Köyü'ne ulaşım sağlayan stabilize yol 10 km'dir. Ayrıca, sahada arazi ve orman yolları da mevcuttur (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Çalışma alanının ulaşım haritası.

Bölgede yükseltiler 350 - 423 m arasında değişmekte olup en yüksek noktası, 423 m olan Kocataş Tepe'dir. Diğer önemli yükseklikler; Yaran Tepe (372 m), Kurttaş Tepe (350 m), Kocagedik Tepe (405 m) ve Küçüktaş Tepe (414m)'dir (Şekil 1.3).

Çalışma alanının batı kısmında bulunan Dallımandıra sulama göleti sahanın en önemli su kaynağıdır. Dallımandıra göleti yaklaşık K-G konumlu Karakütük Dere tarafından beslenmektedir. Karakütük Dere dışında çalışma alanının doğu kısmında Çakmak Dere ve KB'sında bulunan Elles ve Kuşca dereleri diğer önemli su kaynaklarıdır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Çalışma alanının 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritası.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu tezin amacı, Balıkesir İvrindi, Sarıalan Köyü civarında yüzeylenen Üst Oligosen – Alt Miyosen yaşlı Hallaçlar Formasyonunun andezit bileşimli kayalar içerisinde gelişmiş altın içerikli silisli zonların, jeoloji, hidrotermal alterasyon, doku, cevher yan kayaç ilişkisi, cevher parajenezi ve cevherin kökeni üzerine veriler üretilerek, oluşum koşullarına yönelik yaklaşımlar ortaya koymaktır.

1.3. Materyal ve Yöntemler

Tez çalışması; büro, arazi ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere üç farklı aşamada tamamlanmıştır.

1.3.1. Büro çalışmaları

Tez çalışmasının ilk etabını oluşturan büro çalışmalarına literatür taraması yapılarak başlanılmıştır. Bu kapsamda inceleme alanı ve yakın çevresi hakkında yazılmış rapor, dergi, yayın vb. gibi dokümanlar araştırılmıştır.

Yapılan literatür çalışması sonucunda elde edilen belgeler, yıllara göre ve çalışma yapılan konulara göre sınıflandırılmıştır.

1.3.2. Arazi çalışmaları

Tez çalışmalarının arazi kısmını oluşturan çalışmalarda 1/5.000 ölçekli maden jeoloji haritası hazırlanmış, inceleme alanı içinde yer alan kaya birimleri arasındaki dokanaklar, yapısal unsurlar, alterasyon ve cevherli zonlar haritalanmıştır.

İnceleme alanında yapılan çalışmalarda yan kayaç, alterasyon ve cevherleşmeye yönelik olarak çok sayıda el örneği ile mineraloji ve petrografi numuneleri alınmıştır.

120 lokasyonda toplam 9.440 metrelik sondajın jeolojik loğu yapılmış, sondajlar litolojik-alterasyon ve tenör dağılımı açısından deneştirilmiştir.

1.3.3. Laboratuvar çalışmaları

Cevherleşme alanında, yapılan karotlu sondajlardan alınan 2.506 adet karot numunesi, prospeksiyon çalışmaları sırasında alınan 282 adet toprak ve 244 adet de kayaç numunesi olmak üzere alınan tüm örnekler İzmir'de bulunan ALS Chemex Laboratuvarı'nda analiz edilmiştir.

Yapılan sondajlarda alınan karot numuneleri üzerinde, TerraSpec Halo cihazı ile ölçümler yapılmıştır.

Çalışmalar sırasında alınan, yan kayaç ve cevher numunelerinden yaptırılan 30 adet ince kesit ve 15 adet parlak kesit numuneleri Çağatay Madencilik Mineraloji ve Petrografi Laboratuvarı'nda (Ankara) hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler MTA Maden Analizleri Laboratuvarı'nda incelenmiştir.

1.4. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanı ve yakın çevresinde genel jeoloji, tektonik ve maden yataklarına yönelik birçok araştırma mevcuttur. Bölgede ilk çalışmalar 1940'lı yıllara kadar gitmektedir.

Kaaden (1957), bölgenin genel jeolojisi ile ilgili çalışmasında gnaysların içine, bunlarla birlikte amfibolit fasiyesini karakterize eden metamorfizmaya uğramış dunitler, piroksenitler ve enstatit serpantinlerin girdiğini belirtmiştir. Masifin hornblendli, biyotitli-kuarslı, plajioliklaslı gnayslardan, biyotit-kuarslı- plajioliklaslı gnayslardan, granat içeren kuvarslı-hornblendli-plajioliklaslı gnayslardan, mermer hornblendli şistlerden, albitli, hornblendli-kloritli şistlerden, diyopsitli şistlerden, masif tremolit içeren piroksenlerden, ortognayslardan ve olivinli şistlerden meydana geldiğini ileri sürmüştür,

Gümüş (1964), bölgede yaptığı çalışmalarda, metamorfik kayaçların Silüriyen-Devoniyen yaş aralığında olduğunu öne sürmüştür. Permian magmatizmasına bağlı

granodiyoritlerin metamorfik kayaçları kestiğini ve dokanıklarda kontakt metasomatizmaya neden olduğunu vurgulamıştır.

Aslaner (1965), amfibolitlerin yer aldığı temel kayaçların üzerine epimetamorfik şistlerin geldiğini belirtmiştir.

Bürküt (1966), Kuzeybatı Anadolu'da gözlenen granitik kayaçları incelemiş, Kozak granitinin yaşının 79 my, Eybek granitinin yaşının 36 my olduğunu vurgulamıştır.

Krushensky (1971), Batı Anadolu'daki Tersiyer yaşlı volkanik kayaçları jeolojik mineralojik ve petrografik olarak incelemiş ve bu kayaçların yiten bir okyanus kabuğunun kısmi ergimesine ait olduğu belirtmiş ve kayaçların yaşının 22-24 my olduğunu vurgulamıştır.

Bingöl vd. (1973), Biga yarımadasında gözlenen Triyas yaşlı Karakaya Formasyonu'nu ilk kez tanımlamıştır.

Ataman (1975), Batı Anadolu'daki plütonların radyometrik yaş tayinleri yaparak Kozak granodiyoritinde 16, 18 ve 23 milyon yıllık yaşlar bulmuştur.

Bingöl (1976), Batı Anadolu'da yapmış olduğu çalışmalarda bölgenin jeodinamik evrimini incelemiştir.

Ayan (1979), Kozak ve Eybek granitinin hornblendli granodiyorit bileşimli olduğu ve granodiyoritlerin yaşının 24-33 my olduğunu saptamıştır.

Ercan (1981a, b), Batı Anadolu'da yer alan Tersiyer-Kuvaterner yaş aralığındaki volkanik kayaçlarda petrolojik incelemeler yaparak, volkanitlerin subalkalin nitelikte olduğunu belirlemiştir.

MTA ve BGR tarafından gerçekleştirilen "Türk-Alman Projesi Biga Yarımadası Metalik Madenler (Pb-Zn-Cu) Arama Projesi" kapsamında 1/100,000 ölçekli İ16, İ17, İ18 paftalarının genel jeokimyasal prospeksiyonu yapılmış, baz ve değerli metaller için hedef sahalar belirlenmiştir (Çetinkaya vd., 1983).

Siyako vd. (1989), Biga ve Gelibolu yarımadalarında yaptığı çalışmalarda bölgenin temelini metamorfitlerin oluşturduğunu belirtmiştir. Triyas yaşlı Karakaya Formasyonu'nun üzerine gelen Jura-Kretase birimlerinin transgresif özellikte olduğunu vurgulamıştır. Bütün bu birimleri tektonik olarak üzerleyen ofiyolitik kayaçların Üst Kretase-Paleosen yaşlı olduğunu belirtmiştir. Bölgede Eosen'de gelişen volkanizmanın andezitik karakterli olduğunu, sedimanter kayaçların bunların üzerine geldiğini ve en üstte ise türbiditlerin yer aldığını vurgulamıştır.

Miyosen’de kalkalkalen magmatizma ürünleri olan andezit, dasit, riyolit ve piroklastik kayalar ile granitik sokulumların etkin olduğunu belirten yazarlar, en genç birimlerin, Pliyo-Kuvaterner yaşlı fluviyal ve gölsel birimler olduğunu tespit etmişlerdir.

Okay vd. (1990), Biga Yarımadası’nda yapmış oldukları jeolojik çalışmalarda Biga Yarımadası’nın doğu kesiminde temel birimleri; Karakaya öncesi birimler, Kazdağ grubu kayalar ve Karakaya Kompleksi olarak üçe ayırmışlardır.

Kayhan vd. (1996), Eybek granodiyoritinin sokulum yaptığı Alt Triyas yaşlı birimlerin dokanaklarında skarn yapılarının oluştuğunu belirtmiştir.

Küçükefe vd. (2003), Tepeoba civarında yapmış olduğu çalışmalarda Üst Triyas öncesi yaşlı metabazik ve metasedimanter kayaların Eybek granodiyoriti ile olan dokanaklarında oldukça geniş skarn, fels ve breş zonlarının oluştuğunu, Tepeoba bakır-molibden cevherleşmesinin skarn, fels, breş ve granitik kayaların içinde saçınımlar, damar ve damarcıklar şeklinde gözlendiğini belirtmişlerdir.

Pehlivan vd. (2007), 1/100.000 ölçekli Balıkesir İ19 jeoloji haritasında bölgenin ayrıntılı stratigrafisini ortaya koymuşlardır. Tersiyer öncesi kayalar, birbiri ile tektonik ilişkili ve KD-GB konumda tektonik kuşaklar içerisinde yüzeylenmektedir. Bu tektonik zonlar doğudan-batıya doğru İzmir-Ankara zonu, Sakarya zonu, Çetmi melanji ve Ezine zonlarından oluşmaktadır. Bu temel birimleri uyumsuzlukla örten Tersiyer yaşlı volkano-sedimanter kayalar ile Eosen-Miyosen yaşlı granitik kayalar istifi geri kalanını oluşturmaktadır.

2. GENEL JEOLojİ

Çalışma alanının içinde bulunduğu bölgesel jeoloji, Pehlivan vd. (2007) tarafından hazırlananan MTA 1/100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları Balıkesir İ 19 paftası raporundan özetlenmiştir.

Ketin (1966), ülkemizi Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları olmak üzere 4 farklı tektonik birliğe ayırmıştır (Şekil 2.1). İnceleme alanı Ketin (1966)'in Pontidler olarak adlandırdığı tektonik birliğin batı kesiminde bulunmaktadır.

Brinkmann (1966, 1971), Kuzeybatı Anadolu'da Paleozoyik sonunda gerçekleşmiş olan önemli bir erozyon nedeni ile, Kuzeybatı Anadolu'da Paleozoyik yaşlı birimlerin bulunmadığını ileri sürmüştür

Şengör ve Yılmaz (1981), kuzeyde Pontid İç Kenet Zonu, güneyde ise İzmir-Ankara Kenet Zonu olarak belirledikleri ve Ankara'nın hemen doğusunda sınırlandırdıkları bu bölgeyi Sakarya Kıtası olarak tanımlamışlardır.

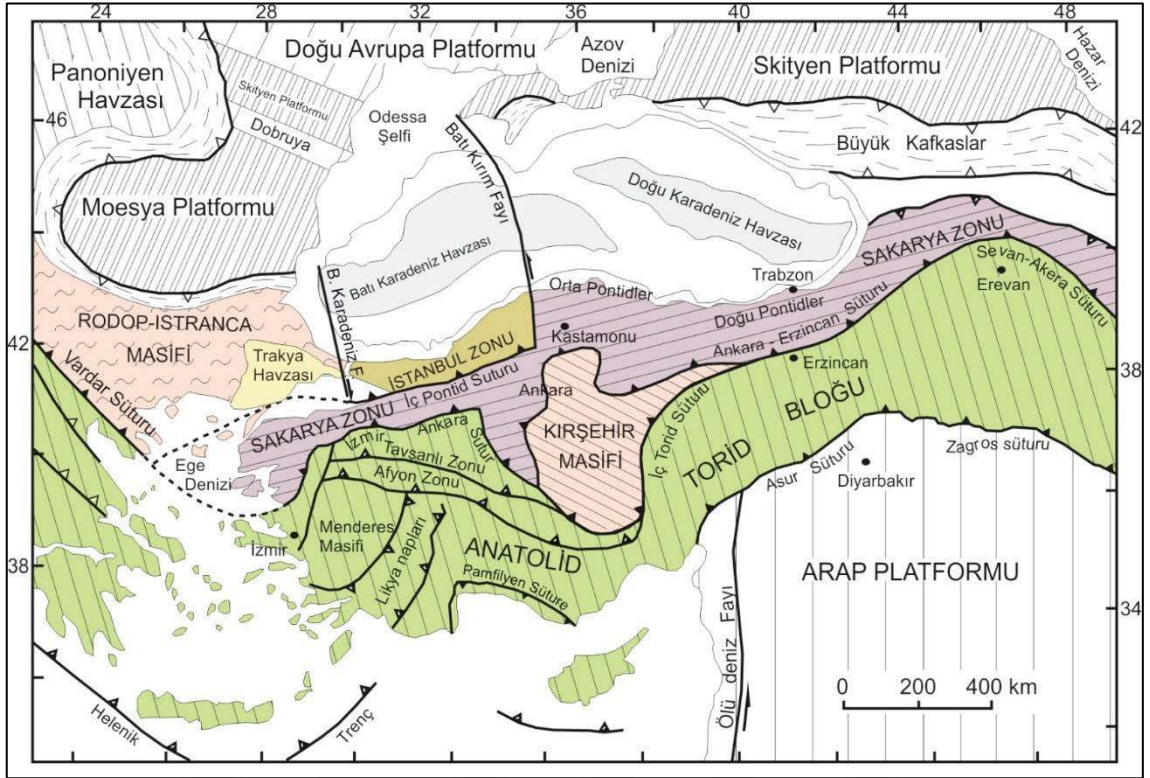
Okay (1984a), Pontidler'in Istranca Masifi, İstanbul Napı ve Sakarya Zonu olmak üzere üç ana zondan oluştuğunu belirtmektedir.

Okay (1984b, 1989b), Sakarya Zonu'nun doğu sınırını Doğu Pontidleri'de içine alacak şekilde yeniden belirlemiştir.

Okay (1984a) ve Okay vd. (1990), Sakarya Zonu'nun Jura öncesi temelini; Karakaya öncesi birimler, Kazdağ Grubu ve Karakaya Kompleksi olmak üzere üç farklı birime ayırmışlardır.

Okay vd. (1990) tarafından inceleme alanı ve yakın çevresinde (Gelibolu ve Biga yarımadası) KD-GB yönlü, dört tektonik zonun yer aldığı ifade edilmiştir. Bu zonlar kuzeybatıdan güneydoguya doğru Gelibolu, Ezine, Ayvacık-Karabiga ve Sakarya zonlarıdır.

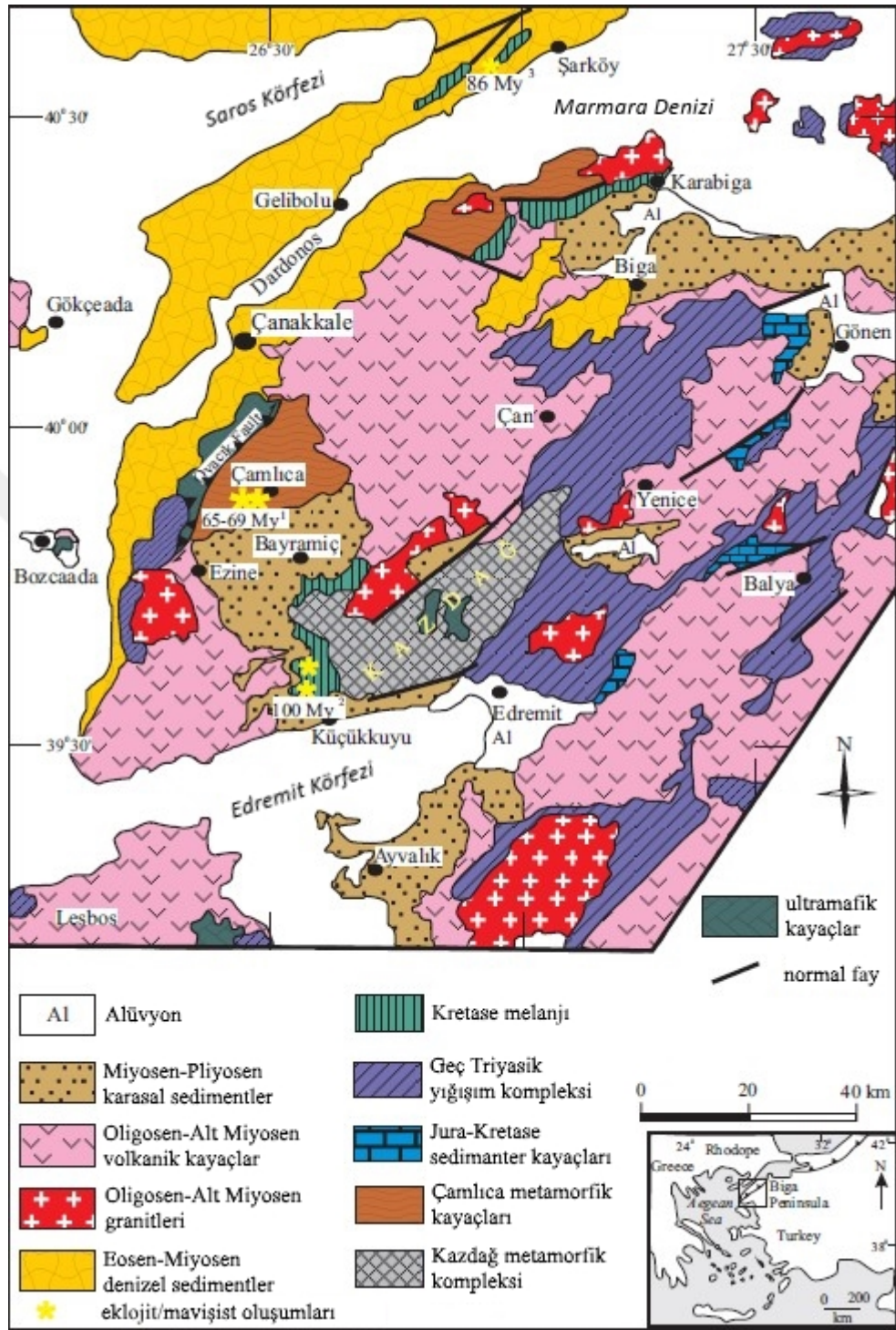
Okay ve Tüysüz (1999) tarafından hazırlanan en son/güncel Türkiye tektonik birlikleri sınıflamasında inceleme alanı Sakarya Zonu'nda yer almaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Türkiye ve çevresinin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz 1999).

2.1. Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanı ve yakın çevresinde Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar, Mesozoyik yaşlı ofiyolitik birimler ile sedimanter kayalar yüzelemekte olup, bu birimler Oligo-Miyosen yaşlı granitoidler tarafından kesilmektedir. Tüm bu birimlerin üzeri Neojen yaşlı volkano-sedimanter istif tarafından örtülmüş durumdadır (Şekil 2.2. ve Şekil 2.3).



Şekil 2.2. Biga Yarımadası'nın genelleştirilmiş bölgesel jeoloji haritası (Şengün vd., 2011).

2.1.1. Paleozoyik

Paleozoyik formasyonları Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından oluşmaktadır.

Farklı lokasyonlardan alınan örneklerin yaş tayini sonucunda bu kireçtaşlarının çoğunlukla Permiyen yaşlı fosilleri içerdiği saptanmıştır (Akyol, 1975).

