T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA GAZİPAŞA BARİTLERİNİN JEOLOJİK JEOKİMYASAL VE KÖKENSEL İNCELEMESİ

Gülsüm Betül KURŞUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2017

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA GAZİPAŞA BARİTLERİNİN JEOLOJİK JEOKİMYASAL VE KÖKENSEL İNCELEMESİ

Gülsüm Betül KURŞUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(Bu tez T.C. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2016-1832 nolu proje ile desteklenmiştir.)

2017

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA GAZİPAŞA BARİTLERİNİN JEOLOJİK JEOKİMYASAL VE KÖKENSEL İNCELEMESİ

Gülsüm Betül KURŞUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 22/05/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN (Akdeniz Üniversitesi)
Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ (Akdeniz Üniversitesi)
Doç. Dr. Yusuf URAS (Sütçü İmam Üniversitesi)

ÖZET

ANTALYA GAZİPAŞA BARİTLERİNİN JEOLOJİK JEOKİMYASAL VE KÖKENSEL İNCELEMESİ

Gülsüm Betül KURŞUN

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN
Mayıs 2017, 88 sayfa

Barit ($BaSO_4$), kimyasal bileşimine sahip olan ve çok bilinen mineraldir. Barit'in yerkabuğundaki ortalama tenörü % 0,45'dir (Ayan 1979). Barit yüksek yoğunluğuna sahip olması, renginin beyazlığı, kimyasal etmenlere dayanıklılığı, gamma ışınlarını absorbe etmesi özellikleri nedeniyle çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Endüstride dolgu maddesi olarak boyalarda, fotoğraf kâğıdı yapımında, kauçuk ve mürekkep yapımında, tıp ve sağlık alanında kullanılmaktadır. Yüksek yoğunluğundan dolayı inşaat sektöründe de kullanılmaktadır.

Antalya bölgesinde madencilik sektöründe yapılan akademik projeler doğrultusunda endüstri için farklı alanlarda endüstriyel hammadde ve metalik maden yatakları saptanmıştır. Bu çalışmada bölgede bulunan baritlerin, jeolojik ve jeokimyasal özellikleri, yataklanmalarının oluşumları, bu oluşumu etkileyen faktör ve koşulların belirlenmesi, köken yorumlarının yapılması amaçlanmıştır. Gazipaşa bölgesinde bulunan baritlerden alınan örneklere ait jeolojik ve mineralojik incelemeleri yapılmış, elde edilen tüm veriler değerlendirilmiş, kimyasal analizler doğrultusunda jeokimyasal özellikleri incelenmiş ve kökensel olarak yorumlanmıştır. Kayaçların jeolojik olarak analizleri değerlendirilmiş, sayısal veriler istatistiksel olarak tablolara aktarılmış ve alınan numuneler arasında istatistik veriler elde edilmiştir.

Araştırmalardan elde edilen bulgular ışığında, Gazipaşa/Karalar bölgesinde bulunan "Büyük Ocak" barit madeni, "Boyalık Tepe" barit madeni ve çevresinde kalan alanda yer alan baritlerin jeolojik ve kökensel yorumları ön plana çıkarılmıştır. Tez çalışması kapsamında bölgede bulunan baritlerin, Bıçkıcı Formasyonu içerisinde yer aldığı gözlenmiştir. Bıçkıcı Formasyonunun yaşı Permiyen olarak belirlenmiştir. Bıçkıcı Formasyonu bölgedeki en yaşlı birimi temsil eden Çakmak Formasyonu ile açısal uyumsuz olarak bulunmaktadır. Formasyon içerisinde barit cevherleri çoğunlukla dolomit ve kalkerler içerisinde filon, damar ve damarcıklar şeklinde bulunmakta, santimetre kalınlığından 4-6 metreye kadar kalınlığa, 50-100 metreye kadar ulaşan uzunluğa sahip olduğu saptanmıştır.

Çalışma alanından alınan örneklerden analiz edilmiş XRD diyagramlarında; barit (% 98-100) ve yan kayaçtan alınan örneğe göre kalsitin (yaklaşık olarak % 93) ana mineraller olduğu, XRD ve XRF analiz sonuçlarına göre yan kayaçlardan alınan numunelerde baryum oranı düşük olup kalsit, limonit ve galenit yoğunluğu yüksek kayaçlar olduğu belirlenmiştir. Cevherleşmelerin alt kısımlarına doğru limonit, kuvars, kalsit, pirit, galenit gibi mineraller azda olsa mineral birleşimine katıldığı gözlenmiştir. Bölgeden alınan numunelerden 5 adedi için ince kesit analizi yapılmış ve ince kesitler mikroskopta incelenmiştir. İnce kesitler tanımlandığında, içerisinde çok büyük barit kristalleri olduğunu, tek tük kuvars, galenit ve pirit kristalleri yer aldığı görülmektedir. Elde edilen izotop analizi sonuçlara göre ^{34}S değeri 20,3-22,4 arasında yer almaktadır. ^{34}S değerinin belirtilen değerlerde bulunması kökensel olarak sinsedimanter ortam koşullarının göstermektedir.

Bölgede bulunan baritlerin mineral ve iz element içerikleri, yatak şekilleri ve ^{34}S izotop oranları, bölgede bulunan baritlerin kökenini belirlemede önemli unsurdur. İnceleme alanında bulunan yatakların yan kayaçlarını oluşturan kalsit ve dolomitler içinde Ba ve Sr değerleri, özellikle hidrotermal bir oluşumu yansıtan değerler göstermemektedir. Yapılan incelemeler, elde edilen veriler, gözlemler ve bu sonuçlar doğrultusunda baritlerin kökeninin sinsedimanter olduğu belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Barit, Gazipaşa, Karalar, Alanya Masifi, Barit

JÜRİ: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN (Danışman)
Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ
Doç. Dr. Yusuf URAS

ABSTRACT

GEOLOGICAL GEOCHEMICAL AND GENUINE AND EXAMINATION OF ANTALYA GAZIPASA'S BARITES

Gülsüm Betül KURŞUN

Akdeniz University in Geological Engineering
Supervisor: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN
May 2017, 88 pages

Barite ($BaSO_4$) is a well-known mineral with chemical composition. Barit's average grade in the earth's crust is 0,45% (Ayan 1979). It is used in various fields because of its high density of barite, its whiteness, resistance to chemical agents, absorption properties of gamma rays. It is used as a filling material in industrial paints, photo paper making, rubber and ink making, medical and health fields. It is also used in the construction sector due to its high density.

Industrial raw materials and metallic mineral deposits have been identified in various fields for the industry in line with the academic projects carried out in the mining sector in Antalya region. In this study, geological and geochemical features of the barites, formation of deposits, determination of factors and conditions affecting this formation, and interpretation of origin are aimed. The geological and mineralogical analyzes of the specimens taken from the barites in the Gazipaşa region were carried out and all the obtained data were evaluated and the geochemical features were analyzed in the direction of chemical analyzes and interpreted as genetic. Geological analyzes of the rocks were evaluated, numerical data were statistically transferred to tables and statistical data were obtained between the received samples.

Geological and genetic interpretations of the barite mines of "Büyük Ocak" barite mine, "Boyalık Tepe" barite mine and surrounding area in the Gazipaşa region were highlighted in the finds obtained from the surveys. It was observed that the barites located in the region within the scope of the thesis study were located within the Bıçkıcı Formation. The age of the Knife Formation was determined as Permian. The Backıcı Formation is angularly incompatible with the Çakmak Formation, which represents the oldest unit in the region. In the formation, barite ores are mostly found in dolomite and limestones in the form of veins, veins and veins. It has a thickness ranging from 4-6 meters in centimeter thickness to 50-100 meters in length.

In the XRD diagrams analyzed from the study samples; Barite (98-100%) and calcite (93%), for example, taken from the side rock, are the main minerals. According to the results of XRD and XRF analysis, samples from the side rocks have low barium content and high calcite, limonite and galenite density. According to the XRD and XRF analysis results, the samples taken from the side rocks have low barium content and high calcite, limonite and galenite density. Minerals such as limonite, quartz, calcite, pyrite, galenite have been observed in the mineral assemblage towards the lower parts of the ores. Thin sections were analyzed for 5 samples taken from the region and thin sections were examined under a microscope. When thin sections are defined, it is observed that there are very large barite crystals, only quartz, galenite and pyrite crystals. According to the results of the obtained isotope analysis, the value of ^{34}S is 20.3-22.4. The presence of the ^{34}S value at the indicated values is indicative of the inherently synaptic environment conditions.

Mineral and trace element contents, bed form and ^{34}S isotope ratios of the barites found in the region are important factors in determining the origin of barites in the region. Ba and Sr values in calcite and dolomite, which form the side rocks of the deposits in the study area, do not show values that reflect a particularly hydrothermal formation. Observations made, observations and results obtained indicate that the origin of barites is insidious.

KEYWORDS: Barite, Gazipaşa, Karalar, Alanya Massif, Barite

COMMITTEE: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN **(**Supervisor)
Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ
Doç. Dr. Yusuf URAS

ÖNSÖZ

Tez çalışmalarım esnasında ve tezin her aşamasında büyük katkıları bulunan, kaynaklarını, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, değerli eleştiri ve fikirleri ile beni aydınlatan, bana her zaman destek olan ve bilim ve meslek etiği konusunda beni yönlendiren Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Bölüm Başkanı danışman hocam Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN' a içten ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arazi, büro ve laboratuvar çalışmalarım sırasında değerli fikir ve görüşlerini benimle paylaşan, yardımlarını esirgemeyen Jeoloji Mühendisliği bölümünden hocalarıma, asistan hocalarıma, aynı zamanda çalışmamın her aşamasında yer alan sınıf arkadaşlarım Sinan Emre ÇAKIR ve Sezer ÜNAL'a, ayrıca arazi çalışmalarında bölgeye hakim olan ve beni yönlendiren, şahsi arazi aracı ile ocaklara ulaşmamızı sağlayan ve ocak ile ilgili tecrübe ve engin bilgilerini paylaşan, özellikle barit ocakları içerisine girişimizi sağlayan ve araziyi çalışmalarımı tamamlamama yardımcı olan Yüksek Maden Mühendisi Gürsel KIPÇAK'a, her zaman yardımcı olan ve bir çok konuda bilgilerini paylaşan, özellikle çalışma alanım ile ilgili güncel haritalara ulaşmamı sağlayan Antalya Büyükşehir Belediyesi İmar Şube Müdürlüğünde görev yapan Jeoloji Mühendisi Tahir ŞAHİN'e teşekkür ederim.

Her zaman her konuda desteklerini esirgemeyen ve yanımda olan aileme teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT iii
ÖNSÖZ v
İÇİNDEKİLER vi
KISALTMALAR viii
ŞEKİLLER LİSTESİ ix
ÇİZELGELER LİSTESİ xii
1. GİRİŞ 1
1.1. Çalışmanın Amacı 1
1.2. Çalışmanın Önemi 1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI 3
2.1. Literatür Taraması 3
2.1.1. Jeolojik yorum 15
2.2. İnceleme Alanı 17
2.3. İnceleme Alanının Jeolojisi 20
2.3.1. Yerel stratigrafi 21
3. MATERYAL VE YÖNTEM 24
3.1. Barit'in Genel, Fiziksel, Kimyasal ve Mineralojik Özellikleri 24
3.2. Baritin Tarihçesi ve Tanımı 25
3.3. Barit Yataklarının Oluşumu 26
3.3.1. Magmatik olaylara bağlı hidrotermal barit yatakları 26
3.3.2. Sedimanter ortamlarda gerçekleşen barit yatakları 28
3.3.3. Rezidüel (ikincil) barit yatakları 30
3.3.4. Diğer tip barit yatakları 31
3.4. Baritin Kullanım Alanları 31
3.4.1. Kullanım alanlarına göre barit nitelikleri 32
3.4.2. Barit' in hazırlanması ve zenginleştirilmesi 33
3.5. Cevherleşme 33
3.5.1.Baritin oluşumu 33
3.6. Ekonomik Jeoloji 34

3.6.1. Baritlerin pazarlanabilme özellikleri 34
3.6.2. Dünya ve Türkiye'de bulunan barit yatakları 35
4. BULGULAR 38
4.1. Büro Çalışmaları 38
4.2. Arazi Çalışmaları 39
4.3. Laboratuvar Çalışmaları 50
4.3.1. XRD çalışmaları 55
4.3.2. XRF çalışmaları 58
4.3.3. İzotop analizi çalışmaları 74
4.3.4. İnce kesit çalışmaları 75
5. TARTIŞMA 78
6. SONUÇ 80
7. KAYNAKLAR 82
EKLER 87
ÖZGEÇMİŞ

KISALTMALAR

Ba	Baryum
$BaSO_4$	Barit
BaO	Baryum oksit
$BaCl_2$	Baryum klorür
$BaCO_3$	Baryum karbonat
$BaNO_3$	Baryum nitrat
$BaSi_2O_5$	Sanbarit
BaS	Baryum sülfür
BT	Numunelere verilen kod
$BaTiO_3$	Baryum titanit
$CaCO_3$	Kalsiyum karbonat
GPS	Küresel Konumlama Sistemi
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
Na_2SO_4	Sodyum Sülfat
SO_3	Kükürt trioksit
SrO	Stronsiyum oksit
ZnS	Sfalerit
XRD	X-ışınları difraktometresi
XRF	X-Ray flüoresans analizi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Karalar/Gazipaşa bölgesi barit ocakları ve ocaktan alınan barit örneği 1

Şekil 1.2. Yer bulduru haritası 2

Şekil 2.1. Karalar/Gazipaşa Boyalık madeninin kesiti (Gökçe ve Bozkaya 2007).....4

Şekil 2.2. Karalar/Gazipaşa yerel jeoloji haritası (Ulu, 1983'den değiştirilmiştir) .....
(Gökçe ve Bozkaya 2006) 6

Şekil 2.3. Alanya Tektonik penceresi, Güney Alplerde yer alan arazilerin dağılımı.....
(Özgül 1984, Gökçe ve Bozkaya 2004) 7

Şekil 2.4. Alanya tektonik penceresi jeolojik haritası (Özgül 1984) 8

Şekil 2.5. Karalar/Gazipaşa bölgesinden alınan örneklerin makroskopik ve mikroskopik .....
özellikleri (Gökçe ve Bozkaya 2007).....10

Şekil 2.6. Karalar/Gazipaşa jeoloji haritası (Strıebel 1965'den değiştirilerek alınmıştır)....11

Şekil 2.7. Karalar/Gazipaşa bölgesinde bulunan "Büyük Ocak" maden cevher yatağı .....
(Gökçe ve Bozkaya 2007).....13

Şekil 2.8. Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak ve "Boyalık Tepe" galerilerin izohips haritası .....
üzerindeki konumları.....16

Şekil 2.9. "Karalar/Gazipaşa-Boyalık Tepe" galeri girişi 19

Şekil 2.10. "Karalar/Gazipaşa-Boyalık Tepe" galerisi barit numunesi örnekleri 19

Şekil 2.11. Karalar/Gazipaşa bölgesi jeolojik haritası (mta.gov.tr) 20

Şekil 2.12. Gazipaşa Bölgesi jeolojik birlikleri (MTA, 2010'dan değiştirilerek.....
alınmıştır) 21

Şekil 2.13. Karalar/Gazipaşa Bölgesi jeolojik formasyonları (Ulu 1983'ten değiştirilerek.....
alınmıştır).....22

Şekil 3.1. "Karalar/Gazipaşa-Boyalık Tepe" galeri içi barit örnekleri.....24

Şekil 3.2. "Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak" galeri içi topuk görünümü 26

Şekil 3.3. "Gazipaşa/Karalar-Büyük Ocak" galeri içi topuk görünümü ve limonit-barit .....
kalıntıları 27

Şekil 3.4. "Karalar/Gazipaşa-Boyalık Tepe" barit ocağı üst yol girişi 28

Şekil 3.5. Türkiye barit yatakları (MTA 1981'den değiştirilerek alınmıştır).....35

Şekil 4.1. Karalar/Gazipaşa bölgesinin genel basitleştirilmiş jeolojik haritası ve enine kesiti (Gökçe ve Bozkaya 2003). 38

Şekil 4.2. Karalar/Gazipaşa bölgesi numune alınan noktaların lokasyonları..... (Yeşil renkli lokasyonlar: "Boyalık Tepe" barit madeni ve çevresi-..... Pembe renkli lokasyonlar: "Büyük Ocak" barit madeni ve çevresi) 39

Şekil 4.3. "Karalar/Gazipaşa bölgesi Boyalık Tepe" barit madeni ve çevresi numune ..... alınan noktaların lokasyonları 40

Şekil 4.4. "Karalar/Gazipaşa bölgesi Büyük Ocak" barit madeni ve çevresi numune ..... alınan noktaların lokasyonları 41

Şekil 4.5. Karalar/Gazipaşa bölgesi numune alınan noktaların lokasyonları..... (Yeşil renkli lokasyonlar: "Boyalık Tepe" barit madeni ve çevresi-..... Pembe renkli lokasyonlar:" Büyük Ocak" barit madeni ve çevresi) 43

Şekil 4.6. Karalar/Gazipaşa "Boyalık Tepe" barit ocağından alınan ilk numune 44

Şekil 4.7. "Karalar/Gazipaşa Boyalık Tepe" Barit ocağı ve çevresi 44

Şekil 4.8. "Karalar/Gazipaşa-Boyalık Tepe" barit ocağı numune alma işlemleri 1 45

Şekil 4.9. "Karalar/Gazipaşa-Boyalık Tepe" barit ocağı numune alma işlemleri 2 45

Şekil 4.10. "Karalar/Gazipaşa-Boyalık Tepe" barit ocağı numune alma işlemleri 3 46

Şekil 4.11. "Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak" galeri girişi 46

Şekil 4.12. "Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak" barit madeni ana girişi 47

Şekil 4.13. "Büyük Ocak" barit madeni galeri içi damar ikizlenmesi görünümü 47

Şekil 4.14. "Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak" galeri içi incelemeleri 48

Şekil 4.15. "Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak" galeri içi 48

Şekil 4.16. "Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak" ana ve arka girişi..... 49

Şekil 4.17. "Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak" yakınları Karot sondajı numuneleri 50

Şekil 4.18. Araziden alınan numunelerin laboratuvara taşınması 51

Şekil 4.19. Numunelerin analize hazırlanması kırma-öğütme işlemleri 51

Şekil 4.20. Numunelerin analize hazırlanması havan ile öğütme işlemleri 52

Şekil 4.21. Öğütülmüş numunelerin eleme işlemleri 52

Şekil 4.22. Elenen numunelerin etiketleme-paketleme işlemleri 52

Şekil 4.23. Numunelerin numaralandırma ve paketleme işlemleri 53

Şekil 4.24. Numunelerin birbirine karışmasını önlemek için araç gereç ve cihaz ..... temizleme ve kurutma işlemleri 1 53

Şekil 4.25. Numunelerin birbirine karışmasını önlemek için araç gereç ve cihaz..... temizleme ve kurutma işlemleri 2 54

Şekil 4.26. Numunelerin kilitli numune torbaları ile paketlenmiş ve analize göndermek..... için hazırlanmıştır: I 54

Şekil 4.27. BT-1 numaralı örneğin XRD diyagramındaki görünümü..... 56

Şekil 4.28. BT-2 numaralı örneğin XRD diyagramındaki görünümü..... 56

Şekil 4.29. BT-22 numaralı örneğin XRD diyagramındaki görünümü..... 57

Şekil 4.30. BT-23 numaralı örneğin XRD diyagramındaki görünümü..... 57

Şekil 4.31. BT-24 numaralı örneğin XRD diyagramındaki görünümü..... 58

Şekil 4.32. X-Ray Flüoresans elektron yörüngeleri 59

Şekil 4.33. Baritlerin Hierarchical Cluster Analysis dendogramı..... 69

Şekil 4.34. İnce kesit incelemeleri 76

Şekil 4.35. İnce Kesit Analizi 76

Şekil 4.36. Parlak Kesit Analizi 77

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1. Antalya ili barit yatakları rezervleri (MTA, 2010) 18

Çizelge 3.1. Türkiye barit rezerv miktarları (DPT 2001 ve Kırıkoğlu 1990). 36

Çizelge 3.2. Dünya barit rezerv ve üretim miktarları (DPT 2001). 37

Çizelge 4.1. Karalar/Gazipaşa bölgesi numune alınan koordinatlar 42

Çizelge 4.2. XRD analiz sonuçları 55

Çizelge 4.3. XRF analiz sonuçları 1 61

Çizelge 4.4. XRF analiz sonuçları 2 62

Çizelge 4.5. XRF analiz sonuçları 3 63

Çizelge 4.6. XRF Analiz Sonuçlarına göre Ba/Sr oranları 65

Çizelge 4.7. Barit Örneklerinin Faktör Analiz Değerleri 66

Çizelge 4.8. Kimyasal Elementlerin Bileşen Değerleri İlişkisi 67

Çizelge 4.9. Kimyasal Elementlerin Bileşen Değerleri İlişkisi 68

Çizelge 4.10. Model Summary ve Anova'ya göre XRF sonuçları 70

Çizelge 4.11. Korelasyon Matrisi 1 71

Çizelge 4.12. Korelasyon Matrisi 2 72

Çizelge 4.13. Korelasyon Matrisi 3 73

Çizelge 4.14. Numune Sayısı: 5 WR sülfat 74

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

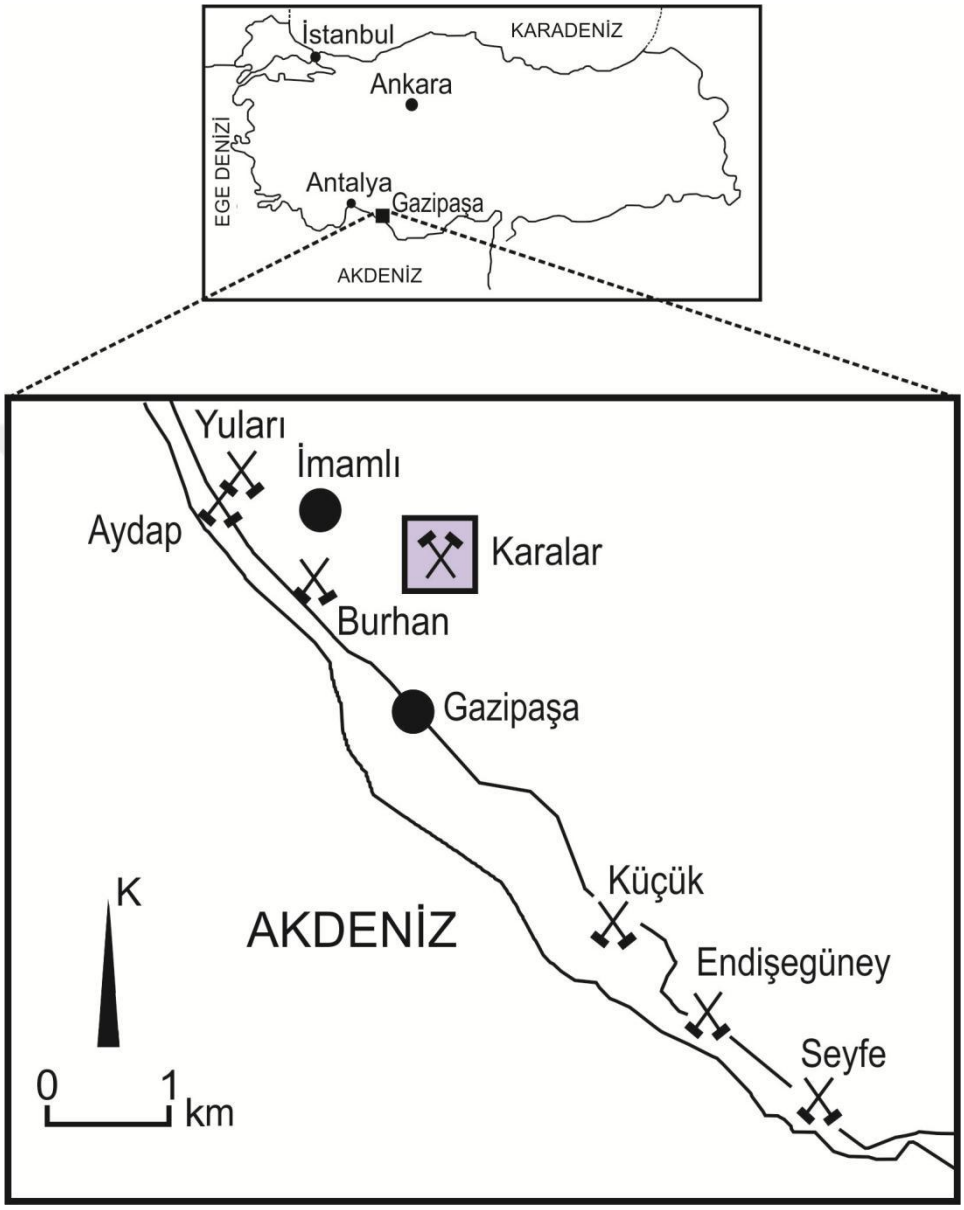
Tez konusu Antalya/Gazipaşa bölgesinde bulunan baritlerin özelliklerinin belirlenmesi ve incelenmesini kapsamaktadır. Bu kapsamda, Orta Toroslar da bulunan "Alanya masifi"nin KB-GD doğrusltulu bölümünde yer alan kayaçlar (Çopuroğlu 1994), içerisinde bulunan baritleri, yataklanmalarının oluşumları, bu oluşumu etkileyen faktör ve koşulların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda büro, arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Yapılan analizler ile elde edilen veriler incelenmiş ve Gazipaşa yöresinde bulunan baritler ile ilgili jeolojik, jeokimyasal ve kökensel sonuçlara ulaşılmıştır. Karalar bölgesinde bulunan ocaklara ait fotoğraflar ve alınan barit örneği Şekil 1.1'de yer almaktadır. Tez konusu kapsamında hazırlanan çalışmanın yeni yapılacak çalışmalar için kaynak olabilmesi hedeflenmektedir.

Şekil 1.1. Karalar/Gazipaşa bölgesi barit ocakları ve ocaktan alınan barit örneği

1.2. Çalışmanın Önemi

Antalya, konum olarak Türkiye'nin güneyinde yer almaktadır. Akdeniz Bölgesinde bulunan Antalya, Türkiye'nin turizm merkezidir. Türkiye' de bulunan diğer bölgeler gibi, doğu Toroslar da gerçekleşen tektonik, stratigrafik, petrografik olaylar ve bu olaylara bağlı ortaya çıkan endüstriyel hammadde/maden ile araştırmacıların odak noktası olmaktadır. Toroslarda gerçekleşen jeolojik olaylar sonucunda oluşan orojenik kuşak içerisinde farklı birlikler yer almaktadır (mta.gov.tr).

Bu birliklerden Antalya birliği ve Alanya birliği çalışma alanını içermektedir. Çalışma alanı Gazipaşa/Karalar bölgesini kapsamaktadır. Çalışma alanı yer bulduru haritası Şekil 1.2'de yer almaktadır.



Şekil 1.2. Yer bulduru haritası

Barit yatakları, magmatik faaliyetler sonucu birincil, aşınma ve çökelme sonucu ikincil yataklar oluşturarak farklı oluşum mekanizmaları sergilemektedir. Baritin Kimyasal formülü $BaSO_4$'dür ve barit minerali farklı jeolojik ortamlarda tek olarak ya da kuvars, sfalerit, flüorit ve galen gibi mineraller ile birlikte bulunabilmektedir (Taş 2009). Gazipaşa ve yakın çevresinde özellikle Karalar bölgesinde geniş bir alanda büyük ve küçük boyutlarda çok sayıda barit ve galenit cevherleri bulunmaktadır (mta.gov.tr). Karalar bölgesinde gerçekleşen jeolojik ve tektonik olaylar henüz kesin şekilde yorumlanmamıştır. Bu durum çalışmayı ve çalışma alanını vurgular niteliktedir.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

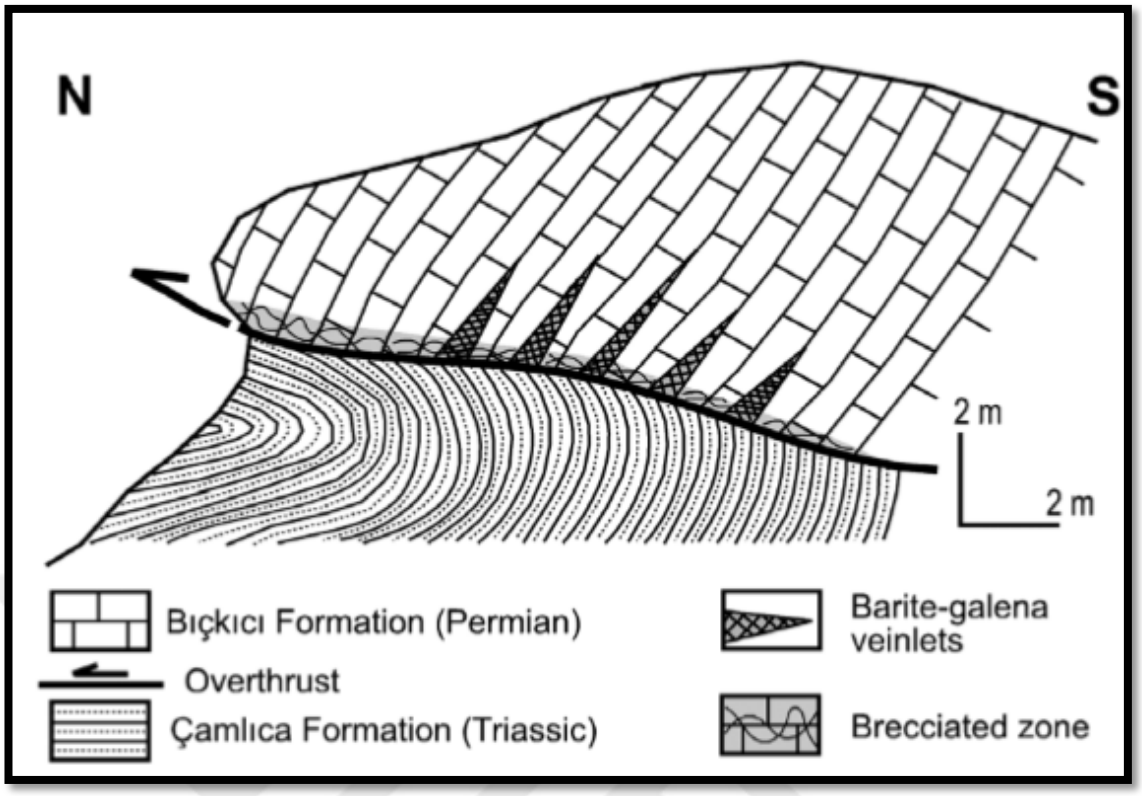
2.1. Literatür Taraması

İnceleme alanı Orta Toroslarda bulunan Demirtaş (Alanya) ile Anamur arasında mostra veren Alanya Tektonik Penceresi (Özgül 1984) içerisinde yer almaktadır. Alanya Masifi'nin tektonik ve stratigrafik sınıflamasını inceleyen en önemli çalışma Blumenthal'e (1951) aittir. Gazipaşa da bulunan Karalar cevheri ile ilgili Barutoğlu'nun (1942) bir raporu yayınlanmıştır (mta.gov.tr) ve araştırmacının hidrotermal filoniyen yatak olarak açıkladığı cevher Striebel'e (1965) göre, sedimenter barit yatağı şeklinde yorumlanmış ve Üst Permiyen'de oluşmuştur. Ziegler'in (1939) yaptığı araştırmalardaki jeolojik gözlemleri çalışma alanında ve civarında yer alan cevherler hakkında hiç bir bilgi içermemektedir.

Toroslarda bulunan Pb-Zn yataklarının tümünün hidrotermal-metasomatik kökenli yataklar olduğu Petrascheck (1954-1955) tarafından savunulmuştur. Oelsner (1939), Kovenko (1946) ve Van der Kaaden (1961), Gazipaşa bölgesinin 80 km doğusunda yer alan Orta konuş/Anamur bölgesinde bulunan Pb-Zn yatağı üzerinde yaptığı araştırmalarda kireçtaşının metasomatik yolla oluştuğunu savunmuşlardır ama Blümel'in (1965), yaptığı çalışmada sinsedimenter oluşumun düşünülebileceği belirtilmektedir (mta.gov.tr).

Barutoğlu (1942), İstanbul'daki bazı boya fabrikalarına bu bölgeden barit götürüldüğünü ileri sürmüştür. Etibank ve MTA 1974-1979 yılları arasında çeşitli araştırmalar ve sondaj çalışmaları yapmışlardır (mta.gov.tr). Bu doğrultuda Barutoğlu (1942), Danışman ve Cebeci (1945), Sönmez (1944), Ziegler (1939), Çöteli ve Türk (1975), Zenginoğlu (1945), Strıebel (1965), Peyronnet (1967, 1971), Petrascheck (1955, 1967)'e ait araştırmaları ve raporları MTA'nın arşivinde bulunmaktadır. Gazipaşa bölgesinde yapılan diğer araştırmalar jeolojik, jeokimyasal, petrografik ve mineralojik çalışmaları kapsamaktadır. Bu araştırmalar Strıebel (1965), Çopuroğlu (1994), Gökçe ve Bozkaya (2007), Sadıklar (1978) ve Ayhan (1979) gibi araştırmacılar tarafından yapılmıştır.

Karalar barit ve galen yatakları, orta Toroslarda yaygın olarak bulunan karbonat barındıran barit-galenit yataklarının tipik örnekleridir. Son yıllarda madencilik faaliyetleri, "Büyük Ocak" ve "Boyalık Tepe" madenlerinin bulunduğu bölgelerde yoğunlaşmıştır. "Boyalık Tepe" madeni formasyon kesiti Şekil 2.1'de görülmektedir.



Şekil 2.1. Karalar/Gazipaşa Boyalık madeninin kesiti (Gökçe ve Bozkaya 2007)

Özgül (1976) yapmış olduğu araştırmada Torosları temsil eden kaya birimlerinin Kambriyen-Tersiyer zaman aralığında çökeldiğini savunmuştur. Toros orojenik kuşağında yer alan birlikler değişik tipte havza şartlarını gösteren "birliklerin" bulunduğunu vurgulamıştır. Belirlenen birlikler araştırmacı tarafından "Bolkar dağı Birliği, Aladağ Birliği, Geyik dağı Birliği, Alanya Birliği, Bozkır Birliği ve Antalya Birliği" şeklinde isimlendirilmiştir. İnceleme alanı, Antalya birliği içerisinde yer almaktadır. Antalya birliği de farklı formasyonlardan oluşmaktadır. Bu formasyonlar, Çakmak, Bıçkıcı, Çamlıca formasyonları olarak isimlendirilmişlerdir (Taş 2009).

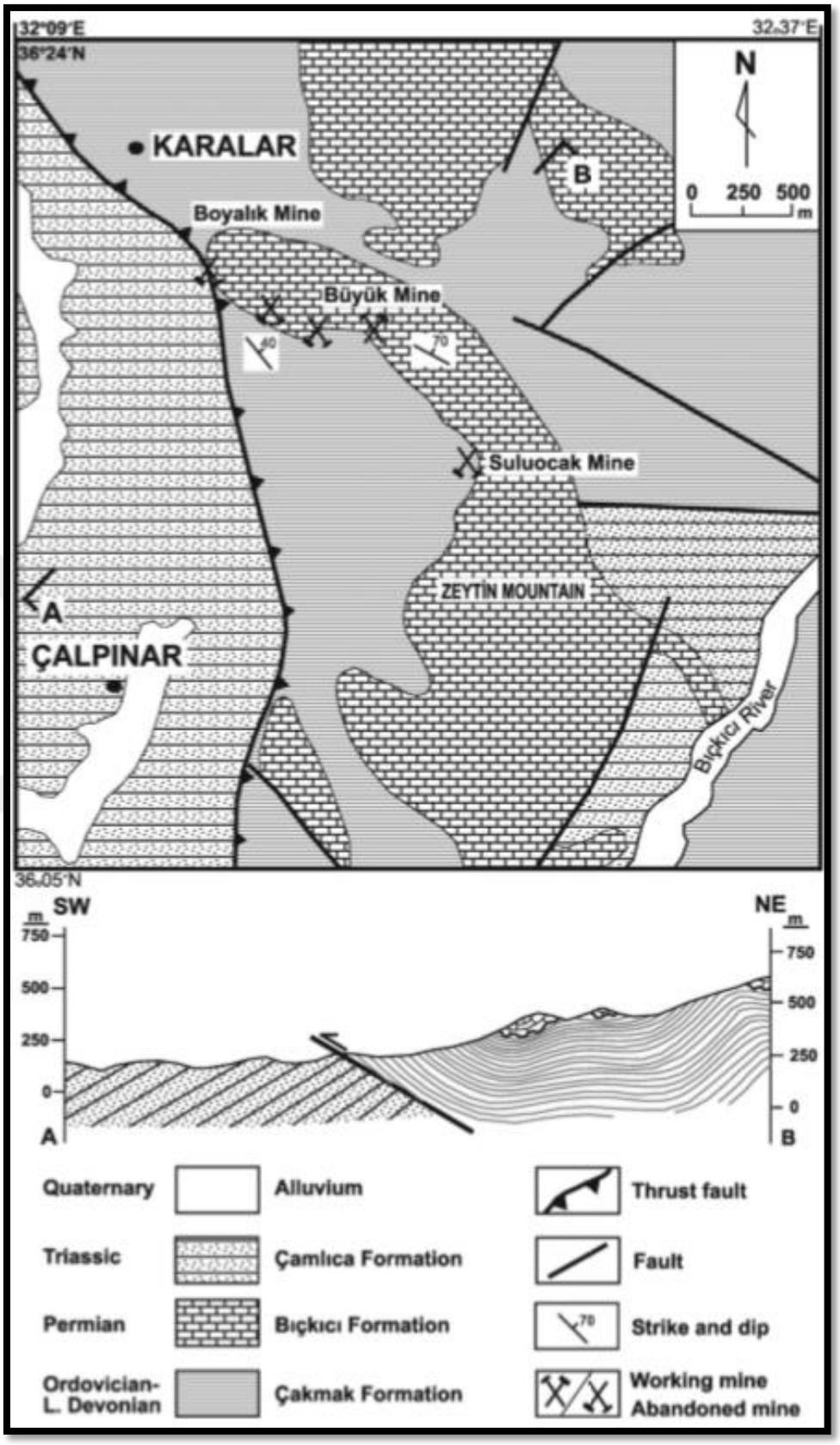
Bölgedeki Çakmak formasyonu, en yaşlı birimi temsil eder. Tabanı saptanamamıştır. Üzerine yer alan Çile formasyonun Çakmak formasyonu ile olan bağlantısı kesin şekilde saptanamamıştır. Yalnızca uyumsuz şekilde, Üst Permiyen yaşı verilen Bıçkıcı formasyonu tarafından örtülmüştür. Çakmak formasyonunun alt katmanında kireçtaşı, şeyl nöbetleşmesiyle birim başlar, üst katmanlara doğru mikalı şeyller ile devam etmektedir. Birimin içinden, Bryozoa, Favosltos, Thamnapora gibi mercanlar ile Cruziana ve Fucoides gibi iz fosiller izlenmiştir (Ulu 1983). Belirlenen fosillere göre Ulu (1983) tarafından birimin Ordovisiyen-Alt Devoniyen yaşlı olduğu belirlenmiştir. Bıçkıcı formasyonu içerisindeki kireçtaşı bloklarının üst yüzeyi boyunca cevher dolu breş zonları ve fay zonlarındaki cevher damarları şeklinde mineralizasyon görülmektedir. Bu damarlar, barit (% 80-85), galen (% 10-15) içerir ve yan mineralleri olarak az miktarda sfalerit, pirit, fahlor, limonit, kuvars ve kalsit içerir.

Gökçe ve Bozkaya (2008) tarafından yapılan araştırmalar tortulların makroskopik ve mikroskopik özellikleri, baritin erken cevherleşme döneminde geliştiğini ve daha sonra galen kristalleşmesinden önce milonitleştiğini göstermektedir. Çalışma alanının basitleştirilmiş jeoloji haritası Şekil 2.2'de yer almaktadır (Bozkaya ve Gökçe 2008).

Bıçkıcı formasyonu, zaman zaman şeyl, kristalize kireçtaşı, mikalı silttaşı, kumlu kireçtaşı ardalanmasıyla başlar, üst katmanlara doğru orta veya kalın katmanlı, kalsit damarlı, gri renkli ve bol fosilli kireçtaşları geçişlidir. Üst katman stromatolitli ve oolitli kumlu kireçtaşlarından oluşur. Bıçkıcı formasyonu altında bulunan Çile ve Çakmak formasyonları ile açısal uyumsuz şekilde bulunmaktadır. Ayrıca Karadağ formasyonunun üzerine gelen Alt-Triyas yaşı verilen Göreme formasyonuna geçişli şekilde yer almaktadır. Ulu (1983) tarafından Bıçkıcı formasyonunun, Mlzzia sp., Permoealculus sp., Nodosaria, Pachyphlola sp,, Gemitzina sp., Paragloblvaivulina mira REIT, Btaffella sp., Agathammina sp., En. dothyra sp, Globivalvulina sp., Hemigordius sp., Gymnocodium sp., VermiporeHa sp., Paradagmarita flabelliformis ZANN., Globivalvulina vondersehmitti, Olobivalvulina graeca REICH, Paleofusulina sp,, Hemigordiopsidae., Pseudovermiporella sp., Shanita amosl Bronniman, Biseriammmidae, Ammodiscus sp., Ichtyolaria sp. gibi farklı türde fosiller içerdiği belirtilmiştir. Belirlenen fosillere göre yaş tayini yapıldığında yaşları Üst Permiyen olarak belirlenmiştir (Ulu 1983).