Kireçtaşlarının taze kırık yüzeylerinin rengi beyaz, gri ve yer yer siyahımsı olup hava ile temas yüzünün rengi gri-koyu gri ve rengin dağılışı tekdüzedir. Yapısal özellikleri yönünden karmaşık bir eklem sistemi gelişmiş olup tabakalanma belirgin değildir.

2.1.2. Mesozoyik

Karakaya formasyonu

Permo-Karbonifer yaşlı egzotik kireçtaşı blokları içeren, hafif şiddette metamorfizma geçirmiş, Alt Triyas yaşlı çakıltaşı, feldispatlı kumtaşı, kuvarsit, silttaşı, sleyt, radyolarit, çamurtaşı, metaspilit, spilit, bazalt ve diyabaz karmaşığı olarak ilk defa 1970' li yılların başında Bingöl vd. (1973) tarafından Karakaya Formasyonu olarak adlandırmıştır.

Biga Yarımadası'nda tanımlanmış olan Karakaya Formasyonu'nun daha sonraki çalışmalarda Pontidler ile Torid-Anatolit Platformu arasında Biga Yarımadası'ndan Erzincan'a kadar uzanan geniş bir kuşak içerisinde yayılım gösterdiği belirlenmiştir (Bingöl vd., 1973).

Karakaya Formasyonu altta beyaz renkli arkozik kumtaşları ile başlar, üste doğru hâkî, gri ve kahve renkli şeyl-silttaşı-kumtaşı ardalanması şeklinde devam eder. Bu detritik istif içerisinde, yer yer kireçtaşı ve çört bantları yer almakta, ayrıca yaygın olarak ve değişik boyutlarda (cm-birkaç yüz metre) Karbonifer-Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları olistolit olarak bulunmaktadır. Birim içerisinde detritik kayalarla yanal ve dikey geçişli olarak bazaltik volkanik kayalar da yer almaktadır (Bingöl vd., 1973).

Çaypınar formasyonu

Konglomera-kumtaşı-kumlu kireçtaşı ve kireçtaşlarından oluşan bu birim en iyi Çaypınar köyü güneyinde görülmektedir. Konglomeralar genel olarak çört, çörtlü kireçtaşı, mikritik kireçtaşı oolitik kireçtaşlarından oluşur. Birim üste doğru kumtaşlarına geçer. Kumtaşları genellikle kuvars, feldispat, çört, muskovit, biyotit, yabancı kayaç kırıntılıları ve karbonatlardan oluşmaktadır.

İstifin üstüne doğru kumtaşları, kumlu kireçtaşlarına geçer. Kongresyon yapısı gösteren kumlu kireçtaşlarının iç kısımları daha çok kuvars ve klorit ve karbonattan; dış kısımları ise kuvars kum taneleri içeren karbonattan oluşmuştur.

Kireçtaşları, beyaz, krem, bej renkli ince, orta tabakalı, belirgin laminalı ve üste doğru masif özelliktedir (Ergül vd., 1980).

Yayla melanjı

Birim Balıkesir ve civarında Yayla melanjı, Biga Yarımadası'nda Çetmi melanjı, Kütahya ve civarında Dağardı melanjı, Bilecik-Bozüyük civarında Arifler melanjı olarak adlandırılmıştır (Pehlivan vd. 2007). Birim birbirleri ile ilksel ilişkide olmayan sedimanter metamorfik ve ofiyolit topluluğuna ait bazik ve ultrabazik kayalardan meydana gelmiş karmaşık bir topluluktur. Radyolarit, çamurtaşı, diyabaz, gabro, dünit, harzburjit, mermer, metakumtaşı, çeşitli şist blokları ile değişik boyutta ve yaşta kireçtaşı bloklarından oluşur. Melanj özelliğindeki birim içinde anılan kayalar köksüz, taşınmış ve tektonik dokanaklı olup aralarında stratigrafik istiflenme, düşey ve yanal geçişlilik gözlenmez (Pehlivan vd., 2007).

2.1.3. Senozoyik

Eosen-Oligosen volkanik ve sedimanter birimleri

Orta Eosen'de başlayan önemli bir transgresyon bütün Batı Anadolu'da etkin olmuştur. Biga Yarımadası'nda, Tavşanlı ve çevresinde kalınlığı yüzlerce metreyi bulan kireçtaşları, kumtaşı, marn, şeyl ve tüflerle temsil edilir (Pehlivan vd., 2007).

Oligo-Miyosen granitoidleri

Genellikle granodiyorit ve siyenogranit bileşime sahip olan bu magmatik kayalar kalkalkalen niteliktedirler. Çekirdek kısımlarında makro kristalin dokudadır. Kuzeybatı Anadolu Bölgesi'nde farklı farklı isimlerle tanımlanmıştır. Çataldağ Plutonu, Susurluk ilçe merkezi doğusunda yer alır. Ilıca-Şamlı Plutonu ise Balıkesir il merkezi kuzeyinde yer alan Ilıca ve Şamlı dolaylarında gözlenmektedir. Edremit'in kuzeyi ve Havran çevresinde Eybek Granitoyidi, Bilecik- Bozüyük çevresinde Sakarya Granitoyidi, Simav-Dağardı-Emet üçgeninde Eğrigöz Granitoyidi ile Uludağ Granitoyidi ve Kozak Granitoyidi, Çanakkale-Ayvacık Kestanbol Granitoyidi ile Çanakkale-Bayramiç Kuşçayırı Granitoyidi bulunmaktadır (Pehlivan vd., 2007).

Alt-Orta Miyosen volkanik ve sedimanter kayaçları

Bu birim temele ait birimler üzerine uyumsuz olarak gelen çakıltaşı, kumtaşı, marn, killi kireçtaşı, tuf, aglomera ve lavlarla temsil edilirler. Genellikle kirlili beyaz- sarı, morumsu beyaz, yeşilimsi beyaz ve beyazımsı kahve renktedir. Tabanı çakıltaşları ile başlayıp temele ait tüm birimlerin kayaç parçalarını içermektedir. Kumtaşları belirgin olmayan bir tabakalanma sunar. Çakıltaşları az pekişmiş olup tuf ve kalsit çimentoludur. Üste doğru kiltası ve marn aralanması, killi kireçtaşları, kireçtaşı ve silisifiye kireçtaşı ile devam eden birim üst zonlarda tuf, aglomera ve andezit ile yanal ve düşey yönde geçişlidir. Yerel farklılıklar göstermesine rağmen birim tüm Batı Anadolu'da benzer litolojik özellikler gösterir. Birim Ayvalık çevresinden Balya'ya kadar geniş alanlarda, Biga Yarımadası'nda ve Tavşanlı-Tunçbilek, Bilecik, İznik-Gemlik üçgeninde yüzeylemektedir (Pehlivan vd., 2007).

Üst Miyosen volkanik ve sedimanter kayaçları

Volkanik kayaçlar andezit bileşimli lav, aglomera ve tüfden oluşan birim beyaz, gri, açık mor ve pembe renklidir. Andezitler porfirik dokulu olup plajiyoklas, mika ve çok az kuvars içerir. Volkanik ve sedimanter kayaçlar arasında yanal ve düşey geçişler görülmektedir. Sedimanter kayaçlar çakıltaşı, kumtaşı, marn, kireçtaşı, silisifiye kireçtaşı ile temsil edilir ve Balıkesir ili Susurluk, İvrindi, Gönen ve Manyas ilçeleri dolaylarında geniş alanlarda mostralar verir. Ayrıca Biga Yarımadası'nda, Kütahya-Simav-Emet-Tavşanlı civarında ve Bilecik, Bozüyük yöresinde geniş alanlarda yüzeylemektedir (Pehlivan vd., 2007).

Pliyosen volkano-sedimanter kayaçları

Bölgede geniş mostralar veren Pliyosen volkano-sedimanter istifli konglomera, kumtaşı, marn, kiltası, killi kireçtaşı ve kireçtaşı aralanmasından oluşur ve yer yer aynı yaşlı lav ve tuf düzeyleri içerir.

Birim temel kayaçlara ait tüm çakılları içeren konglomeralarla başlar. Daha üstte kumtaşları ve az pekişmiş tüfler yer almaktadır. Birimin daha üst kısımlarında kiltası ve marn aralanması ile killi kireçtaşları görülür. En üstte kireçtaşları ve silisifiye kireçtaşları yer alır. Karasal ortamda oluşmuş bu çökel dizisi inceleme sahasında tuf ve lavlarla yanal ve düşey yönde geçişli olarak izlenir. Çökeller ve tüfler içinde yer yer kömür oluşumları bulunmaktadır. Birim Kuzeybatı Anadolu Bölgesi'nde Balıkesir'den Soma'ya kadar geniş alanlarda, Gönen, Manyas çevresinde, Biga Yarımadası'nda, Bayramiç ve çevresinde, Çanakkale'nin güneyinde, Kütahya, Emet, Gediz, Hisarcık, Tavşanlı, Bilecik, Bozüyük çevresinde görülmektedir (Pehlivan vd., 2007).

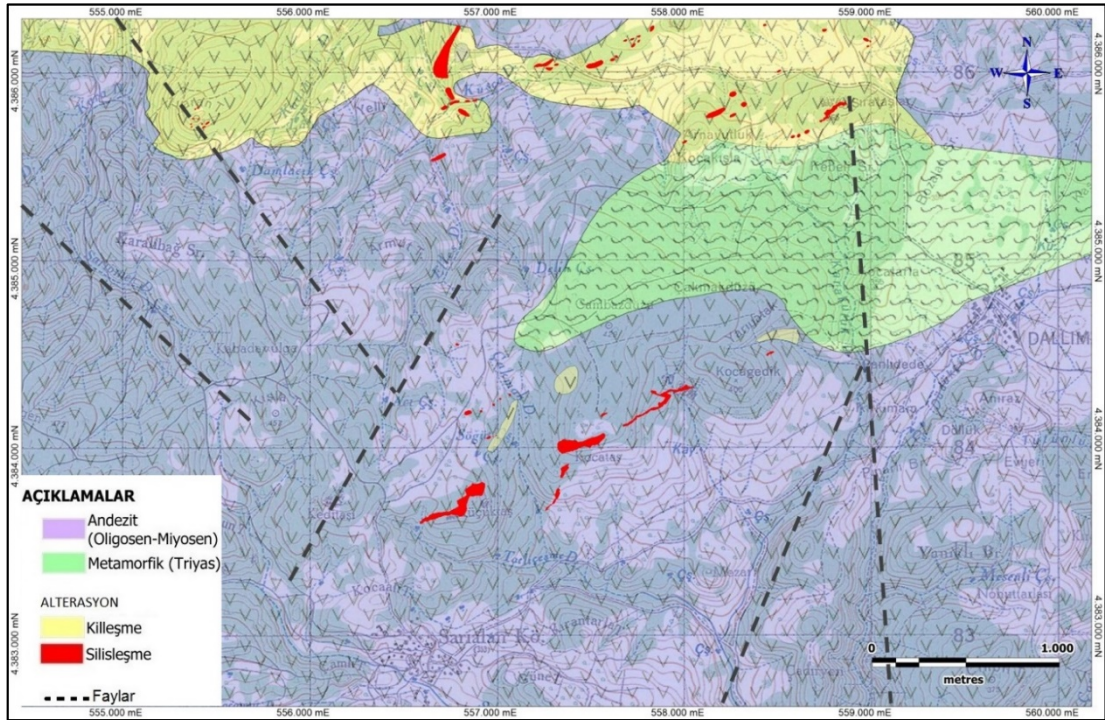
Kuvaterner

Daha çok taraçalarla temsil edilen birim konglomera-kumtaşı ve çamur düzeylerinden oluşur. Daha üstte sarımsı, kırmızımsı renkli, kötü boylanmış kireçtaşı çakılları içeren siltli, killi tutturulmamış gevşek çökeller gelmektedir. Formasyon alüvyonlar tarafından örtülmektedir. Alüvyonlar, muhtelif kayaçların ayrışması ve çeşitli etmenlerle taşınması ve birikmesi sonucu oluşmuştur. Kuzeybatı Anadolu Bölgesi'nde genellikle Manyas Gölü çevresinde, taşkın ovaları ve alüvyon konileri şeklinde görülür. Diğer yerlerde akarsuların getirdiği kum ve çakıllarla temsil edilir.

2.2. Çalışma Alanı Jeolojisi

İnceleme alanında yapılan jeolojik çalışmalar sonucunda, sahanın 1/5.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış ve bu harita üzerine litoloji, yapısal unsurlar ve alterasyonlar işlenmiştir (Şekil 2.4).

Çalışma alanında gözlenen en yaşlı birim Triyas yaşlı hafif metamorfizma geçirmiş karbonatlı ve kırıntılı sedimanter birimler olup bunların üzerine Üst Oligosen- Alt Miyosen yaşlı andezitik volkanitler, tüf ve aglomeralar örtmektedir. Bu ilişki sahada ve yapılan sondajlarda da gözlenmiştir.



Şekil 2.4. Çalışma alanına ait jeoloji haritası.

2.2.1. Metamorfikler

Çalışma alanında Dallımandıra köyünün 300 m KB'sında yaklaşık KD-GB konumlu olarak gözlenir. Triyas yaşlı Karakaya formasyonunun içindeki sleytler, yeşilimsi siyah renkli ve yapraklanma gösterirler (Şekil 2.5).

Sondaj karotlarının incelemesinde, metamorfik birimlerin zayıf hidrotermal etkilere maruz kaldığı ve silisleşmiş kılcal kuvars ve karbonat damarcıkları ile kesilmiş olduğu görülmüştür (Şekil 2.6).



Şekil 2.5. Düşük dereceli metamorfizmayı gösteren sleytlerden görünüm (Canbazdüzü mevki X:557160 Y:4384550 Z:394).



Şekil 2.6. İnceleme alanındaki metamorfiklerin yapılan sondaj karotlarındaki görünümü (BIS-43 sondajı karot örneği, Cambazdüzü mevki X:557213 Y:4384649 Z:405).

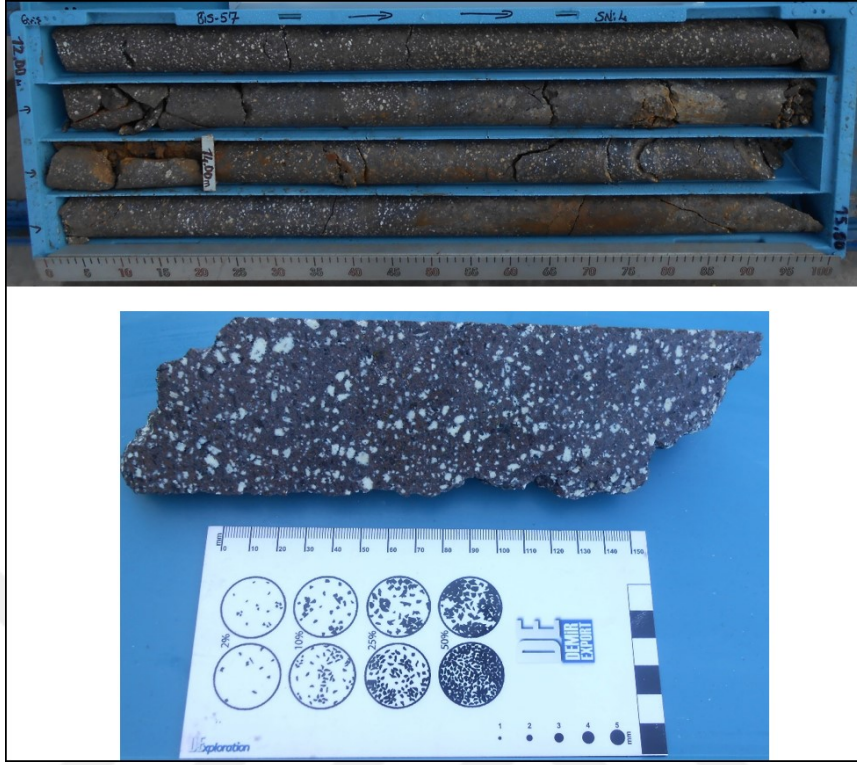
2.2.2. Hallaçlar volkaniti

İnceleme alanında en geniş yüzlek veren kayaç birimidir. Lav karakterli volkanikler genellikle andezit ve dasit bileşiminde olup piroklastiklar ise aglomera, tüf ve ignimbrit olarak izlenmektedir.

Andezitler, morumsu gri renklerde, porfirik dokulu ve daha az oranda lav karakterli olarak izlenirler. Plajiyoklas, mika ve çok az kuvars içerirler (Şekil 2.7-2.8).



Şekil 2.7. Hallaçlar volkanitleri içinde yer alan morumsu gri andezitlerden görünüm (Kocataş Mevkii X:557370 Y:4383460 Z:305).



Şekil 2.8. İnceleme alanında yer alan andezitlerin sondaj karotlarındaki görünümü (BIS-57 sondajı karot örneği, Kocataş mevki X:557511 Y:4384086 Z:425).

Andezitik aglomeralar ise gri renkli ve içerisinde cm'den dm'ye kadar farklı boyutlarda andezitik bloklar içermektedir (Şekil 2.9-2.10).



Şekil 2.9. Hallaçlar volkanitlerine ait andezitik aglomeralardan görünüm (Kocataş mevki X:557337 Y:4383861 Z:366).



Şekil 2.10. İnceleme alanındaki andezitik aglomeraların görünümü (BIS-26 sondajı karot örneği, Kocataş mevki X:557324 Y:4383830 Z:358).

İgnimbiritler ise fiyam yapıları ile tipiktir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Hallaçlar volkanitleri içindeki fiyam yapılı ignimbritlerden görünüm (Tatlıçeşme Deresi X: 557316 Y: 4383406 Z: 291).

İnceleme alanında yapılan sondajlarda gerek lavlarda gerekse piroklastiklerde hidrotermal alterasyon etkileri net olarak izlenmektedir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. İnceleme alanında yer alan altere andezitlerin görünümü (BIS-58 sondajı karot örneği, Kocataş mevki X:557506 Y:4384044 Z:424).

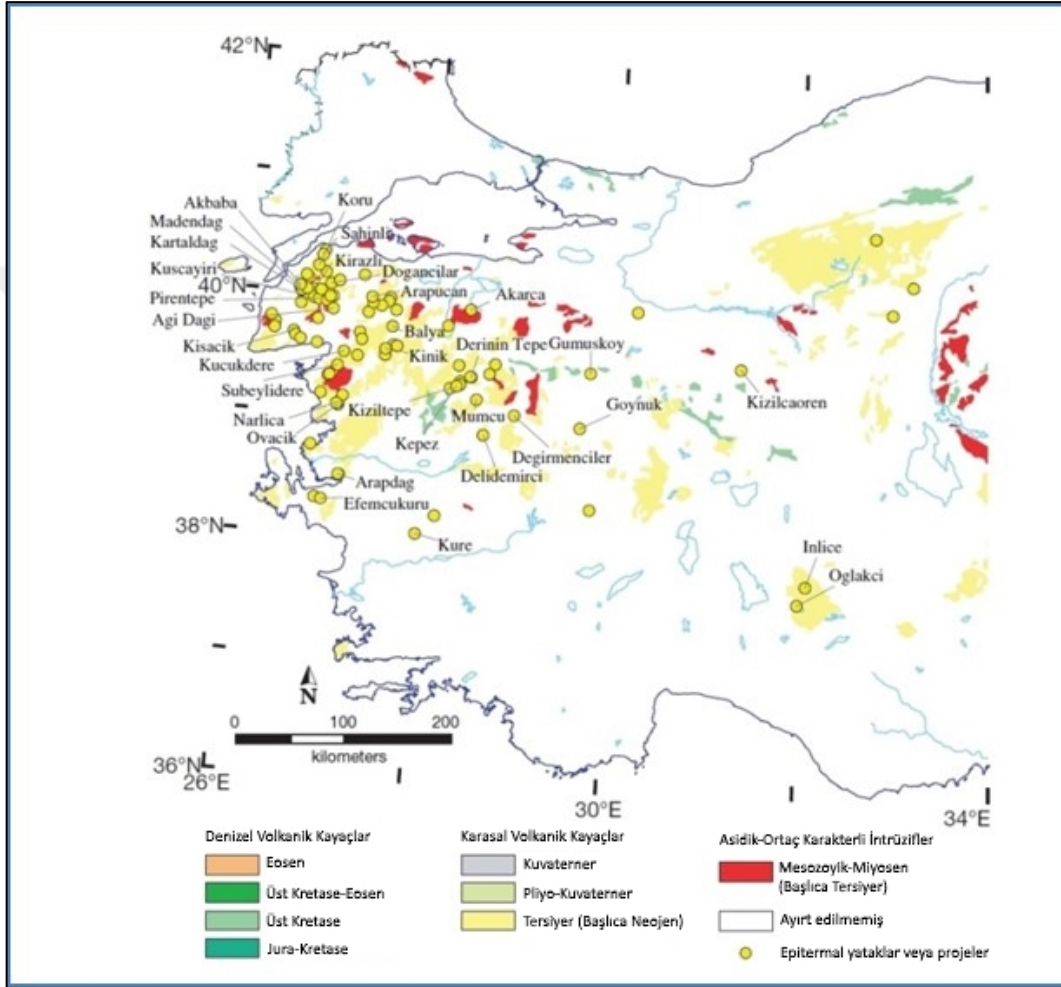
Genel olarak arjilik şeklinde gelişen alterasyon, inceleme alanında en iyi Armut Tepe ve civarında izlenir. Bu zonda gözlenen alterasyonlar genellikle killeşme, limonitleşme, piritleşme ve yer yer hematitleşmeler şeklindedir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. Hallaçlar volkanitleri içinde yaygın olarak gözlenen görülen arjilik alterasyon (Armut Tepe X:556400 Y:4385020 Z:399).

3. MADEN JEOLJİSİ

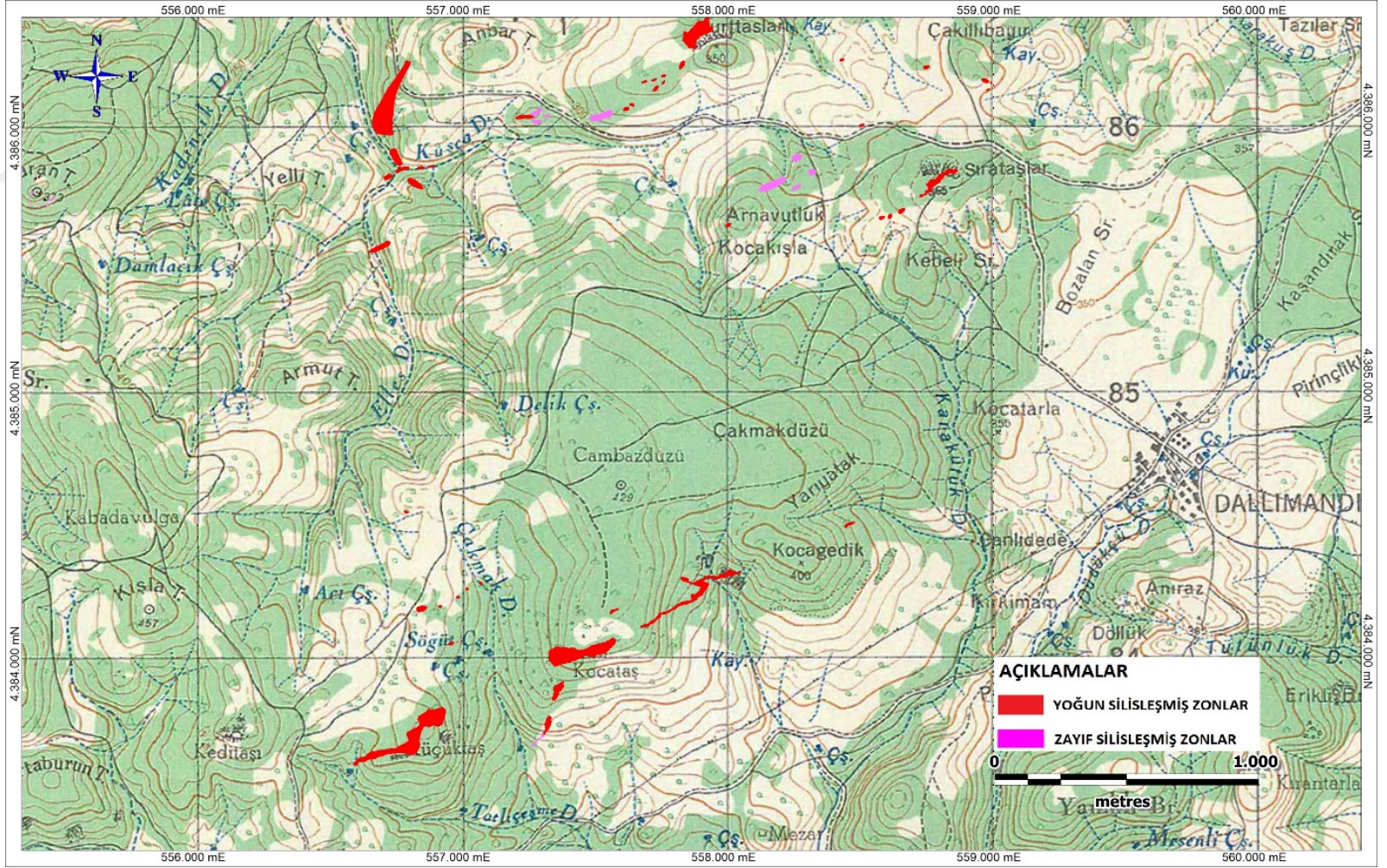
Çalışma alanının içinde bulunduğu Kuzey Batı Anadolu'da değişik tip ve oluşumda çok sayıda hidrotermal cevherleşmenin varlığı bilinmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Biga yarımadası epitermal cevherleşmeler ve metalojenez haritası (Yiğit, 2009).

Gerçekleştirilen prospeksiyon, jeokimya ve sondajlı arama çalışmaları sonucunda andezitik kayaçlar içinde tektonik hatlara bağlı olarak gelişmiş, gözenekli/sünger silikalar içinde yüksek sülfidasyonlu bir altın cevherleşmenin varlığı tespit edilmiştir.

Cevherleşme K60-70°D doğrultulu olarak yaklaşık 1.800 m'lik bir uzanım göstermektedir. Silisleşmeler çalışma alanının hem GB'sında (Küçüktaş, Kocataş ve Kocagedik Tepe) hemde KD'sunda (Sırataşlar ve Kurttaş Tepe) yaklaşık KD-GB yönlü olarak gözlenmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çalışma alanında gelişmiş olan KD/GB konumlu silisifiye zonların harita görünümü.

3.1. Cevherleşme

Sarıalan altın cevherleşmesi, Hallaçlar Formasyonu'na ait volkanik kayalar içinde K60-70°D doğrultulu, yaklaşık 1.800 m'lik bir uzanım sunan, silika zonlar içinde yer alır (Şekil 3.3).

Andezitik lav ve andezitik proklastik kayalar içinde gelişen silisleşme gri boz renkli, sünger dokulu, kırık ve çatlakları demiroksit dolgulu yer yer pirit saçınımlı içeren breşik ve kalsedonik görünümlüdür (Şekil 3.3, 3.4 ve 3.5).



Şekil 3.3. Küçüktaş Tepe'de gözlenen sünger dokulu silika görünümü (X:556926 Y:4383804 Z:398).



Şekil 3.4. Kocagedik Tepe silika zonlarının kırık-çatlaklarında gözlenen demir oksit (X:557988 Y:4384310 Z:367).



Şekil 3.5. Kocagedik Tepe silika zonunda gözlenen piritli zonlar (X:557804 Y:4384193 Z:391).

Silisifiye zonların makroskopik ve mikroskopik incelenmesi sonucu içindeki biyotit ve kuvars fenokristalleri göz önüne alınarak ilksel kayacın, dasit porfir ve andezit porfir olabileceği yorumunu getirmektedir. Dolayısıyla sünger dokusu içeren silisli zonun kırık hatları boyunca yerleşmiş subvolkanik dasit ve andezitin aynı kırıklardan yükselen hidrotermal sıvıların etkisiyle silis tarafından ornatılması ile oluştuğunu söylemek mümkündür.

Silisifiye zon boyunca dokusal özelliklerin değişimi de bu görüşü destekler niteliktedir. Örneğin dasit porfirde sünger dokunun boyutu 0,5-10 cm arasında değişmektedir.

Genellikle düşük sıcaklık dokularının izlendiği silisleşmelerde, orbiküler, breşik ve stokwork (ağsı) kuvars damarcıklar, şeker ve sünger dokulu silika ve masif kalsedonik silika gibi değişik epitermal dokular izlenmektedir (Şekil 3.6-3.7-3.8 ve 3.9).



Şekil 3.6. Küçüktaş Tepe silika zonunda bulunan epitermal dokuların görünümü (Orbiküler Doku, X:556916 Y:4383747 Z:402).



Şekil 3.7. Kocagedik Tepe silika zonunda bulunan epitermal dokuların görünümü (Drusy Doku, X:557492 Y:4384027 Z:420).



Şekil 3.8. Kocataş Tepe silika zonundaki gözenekli dokuların görünümü (X:557412 Y:4384035 Z:421).



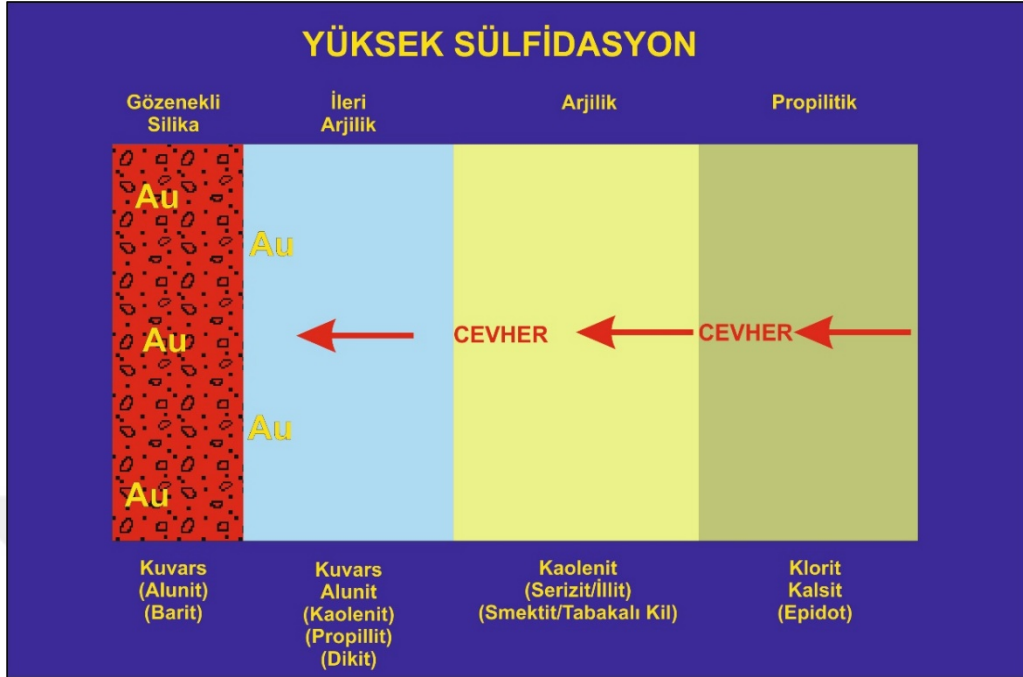
Şekil 3.9. Kocataş Tepe silika zonunda gözlenen sinter doku (X:557564 Y:4384177 Z:421).

Genellikle sünger dokulu olarak izlenen silisleşmeler içinde, pirit ve enarjit gibi sülfür mineralleri saçınımlı olarak bulunur.

Silisleşmenin kenar zonları killeşmiş, piritleşmiş ezik bir zon şeklinde görülür. Alterasyon sönümlenerek altere olmamış volkanik kayalara doğru tedrici olarak geçiş gösterir.

White ve Hedenquist (1995), yüksek sülfidasyon altın cevherleşmelerinde çözeltilerin asidik karakterde olduklarını belirtmişler, sistemin merkezinde sünger silika dışı doğru ise alünit, diki pirofillit, diyaspor gibi ileri arjilik minerallerinin oluştuğunu belirtmektedir.

Stevan ve Ratta (1960) yaptıkları çalışmada yüksek sülfidasyonlu bir sistemde alterasyon zonlanması ile cevher ilişkilerini ortaya koymuşlardır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Yüksek sülfidasyon epitermal sisteminde görülen alterasyon zonları (Stevan ve Ratte, 1960).

3.1.1. Küçüktaş sektörü

Küçüktaş silika zonu, K60°D doğrultulu, ~ 350 m uzanım, 10-50 m arasında değişen genişliğe sahiptir. Küçüktaş silisli zonunun, genel görüntüsünü gösterir hava fotoğrafı Şekil 3.11'de verilmiştir.



Şekil 3.11. Küçüktaş Sektörü silika zonunun hava fotoğrafı.

Küçüktaş silika zonu genel olarak masif- şeker dokulu (saccharoidal) yer yer breşik, yoğun çatlaklı ve çatlak yüzeyleri hematit sıvamaalıdır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Küçüktaş Tepe silika zonundan görünüm (GB'dan KD'ya bakış X: 556651 Y: 4383630 Z: 399).

3.1.2. Kocataş ve ufaktaş sektörü

Kocataş Tepe mevkisindeki silis zonu K70°D doğrultulu olup uzunluğu ~ 300 m, genişliği 25-60 m arasında değişmektedir. Kocataş silis zonunun genel görüntüsünü gösterir hava fotoğrafı Şekil 3.13'te verilmiştir.



Şekil 3.13. Kocataş Tepe mevkisinde KD/GB uzanımlı silika zonunun hava fotoğrafı.

Kocataş Tepe silika zonu genellikle gri-koyu gri renkli, yer yer 10 cm'ye ulaşan gözenekli/boşluklu, yer yer masif, fay zonlarına yakın kesimlerde breşik ve hematit sıvamalıdır.

Kocataş Tepe'nin yaklaşık 80 m kuzeyinde bulunan Ufaktaş silika zonu ise K70°D doğrultulu, 40 m uzanım, 5-12 m arasında değişen genişliğe sahiptir. Genel olarak masif, az gözenekli, kalsedonik silika özelliğindedir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Kocataş Tepe silika zonundan görünüm (GB'dan KD'ya bakış X: 557488 Y: 4384014 Z: 410).

3.1.3. Kocagedik sektörü

Kocagedik Tepe silika zonu K70°D doğrusunda yaklaşık 440 m uzanım ve 5-40 m arasında değişen genişliğe sahiptir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Kocataş Tepe mevkisinde KD/GB uzanımlı silika zonunun hava fotoğrafı.

Batı kesimleri masif, yer yer kalsedonik-opalin silika karakterindedir. Bu zon KG, K25°-40°B doğrultulu faylarla kesilmektedir. Bu fay zonları civarında yoğun hematitli, pirit saçınımlı, breşik zonlar görülmektedir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Kocagedik silisifiye zonundan görünüm (GB'dan KD'ya bakış, X: 557888 Y: 4384238 Z: 381).

3.1.4. Sıratay sekt6r6

Sıratay sekt6r6 ise K70°B doğrultusunda, yaklaşık 190 m uzunımlı, 5-25 m genişliğinde ve masif-kalsedonik silika karakterindedir (şekil 3.17).

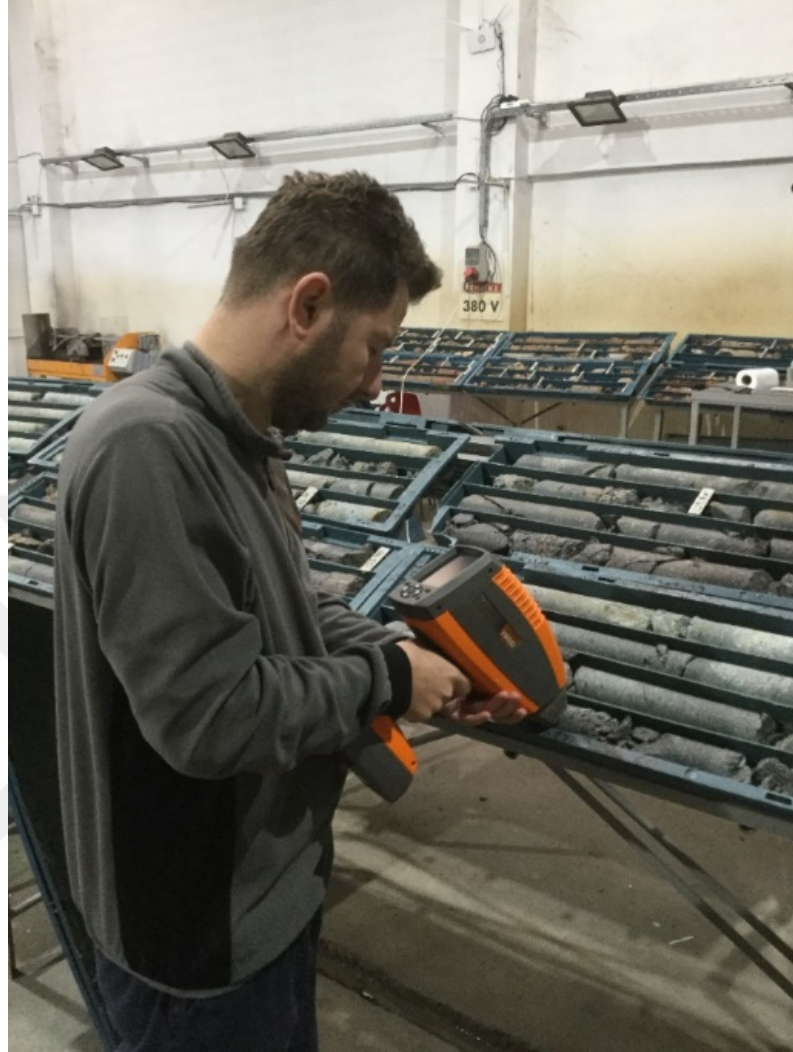


şekil 3.17. Sıratay Mevkiinde g6r6len masif kalsedonik silika zonundan g6r6n6m (KB'dan GD'ya bakış, X: 558769 Y: 4385833 Z: 362).

3.2. Alterasyon

Sahada g6zlenen silisli zonların etrafı, arjilik/ileri arjilik alterasyon ile çevrelenmektedir.

Yapılan sondajlarda elde edilen karot numuneleri 6zerinde, TerraSpec Halo cihazı ile 6l6mler yapılmıştır (şekil 3.18).



Şekil 3.18. TerraSpec Halo cihazı ile karot numuneleri üzerinde yapılan ölçümleri gösterir resim.

TerraSpec Halo cihazı ile ölçüm yapabilmek için cihazın her açılışında kalibrasyonunun yapılması gereklidir. Kalibrasyon işlemi tamamlandıktan sonra ölçümü yapılacak sondaj ya da kayaç numuneleri için cihaz içerisinde yeni bir lokasyon tanımlanır. Yapılan ölçümlerin diğer ölçümlerle karışmaması açısından tanımlanan lokasyonun mutlaka aktif hale getirilmesi ve ölçüme başlamadan önce kontrol edilmesi gerekmektedir. Lokasyon tanımlama işleminden sonra ölçüm yapılacak numune belirlenir ve temiz yüzeyinden ölçüm gerçekleştirilir.