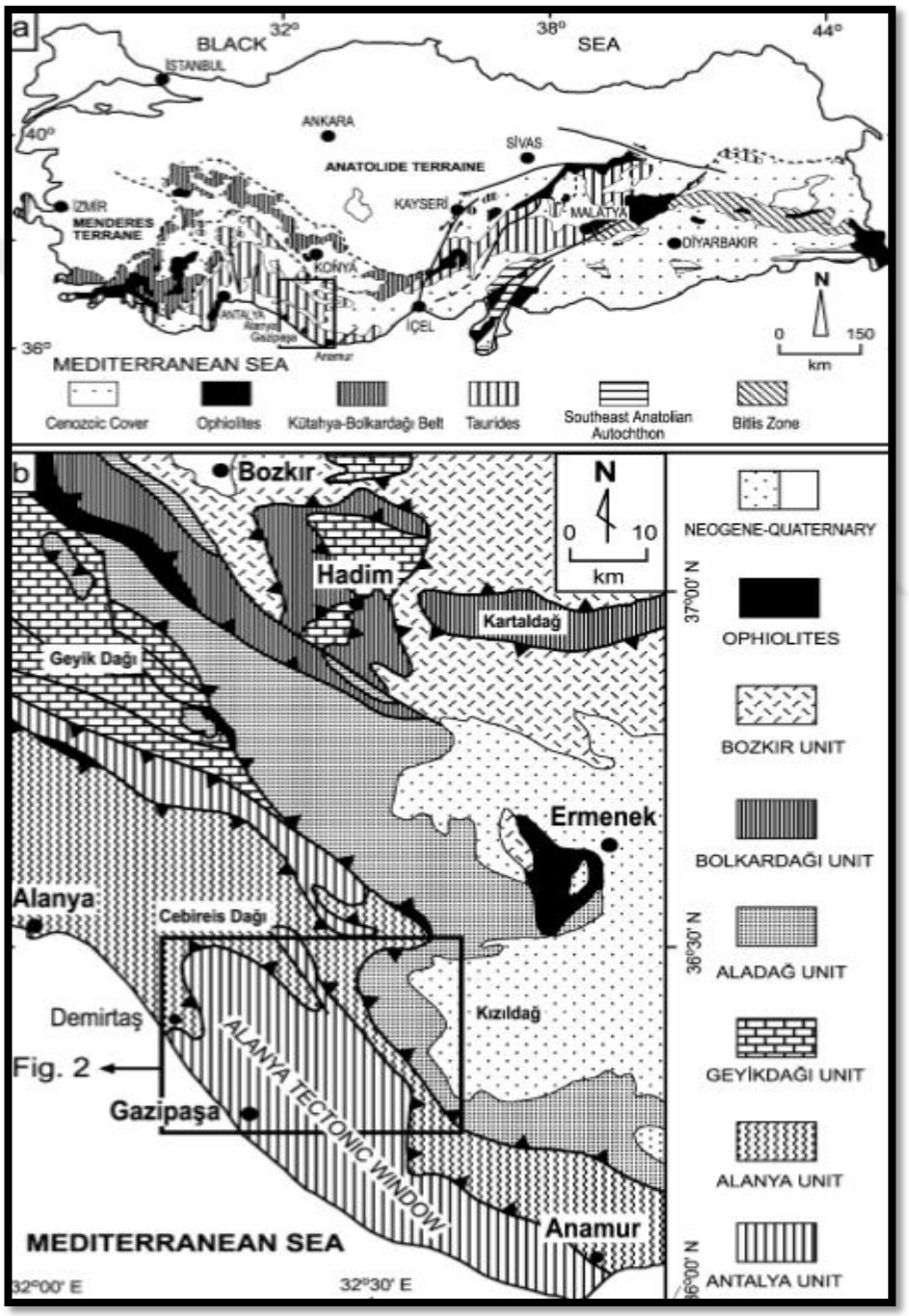
Çamlıca formasyonu, sarı renkte killi kireçtaşı ve marn ardalanması ile başlar, üstlere doğru kiltaşı, kumtaşı, karbonatlı kumtaşı, siltaşı ardalanması ile tekrar devam eder. En üstte ise Halobia, Daonella ve radyolarit içeren kireçtaşlarına, fliş fasiyesinde ise kumtaşı, şeyl ardalanmasına geçişli olarak bulunmaktadır. Birim içerisinde çok eski yaşlı, çeşitli boyutlarda bloklar yer almaktadır. Çamlıca formasyonu, altındaki Göreme formasyonu ile üstünde bulunan Akdontepe formasyonuna arasında geçişli olarak bulunmaktadır (Ulu 1983). Çamlıca formasyonunda Variostoma sp., Reophax sp., Troehammina sp., Ophthalmidium sp., Duostamina sp., Ammobaculites sp., Bndothyra sp., öaleanella sp., Planilnvoluta sp., Meandroşpira., Miliolipora., türündeki fosiller bulunduğundan dolayı birimin yaşı Orta-Üst Triyas olarak belirlenmiştir (Ulu 1983).

Çamlıca Formasyonu turbiditik klastik (Şeyl, çamurtaşı ve kumtaşı) ve karbonat kayaçları (Kalker, dolomit) sığ veya pelajik Deniz ortamlarında ve geç diyajenetikten çok etkilenmiştir (Bozkaya ve Yalçın 2005). Yüksek diyajenetik-metamorfik Çamlıca Formasyonunun özellikleri Trias riftleşmesi sırasında yüksek sıcaklık sonucu Çamlıca Formasyonunu, ya bir bindirme bölgesi (Ulu 1983) veya yerinden oynatılmış bir tektonik tektonik olarak kabul edilen tektonik bir temasa dayandırır. Çakmak ve Bıçkıcı formasyonlarından oluşan blok, Triyas döneminde Çamlıca Formasyonu üzerine yerleştirilmiştir (Robertson ve Woodcock 1981; Özgül 1984; Robertson 1994, 2000).



Şekil 2.2. Karalar/Gazipaşa yerel jeoloji haritası (Ulu, 1983'den değiştirilmiştir) (Gökçe ve Bozkaya 2006)

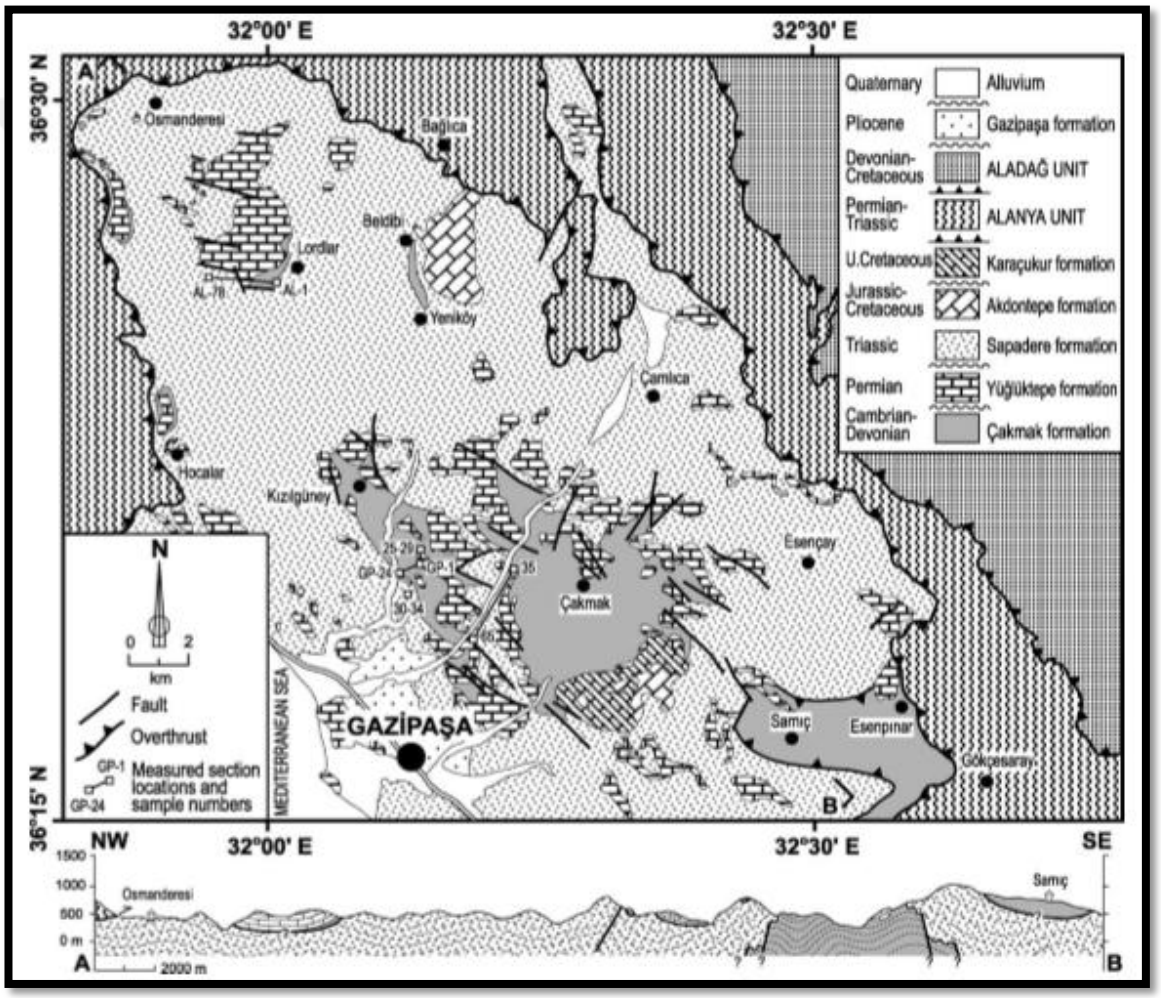
Geç Permiyen zamanından önce en Doğu Akdeniz Bölgesi Gondwana'nın kuzey kenarının bir parçasını oluşturmuş ve bu dönemden oluşan kalıntılar Geç Triyas riftleşme bulgusu (Robertson 2000) Alanya Birliği ve Antalya Birliği üstüne allokton şekilde konumlanmış, aşınmanın gerçekleştiği yerlerde Antalya Birliğine ait kayaçlar oluşmaktadır. Belirtilen alanlar Özgül (1984) tarafından Alanya Tektonik Penceresi olarak tanımlanmıştır (Gökçe ve Bozkaya 2003). Bu çalışma için Demirtaşaltı- Alanya ve Anamur arasında kalan bir bölüm seçilmiştir. Bu alan Şekil 2.3'te gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Alanya Tektonik penceresi, Güney Alplerde yer alan arazilerin dağılımı (Özgül 1984, Gökçe ve Bozkaya 2004)

Çalışma alanında, Antalya Birliği, Alanya Birliği ve Aladağ Birliği (Özgül 1976) adı verilen üç tektonostratigrafik birim yer almaktadır. İnceleme alanını içerisine alan birliklerden Alanya ve Antalya birlikleri Toros Kemerinin güney kesiminde bulunmaktadır.

Antalya birliği, Çakmak, Bıçkıcı, Yöreme ve Çamlıca formasyonlarının Ordovisyen ayrışma çökelleri, Permiyen kireçtaşları ve Triyas yaşlı çökel tortullarından oluşmaktadır (Ulu 1983, Gülseren 1987). Eski kayaç birimleri, Trias Çamlıca Formasyonu'nun klastik çöküntüleri üzerine çökelmiştir (Şekil 2.4). Ayrıca Bozkaya ve Yalçın (2005), eski birimlerin Çamlıca Formasyonunun çökelimi sırasında Trias tortul ortamına girdiğini savunmuşlardır.



Şekil 2.4. Alanya tektonik penceresi jeolojik haritası (Özgül 1984)

Antalya Birliğinin Paleozoik-Alt Mesozoyik formasyonları, çok düşük dereceli metamorfik litolojiler, sleyt, metasilttaşı, metakumtaşı ve metakireçtaşı ile birlikte diyajenetik çökelleri, şeyl, çamurtaşı, şeyl, silttaşı, kumtaşı ve kıt spikülit bulundurmaktadır (Bozkaya ve Yalçın 2004). Diyajenetik ve metamorfik litolojiler, sırasıyla, kuzey (Demirtaş-Alanya) ve güney (Gazipaşa) kısımlarında yoğundur.

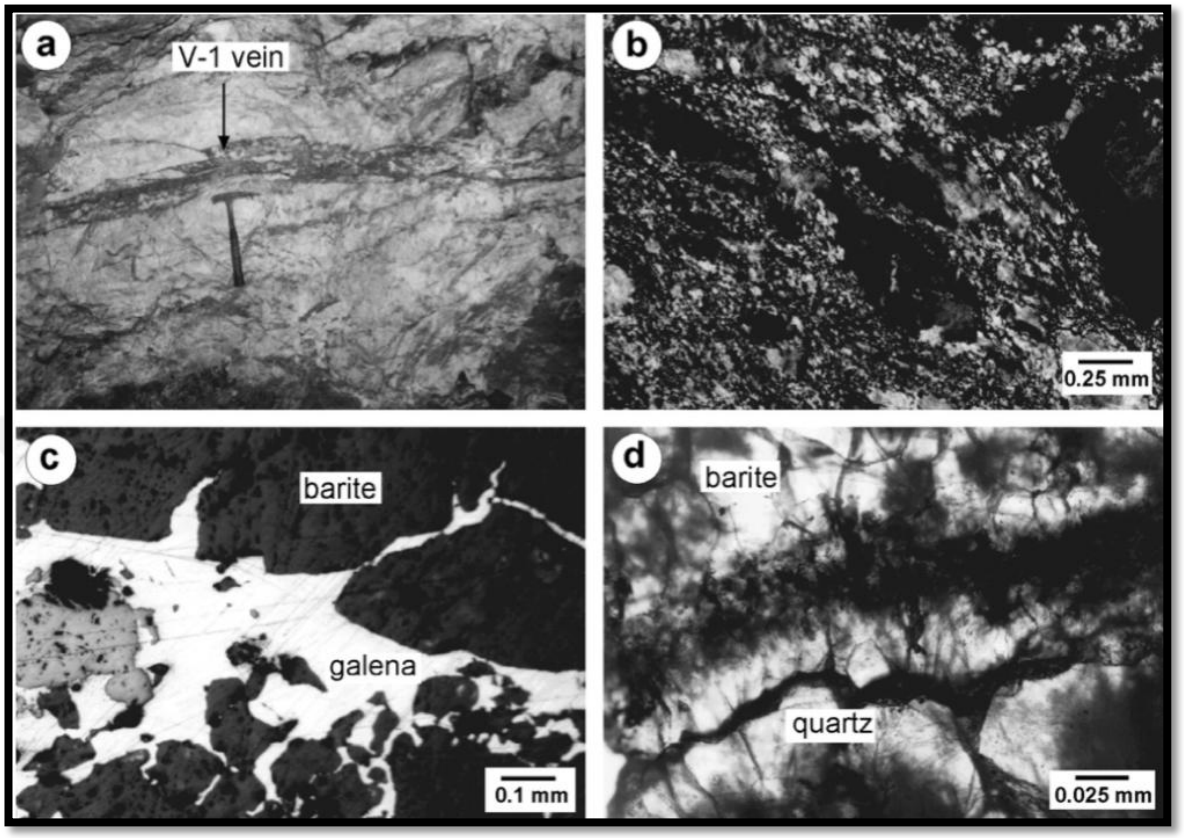
Meta-tortul kayaçların ana mineralleri fillosilikatlar, dolomit, kuvars, plajiyoklaz, kalsit olarak görülmektedir. Üst Permiyen'de yer alan ince klastikler ile karbonat ardalanması ve ardından karbonatlara geçmesi bölgenin giderek yükseldiğinin kanıtıdır. Permiyen sonlarında Ulu (1883)' e göre çökel ortamı kimyasal ve fiziksel koşulların değiştiği bir platforma dönüşmüştür. Litoloji ve fosil kapsamı çökel ortamının 200 metre veya daha az zaman zaman çalkantılı deniz ortamı olduğu belirlenmiştir. Alanda bulunan dolomitik seviyelerin çökelme sonrası etkenlere bağlı olduğu düşünülmektedir. Ulu (1983) tarafından Permiyen sonunda bölgesel alanda görülen boksitlerin çökel havzasında zaman zaman su seviyesine kadar yükseldiği gözlenmiştir. Belirtilen oluşumun gerçekleşmesiyle havza yeniden değişmeye başlamış ve bununla beraber Triyas yaşlı killi karbonat seviyeleri ve kil seviyelerin varlığı, Orta Triyas-Üst Triyas yaşta oluşan fillit tipi litolojilerin derinleşmeye neden olduğu saptanmıştır. Bu evrede çeşitli büyüklük ve çapta bloklar havza kenarında çökellerin içerisine girmeye başlamış ve Anisiyen döneminde başlayan blok gelişimi Karniyende ve Ladiniyen yaşında giderek arttığı belirlenmiştir. Triyas döneminin sonlarında çökelme ortamları değişmiş, bu gelişime bağlı olarak Jura-Kretase yaşta neritik fasiyeste karbonatların geliştiği belirtilmiştir (Ulu 1983).

Karalar/Gazipaşa barit yatakları, Orta Toroslar Kemerinde bulunan karbonat barındıran barit-galen yataklarındandır. Permiyen kireçtaşlarında, yatak planlarına uyumsuz fay zonlarındaki cevher damarları ve Permiyen kireçtaşlarının breşleşmiş alt zonlarında ince damarcıklar halinde yer almaktadır. Çalışma alanında barit yatakları çoğunlukla barit ve galen ve az miktarda sfalerit, pirit, limonit, kuvars ve kalsit içermektedir.

Gökçe ve Bozkaya (2008) tarafından yapılan araştırmalarda baritlerin, mineralizasyonun ilk döneminde meydana gelmesi ve galen oluşmadan önce silanlaştığı saptanmıştır. Galena ve diğer minerallerin breşleşmiş barit kristaller arasında gözenekli bölgeler boyunca barit ile epigenetik olarak oluştuğu ve özellikle milonitleşmiş bölgelerde bol miktarda bulunduğu belirlenmiştir.

Maden cevheri örneklerinin mikroskopik ve XRD incelemeleri Gökçe ve Bozkaya (2007)'ye göre cevher yatağının barit (%80-85) ve galen (%10-15) ve az miktarda pirit, sfalerit, markasit, fahlor, kuvars, limonit ve kalsit içerdiğini göstermektedir. Tortulların makroskopik ve mikroskopik özellikleri, baritin erken cevherleşme döneminde geliştiğini ve galen kristalleşmesinden önce milonitleştiğini göstermektedir (Şekil 2.5a, b). Galenit ve diğer mineraller epigenetik olarak barit ile ilişkilidir. Ayrıca galenit, breşleşmiş barit kristaller arasında gözenekli bölgeler boyunca oluşur ve özellikle zayıf olarak milonitleşmiş zonlarla zenginleştirilmiş olduğu görülmektedir (Şekil 2.5c). Kuvars ve baritin çatlaklar boyunca kristalleşerek tarak dokusu oluşturduğu gözlenmiştir (Şekil 2.5d) (Gökçe ve Bozkaya 2007).

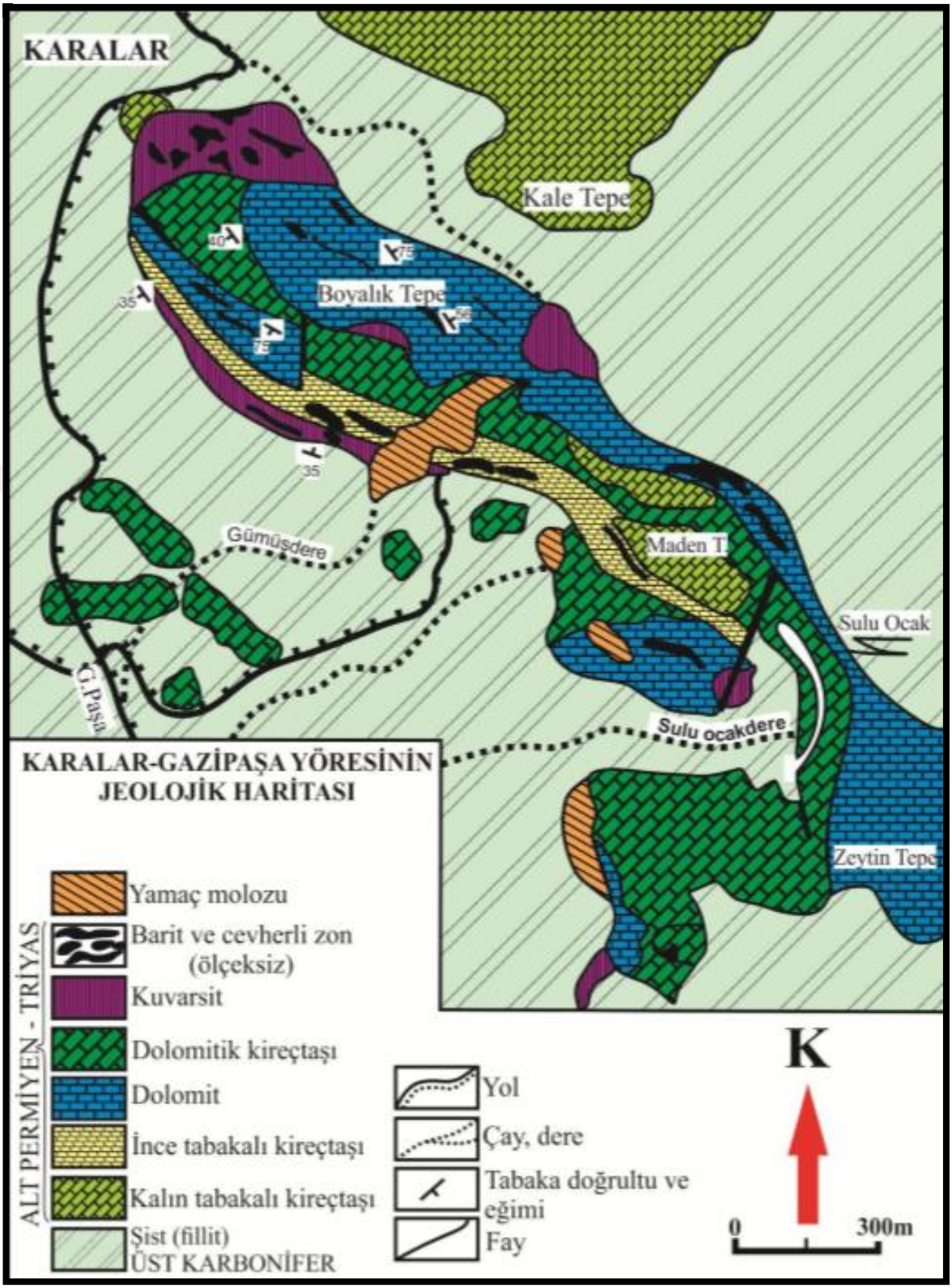
Analizler doğrultusunda Çopuroğlu (1994)'e göre, galenit ve baritli seviyeler, kalın tabakalı kireçtaşları dışında, kireçtaşları, dolomitik kireçtaşları ve kuvarsitler yer almaktadır.



Şekil 2.5. Karalar/Gazipaşa bölgesinden alınan örneklerin makroskopik ve mikroskopik özellikleri (Gökçe ve Bozkaya 2007)

Çalışma alanı içerisinde birbirleri ile ardalanmalı şekilde sıralanmış, ortalama olarak 450 m. yükseklikte olan tepe ve yükseltiler bulunmaktadır. Ayrıca bölgede çalışma alanı içerisinde aşağıdan yukarıya doğru Üst Karbonifer yaşında şistler üzerine gelmiş olan Alt Permiyen-Triyas yaşında, kalın ve ince tabakalı, çoğunlukla siyah renkte kireçtaşları ile dolomit, kuvarsitler ve dolomitik kireçtaşları gözlenmektedir (mta.gov.tr). Galenit ve barit seviyeleri Çopuroğlu (1994)'na göre kalın tabakalı kireçtaşlarından ayrı diğer birimler ile sıralı biçimde Şekil 2.6'da yer almaktadır.

Mikroskopik incelmelerde, kayacı oluşturan ana mineraller serisit ve kuvarstan oluşmuş olup, az miktarlarda plajiyoklaz, klorit ve opak mineraller yer almaktadır. Bu tip mineraller genelde tabakalanma düzlemine paralel şekilde bulunmaktadır. Bu minerallerden serisit genel olarak bükük, eğik şekilli ve iğnemsi yapılardadır. Kuvarsların daha yoğun olduğu kuvarslı fillitik seviyeler ile ardalanmalı şekilde tabakalardan oluşmaktadır (mta.gov.tr). Az miktarlarda galenit, hematit ve pirit gibi opak mineraller gözlenmektedir.



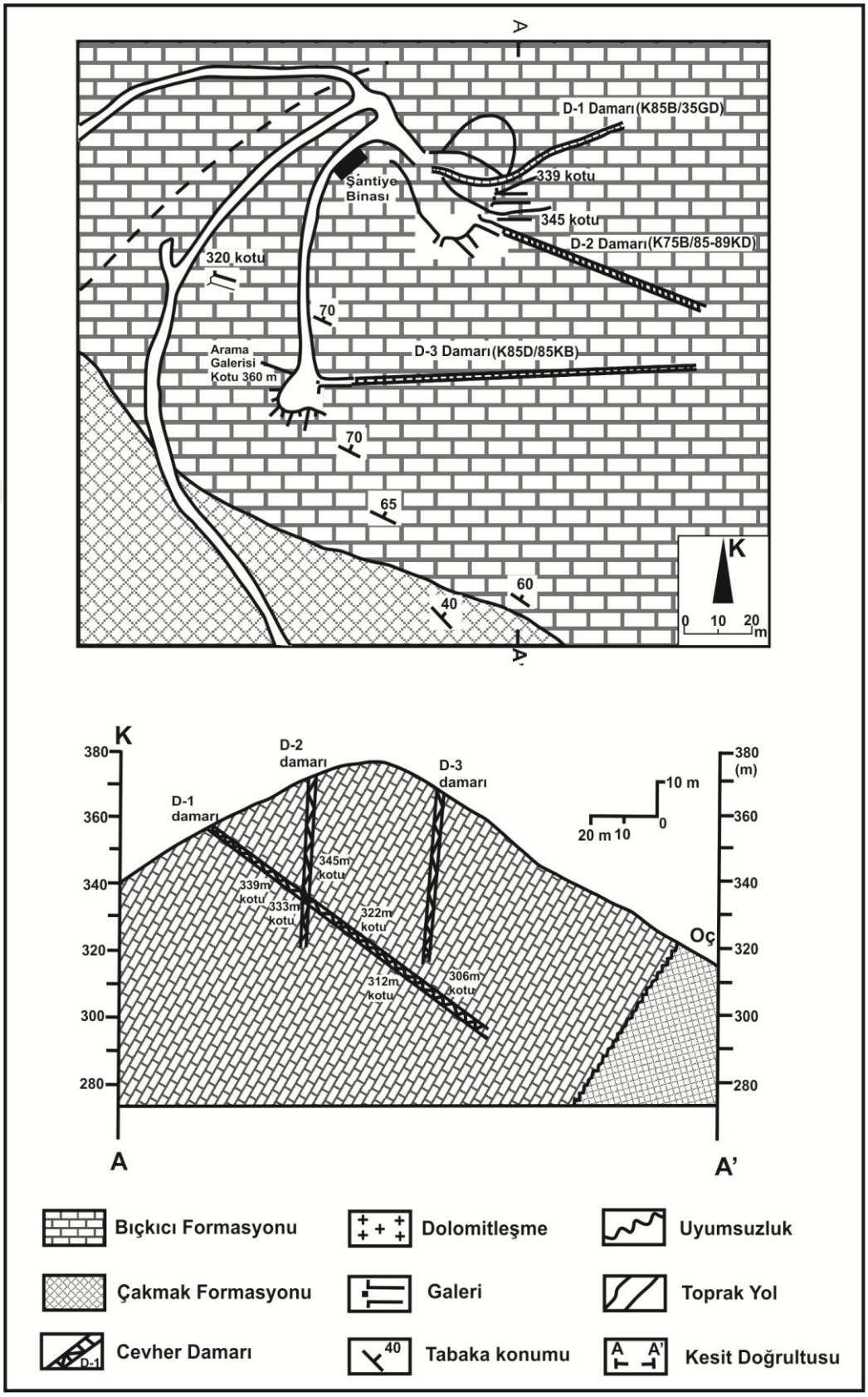
Şekil 2.6. Karalar/Gazipaşa jeoloji haritası (Strıebel 1965'den değiştirilerek alınmıştır)

İnceleme alanı ve çevresindeki bölgenin madencilik faaliyeti hakkında çok az veri bulunmaktadır. Fransız Firması "Cie-Française des Mines de Laurium" Ryan'a (1960) göre Göztaşı bölgesinde I. Dünya Savaşından önce barit ve kurşun maden ocaklarını işletmiştir (mta.gov.tr).

İlk madencilik çalışmaları kayıtlara göre 1878 senesinde başlamış ve Barutoğlu (1942) tarafından yapılan çalışmalara göre İstanbul'daki boya fabrikalarına çalışma alanından barit temin edilmiştir. Etibank ve MTA 1974-1979 yılları arasında çeşitli incelemelerle sondaj çalışmaları yapılmıştır. Bu doğrultuda Çöteli ve Türk (1975), Ziegler (1939), Petrascheck (1955, 1967), Zenginoğlu (1945), Sönmez (1944), Danışman ve Cebeci (1945), Barutoğlu (1942), Peyronnet (1967; 1971) ve Strıebel (1965)'e ait araştırma raporları, MTA arşivinde bulunmaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmalardan "Gazipaşa ve Civarı Barit Zuhurlarının Maden Jeolojisi Raporu" ve "Gazi- Anamur Bölgesinde 165 Arama Programının Hazırlanmasına Ait Not (Pb-Zn-Ba-Cu)" başlıklı çalışmalar incelenmiştir. Çalışma alanında daha önce yapılan jeolojik, petrografik, jeokimyasal ve mineralojik çalışmalara örnekler çalışma alanı ve yakın çevresinde Strıebel (1965), Ayhan (1979) ve Sadıklar (1978)'ın yapmış olduğu çalışmalardır (mta.gov.tr).

Çalışma alanındaki cevher yatakları, iki büyük maden sahasında toplanmıştır. Bunlar "Büyük Ocak" barit madeni ve "Boyalık Tepe" barit madenidir. Gökçe ve Bozkaya (2004) tarafından belirlenen maden damarları, "Büyük Ocak" barit madeninde, (1) damar 1 (K85ºB/35ºGB), damar 2 (K70ºB/85ºKD) ve damar 3 (K85ºD/85ºKB) olmak üzere üç farklı cevher damarı belirlenmiştir. Bunlar yerel yataklama düzlemlerine uyumsuz biçimde yer almakta ve Şekil 2.7'de görülmektedir. Damarlar, Permiyen Bıçkıcı Formasyonunun kireçtaşlarını deforme eden fay zonları boyunca karakteristik olarak ortaya çıkmaktadır.

Batı Toroslarda farklı türde ve fazlaca sayıda maden yatağı bulunmasına rağmen, bu maden yataklarından barit dışında kurşun-çinko yatakları bölgeyi önemli kılan diğer bir olup Gazipaşa-Alanya yöresinin tek kurşun-çinko yatağı olarak bilinen Aydap-Yuları bölgesinde yer almaktadır. I. Dünya Savaşı sonrasında farklı zamanlarda işletilmiş olan barit yatakları ilerleyen zamanlarda işletmeyi bırakmışlardır. Bölgedeki yataklarda güncel olarak kaynak olabilecek bilimsel araştırmalar ulunmamaktadır. Geçmişte yapılan çalışmalar, belirli bir metalojenik provens içerisinde öncelikle Batı Toroslar ve yakın çevresindeki bölge içerisinde yer alan Aydap ve Yuları yatakları incelenmiştir (Ayhan 1979). Gazipaşa bölgesi kurşun-çinko yatakları ve kurşunlu barit yatakları Petrascheck (1960, 1963) tarafından Alpin-Akdeniz orojeninde gerçekleşen Doğu Akdeniz metalojenik provensi içerisinde araştırılmış ve bu dönemde oluşan cevherleşmelerin geniş bir tektonik birim içerisinde bulunduğu ayrıca belirli magmatik merkezler ile bağlantılı olabileceğini ileri sürmüştür.



Şekil 2.7. Karalar/Gazipaşa bölgesinde bulunan "Büyük Ocak" maden cevher yatağı (Gökçe ve Bozkaya 2007)

Baritlerin farklı oluşum mekanizmasıyla oluşması sebebiyle "baritler" ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar incelenmiştir. Çalışma alanına konum olarak yakınlığı ve hidrotemal barit yataklarına örnek olması ile Taş (2009) tarafından yapılan Adana-Feke Yöresinde çalışma incelenmiştir. Adana ili Seyhan bölgesindeki Göksu ırmağı ve yakın çevresinin doğusunda kalan paleozoyik yaşta graptolitli şistler, metamorfitler ve devoniyen yaşı verilen kayaçların varlığını ileri sürmüş, pliyosen, eosen ve miyosen çökellerinin bulunduğunu savunmuştur. Fakat tüm birimleri aralarındaki ilişkileriyle ilgili kesin bir fikir belirtmemiştir (Taş 2009).

Çalışma alanı içerisinde yer alan bölgenin en önemli cevher yatağı Karalar bölgesindeki yataklardır. Gazipaşa'nın 8 km kuzeyde yer almaktadır. Karalar bölgesinde bulunan "Boyalık Tepe" bölgesinden güneye doğru ilerleyen gri banklı kalkerin tavanında, masif kuvarsit mostra verdiği gözlenmiştir. Burada kuvarsit kireçtaşlarının silisleşme ürününden oluşmaktadır. İçerisinde 0,8 m kalınlığında ve yoğun miktarda galenit barındıran barit yatağı yer almaktadır. Galenitler burada güney yatımlı şekilde bulunmaktadır. "Boyalık Tepe" barit madeni kısa bir galeri ile ulaşılır hale getirilmiştir. Bölgenin batıdaki silisleşmiş kalker içerisinde demir-karbonatlı barit tabakası yer almaktadır (Petrascheck, 1966). Bugünkü ocağa giden yol üzerindeki gri kalker, dolomitik mermer veya silisleşmiş kireçtaşlarına geçiş göstermekte ve zaman zaman barit damarları ile kesilmiş durumdadır (mta.gov.tr).

Alanya Birliği Paleosen-Alt Eosende kuzeyden gelen deniz ile yüksekliklere kadar ilerlemiş ve Paleosen yaşlı tabanın Alanya Birliği ve bölgede bulunan farklı türdeki birimlerden türeyen ve bu süreçte oluşan yamaç molozu görünümünde büyüklü küçüklü malzemelerden meydana gelmiştir. Bu alanda sonradan biyomikrit, ince katmanlı, kırmızı renkli, mikrobreşili mikrit ve üste doğru beyaz, krem renkte çörtlü kireçtaşları çökelmeleri meydana gelmiştir. Aşınmamış pelajik faunalı mikrit, biyomikrit tektonik şelfe yer alan, açık denizel-şelf ortamında konumlanmış olduğu düşünülmektedir (Ulu 1983).

Antalya ve Mersin bölgeleri Toros Kemerinin, KB-GD yönünde 100 km uzunluğunda ve 15 km genişlikteki bir zonda barit ve sülfür taşıyan barit mineralizasyonu yer almaktadır. Cengiz (2002)' e göre bazı yerler yalnızca barit açısından zengindir, diğerler alanlar barit-galen ve sülfit mineralleri bakımından zengindir. Mineralizasyon, Orta Toroslarda Antalya ve Alanya Naps'ta Kambriyen-Devoniyen, Permien ve Triyas'ın epimetamorfik ve karbonat kayaçlarından oluşmuştur. Cevherler çoğunlukla damar oluşturur, ancak stratiform, mercek, yayılım, stok ve karst dolumu meydana gelebilir. Mineral topluluğu barit, galen, pirit, kalkopirit, tetraedrit, markasit, sfalerit, digenit, bornit ve süpergen ile gang minerallerini içerir. Barit mineralini tayin ederken iki aşamalı barit bulunmaktadır. Birinci aşamadaki barit tabular form, bölünme ve lokal olarak masif şeklinde görülmektedir.

İkinci aşamalı barit altı yüzlüdür ve yerel olarak bireysel ve birbirleri ile çözümlüdür. Cengiz (2002)' e göre Minerallerin ana cevherleşmeleri, çökelme biçimleri, parajenez, doku ve oluşum ardalanması ile olan ilişkilerine dayanarak mineralizasyon, epijenetik ve hidrotermal kökenlidir. Muhtemelen 100-200 °C'lik orta-düşük sıcaklıkta gerçekleştiği ve ana setlerle etkileşime giren farklı suların akışkanlarını karıştırarak oluştuğunu ileri sürmüştür.

İnceleme alanında birçok araştırmacı genel jeoloji, jeokimya, maden yatakları, maden yatakları, mineraloji–petrografi, paleontoloji odaklı araştırma ve incelemeler yapmıştır.

2.1.1. Jeolojik yorum

Çalışma alanı içerisinde yer alan Çakmak Formasyonu ve Bıçkıcı Formasyonu, Triyas yaşı verilen Çamlıca Formasyonunun üstünde gözlenmektedir. Ulu (1983) tarafından yapılan çalışmada bu stratigrafik bağlantıya tektonik bindirme adı verilmiş ve Karalar bölgesinde bulunmasından dolayı Karalar Bindirmesi olarak isimlendirilmiştir. Fakat Çakmak Formasyonu ve Bıçkıcı Formasyonlarını oluşturan kayaçların blok görünümünde ve düzensiz olduğu, Çakmak ve Bıçkıcı formasyonlarına ait kayaçların ise Çamlıca Formasyonu içerisinde bloklar şeklinde yer aldığını (sin-sedimanter yerleşim) ileri sürülmüştür. Gökçe (2003) yapmış olduğu çalışmada Antalya Birliği ile ilgili bütün formasyonların hakim olduğu kayaçların blok şeklinde yer aldığını (tektonik melanj, post sedimanter yerleşim) belirtmiştir (Gökçe ve Bozkaya 2003).

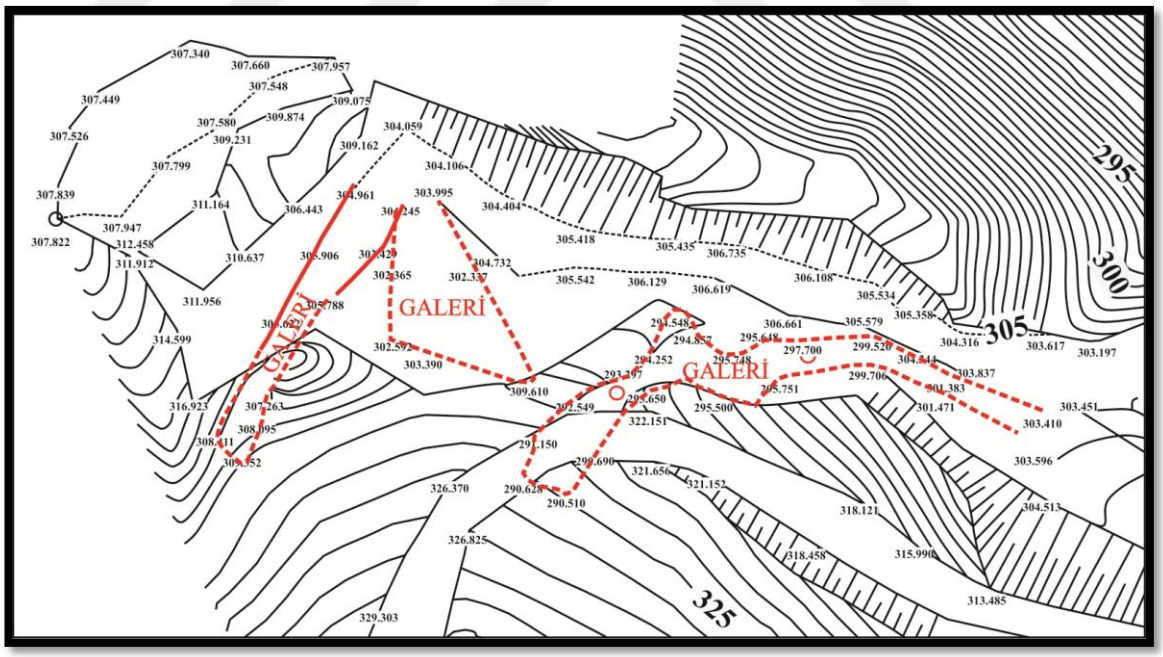
Yapılan çalışmalarda inceleme alanında bulunan birimlerin hiçbiri metamorfik kayaç veya farklı türde bir kayaç şeklinde tanımlanabilecek derecede yoğun metamorfızma şartlarından etkilenmediği belirtilmiştir. Şeyl veya çamurşeyl karakterinin yoğun olması Çamlıca Formasyonunun geçirmiş olduğu diyajenez ve/veya metamorfizma olaylarının Çakmak ve Bıçkıcı formasyonlarına göre daha yoğun gerçekleştiği görülmüştür (Bozkaya ve Yalçın, 2001). Metamorfızma derecelerindeki farklılığın Triyas oluşan riftleşme döneminde açılan basende oluşan yüksek miktardaki ısı akışından kaynaklandığı düşünülmüştür (Gökçe ve Bozkaya 2003).

Çalışma alanı, Alanya Masifi içerisinde yer almakta ve bu alanın jeolojik problemleri aydınlatılmamıştır. Blumenthl'e (1951) göre, Alanya masifi alt katmanında bulunan kristalin halde bulunan şist serisi ve üst katmanda bulunan karbonat içeren kayaç serisinden meydana gelmiştir (Bozkaya ve Yalçın 2001).

Üst katmanda bulunan serinin kalınlığı zaman zaman 1000 metreden fazla genç Paleozoyik ve Triyas yaşlarında yoğun metamorfizma geçirmemiş kısmı temsil etmektedir.) Bölgede bulunan metamorfik serinin yaşı Devoniyen olarak Erentöz (1966) ve Vache (1966) tarafından savunulmuştur. Altta bulunan seri için İlhan (1976) tarafından herhangi bir yaş belirtmemiş, üst katmanda bulunan kalkerin alttaki bölümlerine Permiyen yaşı, üstte bulunan bölümlerine ise Triyas yaşı tayin edilmiştir.