Ölçüm esnasında cihazın yolladığı ışınların numune üzerinde tek bir noktada toplanması önemli olup, ölçüm sırasında numunenin hareket ettirilmemesine dikkat edilmelidir. Bazı ölçümlerde numunede kesim esnasında meydana gelen parlamadan veya sondaj çamurundan kaynaklı kirlenmeden dolayı ölçüm sonucu alınamayabilir. Bu gibi durumlarda ölçüm yapılacak

numune su ile yıkandıktan ve temizlendikten sonra tekrar ölçüm yapılarak problem giderilir. Tüm ölçümler tamamlandıktan sonra cihazda yer alan tüm veriler Halo Manager programı yardımı ile bilgisayara aktarılır ve düzenlenir.

TerraSpec Halo taşınabilir bir mineral tanımlayıcı cihaz olup, ölçüm esnasında yolladığı ışınların numune üzerinden yansımaları ile oluşan dalgalı boylarına göre kendi kütüphanesinde yer alan mineralleri saptamaktadır. Mineralleri doğal bulunuş ortamlarında hızlıca tanımlama özelliğine sahiptir. Bu cihaz görülebilir yakın kızılötesinde (VNIR) 350-1000 nm. aralığında, yakın kızılötesinde (NIR) ise 1001-2500 nm. aralığında spektrum yakalamaktadır. TerraSpec Halo sadece tek bir mineral tahmini yapmayı çoklu mineral tahmini yapmaktadır. Ayrıca minerallerin kristallik değişimlerini, alterasyon modellerindeki ince kaymaları ve jeokimyasal değişimlerdeki bileşimsel değişimlerin izlenmesine imkan veren spektral skalalar ile güvenilirlik seviyelerini de vermektedir.

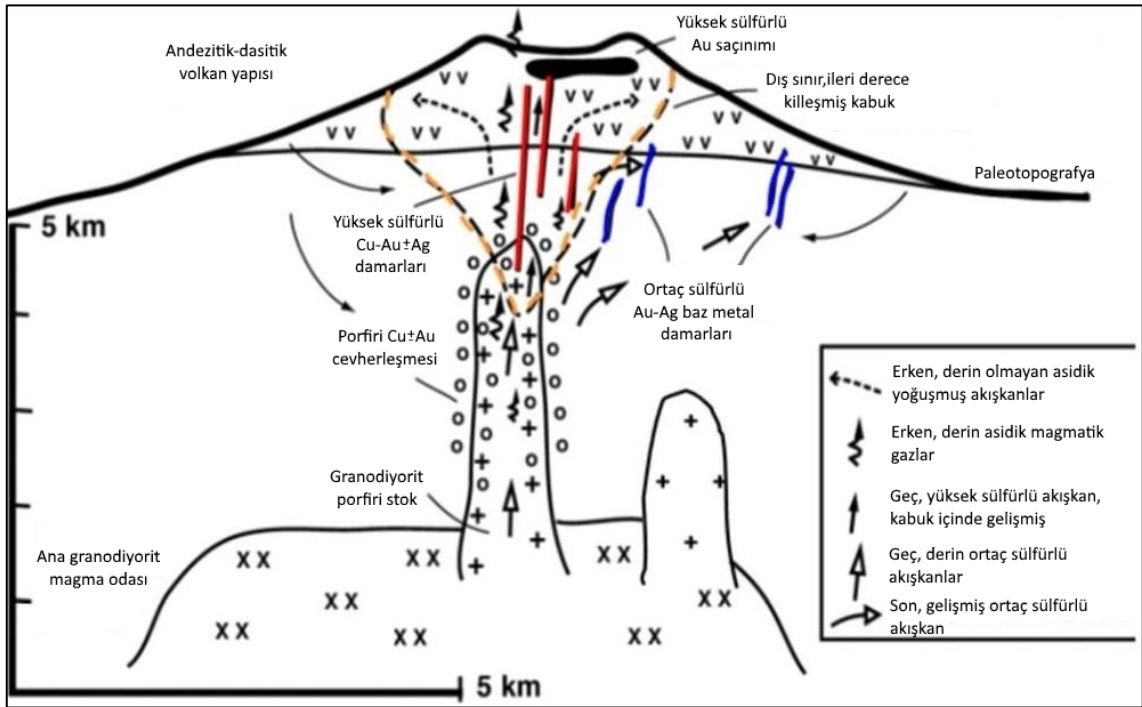
Alterasyon dokusu oluşturulurken minerallerin oluşumları, birlikte bulunuşları ve dağılımları hakkında TerraSpec Halo cihazının kendi kütüphanesinden yararlanılmıştır (Handbook of Mineralogy). Ölçümler sonrasında tüm sonuçlar bilgisayarlara aktarılarak sondajlarda okunan minerallere göre alterasyon dokusu belirlenmeye çalışılmıştır.

Küçüktaş, Kocataş ve Ufaktaş mevkiilerindeki cevherli altere zonlarda genellikle smektit grubu kil mineralleri, demir, saponit, beydellit, montmorillonit; kaolinit grubundan halosit ve dikit; İllit-muskovit grubu minerallerinden Na-K illit, rektorit, muskovit, vermiküllit; Alunit grubu minerallerinden natro-alunit, jarosit (alunit + bozunmuş pirit); FeO_x mineralleri, hematit ve götit olduğu saptanmıştır. Bu alterasyon mineralleri de sahamızda dıştan içe doğru propilitik, arjillik, ileri derecede arjillik ve asit alterasyonu ürünü gözenekli kalıntı silika zonlarının olduğunu göstermektedir (Şekil 3.10).

Kalıntı silika genellikle alkali kloridli suyun üzerinde, buhar zonunda oluşur. Jeotermal buhar değişmez bir kural olarak bir miktar CO_2 ve H_2S le birlikte bulunur. Son element (H_2S) genellikle yüzeye yakın bir yerde kolayca oksitlenerek kuvvetli asit olan H_2SO_4 'e dönüşür ve hemen anında civarındaki kayaları alterasyona uğratar. Volkanik kayalar, pomza ve camlar, seçilen bu uygun ortamda, alunit (veya natroalunit), hematit, jarosit, kaolin ve pirit içeren olağan asit göstergesi olan mineral birliğini üretmek üzere kolayca çözülürler. Fakat ana kayacın tamamı çözünmez ve yer değiştirmez. Silika kalıntı genellikle tamamen değişmez ve sözü edilen minerallerin bir veya daha fazlası, genellikle sülfat ve kaolen ile birlikte bulunur (Aydal, 2017).

3.3. Cevherleşme Modeli

Gerek arjilik, ileri arjillik alterasyonun olması, gerekse silisleşmenin ve gözenekli kalıntı silikanın varlığı cevherleşme modelinin yüksek sülfidasyon tipi epitermal Au cevherleşmesi olduğunu göstermektedir (Şekil 3.18). Tipik olarak volkanların yakınındaki asidik kaynaklardan, asidik ve okside olmuş akışkanlardan oluşan bu tip epitermal yataklar, genel olarak ileri derecede killi alterasyon toplulukları ile birlikte bulunan ve içerisinde enarjit (Cu_3AsS_4) minerallerinin bulunduğu bir yataklanma ile karakterize edilir. Ana kayaları andezit, dasit, riyodasit ve nadiren riyolittir (Sillitoe ve Hedenquist, 2003).



Şekil 3.19. Yüksek sülfidasyonlu Au modeli (Sillitoe ve Hedenquist, 2003).

3.4. Cevher Mikroskobisi

Örneklerin mineralojik-petrografik analizini gerçekleştirmek için, ince ve parlak kesitler hazırlanmıştır. İnce kesitler alttan aydınlatmalı polarizan mikroskopla, parlak kesitler üstten aydınlatmalı cevher mikroskopu ile incelenmiştir.

3.4.1. Kocataş sektörü

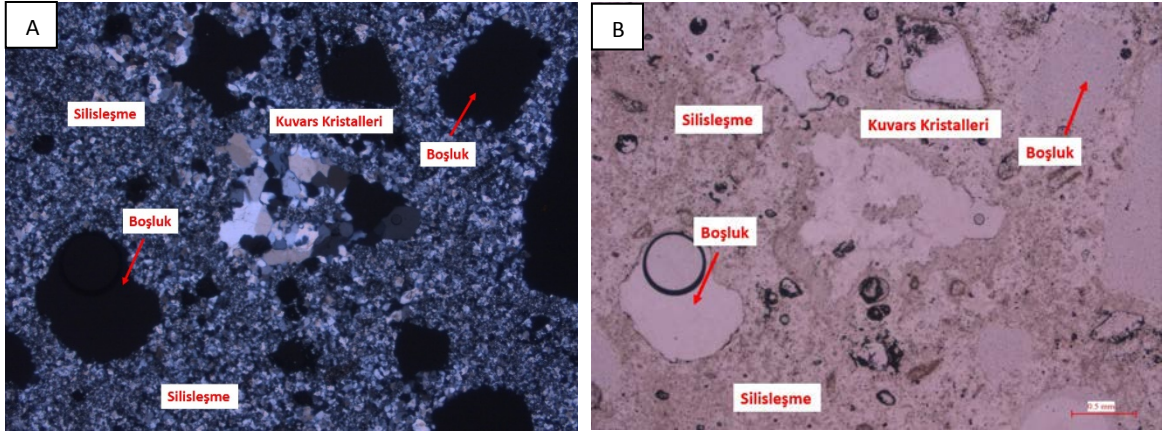
Yapılan incelemede, BIS-09 no'lu sondaj kuyusundan 13,40-13,54 metreleri arasından alınan 79964 no'lu ince kesit örneği kayacın çok yoğun şekilde silisleşmiş ve zayıf serisitleşmiş gözenekli bir kayaç olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.20).

Hidrotermal silisleşme ile oluşan kuvars kristalleri kendi aralarında kenetli halde izlenmekte ve aralarında yer yer serizitleşmiş taneler içermektedir (Şekil 3.21 ve 3.22).

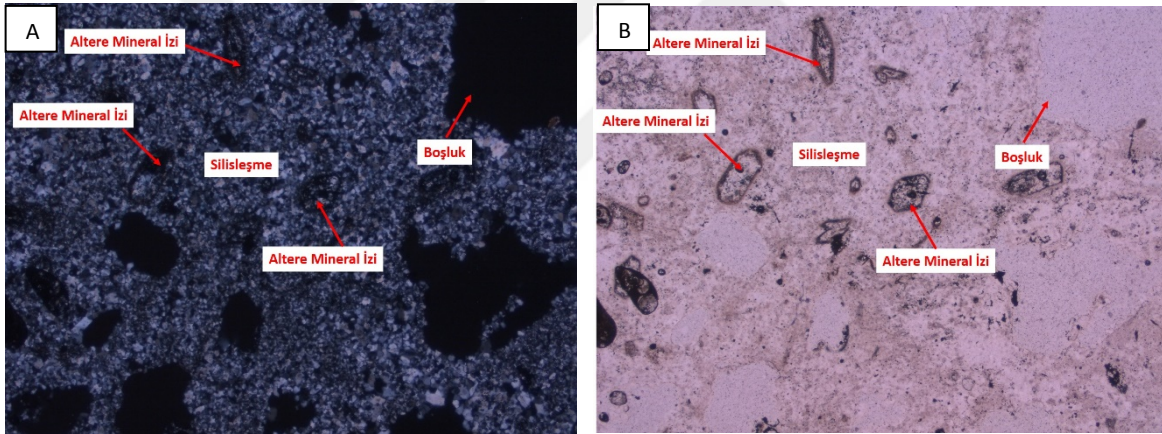
Silisleşmiş kayacı kesen kuvars damar ve dolgularındaki kuvars kristal boyları nisbeten daha iridir. Bu kuvars kristalleri de genelde 0,1 mm altı boyutlara sahiptir. Bazı kuvars damarları tarak dokusu göstermektedir.



Şekil 3.20. İnceleme alanındaki Kocataş zuhurunda yapılan BIS-09 sondajından alınan 79964 nolu örnekte gözenekli silika oluşumları.



Şekil 3.21. 79964 nolu ince kesit incelemesi sonucu örneğin çok yoğun şekilde silisleşmiş ve zayıf serisitleşmiş olduğu gözlemlenmiştir. Kenetli kuvars kristalleri, gözenek dokusu ve silisleşme gözlemlenmiştir A) +N, B) // N.



Şekil 3.22. 79964 nolu örneğe ait ince kesit incelemesi sonucu kayacın yoğun şekilde silisleştiği, gözenek dokusu ve altere olmuş mineral izleri gözlemlenmiştir A) +N, B) // N.

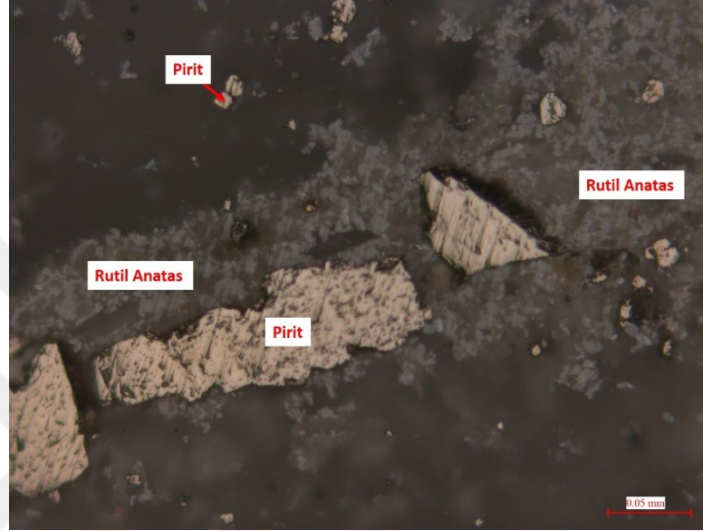
İnceleme sonucunda, 79964 no'lu örneğin içinde az miktarda rutil/anatas gibi TiO_2 mineralleri ile az miktarda pirit gözlenmiştir (Şekil 3.23). Aynı zamanda parlatma kesitinde limonit de gözlemlenmiştir (Şekil 3.24).

Hidrotermal alterasyon yani silisleşme sonucu, kayacı oluşturan mafik minerallerin (amfibol gibi) formüllerinde içerdikleri Ti, rutil/anatas (TiO_2) minerallerini oluşturmuş, demir ise pirit'i (FeS_2) oluşturmuştur.

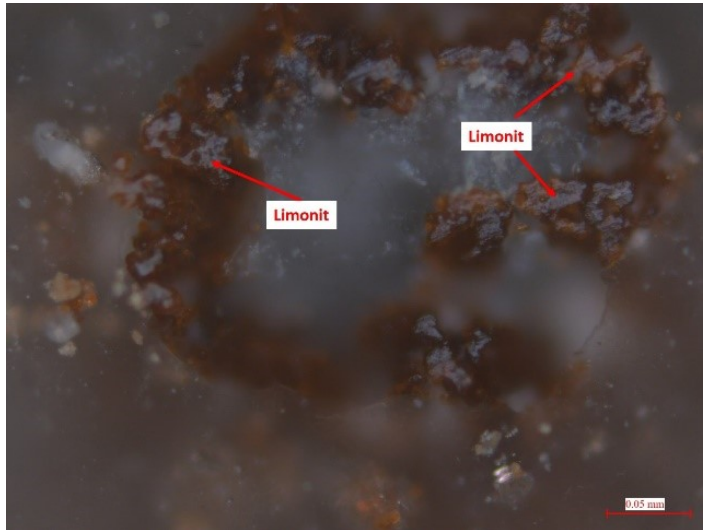
Bazı rutil ve anatas taneleri pirit ile birlikte bir arada bulunmakta ve pirit taneleri bazen rutil ve anatasın etrafını kuşak şeklinde sarmaktadır. Bazı rutil taneleri ise kafes şeklinde

izlenmektedir. Bu tür rutil kafesleri büyük olasılıkla ilmenit lamelleri içeren ilmenomanyetitlerin hidrotermal alterasyonları sonucu oluşmuştur.

Pirit kristal boyları çok değişmekte ve kısmen iskelet, kısmende öz, yarı öz şekilli kristallerden oluşmaktadır.



Şekil 3.23. 79964 nolu örneğe ait parlak kesit görüntüsü: Örnek içerisinde rutil-anatas gibi TiO_2 mineralleri ve pirit gözlemlenmiştir. Hidrotermal alterasyon sonucunda kayacı oluşturan mafik minerallerin içeriklerindeki Ti rutil ve anatası, Fe ise piriti oluşturmuştur.



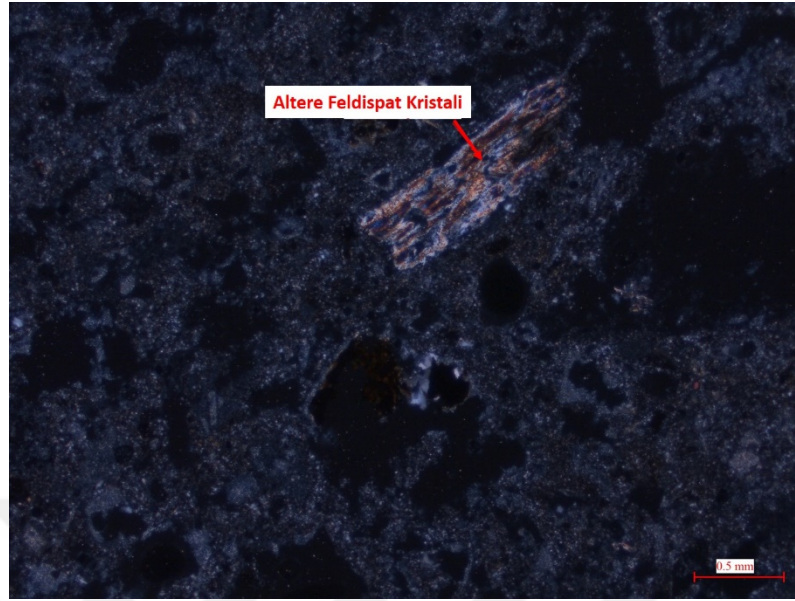
Şekil 3.24. 79964 nolu örneğe ait parlak kesit görüntüsü: Oksidasyon sonucunda oluşmuş limonit minerali gözlemlenmiştir.

İnce ve parlak kesitlerin incelenmesi sonucunda kayacın altere olmuş, özşekilli amfibol kristal izlerine bakılırsa kayaç volkanik dokulu, andezit bileşimli kayaç şeklinde yorumlanmıştır.

Kocataş zuhurunda bulunan BIS-58 no'lu kuyudan 34,40-34,50 metrajları arasından alınan 79968 no'lu örneğin çok yoğun serizitleşme ile daha az miktarda silisleşmiş ve çok az alunitleşmiş bir kayaç olduğu gözlenmiştir. Altere olmuş kayacın çatlakları limonitle dolmuştur (Şekil 3.25 ve 3.26).



Şekil 3.25. İnceleme alanındaki Kocataş zuhurunda yapılan BIS-58 sondajından alınan 79968 nolu örneğinde gözlemlenen altere andezit görünümü.



Şekil 3.26. 79968 nolu numune ince kesit görüntüsü: Örneğin çok yoğun serisitleşme ile daha az miktarda silisleşmiş ve çok az miktarda alunitleşmiş olduğu gözlemlenmiştir. Örnekte yer yer porfirik doku izleri bulunmakta ve kayaçta tamamen serisitleşen feldspat fenokristali gözlemlenmektedir (+ N).