Brinkman (1976)'a göre, bölgedeki masif iki kez metamorfik evreden geçmiştir. Paleozoyik zamanda oluştuğu olduğu düşünülmektedir. Genç serinin yaşı ile ilgili kesin bir yorum yapılmamıştır (mta.gov.tr). İşgüden'e (1971) göre, metamorfizma geçirmeyen sedimenterlerin Üst Devoniyen' e ait olduğunu ileri sürmüştür. Striebel (1965), üstte yer alan kristalin tabakalar içerisinde Üst Karbonifer yaşlı konodontların bulunduğunu belirtmiştir. Gedik (1977) tarafından yapılan çalışmada masif şaryaj örtü şeklinde metamorfik olmayan Permo-Triyas yaşlı bir seri üstünde yer almaktadır ve bu yapı tektonik pencere olarak tanımlanmıştır (Sadıklar ve Amstutz 1978). Alt Seviyelere, Alt Karbonifer ve Karbonifer öncesi yaşları verilmiştir.

İnceleme alanında çoğunluğu şist serisi oluşturmakta ve şist serisinin içerisinde belirli yerlerde fillatlar bulunmaktadır. Bölge bulunan şist serisi KB-GD doğrultulu ve kuzeydoğuya eğimli olarak konumlanmaktadır. Şistlerin kalınlıkları toplam 500 metreye kadar genellikle tek yapıda çoğunlukla ince kuvars damarları, enine ve boyuna kesilmiş şekilde bulunmaktadır. Bu damarların kalınlığı 0,1-10 cm arasında bulunmakta bazı yerlerde kalınlık 30 -40 cm civarındadır. Şistler içerisinde genellikle, kuvars seviyeleri ve çoğunluğu psödomorf olarak limonite dönüşmüştür (mta.gov.tr). Ayrıca farklı boyutlarda pirit kristallerini gözlenmektedir (Sadıklar ve Amstutz 1978). Karalar/Gazipaşa "Büyük Ocak" ve "Boyalık Tepe" galerilerinin izohips (eş yükselti) haritası üzerindeki görünümü Şekil 2.8'de görülmekte ve ayrıntılı olarak EK-2'de yer almaktadır.



Şekil 2.8. Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak ve "Boyalık Tepe" galerilerin izohips haritası üzerindeki konumları

Çalışma alanında Çok kıvrımlı kuvars-serisit şistlerin içinde pitigmatik kıvrımlar görülmektedir. Bu kıvrımlar şişkinleşme ve incelmelerle belirginleşen, beyaz renkli, demir içeriğinden dolayı kahveye doğru geçişli renkte, 0,1-3,5 cm kalınlığında, kıvrımlanmış kuvars damarlarını oluşturmaktadırlar. Bahsedilen pitigmatik kıvrımların, cevherleşmenin başlangıcında migmatit bir oluşumundan bahsetmişlerdir (mta.gov.tr) fakat kuvars dolguları ile kayacın farklı yerlerinde kuvars damarları ve çatlak dolgularının benzerlikleri metamorfizma sırasında oluşan basit mobilizatların oluştuğunu düşündürmektedir (Sadıklar ve Amstutz 1978).

Mikroskopik incelmelerde iki tip kuvars oluşumu gözlenmekte ayrıca aksesuar halinde opak mineraller, feldispat, zirkon, apatit, turmalin belirli kısımlarında iğnecikler halinde rutil bulunmaktadır. Kayaçta bulunan ağır minerallerin klastik malzemeden oluşmuş olabileceği belirtilmiştir (Sadıklar ve Amstutz 1978). Sarımtırak-kahverengimsi kalk şistler daha ince kalınlığa sahip olan seviyeler şeklinde ana şist serisinin içerisinde bulunmaktadır. Bu mineraller mikroskopik çalışmalarla incelendiğinde kalsit mineralinden oluştuğu, aksesuar şeklinde klastik kuvars tanelerinin görüldüğü, az miktarda serisit ayrıca ayrışma ürünü olan mineral ve opak elemanlar içerdiği bilinmektedir (mta.gov.tr).

İnceleme alanında bulunan dolomitler yaygın olarak gözlenmektedir. Genel olarak şist serilerinin üstünde yer almaktadır. Ancak sıklıkla şistlerin içerisinde mercek halinde de görülmektedirler. Bahsedilen bu ara tabakalar normal olarak belirli seviyede bulunmaktadır (Sadıklar ve Amstutz 1978).

2.2. İnceleme Alanı

Doğu Toroslar da özellikle Antalya-Gazipaşa bölgesi civarında endüstriyel hammadde/maden potansiyeli, petrografik, stratigrafik, tektonik özellikleri açısından önem arz etmektedir. Çalışma alanında bulunan kayaç türleri, yapısal ve stratigrafik özellikleri nedeniyle çeşitli kaya birimleri bulunmaktadır. Çalışma alanını içince barındıran ve Toros orojenik kuşağı olarak adlandırılan bölge içerisinde Antalya, Alanya birlikleri bulunmaktadır. Antalya birliğini temsil eden kayaç birlikleri yerli ve metamorfizma geçirmemiş Silüriyen, Devoniyen, Ordovisiyen, Permokarbonifer, Triyas yaşlı birimlerle temsil edilmektedir. Alanya birliğini temsil eden metamorfik birimlerin Permo-Triyas, Karbonifer öncesi, Karbonifer yaşlı birimleri oluşturduğu belirtilmektedir (frmartuklu.org).

Gazipaşa ve Alanya ilçelerini içine alan bölge, Türkiye'nin için büyük öneme sahip barit yataklarını içermektedir. Yaklaşık olarak % 86-99 $BaSO_4$ içeriğine sahip barit oluşumları genellikle kalkerler ve dolomitlerin içinde damarlar ve filon şeklinde oluşmaktadır. İlçelerde bulunan yatakların görünür rezervi toplam 2.090.000 ton civarındadır. Barit cevherleşmeleri bölge içerisinde KD-GB doğrultulu, KB eğimli olup santimetre kalınlığından, 4-6m'ye kadar kalınlığa, 50-100 metreye kadar ulaşan uzunluğa sahiptir.

Türkiye'nin barit ihtiyacı büyük oranda bu bölgeden temin edilmektedir. Gazipaşa, Alanya ilçeleri ve çevresinde kuvarsit yatakları da yer almaktadır. Antalya ili Gazipaşa ve Alanya ilçeleri barit yatakları Çizelge 2.1'de verilmiş olup yatakların büyük çoğunluğu işletilmektedir. Belirlenmiş rezervler aşağıda verilmiştir (mta.gov.tr).

Çizelge 2.1. Antalya ili barit yatakları rezervleri (MTA, 2010)

YER	**TENÖR (% $BaSO_4$)**	**REZERV (ton)**
Alanya-Gümüşgöze	96,78	2.640 muhtemel
Alanya-Kızılcaşehir	91,90	100.000 görünür
Alanya-Havuçaçan	97,06	95.040 görünür + muhtemel
Alanya-Demirtaş	92,07-99,40 58,80-99,90 71,79	819.065 görünür 572.000 görünür + muhtemel 105.600 muhtemel
Gazipaşa-Karalar	86,43 97,35-98,96 78,20	1.171.365 görünür 231.780 görünür + muhtemel 2.055.000 muhtemel
Gazipaşa-Örencik	95,58-98,50	36.000 görünür + muhtemel
Gazipaşa-Küçükdere	86,16	56.000 görünür + muhtemel
TOPLAM	86,43-99,40 58,80-99,90 71,79-99,78	2.090.430 görünür 990.820 görünür + muhtemel 2.163.240 muhtemel

Gazipaşa, Alanya ve Kemer ilçeleri ve çevresinde kurşun-çinko cevherleri, Kumluca, Korkuteli ve Kemer ilçeleri ve çevresinde manganez, krom cevher ve yatakları bulunmaktadır. Daha önceki zamanlarda az bir bölümü işletilmiş olan krom cevherlerinin genel olarak küçük boyutlarda olduğu belirlenmiştir (mta.gov.tr).

Antalya ili civarında yapılan araştırmalar doğrultusunda metalik maden yatakları, endüstriyel hammadde cevherlerinin bulunduğu saptanmıştır. Bu yataklara örnek olarak "Karalar/ Gazipaşa bölgesi Boyalık Tepe" barit ocağına ait görünüm Şekil 2.9'da görülmektedir. İlk olarak barit ve alüminyum daha sonra kum-çakıl, kuvarsit, kurşun-çinko, krom ve manganez cevherleşmeleri yer almaktadır (mta.gov.tr).

Baritler, hidrotermal damarlarda da Orta-düşük sıcaklıkta meydana gelen baryum mineralidir. Bakır, çinko, kurşun, gümüş ve nikel yataklarında ayrıca kuvars, kalsit, fluorit, siderit ve dolomitle birlikte yer almaktadır (www.madenciyim.com). Barit mineralleri, doğal bir baryum sülfat bileşimlerine sahip olmaları, yüksek özgül ağırlıkları nedeni ile yıllardan beri insanlar tarafından ilgi odağı olmuş ve halk arasında ağır spat olarak adlandırılmıştır. Adını Yunancada ağır anlamına gelen "Barus" kelimesinden almıştır. Genel olarak doğada lamelli kütle ve fibröz halinde bazen de nadiren konkresyonlar şeklinde bulunmaktadır (www.newwsa.com).

Şekil 2.9. "Karalar/Gazipaşa-Boyalık Tepe" galeri girişi

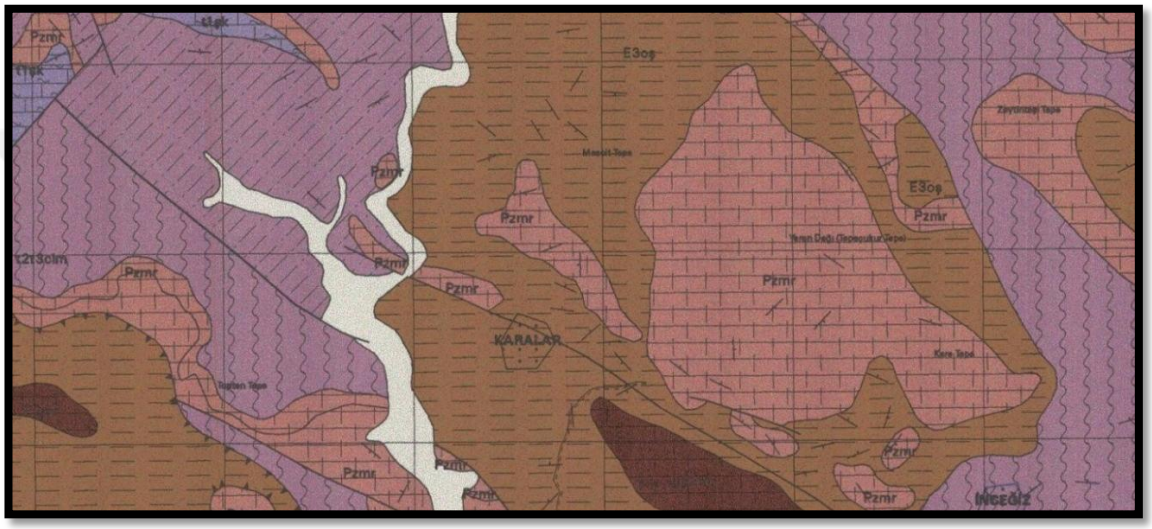
Kılıçarslan ve diğ. (2011)'e göre ince taneli veya toprağımsı görünümlü olanı da bulunmaktadır. Barit genellikle mat bazı yerlerde yarı saydam, reçine parlaklığında veya camsı renkte bulunmaktadır. Baritler genel olarak beyazdır ancak açık yeşil, gri, pembe, sarı, açık mavi, siyah ve esmer renkte olanları da bulunmaktadır (www.mainboard24.com). Barit suda genellikle hiç bir zaman erimez ve soğuk asit içerisinde erimeyen barit kaynama noktasındaki sülfirik asit içerisinde az miktarda eridiği bilinmektedir (Ayan 1979). Karalar/Gazipaşa bölgesinden alınan barit örnekleri Şekil 2.10'da görülmektedir.

Şekil 2.10. "Karalar/Gazipaşa-Boyalık Tepe" galerisi barit numunesi örnekleri

MTA' nın verilerine göre Gazipaşa ve yakın çevresinde özellikle de Karalar civarında geniş bir alanda orta ve küçük derecede çok sayıda barit ve galenit cevherlerinin yer aldığı bilinmektedir.

2.3. İnceleme Alanının Jeolojisi

Bozkaya ve Gökçe (2003) tarafından yapılan çalışmalardan elde edilen bilgilere göre bölgenin içerisinde yer aldığı Orta Toroslar Bölgesini temsil eden kayaçları, Bozkır Birliği, Bolkardağ Birliği, Alanya Birliği, Aladağ Birliği, Geyikdağ Birliği ve Antalya Birliği olarak ayrımlamışlardır (Özgül ve Arpat, 1973). MTA arşivinde bulunan Bölgenin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritaları EK-1'de yer almaktadır (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Karalar/Gazipaşa bölgesi jeolojik haritası (mta.gov.tr)

İnceleme alanı ve çevresinde yer alan birliklerden Alanya ve Antalya birlikleri yüzeyde gözlenmektedir (Özgül 1984). Alan içerisinde gravite tektoniğinin etken olduğu, ortamda Antalya Birliği oluşmuş ve bölgede Kambriyen-Üst Kretase yaşları aralığında, çakıl boyutundan kilometre boyutlarına kadar değişiklik gösteren, derin ve sığ denizel çökellere sahip blokların oluşturduğu, Üst Triyas yaşlı ofiyolit ve volkanitleri barındıran, metamorfizmaya uğramamış kayaçlar bulunmaktadır. Özgül (1984)'e göre Alanya Birliği, Permiyen- Alt Tersiyer ve Triyas yaşlı, kırıntılı ve karbonatlı kayaçların oluşturduğu birlik, Triyas ve Permiyen yaşta olan kısımları yeşil şist fasiyesinin olduğu yerlerde metamorfızmaya uğramıştır (Gökçe ve Bozkaya 2003).

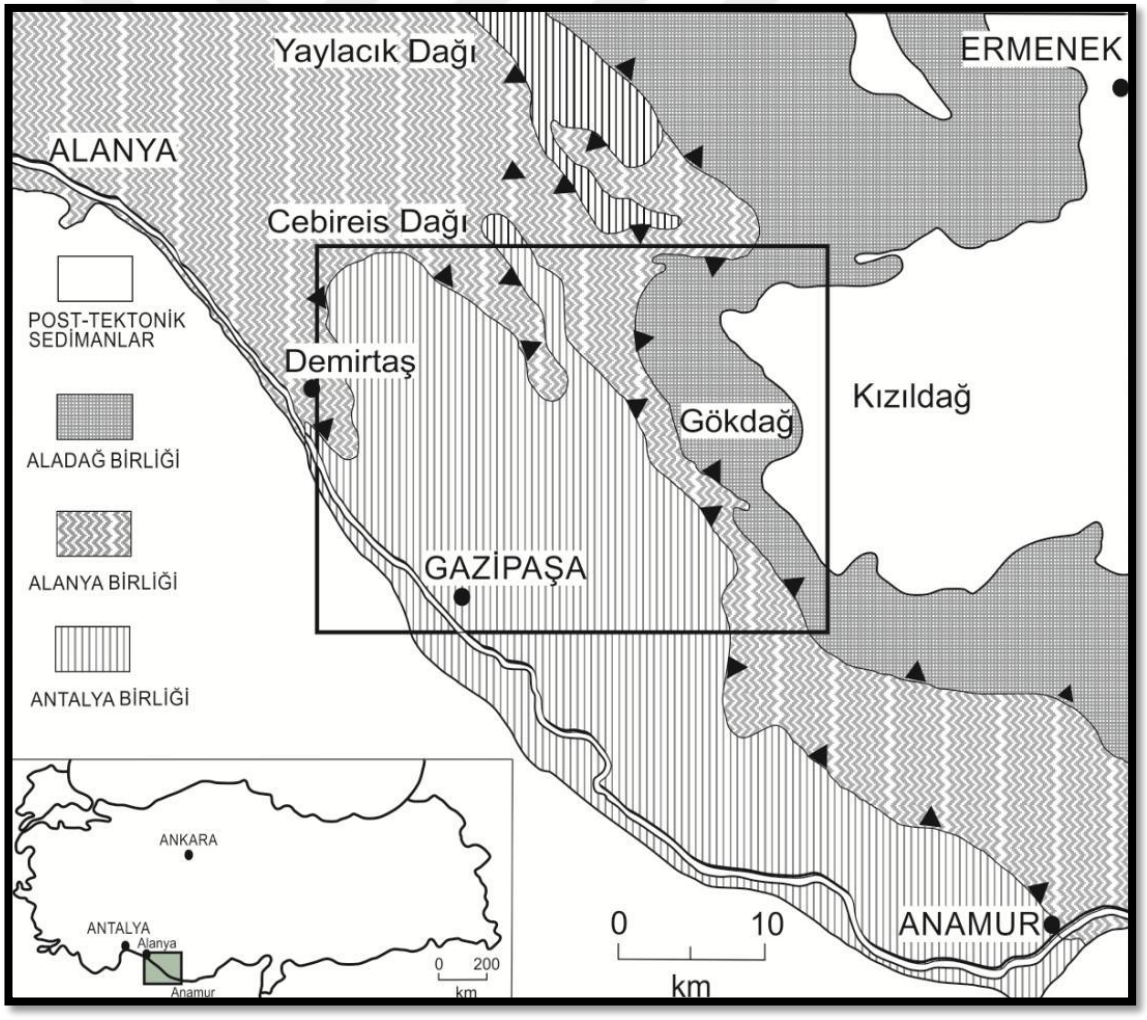
Özgül (1984), Şengör ve Yılmaz (1981) bu alanda Permiyen yaşı ve öncesinde bir karbonat platformunun yer aldığını, bölgede bir açılmanın gerçekleştiğini ve Antalya Napları içerisindeki birimlerin çökelme olayının oluşması nedeniyle bir çanak meydana geldiğini belirtmiştir.

Permiyen zamanında oluşmuş bir platforma benzeyen neritik ortam karbonatlarının Triyas dönemi başlangıcında oluşumunun sürdüğünü fakat sonrasında ortamın derinliğine bağlı pelajik kireçtaşları ve breşlerin, manganlı radyolaryaların

çökelimini, bu arada alkali bazaltların oluşturduğu bir volkanik faaliyetin gerçekleştiğini düşünmüşlerdir (Gökçe ve Bozkaya 2003).

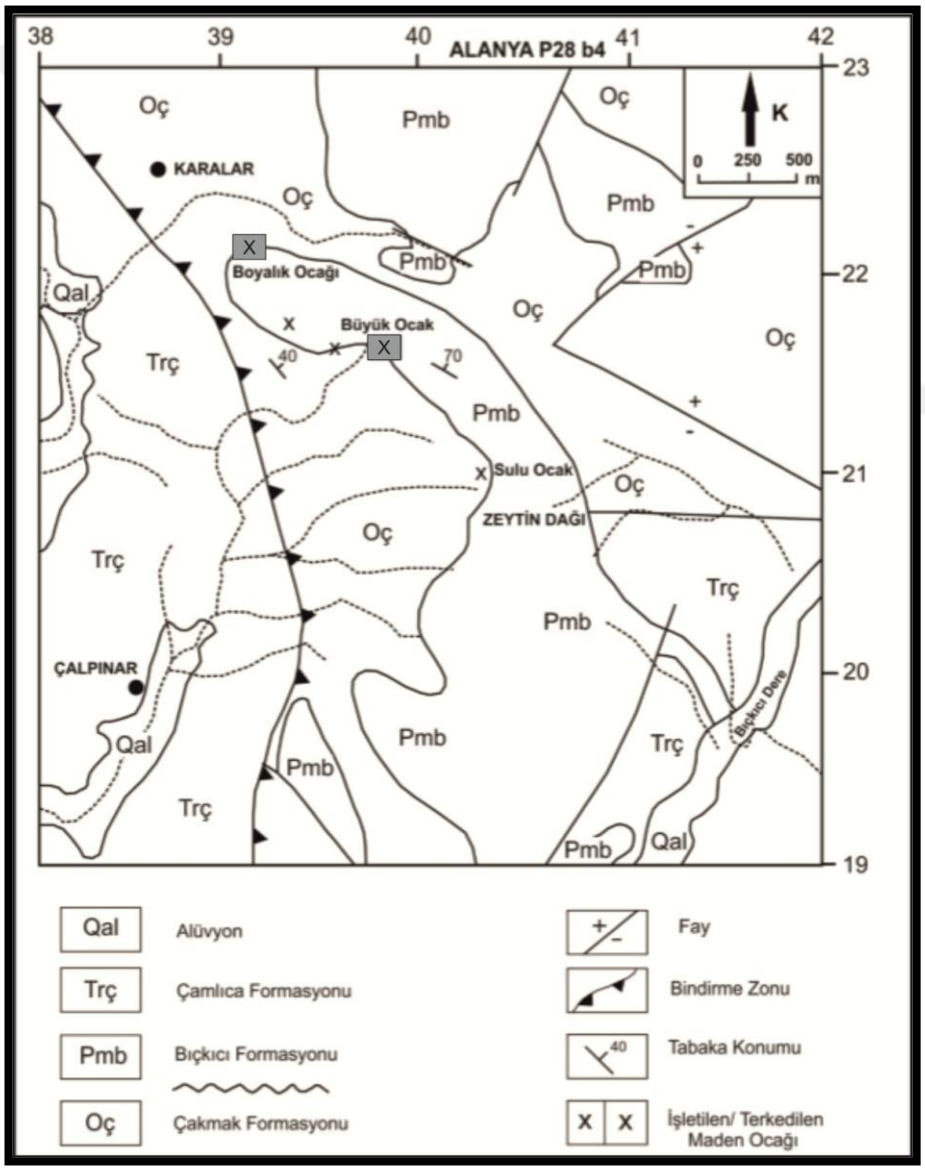
2.3.1. Yerel stratigrafi

Çalışma alanı ve yakın çevresini temsil eden birliklerden Antalya Birliği'ni yansıtan birimler Şekil 2.12'de yer almaktadır. Alt Devoniyen, Ordovisiyen, Triyas, Permiyen yaşta oluşmuş tortul kayaç ve Kuvaterner yaşta oluşmuş alüvyonlar yüzeylemektedir. Ulu (1983) tarafından yapılan adlandırmalar kullanılarak, bölgedeki formasyonlara alt katmandan üst katmana doğru sırasıyla Çamlıca, Bıçkıcı ve Çakmak Formasyonları olarak isim verilmiştir. İnceleme alanının D-GD kısımlarında Ulu (1983) yapmış olduğu çalışmalara göre Yöreme Formasyonu şeklinde isimlendirilen formasyonun, Triyas yaşı verilen çökellerin, Çamlıca Formasyonu içerisinde bulunduğunu ileri sürmüştür (Gökçe ve Bozkaya 2003). Özgül (1984)' e göre Antalya Birliği içinde yer aldığı belirtilen ofiyolit ve Triyas yaşı verilen volkanitler çalışma alanı içinde yer almamaktadır.



Şekil 2.12. Gazipaşa Bölgesi jeolojik birlikleri (MTA, 2010'dan değiştirilerek alınmıştır)

Çakmak Formasyonu çalışma alanı içerisinde Karalar köyünden başlar ve KB-GD doğrultulu şekilde uzanmakta ve Şekil 2.13'de görülmektedir. Alt seviyeleri mikalı kumtaşı ara katkılı, üst seviyelerinde ise şeyl ve laminalı kireçtaşı ara katkılı, genel olarak çamur taşı-şeyl, mikalı silttaşı ardalanmasından meydana gelmektedir. İnceleme alanının kırıntılı kesimlerinde yeşil-gri renkte, üst seviyelerdeki karbonatlı kesimlerde ise bordo-grimsi renklerde bulunmaktadır. Formasyonun oluşumuna sebep olan kayaçlar araştırmacıların (Gülseren 1987, Ulu 1983, Bozkaya ve Yalçın 2001, Çopuroğlu 1994) belirtilen bilgilerine göre düşük derecede metamorfik oluşumların varlığından ziyade ileri diyajenez evresini gösteren kriterler gözlemlenmiştir. İnceleme alanı içerisinde, Çakmak Formasyonunun tabanı görünmemekte ve üzerinde bulunan Bıçkıcı Formasyonu tarafından uyumsuz bir şekilde örtülmektedir (Gökçe ve Bozkaya 2003).



Şekil 2.13. Karalar/Gazipaşa Bölgesi jeolojik formasyonları (Ulu 1983'ten değiştirilerek alınmıştır).

Bıçkıcı Formasyonu bölgenin yüksek kısımlarında, Zeytin Dağı'nın çevresinde yüzeylenmiştir. Çalışma alanı, kalın tabakalı kirli beyaz renkte bulunan kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Zaman zaman ileri derecede yeniden kristallenme geçirmiştir. Gökçe (2003) tarafından yapılan araştırmalarda bölgedeki galenitli barit cevherleşmeleri bu birimin içerisinde gözlenmektedir ve cevherleşmelere yakın bölümlerde çatlaklar boyunca dolomitleşme şeklinde geliştiği belirlenmiştir. Altında bulunan Çakmak Formasyonunun üzerinde açısal uyumsuz olarak yer almaktadır. Alanda yapılan çalışmalarda formasyona Ulu (1983) tarafından Permiyen yaşı verilmiştir.

Çamlıca Formasyonu bölgenin batı kesimlerinde, Çalpınar Köyü ve civarında yüzeylenmiştir. İnce tabakalı ve sarımsı renkte kumtaşı-silttaşı-şeyl sıralanması ile ayırt edilmektedir. Üst katmandaki seviyelerinde zaman zaman ince kireçtaşı ara katkıları içermektedir. Bu birim içerisinde Bıçkıcı ve Çakmak Formasyonlarını temsil eden bloklar yer almaktadır. Çamlıca Formasyonunun Bıçkıcı ve Çakmak Formasyonları tarafından tektonik olarak üzerlendiği Ulu (1983) tarafından belirtilmiş ve bindirme zonu Karalar köyüne yakınlığından dolayı Karalar Bindirmesi olarak adlandırılmıştır. Bu birimden alınan numunelerden hazırlanan ince kesitlerde Gökçe (2003) tarafından ince taneli seviyeler Çakmak Formasyonundaki seviyelerden belirgin olan kıvrım, dilinim ve buruşmaların olduğu, silt taşlarında ise matriksin tümüyle klorit ve serizite dönüştüğünü ve basınç artmasından dolayı matriks ve giriftin sınırlarının belirginleştiği görülmüştür. Bunlardan dolayı bazı seviyeler tümüyle metaklastik ve sleyt kayaç özelliği göstermektedir. Alt kısımdaki seviyelerde yükselen kireçtaşı ara katkılarında, breşleşmiş allokem taneleriyle otijenik kloritlerin meydana geldiği, yaygın şekilde ikincil karbonat damarlarının oluştuğu saptanmıştır (Gökçe ve Bozkaya 2003).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Barit'in Genel, Fiziksel, Kimyasal ve Mineralojik Özellikleri

Baritin kimyasal bileşimi $BaSO_4$ şeklindedir ve % 65,70 BaO, % 34,30 SO_3 içerir. Baritin mohs sertlik cetveline göre sertliği 3-3,5 arasındadır (www.mainboard24.com). Özgül ağırlığı 4,5-5 gr/cm³ olup Yoğunluğu 4,5 gr/cm³'tür. Kırılma indeksi 1,63 ve dilinimi {001} mükemmeldir. Kristal sistemi, ortorombik sistemde kristalleşen barit kristali tabuler sekili ve susuz sülfatlar grubuna ait mineraldir. Kristal biçimi genel olarak kalın, ince levhamsı şekilde kristalli ve bazen lamelli, uzun-kısa prizmatik şekilli, tanesel veya lifsi yapıda bulunmaktadır (www.betonvecimento.com). Çoğunlukla polisentetik ikizlenme göstermekte ve erime noktası 1580°C'yi bulmaktadır. Renksiz, şeffaflığı gri, beyaz, yeşilimsi, sarımsı, kırmızımsı, kahverengimsi, şeffaf-yarı şeffaf renkte olması, çizgi renginin beyaz, parlaklığının camsı ve yoğun özgül ağırlığına sahip olması, dilinimi, kristal şekli ve asitte çözünmemesi baritin ayırıcı özellikleri olarak sıralanmaktadır (www.berkaymadencilik.com). Karalar bölgesinde bulunan baritlerden alınan örneklere ait görüntüler Şekil 3.1'de yer almaktadır.

Şekil 3.1. "Karalar/Gazipaşa-Boyalık Tepe" galeri içi barit örnekleri

Barit madeni yataklarında kayaç minerali, mozaik şekilli dokusu ile birbirine kenetlenmiş, öz şekli olmayan kuvars tanelerinden meydana gelmektedir.

Kuvars kristalleri arasında sıralanan küçük boyutlu serisit pulcukları, çok az pirit, kalkopirit ve galenit gibi cevher oluşturan mineraller belirlenmiştir (Çopuroğlu 1995). Ayrıca boşluklarda gelişen ince taneli ve öz şekilli kalsit ve kuvars kristalleri bulunmaktadır (mta.gov.tr).

3.2. Baritin Tarihçesi ve Tanımı

Barit ($BaSO_4$), beyaz, opak veya yarı şeffaf görünüştedir. Barit, baryumun en çok bulunan minerali olarak bilinmektedir. $BaSO_4$ kimyasal formülüne sahip, yüksek yoğunluğu, beyaz renkte olması, X-ışınlarını absorp etmesi, kimyasal etkenlere karşı dayanıklılık göstermesi gibi özellikleri sebebiyle pek çok alanda tercih edilmektedir. Barit madenciliği ilk olarak 1845 yılında Amerika'da başlamıştır. Baritin ilk olarak kullanımı boya üretiminde dolgu maddesi şeklinde değerlendirilmiştir (DPT 2001). 1908 yılında kimyasal olarak kullanılmıştır. 1926 yılı sonrasında ise en yoğun kullanım alanı sondaj sektörü olup sondaj çamurunda kullanılmıştır (Taş 2009).

Madencilik ve sondajcılık faaliyetlerinin ilerlemesi ve derinlik sondajlarının yoğunlaşmasıyla birlikte baritinde madencilik faaliyetlerinde büyük gelişmeler gerçekleşmiştir. Günümüzde barit, dünyadaki tüketimin % 75-% 90 arası miktarı doğal gaz ve petrol aranması ve geliştirilmesi için sondajlarda gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde barit madenciliği 1965 yılında başlamış olup henüz yeni denecek kadar kısa süredir baritin değerlendirildiği söylenebilmektedir. Ülkemizde ilk olarak Kahramanmaraş çevresinde 1955 yılında yaklaşık olarak 10.000 ton civarı üretim gerçekleştirilmiş, üretimin yapılmasıyla ihracata geçilmiştir ve bu barit madenciliğinin başlangıcı olarak sayılmaktadır. Barit İzmir'de bulunan ilk boya fabrikasında 1965 yılında kullanılmaya başlanmış, daha sonraki yıllarda İstanbul'da bulunan boya fabrikaları da bariti kullanmıştır. T.P.A.O. ve M.T.A. aynı yıllarda ihtiyacı olan bariti yerli üretimden temin etmiş ve ülkemizde doğal gaz, petrol aramaları da ilerledikçe tüketim ve barite olan talep de artmıştır. T.P.A.O. ve M.T.A. ülkemizdeki en çok barit tüketen kuruluşlarıdır (Taş 2009). Karalar/Gazipaşa bölgesinde bulunan baritler de talep edilen üretim içerisinde işletilmektedir. Karalar bölgesinden yer alan "Büyük Ocak" barit madeni ve galeri içerisinde ait görünümler Şekil 3.2'de görülmektedir.

Baritler içerdiği minerallere göre değişik renklerde görünmektedir. İçerdiği karbonlu maddelerden dolayı siyah, mavi, demirden dolayı kırmızı, kahverengi, sarı renklerde bulunmaktadır. İçerisinde %34,3 SO_3, %65,7 BaO bulunan saf baritin Ba içeriği % 58,8 civarındadır. Baritin ortalama özgül ağırlığı 4,5 gr/cm^3, sertliği 2,5-3,5 arası değerde bulunan barit suda ve asitte çözünmemektedir. Yaygın olarak kristal halde bulunan barit, yağımsı parlaklıktadır. Çakı yardımıyla kolayca çizilebilen barit minerali, yoğunluğu nedeniyle kolaylıkla tanımlanmaktadır (Taş 2009).

Ayrıca Viderite ($BaCO_3$) oldukça sık rastlanırken Sanbarite ($BaSi_2O_5$) ise daha az rastlanır. Barit'in ikincil mineral şeklinde kurşun-çinko, demir, gümüş, fluorit ve bakır gibi cevher minerallerinin içerisinde yer almaktadır (Ayan 1979). Doğadaki en

yaygın barit minerali dışında, kalsiyum ve stronsiyumun baryum yerine yer aldığı türlerine barito- kalsit ve barita–selestit olarak adlandırılmaktadır (Taş 2009).

Şekil 3.2. "Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak" galeri içi topuk görünümü

3.3. Barit Yataklarının Oluşumu

Barit madeninin yerkabuğundaki ortalama tenörü % 0,45'tir. Barit yataklarının oluşum özellikleri farklı olduğu için doğada yaygın bir biçimde bulunurlar. Birincil barit cevherleşmeleri mevcut olup, ikincil olan aşınma ve çökelme ile oluşmuş cevherleşmeler de bulunmaktadır. Barit'in ekonomik değerli yatakları doğada bulunuşlarına göre farklı türlerde oluşabilmektedir (Taş 2009).

- Magmatik Olaylara Bağlı-Hidrotermal Barit Yatakları
- Sedimanter Ortamlarda Gerçekleşen Barit Yatakları
- Rezidüel (İkincil) Tipte Barit Yatakları
- Diğer Tip Barit Yatakları

3.3.1. Magmatik olaylara bağlı hidrotermal barit yatakları

Magmatik olaylar ile ilişkili hidrotemal yataklar fay hatları boyunca çatlak ve kırıklarda, çeşitli zayıf bölgelere yerleşerek damar ve filonları meydana getirmektedir. Plütonik kayaçlar tarafından beslenen veya etrafında sıcaklığı yükselen meteorik suların litostatik basınç etkisiyle içinde bulunan gazlar ile beraber yoğunluğunun artmasıyla yükselmektedir. Kayaçlar içerisindeki çatlak, boşluk ve gözeneklerde hareket halindeki çözeltilerin karbonatlı kayaçları erime, boşluk oluşturma, asitliliği düşürme, gibi etkiler ile yeraltı sularının karışım alanları içerisinde mineral oluşumu gerçekleşmektedir.

Cevherleşme genelinde yan kayaçla kontak halindedir ve bu tip yataklar kireçtaşlarının yoğun olduğu yerlerde çok yaygındır (Taş 2009). Oluşan yataklarda baritlere ek olarak farklı minerallerde yer almakta ve galeri içerisinde topuklarda yer alan limonit, dolomit kalıntıları Şekil 3.3'de görülmektedir. "Boyalık Tepe" barit ocağı çevresinde bulunan yoğun kireçtaşları ve galeri girişi Şekil 3.4'de yer almaktadır.

Şekil 3.3. "Gazipaşa/Karalar-Büyük Ocak" galeri içi topuk görünümü ve limonit-barit kalıntıları

Bu türden barit yataklarının oluşumunda barit, düşük ve orta sıcaklıktaki evrede, metal sülfitlerle beraber, ancak genellikle süksesyonun son ürünü olarak oluşmaktadır (www.pdfioo.com). Bu tür yataklar damar tipidir ve damar uzunluğu birkaç kilometre, epijenetik karakterli, kalınlığı ise birkaç santimetre ve birkaç metre arası değişmektedir. Magmatik olaylar ile ilişkili hidrotermal yataklarda barite değişik oranlarda, pirit, fluorit, galenit, sfalerit, bornit, kalkopirit, dolomit, kuvars, siderit, kalsit gibi mineraller katılmaktadır. Barit damarlarını, kireçtaşları içerisinde metasomatizma ve hidrotermal eriyikler oluşturmaktadır (Taş, 2009).

Hidrotermal barit yatağında bilinen tipik örnek olarak Kurteisi (Georgia/Amerika Birleşik Devletleri)'de tenörü zaman zaman % 96 ve üzerindedir. Ülkemizdeki hidrotermal olarak oluşmuş barit yataklarına örnekler, Konya/Hüyük (Ayhan, 1987, Cengiz ve Kuşçu 2002), Çiftehan (Baş ve Temur 1992) çevresinde bulunmaktadır (Kuzvart 1984).

Şekil 3.4. "Karalar/Gazipaşa-Boyalık Tepe" barit ocağı üst yol girişi

3.3.2. Sedimanter ortamlarda gerçekleşen barit yatakları

3.3.2.1. Submarin eksalatif tipi hidrotermal barit yatakları

Eksalatif oluşumlu ya da volkano-sedimanter kökenli barit yataklarının denizaltı volkanizmasıyla bağlantılı şekilde oluştuğu düşünülmektedir. Sedimantasyon oluşumunun devamı ile ortama gelmiş olan volkanitler ile beraber barit kristalize olmakta ve çökelim gerçekleşmektedir. Burada baryum ana kaynağı, çözeltiler ve volkanik gazlar olarak bilinmektedir. Bu ortamda kükürt deniz suyuna ve ayrıca volkanik gazların varlığına bağlı bulunabilmektedir. Eksalatif-sedimanter tipteki barit yatakları çoğunlukla volkanitler ile ardalanmalı kayaç toplulukları içerisinde bulunmaktadır (Temur 1998). Baritli seviyelerin içerisinde tipik sedimanter yapılar görülmektedir. Batir tabakalı yapıda olup ve belirli stratigrafik seviyelerde geniş yayılımlar şeklinde yer almaktadır (Taş 2009).

Bu tip barit yatakları yan kayaçlarına göre sinjenetik karakterlidir ve bu barit yataklarına Meggen (Almanya) sülfidli cevherleşmeleriyle ilişkili barit yatakları tipik örnek olarak verilebilir. Sedimanter tipte barit yatakları, Hüyük/Konya (Ayhan 1987), Karalar/Gazipaşa (Striebel 1965) yöresinde bulunan barit yatakları olduğunu savunmuşlardır. Eksalatif-sedimanter tipte barit yatakları ise Antalya/Gazipaşa (Ayhan 1979, Çopuroğlu 1994), Karaman/Alanözü (Kayabalı 1992) çevresinde yer almaktadır.

Eksalatif-sedimanter tipte barit cevherleri, sedimanter olaylar ile ilişkin hidrotermal barit cevherleri, doku, yayılım ve yapı özellikleri bakımından benzemektedir. Sedimanter olaylar ile ilişkili barit yataklarında baritlerin yan kayacında volkanitleri içermemektedir. Bu yatakların oluşumları ise sedimantasyona uğrayan hidrotermler ile ilişkilendirilmektedir (Taş 2009). Hidrotermlerin oluşumana kaynak olarak derinlerde ısınan yeraltı suları veya plütonik kayaçların neden olabileceği düşünülmektedir. Buradaki plütonlarla ilişkili hidrotermal barit yatakları sfalerit, galenit, pirit gibi bazı metal sülfit mineralleri yaygın olarak bulunmaktadır ve yatakların çevresinde plütonik kayaçlar mostra vermektedir. Sedimantasyon esnasında hidrotermal olan çözeltiler yan kayaçların boşluklu, ezik, kırıklı ya da gözenekli kısımlarından üzerleyerek alana katılmaktadırlar. Baryum konsantrasyonu artışı, soğuma, nötrleşme gibi faktörlerin etkileriyle sülfat iyonlarıyla beraber baritin çökelmesine neden olmaktadır. Ayrıca baryumun taşınması çözeltilerde çoğunlukla klor bileşikleri yardımıyla olmaktadır (Taş 2009).

3.3.2.2. Lateral – segregasyon tipi barit yatakları

İstif kalınlaşması veya tektonik faaliyetlerle derinlere inen, küçük taneli sedimanlar, değişken basınç koşullarında adsorbe etmiş oldukları suyun birazını yitirmektedir. Tuz konsantrasyonları ve sıcaklıkları çok yüksek derecede bulunan bu sular, "sıcak tuzlu sular (brine water)", ya da "formasyon suları (connate water)" olarak isimlendirilmektedir. Bu tür çözeltiler kayaçlar içerisinde hareket ettiği sırada yan kayaçlar ile yapmış oldukları reaksiyonlarla başka elementlerle beraber baryumca da zenginleşmektedir (Taş 2009).

Yanal göçle ortamdan uzaklaşmış olan çözeltiler, değişken jeokimyasal koşullarda baryum sülfat halinde çökelerek lateral-segregasyon tipte yatakları oluşturmaktadır. Lateral-segregasyon tipi barit cevherlerini hidrotermal barit cevherlerinden ayırmak güçtür (Taş 2009). Kömürlü bölümlerde ve sedimanterlerde bulunan az konsantrasyonlardaki baritler, biyojenik aktiviteyle indirgenip iyonlara ayrışır ve çözeltiler ile taşınıp daha yoğun bir biçimde çökelmesiyle Lateral segregasyon tipi cevherleşmeler meydana gelmektedir (Anderson 1973, Rickart 1982). Lateral segregasyon tipi yatakların yan kayaçlarına göre epijenetik karakterli olduğu belirlenmiştir (Taş 2009).

3.3.2.3. Sedimanter barit yatakları

Karasal ortamda baryum minerali özellikle, organik asitin etkisiyle çözeltilere karışır ve killerin absorbsiyonu yoluyla sedimantasyon havzalarına taşınabilmektedir (Taş 2009). Baryum iyonları sedimantasyon ortamına gelmekte ve bu bölgedeki jüvenil ve organik sülfat ile reaksiyona girip barit çökelmesi göstermektedir. Bu çökelme durumu farklı tortul kayaçlar arasında tabakalı şekilde bulunmaktadır. Karbonat içeren kayaçlarla ardalanmalı şekilde veya şeyllerin içerisinde yumru ve mercekler şeklinde bulunmaktadır. Yan kayaçları ile dokanaklarda hidrotermal alterasyon izine rastlanmaz ve sinjenetik karakterlidir. (Amstutz 1963). İçeriğinde bitümlü maddeler bulunması nedeniyle renkleri siyahtan koyu griye kadar değişmektedir. Bu tip barit yataklarında barit kristalleri genellikle uzun, yarı öz şekilli taneler halinde, iyi boylanmış olarak belirlenmiştir. Çoğunlukla konsantrik sarılımdaki barit nodüllerine rastlanmaktadır. Tortul kayaçlar kumtaşı, konglomera, kireçtaşı ve şeyl şeklindedir. Bu cevherler sondaj çamuru olarak kullanılan baritlerden tonlarca ağırlıkta barit içerebilmektedirler. 5-10 cm. kalınlık ile başlar ve 10-15 metre arasında kalığa kadar değişebilmektedir (Taş 2009). Koyu renkli cevherlerin bazıları masif olabilmekte, genellikle tabakalı yapıda ve laminalı olarak bulunmaktadır. % 50-90 baryum içermektedirler. Eser element olarak Cr, Mn, Zr, Ni, Co, Lu, gibi çeşitli miktarda organik madde içermektedir (Taş 2009). Çekiçle vurulduğunda organik maddeler tipik H_2S kokusu çıkartmaktadır.

Bu yataklara örnek olarak Amerika'daki Range, Toguima, Nevada ve Arkansas bölgelerinde barit çamuru içerisinde fosfat, çört ve kayaç parçacıkları görülmektedir. Buralardaki cevherlerde üzerinde yapılmış incelemeler, baritlerde stronsiyum konsantrasyonları %1'den fazla (7000 ppm), Mg ve Ca konsantrasyonları çok az (% l'den az) olarak belirlenmiştir (Kuzvart 1984).

3.3.3. Rezidüel (ikincil) barit yatakları

Rezidüel barit yatakları önceden var olan barit cevherleşmelerinin aşınarak veya bozunarak tortul kayaçların arasında oluşmaktadır. Barit, yüzey koşullarında jeokimyasal bozunmaya karşı gösterdiği dirençle ilişkili olarak oluşmaktadırlar (Taş 2009). Konsantrasyonunu düşük olduğu yerlerde barit bulunduran kayaçlar, özellikle kireçtaşları, ayrışıp taşınabilirken barit bulunduğu yerde kalır ve kısa mezilde taşınır, yoğun bir şekilde kalmaktadır (Zuffardi 1976). Barit cevheri çoğunlukla karstik cep kısımlarında biriktiğinden bu türdeki yataklar, karstik yataklar olarak adlandırılmaktadır (www.pdfioo.com).

Barit tenörünün maksimum % 50–60'a kadar çıkan rezidüel cevherler işletilmek için elverişsiz olduğu bilinmektedir (www.pdfioo.com). Genelde Ordovisiyenin ve Kambriyen kolayca eriyen dolomit ve kireçtaşları içinde barit kristalleri iyi boylanmış, barit lifleri düzensiz ufalanmış kütleler halinde yer almaktadır. Baritler tortul kayaçlar arasında düzensiz şekilde dağıldığından taban kayacının kontak noktasına yakın yerlerde de çökelebilmektedir (Taş 2009).

Kalıntı cevherlerde ana kayaç fluorit, barit, kuvars ve kalsit damarcıkları bulundurmakta ayrıca kalkopirit, pirit, sfalerit ve galen gibi minerallerde içerebilmektedir. Bu tip cevherleşmelerde baritler epijenetik kökenlidir ve yan kayaca hidrotermal şekilde gelen materyalin sonrasında bu kayaçtan çözünerek uygun ortamda depolanması şeklinde düşünülmektedir. Şu ana kadar bilinen en büyük karstik özellikli barit yatağı Washington (A.B.D)' de bulunmaktadır (Kuzvart 1984). Cengiz ve Kuşçu (1993) tarafından yapılan çalışmalarda Türkiye'de Çarık saraylar (Şakirkaraağaç/Isparta) yöresinde alüvyal tip barit cevheri zenginleşmesinden söz edilmektedir (www.pdfioo.com).

3.3.4. Diğer tip barit yatakları

Sedimanter kökenli ve çoğu ekonomik boyutu olmayan cevher oluşumları bulunmaktadır. Bunlar, protozoa ve rizopoda gibi denizel kökenli hayvan kabuklarının birikimiyle açığa çıkan baritlerdir. Bunlar kumtaşlarında çimento maddesi olarak gelişen baritler, okyanus tabanındaki barit yumruları, şeylerin içerisindeki baritlerin oluşturduğu mercekler ve kumtaşları içerisinde görülen pizolitik ve oolitik barit seviyeleri örnek verilebilir. Dünyada geniş rezerve sahip barit cevherleşmeleri genelde kalıntı ve katmanlı cevher tiplerinde bulunmaktadır. Baryumun kökeni hakkında kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Barit oluşumu kökeni denizaltı volkanizmasının oluşturduğu, hidrotermal olduğu, biyolojik olaylar ve tuzlu suların da etkili olduğu gibi görüşler mevcuttur. Gözenek suyu da karbonatlardaki baryumun ayrılmasında etkendir (Taş 2009).

3.4. Baritin Kullanım Alanları

Barit kullanımı genel olarak üç başlıkta incelenmektedir. Bu başlıklar:

- Sondajlık (%90)
- Kimyasal (%7)
- Dolgu malzemesi (%3)

Barit ilk olarak beyaz özelliği ve özgül ağırlığından dolayı kâğıt, cam ve boya endüstrilerinde kullanılmıştır. 1926 yılı sonrası doğal gaz ve petrol aramalarında kullanılmaya başlanması ile barite olan talep hızla yükselmiştir. Baritin birincil kullanım alanı petrol sondajında çamurun ağırlaştırılmasındadır. Bu çamur sondaj esnasında formasyonlara ait kırıntıların yukarı çıkarılması, tijlerin ve matkabın yağlanması, deliğin duvarlarının sağlamlaşması ve petrol olduğu düşünülen seviyelerde basınçlı gazların etkisini dengelemekte özellikle de kuyu derinliğinin artmasıyla tijler, ağırlık artışına karşılık denge oluşturmaktadır. Baritlerinin ortalama özgül ağırlıklarının 4-4,5 gr/cm^3 olması, aşındırıcı olmaması, çok sert olmaması, suda ve asit içerisinde erimeye uğramaması, maliyetinin ucuzluğu sondaj çamuru için kullanılan ideal malzeme özelliği taşımaktadır. Üretilen baritlerin %80'e yakını petrol arama ve geliştirmede kullanılmaktadır.

Baritlerin petrol sondaj çalışmalarında sarf edilen baritin miktarı, ilerleyen formasyonlarda bulunan gaz basıncıyla ve formasyon geçirgenliği doğru orantılıdır (Ayan 1979). Barit katkı maddesi olarak tual, kâğıt, lastik, ebonit ve yer muşambası sanayinde kullanılmaktadır (docplayer.biz.tr).

Baritin sondaj çamuru için yararları dışında yüksek parlaklığı ve açık rengi, yağlar tarafından ıslatılması ve düşük yağı absorbe etmesi, yapıştırıcılarda, akustik malzemelerde, ayırıcı kalıpların yapımında, emayelerde, linoleum, boyalar, otomotiv sektöründe, toz kaplamalarda, endüstriyel yapı malzemelerinde, radyasyon kalkanı ve kâğıt yapımında olarak da kullanılmaktadır (www.madenciyim.com).

Barit, kauçuk (yer döşemeleri,), üretilen köpükler için yoğunluk ve dolgu arttırıcı katkı maddesi olarak kullanılabilmektedir. Bariti sülfürik asit ile yıkamak parlaklığını arttırır. Yüksek parlaklık, saflık sağlaması amacıyla sentetik olarak baryum dolgusu kullanılabilmektedir. BaS+Zn sülfat çözeltisinden çökeltilmesiyle %70 $BaSO_4$ + %30 ZnS karışımıyla Litofon meydana getirilmektedir. Barit ayrıca boyada kullanılan beyaz bir pigment şeklinde bulunmaktadır (www.madenciyim.com).

3.4.1. Kullanım alanlarına göre barit nitelikleri

Baritin parlaklığı % 95-99 seviyesindedir. Yoğunluğu 4-4,5 gr/cm^3, tane boyutu 0,5-4 mikron ve Mohs'un sertlik cetvelindeki değeri 3-4'dür. $BaS+Na_2SO_4$ çözeltisinden $BaSO_4$'ün çöktürülmesiyle blanc ve fixe olarak adlandırılan dolgu maddesi elde edilmektedir. Dolgu maddesi olarak (kauçuk, boya, fotoğraf kâğıdı, mürekkep) ayrıca tıpta (X ışınlarıyla mide filminde baryum yemeği olarak ilaçta) kullanılmaktadır. Barit cam karışımına eklendiğinde ergitici işlevine sahiptir (wikipedia.org). Oksitleme özelliği ile renk açıcı etkisi bulunmaktadır. Bu özelliği ile camın şeffaflık ve parlaklık artırılması işlemlerinde kullanılmaktadır. Yoğunluğundan dolayı ağırlık arttırıcı olarak inşaat sektöründe su altı borularının yerleştirilmesinde kullanılmaktadır. Barit, gama ışınını soğurur ve ayrıca nükleer kalkanlarda kurşunun yerine kullanılabilir. Saflığı yüksek olan barit kimya endüstrisinde kullanılmaktadır (www.madenciyim.com).

$BaCO_3$, optik cam ve televizyonlarda, porselen emayelerde, seramik sırlarında, tuğla ve ferrit üretiminde köpük oluşumunu önlemede, kaynak yapımında ergitici bileşiklerde, su arıtma ve magnezyum üretiminde kullanılmaktadır. $BaCl_22H_2O$ moleküler eleklerin üretiminde ve sülfatı uzaklaştırmada, BaO/BaOH metalürjide, sıvı ve katı mum ve yağların dehidratasyonunda, gres yğı ve diğer yağların katkısı üretiminde ve ayrıca organik olarak baryum tuzlarının üretiminde hammadde şeklinde kullanılmaktadır. $BaNO_3$ iz mermileri, patlayıcı ve fünye yapımında, $BaTiO_3$ ise seramiklerde kapasitör olarak kullanılmaktadır. Ayrıca Ba metali gaz temizleme amacıyla tutucu (getter) olarak ve elektronik alaşımlarda kullanılmaktadır (www.hammaddeleransiklopedisi.com).

3.4.2. Barit' in hazırlanması ve zenginleştirilmesi

Barit üretimi ülkemizde ve dünyada yeraltı ve yerüstü işletmeleri şeklinde olmaktadır. Baritlerin yüksek özgül ağırlığa sahip olması ve sertliğinin düşüklüğü nedeniyle kırma işlemlerinde birinci kırma işleminde çeneli kırıcı, ikinci kırma işleminde ise çekiçli kırıcı tercih edilmektedir. Baritleri öğütme işleminde genelde bilyeli değirmenler kullanılmaktadır. Baritin zenginleştirilmesi için uygulanması gereken yöntemler kullanım alanının istenildiği özelliklere uygun olarak seçilmektedir. Yoğun özgül ağırlığı nedeniyle çoğunlukla flotasyon ve gravite yöntemi uygulanmaktadır. Uygulanan gravite yönteminde baritlerin zenginleştirilebilmesi amacıyla barit yıkandıktan sonra kırıcılardan geçirilmektedir (www.madenciyim.com). Sallantılı masada ve jigde zenginleştirme yapılabilmesi için elek ile sınıflandırma yapılmaktadır (wikipedia.org).

3.5. Cevherleşme

Barit cevherleşmeleri tabaka düzlemleriyle uyumsuz, kireçtaşları içerisinde, damar tipi, kırık hatlarına bağlı cevherleşmeler şeklinde oluşmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda cevherleşmelerde galenit ve baritlerin aynı zamanda oluşmadığı, baritlerin daha önce oluştuğu ve tektonizma ile milonitleştiği belirlenmiştir (Bozkaya ve Gökçe 2003).

Ayrıca Gökçe (2003) tarafından yapılan, sıvı kapanımı araştırmaları esnasında ölçülen TmjCE, TpM ve H değerlerinin mineral yapıcı hidrotermal çözeltiler içerisinde $CaCl_2$, $MgCl_2$ türü tuzlar olduğunu, çözeltinin kökeninde suların olduğunu ya da denizel sedimanların içerisinden geçerek bölgeye taşındıklarını, barit oluşumları esnasında sıcaklıklarının düşük, hidrotermal çözeltilerinin tuzlulukları yüksek, sülfürlü minerallerin, kuvarsların oluşumu esnasında tuzluluklarını önemli miktarda azalttığını ve sıcaklıklarının yükseldiği gözlemlenmiştir (Bozkaya ve Gökçe 2003).

3.5.1.Baritin oluşumu

Barit, düşük ve orta derecede sıcaklıkta oluşan hidrotermal olarak oluşmuş damarlar içerisinde de yaygın şekilde görülen baryum minerali şeklinde tanımlanabilmektedir. Gümüş, kurşun, nikel, çinko, bakır yataklarında, kalsit, kuvars, dolomit, siderit, florit ile beraber yer almaktadır (www.madenciyim.com).

Özgül ağırlığı fazla olduğu için insanların uzun zamandan beri dikkatini çekmiş olan ve ağıt spat adı ile adlandırılmış olan barit minerali doğal baryum sülfat bileşimine sahiptir. Yunanca'da ağırlık anlamındaki "Barus" kelimesinin türetilmiş halinden bulunmuştur. Barit doğada lamelli şekildeki fibröz yapılar, kütleler, bazende konkresyon yapıda bulunmaktadır. Toprağımsı görünümlü ya da ince taneli olanına da rastlanmaktadır. Genelde mat renkte, bazen de yarı saydam olarak bulunan barit reçine parlaklığında ya da camsı parlaklığa sahip olduğu bilinmektedir (newwsa.com).

Baritlerin genel olarak beyaz renkli olduğu bilinmekte ancak esmer, pembe, sarı, açık mavi-yeşil, siyah ve grimsi renkte olanları da bulunmaktadır (Ayan 1979) (www.slideshare.net).

3.6. Ekonomik Jeoloji

3.6.1. Baritlerin pazarlanabilme özellikleri

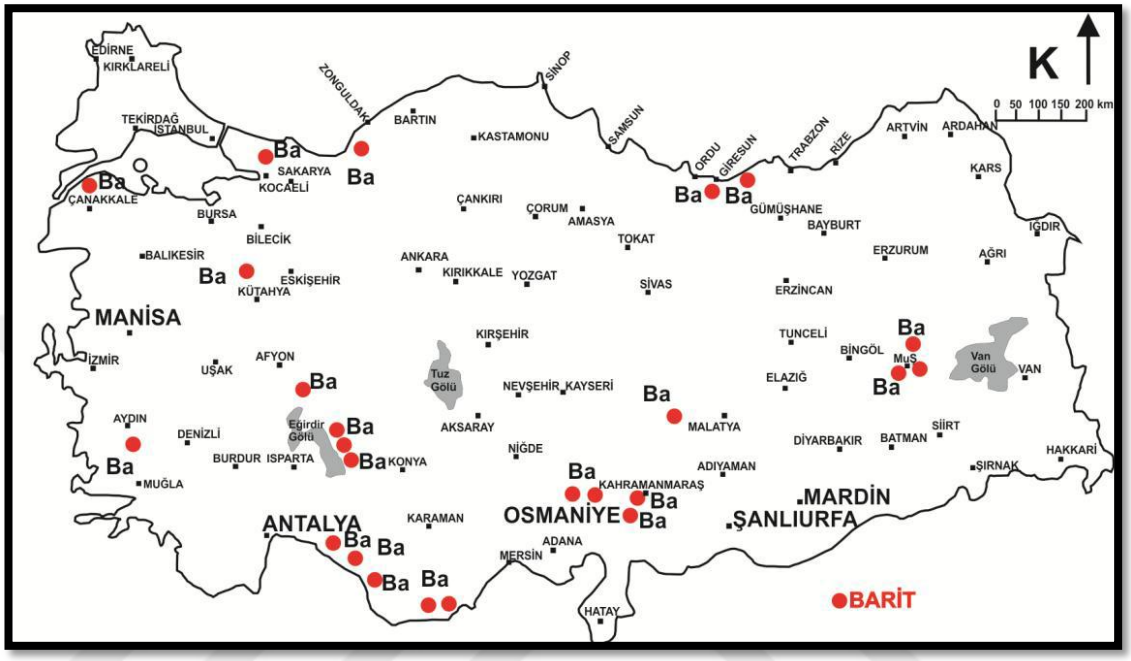
Sondaj için kullanılan barit ($BaSO_4$), jeotermal, su ve petrol sondajları için çamur ağırlığı arttırması özelliği nedeniyle kullanılmaktadır. Diğer çamur katkıları ile reaksiyona girmez, korozif ve aşındırıcı değildir (www.jeotest.com.tr). Barit kullanımı, kullanım alanı ve pazarlanabilmesi ile TS-EN ISO 13500 standartlarına da uygun olduğu belirlenmiştir. Bu standarda uygun olarak barit baryum karbonat, tabii baryum sülfat örnekleri verilebilmektedir. En önemli uygulama alanı sondaj sıvısı olarak sondaj sektöründedir. Yoğunluğunu sebebiyle katı madde miktarını artırır ve bu nedenle formasyondaki çatlak ve boşlukları doldurmakta ve formasyon basıncını dengelemektedir. Spesifikasyonları, krem renkli ve beyaz olması, yoğunluğu minimum 4,2 g/cm³ olarak bilinmektedir. Baritlere uygulanan elek analizinde 75 mikronluk elek üzerinde maksimum % 3'e yakını kalmaktadır. Paketlenme işlemleri ise 50 kg'lık kilitli torbalar ve 1 ton palet üstünde yapılabilmektedir (hammaddeleransiklopedisi.com).

Barit kullanım alanı olarak sondajda, kimyasal malzeme ve dolgu maddesi şeklinde üç grupta incelenmektedir. Bu alanlarda baritin dünya pazarındaki tüketimleri % 3 dolgu, % 7 kimya ve % 90 sondaj sektörlerinde gerçekleşmektedir. Sondajcılıkta barit, sondaj çamuru katkısı TS 919, uluslararası API 13A standartları için uyumlu bir şekilde üretilmesi zorunludur (Kumbasar ve Aykol 1993). Türk standartlarında sondaj çamurları TS919, boya sanayi için TS 5634, lastik sanayinde TS 5633, cam sanayinde TS 5632 olarak numaralandırılmıştır (www.betonvecimento.com).

Yüksek parlaklık niteliğine sahip Baryum oksit cam endüstrisinde kurşun okside oranla daha çok kullanılmaktadır. Ayrıca beyazlatma özelliği, çözelti inceltme niteliği nedeni ile boya sanayiinde kullanılmaktadır (Aykol ve Ergünalp 1999). Değişik oranlarda diğer katkı malzemeleri ile birlikte yol kaplamalarında aranan bir malzeme olduğundan dolayı özellikle sentetik kauçuk ile birlikte, daha ziyade havaalanı ve benzeri yüksek basınç dayanımlı özel yol ve pistlerin yapımında tercih edilir (Kumbasar ve Aykol 1993). Nükleer reaktörlerde kullanılması önemli bir özelliğidir. Bu alanda kullanılmasının ana nedeni X ışınlarını zararsız hale getirme özelliğine sahip olması nedeniyle nötronları engelleme niteliği bulunmaktadır. Basınca karşı dayanıklılığı olduğundan dolayı dolgu amaçlı olarak lastik endüstrisinde tercih edilmektedir. Ayrıca baryum hidroksit, baryum karbonat ve baryum kromat gibi kimyasallar kimya endüstrisinde çeşitli kimyasalların yapımında tercih edilmektedir.

3.6.2. Dünya ve Türkiye'de bulunan barit yatakları

Ülkemizde çeşitli bölgelerde hidrotermal barit cevherleşmeleri, sedimanter olaylar ile ilişkili barit cevherleşmeleri bulunmaktadır. Başlıca Eskişehir, Antalya, Muş, Çanakkale, Konya, Kahramanmaraş, Giresun, Gümüşhane, Nevşehir, Kayseri, illerinde ve yakınlarında bulunan barit yatakları (Taş 2009) Şekil 3.5'de görülmektedir.



Şekil 3.5. Türkiye barit yatakları (MTA 1981'den değiştirilerek alınmıştır)

Türkiye'de bulunan barit rezervleri Çizelge 3.1'de yer almakta ve genel olarak dünyada bulunan barit rezervleri Çizelge 3.2'de verilmektedir. Barit rezervlerinin Dünya bulunan önemli bir kısmı Çin ve ABD'de ardından sırasıyla Fas, Meksika gibi ülkeler Hindistan yer almaktadır. Dünyadaki toplam görünür barit rezervi 480 milyon ton ve toplam (Görünür+mümkün+muhtemel) 1,2 milyar ton rezerv olduğu bilinmektedir. Türkiye'nin sahip olduğu görünür barit rezervi 4.000.000 ton, muhtemel rezervi 8,5.000.000 ton, mümkün rezervinin 13.000.000 ton olarak toplam rezervi ortalama 30 milyon ton civarındadır (Taş 2009). Çalışma alanı olan Karalar bölgesinde MTA'nın 2010 yılında yapmış olduğu incelemeler sonucunda görünür ve muhtemel rezerv toplam 231,780 ton olarak bilinmektedir.

Çizelge 3.1. Türkiye barit rezerv miktarları (DPT 2001 ve Kırıkoğlu 1990).

Bulunduğu Yer	**Toplam Rezerv (ton)**	**Dağılım (%)**	**$BaSO_4$ (%)**
Antalya	8.254.546	32.250	86-89
Adana	93.960	0.004	98
Çanakkale	60.000	0.002	90
Diyarbakır	2.250	-	94
Giresun	2.750.000	10.750	96
Gümüşhane	17.000	0.001	91
İçel	2.250	-	94
Kahramanmaraş	74.700	0.003	97-98
Kayseri	500	-	98
Konya	8.100.000	31.650	96-98
Eskişehir	9.400.000		31
Isparta	3.000.000		90
Niğde	25.000		75-80
Muş	6.235.000	24.360	94
Nevşehir	2.500	-	93
TOPLAM	29.592.706	100	

Çizelge 2.2. Dünya barit rezerv ve üretim miktarları (DPT 2001).

ÜLKE	**Rezerv (x10³ ton)**	**Üretim (ton)**
ABD	60.000	476.000
ÇİN	150.000	3.000.000
KANADA	15.000	80.000
FRANSA	2.500	75.000
ALMANYA	27.400	120.000
TÜRKİYE	26.000	130.000
HİNDİSTAN	32.000	430.000
MEKSİKA	8.500	162.000
FAS	11.000	353.000
TAYLAND	15.000	110.000
İNGİLTERE	600	75.000
DİĞER	160.000	690.000
TOPLAM	480.000	5.890.000

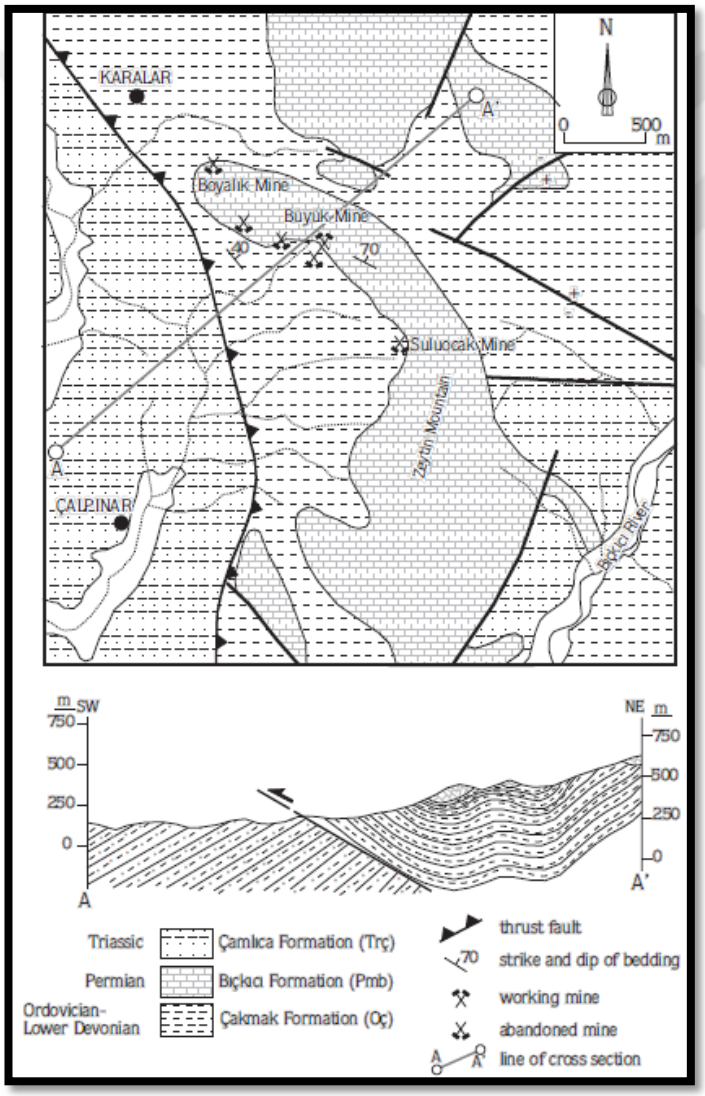
Tanımlanmış ve bilinen barit rezervleri miktarı Dünya'da ortalama 550 milyon ton olarak bilinmektedir. Dünyada 1997'de barit madeni üretimi 6,826 milyon ton, 1999 yılında 5.660 milyon ton olarak belirlenmiştir. Petrol üretiminde meydana gelen azalma barit madenine olan talebi düşürmektedir.

Ülkemizde Antalya/Alanya-Gazipaşa civarında Adana Feke ilçesi Belen köy Mahallesinde, Isparta ilinde, Ereğli ilçesinde, Konya İlmen Beldesinde, Çanakkale ilinde, Giresun ilinde, Kocaeli ilinde, Muş ilinde, Karaman ilinde, Gümüşhane ilinde, Bayburt ilinde, Sivas ili Koyulhisar ilçesi Yenice köyünde önemli miktarda barit yatakları yer almaktadır. DPT 'nin 2001 yılında yapmış olduğu araştırmalar ile Batman'ın Sason ilçesinde 288.000 tonluk barit rezervi saptanmıştır (DPT 2001).

4. BULGULAR

4.1. Büro Çalışmaları

Tez çalışmalarının sistemli bir şekilde ilerlemesi için çalışma takvimi ve çalışma planı hazırlanmıştır. Tez konusunu oluşturan barit numunelerinin toplanması amacıyla arazi çalışmaları için hazırlıklar yapılmıştır. Arazi çalışmaları kapsamında bölgede daha önce yapılmış jeolojik harita ve stratigrafik kesitler incelenmiş, bölgenin jeokimyasal özellikleri hakkında araştırmalar yapılmıştır. Bu kapsamda Karalar/Gazipaşa bölgesinin genel basitleştirilmiş jeolojik haritası ve enine kesiti Şekil 4.1'de yer almaktadır. Arazi çalışmalarından önce bölgeye ait barit madenlerinin konum ve özellikleri, ayrıca arazi koşulları incelenmiş bu doğrultuda hazırlıklar tamamlanmıştır.

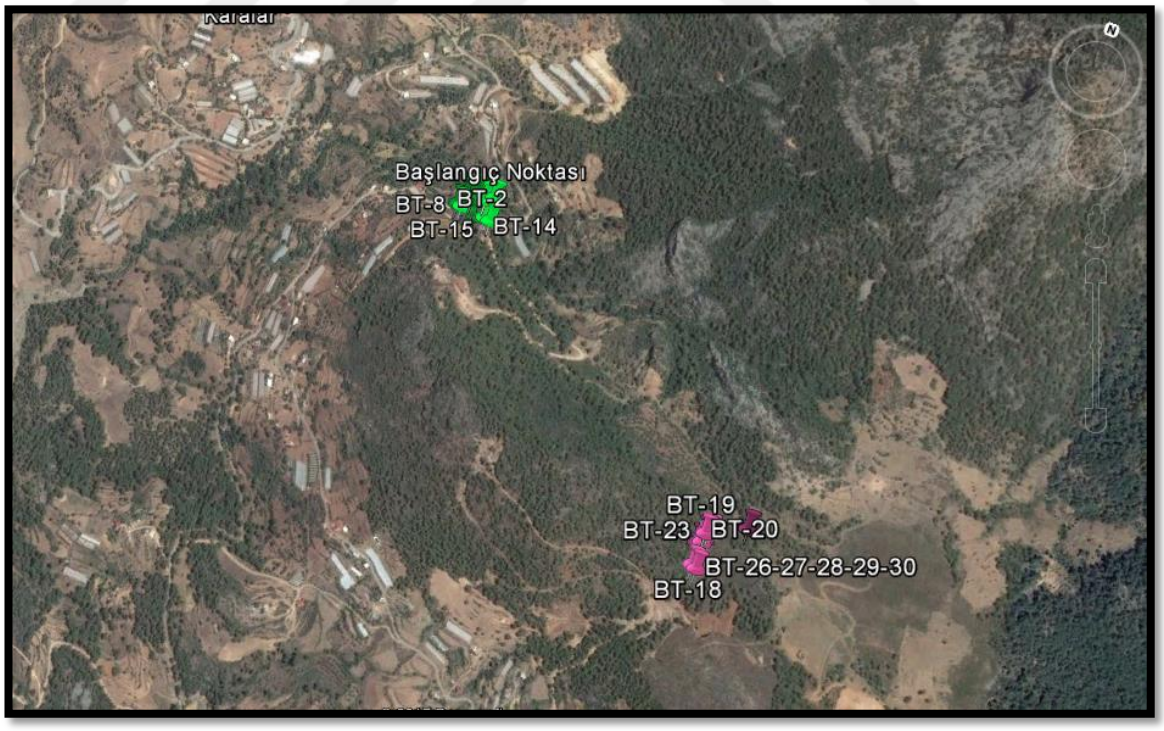


Şekil 4.1. Karalar/Gazipaşa bölgesinin genel basitleştirilmiş jeolojik haritası ve enine kesiti (Gökçe ve Bozkaya 2003).

Literatür incelemeleri yapılarak bölgede yapılan çalışmalar göz önünde bulundurulmuş ve bölgenin jeolojisi hakkında bilgiler derlenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda bölgede bulunan barit madenlerinin jeolojik, jeokimyasal, mineralojik ve kökensel açıdan yorumlanması için XRD, XRF ve ^{34}S izotop analizlerinin yapılmasına karar verilmiştir. Bu analizler için alınacak örnek sayısı belirlenmiş, bu örneklerin araziden alınması için çalışma takvimine uygun olacak şekilde arazi çalışmaları planlanmıştır. Yapılan planlama doğrultusunda bölgede bulunan maden ocakları hakkında araştırmalar yapılmış, ADO madencilik şirketi yetkilileri ile görüşülmüştür. Bölgede bulunan "Karalar/Gazipaşa Boyalık Tepe" ve "Karalar/Gazipaşa Büyük Ocak" barit ocaklarının mühendisi ile iletişime geçilmiş, galerilere giriş izni, numune alımı, barit ocakları hakkında genel bilgiler temin edilmiştir.

Arazi çalışmaları yapılarak (Şekil 4.2), örnekleme sistemli bir şekilde tamamlanmıştır. Bölgeden alınan numuneler XRD, XRF ve ^{34}S izotop analizlerine hazırlanmıştır. Numuneler labrotuvar ortamında hazırlandıktan sonra analizler için Acme laboratuvarına gönderilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, proje kapsamında belirlenen kimyasal analiz sonuçları ve teknolojik analizlerin değerlendirilmeleri, bunların önceki çalışmalarla karşılaştırmaları yapılarak yorumlanmıştır. Bu kapsamda bölgede bulunan baritlerin jeolojik, jeokimyasal, izotop analizleri ve kökensel yorumları yapılmıştır. Yapılan yorumlar, "sonuçlar" bölümünde ayrıntılı şekilde anlatılmıştır.

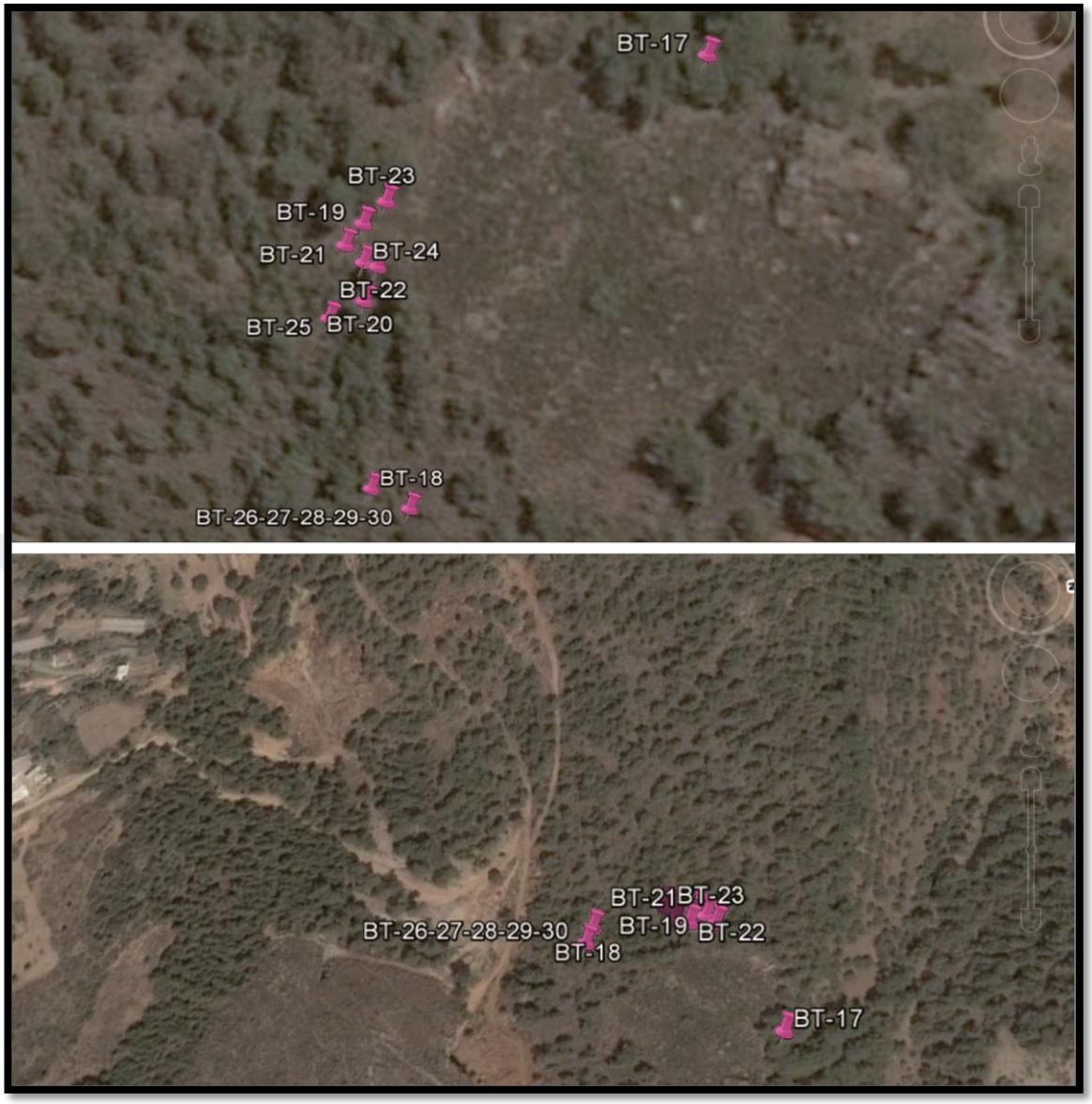
4.2. Arazi Çalışmaları



Şekil 4.2. Karalar/Gazipaşa bölgesi numune alınan noktaların lokasyonları
(Yeşil renkli lokasyonlar: "Boyalık Tepe" barit madeni ve çevresi-
Pembe renkli lokasyonlar: "Büyük Ocak" barit madeni ve çevresi)

Arazi çalışmalarında, bölgenin jeolojik haritaları incelenmiş ve arazi koşulları dikkate alınarak çalışma takvimine uygun olacak şekilde arazi çalışmaları tamamlanmıştır. Numuneler ocaklara yakın mostralardan ve galerilerin içerisinden alınmıştır. Belirlenen lokasyonlardan alınan numunelerin 3 boyutlu görüntüleri Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de gösterilmiştir.

Şekil 4.3. "Karalar/Gazipaşa bölgesi Boyalık Tepe" barit madeni ve çevresi numune alınan noktaların lokasyonları



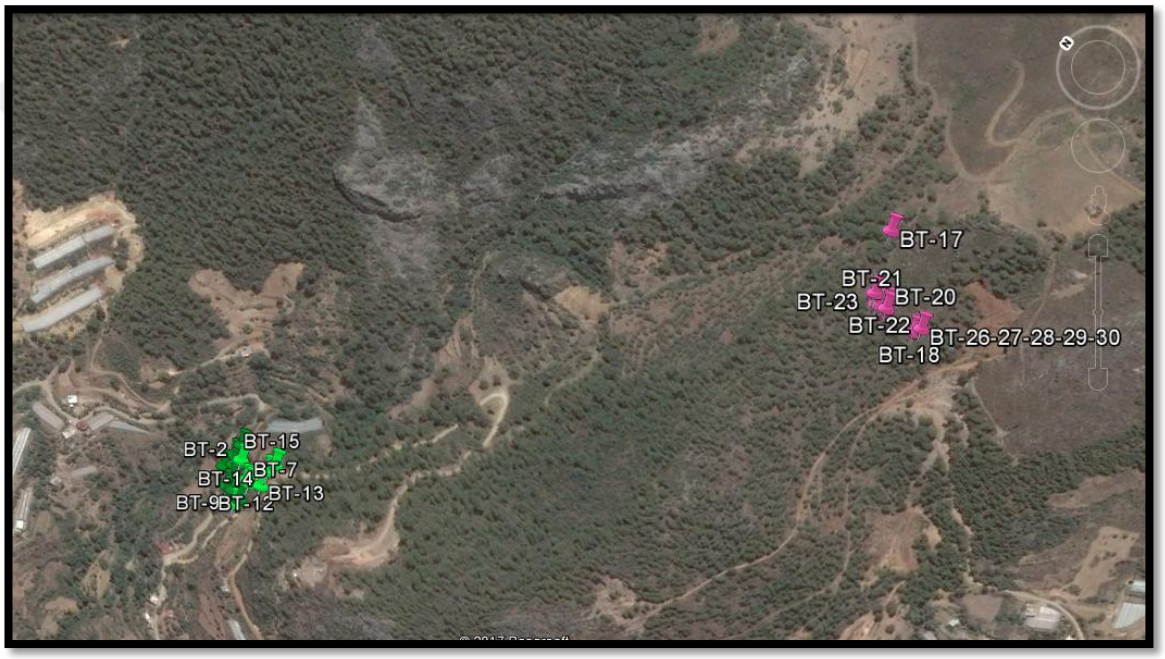
Şekil 4.4. "Karalar/Gazipaşa bölgesi Büyük Ocak" barit madeni ve çevresi numune alınan noktaların lokasyonları

Numune alımı çoğunlukla barit madenlerinin bulunduğu alandan ve galeri içerisinden gerçekleştirilmiştir. Bölgede bulunan barit madenleri geçmişte aktif olarak işletilmiş fakat güncel durumda işletilmemektedir. Galeri içerisinde barit, dolomit, kalsit, galenit kalıntıları mevcuttur. Bu nedenle odak alan, galeri içerisi ve çevresi olarak belirlenmiştir. Numune alımı yapılan lokasyonların koordinatları Çizelge 4.1'de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Karalar/Gazipaşa bölgesi numune alınan koordinatlar

Numune Numarası	Bölge	Doğu Yönü	Kuzey Yönü
BT-1	36S	439006	4022083
BT-2	36S	439004	4022082
BT-3	36S	439003	4022094
BT-4	36S	439093	4022086
BT-5	36S	439082	4022096
BT-6	36S	439076	4022075
BT-7	36S	439087	4022060
BT-8	36S	439061	4022051
BT-9	36S	439051	4022054
BT-10	36S	439064	4022077
BT-11	36S	439065	4022066
BT-12	36S	439087	4022054
BT-13	36S	439095	4022039
BT-14	36S	439216	4022043
BT-15	36S	439229	4022040
BT-16	36S	439067	4022068
BT-17	36S	439815	4021609
BT-18	36S	439744	4021508
BT-19	36S	439743	4021573
BT-20	36S	439743	4021555
BT-21	36S	439739	4021568
BT-22	36S	439746	4021563
BT-23	36S	439748	4021578
BT-24	36S	439743	4021564
BT-25	36S	439735	4021551
BT-26	36S	439753	4021503
BT-27	36S	439753	4021503
BT-28	36S	439753	4021503
BT-29	36S	439753	4021503
BT-30	36S	439753	4021503

Belirlenen lokasyonlardan numune alımları sırasıyla gerçekleştirilmiştir. Her bir numune BT kodu ile isimlendirilmiş ve alınma sıralarına göre numaralandırılmıştır. BT-1/BT-17 (dâhil) arasında bulunan numuneler "Karalar/Gazipaşa bölgesi Boyalık Tepe"" barit ocağı çevresi ve galeri içerisinden alınmıştır. BT-18/BT-30 (dâhil) arasındaki numuneler ise "Karalar/Gazipaşa bölgesi Büyük Ocak" barit galerisi ve çevresinden alınmıştır. BT-26/BT-30 arası bütün lokasyonların aynı olmasının sebebi ise galeri içerisinden koordinat ölçümü yapılamaması ve galeri girişinden ölçüm yapılarak numunelerin hepsi için aynı koordinatlar kullanılmıştır. Numune alımında GPS kalibrasyonu tarafımca yapılmış olup, koordinat sistemi olarak evrensel enlem merkatörü kullanılmıştır. Belirlenen lokasyonlar Google Earth programı kullanılarak yer işeretlemeleri yapılmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Karalar/Gazipaşa bölgesi numune alınan noktaların lokasyonları
(Yeşil renkli lokasyonlar: "Boyalık Tepe" barit madeni ve çevresi-
Pembe renkli lokasyonlar: "Büyük Ocak" barit madeni ve çevresi)

Araziden numune alımı barit ocakları içerisinden ve çevresinden olacak şekilde yapılmıştır. İlk lokasyon olarak "Boyalık Tepe" barit ocağının bulunduğu alan seçilmiş ve ilk örnekler (Şekil 4.6) "Boyalık Tepe" barit ocağı ve çevresinde bulunan alandan alınmıştır (Şekil 4.7).