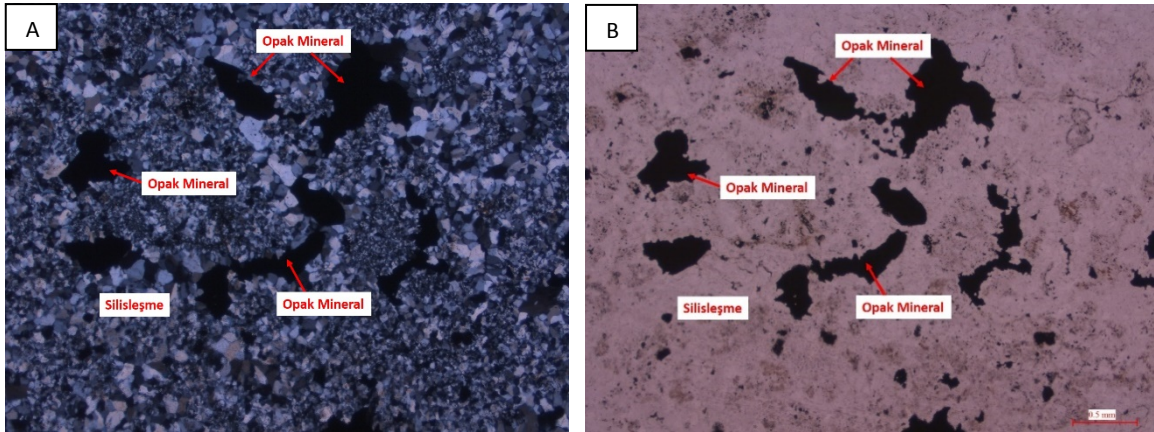
3.4.2. Küçüktaş sektörü

Yapılan incelemede BIS-13 no'lu kuyudan 33,28-33,38 metrajları arasından alınan 79965 no'lu örneğin hidrotermal alterasyonla tamamen silisleştiği ve cevherleştiği gözlenmiştir (Şekil 3.27, 3.28 ve 3.29).

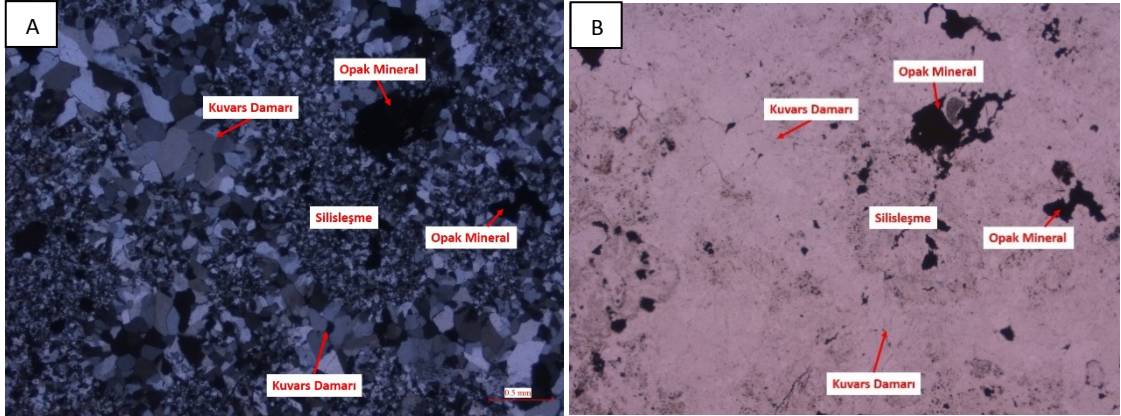
Daha ufak boylu kuvars kristallerinden oluşan kesimlerin aralarında saçınmış halde lamelli-kalkosin (Cu_2S), taneleri ile bunları kesen nisbeten biraz daha iri kristalli kuvars damar ve dolguları bulunmaktadır.



Şekil 3.27. İnceleme alanındaki Küçüktaş zuhurunda yapılan BIS-13 sondajından alınan 79965 nolu numunede zayıf gözenekli silika oluşumları.



Şekil 3.28. 79965 nolu örneğe ince kesit görüntüsü inceleme sonucu örneğin hidrotermal alterasyonla tamamen silisleştiği gözlemlenmektedir. İnce taneli kuvars kristallerinin arasında opak mineraller gözlemlenmiştir. Kuvars kristallerinin en iri boyutta olanları 0,3-0,4 mm boyutlarına ulaşmaktadır A) +N, B) // N.

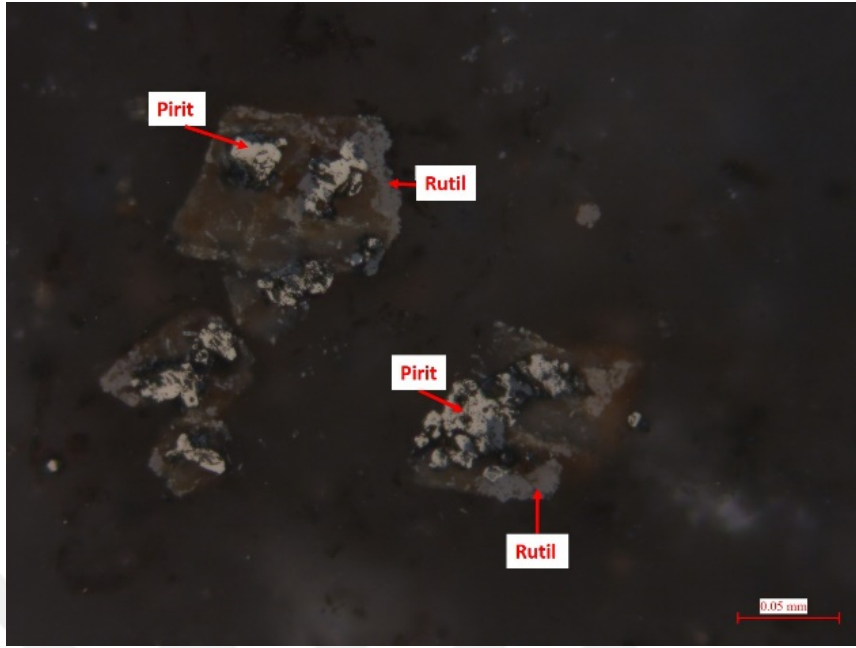


Şekil 3.29. 79965 nolu örneğe ait ince kesit görüntüsü inceleme sonucu örneğin hidrotermal alterasyonla tamamen silisleştiği gözlemlenmektedir. İnce taneli kuvars kristallerinin arasında opak mineraller gözlemlenmiştir. Kuvars kristallerinin en iri boyutta olanları 0,3-0,4 mm boyutlarına ulaşmaktadır. Ayrıca orta taneli kuvars damarı gözlemlenmiştir A) +N, B) // N.

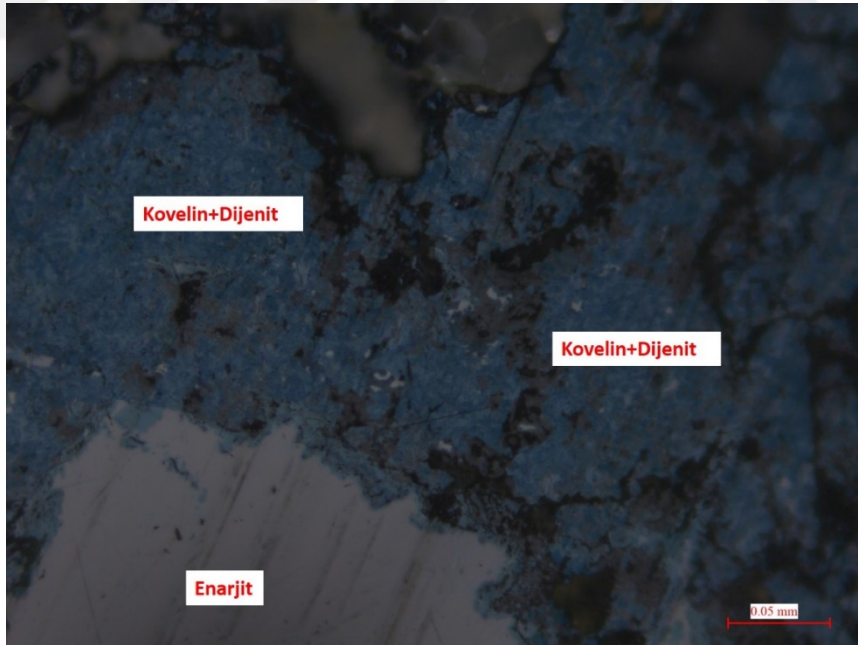
79965 no'lu örneğe ait parlatma kesiti içinde çıplak gözle de rahatlıkla izlenebilen boyutlarda lamelli kalkozin (Cu_2S) ile bunların dönüştüğü dijenit (Cu_9S_5), rombik kalkozin (Cu_2S), kovellin (CuS), enarjit (Cu_3AsS_4), limonit ($\text{Fe, O, OH, H}_2\text{O}$), rutil (TiO_2) ve pirit (FeS_2) gözlenmiştir (Şekil 3.30, 3.31 ve 3.32).

Lamelli-kalkozin burada kenar, çatlak ve dilinimleri boyunca kısmen rombik-kalkozin, dijenit ve kovelline dönüşmüştür. Boyutları 0,25-0,3 mm'ye ulaşan rutil kafesleri ise çok az izlenmektedir.

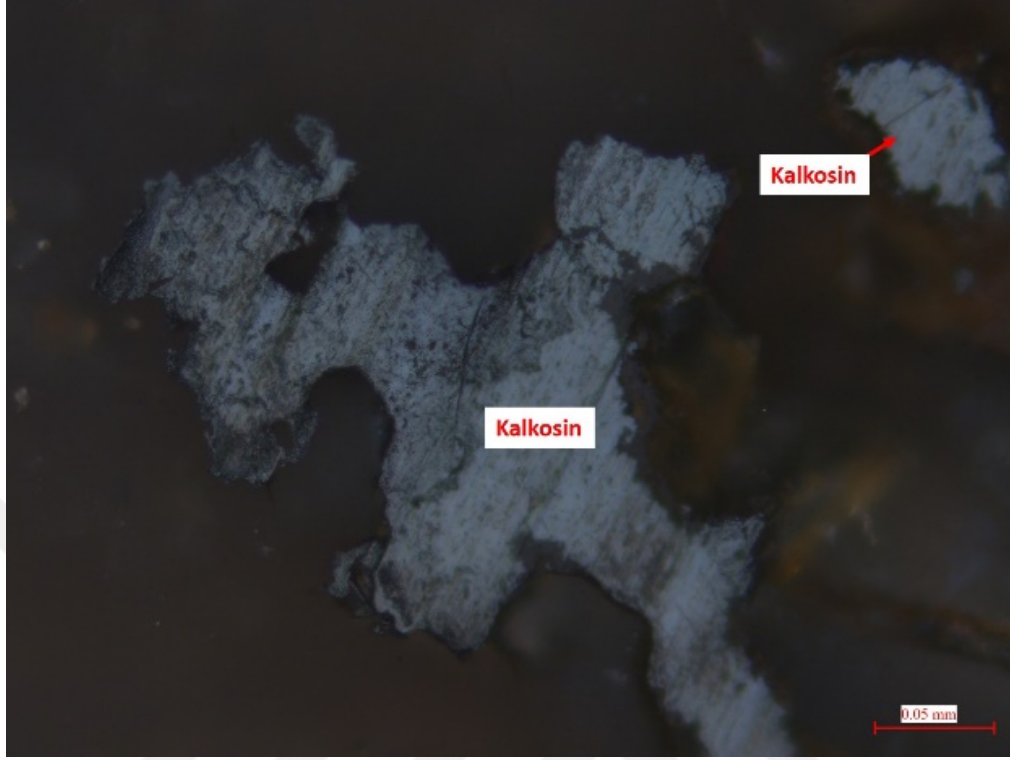
Rutil kafesi içinde de eser miktarda kalkopirit gözlenmiştir. Lamelli altın taneleri lamelli-kalkozin içinde 1-2 μ boyutunda taneler saptanmıştır.



Şekil 3.30. 79965 nolu örneğe ait parlak kesit görüntüsü: Mafik minerallerin alterasyonu sonucu rutil ve pirit oluşumu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.31. 79965 nolu örneğe ait parlak kesit görüntüsü: Dijenit, rombik-kalkosin, kovelin ve enarjit gözlemlenmiştir. Enarjit yüksek sülfidasyon epitermal sistemin belirteç minerallerinden olduğu için bu örnekte gözlemlenmesi inceleme alanındaki cevherleşmenin yüksek sülfidasyon epitermal cevherleşmesi olduğunu kanıtlar niteliktedir.



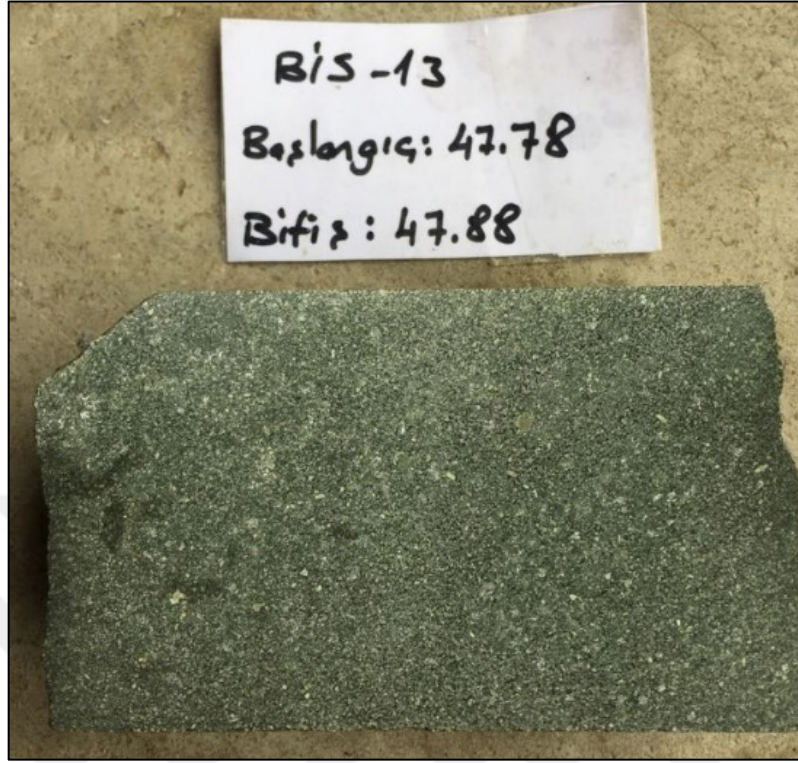
Şekil 3.32. 79965 nolu numune parlak kesit görüntüsünde lamelli kalsosin mineralleri gözlemlenmiştir.

İnce ve parlak kesitlerin incelenmesi sonucunda, öz şekilli amfibol kristal izlerine bakıldığında, örneğin altere olmuş, volkanik dokulu bir kayaç (Andezit?) olabileceği sonucu çıkmıştır.

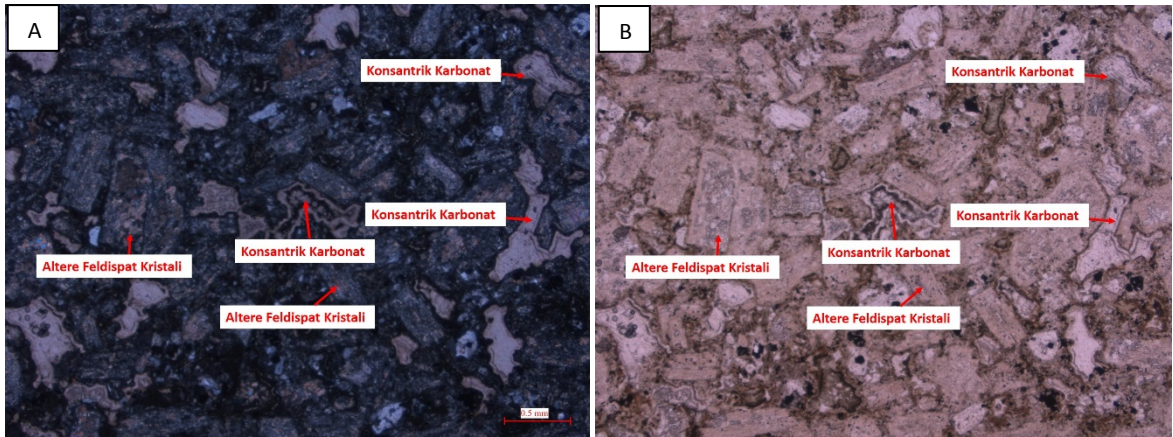
Yapılan incelemelerde, aynı sektörde bulunan BIS-13 no'lu kuyudan 47,78-47,88 metrajları arasından alınan 79966 no'lu ince kesit örneğinde breşik yapılu kayacın holokristalin tane dokusu gösterdiği ve içerdiği feldspat kristallerinin tamamen serizitleştiği görülmüştür (Şekil 3.33, 3.34 ve 3.35).

Kayacın içinde az miktarda da küçük kristalli kuvars bulunmaktadır. Kayacın çatlak ve boşluklarını dolduran kalsit genelde konsantrik-kabuklu, böbreğimsi dokuludur.

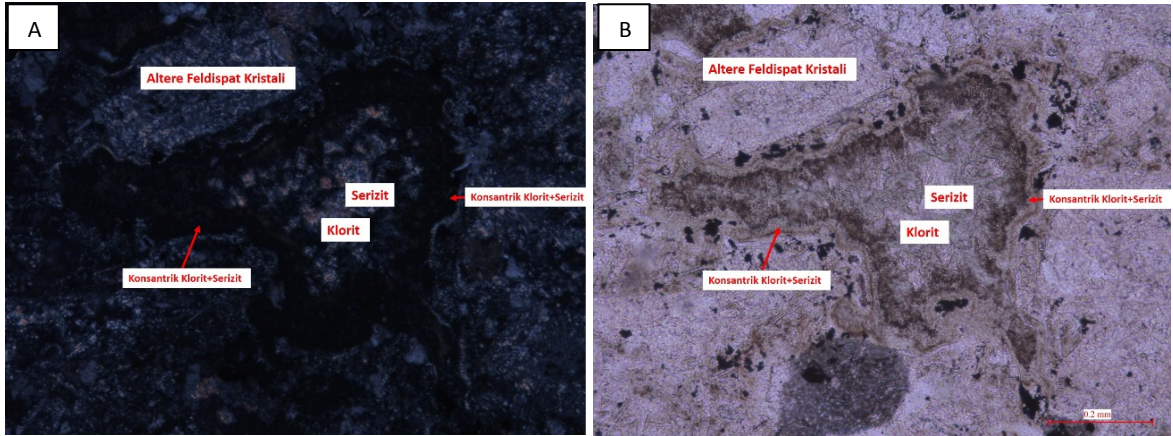
Kayacı oluşturan fazla miktardaki öz şekilli feldspat kristalleri psödomorf halde serizite dönüşmüştür.



Şekil 3.33. İnceleme alanındaki Küçüktaş zuhurunda yapılan BIS-13 sondajından alınan 79966 nolu gözlemlenen andezit görünümü.



Şekil 3.34. 79966 nolu örneğe ait ince kesit görüntüsü incelemesi sonucunda örneğin içerdiği feldispat kristallerinin tamamen serisitleştiği gözlemlenmektedir. Altere olmuş örnek içerisinde az miktarda ince kristalli kuvars gözlenmektedir. Kayacın çatlak ve boşluklarını dolduran kalsit genelde konsantrik-kabuklu, böbreğimsi dokuludur A) +N, B) // N.



Şekil 3.35. 79966 nolu örneğe ait ince kesit görüntüsü incelemesi sonucunda örneğin içerdiği feldspat kristallerinin tamamen serisitleştiği gözlemlenmektedir. Altere olmuş örnek içerisinde az miktarda ince kristalli kuvars gözlenmektedir. Kayacın çatlak ve boşluklarını dolduran kalsit genelde konsantrik-kabuklu, böbreğimsi dokuludur. Ayrıca örnekte klorit ve serizit gözlemlenmiştir A) +N, B) // N.

3.4.3. Canbazdüzü mevki 79967 nolu ince kesit örneği (BIS43: 60,50-60,70 m)

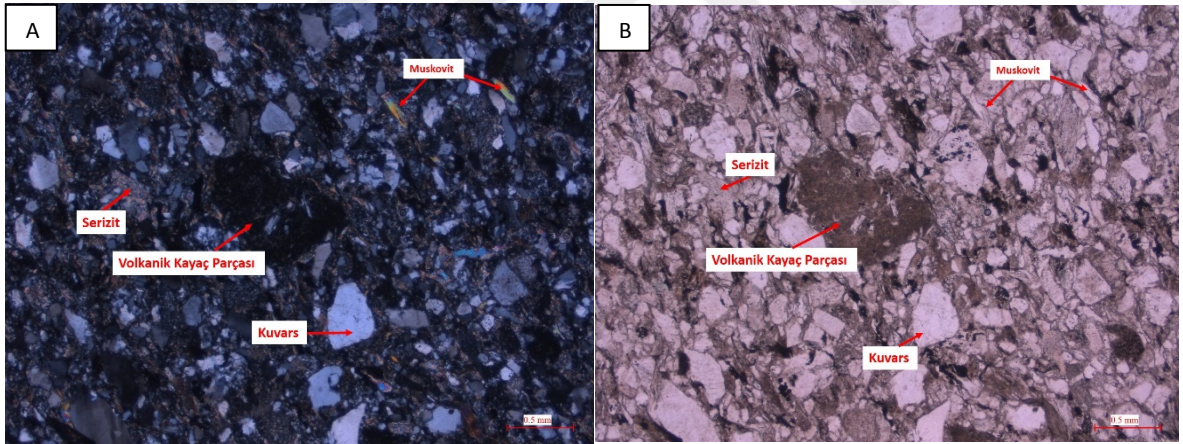
Canbazdüzü mevkiisinde bulunan BIS-43 no'lu sondajdan 60,50-60,70 metrajları arasından alınan örneğin iyi foliasyon gösteren bir metamorfik kayaç (sleyt) olduğu, kalsit ve kalsit+kuvars damarları tarafından kesildiği gözlemlenmektedir (Şekil 3.36, 3.37 ve 3.38).

Kayacı oluşturan minerallerden en fazla izlenen kuvars ve polikuvars taneleri değişik boyutlardadır. Foliasyon yönünde sıralanma ve uzama gösteren kuvarslarla birlikte daha az miktarda daha küçük taneli feldspatlar bulunmaktadır. Feldspatların bir kısmı polisentetik (pijama) ikizlidir. Bazı feldspat taneleri ise serizite dönüşmüştür.

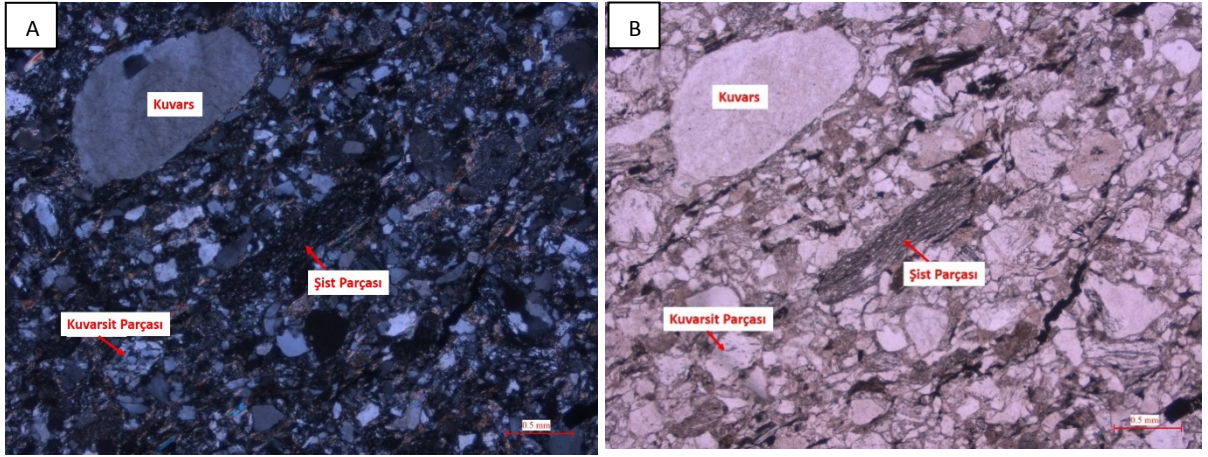
Kuvars ve feldspat tanelerinin arasında muskovit ($KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$) ve serizit ($KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$) başta olmak üzere çok az da klorit ve biyotitler bulunmaktadır. Bu mineraller kayacın foliasyon lineasyonunun oluşmasını sağlamaktadır. Kayacı kesen kalsit damarları basınç ikizli kristallerden oluşmaktadır.



Şekil 3.36. Canbazdüzü mevkiisinde yapılan BIS-43 sondajından alınan 79967 nolu numunede foliasyon gösteren metamorfik kayaç (sleyt) görünümü.



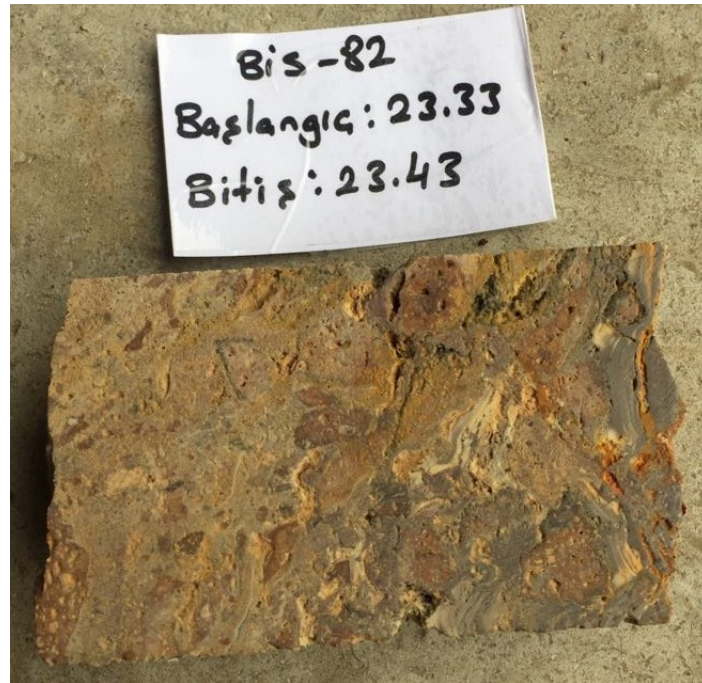
Şekil 3.37. 79967 nolu örneğe ince kesit görüntüsü sonucunda örnekte foliasyon gözlenmektedir. Örnekte gözlemlenen kuvars ve polikuvars taneleri değişik boyutlarda gözlemlenmektedir. Foliasyon yönünde sıralanma ve uzama gösteren kuvarsla birlikte az miktarda ince taneli feldspatlar bulunmaktadır. Bazı feldspat taneleri serisite dönmüştür. Ayrıca örnekte muskovit, serisit ve az miktarda klorit gözlemlenmektedir A) +N, B) // N.



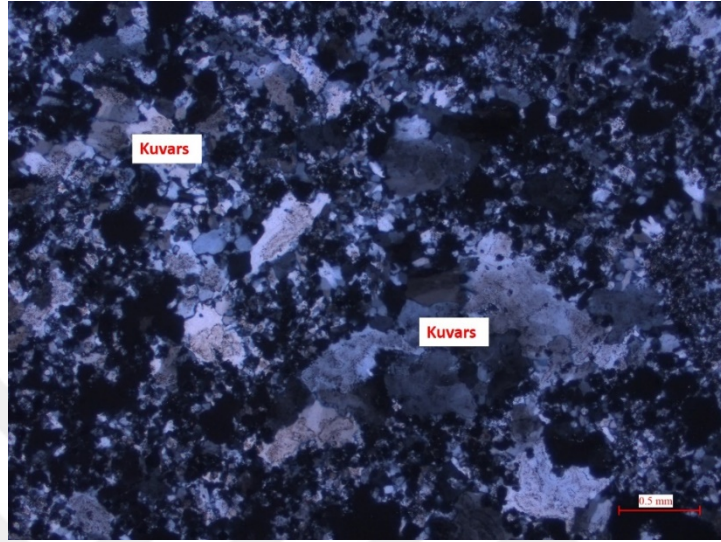
Şekil 3.38. 79967 nolu örneğe ince kesit görüntüsü: Foliasyon gösteren örnekte kuvars ve polikuvars ile birlikte şişt ve kuvarsit parçası gözlemlenmektedir A) +N, B) // N.

3.4.4. Ufaktaş sektörü

Ufaktaş sektöründe yapılmış olan BIS-82 no'lu sondajın 23,33-23,43 metrajları arasından alınmış ince kesit örneğinde hidrotermal alterasyonla kayacın tamamen silisleştiği ve çatlak-boşlukların daha iri boyutlu kuvars kristalleri ile doldurulduğu gözlenmiştir (Şekil 3.39 ve 3.40).

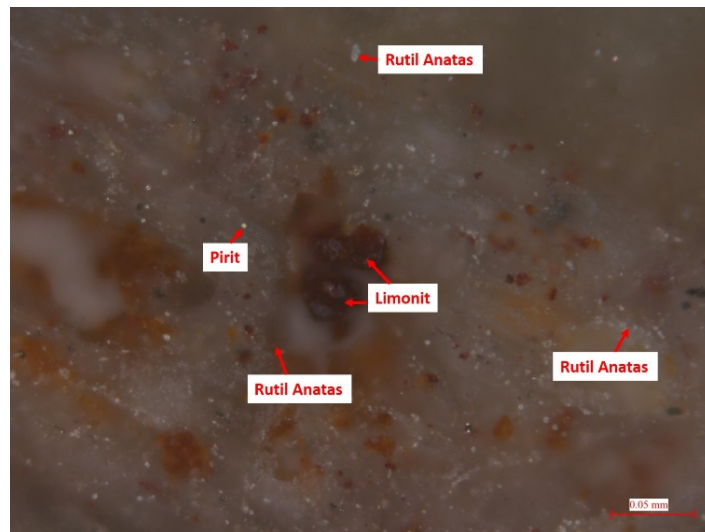


Şekil 3.39. İnceleme alanındaki Ufaktaş zuhurunda yapılan BIS-82 sondajından alınan 79969 nolu numunede kalsedonik silika oluşumları.



Şekil 3.40. 79969 nolu ince kesit incelemesi sonucu örneğin tamamen silisleştiği ve çatlak boşluklarının daha iri boyutlu kuvars kristalleri ile doldurulduğu gözlemlenmektedir. Genelde ince taneli kuvars kristallerinden oluşan kayacın çatlak ve boşluklarını dolduran daha iri boyutlu oldukları gözlemlenmektedir (+ N).

79969 nolu parlak kesit örneğinde hidrotermal kökenli kuvars kristalleri arasında yer yer ufak boyutlu rutil/anatas (TiO_2) ve pirit (FeS_2) taneleri gözlemlenmektedir (Şekil 3.41).



Şekil 3.41. 79969 nolu örneğe ait parlak kesit görüntüsü: Hidrotermal kökenli kuvars kristalleri arasında yer yer ufak boyutlu anatas ve pirit tanaları gözlemlenmektedir. Kayaç içerisindeki anatas ve pirit tanaları 10-15 mikronun altı boyutlara sahiptir. Ayrıca oksidasyna bağlı olarak limonitleşme de gözlemlenmektedir.

4. JEOKİMYA

4.1. Toprak Jeokimyası Çalışmaları

Cevherleşme sahasında yapılan ön jeolojik etüt sonrası, sahanın KB köşesinde belirlenen yaklaşık 1,3 km²'lik hedef alanda, toplam 282 adet toprak numunesi alınmıştır.

K-G yönlü 17 hat olarak gerçekleştirilen toprak jeokimyası çalışmasında hatlar arası uzaklık 100 m olup, numuneler arası mesafe ise 50 m'dir. Profillerin uzunlukları 600 ile 800 m arasında değişmektedir.

Sahada toprağın farklı zonlarından alınan 282 adet örneğin dağılımı Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Toprak numunelerinin alındığı zonlara ait istatistiksel bilgiler.

Toprak Zonları	Örnek Sayısı	Minimum Derinlik (cm)	Maksimum Derinlik (cm)	Ortalama Derinlik (cm)
B	272	10	50	23,2
B-C	10	20	30	24,8

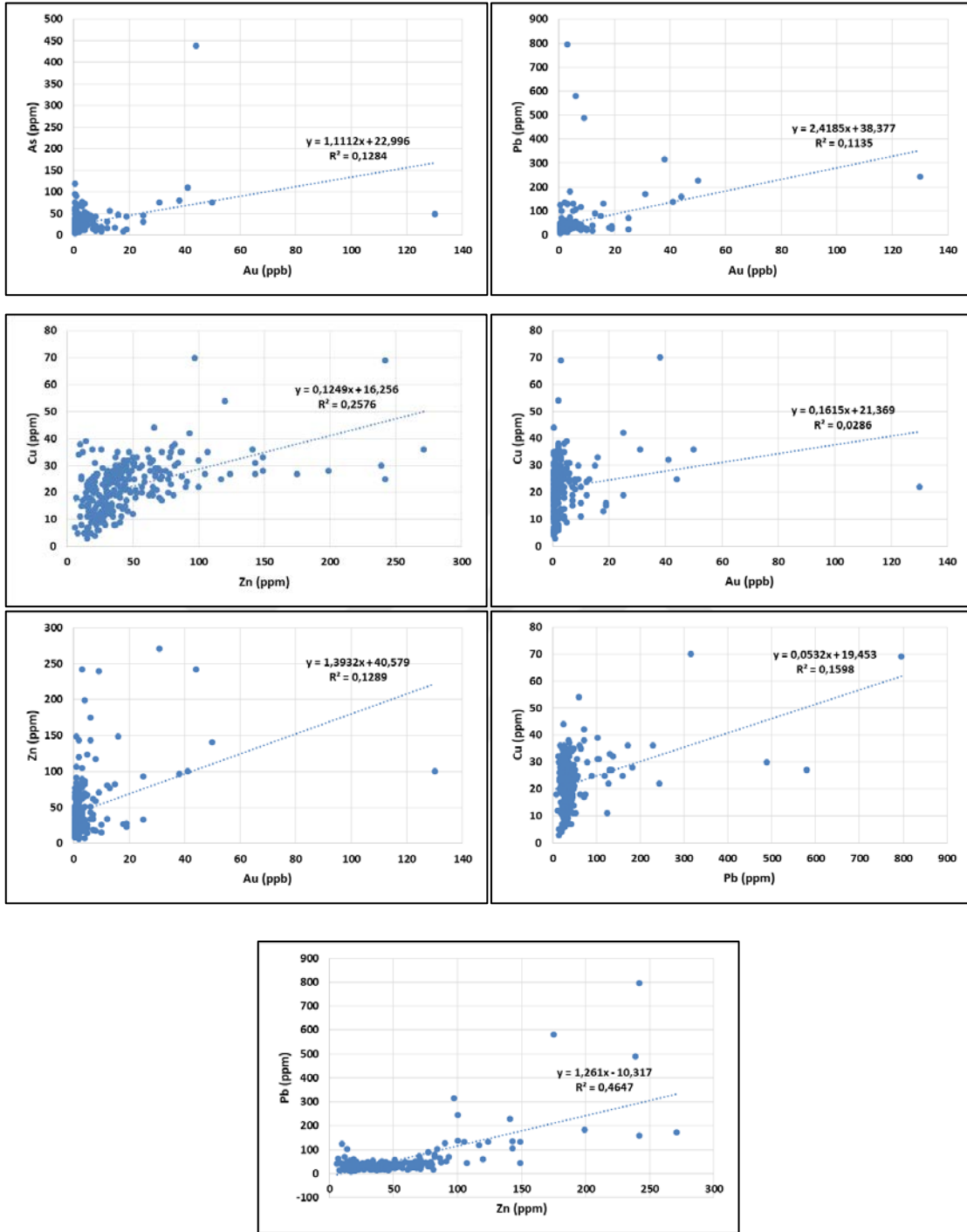
Alınan örnekler hiçbir işleme (eleme vb.) tabii tutulmadan, kimyasal analiz için ALS Chemex laboratuvarına gönderilmiştir. Analiz sonuçlarına göre hesaplanan korelasyon katsayıları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Kimyasal analiz sonuçlarına göre hazırlanan Au, As, Cu, Pb ve Zn elementlerine ait özet istatistiksel bilgiler Çizelge 4.3'te, regresyon dağılım grafikleri Şekil 4.1'de verilmiştir.

Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda, ortalama + 1 standart sapma değerlerine yakın olanlar zayıf anomali, ortalama + 1 standart sapma ile ortalama + 2 standart sapma arasındaki değerler anomali, ortalama + 2 standart sapma değerlerine yakın ve yukarı olanlar ise güçlü anomali olarak kabul edilmiştir.

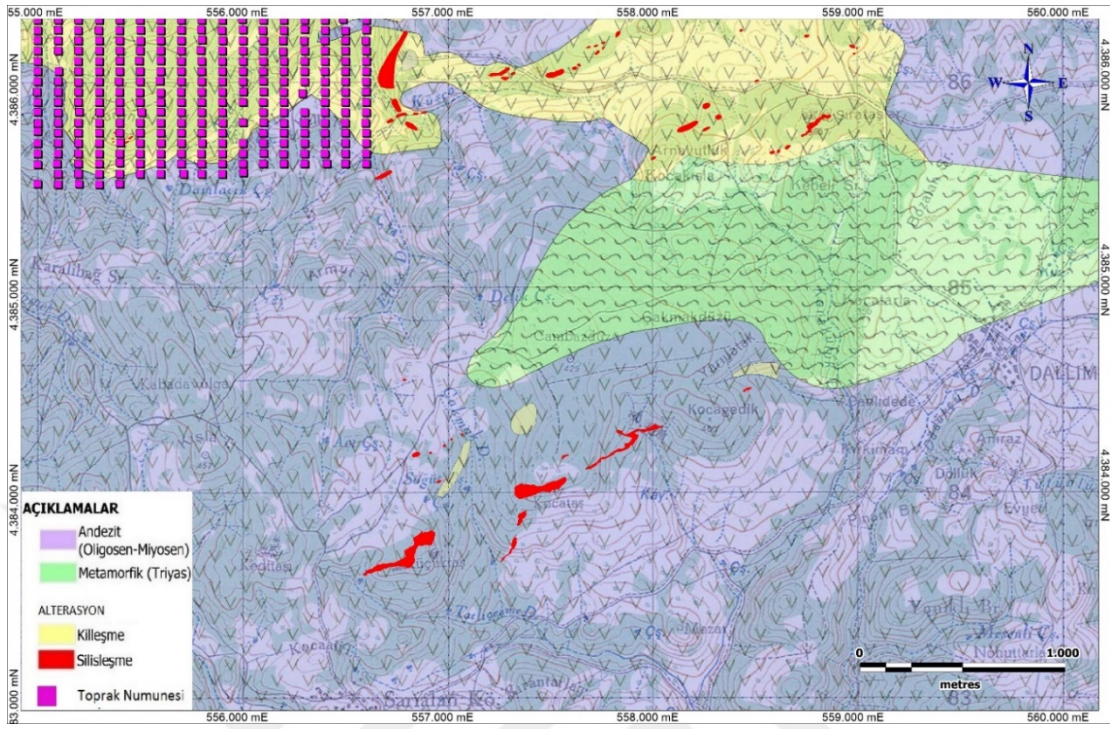
Çizelge 4.3. Au, As, Cu, Pb ve Zn değerlerine ait istatistiksel bilgiler.