Şekil 4.6. Karalar/Gazipaşa "Boyalık Tepe" barit ocağından alınan ilk numune

BT1 ile numune alımına başlanmıştır. ""Boyalık Tepe"" barit ocağı ve çevresinden sırasıyla 1ile 17 arasında örnekler alınmıştır.

Şekil 4.7. "Karalar/Gazipaşa Boyalık Tepe" Barit ocağı ve çevresi

Arazi çalışmalarında numune alımı için jeolog çekici, mineral tayini için lup, koordinat alımı için GPS cihazı ve fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Arazi çalışmalarında numune alımı gerçekleştirilirken, ilk olarak numunenin bulunduğu lokasyon kayıt edilmiş ve örnekler kilitli numune torbalarına konulmuştur. Araziden numune alımı ve yapılan incelemeler Şekil 4.8'den Şekil 4.12'ye kadar yer almaktadır.

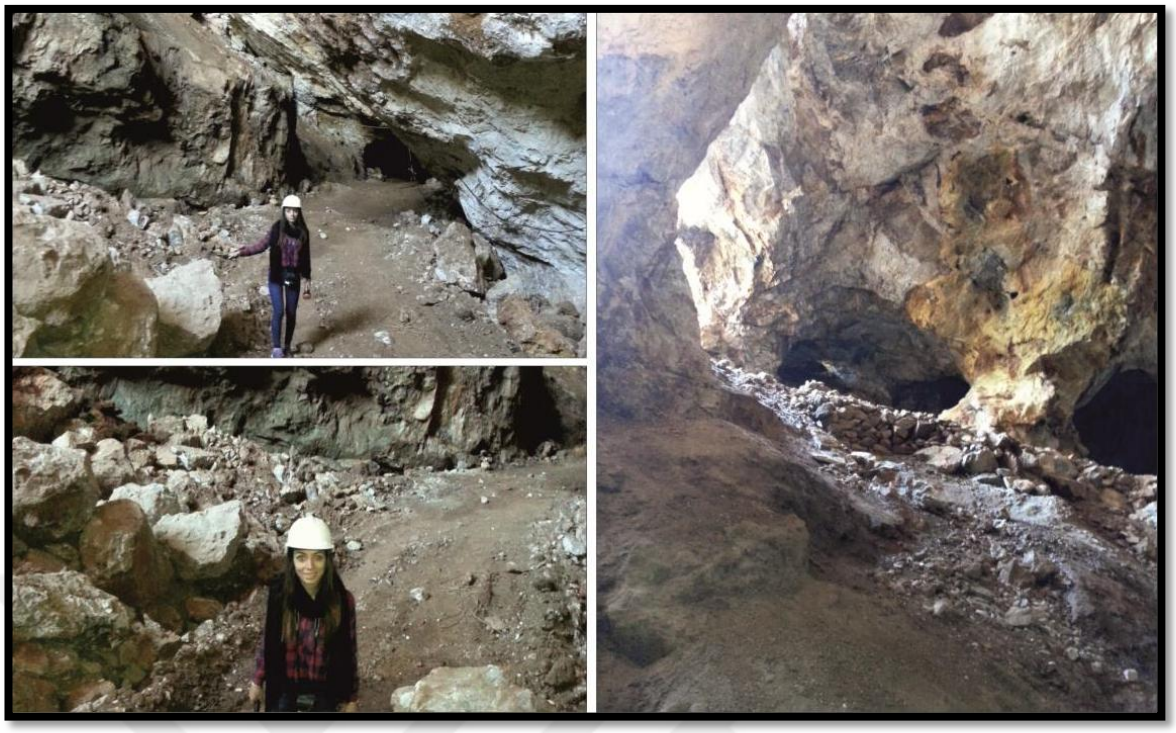
Şekil 4.8. "Karalar/Gazipaşa-Boyalık Tepe" barit ocağı numune alma işlemleri 1

Şekil 4.9. "Karalar/Gazipaşa-Boyalık Tepe" barit ocağı numune alma işlemleri 2

Şekil 4.10. "Karalar/Gazipaşa-Boyalık Tepe" barit ocağı numune alma işlemleri 3

İkici istasyon olarak "Büyük Ocak" ve çevresinde bulunan bölgede seçilmiş ve numune alımı gerçekleştirilmiştir. Her bir numune alımı için koordinat alımı, fotoğraflama ve kilitli numune torbalarına alma işlemleri sırasıyla gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4.11. "Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak" galeri girişi



Şekil 4.12. "Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak" barit madeni ana girişi

"Büyük Ocak" barit madeni içerisinde incelemeler yapılmıştır. Galeri içinde barit topuğu ve barit, dolomit, kalsit, limonit, galenit kalıntıları gözlenmiştir. Ayrıca galeri içerisindeki damar ikizlenmesi Şekil 4.13'de görülmektedir.

Şekil 4.13. "Büyük Ocak" barit madeni galeri içi damar ikizlenmesi görünümü

Karalar/Gazipaşa bölgesi "Büyük Ocak" ve çevresinden numune alımları gerçekleştirilmiş ayrıca galeri içerisinde tüm bölümler incelenmiştir (Şekil 4.14). Galeri içerisinde bazı bölümlerde tavandan su sızıntıları ve zeminde su birikintileri gözlemlenmiştir. Galeri içerisindeki topuklarda barit, limonit, galenit, kalsit ve azurit kalıntıları gözlemlenmiştir.

Şekil 4.14. "Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak" galeri içi incelemeleri

Araziden derlenen örnekler numune torbalarına numaralandırılarak konulmuş ve örnekler ile ilgili gerekli bilgiler saha defterine kaydedilmiştir. "Büyük Ocak" barit madeni galeri içi ve girişleri Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da yer almaktadır.

Şekil 4.15. "Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak" galeri içi

Numune alımında öncelikli noktalar, Karalar/Gazipaşa bölgesinde bulunan iki adet barit ocağı ve çevresi olmuştur. Bu kapsamda, "Gazipaşa Boyalık Tepe" barit ocağı ve "Gazipaşa Büyük Ocak" barit madenlerinden ve çevresindeki alandan numune alımları yapılmıştır. 5 adet ince kesit, 5 adet XRD, 20 adet XRF ve 5 adet ^{34}S izotop analizi yapılacak şekilde ayrımlar yapılmıştır Toplamda 44 adet numune alımı gerçekleştirilmiş, 30 adedi, ince kesit, XRD, XRF ve ^{34}S izotop analizleri için seçilmiştir. Bu ayrımlara göre, örnekleri analizlere hazırlamak için laboratuvar çalışmalarına geçilmiştir.

Şekil 4.16. "Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak" ana ve arka girişi

"Büyük Ocak" barit madeni incelemesi sırasında bölgede barit rezerv aramaları için yapılan karot sondajı incelemeleri yapılmıştır. Karot sondajı numuneleri Şekil 4.17'de yer almaktadır. "Büyük Ocağa" yaklaşık 1-2 km uzaklıkta bir alandan barit madeninin mostra verdiği saptanmış, fakat işletme tarafından yaklaşık rezerv hesaplamaları için çalışmalar devam etmektedir.

Şekil 4.17. "Karalar/Gazipaşa-Büyük Ocak" yakınları Karot sondajı numuneleri

Karot numunelerinden elde edilen verilere göre çalışma yapılan bölgede 5-13m arası barit kesilmiştir. Ara ara yan kayaçların 10 cm'sini geçmeyecek şekilde baritlerin gözlendiğini ve yan kayaç ile geçişli şekilde olduğu anlaşılmıştır.

Belirlenen çalışma takvimine ve plana uygun olarak araziden numune toplama işlemleri tamamlanmış, örnekler numune torbalarında, içlerine kodları ile birlikte lokasyonları ve bazı belirleyici jeolojik özellikleri (renk, yan kayaç, koordinat vb.) etiketlenmiş biçimde Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Maden Laboratuvarına, analizlere hazırlanması için taşınmıştır.

4.3. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları, öncelikle örneklerin kimyasal ve teknolojik analizlere hazırlanması şeklindedir. Kimyasal analizler hizmet alımı şeklinde yapılmıştır. Örnekler, kimyasal analizleri için Acme laboratuvarına gönderilmiştir. Araziden derlenen örneklerden her biri analiz için hazırlanmıştır. Barit numuneleri kimyasal analizlere hazırlanması için Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Maden yatakları laboratuvarına taşınmıştır (Şekil 4.18).

Şekil 4.18. Araziden alınan numunelerin laboratuvara taşınması

Örnekler XRD, XRF, ^{34}S izotop analizleri için Acme analitik laboratuvarına, ince kesit analizleri için İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Enstitüsü ince kesit laboratuvarına gönderilmiştir. Çalışmaların aşamaları fotoğraflarda aşamalı olarak Şekil 4.19'dan Şekil 4.25'e kadar yer almaktadır.

Şekil 4.19. Numunelerin analize hazırlanması kırma-öğütme işlemleri

Her numunenin hazırlanmasında öncelikli olarak kırma işlemi için jeolog çekicinden yararlanılmıştır. Retsch marka havan öğütücü ile öğütme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Her bir numune için yapılan kırma ve öğütme işlemlerinden sonra

jeolog çekiçi ve öğütücü önce saf su ile temizlenmiş, alkol ile tekrar temizleme işlemi yapılmış ve kompresör ile kurutma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4.20. Numunelerin analize hazırlanması havan ile öğütme işlemleri

Kimyasal analiz için gönderilen örneklerin bir kısmında jeolojik-mineralojik incelemeler yapılmıştır. Arazide alınan örneklere istasyonuna göre belirli numaralandırma ve isimlendirme yapılmıştır.

Şekil 4.21. Öğütülmüş numunelerin eleme işlemleri

Örneklerin 30 adedi Jeoloji Mühendisliği bölümü Maden Yatakları ve Jeokimya laboratuvarında, agat havan ile homojenize edilerek, 230 mesh (0,063 mm) eleklerde elenmiş ve etiketleme yapılarak analizlere hazırlanmıştır.

Şekil 4.22. Elenen numunelerin etiketleme-paketleme işlemleri

Şekil 4.23. Numunelerin numaralandırma ve paketleme işlemleri

Kimyasal analizler için elenmiş numuneler 15 gramlık kilitli numune torbalarına koyulmuş, örneklerin karışmaması için numaralandırılmış ve paketlere eklenmiştir.

Şekil 4.24. Numunelerin birbirine karışmasını önlemek için araç gereç ve cihaz temizleme ve kurutma işlemleri 1

Her bir numune için yapılan analiz işlemlerinden sonra jeolog çekiçi, öğütücü, elek ve kullanılan cihazlar önce saf su ile temizlenmiş, alkol ile tekrar temizleme işlemi yapılmış ve kompresör ile kurutma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4.25. Numunelerin birbirine karışmasını önlemek için araç gereç ve cihaz temizleme ve kurutma işlemleri 2

XRD, XRF ve ^{34}S izotop analizleri için 30 adet numune (Şekil 4.26) Acme Laboratuvarına gönderilmiştir. İnce kesit analizleri için 5 adet parmak büyüklüğündeki barit numuneleri İstanbul Teknik Üniversitesi İnce Kesit Laboratuvarına gönderilmiştir.

Şekil 4.26. Numunelerin kilitli numune torbaları ile paketlenmiş ve analize göndermek için hazırlanmıştır: I

Laboratuvar çalışmaları her örnek için aşamalı şekilde yapılmıştır. Toplam 30 adet örnek belirlenen kodlamaları ile birlikte analiz için hazırlanmış ve gönderilmiştir. Örneklerin XRD, XRF ve ^{34}S analiz sonuçları incelenmiş ve yorumlanmıştır.

4.3.1. XRD çalışmaları

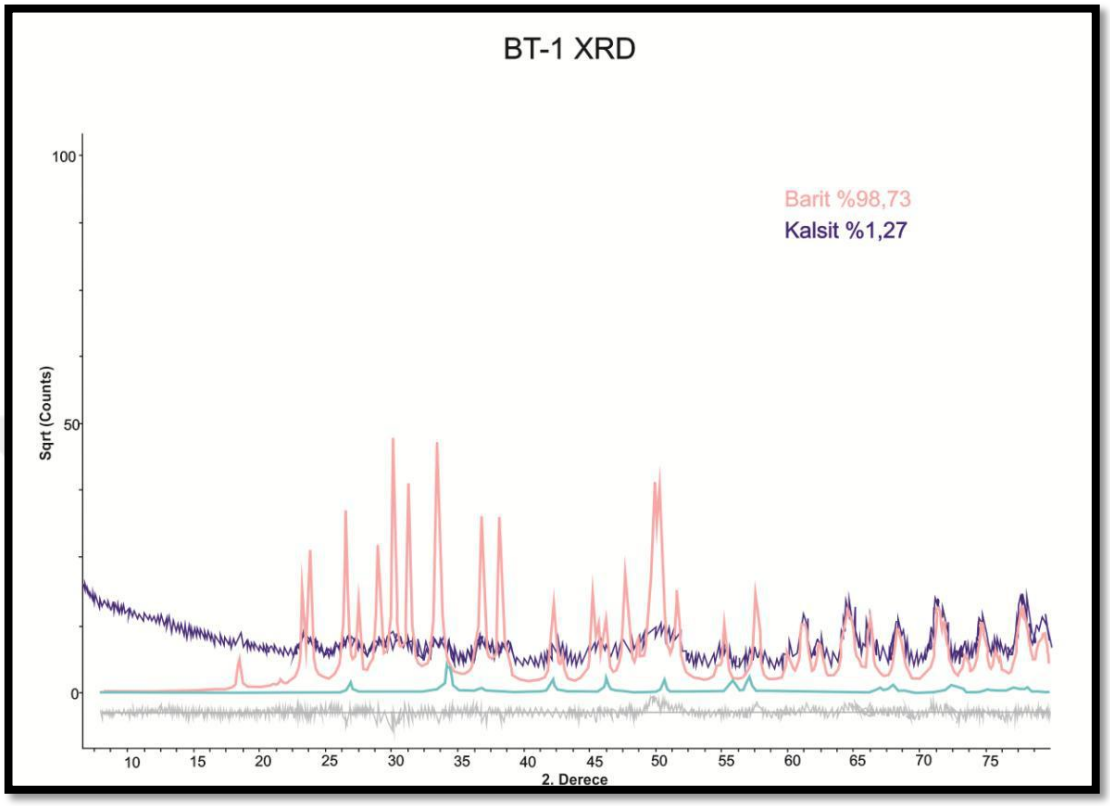
XRD, X-ışınıyla kırınma yöntemi, her kristalin ve fazının kendisine özgü olan atom dizilimleri ile ilişkili X-ışınlarının kırılması prensibine dayanmaktadır. Her bir kristal fazın kırınım özellikleri kendine özgü olup, kristalleri tanımlamaktadır (www.istac.com.tr). X-ışınları kırınımı ile analiz yöntemi esnasında numune tahribata uğratmaz ve az bir miktar numunenin bile (ince film, kristal, sıvı, ve toz hallerini) analizleri yapılmaktadır. XRD cihazı ile kristal fazdaki malzemeler, kayaçlar, polimerler ve ince filmler, nicel ve nitel olarak araştırmaları yapılabilmektedir (docplayer.biz.tr). XRD analizleri için laboratuvar çalışmaları sırasıyla yapılmış, 15 gr kaplar doldurulmuş, kilitli numune torbalarında paketlenmiş ve BT-1/BT-2/BT-22/BT23/BT24 numaralı örnekler XRD analizi için seçilmiş ve laboratuvara gönderilmiştir. XRD analizine gönderilen 5 adet örneğin içerisindeki mineraller yüzde (%) değeri olarak Çizelge 4.2'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. XRD analiz sonuçları

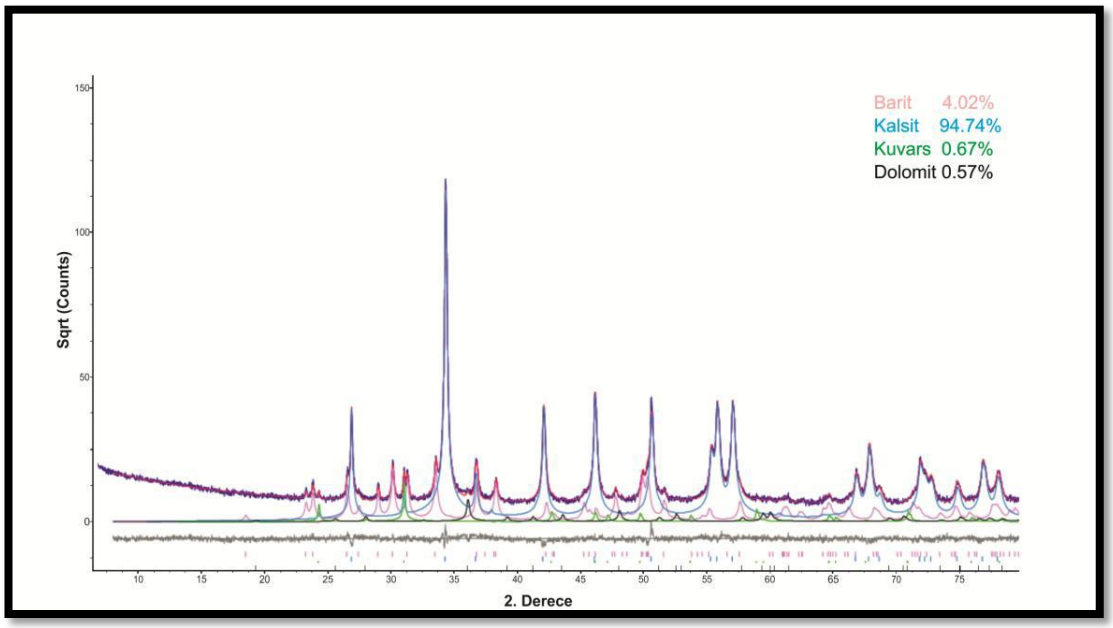
Mineral	**Kimyasal Formülü**	**BT1 (%)**	**BT2 (%)**	**BT22 (%)**	**BT23 (%)**	**BT24 (%)**
Barit	$BaSO_4$	98,7	4,0	100,0	98,1	98,9
Kalsit	$CaCO_3$	1,3	94,7			
Dolomit/Ankerit	$CaMg(CO_3)_2$/ $Ca(Fe^{2+},Mg,Mn)(CO_3)_2$		0,6			
Kuvars	SiO_2		0,7		1,0	1,1
Galen	PbS				0,9	
Toplam		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Sonuçlara göre örneklerimizin en saf olanı "Karalar/Gazipaşa bölgesi Büyük Ocak" galerisinden alınan % 100 barit olduğu saptanan BT-22 örneğidir. Diğer örneklerde de BT-2 yan kayaçtan alınmış olup %94,7 kalsit içermektedir. BT-22, BT-23. BT-24 örnekleri % 98'in üzerinde $BaSO_4$ içermektedir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında Karalar/Gazipaşa bölgesinde işletilmeye değer tenörü olan kaliteli barit içeren bir bölge olduğu düşünülmüştür.

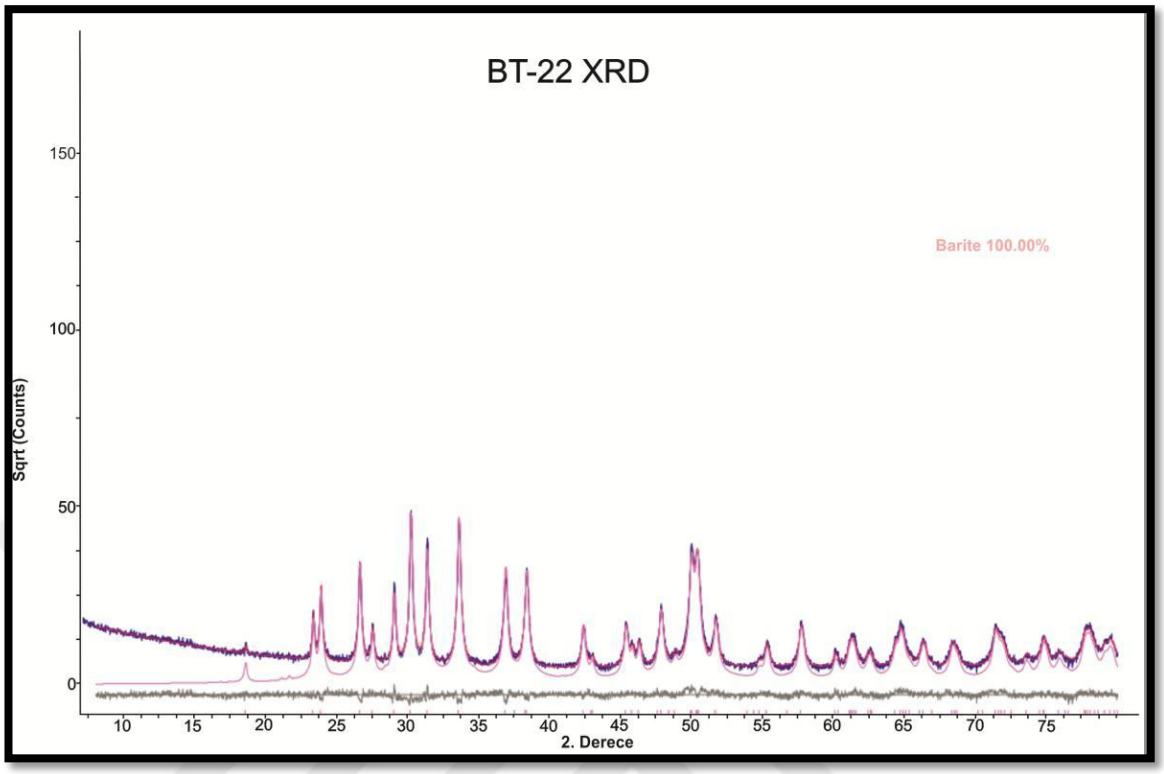
XRD diyagramları ve sonuçları EK-3'te yer almaktadır. XRD diyagramlarındaki barit ve diğer yan minerallerin görünümü Şekil 4.27,4.28,4.29,4.30,4.31'de görüldüğü gibidir.



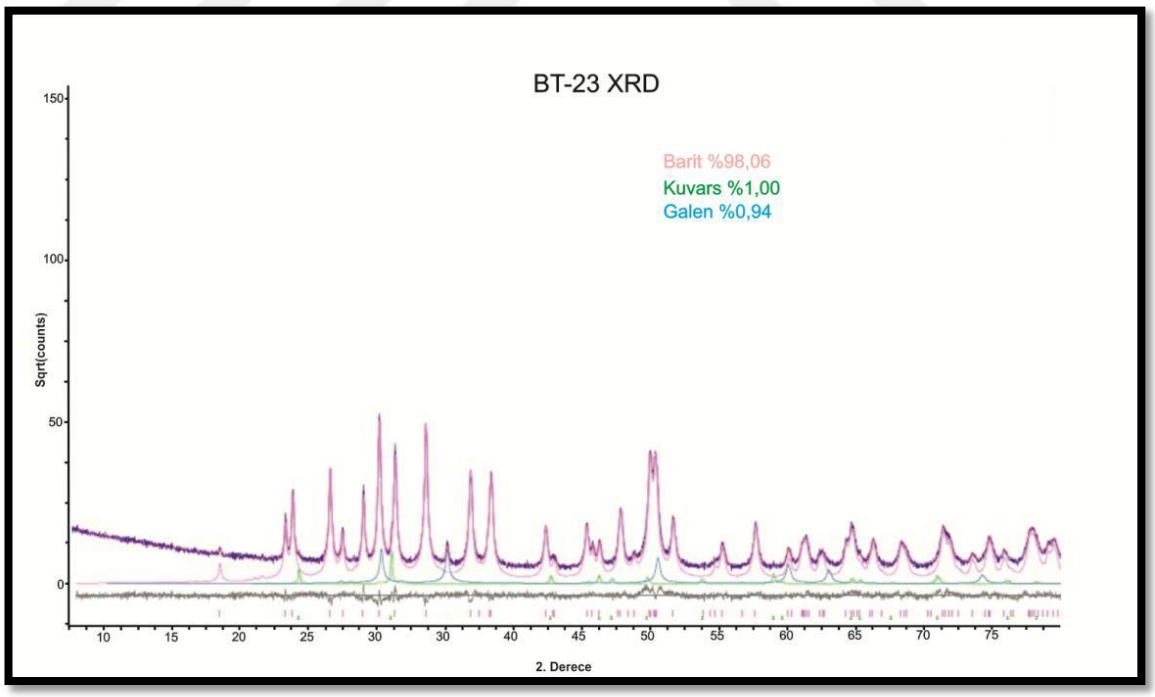
Şekil 4.27. BT-1 numaralı örneğin XRD diyagramındaki görünümü



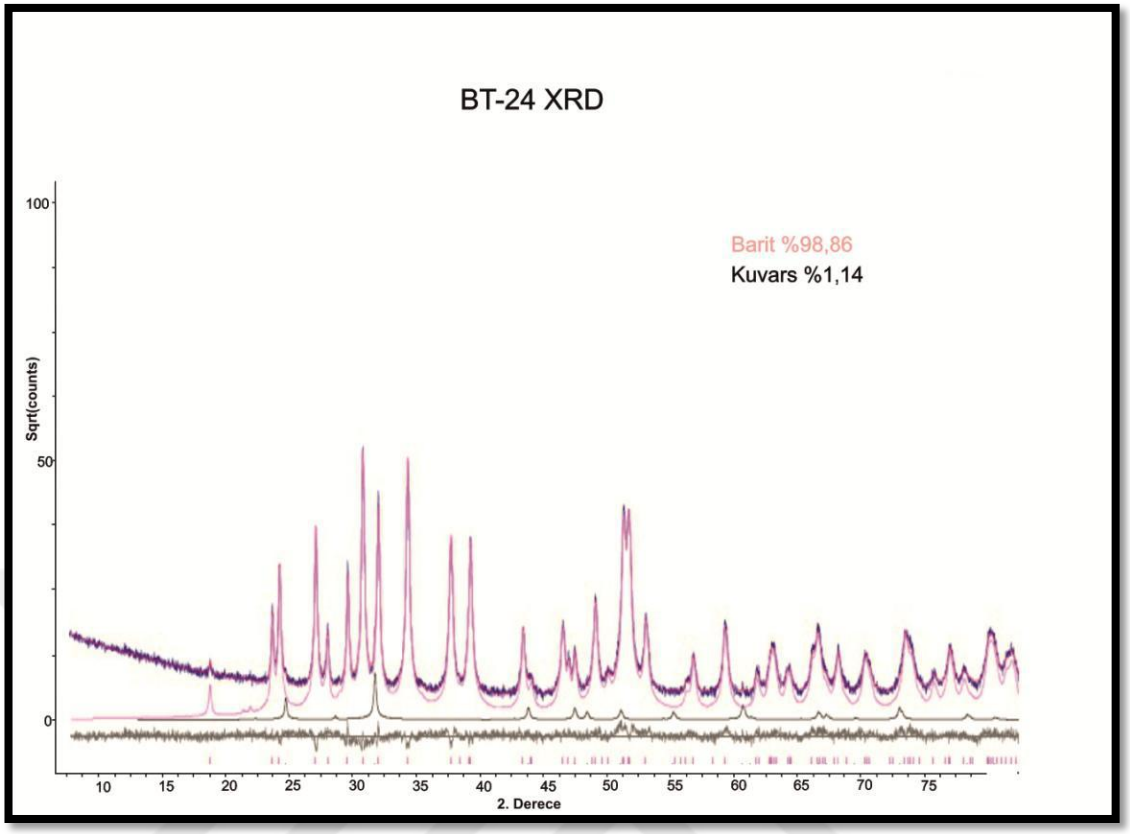
Şekil 4.28. BT-2 numaralı örneğin XRD diyagramındaki görünümü



Şekil 4.29. BT-22 numaralı örneğin XRD diyagramındaki görünümü



Şekil 4.30. BT-23 numaralı örneğin XRD diyagramındaki görünümü



Şekil 4.31. BT-24 numaralı örneğin XRD diyagramındaki görünümü

X-ışını difraktogramları, Bruker'in PDF-4 ve Search-Match yazılımı kullanılarak "Uluslararası Difraksiyon Merkezinde" analiz edilmiştir. Numunelerin X-ışını toz difraksiyon verileri, Rietveld programı Topas 4.2 (Bruker AXS) ile rafine edilmiştir.

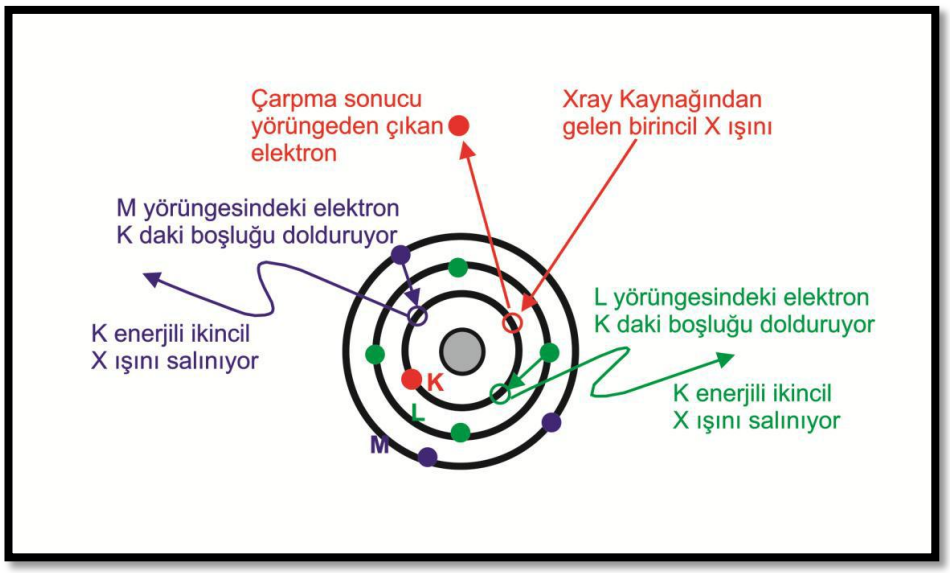
% 86-99 BaSO4 içeren barit oluşumlarının incelenmesi için yapılan XRD analizi sonuçlarına göre 4 adet örneklerin barit ve diğer mineral içerikleri yüzde olarak verilmiştir. Analiz edilen örneklerden BT-2 yan kayaçtan alınmış olup kalsit olarak belirtilmiştir. Baritler yan kayaç olarak galenit, dolomit, kalsit gibi kayaçlarla birlikte bulunurlar. Bu durum analiz sonuçlarına da yansımış olup BT-2 içerisinde % 4 barit ve % 1,3 kuvars+dolomit olarak görünmektedir. Diğer örneklerde ise % 98-% 100 barit gözlenmiştir.

4.3.2. XRF çalışmaları

Alman fizikçi W. Roentgen'in 1895'te tesadüfen keşfettiği X-ışınları olarak isimlendirilen ışın görülebilen ışığın içerisinde bulunduğu, elektromanyetik dalga spektrumu parçası olarak bilinmektedir (docplayer.biz.tr). Yeni maden sahalarının araştırılma, işletilme, son ürünlerin test edilmesi gibi alanlarda portatif XRF cihaz kullanımları gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır (www.madencilik-turkiye.com).

Gözle görülmesi mümkün olmayan, cisimlerin içerisinden geçebilen bu ışınlar ancak dedektörler ve özel filmler ile tespit edilmektedir. Cisimler atomların bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Atomun yapısı Bohr modeline baz alınarak incelenirse ortada nötron ve protonlardan oluşan çekirdeğin, etrafında elektronlar yer almaktadır. Burada elektron, K-L-M-N türündeki çeşitli enerji seviyelerinde yörüngeler içerisinde bulunmaktadırlar. X-Ray kaynağı (X-Ray için gerekli tüpler ve/veya radyoaktif olan kaynaklar) çıkan X-ışını malzeme içindeki elektronlar çarpışarak bulundukları yerden uzaklaştırır (Şekil 4.32). Çarpışmanın sonrasında boş kalan yerlere üzerindeki yörüngelerde farklı elektronlar yerleşmektedir. Elektronların doldurulması sırasında atom kendi özelliklerinde enerji seviyelerinde ikincil X-ışınları salınmaktadır. Tüm bu oluşan olaylar X-Ray Flüoresans analizi kısaca XRF olarak tanımlanır. Boşlukları kaplayan elektron hareket yeri Kb, Ka, La, Ma, Kg, Lb gibi isimler ile adlandırılarak çeşitli enerji düzlemlerindeki ışınmalar oluşmaktadır. Bahsedilen ışımalardaki enerjilerin spektrumu La=Lb, Ka>Kb'dir. Tüm elementlerin kendisini ayırt edici enerji düzeyine ait olduğu için elementlerin birbirlerinden ayırt edilebilmesi oldukça kolaydır. Malzeme içerisindeki elementlerin miktarı fazla ise piklerin değerleri de yüksek olmaktadır. Bu aşamada detektör malzemesinden dönen farklı ikincil X-ışınları algılanarak, sayısal olarak işaret işlemcisine (DSP) göndermektedir. İşlem birimi (CPU) olarak belirlenen işaretler ppm ya da % değerleri şeklinde ekrana aktarmaktadır (docplayer.biz.tr).

XRF tekniğinde atomik absorbsiyon spektrofotometre için asitte çözme gibi numune hazırlama tekniklerine gerek duyulmaz ve malzemeyi tahrip etmez. Portatif XRF makinaları ile doğadaki cevherler, sondaj yoluyla elde edilmiş toz haline getirilerek homojen olması sağlanmış özel kaplarındaki numuneler veya karotlar da analiz edilebilmektedir (www.madencilik-turkiye.com). Araziden alınan numuneler gerekli işlemlerden geçirildikten sonra laboratuvara gönderilmiştir.



Şekil 4.32. X-Ray Flüoresans elektron yörüngeleri

Araziden derlenen örneklerden 20 adedine XRF analizi yapılmıştır. 20 adet örnek üzerinde yapılan kimyasal analizlerin ölçüm aralıkları AQ200, LF100, XF700 olarak uygulanmıştır. Elde edilen değerler ppm cinsinden verilmiştir.

Acme laboratuvarına gönderilen örneklerin AQ200, LF100, XF700 analizleri yapılmış, bunlara ait ölçüm aralığı, ayrıntılı bilgi ve tablolar EK-4'de yer almaktadır. XRF analizi sonuçlarına göre BT-9 ve BT-15'de Ba değerinin düşük olduğu gözlenmektedir. BT-9 numunesi galenit içeren yan kayaçtan alınmış olup galenit içeriği yüksek baryum değerinin düşük olduğu saptanmıştır. BT-15 numunesi ise yine yan kayaçtan alınmış olup kalsit içerisinin yüksek olduğu belirlenmiştir. BT-6 numunesinin baryum değerinin yüksek olmasına rağmen silikat değerinin de yüksek olduğu saptanmıştır. Numunelere uygulanan XRF analizi ölçüm aralıkları incelenmiş ve elde edilen veriler, 20 adet numunenin 18 adetinde baryum değer aralığı (%) 29,12-58,78 arasında bulunduğu saptanmıştır. Diğer 2 adet numune de ise baryum değeri (%) 0,74-4,61 arasında yer almakta ve yan kayaç içeriğinin yoğun olduğu belirlenmiştir.