Açıklamalar	Au (ppm)	As (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
Minimum Değer	0,0009	4	3	8	6
Maximum Değer	0,13	438	70	796	271
Ortalama Değer	0,0038	27,15	21,97	47,42	45,79
Standart Sapma	0,010	31,19	9,60	72,19	39,03
Ortalama+1 Standart Sapma	0,013	58,34	31,57	119,62	84,82
Ortalama+2 Standart Sapma	0,023	89,53	41,17	191,82	123,85

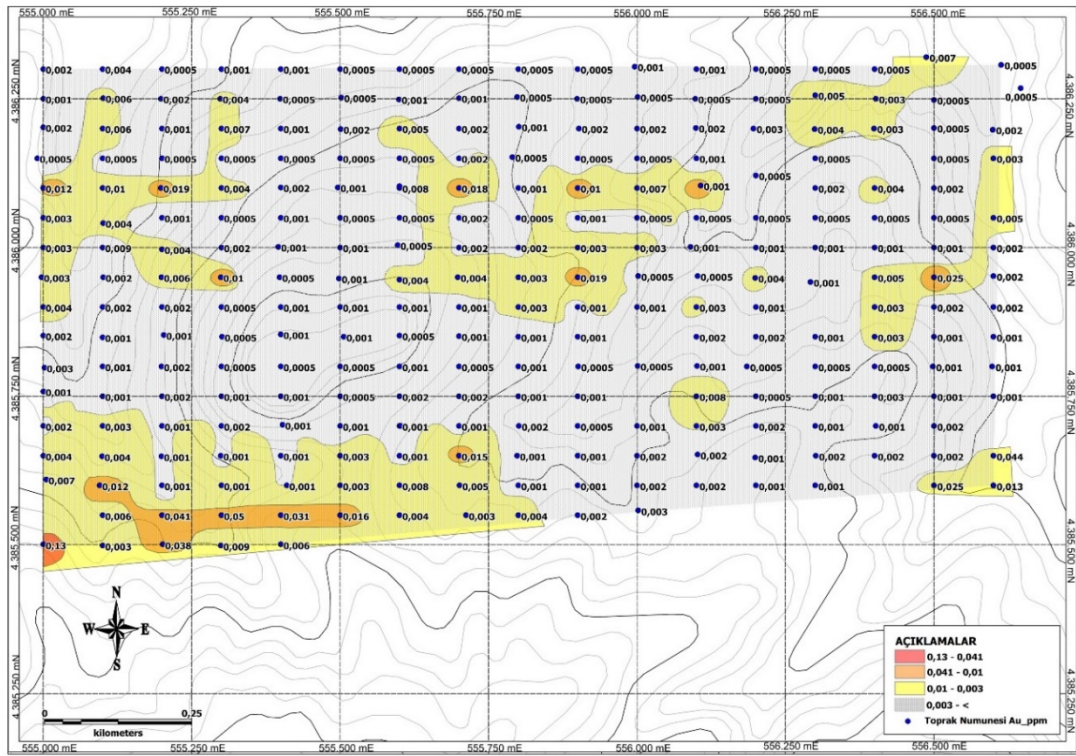


Şekil 4.1. Au, As, Cu, Pb ve Zn çiftlerine ait regresyon dağılım diyagramları.

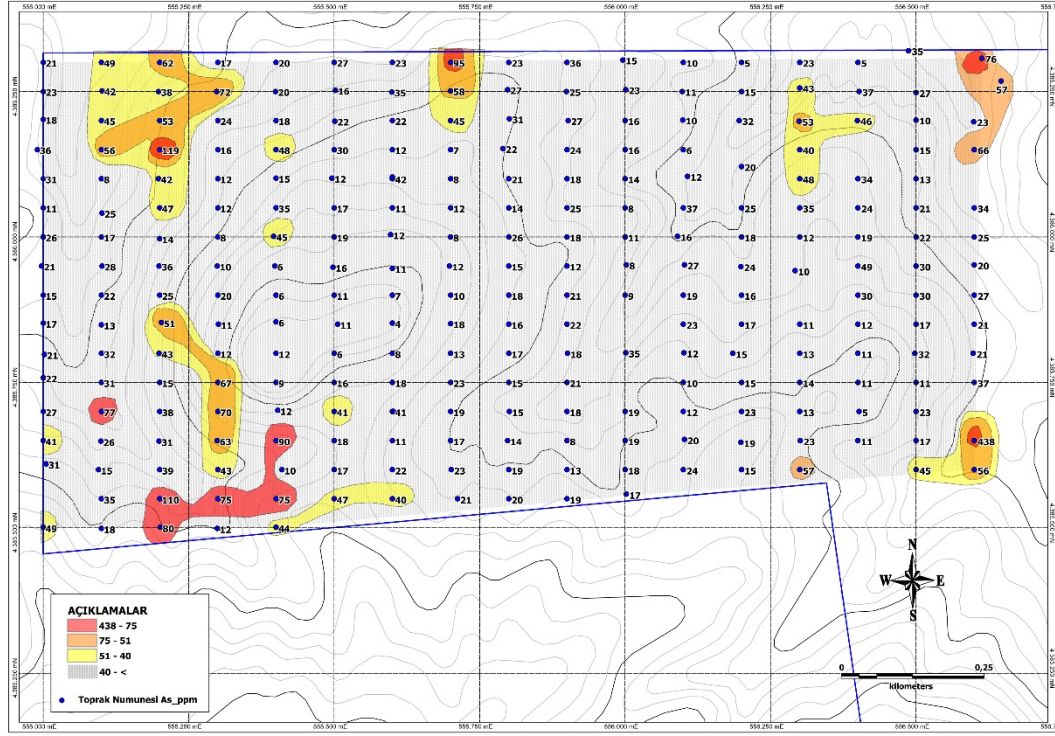
Bu veriler, Surfer 8 yazılımında “Kriging” yöntemi kullanılarak konturlanmış, elde edilen anomali konturları Mapinfo Professional 11.0 programına aktarılarak Au, As, Cu, Pb ve Zn için anomali haritaları hazırlanmıştır (Şekil 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7).



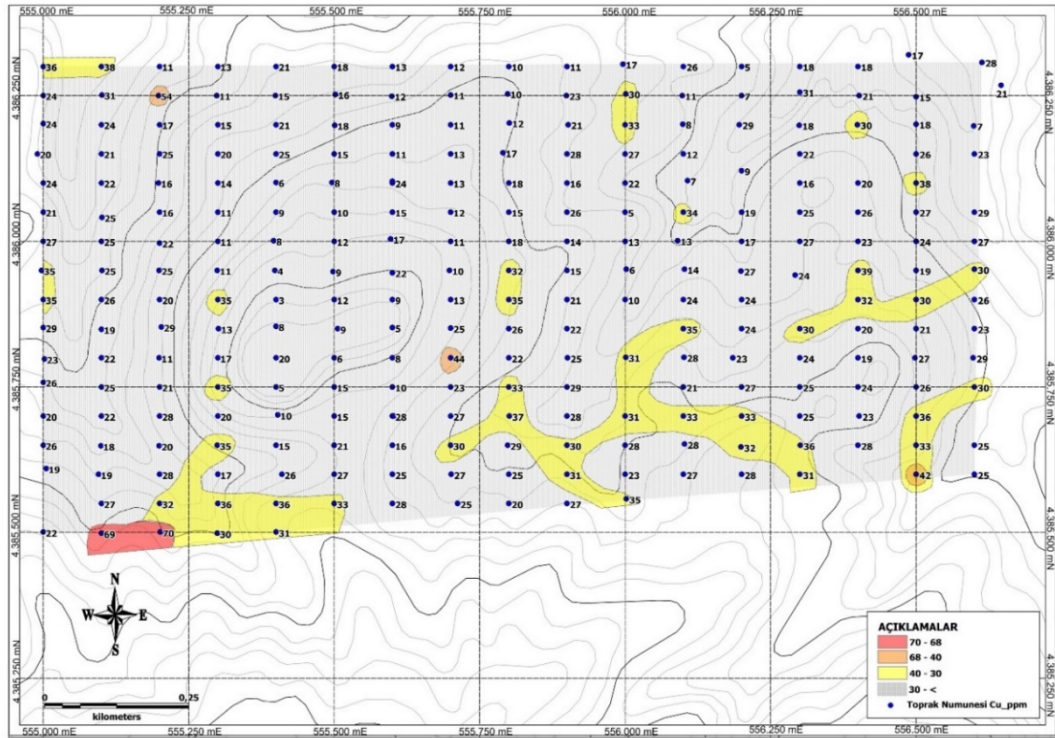
Şekil 4.2. Alınan toprak numunelerini gösterir harita.



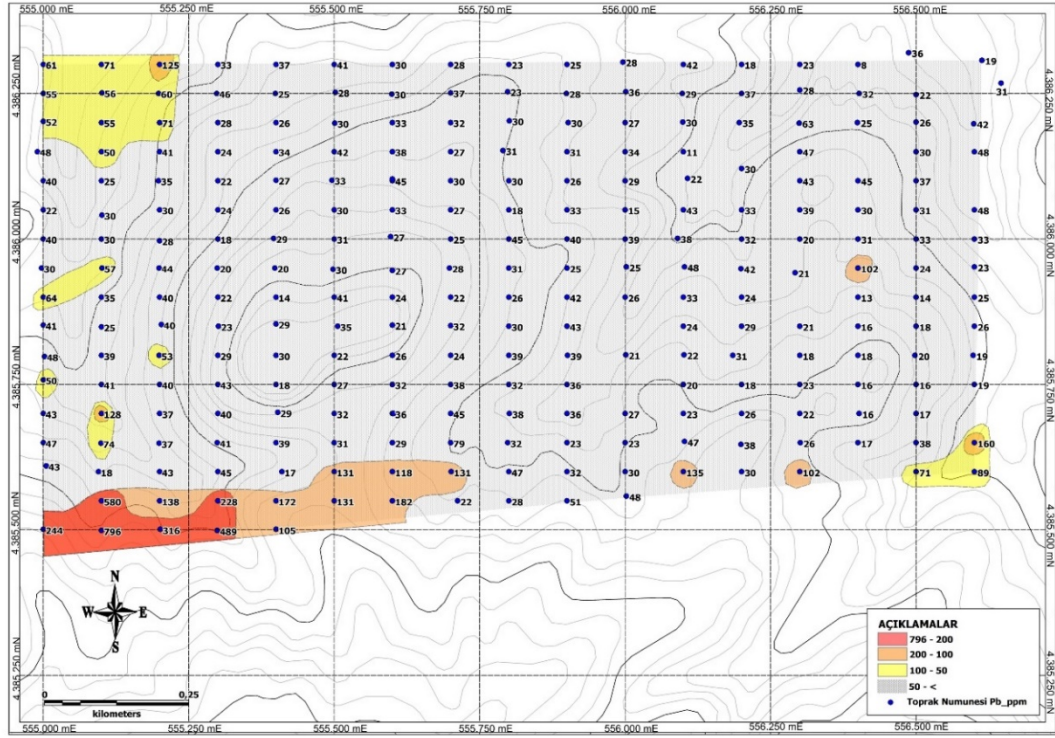
Şekil 4.3. Toprak numunelerinde Au (ppm) dağılımı gösterir anomali haritası.



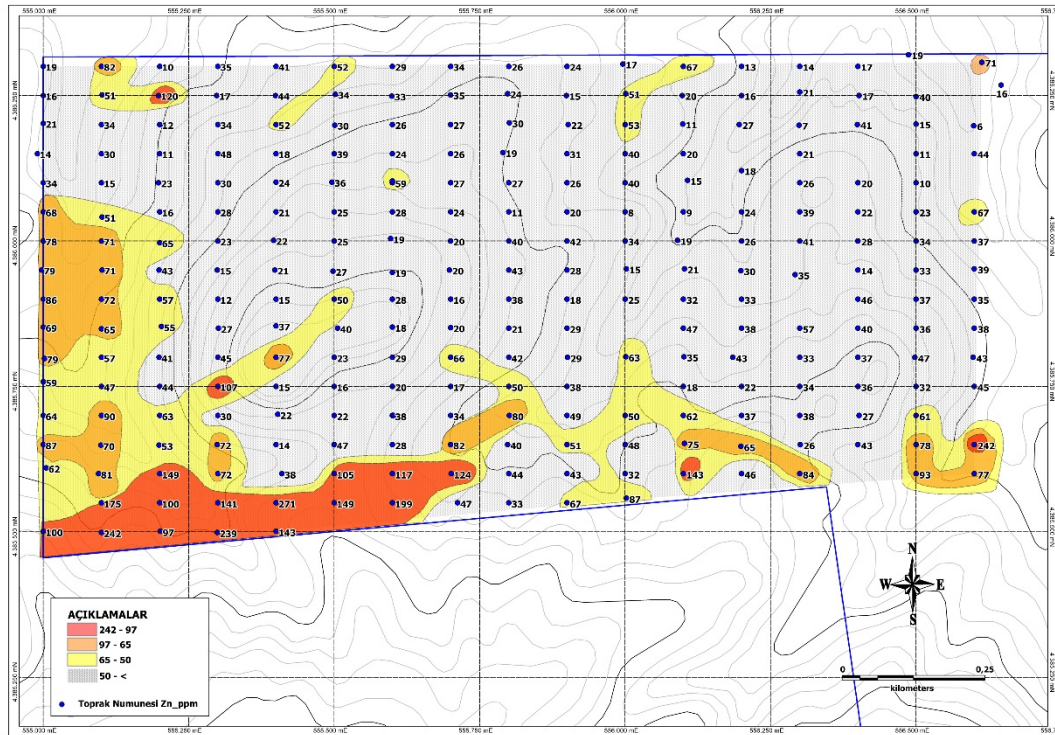
Şekil 4.4. Toprak numunelerinde As (ppm) dağılımı gösterir anomali haritası.



Şekil 4.5. Toprak numunelerinde Cu (ppm) dağılımı gösterir anomali haritası.



Şekil 4.6. Toprak numunelerinde Pb (ppm) dağılımı gösterir anomali haritası.



Şekil 4.7. Toprak numunelerinde Zn (ppm) dağılımı gösterir anomali haritası.

4.2. Kayaç Jeokimyası Çalışmaları

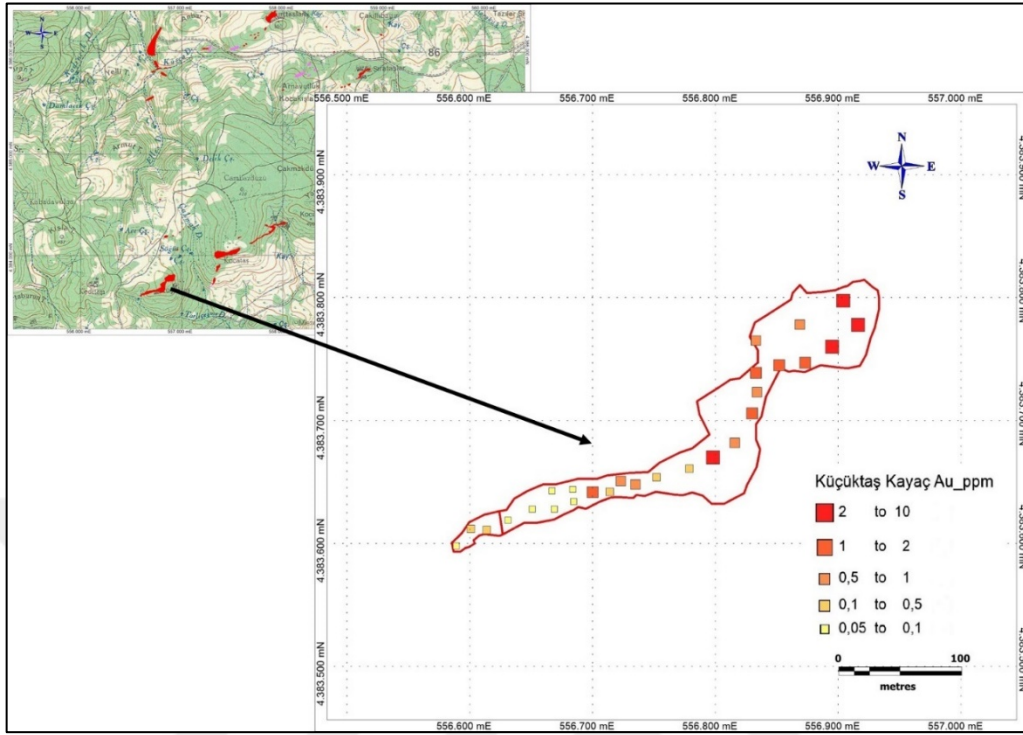
Çalışma alanında toplam 244 adet kayaç numunesi alınmıştır (Şekil 4.8, 4.9, 4.10 ve 4.11).

Kayaç numunelerine 17 adet de kontrol numunesi eklenmiştir. Alınan kayaç numuneleri hiçbir işleme (kıırma - öğütme vb.) tabi tutulmadan, kimyasal analiz için ALS Chemex Laboratuvarına gönderilmiştir.

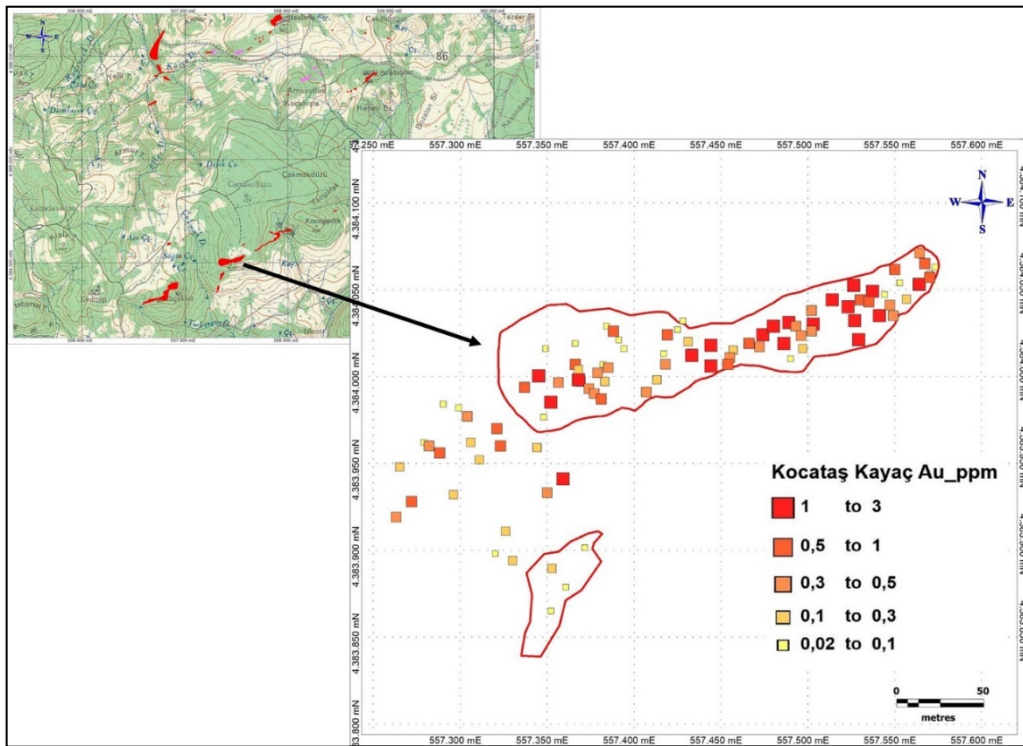
Kayaç numunelerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre hazırlanan Ag, As, Au, Cu, Hg, Pb, Sb ve Zn elementlerine ait özet istatistiksel bilgiler Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kayaç numunelerine ait özet istatistiksel bilgiler.