XRF analiz sonuçları tablosu Çizelge 4.3,4.4,4.5'de yer almaktadır. Alınan numunelerin jeolojik olarak analizleri değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.3. XRF analiz sonuçları 1

Method	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	TC000	TC000	LF100	LF100	LF100
Analyte	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	MnO	TiO2	P2O5	Cr2O3	Ba	LOI	SO3	Sr	TOT/C	TOT/S	Ba	Be	Co
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm
MDL	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-5.11	0.002	0.002	0.02	0.02	1	1	0.2
BT5	0.05	<0.01	0.07	0.02	<0.01	0.02	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	57.80	-0.15	>10	0.781	<0.02	13.75	>50000	<1	<0.2
BT6	30.70	1.11	3.99	6.32	0.07	<0.01	0.28	0.09	0.08	0.01	0.01	29.12	5.61	>10	0.398	1.40	7.50	>50000	<1	11.0
BT7	0.65	<0.01	<0.01	0.37	<0.01	0.03	0.02	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.06	0.15	>10	0.633	0.08	14.00	>50000	<1	0.3
BT8	1.00	<0.01	<0.01	1.23	<0.01	0.02	0.02	0.04	<0.01	<0.01	0.02	56.72	0.68	>10	0.626	0.24	13.48	>50000	<1	0.5
BT9	3.98	0.05	1.04	0.02	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.74	7.02	>10	0.023	0.26	11.40	6504	<1	2.2
BT10	0.92	<0.01	<0.01	2.67	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	55.20	1.46	>10	0.648	0.56	13.66	>50000	<1	<0.2
BT11	1.34	0.06	0.42	2.25	<0.01	<0.01	0.03	0.06	<0.01	<0.01	0.07	57.44	1.29	>10	0.676	0.45	13.30	>50000	<1	0.7
BT12	<0.01	<0.01	<0.01	0.32	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.60	0.15	>10	0.640	0.08	13.67	>50000	<1	<0.2
BT13	<0.01	<0.01	<0.01	0.22	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.60	0.04	>10	0.638	0.05	14.13	>50000	<1	<0.2
BT14	0.08	<0.01	<0.01	0.69	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	57.71	0.41	>10	0.629	0.14	13.53	>50000	<1	<0.2
BT15	<0.01	<0.01	0.10	51.00	0.41	<0.01	<0.01	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	4.61	40.19	2.650	0.062	11.18	1.24	48312	<1	<0.2
BT16	<0.01	<0.01	<0.01	0.18	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.78	0.07	>10	0.614	0.04	13.96	>50000	<1	<0.2
BT17	0.05	<0.01	<0.01	0.20	<0.01	0.02	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	57.89	0.15	>10	0.605	0.04	13.96	>50000	<1	<0.2
BT18	1.59	<0.01	<0.01	0.21	<0.01	0.02	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	57.62	0.17	>10	0.705	0.04	13.58	>50000	<1	<0.2
BT19	1.63	<0.01	0.09	0.98	<0.01	0.02	0.02	0.05	<0.01	0.01	0.02	56.72	0.80	>10	0.610	0.19	13.52	>50000	<1	<0.2
BT20	0.64	<0.01	<0.01	0.10	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.42	0.07	>10	0.632	<0.02	14.07	>50000	<1	<0.2
BT21	0.41	<0.01	<0.01	0.08	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.15	0.06	>10	0.637	0.02	13.97	>50000	<1	<0.2
BT28	8.88	0.17	0.50	6.47	0.02	0.04	0.07	0.09	<0.01	0.02	0.02	48.48	4.91	>10	0.540	1.42	11.25	>50000	<1	0.4
BT29	1.54	<0.01	0.04	0.45	<0.01	0.04	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	57.17	0.35	>10	0.596	0.09	13.53	>50000	<1	<0.2
BT30	0.90	0.02	0.05	0.51	<0.01	0.01	0.02	0.04	<0.01	0.01	0.02	58.06	0.43	>10	0.576	0.10	13.87	>50000	<1	<0.2

Çizelge 4.4. XRF analiz sonuçları 2

Method	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100
Analyte	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
MDL	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	1	0.5	0.1	0.2	0.1	8	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.02	0.3	0.05	0.02	
BT5	<0.1	<0.5	1.9	<0.1	<0.1	<1	5808.5	6.8	<0.2	<0.1	21	<0.5	0.3	1.4	3.4	1.0	0.05	<0.3	0.56	*	
BT6	1.1	<0.5	2.9	2.9	9.3	<1	3214.8	3.6	1.6	1.1	23	<0.5	68.2	3.1	13.2	18.9	1.90	6.7	1.07	*	
BT7	<0.1	1.4	1.8	<0.1	0.4	<1	4774.6	6.2	<0.2	<0.1	11	<0.5	0.7	1.1	2.7	1.2	0.12	0.5	0.34	*	
BT8	<0.1	1.5	2.2	<0.1	0.3	<1	4739.9	4.4	<0.2	<0.1	14	<0.5	0.4	1.4	3.1	1.5	0.13	0.5	0.36	*	
BT9	<0.1	1.7	<0.1	<0.1	<0.1	<1	102.6	0.1	<0.2	0.1	<8	<0.5	1.1	0.4	1.0	2.3	0.27	1.2	0.25	0.11	
BT10	<0.1	1.1	1.7	<0.1	<0.1	<1	4875.3	6.0	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.3	1.8	3.3	2.8	0.31	1.3	0.53	*	
BT11	<0.1	1.2	1.8	<0.1	0.4	<1	4888.6	4.2	<0.2	<0.1	<8	<0.5	1.3	1.5	3.7	2.2	0.20	0.9	0.43	*	
BT12	<0.1	0.9	1.7	<0.1	<0.1	<1	4671.2	4.7	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.2	1.0	2.3	0.7	<0.02	<0.3	0.39	*	
BT13	<0.1	0.9	1.7	0.4	<0.1	<1	4786.5	4.0	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.1	1.2	2.2	0.4	<0.02	<0.3	0.45	*	
BT14	<0.1	0.9	2.1	0.4	<0.1	<1	4810.4	5.2	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.2	1.3	2.1	0.8	0.06	<0.3	0.41	*	
BT15	<0.1	1.0	0.4	0.3	<0.1	<1	849.2	0.9	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.3	3.6	2.8	8.2	1.24	6.7	1.36	1.16	
BT16	<0.1	1.1	2.5	<0.1	0.5	<1	4577.5	6.0	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.2	1.1	2.2	<0.1	<0.02	<0.3	0.34	*	
BT17	<0.1	0.9	1.8	<0.1	0.6	<1	4652.3	4.7	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.1	1.3	2.1	0.2	<0.02	<0.3	0.47	*	
BT18	<0.1	0.9	2.1	<0.1	0.6	<1	5374.5	5.5	<0.2	<0.1	<8	<0.5	<0.1	1.3	2.0	0.2	<0.02	<0.3	0.35	*	
BT19	<0.1	1.0	2.0	0.2	<0.1	<1	4511.1	4.7	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.6	1.2	2.4	0.5	0.12	0.5	0.34	*	
BT20	<0.1	1.0	1.7	0.2	0.5	<1	4674.5	5.5	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.2	0.9	1.8	0.3	<0.02	<0.3	0.28	*	
BT21	<0.1	0.7	1.8	0.1	0.5	<1	4691.5	3.4	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.1	1.0	1.8	<0.1	<0.02	<0.3	0.33	*	
BT28	<0.1	1.3	1.7	0.3	0.7	<1	3977.1	2.8	<0.2	0.2	<8	<0.5	3.0	1.9	3.1	3.2	0.37	1.6	0.69	*	
BT29	<0.1	0.8	1.7	<0.1	<0.1	<1	4511.4	4.9	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.3	1.2	1.9	0.4	<0.02	<0.3	0.35	*	
BT30	<0.1	0.7	2.0	0.1	<0.1	<1	4191.9	4.1	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.5	1.0	2.0	0.5	<0.02	<0.3	0.34	*	

Çizelge 4.5. XRF analiz sonuçları 3

Method	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200
Analyte	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm
MDL	0.05	0.01	0.05	0.02	0.03	0.01	0.05	0.01	0.1	0.1	0.1	1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.01	0.1	0.5
BT5	3.27	0.05	1.40	<0.02	<0.03	0.01	0.24	0.02	<0.1	55.2	>10000	14	<0.1	9.9	0.5	12.7	<0.1	4.2	2.4	1.69	0.2	<0.5
BT6	2.44	0.10	0.93	0.08	0.31	0.05	0.36	0.05	1.5	555.8	4553.1	185	5.5	308.4	0.5	48.2	<0.1	0.4	1.7	3.98	21.0	<0.5
BT7	2.82	0.04	1.28	<0.02	<0.03	0.01	0.20	0.02	0.6	94.6	94.8	105	0.4	1.6	0.7	1.9	<0.1	0.2	4.6	1.66	<0.1	<0.5
BT8	3.18	0.06	1.48	<0.02	<0.03	0.02	0.21	0.02	0.2	67.1	209.3	39	0.2	1.7	0.7	1.6	<0.1	0.1	0.8	1.78	0.1	<0.5
BT9	0.18	0.02	0.07	<0.02	<0.03	<0.01	<0.05	<0.01	2.0	498.6	>10000	1673	2.6	106.1	16.9	246.9	0.5	22.2	<0.5	17.10	5.9	0.7
BT10	2.86	0.08	1.43	0.02	0.07	0.01	0.16	0.01	<0.1	47.2	2928.9	4	<0.1	0.9	<0.1	1.1	<0.1	0.6	<0.5	0.72	0.1	<0.5
BT11	3.03	0.06	1.31	<0.02	<0.03	0.02	0.14	0.01	0.2	124.7	>10000	65	<0.1	7.1	0.5	8.0	<0.1	1.9	<0.5	4.03	1.8	<0.5
BT12	2.94	0.05	1.43	<0.02	<0.03	0.01	0.16	0.01	<0.1	10.2	53.2	8	<0.1	<0.5	0.4	0.5	<0.1	<0.1	2.4	0.23	<0.1	<0.5
BT13	3.16	0.04	1.60	<0.02	<0.03	<0.01	0.12	0.01	<0.1	11.8	25.2	5	<0.1	<0.5	0.2	0.3	<0.1	<0.1	2.0	0.24	<0.1	<0.5
BT14	2.82	0.05	1.44	<0.02	<0.03	0.01	0.13	<0.01	<0.1	8.7	337.9	5	<0.1	0.7	<0.1	0.9	<0.1	<0.1	<0.5	0.26	<0.1	<0.5
BT15	1.62	0.12	0.66	0.09	0.18	0.02	0.13	0.02	<0.1	4.3	35.3	3	1.7	<0.5	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	3.0	0.10	<0.1	<0.5
BT16	3.87	0.04	1.28	<0.02	<0.03	<0.01	0.13	<0.01	<0.1	29.4	39.3	19	0.1	1.4	0.1	2.9	<0.1	<0.1	<0.5	0.31	<0.1	<0.5
BT17	3.21	0.05	1.39	<0.02	<0.03	<0.01	0.11	<0.01	<0.1	25.8	32.2	16	0.1	0.6	<0.1	2.0	<0.1	<0.1	0.6	0.30	<0.1	<0.5
BT18	3.22	0.04	1.55	<0.02	<0.03	<0.01	0.15	<0.01	<0.1	48.1	35.8	4	<0.1	1.5	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.8	0.21	<0.1	<0.5
BT19	2.62	0.05	1.12	<0.02	<0.03	<0.01	0.11	<0.01	0.1	55.1	121.2	14	0.4	12.8	0.2	0.7	<0.1	<0.1	<0.5	2.49	0.2	<0.5
BT20	2.63	0.04	1.09	<0.02	<0.03	<0.01	0.09	<0.01	<0.1	33.8	20.3	3	<0.1	1.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	0.65	<0.1	<0.5
BT21	2.72	0.04	1.25	<0.02	<0.03	<0.01	0.07	<0.01	<0.1	32.2	24.2	3	<0.1	1.2	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.5	0.47	<0.1	<0.5
BT28	2.60	0.06	1.09	0.02	0.09	0.02	0.19	0.01	0.2	801.8	229.3	296	1.3	223.3	4.0	5.2	<0.1	0.5	0.8	9.33	0.3	<0.5
BT29	2.79	0.04	1.23	<0.02	<0.03	<0.01	0.09	<0.01	0.1	43.0	62.0	9	0.4	8.4	0.1	0.6	<0.1	<0.1	<0.5	1.82	<0.1	<0.5
BT30	2.95	0.05	1.21	<0.02	<0.03	<0.01	0.10	<0.01	<0.1	59.7	71.3	15	0.4	8.6	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	<0.5	2.68	<0.1	<0.5

XRF sonuçlarına göre elde edilen sayısal veriler istatistiksel olarak tablolara aktarılmış ve alınan numuneler arasında istatistik veriler elde edilmiştir. Yapılan istatistikler doğrultusunda numunelerin Ba değerleri dikkate alınmış ve burada kökensel ilişkileri, korelasyon analizleri, Ba/Sr değerlerinin analizi yapılmıştır. XRF sonuçlarından elde edilen verilere göre Ba/Sr oranları hesaplandığında değerler 350 ile 500 arasında seyretmekte olup 2 örnekte farklılık göstermektedir. Bu örnekler BT-9, BT-15 olduğu saptanmıştır. Ba/Sr oranları tablo haline getirilmiş ve Çizelge 4.6'da yer almaktadır.

XRF sonuçlarından elde edilen verilere göre Ba değeri % 0,01ve Sr değeri % 0,002 olarak verilmiştir. Ba/Sr oranları tablosu yapılırken Ba ve Sr değerlerinin birimleri gr cinsine dönüştürülmüş ve Ba/Sr oranları gr cinsinden hesaplanmıştır.

Ba/Sr oranları incelendiğinde BT-6 numunesinin silikat içeriğinin yüksek olmasına rağmen Ba/Sr oranı 365,83 olup ortalama değerde olduğu belirlenmiştir. BT-9 örneğinde Ba/Sr oranı 16,09 olduğu ve yoğun galen içeriğinden dolayı BT-9 örneğinin galenit olduğu saptanmıştır. BT-15 numunesinin Ba/Sr oranı 37,18 olup BT-15 örneğinin kalsit olduğu belirlenmiştir. Ba/Sr oranları ortalama 350-500 arasında değişmektedir. Bu değerin altında kalan değere sahip olan numuneler yan kayaçlardan alınan numuneleri temsil etmektedir. Belirtilen değer aralığında bulunan numunelerin yoğun baryum içeriğine sahip örnekler olup yoğun barit içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. BT-30 numunesi, "Büyük Ocak" barit ocağının içerisinden alınmış olup 503,99 Ba/Sr değeri ile en yüksek değere sahiptir. XRF analizi yapılan 20 adet örnekten elde edilen verilere göre Ba/Sr oranlarının minimum değerleri 16,09 ve 37,18 olarak verilmiştir. Ba/Sr oranının maksimum değeri ise 503,99 olarak belirlenmiştir.

XRF kimyasal analizi uygulanan örneklerde Ba/Sr oranları hesaplanmış ve burada minimum değere sahip numunelerin yan kayaçtan maksimum değere sahip numunenin ise galeri içerisinden alındığı saptanmıştır.

Çizelge 4.6. XRF Analiz Sonuçlarına göre Ba/Sr oranları

Örnek	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700
	Ba	Ba (gr)	Sr	Sr (gr)	Ba (gr) / Sr (gr)
	%		%		
	0,01		0,002		
BT5	57,8	0,58	0,78	0,00156	370,04
BT6	29,12	0,29	0,4	0,0008	365,83
BT7	58,06	0,58	0,63	0,00127	458,61
BT8	56,72	0,57	0,63	0,00125	453,04
BT9	0,74	0,01	0,23	0,00046	16,09
BT10	55,2	0,55	0,65	0,0013	425,93
BT11	57,44	0,57	0,68	0,00135	424,85
BT12	58,6	0,59	0,64	0,00128	457,81
BT13	58,6	0,59	0,64	0,00128	459,25
BT14	57,71	0,58	0,63	0,00126	458,74
BT15	4,61	0,05	0,62	0,00124	37,18
BT16	58,78	0,59	0,61	0,00123	478,66
BT17	57,89	0,58	0,61	0,00121	478,43
BT18	57,62	0,58	0,71	0,00141	408,65
BT19	56,72	0,57	0,61	0,00122	464,92
BT20	58,42	0,58	0,63	0,00126	462,18
BT21	58,15	0,58	0,64	0,00127	456,44
BT28	48,48	0,48	0,54	0,00108	448,89
BT29	57,17	0,57	0,6	0,00119	479,61
BT30	58,06	0,58	0,58	0,00115	503,99

Barit örneklerinin faktör analiz değerleri çizelgede görüldüğü üzere; birinci faktör 19,917 lik yüksek "Eigenvalues" öz değer ile toplam varyansın %35,567'sini açıklamaktadır. İkinci faktör, 14,628'lik özdeğer ile toplam varyansın %26,121'ini temsil etmektedir. Üçüncü faktör, 8,835'lik özdeğer ile toplam varyansın %15,777'sini temsil etmektedir. Dördüncü faktör, 4,020'lik özdeğer ile toplam varyansın %7,179'unu temsil etmektedir. Beşinci faktör, 2,569'luk özdeğer ile toplam varyansın %4,587'sini temsil etmektedir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Barit Örneklerinin Faktör Analiz Değerleri

Toplam Varyans Açıklama Oranı						
Faktör	Başlangıç Öz değerleri			Kare Yüklemelerin Çıkarma Toplamları		
	Toplam	Varyans açıklama (%)	Kümülatif (%)	Toplam	Varyans açıklama (%)	Kümülatif (%)
1	19,917	35,567	35,567	19,917	35,567	35,567
2	14,628	26,121	61,688	14,628	26,121	61,688
3	8,835	15,777	77,465	8,835	15,777	77,465
4	4,020	7,179	84,644	4,020	7,179	84,644
5	2,569	4,587	89,231	2,569	4,587	89,231

Karalar/Gazipaşa bölgesinin genelinde bütün elementler beş bileşen ile temsil edilmiştir. Beş faktörün kullanıldığı PCA analizi dikkate alındığında, F1 faktörü SiO_2, MgO, Na_2O, TiO_2, Ba, Sr, TOTS, Cs, Rb, Th, Zr, Ce, Dy, Ni, As, Tl içermekte; F2 faktörü MnO, Ba, Yb, Cd, Sb, Bi, Ag, Se içermekte, F3 faktörü LOI, SO_3, TOTC, Ga, içermekte, F4 faktörü K_2O, Pr, Nd, Tm, Mo, Cu içermekte, F5 faktörü P_2O_5, Tm, Lu, Pb içermektedir. XRF sonuçlarına göre numunelerin içerdiği elementlerin F1,F2, F3, F4, F5 faktörlerine göre değerleri Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da verilmektedir.

Çizelge 4.8. Kimyasal Elementlerin Bileşen Değerleri İlişkisi

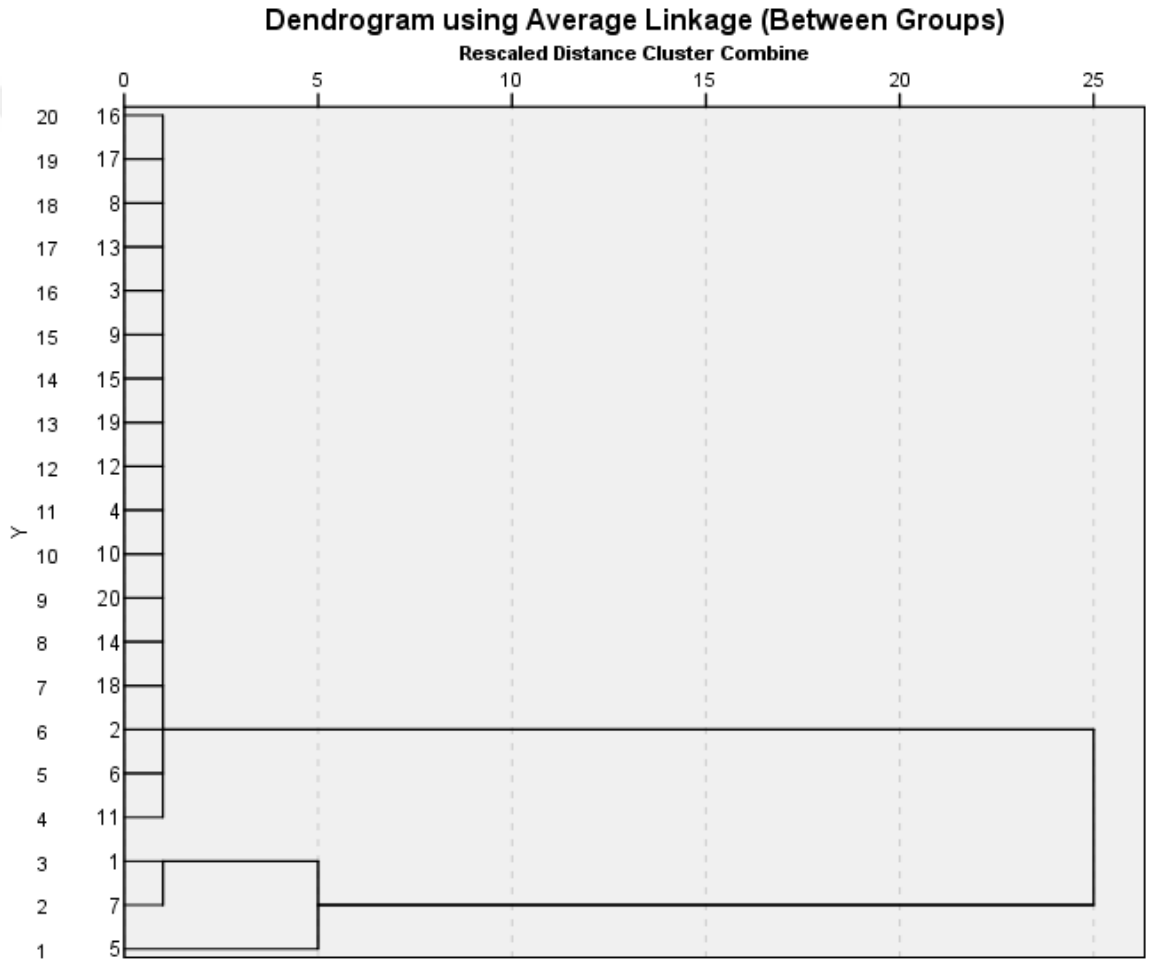
	BİLEŞEN				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
SiO_2	,787				
Al_2O_3		,549			
Fe_2O_3	,577				
MgO	-,739				
Na_2O	,809				
K_2O				,627	
MnO	,506	-,825			
TiO_2	-,720	-,557			
P_2O_5					,564
Cr_2O_3	,581	-,633			
Ba	-,847				
LOI	,563		-,810		
SO_3			,900		
Sr	-,775				
TOTC			-,851		
TOTS	-,774		,609		
Ba LF100		,848			
Co	,694				
Cs	,720	,557			
Ga	,526				
Hf		,607	,700		
Nb	,545				
Rb	,741	,530			
Sr LF100	-,759	,526			
Ta	-,668	,497			
Th	-,720	-,557			
U		,696			
Zr	,731	,548			
Y	,627	,538	-,531		
La	,677	,651			

Çizelge 4.9. Kimyasal Elementlerin Bileşen Değerleri İlişkisi

	BİLEŞEN				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Ce	,879				
Pr				,652	
Nd	,534			,523	
Sm	,699		-,556		
Gd	-,668	,655			
Tb	,560	,525	-,555		
Dy	-,726	,590			
Ho	-,648				
Er	-,636				
Tm				,520	-,569
Yb		-,819			
Lu					-,512
Mo				,580	
Cu	,673			-,527	
Pb					,599
Ni	,906				
As	,792				
Cd		-,842			
Sb	,560	-,734			
Bi		,846			
Ag		-,848			
Tl	,806				
Se		,846			

20 adet barit örneğinin XRF sonuçlarına göre yapılan, Hierarchical Cluster Analysis dendogramı yapılmıştır. Dendograma gore BT-16, 17, 8, 13, 3, 9, 15, 19, 12, 4, 10, 20, 14, 18, 2, 6 ve 11 kendi arasında; BT1 ve BT7 kendi arasında benzerlik sunmaktadır. BT-1, BT-7 ve BT-5 öncekilerin tamamına benzemez. BT-1, BT-7 ve BT-5 birbirine benzer fakat BT5 daha az benzer.

Barit örneklerindeki benzer gruplar, örneklerin kendileri arasındaki benzerliklerini ifade eder. Ancak, benzerliği olmayan örneklerin, kendine özgü durumu bulunmaktadır. Barit örneklerine göre yapılan hiyerarşik grup analiz dendogramına göre, Q tipi kümenin %50'lik benzerlik seviyesinde, çeşitliliğin genel olarak 2 (iki) grupta oluştuğu gözlenmiş ve Şekil 4.33'de yer almaktadır.



Şekil 4.33. Baritlerin Hierarchical Cluster Analysis dendogramı

XRF sonuçları, Model Summary ve Anova'ya göre hesaplanmıştır. Hesaplamada, Ba'ya göre Regresyon verilerine bakılmıştır. Regresyon denkleminin açıklayıcılık yüzdesi R^2= % 100 olup, hata payı bulunmamaktadır. Analiz sonuçları çok önemli düzeyde doğruluk vermektedir. Ba elementinin değişimini 19 (Se, Ce, Pr, Au, SO_3, Al_2O_3, P_2O_5, Ga, Lu, Mo, Er, Nb, Tm, K_2O, Hf, Cu, Pb, Ni, TOTC) açıklayıcı değişken, yüksek düzeyde açıklamaktadır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Model Summary ve Anova'ya göre XRF sonuçları

Model Summary

Model	R	"R Square"	"Adjusted R Square"	"Std. Error of the Estimate"
1	1,000[a]	1,000	.	.

Predictors: (Constant), Se, Ce, Pr, Au, SO_3, Al_2O_3, P_2O_5, Ga, Lu, Mo, Er, Nb, Tm, K_2O, Hf, Cu, Pb, Ni, TOTC

ANOVA[a]

Model		"Sum of Squares"	df	"Mean Square"	F	Sig.
1	Regression	5880,324	19	309,491	.	.[b]
	Residual	,000	0	.		
	Total	5880,324	19			

a. Dependent Variable: Ba

b. Predictors: (Constant), Se, Ce, Pr, Au, SO_3, Al_2O_3, P_2O_5, Ga, Lu, Mo, Er, Nb, Tm, K_2O, Hf, Cu, Pb, Ni, TOTC

Korelasyon matriksine göre farklı elementler ve mineral bileşikleri kendi aralarında yüksek ve orta dereceden yakınlık/uzaklık gösterirler. Bunlar arasında yüksek pozitif ilişki (**0.01) içeren elementler ve bileşikler (**Ba** ile LOI, SO3, Sr, TOTC, TOTS, Ta, Sm, Dy, Bi, Se; **Sr** ile Ba, Ga, Rb, Gd, Dy, Bi, Se, SO_3; **Co** ile Cs, Ga, Nb, Rb, V, Zr, La, Ce, Nd, Ni, As, Tl, SiO_2, Fe_2O_3; **U** ile Al_2O_3, Ba, Ta, Gd, Dy, Bi, Se) şeklinde sıralanabilir. Bu ilişki elementlerin aynı kökenden geldiklerini işaret etmektedir (Çizelge 4.11, 4.12, 4.13).Ayrıca korelasyon matrisi EK-6' da yer almaktadır.

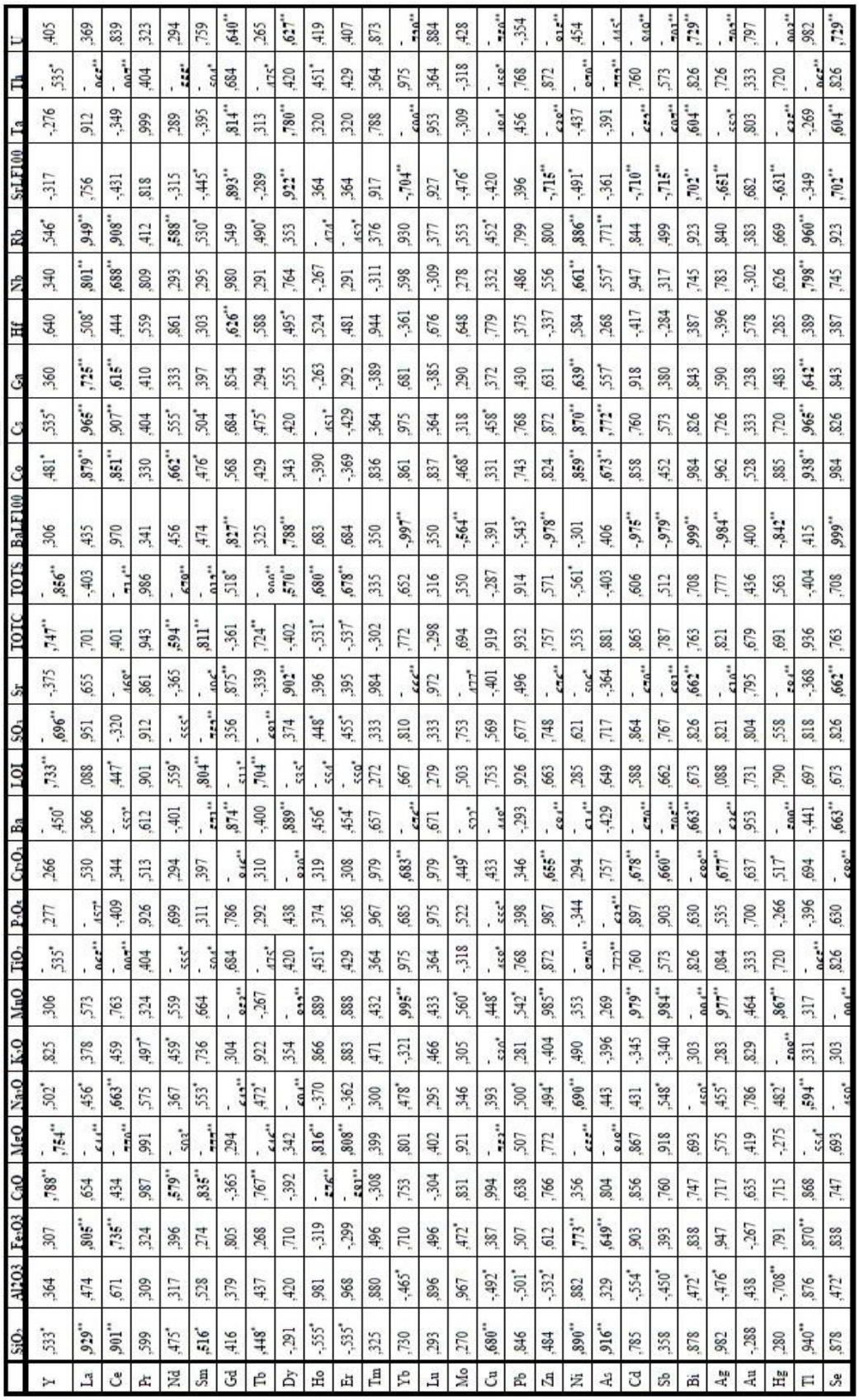
Çizelge 4.11. Korelasyon Matrisi 1

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	MnO	TiO_2	P_2O_5	Cr_2O_3	Ba	LOI	SO_3	Sr	TOTC	TOTS	BaLF100	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	SrLF100	Ta	Th	U
SiO_2	1																											
Al_2O_3	,962	1																										
Fe_2O_3	,823**	,276	1																									
CaO	,782	,759	,588	1																								
MgO	-,[illegible]**	,115	-,419	-,492*	1																							
Na_2O	,479*	,127	,320	,509*	-,423	1																						
K2O	-,287	,620**	,844	,617	,338	,181	1																					
MnO	,704	-,486*	,780	,967	,991	,527*	-,322	1																				
TiO2	-,[illegible]**	,454	-,[illegible]**	,820	,605**	-,459*	,474	,969	1																			
P_2O_5	-,[illegible]**	,327	,450	,977	,576**	,802	,566**	,754	,460*	1																		
Cr_2O_3	,898	-,282	,582	,660**	,453	,681**	,691	,739**	,719	,462	1																	
Ba	-,355	,290	,416	-,[illegible]**	,463*	-,[illegible]**	,407	-,[illegible]**	,283	,788	-,[illegible]**	1																
LOI	,706	,985	,660	,984**	-,484*	,593**	,787	,430	,790	,950	,779**	-,[illegible]**	1															
SO3	,782	,644	,366	-,[illegible]**	,350	-,459*	,432	,921	,826	,630	-,[illegible]**	,611**	-,[illegible]**	1														
Sr	-,279	,283	,579	-,[illegible]**	,414	-,[illegible]**	,355	-,[illegible]**	-,391	,716	-,[illegible]**	,971**	-,[illegible]**	,615**	1													
TOT	,877	,666	,504	,969**	-,457*	,477*	,446	,966	,880	,833	,647**	-,[illegible]**	,954**	-,[illegible]**	-,[illegible]**	1												
TOT	-,420	,953	,447	-,[illegible]**	,693**	-,[illegible]**	,902	,432	,387	,468	-,[illegible]**	,803**	-,[illegible]**	,865**	,765**	-,[illegible]**	1											
BaLF100	,886	,468*	,865	,871	,736	-,477*	,296	-,[illegible]**	,819	,616	-,[illegible]**	,688**	,560	,954	,687**	,885	,605	1										
Co	,885**	,296	,829**	,790	-,496*	,428	,937	,866	-,[illegible]**	-,402	,928	-,316	,724	,944	,305	,802	-,381	,986	1									
Cs	,959**	,454	,873**	,820	-,[illegible]**	,459*	,474	,969	-,[illegible]**	-,460*	,719	-,283	,790	,826	,391	,880	-,387	,819	,957**	1								
Ga	,636**	,563	,488*	,937	-,391	,318	,642	,762	-,[illegible]**	,334	,886	,354	1,000	,721	,887	,707	,322	,853	,638**	,673**	1							
Hf	,438	,320	,531*	-,[illegible]**	,959	-,310	,642	-,422	-,505*	-,334	-,[illegible]**	,557*	-,[illegible]**	,669**	,589**	-,[illegible]**	,451*	,414	,445*	,505*	,352	1						
Nb	,740**	,384	,771**	,639	-,319	,416	,658	,695	-,[illegible]**	,779	,729	,392	,715	,430	,711	,571	,439	,768	,732**	,796**	,674**	,482*	1					
Rb	,951**	,470	,837**	,733	-,[illegible]**	,462*	,561	,929	-,[illegible]**	-,483*	,852	-,321	,688	,923	,308	,790	-,414	,920	,972**	,991**	,679**	,456*	,772**	1				
SrLF100	,270	,341	,655	-,[illegible]**	,388	-,[illegible]**	,282	-,[illegible]**	,465	,686	-,[illegible]**	,963**	-,[illegible]**	,575**	,996**	-,544*	,725**	,725**	,371	,465	,945	,597**	,796	,372	1			
Ta	,313	,472*	,846	-,522*	,437	-,[illegible]**	,307	-,[illegible]**	,642	,450	-,[illegible]**	,832**	-,[illegible]**	,491*	,875**	-,446*	,642**	,624**	,615	,642	,660	,582**	,703	,560	,889**	1		
Th	-,[illegible]**	,454	-,[illegible]**	,820	,605**	-,459*	,474	,969	1,000**	,460*	,719	,283	,790	,826	,391	,880	,387	,819	-,[illegible]**	-,[illegible]**	-,[illegible]**	-,505*	-,[illegible]**	-,[illegible]**	,465	,642	1	
U	,719	,643**	,658	,919	,312	,313	,401	-,750**	,500	,445	-,477*	,496*	,670	,766	,506*	,893	,665	,727**	,385	,500	,867	,377	,571	,551	,548*	,601**	,500	1

Çizelge 4.12. Korelasyon Matrisi 2

	V	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
V	1																													
Zr	,697**	1																												
Y	,379	,539*	1																											
La	,761**	,967**	,634**	1																										
Ce	,616**	,911**	,789**	,913**	1																									
Pr	,513	,444	,988	,819	,767	1																								
Nd	,320	,542*	,675**	,492*	,650**	,568**	1																							
Sm	,376	,508*	,969**	,579**	,781**	,931**	,735**	1																						
Gd	,736	,654	,671	,966	-,289	,323	,702	,332	1																					
Tb	,330	,474*	,959**	,592**	,736**	,812**	,591**	,915**	,717	1																				
Dy	,997	,393	,523	,730	-,379	,569	,447	-,280	,914**	,627	1																			
Ho	,364	-	-	-	-	-	-,414	-	,291	-	,266	1																		
Er	,403	-	-	-	-	,626	-,404	-	,291	-	,264	1,000**	1																	
Tm	-,421	,341	-	-,402	-,389	,571**	,881	-	,938	-	,667	,493*	,493*	1																
Yb	,846	,996	-,303	,573	,867	,305	,438	,472	-	-,325	-	,714	,712	,418	1															
Lu	-,417	,342	-	-,407	-,380	,350	,883	-	,785	-	,530	,495*	,496*	,79**	,415	1														
Mo	,453	,305	,979	,477	,310	,267	,442	,574	-	-	-	,740	,762	,496	,571**	,489	1													
Cu	,268	,492*	,350	,446*	,501*	,358	,956	,275	-	,622	-	-,524*	-	,374	,427	,363	,589	1												
Pb	,266	,799	,445	,943	,906	-	,337	,694	,343	,436	-,357	,422	,421	,519	,556*	,521	,381	,395	1											
Zn	,884	,823	,270	,743	,694	-,267	,407	,592	-	-,298	-	,992	,987	,543	,985**	,545	,516*	,566**	,534*	1										
Ni	,571**	,876**	,525*	,813**	,894**	,787	,558*	,568**	-	,453*	-	-,540*	-	,288	,336	,286	,538*	,610**	,449	,380	1									
As	,495*	,796**	,435	,748**	,767**	,918	,313	,465*	-,332	,330	-,422	-,608**	-	,300	,306	,283	,362	,909**	,839	,363	,815**	1								
Cd	,583	,811	-,286	,422	,982	-,265	,368	,533	-	-,315	-	1,000	,995	,474	,974**	,419	,516*	,530*	,506*	,986**	,300	,294	1							
Sb	,798	,548	,333	,980	,484	,368	,671	,678	-	,269	-	,900	,886	,487	,989**	,484	,608**	,491*	,570**	,981**	,457*	,350	,954**	1						
Bi	,679	,853	,333	,437	,988	,339	,403	,401	,812**	,351	,773**	,630	,630	,331	-	,331	-	-	-	-	-,296	,399	-	-	1					
Ag	,867	,749	-,345	,398	,875	,286	,438	,402	-	-,367	-	,505	,506	,360	,983**	,359	,566**	,355	,657**	,956**	,276	,505	,953**	,968**	-,985**	1				
Au	-,346	,310	-,334	-,280	,339	,566	,343	-,346	,399	,304	,281	,320	,330	,366	,465	,386	,912	-,269	,502	,596	,489	-,328	,608	,528	,395	,383	1			
Hg	,954	,635	,466	,929	,534	-,365	-,268	,783	-	,350	-	-,383	-,361	,573	,315	,572	,461*	,526*	,749	,276	,926**	,788**	,490	,372	,410	,498	,527	,382	1	
Tl	,631**	,966**	,434	,892**	,884**	,454	,517*	,438	,294	,366	,380	-,383	-,361	,573	,315	,572	,461*	,526*	,749	,276	,926**	,788**	,490	,372	,410	,498	,527	,382	1	
Se	,679	,853	,333	,437	,988	,339	,403	,401	,812**	,351	,773**	,630	,630	,331	,998**	,331	,561*	,396	,546*	,980**	,296	,399	,975**	,981**	1,000**	,985**	,395	,846**	,410	1

Çizelge 4.13. Korelasyon Matrisi 3



	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	MnO	TiO2	P2O5	Cr2O3	Ba	LOI	SO3	Sr	TOTC	TOTS	BaLF100	Co	Cs	Ca	Hf	Nb	Rb	SrLF100	Ta	Th	U
Y	,533*	,364	,307	,788**	-,754**	,502*	,825	,306	-,535*	,277	,266	-,450*	,733**	-,696**	-,375	,747**	-,856**	,306	,481*	,535*	,360	,640	,340	,546*	-,317	-,276	-,535*	,405
La	,929**	,474	,805**	,654	-,663**	,456*	,378	,573	-,965**	-,457*	,530	,366	,088	,951	,655	,701	-,403	,435	,879**	,965**	,725**	,508*	,801**	,949**	,756	,912	-,962**	,369
Ce	,901**	,671	,735**	,434	-,730**	,663**	,459	,763	-,905**	-,409	,344	-,552*	,447*	-,320	-,468*	,401	-,514**	,970	,851**	,907**	,615**	,444	,688**	,908**	-,431	-,349	-,905**	,839
Pr	,599	,309	,324	,987	,991	,575	,497*	,324	,404	,926	,513	,612	,901	,912	,861	,943	,986	,341	,330	,404	,410	,559	,809	,412	,818	,999	,404	,323
Nd	,475*	,317	,396	,579**	-,503*	,367	,459*	,559	-,555*	,699	,294	-,401	,559*	-,555*	-,365	,594**	-,650**	,456	,662**	,555*	,333	,861	,293	,588**	-,315	,289	-,555*	,294
Sm	,516*	,528	,274	,835**	-,733**	,553*	,736	,664	-,504*	,311	,397	-,551**	,804**	-,725**	-,406*	,811**	-,913**	,474	,476*	,504*	,397	,303	,295	,530*	-,445*	-,395	-,504*	,759
Gd	,416	,379	,805	-,365	,294	-,645**	,304	-,922**	,684	,786	-,946**	-,874**	-,511**	,356	-,875**	-,361	-,518*	,827**	,568	,684	,854	,626**	,980	,549	,893**	,814**	,684	,640**
Tb	,448*	,437	,268	,767**	-,646**	,472*	,922	-,267	-,475*	,292	,310	-,400	,704**	-,691**	-,339	,724**	-,900**	,325	,429	,475*	,294	,588	,291	,490*	-,289	,313	-,475*	,265
Dy	-,291	,420	,710	-,392	,342	-,604**	,354	-,933**	,420	,438	-,920**	-,889**	-,535*	,374	,902**	-,402	,570**	,788**	,343	,420	,555	,495*	,764	,353	,922**	,780**	,420	,627**
Ho	-,555*	,981	-,319	-,776**	,816**	-,370	,866	,889	,451*	,374	,319	,456*	-,554*	,448*	,396	-,531*	,680**	,683	-,390	-,451*	-,263	,524	-,267	-,474*	,364	,320	,451*	,419
Er	-,535*	,968	-,299	-,581**	,808**	-,362	,883	,888	,429	,365	,308	,454*	-,550*	,455*	,395	-,537*	,678**	,684	-,369	-,429	,292	,481	,291	-,452*	,364	,320	,429	,407
Tm	,325	,880	,496	-,308	,399	,300	,471	,432	,364	,967	,979	,657	,272	,333	,984	-,302	,335	,350	,836	,364	-,389	,944	-,311	,376	,917	,788	,364	,873
Yb	,730	-,465*	,710	,753	,801	,478*	-,321	,995**	,975	,685	,683**	-,656**	,667	,810	-,666**	,772	,652	-,997**	,861	,975	,681	-,361	,598	,930	-,704**	-,600**	,975	-,730**
Lu	,293	,896	,496	-,304	,402	,295	,466	,433	,364	,975	,979	,671	,279	,333	,972	-,298	,316	,350	,837	,364	-,385	,676	-,309	,377	,927	,953	,364	,884
Mo	,270	,967	,472*	,831	,921	,346	,305	,560*	-,318	,522	,449*	-,522*	,503	,753	-,477*	,694	,350	-,564**	,468*	,318	,290	,648	,278	,353	-,476*	-,309	-,318	,428
Cu	,680**	-,492*	,387	,994	-,722**	,393	-,520*	,448*	-,459*	-,555*	,433	-,449*	,753	,569	-,401	,919	-,287	-,391	,331	,458*	,372	,779	,332	,452*	-,420	-,404*	-,459*	-,720**
Pb	,846	-,501*	,507	,638	,507	,500*	,281	,542*	,768	,398	,346	-,293	,926	,677	,496	,932	,914	-,543*	,743	,768	,430	,375	,486	,799	,396	,456	,768	-,354
Zn	,484	-,532*	,612	,766	,772	,494*	-,404	,985**	,872	,987	,655**	-,684**	,663	,748	-,676**	,757	,571	-,978**	,824	,872	,631	-,337	,556	,800	-,715**	-,620**	,872	-,912**
Ni	,890**	,882	,773**	,356	-,622**	,690**	,490	,353	-,950**	-,344	,294	-,614**	,285	,621	-,506*	,353	-,561*	-,301	,859**	,870**	,639**	,584	,661**	,886**	-,491*	-,437	-,870**	,454
As	,916**	,329	,649**	,804	-,946**	,443	-,396	,269	-,772**	-,635**	,757	-,429	,649	,717	-,364	,881	-,403	,406	,673**	,772**	,557*	,268	,557*	,771**	-,361	-,391	-,775**	,445*
Cd	,785	-,554*	,903	,856	,867	,431	-,345	,979**	,760	,897	,678**	-,650**	,588	,864	-,650**	,865	,606	-,975**	,858	,760	,918	-,417	,947	,844	-,710**	-,625**	,760	-,940**
Sb	,358	-,450*	,393	,760	,918	,548*	-,340	,984**	,573	,903	,660**	-,705**	,662	,767	-,691**	,787	,512	-,979**	,452	,573	,380	-,284	,317	,499	-,715**	-,609**	,573	-,903**
Bi	,878	,472*	,838	,747	,693	-,650*	,303	-,904**	,826	,630	-,650**	-,663**	,673	,826	,662**	,763	,708	,999**	,984	,826	,843	,387	,745	,923	,702**	,604**	,826	,729**
Ag	,982	-,476*	,947	,717	,575	,455*	,283	,977**	,084	,535	,677**	-,616**	,088	,821	-,610**	,821	,777	-,984**	,962	,726	,590	-,396	,783	,840	-,651**	-,555*	,726	-,909**
Au	-,288	,438	-,267	,635	,419	,786	,829	,464	,333	,700	,637	,953	,731	,804	,795	,679	,436	,400	,528	,333	,238	,578	-,302	,383	,682	,803	,333	,797
Hg	,280	-,708**	,791	,715	-,275	,482*	-,500**	-,867**	,720	-,266	,517*	-,500**	,790	,558	-,504**	,691	,563	-,842**	,885	,720	,483	,285	,626	,669	-,631**	-,632**	,720	-,902**
Tl	,940**	,876	,870**	,868	-,554*	,594**	,331	,317	-,962**	-,396	,694	-,441	,697	,818	-,368	,936	-,404	,415	,938**	,965**	,642**	,389	,798**	,960**	-,349	-,269	-,962**	,982
Se	,878	,472*	,838	,747	,693	-,450*	,303	-,904**	,826	,630	-,690**	-,663**	,673	,826	,662**	,763	,708	,999**	,984	,826	,843	,387	,745	,923	,702**	,604**	,826	,729**

4.3.3. İzotop analizi çalışmaları

Bir elementin proton ve elektron sayıları aynı ancak nötron yükü farklı atomlarına izotop denir. Bu sebeple, izotopların atom kütleleri birbirinden farklıdır. İzotoplar duraylı ve radyoaktif olmak üzere iki gruba ayrılır. Radyoaktif izotoplar, radyoaktif bozuşmayla başka bir elemente dönüşen izotoplardır. Duraylı izotoplarsa, herhangi bir radyoaktif bozuşmaya uğramamış izotoplardır. İzotopların jeolojideki kullanım alanları başlıca iki tanedir. Radyoaktif izotoplar mineral, kayaç ve suların yaşlarının belirlenmesinde, duraylı izotoplarsa jeolojik malzemenin kökenleri ve oluşum koşullarının ortaya konulmasında kullanılır (www.mmo.org.tr). Burada tez çalışmasının konusu olan kökensel incelemeleri yorumlamak amacıyla ^{34}S izotop analizleri yapılmış ve elde edilen veriler EK-5'te yer almaktadır.

İzotop analizi için elde edilen sonuçları aşağıda yer almaktadır. İzotop analizi için gereken QFIR protokolleri, aşağıda belirtilenlerin her biri için % 10 katsayısında analizler yaparak QA ve QC aralığında sonuçları göstermektedir.