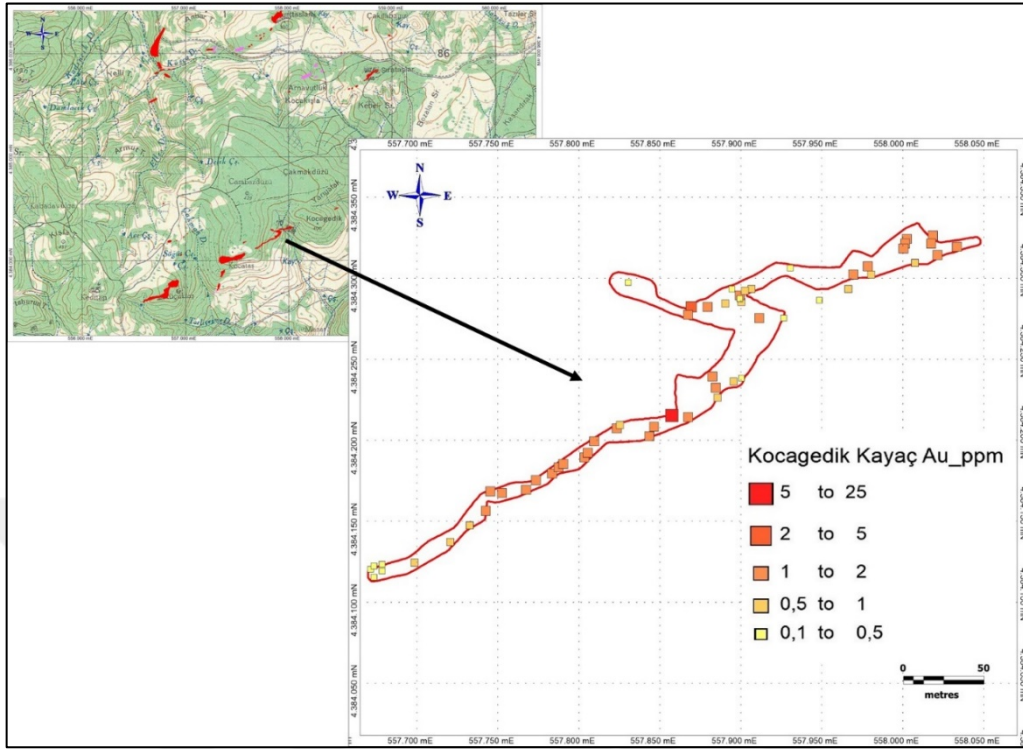
Açıklamalar	Küçüktaş	Kocataş	Kocataş (K-G Damar)	Ufaktaş	Kocagedik	Sıraşlar
Numune Sayısı (adet)	24	78	8	7	57	53
Au Ort. (gr/ton)	1,2	0,428	0,378	0,352	2,13	0,11
Mak. Au (gr/ton)	9,17	2,67	1,68	1,24	22	0,669
Min. Au (gr/ton)	0,055	0,022	0,126	0,077	0,12	0,014
Ag Ort. (ppm)	2,54	1,92	3,32	2,31	6,34	0,2
As Ort. (ppm)	96,51	31,52	101,5	89,28	134,48	71,66
Cu Ort. (ppm)	30,95	13,26	53,15	11,85	71,47	12,49
Hg Ort. (ppm)	1,34	1,55	3,85	10,14	12,34	7,37
Pb Ort. (ppm)	132,98	62,09	184,12	338	161,31	21,75
Sb Ort. (ppm)	81,77	36,57	78,12	59,42	187,66	11,83
Zn Ort. (ppm)	59,41	10,29	56,25	2,71	15,75	15,45



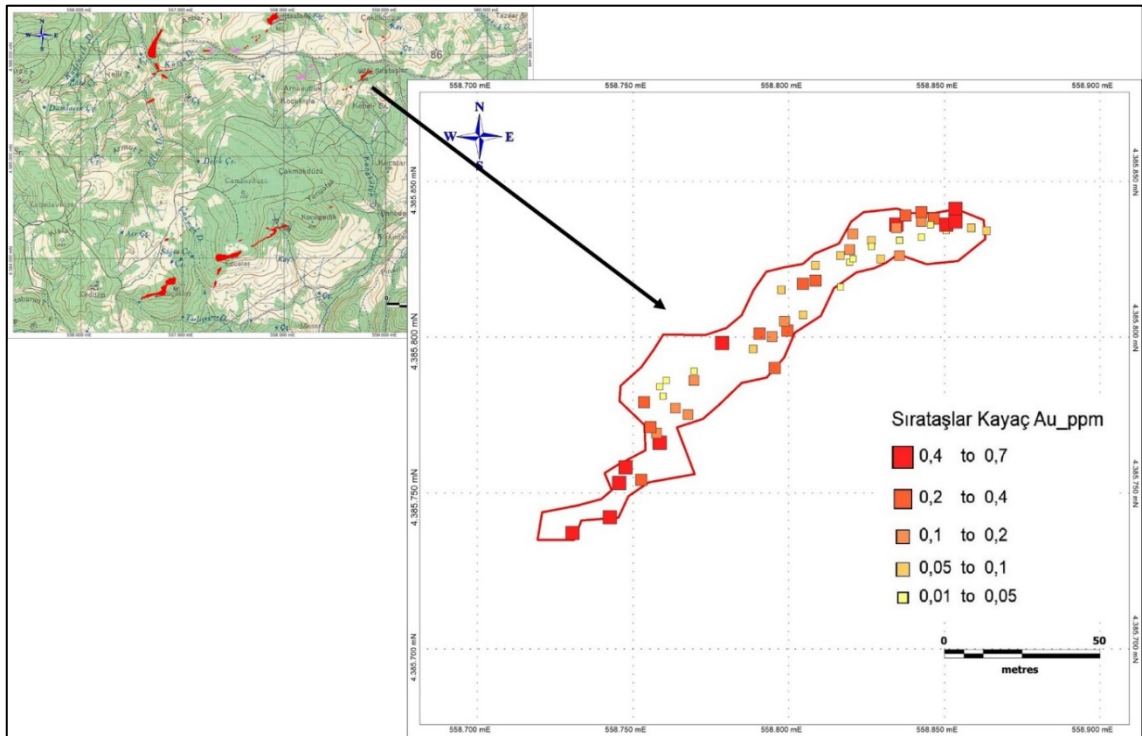
Şekil 4.8. Küçüktaş Tepe'den alınan kayaç numunelerinin yerleri Au konsantrasyonları.



Şekil 4.9. Kocataş Tepe'den alınan kayaç numunelerinin yerleri ve Au konsantrasyonları.



Şekil 4.10. Kocagedik Tepe'den alınan kayaç numunelerinin yerleri ve Au konsantrasyonları.



Şekil 4.11. Sıraşlar mevkiinden alınan kayaç numunelerinin yerleri ve Au konsantrasyonları.

5. SONUÇLAR

Balıkesir-İvrindi-Sarıalan köyü yakınlarında yapılan arazi, jeokimyasal ve mineralojik ve petrografi çalışmalara göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1) Çalışma alanı, hemen hemen tümüyle Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı andezit, tuf ve aglomera gibi volkanik kayalar ile kaplı olup bu birim, Triyas yaşlı hafif metamorfizma geçirmiş karbonatlı ve kırıntılı sedimanter birimleri uyumsuzlukla örtmektedir.

2) Gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda, çalışma alanının güneyinde ve kuzeydogusunda andezitler ve andezitik aglomeralar içinde KD/GB konumlu, tektonik hatlara bağlı olarak gelişmiş silika zonları gözlenmektedir.

3) Sarıalan altın cevherleşmesi Hallaçlar Formasyonu'nun porfirik dokulu andezit ve andezitik aglomeraları içinde K60/70°D doğrultulu, yaklaşık 1.800 m'lik bir uzanım sunan, silika zonları içinde gelişmiştir.

4) Cevherleşmeleri barındıran silika zonlarında, epitermal sistemlere özgü tipik breşik (hidrotermal breş), sünger dokulu, şeker dokulu (saccharoidal), orbiküler ve dişli kuvars içeren silika, kalsedon ve opal türünde SiO₂ çeşitleri gözlenmektedir.

5) Cevherli silika zonlarının, gang mineralleri rutil, pirit, limonit, kalkozin ve kovellindir.

6) Küçüktaş, Kocataş ve Ufaktaş sektörlerindeki cevherli altere zonlarda genellikle Smektit grubu mineralleri: Demir saponit, beydellit, montmorillonit; Kaolinit grubundan: Halosit ve dikit; İllit-Muskovit grubu minerallerinden: Na-K illit, rektorit, muskovit, vermiküllit; Alunit grubu minerallerinden: Natro-alunit, jarosit (alunit + bozunmuş pirit); FeOx mineralleri: Hematit ve götit olduğu saptanmıştır. Bu alterasyon mineralleri de çalışma alanımızda dıştan içe doğru propilitik, arjillik, ileri derecede arjillik ve asit alterasyonu ürünü gözenekli kalıntı silika zonlarının olduğunu göstermektedir.

7) Sarıalan altın cevherleşmesi, litoloji, yan kayaç/cevher ilişkisi, cevher tipi/şekli, alterasyon, yapısal özellikleri, toprak ve kayaç örneklerinde saptanan Au-Cu değerleri, mineralojik-petrografik analizlerde görülen mineraller ve sünger dokulu silika varlığı birlikte değerlendirildiğinde, andezitik kayalar içinde fay kontrollü olarak gelişmiş yüksek sülfidasyon epitermal bir altın cevherleşmesi olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Aslaner, M. (1965). Etude geologique et petrographique de la region d'Edremit- Havran. M.T.A Enstitüsü, Publication No. 119.
- Ataman, G. (1975). Plütonisme calc-alcalin d'age Alpin, Anatolie du Nord Quest: C.R. Acad. Sc. Paris, 280, ser. D.
- Ayan, M. (1979). Geochronological and petrological studies of the Eybek Granodiorite pluton (Edremit), Comm. Fac. Scien. Univ. Ankara, 22.
- Aydal, D. (2017). Alterasyon türleri, mineralojisi ve jeokimyası. Retrieved October 07, 2018, from <http://www.doganaydal.com/nesneler/dersnotlari/jeokimya/ALTERASYON.pdf>
- Bingöl, E. (1968). Contribution a l' etude geologique de laportie centrale et sud. Est du Masif de Kazdağ (Turquie). These Fac. Sci. Univ. Nancy (Fransa), 189S.
- Bingöl, E. (1976). Batı Anadolu'nun jeotektonik evrimi, M.T.A Dergisi sayı 86, 14-30.
- Bingöl, E., Delaloye, M. ve Ataman, G., (1982). Granitic intrusions in western Anatolia; a contribution to the geodynamic study of this area: Eclogea geol. Helv., 7572.
- Brinkmann, R. (1966). Geotektonische Gliederung von Westanatolian, N. Jb. Geol. Paleon, Monatshefte.
- Brinkmann, R. (1971). The geology ff western Anatolia; The geology and History of Turkey, ed. Campbell.
- Bürküt, Y. (1966). Kuzeybatı Anadolu'da yer alan plütonların mukayeseli jenetik etüdü: İTÜ Yayl. İstanbul.
- Çetinkaya, N., Karul, B., Yenigün, K. ve Önal, R. (1983). Türk-Alman Projesi Biga Yarımadası Metalik Madenler (Pb-Zn-Cu) Arama Projesi Raporu, MTA Bölge Arşiv no:450.
- Çiçek, G. (2009). Küçükdere (Havran-Balıkesir) Altın yatağının jeolojisi minerolojisi ve jeokimyası, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir
- Dönmez, E., Akçay, A. E., Eyüboğlu M. ve Atıcı Y. (2004). Biga Yarımadası tersiyer volkanitleri ara raporu, (MTA Jeol. Etüd. Dai. Ocak 2004), Yayınlanmamış.
- Ercan, T. (1981a). Batı Anadolu Tersiyer volkanitleri ve Bodrum Yarımadası'ndaki volkanizmanın durumu, *İstanbul Yerbilimleri Dergisi.*, 2/3-4.
- Ercan, T. (1981b). Kula yöresinin jeolojisi ve volkanitlerin petrolojisi, Doktora tezi, İstanbul Üniv. Yerbilimleri Fak., İstanbul, 168s.
- Ercan, T. ve Türkecan, A. (1984). Batı Anadolu-Ege Adaları-Yunanistan ve Bulgaristan'daki plutonların gözden geçirilişi, TJK Ketin Simpozyumu-s.189-208.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Ercan, T. Satır, M., Steinit, G., Dora, A., Sarıfakıoğlu, E., Adis, C., Walter, H. J. ve Yıldırım, T. (1995). Biga Yarımadası ile Gökçeada, Bozcada ve Tavşanlı Adalarındaki (KB Anadolu) Tersiyer Volkanizmasının Özellikleri, *MTA Dergisi*, Sayı 117, 1091.

Ergül, E., Öztürk, Z., Akçaören, F., ve Gözler, M. Z., (1980). Balıkesir ili-Marmara Denizi Arasının jeolojisi: MTA Rap. No:6760 (yayımlanmamış).

Erkan, Y. (2001). Kayaç oluşturan önemli minerallerin mikroskopta incelenmeleri, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayın No: 42, 438s.

Fytikas, M., Giuliani, O., Innocenti, F., Marianelli, G. ve Mazzuoli, R. (1976). Geochronological data on recent magmatism of the Aegean Se. *Tectonophysics*, 31.

Gözler, M. Z., Ergül, E., Akçaören, F., Genç, Ş., Akat, U. ve Acar, Ş. (1984). Çanakkale Boğazı doğusu Marmara Denizi güneyi Bandırma- Balıkesir- Edremit ve Ege Denizi arasındaki alanın jeolojisi ve kompilasyonu: M.T.A Rapor No: 7430, (yayımlanmamış).

Gümüş, A. (1964). Contribution al'etude geologique de secteur serpentrional de Kalabak Köy region D'Edremit, Turquie. M.T.A Enstitüsü, Publication No. 117.

Hora, Z. D. (1997). Andalusite Hornfels, in Geolojical Fieldwork 1997, *British Columbia Ministry of Employment and Investment*, Paper 1998-1.

Kaaden, G. (1957). Çanakkale-Biga- Edremit yarımadası bölgesindeki jeolojik saha çalışmaları ve maden yatakları hakkında rapor; M.T.A Rapor No: 2661, (yayımlanmamış).

Kaaden, G. (1959). Age relations of magmatic activity and metamorphic processes in the northwestern part of Anatolia, Turkey *MTA Enstitüsü Bülteni*, 52.

Kaya, O., Wiedmann, J. ve Kozur, H. (1986). Preliminary report on the stratigraphy, age and structure of the so-called Late Paleozoic and/or Triassic Melange or Suture Zone Complex of Northwestern and Western Turkey, *Yerbilimleri*, 13.

Kayhan, F., Andiç, T. ve Pehlivan, N. (1996). Tepeoba (Balıkesir-Havran) Sahasının Jeolojisi ve Au, Mo, Cu Cevherleşmesi Etüt Raporu, MTA Derleme Rapor No:9893.

Ketin, İ. (1966). Anadolunun tektonik birlikleri. *M.T.A Dergisi*, 6, 20-34.

Krushensky, R. (1971). Edremit'in doğusunda kalan bir sahanın jeolojisi: M.T.A. Rap.5646 (yayımlanmamış) Ankara.

Krushensky, R. (1971). Neogene calc-alkaline extrusive rocks of the Karalar-Yeşiller area Northwest Anatolia: *Buletin of Volcanology*.

Krushensky, R., Akçay, Y. ve Karaege, E. (1980). Geology of the Karalar-Yeşiller area, northwest Anatolia; *U.S. Geol. Survey Bulletin* 1461.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Küçükefe, Ş., Sarı, R., Kılıç, M., Tekin, Z. ve Avşar, M. (2003). Breşlere bağlı Tepeoba (Havran-Balıkesir) Cu-Mo (Au) Cevherleşmesine ait Tepeoba porfiri Cu-Mo-Au cevherleşmesinin jeolojisi, 56. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, 99s.
- Okay, A. İ. (1984a). Kuzeybatı Anadolu'da Yer Alan Metamorfik Kuşaklar. Ketin Sempozyumu, *TJK Bülteni*, s. 83-92.
- Okay, A. İ. (1984b). Distribution and characteristics of the northwest Turkish blueschists, *Geol. Soc London, Spec. Publ.*, 17, 455-466.
- Okay, A. İ. (1989a). Edremit-Balya-Manyas Arasının Jeolojisi ve Tektoniği, TPAO Arama Grubu Rap. No:2657.
- Okay, A. İ. (1989b). Tectonic units and sutures in the Pontides, northern Turkey, Tectonic Evolution of the Tethyan Region, ed. A.M.C. Şengör, 109-115.
- Okay, A. İ., Siyako, M. ve Bürkan, K. M. (1990). Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi, *T.P.J.D Bülteni*, 2/1, 83-121.
- Okay, A. İ. ve Tüysüz, O. (1999). Tethyan sutures of northern Turkey: In 'The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen' (ed. B. Durand, L. Johvet, F. Horvath nad M. Seranne): *Geological Society, London, Special Publication* 156, 475-515.
- Pehlivan, Ş., Duru, M., Dönmez, M., Ilgar, A., Akçay, A. E., Erdoğan, K., ve Özer, D. (2007). 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi Balıkesir-İ19 Paftası. Jeoloji Eütüleri Dairesi, Ankara.
- Sillitoe, R. H. ve Hedenquist, J. W., (2003). Linkages between volcanotectonic settings, ore-fluid compositions, and epithermal precious metal deposits, in Simmons, S. F., and Graham, I. J., eds., Volcanic, geothermal, and ore-forming fluids: Rulers and witnesses of processes within the Earth: *Society of Economic Geologists Special Publication* 10, s.315-343.
- Simandl, G. J., Hancock, K. D., Church, B. N. ve Woodsworth, G. J. (1994). Andalusite 'in British Columbia-New Exploration Targets; *British Columbia Geological Survey Branch Geological Fieldwork* 1994, Paper 1995-1.
- Siyako, M., Bürkan, K. A. ve Okay, A. İ. (1989). Biga ve Gelibolu yarımadaalarının tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları, *TPJD Bülteni*, 1/3, 183-199.
- Stevan, T. A. ve Ratie J. C. (1960). Geology and ore deposits of the Summitville district, San Juan Mountains, Colorado. *U. S. Geo/. Surv. Prof Paper* 343.
- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics* 75, 181-241.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Şengör, A. M. C. ve Sungurlu, O. (1984). Tectonics of the Mediterranean Cimmerides: nature and evolution of the western termination of Paleo-Tethys. In: Dixon, J. E., Robertson, A. H. F. (eds) *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Geological Society, London, Special Publications*, 77-113.

Şengün, F., Yiğitbaş, E., ve Tunç, İ. O. (2011). Geology and Tectonic Emplacement of Eclogite and Blueschists, Biga Peninsula, Northwest Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 273-28.

Şentürk, Y. (2005). Kazdağ Masifi (Balıkesir) Metadunit, Amfibolit/Metagabrolarının jeolojisi ve Titan içeriği açısından değerlendirilmesi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 94s.

Tezer, E. B. (2006). Balıkesir-Ayvalık İlçesi Kubaşlar Altın Oluşumunun Maden Jeolojisi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara

Tüysüz, O. (1990). Tectonic Evolution of a part of the Tethyside orogenic collage: The Kargı Massif northern Turkey. *Tectonics*, 9, 141-160.

Yıldız, T. (2006). Balıkesir-Havran İlçesi Tepeoba Cu-Mo Oluşumunun Maden Jeolojisi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara

Yigit, O. (2009). Mineral Deposits of Turkey in Relation to Tethyan Metallogeny: Implications for Future Mineral Exploration. *Economic Geology*, 104(1), 19-51. doi:10.2113/gsecongeo.104.1.19

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Serdar Onur AVCI

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 14.05.1982

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-Mail : serdaroa@demirexport.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Lisesi, (1996-1999)

Lisans : Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
(2000-2005)

Y. Lisans : Dumlupınar Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, (2014-2019)

İş Deneyimi (Kurum ve Yıl)

Demir Export A.Ş., Jeoloji Mühendisi, Ankara, (2007-Halen)