- Materyal referans onayları ve ikincil standartlar
- Bilinmeyen örneklerin rastgele çoğaltılması
- Boşlukların rastgele çoğaltılması

Off-line sonuçlar,% 20 standart analiz yapılarak sağlanmaktadır. Bu güvence ve kontrol programı hem ölçümlerin hem de cihazların kalitesinin rutin olarak izlenmesini sağlar. Tüm sonuçlar, standart permil ($^{1}/_{1000}$) gösteriminde (‰) ve uluslararası standartlara göre rapor edilen sertifikalı referans malzemelerle kalibre edilmiştir.

İzotop	Referans Materyal
^{34}S	VCTD

Hassasiyet, permil ($^{1}/_{1000}$) gösteriminde (‰), tekrarlanan numune analizlerine dayanmaktadır. Birincil veya ikincil standart analizlere dayanarak permil ($^{1}/_{1000}$) gösterimindeki (‰) rapor Çizelge 4.14'de görülmektedir.

İzotop	Standart Sapma
^{34}S	0.2(‰)

Çizelge 4.14. Numune Sayısı: 5 WR sülfat

Örnek No	^{34}S ‰ ve VCDT	Kayaç/Cevher
BT-27	22,4	Cevher
BT-4	20,3	Cevher
BT-3	Yetersiz %S	Cevher
BT-25	3,2	Yan kayaç+Cevher
BT-26	9,0	Yan kayaç+Cevher

Uygulanan Metod

Sülfür: Numuneler kalay kapsülleri içine tartılarak konulmuş ve kükürt izotopik bileşimi, Costech ECS 4010 Elemental Analizörüne bağlanmış MAT 253 Stabil İzotop Oranı Kütle Spektrometresi kullanılarak ölçülmüştür. ^{34}S değerleri, numunedeki $^{34}S/^{32}S$ oranları, Viyana Kanyon Diablo Troilite (VCDT) uluslararası standarda göre normalize edilerek hesaplanmış ve değerler, permil ($^{1}/_{1000}$) (‰) birimlerindeki delta (δ) gösterimi, 0,2'ye kadar tekrarlanabilir permil ($^{1}/_{1000}$) (‰) kullanılarak rapor edilmiştir.

Meteoritlerde ^{32}S / ^{34}S değeri 22,2 sedimanter kökenli, sülfürlerde ise ^{32}S / ^{34}S değeri 22,44'tür. Eğer bu oran 23 olursa kükürtlü maden yataklarının biyojenik kökenli olduğu yorumu yapılabilir. Ultrabazik ve volkanik kökenlilerde ^{32}S / ^{34}S oranı 22,2 civarındadır (Karakaya 2009).

Birbirine ve sıfıra çok yakın δ ^{34}S değerlerini veren izotopsal bileşimli kükürt içeriği kökeninin magmatik olduğunu göstermektedir (Taş 2009). Denizel köken için pozitif değer, bakteriyel ve/veya biyolojik köken için ise negatif değerli kükürt olduğu düşünülmektedir (Rye ve Ohmoto 1974, 1979; Ohmoto 1986; Hoefs 1987).

Yapılan analizlere göre BT-1 ile BT-17 arasındaki örnekler "Boyalık Tepe" Barit ocağından alınmış olup buradan alınan baritlerin kökeni hakkında BT-4 numaralı örneğin üzerinden değerlendirme yapılmıştır. BT-3 Numaralı örnek yan kayaçtan alınmış olup yeterli miktarda kükürt oranı saptanmamıştır. BT-4 numaralı örnekte δ ^{34}S değeri 20,3 olarak elde edilmiştir. Buna dayanarak kökeninin sinsedimanter kökenli barit yatağı olduğu düşünülmektedir. Çalışma alanından derlenen BT-18 ile BT-30 arasındaki örnekler "Büyük Ocak" barit madenini temsil etmekte olup izotop analizlerine gönderilen numunelerden köken yorumunu yapmada BT-27 numaralı örnek dikkate alınmıştır. BT-25 ve BT-26 numaralı örneklerdeki $\delta^{34}S$ değerleri 3,2 ve 9 olarak belirlenmiş ve kükürt değerlerinin sıfıra yakın olması ve BT-25 ve BT- 26 numaralı örneklerin içeriğinde barit ile beraber kükürt oranını düşüren yan kayaçların bulunduğu belirlenmiştir. BT- 27 numaralı örnekte ise δ ^{34}S değeri 22,4 olup sinsedimanter kökenli olduğu belirlenmiştir.

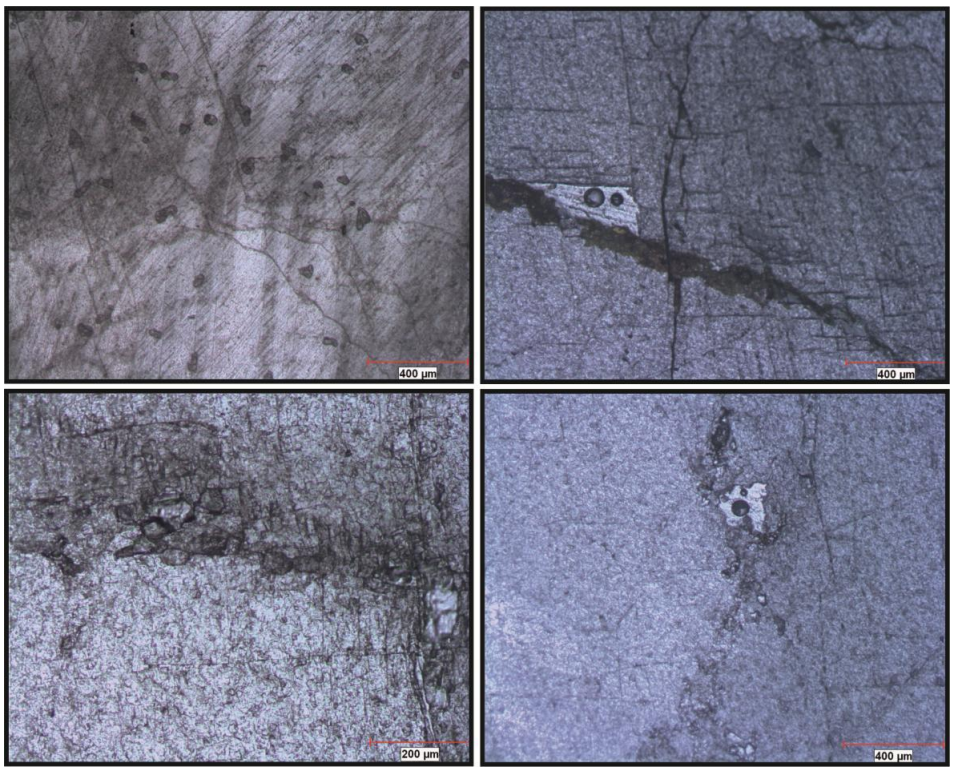
4.3.4. İnce kesit çalışmaları

Araziden alınan numunelerden 5 adet barit örneği İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği İnce Kesit Laboratuvarına gönderilmiştir. Numuneler mikroskop ile incelenebilir durumda tarafımıza gönderilmiştir. Örnekler 50x ve 100x ölçek ile üstten aydınlatmalı mikroskopta (cevher mikroskobu) incelenmiş, fotoğraflanmış (Şekil 4.34) ve yorumlanmıştır.

Şekil 4.34. İnce kesit incelemeleri

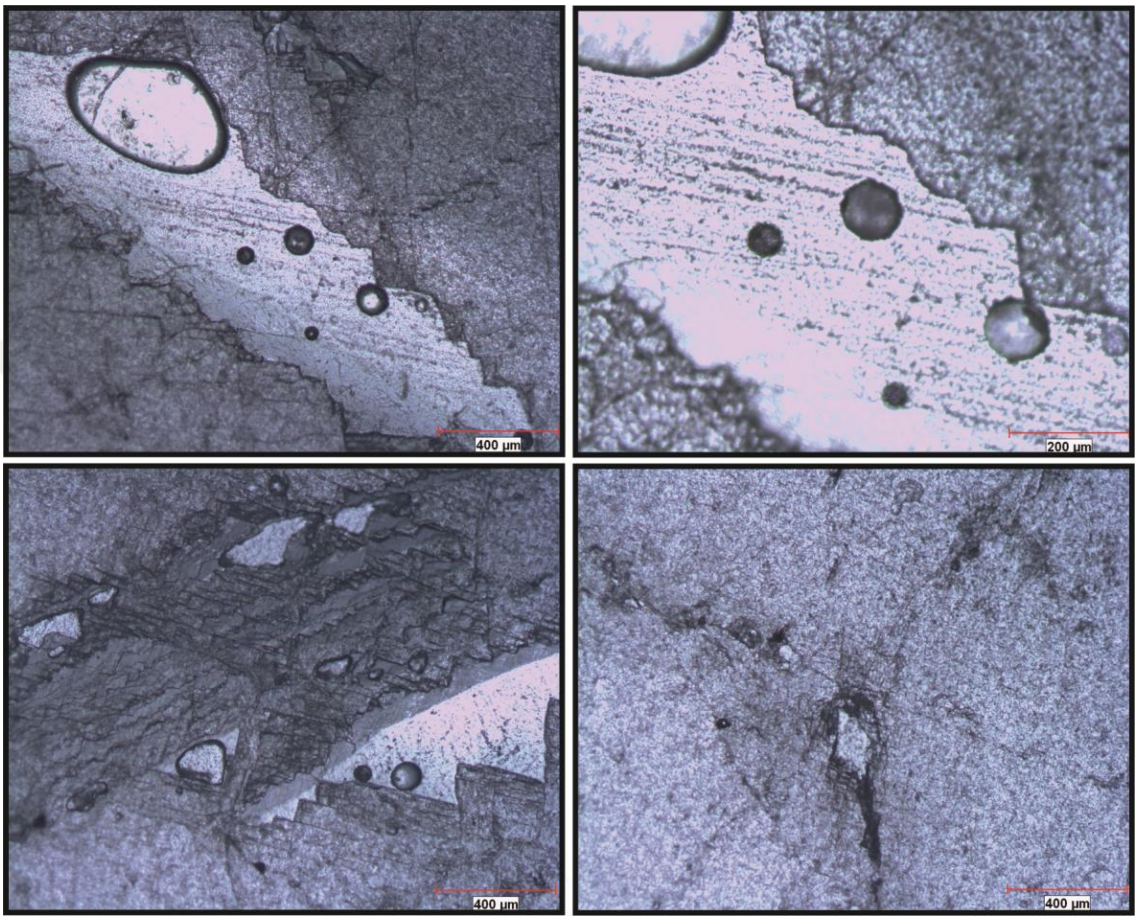
Çalışma alanından alınan numuneler İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Enstitüsü ince kesit laboratuvarına gönderilmiştir. Örnekler ince kesit laboratuvarında 2 tanesi için mikroprop yöntemi ile analize hazırlanmıştır. Hazırlanan bu örnekler üstten aydınlatmalı cevher mikroskobunda incelenmiş, gerekli görülen yerlerin fotoğraflanması yapılmıştır (Şekil 4.35, 4.36).

5 adet barit numunesi ince kesitlerinin yorumları yapılmıştır. İnce kesitlerde son derece büyük barit kristalleri bulunmaktadır ve nadir olarak pirit ve galenit kristallerine rastlanmaktadır.



Şekil 4.35. İnce Kesit Analizi

Prob Mikro-Analizi katı maddelerden seçilen küçük alanların (≥1 μm) elementel ve kimyasal analizinin yapıldığı bir tekniktir. Belirlenen numuneler ince kesit laboratuvarında 2 tanesi mikroprop yapılmış ve yorumlamaya hazırlanmıştır. İnce kesitleri tanımladığımızda, içerisinde çok büyük barit kristalleri olduğu, tek tük kuvars, galenit ve pirit kristallerinin yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.36. Parlak Kesit Analizi

5. TARTIŞMA

Gökçe (2003), Orta Toroslar Bölgesi'nde özellikle Karalar/Gazipaşa bölgesinde yoğun olarak gözlemlenen barit ve galenit yataklarının oluşması ("BoyalıkTepe" ve "Büyük Ocak"ları), Permiyen yaşındaki Bıçkıcı Formasyonunu temsil eden kireçtaşları içerisinde, tabaka düzlemleriyle uyumsuz olarak, kırık hatlara bağlı şekilde ve damar tipi cevherleşmeler olduğunu belirtmiştir (Gökçe ve Bozkaya 2003).

Daha önce yapılan çalışmalar Gazipaşa bölgesinde bulunan galenitli baritlerin büyük bir kısmının Permiyenin sedimanter ortam koşullarında çökeldiğini göstermektir. Ayrıca baritler, daima dolomitli, baritli kireçtaşları ve baritli şistler gibi belirli stratigrafik seviyelerde yan kayaçlara uyumlu ve genellikle mercek şeklinde çökelmişlerdir. Baritler çekim yapıları, denizaltı kaymaları gibi yapılar göstermektedirler. Çört ve karbonatlı kayaçlarla ardalanmalı şekilde yer almaktadır. Jeokimyasal analizlerle de kontrol edilmiş olan taban ve tavan kayaçlarda hidrotermal evrenin belirgin özelliklerinin bulunmadığı belirtilmiştir (Ayan 1979).

İnceleme alanında bulunan yataklarda sinjenetik oluşumun gerçekleştiğini gösteren kırıntılı dokuların görülmemesi cevherleşmelerin kireçtaşlarının oluşumundan sonra epijenetik kökenli oluştuklarını savunmuşlardır (Ayhan 1981; Brodtkorb ve diğ. 1989; Marumo 1989).

Çopuroğlu (1994)'e göre çalışma alanı ve yakın çevresinde magmatik faaliyet bulunmamaktadır. Buna rağmen yakın bölgelerden Orta Toros Kuşağı içerisinde yoğun olarak bulunan denizaltı volkanizma ürünleri ve magmatizma (yastık lavlar ve spilit vb.), burada baryum ve metal iyonları kökeninin deniz altı volkanizma ürünü olarak bu kalıntıların bölgeye yerleştiğini belirtmiştir. Ayrıca Puchelt (1967) deniz suyunun 1 km^2'sinde bulunan sülfat iyonlarının 6.18 milyon ton barit madeninin oluşmasında yeterli olduğunu belirtmiştir (mta.gov.tr).

Brinkmann (1976)'a göre, inceleme alanı ve çevresi masif iki metamorfik dönem geçirdiği saptanmıştır. Zamanı tartışmalı olan eski evrenin Paleozoyikte oluştuğu düşünülmektedir. Genç serinin yaşı tam olarak belirlenememiştir. Işgüden (1971) tarafından yapılan çalışmalarda Üst Devoniyen zamanında metamorfizma geçirmemiş sedimanterlerin Gazipaşa-Anamur bölgesinde temeli oluşturduğunu savunmuştur. Striebel (1965) ise en üstte bulunan kristalin tabakalarda üst Karbonifer döneminin konodontlarına sahip olduğundan bahsetmektedir. Permo-Triyas yaşındaki metamorfik olmayan serinin üstünde Gedik (1977) tarafından yapılan araştırmalar masif şaryaj örtüsünün bulunduğu belirtilmiştir. Bu yapı Gedik (1977) tarafından bir tektonik pencere olarak belirtilmiştir (mta.gov.tr).

Puchelt (1967) tarafından yapılan çalışmaya göre kimyasal özellikleri bakımından $BaSO_4$ ün çökelmesi sedimenter ortamda geç metamorfizmaya uğramış

bulunan ilk sedimanter kayaçların içerisinde başlangıçta yalnızca sedimenter oluşumlar mı, yoksa ekshalatif-sedimenter yatak oluşumların mı meydana geldiği konusunda kesin görüş belirtmemektedir (mta.gov.tr).

Analizler sonucunda cevherlerden alınan örneklerin ince kesit ve parlatma kesitleri hazırlanmış ve yapılan XRD analiz diyagramları üzerinde barit (yaklaşık değeri %80-85 civarı) ve galenitin (yaklaşık olarak %15-%10 civarı) esas mineraller olduğu kuvars, pirit, kalsit, sfalerit ve limonit türü minerallerinde azda olsa mineral bileşimine katıldıkları gözlenmiştir (Bozkaya ve Gökçe 2003).

Çopuroğlu (1994)'e göre çalışılan alanda yapılan arazi çalışmalarına ek olarak jeolojik, mineralojik, jeokimyasal, petrografik incelemeleri doğrultusunda yatakların sinsedimanter oluşum gerçekleştirdiği düşülmektedir. Metalik baryum iyonları denizaltı volkanizmasından açığa çıkan ürün olduğu belirlenmiştir. Barit ve galenit'in yer aldığı seviyeler ortalama 5 km.'lik zon içinde, aralıklı büyüklü küçüklü cevher yatakları aynı stratigrafik birim ve seviyeler içerisinde bulunmaktadır. Barit-galenit seviyeleri, karbonatlı kayaçlar ve kuvarsitler ile beraber ardalanmalı tabakalar oluşmaktadır. Baritlerin genellikle çok ince taneli olduğu belirlenmiştir. Boşluklara, çatlak, kırık ve fay zonlarında remobilize olmuş baritler, iri taneli, küçük taneli ve ardalanmalı tabaka seviyeleri içerisinde sedimanter yapıları temsil eden "geopedal doku" görülmektedir. Ayrıca cevherli tabakalar içinde ince taneli piritler yaygın olarak gözlenmekte çok ince taneli baritler ile cevher minerallerinin arasında belirgin doku gözlenmiştir. Yan kayaçlar içerisinde değişik herhangi bir cevherleşme görülmemiştir (Çopuroğlu 1994).

Çalışılan alandaki bütün barit ve galen cevherlerinde, Sadıklar'a (1978) göre, belirli özellikler gözlenmektedir.

- Cevher minerali her zaman aynı stratigrafik birim içerisinde görülmektedir.
- Cevher mineralleri ile yan kayaç seviyeleri konkordan olarak yer almaktadır.
- Çoğunlukla barit seviyeleri yan kayaç ile arka arkaya sıralı konumdadır.
- Cevher mineralleri ile yan kayaç seviyeleri aynı tektonik ortamı tanımlamaktadır.
- Tabaka şeklindeki sülfit ve barit seviyelerinin tabaka şeklinde merceklerinin uzunlamasına bulunması nedeniyle KB/GD doğrultulu senklinallerde meydana gelen bir çökelme olduğu düşünülmektedir.

Belirlenen kriterler doğrultusunda yatağın sinsedimenter kökenli olduğu konusunu değerlendirilmiştir. İnceleme alanı ve yakın çevresinde cevher mineralleri ile yan kayaçların ilişkisi barit seviyelerinin yoğun miktarda tabakaya bağlılığı, sintektonik özelliklerinin bulunması ve yapılan incelemeler, epijenetik oluşumun olmadığını desteklemekte ve böylece sinsedimenter oluşumun gerçekleştiği düşünülmektedir.

6. SONUÇ

Barit cevherleşmeleri bölge içerisinde KD-GB doğrultulu, KB eğimli olup santimetre kalınlığından, 4-6m'ye kadar kalınlığa, 50-100 metreye kadar ulaşan uzunluğa sahiptir. Çalışma alanı ile ilgili olarak yapılan araştırma ve incelemeler neticesinde bölge ile ilgili daha önce birçok çalışmaların yapıldığı ve tüm bu çalışmalardan yola çıkılarak iki görüşün ileri sürüldüğü belirlenmiştir. Araştırmacıların bir kısmı Karalar/Gazipaşa bölgesi barit yataklarının kökeninin hidrotermal olduğunu belirtirken diğer bir kısmı ise yatakların magmatik olaylar sonucu meydana geldiğini ileri sürmüşlerdir Yapılan araştırma kapsamında saha ve laboratuvar çalışmaları ile ilgili önemli veriler elde edilmiştir.

Örneklere uygulanan XRD ve XRF analizleri sonucunda baskın mineral barit birleşime katılan diğer mineraller ise kalsit, dolomit, galenit, kuvars olarak belirlenmiştir. Analizler doğrultusunda yan kayaçlardan alınan örneklerde mineral bileşenini kalsit, kuvars, dolomit olarak saptanmıştır. Çalışma alanından alınan numunelerin ana element içeriği baryumdur. Bölgede bulunan barit ve yan taşlarından alınan jeokimyasal örneklerin analizlerle, yataklanmanın kaynağı ve kökeninin saptanması için cevher mineralleri elementlerinden Sr ve Ba değerlerinin değişkenlikleri ve dağılımları analiz edilmiştir. Ekonomik değer limitinde bulunan alanda barit miktarının %90,30 ile %98,88 arasında değiştiği, SiO_2 miktarının artmasıyla ters orantılı olarak yüzde miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. İnceleme alanında bulunan yatakların yan kayaçlarını oluşturan kalsit ve dolomitler içinde Ba ve Sr değerleri, özellikle hidrotermal bir oluşumu yansıtan değerler göstermemektedir.

İnceleme alanındaki kireç taşlan KB-GD uzanımlı, ardalanmalı olarak sıralanmış tepelerden oluşmaktadır. Arazide yapılan çalışmalar doğrultusunda, bölgede ince ve koyu gri renkte kalın tabaka halinde, açık renkte ve kireçtaşları, içeriğinde barit bulunduran dolomitik kireçtaşlarından meydana gelen çeşitli seviyeler gözlemlenmiştir. Söz konusu farklılıkların kayaçlar arasındaki yaş farkından veya metamorfizma süreçlerindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan diğer araştırmalar sonucu cevherleşmenin olduğu yerde saptanan dokusal yapısal özellikler, baritlerin galenitler ile eş zamanlı oluşmadığını, ilk olarak baritlerin oluştuğunu ve galenitlerin oluşumundan önce tektonik hareketle milonitleştiğini, baritler arasında bulunan boşluklarda, baritlerin içerisindeki kırık ve çatlaklarda galenitlerin yer aldığı, barit milonitleşmesinden sonra oluşum gerçekleştirdiğini ve milonitleşmelerin yoğun olduğu kısımlarda daha çok yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Çalışma alanından alınan baritler Bıçkıcı Formasyonu içerisinde yer alıp, formasyon yaşı permiyendir. XRD ve XRF analiz sonuçlarına göre yan kayaçlardan alınan numunelerde baryum oranı düşük olup kalsit, limonit ve galenit yoğunluğu yüksek kayaçlar olduğu belirlenmiştir. Analiz edilen örneklerde XRD diyagramlarında; barit (%98-100) ve yan kayaçtan alınan örneğe göre kalsitin (yaklaşık olarak %93) ana mineraller olduğu, cevherleşmelerin alt kısımlarına doğru limonit, kuvars, kalsit, pirit, galenit gibi mineraller azda olsa mineral birleşimine katılmıştır. Alınan numuneler, ince kesit laboratuvarında 2 tanesi mikroprop 3tanesi ince kesit olmak üzere 5 adet örnek analiz edilmiştir. İnce kesitleri tanımladığımızda, içerisinde çok büyük barit kristalleri olduğunu, tek tük kuvars, galenit ve pirit kristalleri yer almaktadır.

Çalışma alanında daha önce yapılmış çalışmalarda araştırmaların bir kısmı bu tip yatakların kökenlerinin hidrotermal olaylar ile ilişkili yataklar diğer kısmı ise bu görüşlere karşılık volkano-sedimanter kökenli yataklar olduğunu savunmuştur. İnceleme alanında bulunan baritlerin mineral ve iz element içerikleri, yatak şekilleri ve ^{34}S izotop oranları, bölgede bulunan baritlerin kökenini belirlemede önemli unsurdur. Elde edilen izotop analizi sonuçlara göre ^{34}S değeri 20,3-22,4 arasında yer almaktadır. Yapılan incelemeler, elde edilen veriler, gözlemler ve bu sonuçlar doğrultusunda baritlerin kökeninin sinsedimanter olduğu belirlenmiştir.

7. KAYNAKLAR

ANDERSON, G. M. 1973. The hydrotermal transport and deposition of galena and sphalerite near. 100 0 C, Econ. Geol., 60, 480 – 492.

AYAN, M. 1979. Dünyada Barit ve Geleceği. AÜFF Jeoloji Mühendisliği Bolümü, Ankara.

AYHAN, A. 1981. Aydap ve Yuları (Gazipaşa Antalya) Pb-Zn yataklarının kökeni ve remobilizasyon sorunu. *MTA Dergisi*, 95/96, 57-69.

AYHAN, A. 1979. Geologie und Mineralogie der Blei-Zink- Baryt-Lagerstaetlen zwischen Burhan Mah. und Yular bej Gazipaşa-Antalya. Heidelberg Üniv.,Doktora tezi, 175 s. (yayımlanmamış).

AYKOL, A., ve ERGÜNALP, D., 1999, Türkiye Endüstriyel Mineraller Envanteri,ÖNAL, G.,YÜCE, E.A., ÖZPEKER, I., GÜNEY, A.,(ed.) İstanbul Maden İhracatçıları Birliği,Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı, s.16-18.

BARUTOĞLU, O.H. 1942. Garbi Toroslar' la Anamur Antalya civarının jeolojik raporu. MTA Raporu, 1983 (yayınlanmamış), Ankara.

BİLGİSU, T. 1976. Gazipaşa-Karalar Böılgesi jeolojik etüd raporu. Etibank Mad. Dairesi Başkanlığı, Ankara.

BLUMENTHAL, M.M. 1951. Recherches geologıque dans le Taurus occidental l'arriere-pays d'Alanya. *MTA Dergisi* 5, Ser. D, 134 s.

BOZKAYA, Ö. ve YALÇIN. H. 2001. Antalya Birliği'nin diyajenez/metamorfızmasına ilişkin mineralojik açılımlar. Alanya-Gazipaşa. Orta Toroslar. 54. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 7-10 Mayıs, Ankara, Bildiriler CD'si, Bildiri No: 54-47, 10 s.

BOZKAYA, Ö. ve YALÇIN. H. 2004. New mineralogic data and implications for the tectonometamorphic evolution of the Alanya nappes, Central Tauride Belt, International Geology Review 46 (4), 347-365, Turkey

BOZKAYA, Ö. ve YALÇIN, H. 2005. Diagenesis and very low-grade metamorphism of the Antalya Unit: mineralogical evidence of Triassic rifting, Alanya-Gazipaşa, Central Taurus Belt, Journal of Asian Earth Sciences, 25 (1), 109-119, Turkey.

BOZKAYA, Ö. ve YALÇIN, H. 2007. Geologıca Carpathıca-Bratıslava. Origin and evolution of the southeast Anatolian metamorphic complex 58 (3), 197, Turkey.

CENGİZ, O. KUŞCU, M. 2002. Şakirkaraağaç (Isparta) ile Hüyük (Konya) arasındaki barit yataklarının jeokimyasal özellikleri ve kökeni, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, Sayı 123-124, 67-89.

ÇOPUROĞLU, L. 1994. Karalar-Gazipaşa (Antalya) galenit-barit yatağının mineralojik, petrografik ve jenetik incelenmesi. *MTA Dergisi,* 116,29-36.

ÇÖTELİ, R. ve TÜRK, Y. 1975. Alanya-Gazipaşa yöresinin arasında bulunan Pb-Zn barit zuhurları hakkında rapor. MTA Rap, 1242 (yayınlanmamış), Ankara.

DPT, 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Madencilik ve Özel İhtisas Komisyonu Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Genel Endüstri Mineralleri IV (Bentonit –Barit – Diatomit – Aşındırıcılar) Çalışma Grubu Raporu, Ankara.

ERENTÖZ, C. 1966. Türkiye stratigrafisinde yeni bilgiler: *Maden Tetkik ve Arama Enst. Dergisi,* 66, l, 20, Ankara.

GEDİK, İ. 1977. Orta Toroslar'da Konodont biyostratigrafisi: Türkiye Jeol. Kur. Bült.21, 27-29.

GÖKÇE, A. ve BOZKAYA, G. 2000. Karalar (Gazipaşa-ANTALYA) galenit-barit yatağının oluşum koşullarının ve kökeninin belirlenmesinde sıvı kapanım ve iz element jeokimyası incelemeleri. Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi, Proje No: M-151 (yayınlanmamış).

GÖKÇE, A. ve BOZKAYA, G. Şubat 2003. Karalar (Gazipaşa-Antalya) Barit-Galenit Yataklarının Jeolojisi ve Sıvı Kapanım Özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt 46, Sayı 1.

GÜLSEREN, E. 1987. Gazipaşa ve civan barit zuhurlarının maden jeolojisi raporu: MTA Rap. 8208 (yayınlanmamış), Ankara.

GÜRDAL, M. 2001. Türkiye Turizm Coğrafyası. Nobel Yayınları, Muğla.

HARBEN, P.W. and BATES, R.L. 1990. Industrial minerals – geology and world deposits. London Industrial Minerals Division, Metal Bulletin, 312 pp.

İLHAN, E. 1976. Türkiye Jeolojisi: Mühendislik Fak. Yayl., 51, 239.

IMREH, L. 1965. Gazipaşa-Anamur bölgesinde 1965 arama programının hazırlanmasına ait not (Pb-Zn- Ba- Cu).

IŞGÜDEN, O, 1971. Anamur Bölgesinin jeolojik etüdü: İstanbul Üniv. Fen. Fak. (tez), 1968, 85s.

KAADEN, G. VAN DER, 1961. Short Note of the Lead-Zinc Deposit of Ortakonuş (Kaza Anamur, Vil. Mersin): MTA Rap. Unveröff (yayımlanmamış).

KARAKAYA, M. 2009. Duraylı İzotopların Jeolojide Kullanımı. Mühendislikte projelendirme raporu, Ankara.

KAYABALI, İ. 1992. Alanözü ve Habibler (Karaman) yöresi barit zuhurlarının jeolojik, mineralojik ve jenetik incelemesi. Selçuk Üniv, Doktora tezi, 148 s. (yayımlanmamış).

KILIÇARSLAN, Ş. SANCAR, S. ve UZUN, İ. 16-18 Mayıs 2011. Barit Agregalı Ağır Betonların Betonarmede Kullanılabilirliği. 6'th International Advanced Technologies Symposium

KUMBASAR, I ve AYKOL, A. (1993). 1519. Mineraloji, İTÜ Yayını.

MTA, 2010. Maden Potansiyel Pdf.

ÖZGÜL, N. 1984. Alanya Tektonik penceresi ve batı kesiminin jeolojisi. Ketin Simpozyumu, 97-120, Türkiye Jeoloji Kurultayı.

PETRASCHECK, W.E. 1966. Gazipaşa-Anamur çevresi kurşun ve barit yatakları. MTA Rap. 3801 (yayınlanmamış), Ankara.

RİCKART, D. T. 1982. Uniformitarianizm and ore genesis, ore genesis, the state of the art (Ed. G.C. Amstutz, A.E. Goresy, G. Frenzel, C. Kluth, G. Moh, A. Wauschkuhn ve R.A. Zimmerman). Springer – Verlag, 667 – 674 pp., Berlin.

RYE, R.O. OHMOTO, H. 1974. " Sulfur and carbon isotopes and ore genesis; a review." Econ. Geol. v. 69, p. 826-842.

SADIKLAR, M.B. ve AMSTUTZ, G.C. 1978. Schwerspat-und Bleiglanz Vorkommen und ihre geologisch-petrogr. Lage im Gebiet der Dörfer Kıcık. E.Güney und Seyfe (Zeytin ada) bei Gazipaşa-Antalya (Türkei). Dpi. Arb. Univ., 111, Heidelberg.

SADIKLAR, M.B. ve AMSTUTZ, G.C. 1981. Kıcık, Endişegüney ve Seyfe (Gazipaşa/Antalya-Türkiye) yöresindeki tabakaya bağlı barit-galen zuhurları. *MTA Dergisi* 95/96, 114-123.

STRIEBEL, H. 1965. Die Bleierz-Baryt-Lagerstaette von Karalar-Gazipaşa und ihr geologischer Rah men. Münih Üniv., Doktora tezi, 48 s.

ŞENEL, T. 1977. Antalya-Gazipaşa cevher değerlendirme ara raporu. Etibank Raporu.

ŞENGÖR, A.M.C. ve YILMAZ, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. Tectonophysics 75, 181–241s.

TAŞ, A. 2009. Doğu Toroslar (Adana–Feke) Yöresi Barit Yataklarının Kökensel İncelemesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi.

TEMUR, S. 1998. Endüstriyel Hammaddeler, Selçuk Üniversitesi Yayını, Konya.

TURNER, T. ve TÜRK, Y. 1974. Alanya-Gazipaşa arasında yer alan barit cevherleşmeleri hakkında ön rapor. MTA, Ankara.

ULU, Ü. 1983. Sugözü-Gazipaşa (Antalya) alanının jeoloji incelemesi. *Jeoloji Müh. Dergisi*, 3-7s.

VACHE, R. 1966, Zur Geologie der Varisziden und ihrer Lagerstâtten im Südanatolischen Taurus: Min. Dep. l, 30-42, Heidelberg.

WERNER, C.D. 1958, Geochemie und paragenese der saxonischen schwerspat – flusspat–gaenge im schmalkaldener revier: Freiberger forschungshf, 47, Berlin.

ZENGİNOĞLU, Y. 1945. Karalar-Gazipaşa yöresinin jeoloji raporu: MTA Rap. 32s., (yayımlanmamış), Ankara.

www.mta.gov.tr/ sayfalar/bilgimerkezi/maden_potansiyel_2010/Antalya_Madenler. pdf

http://tr.wikipedia.org/wiki/Barit

http://www.madenciyim.com/forums

http://docplayer.biz.tr/7197429-Metal-laboratuvari-icin-el-kitabi.html

https://www.frmartuklu.org/konu/antalyada-çıkarılan-madenler-nelerdir

http://www.newwsa.com/download/gecici_makale_dosyalari/2011-1-387-324-1-11.pdf

http://www.mainboard24.com/madenler/300593-barit.html

http://www.berkaymadencilik.com.tr/barit.html

http://www.pdfioo.com/k-6457488.html

http://docplayer.biz.tr/8373187-Trc3-bolgesi-mardin-batman-siirt-sirnak-yer-alti-ve-yer-ustu-zenginlikleri-raporu.html

http://www.hammaddeleransiklopedisi.com/yapi-kimyasallari/barit-kullanimi-yapi-kimyasalalri-ansiklopedisi.html

http://www.madencilik-turkiye.com/pdfler/mak-1379162256.pdf

http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/097a7a44bd7b13f_ek.pdf

https://www.slideshare.net/bugraakgun5/proje-sunum-30572571

http://www.jeotest.com.tr/katalog/detaylar/listele-21368-101145 sondaj ekipman minarelleri

EKLER

EK-1: 1/25.000 ölçekli jeolojik haritalar

EK-2: 1/500 ölçekli izohips haritası üzerinde galerilerin konumu

EK-3: XRD analizi sonuçları

EK-4: XRF analizi sonuçları

EK-5: ^{34}S izotop analiz sonuçları

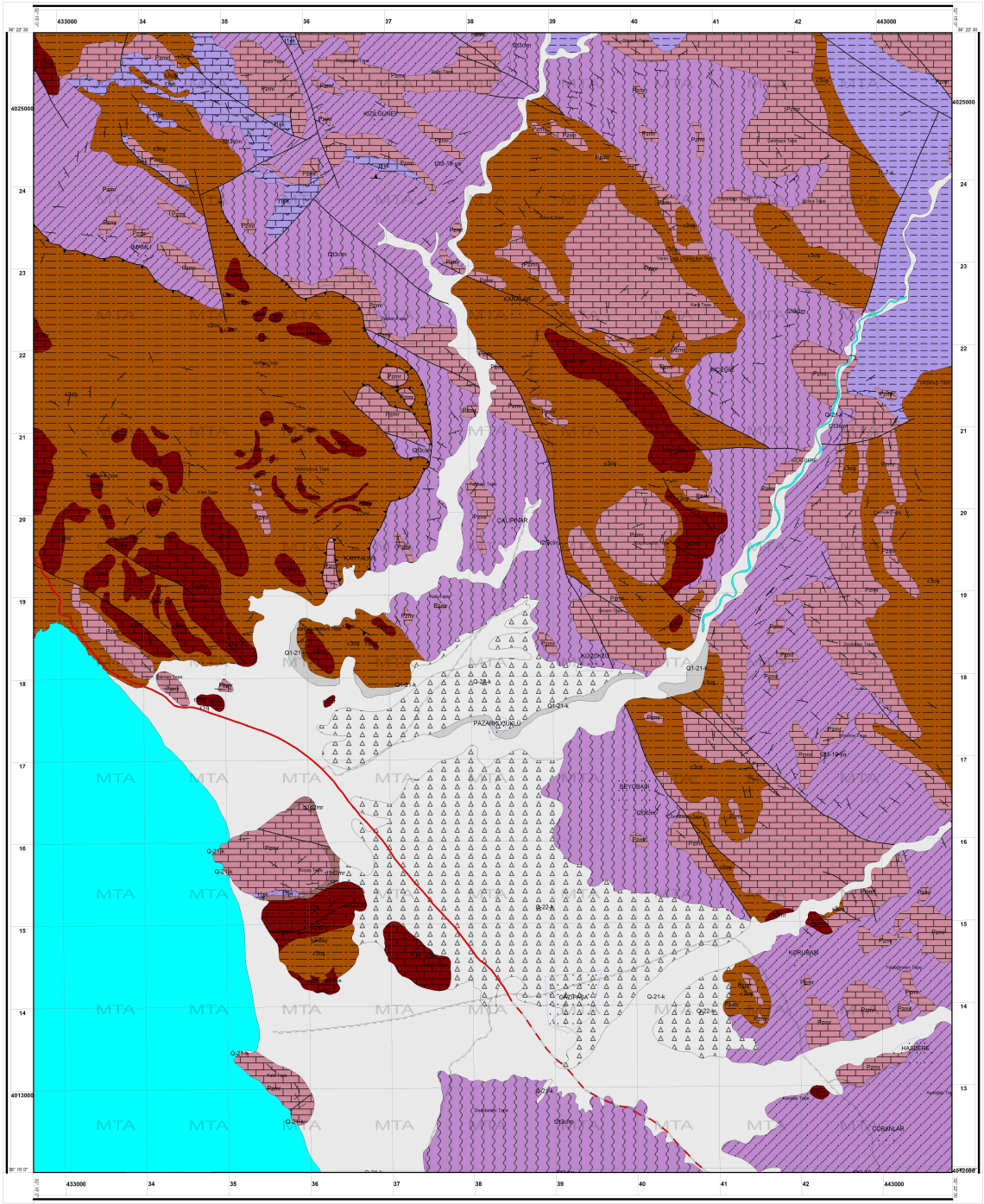
EK-6: Korelasyon Matrisi

ÖZGEÇMİŞ

Gülsüm Betül KURŞUN, 1991 yılında Antalya ili Manavgat ilçesinde doğdum. İlköğretim, ortaöğretim, lise öğrenimimi Manavgat'ta tamamladım. 2010-2014 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde lisansa eğitimim aldım. Mezuniyetimin ardından İngilizce eğitimim için 4 ay süre ile Malta ülkesinde bulundum. 2015 yılı bahar öğretim döneminde, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimime başladım. 2015 yılından itibaren Antalya Büyükşehir Belediyesi Kent Estetiği Dairesi Başkanlığı Kentsel Dönüşüm Şube Müdürlüğünde Jeoloji Mühendisi olarak görev yapmaktayım.

MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
1:25000 ÖLÇEKLİ JEOLOJİ HARİTASI

ALANYA - P 28-b4



Açıklamalar

- _Deniz_DNZ
- _Göl_GÖL
- Q1-21-k — PLEYİSTOSEN,ALÜVYON,KARASAL,Çökel Kaya
- Q-21-k — KUVATERNER,ALÜVYON,KARASAL,Çökel Kaya
- Q-22-k — KUVATERNER,ESKİ ALÜVYON,KARASAL,Çökel Kaya
- €1q — ALT KAMBRİYEN,KUVARSİT,,Metamorfik Kaya
- t2t3dm — ORTA TRİYAS-ÜST TRİYAS,METAKİRINTILI KAYA,,Metamorfik Kaya
- t2t3-19-ya — ORTA TRİYAS-ÜST TRİYAS,KUMTAŞI-ÇAMURTAŞI,YAMAÇ-ABİSAL HAVZA, Çökel Kaya
- t1-7-a — ALT TRİYAS,KİLLİ KİREÇTAŞI,ŞELF,Çökel Kaya
- t1pk — ALT TRİYAS,ŞİST-KALKŞİST,,Metamorfik Kaya
- d1d2mr — ALT DEVONİYEN-ORTA DEVONİYEN,MERMER,,Metamorfik Kaya
- €3og — ÜST KAMBRİYEN,ŞİST,,Metamorfik Kaya
- €2mr — ORTA KAMBRİYEN,MERMER,,Metamorfik Kaya
- Pzmr — PALEOZOYİK,MERMER,,Metamorfik Kaya

İŞARETLER

- Fay
- Haritaya Alınmış Birim Altındaki Fay
- Havza Fotoğraflarından Elde Edilmiş Verilere Göre
- Doğrultu Atımlı Fay
- Bindirme (Yüksek Açılı Ters)
- Ana Fay
- Fay
- Olasılı Fay
- Fay
- Normal Eğim Atımlı Gösteren Fay
- Yanal Atımlı Fay
- Yanal Atımlı Fay
- Ana Fay (Eğim Atımlı Normal)
- Fay
- Belirli Fay
- Fay (Eğim Atımlı Normal)
- Ters Eğim Atımlı Gösteren Fay
- Fay (Eğim Atımlı Normal)
- Ana Fay (Eğim Atımlı Ters)
- Yeri Yaklaşık Fay
- Varsayılmış Fay
- Fay (Eğim Atımlı Ters)
- Sürüklenim (Düşük Açılı Ters)
- Ana Fay

SERT SATIHLI ŞOSELER
- Süper Şose Yol
- Otoban
- İki veya Fazla Şeritli Yol
- İki Şeritli (Dar) Yol

GEVŞEK SATIHLI ŞOSELER
- Tek Şeritli Yol
- İki veya Daha Fazla Şeritli Yol
- İki Şeritli Dar Yol
- Tek Şeritli Yol

- Dalımı Araba Yolu
- Yaz Araba Yolu
- Demir Yolları
- Yerleşim Alanları

MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
JEOLOJİ ETÜTLERİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Haritanın projeksiyonu Universal Transvers Mercator (Zone 36).
Harita üzerindeki planimetrik bilgiler Harita Genel Komutanlığının 1:25.000 ölçekli topoğrafik haritalarından üretilmiştir.

ÖNEMLİ NOT: Bu harita üzerinde gösterilen bilgi sağ alt köşede verilen bibliyografik referans gösterilerek kullanılmalıdır. Harita bilgisi bu şekilde kullanılmadığı durumda gerekli hukuki yollara başvurulacak ve yasal işlemler başlatılacaktır.

N
W E
S

1000 500 0 1000 2000

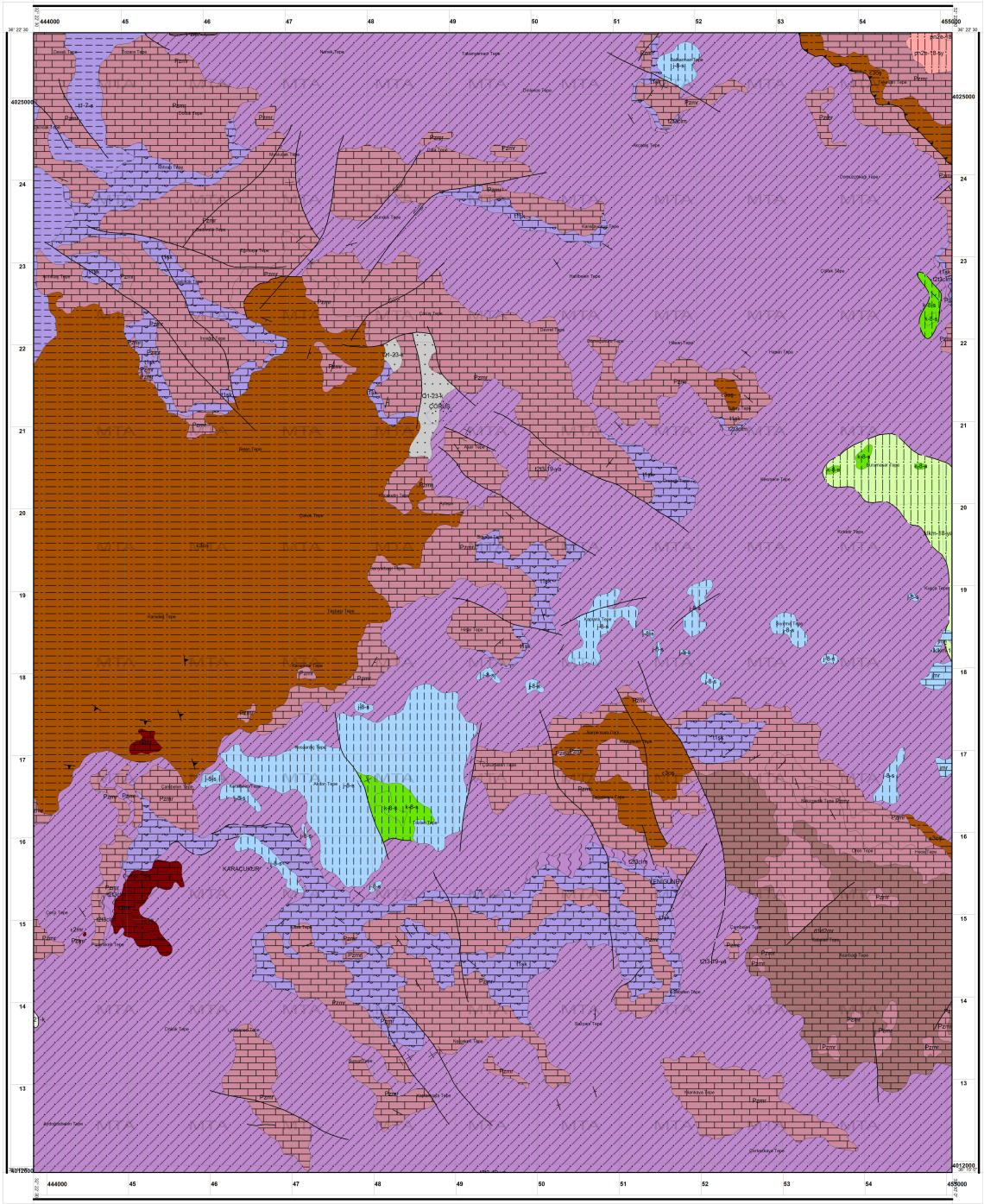
Ölçek: 1/ 25000

BİBLİYOGRAFİK REFERANS / BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

Jeoloji Haritaları:
Ü.Ulu (1986) 1/25.000 ölçekli Sayısal Jeoloji Haritası, Alanya P28-b4 Paftası, Türkiye Jeoloji Veri Tabanı, Jeoloji Etüdleri Dairesi Başkanlığı, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara

MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
1:25000 ÖLÇEKLİ JEOLOJİ HARİTASI

ALANYA - P 28-b3



Açıklamalar

- Q1-23-k — PLEYİSTOSEN,YAMAÇ MOLOZU-BİRİKİNTİ KONİSİ,KARASAL,Çökel Kaya
- Q-21-k — KUVATERNER,ALÜVYON,KARASAL,Çökel Kaya
- ₹1q — ALT KAMBRİYEN,KUVARSİT,,Metamorfik Kaya
- pn2e-18-sy — ÜST PALEOSEN-EOSEN,ÇAKILTAŞI-KUMTAŞI-ÇAMURTAŞI,ŞELF-YAMAÇ, Çökel Kaya
- k/km-18-ya — KAMPANİYEN-MAESTRİHTİYEN,ÇAKILTAŞI-KUMTAŞI-ÇAMURTAŞI, YAMAÇ-ABİSAL HAVZA,Çökel Kaya
- k-8-s — KRETASE,KİREÇTAŞI,ŞELF,Çökel Kaya
- j-8-s — JURASİK,KİREÇTAŞI,ŞELF,Çökel Kaya
- jmr — JURASİK,MERMER,,Metamorfik Kaya
- t2t3clm — ORTA TRİYAS-ÜST TRİYAS,METAKİRİNTİLİ KAYA,,Metamorfik Kaya
- t2t3-19-ya — ORTA TRİYAS-ÜST TRİYAS,KUMTAŞI-ÇAMURTAŞI,YAMAÇ-ABİSAL HAVZA, Çökel Kaya
- t1-7-s — ALT TRİYAS,KİLLİ KİREÇTAŞI,ŞELF,Çökel Kaya
- ₹1şk — ALT TRİYAS,ŞİST-KALKŞİST,,Metamorfik Kaya
- d1d2mr — ALT DEVONİYEN-ORTA DEVONİYEN,MERMER,,Metamorfik Kaya
- ₹3og — ÜST KAMBRİYEN,ŞİST,,Metamorfik Kaya
- ₹2mr — ORTA KAMBRİYEN,MERMER,,Metamorfik Kaya
- Pzmr — PALEOZOYİK,MERMER,,Metamorfik Kaya

İŞARETLER

- Fay
- Fay
- Fay
- Yeri Yaklaşık Fay
- Hantaya Alınmış Birim Altındaki Fay
- Olasılı Fay
- Belirli Fay
- Varsayılmış Fay
- Hava Fotoğraflarından Elde Edilmiş Verilere Göre
- Fay
- Fay (Eğim Atımlı Normal)
- Fay (Eğim Atımlı Ters)
- Doğrultu Atımlı Fay
- Normal Eğim Ayrılımı Gösteren Fay
- Ters Eğim Ayrılımı Gösteren Fay
- Sürüklenim (Düşük Açılı Ters)
- Bindirme (Yüksek Açılı Ters)
- Yanal Atımlı Fay
- Fay (Eğim Atımlı Normal)
- Ana Fay
- Ana Fay
- Ana Fay (Eğim Atımlı Normal)
- Ana Fay (Eğim Atımlı Ters)
- Ana Fay

SERT SATIHLI ŞOSELER
- Süper Şose Yol
- Otoban
- İki veya Fazla Şeritli Yol
- İki Şeritli (Dar) Yol

GEVŞEK SATIHLI ŞOSELER
- Tek Şeritli Yol
- İki veya Daha Fazla Şeritli Yol
- İki Şeritli Dar Yol
- Tek Şeritli Yol

- Dalımlı Araba Yolu
- Yaz Araba Yolu
- Demir Yolları
- Yerleşim Alanları

MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
JEOLOJİ ETÜTLERİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Haritanın projeksiyonu Universal Transvers Mercator (Zone 36).
Harita üzerindeki planimetrik bilgiler Harita Genel Komutanlığından 1:25.000 ölçekli topoğrafik haritalarından üretilmiştir.

ÖNEMLİ NOT: Bu harita üzerinde gösterilen bilgi sağ alt köşede verilen bibliyografik referans gösterilerek kullanılmalıdır. Harita bilgisi bu şekilde kullanılmadığı durumda gerekli hukuki yollara başvurulacak ve yasal işlemler başlatılacaktır.

N
W E
S

1000 500 0 1000 2000

Ölçek: 1/ 25000

BİBLİYOGRAFİK REFERANS / BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

Jeoloji Haritaları:
Ü.Ulu (1978) 1:25.000 ölçekli Sayısal Jeoloji Haritası, Alanya P28-b3 Paftası, Türkiye Jeoloji Yeri Tabanı, Jeoloji Etüdleri Dairesi Başkanlığı, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara

QUANTITATIVE PHASE ANALYSIS OF 5 POWDER SAMPLES USING THE RIETVELD METHOD AND X-RAY POWDER DIFFRACTION DATA.

BV Job # ANK17000221

Akdeniz Universites Bilimsel Arastirma Projeleri Koordinasyon Birimi
Dumlupinar Bulvari Kampus
Antalya
07058

Reporting to:
Gulsum Betul Kursun
Gurhan Yalcin

Subcontracted Service by:

Mati Raudsepp, Ph.D.
Elisabetta Pani, Ph.D.
Edith Czech, M.Sc.
Jenny Lai, B.Sc.

Dept. of Earth, Ocean & Atmospheric Sciences
The University of British Columbia
6339 Stores Road
Vancouver, BC V6T 1Z4

April 18, 2017

EXPERIMENTAL METHOD

The five samples of **Job ANK17000221** were reduced to the optimum grain-size range for quantitative X-ray analysis (<10 μm) by grinding under ethanol in a vibratory McCrone Micronizing Mill for 10 minutes. Continuous-scan X-ray powder-diffraction data were collected over a range 3-80°2θ with CoKα radiation on a Bruker D8 Advance Bragg-Brentano diffractometer equipped with an Fe monochromator foil, 0.6 mm (0.3°) divergence slit, incident- and diffracted-beam Soller slits and a LynxEye-XE detector. The long fine-focus Co X-ray tube was operated at 35 kV and 40 mA, using a take-off angle of 6°.

RESULTS

The X-ray diffractograms were analyzed using the International Centre for Diffraction Database PDF-4 and Search-Match software by Bruker. X-ray powder-diffraction data of the samples were refined with Rietveld program Topas 4.2 (Bruker AXS). The results of quantitative phase analysis by Rietveld refinements are given in Table 1. These amounts represent the relative amounts of crystalline phases normalized to 100%. The Rietveld refinement plots are shown in Figures 1-5.

Table 1. Results of quantitative phase analysis (wt.%) – BV Job ANK17000221

Mineral	**Ideal Formula**	**BT1**	**BT2**	**BT22**	**BT23**	**BT24**
Barite	$BaSO_4$	98.7	4.0	100.0	98.1	98.9
Calcite	$CaCO_3$	1.3	94.7			
Dolomite/Ankerite	$CaMg(CO_3)_2$/ $Ca(Fe^{2+},Mg,Mn)(CO_3)_2$		0.6			
Quartz	SiO_2		0.7		1.0	1.1
Galena	PbS				0.9	
Total		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

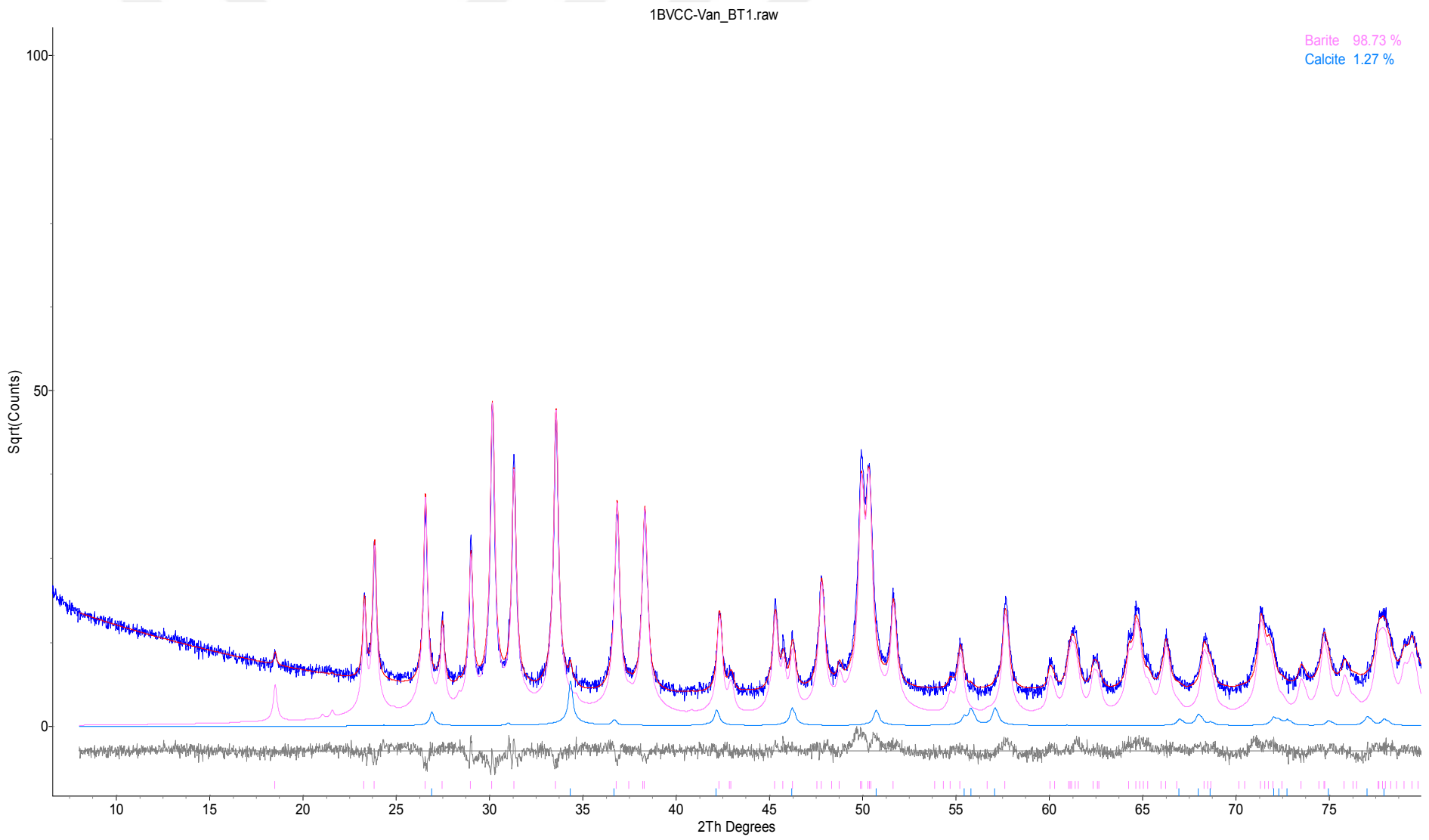


Figure 1. Rietveld refinement plot of sample **BT1** (blue line - observed intensity at each step; red line - calculated pattern; solid grey line below - difference between observed and calculated intensities; vertical bars - positions of all Bragg reflections). Coloured lines are individual diffraction patterns of all phases.

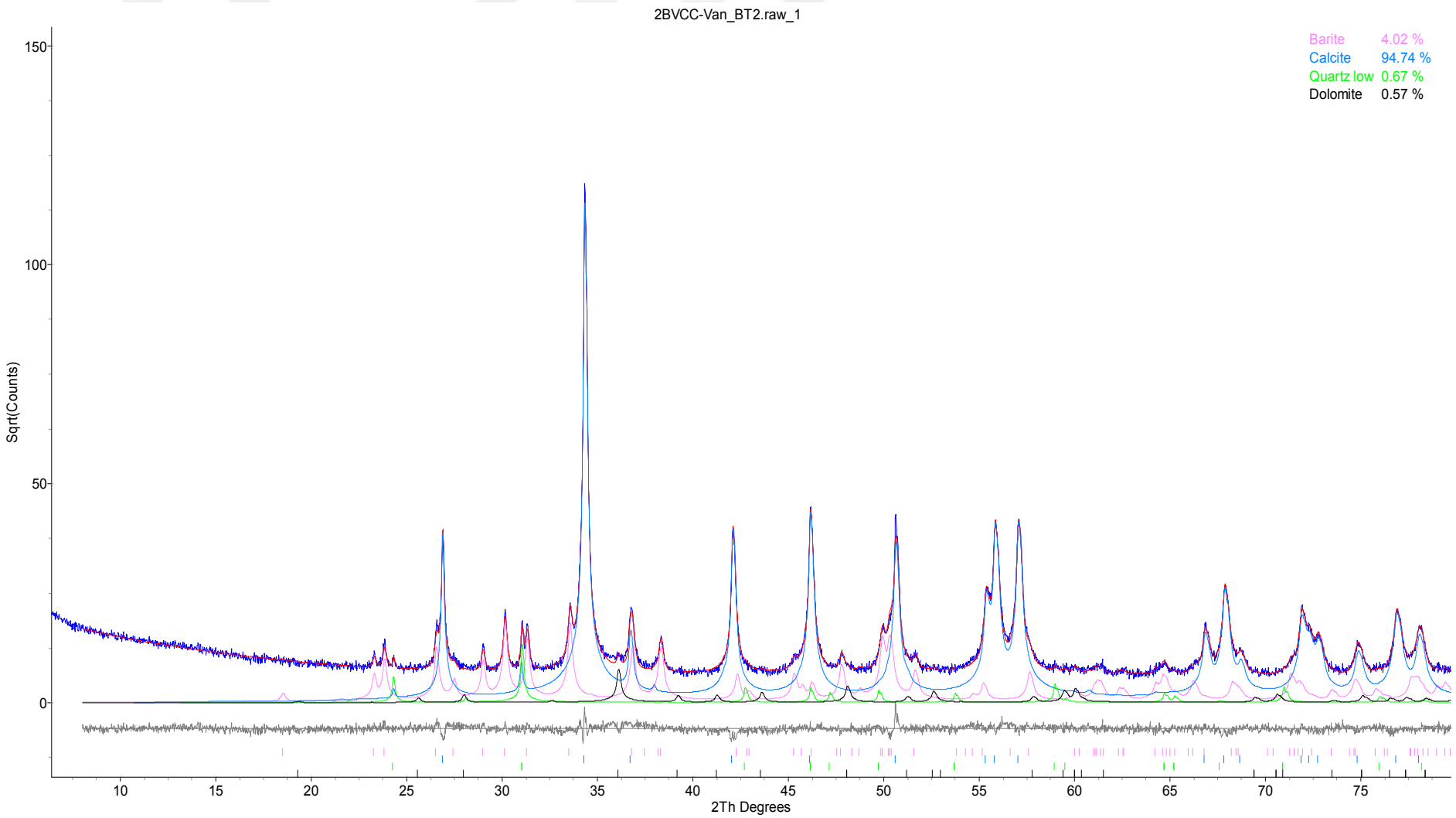


Figure 2. Rietveld refinement plot of sample **BT2** (blue line - observed intensity at each step; red line - calculated pattern; solid grey line below - difference between observed and calculated intensities; vertical bars - positions of all Bragg reflections). Coloured lines are individual diffraction patterns of all phases.

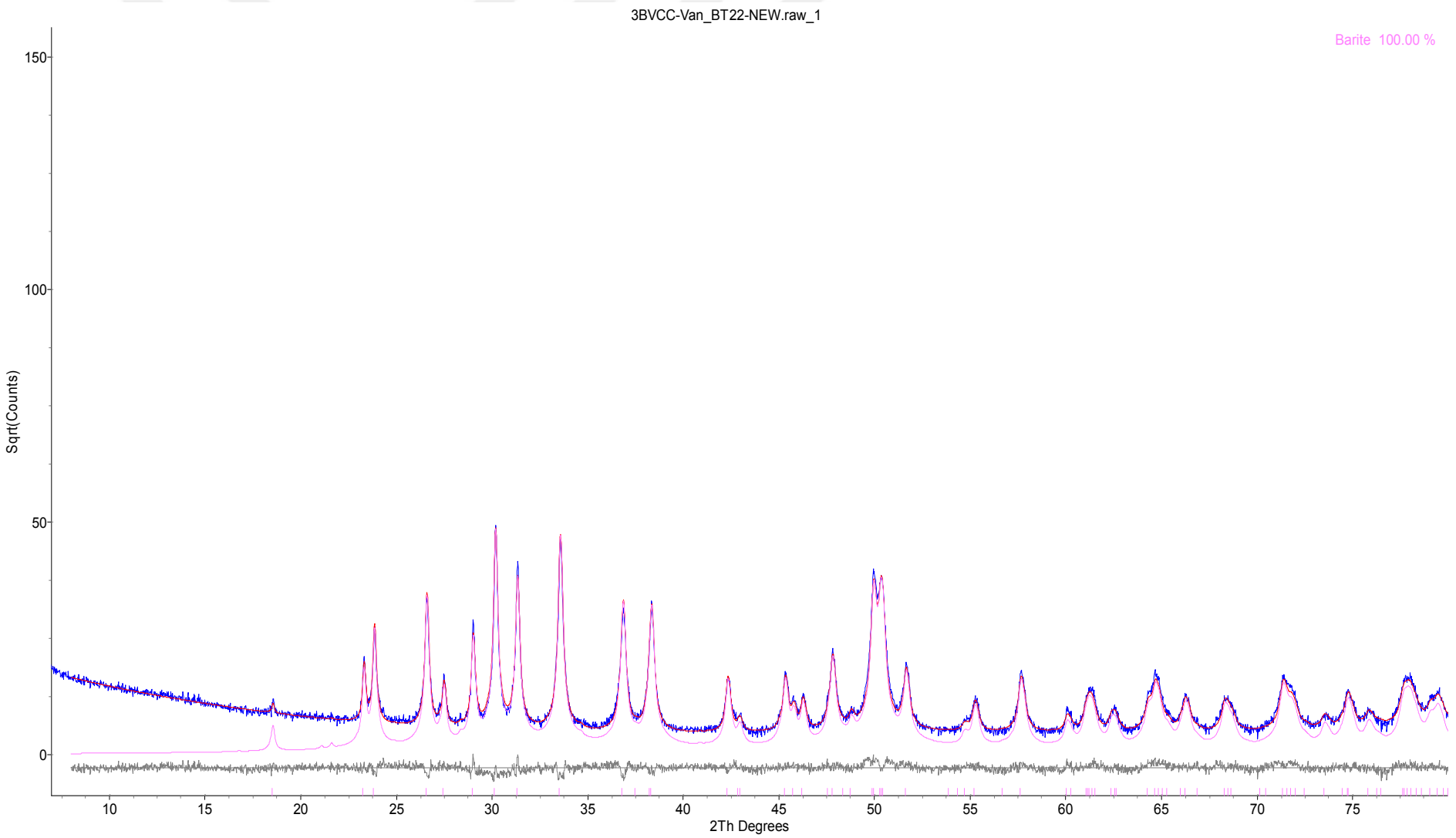


Figure 3. Rietveld refinement plot of sample **BT22** (blue line - observed intensity at each step; red line - calculated pattern; solid grey line below - difference between observed and calculated intensities; vertical bars - positions of all Bragg reflections). Coloured lines are individual diffraction patterns of all phases.

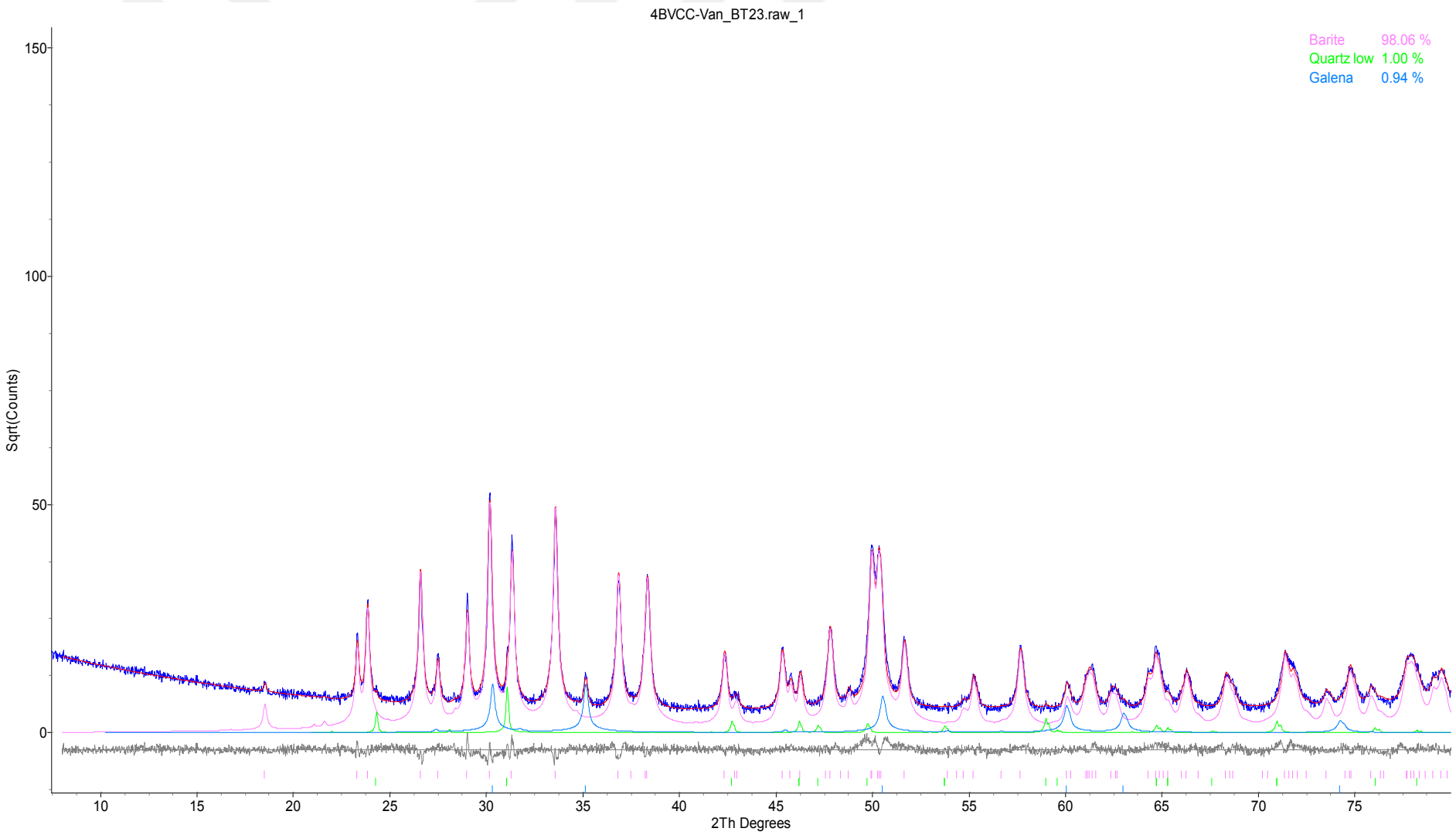


Figure 4. Rietveld refinement plot of sample **BT23** (blue line - observed intensity at each step; red line - calculated pattern; solid grey line below - difference between observed and calculated intensities; vertical bars - positions of all Bragg reflections). Coloured lines are individual diffraction patterns of all phases.

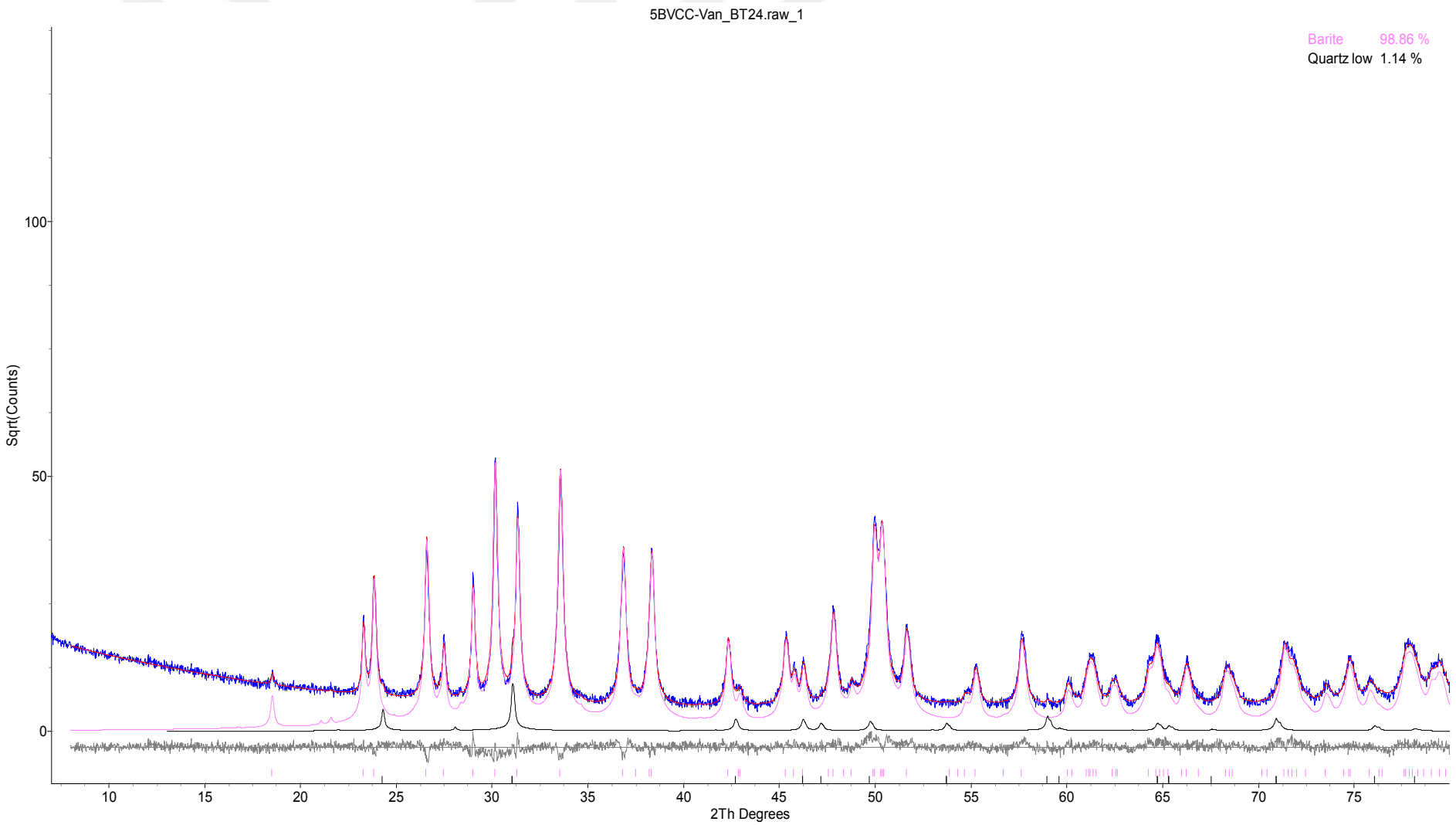


Figure 5. Rietveld refinement plot of sample **BT24** (blue line - observed intensity at each step; red line - calculated pattern; solid grey line below - difference between observed and calculated intensities; vertical bars - positions of all Bragg reflections). Coloured lines are individual diffraction patterns of all phases.

BUREAU VERITAS MINERAL LABORATORIES Canada

www.bureauveritas.com/um

Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.
9050 Shaughnessy St Vancouver British Columbia V6P 6E5 Canada
PHONE (604) 253-3158

Client: **Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Pro**

Submitted By: Gurhan Yalcin
Receiving Lab: Turkey-Ankara
Received: April 03, 2017
Report Date: April 18, 2017
Page: 1 of 2

CERTIFICATE OF ANALYSIS ANK17000220.1

CLIENT JOB INFORMATION

Project: none given
Shipment ID:
P.O. Number
Number of Samples: 20

SAMPLE DISPOSAL

DISP-PLP Dispose of Pulp After 90 days

SAMPLE PREPARATION AND ANALYTICAL PROCEDURES

Procedure Code	Number of Samples	Code Description	Test Wgt (g)	Report Status	Lab
SLBHP	20	Sorting, labeling and boxing samples received as pulps			ANK
SHP01	20	Per sample shipping charges for branch shipments			ANK
LF600	20	XRF Whole Rock & ICP-MS Trace Elements	0.66	Completed	VAN
DRPLP	20	Warehouse handling / disposition of pulps			ANK

ADDITIONAL COMMENTS

Bureau Veritas does not accept responsibility for samples left at the laboratory after 90 days without prior written instructions for sample storage or return.

Invoice To: Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler

CC: Gulsum Betul Kursun

BRITISH COLUMBIA CERTIFIED ASSAYER
MARCUS LAU
Production Manager

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.
All results are considered the confidential property of the client. Bureau Veritas assumes the liabilities for actual cost of analysis only. Results apply to samples as submitted.
"*" asterisk indicates that an analytical result could not be provided due to unusually high levels of interference from other elements.

BUREAU VERITAS MINERAL LABORATORIES Canada

www.bureauveritas.com/um

Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.

9050 Shaughnessy St Vancouver British Columbia V6P 6E5 Canada

PHONE (604) 253-3158

Client: **Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Prc**

Project: none given

Report Date: April 18, 2017

CERTIFICATE OF ANALYSIS ANK17000220.1

	Method	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	TC000	TC000	LF100	LF100	LF100
	Analyte	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	MnO	TiO2	P2O5	Cr2O3	Ba	LOI	SO3	Sr	TOT/C	TOT/S	Ba	Be	Co
	Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm
	MDL	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-5.11	0.002	0.002	0.02	0.02	1	1	0.2
BT5	Rock Pulp	0.05	<0.01	0.07	0.02	<0.01	0.02	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	57.80	-0.15	>10	0.781	<0.02	13.75	>50000	<1	<0.2
BT6	Rock Pulp	30.70	1.11	3.99	6.32	0.07	<0.01	0.28	0.09	0.08	0.01	0.01	29.12	5.61	>10	0.398	1.40	7.50	>50000	<1	11.0
BT7	Rock Pulp	0.65	<0.01	<0.01	0.37	<0.01	0.03	0.02	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.06	0.15	>10	0.633	0.08	14.00	>50000	<1	0.3
BT8	Rock Pulp	1.00	<0.01	<0.01	1.23	<0.01	0.02	0.02	0.04	<0.01	<0.01	0.02	56.72	0.68	>10	0.626	0.24	13.48	>50000	<1	0.5
BT9	Rock Pulp	3.98	0.05	1.04	0.02	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.74	7.02	>10	0.023	0.26	11.40	6504	<1	2.2
BT10	Rock Pulp	0.92	<0.01	<0.01	2.67	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	55.20	1.46	>10	0.648	0.56	13.66	>50000	<1	<0.2
BT11	Rock Pulp	1.34	0.06	0.42	2.25	<0.01	<0.01	0.03	0.06	<0.01	<0.01	0.07	57.44	1.29	>10	0.676	0.45	13.30	>50000	<1	0.7
BT12	Rock Pulp	<0.01	<0.01	<0.01	0.32	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.60	0.15	>10	0.640	0.08	13.67	>50000	<1	<0.2
BT13	Rock Pulp	<0.01	<0.01	<0.01	0.22	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.60	0.04	>10	0.638	0.05	14.13	>50000	<1	<0.2
BT14	Rock Pulp	0.08	<0.01	<0.01	0.69	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	57.71	0.41	>10	0.629	0.14	13.53	>50000	<1	<0.2
BT15	Rock Pulp	<0.01	<0.01	0.10	51.00	0.41	<0.01	<0.01	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	4.61	40.19	2.650	0.062	11.18	1.24	48312	<1	<0.2
BT16	Rock Pulp	<0.01	<0.01	<0.01	0.18	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.78	0.07	>10	0.614	0.04	13.96	>50000	<1	<0.2
BT17	Rock Pulp	0.05	<0.01	<0.01	0.20	<0.01	0.02	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	57.89	0.15	>10	0.605	0.04	13.96	>50000	<1	<0.2
BT18	Rock Pulp	1.59	<0.01	<0.01	0.21	<0.01	0.02	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	57.62	0.17	>10	0.705	0.04	13.58	>50000	<1	<0.2
BT19	Rock Pulp	1.63	<0.01	0.09	0.98	<0.01	0.02	0.02	0.05	<0.01	0.01	0.02	56.72	0.80	>10	0.610	0.19	13.52	>50000	<1	<0.2
BT20	Rock Pulp	0.64	<0.01	<0.01	0.10	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.42	0.07	>10	0.632	<0.02	14.07	>50000	<1	<0.2
BT21	Rock Pulp	0.41	<0.01	<0.01	0.08	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.15	0.06	>10	0.637	0.02	13.97	>50000	<1	<0.2
BT28	Rock Pulp	8.88	0.17	0.50	6.47	0.02	0.04	0.07	0.09	<0.01	0.02	0.02	48.48	4.91	>10	0.540	1.42	11.25	>50000	<1	0.4
BT29	Rock Pulp	1.54	<0.01	0.04	0.45	<0.01	0.04	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	57.17	0.35	>10	0.596	0.09	13.53	>50000	<1	<0.2
BT30	Rock Pulp	0.90	0.02	0.05	0.51	<0.01	0.01	0.02	0.04	<0.01	0.01	0.02	58.06	0.43	>10	0.576	0.10	13.87	>50000	<1	<0.2

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.

BUREAU VERITAS MINERAL LABORATORIES Canada

www.bureauveritas.com/um

Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.

9050 Shaughnessy St Vancouver British Columbia V6P 6E5 Canada

PHONE (604) 253-3158

Client: **Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Prc**

Project: none given

Report Date: April 18, 2017

CERTIFICATE OF ANALYSIS ANK17000220.1

	Method	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100
	Analyte	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
	Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
	MDL	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	1	0.5	0.1	0.2	0.1	8	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.02	0.3	0.05	0.02
BT5	Rock Pulp	<0.1	<0.5	1.9	<0.1	<0.1	<1	5808.5	6.8	<0.2	<0.1	21	<0.5	0.3	1.4	3.4	1.0	0.05	<0.3	0.56	*
BT6	Rock Pulp	1.1	<0.5	2.9	2.9	9.3	<1	3214.8	3.6	1.6	1.1	23	<0.5	68.2	3.1	13.2	18.9	1.90	6.7	1.07	*
BT7	Rock Pulp	<0.1	1.4	1.8	<0.1	0.4	<1	4774.6	6.2	<0.2	<0.1	11	<0.5	0.7	1.1	2.7	1.2	0.12	0.5	0.34	*
BT8	Rock Pulp	<0.1	1.5	2.2	<0.1	0.3	<1	4739.9	4.4	<0.2	<0.1	14	<0.5	0.4	1.4	3.1	1.5	0.13	0.5	0.36	*
BT9	Rock Pulp	<0.1	1.7	<0.1	<0.1	<0.1	<1	102.6	0.1	<0.2	0.1	<8	<0.5	1.1	0.4	1.0	2.3	0.27	1.2	0.25	0.11
BT10	Rock Pulp	<0.1	1.1	1.7	<0.1	<0.1	<1	4875.3	6.0	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.3	1.8	3.3	2.8	0.31	1.3	0.53	*
BT11	Rock Pulp	<0.1	1.2	1.8	<0.1	0.4	<1	4888.6	4.2	<0.2	<0.1	<8	<0.5	1.3	1.5	3.7	2.2	0.20	0.9	0.43	*
BT12	Rock Pulp	<0.1	0.9	1.7	<0.1	<0.1	<1	4671.2	4.7	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.2	1.0	2.3	0.7	<0.02	<0.3	0.39	*
BT13	Rock Pulp	<0.1	0.9	1.7	0.4	<0.1	<1	4786.5	4.0	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.1	1.2	2.2	0.4	<0.02	<0.3	0.45	*
BT14	Rock Pulp	<0.1	0.9	2.1	0.4	<0.1	<1	4810.4	5.2	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.2	1.3	2.1	0.8	0.06	<0.3	0.41	*
BT15	Rock Pulp	<0.1	1.0	0.4	0.3	<0.1	<1	849.2	0.9	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.3	3.6	2.8	8.2	1.24	6.7	1.36	1.16
BT16	Rock Pulp	<0.1	1.1	2.5	<0.1	0.5	<1	4577.5	6.0	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.2	1.1	2.2	<0.1	<0.02	<0.3	0.34	*
BT17	Rock Pulp	<0.1	0.9	1.8	<0.1	0.6	<1	4652.3	4.7	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.1	1.3	2.1	0.2	<0.02	<0.3	0.47	*
BT18	Rock Pulp	<0.1	0.9	2.1	<0.1	0.6	<1	5374.5	5.5	<0.2	<0.1	<8	<0.5	<0.1	1.3	2.0	0.2	<0.02	<0.3	0.35	*
BT19	Rock Pulp	<0.1	1.0	2.0	0.2	<0.1	<1	4511.1	4.7	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.6	1.2	2.4	0.5	0.12	0.5	0.34	*
BT20	Rock Pulp	<0.1	1.0	1.7	0.2	0.5	<1	4674.5	5.5	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.2	0.9	1.8	0.3	<0.02	<0.3	0.28	*
BT21	Rock Pulp	<0.1	0.7	1.8	0.1	0.5	<1	4691.5	3.4	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.1	1.0	1.8	<0.1	<0.02	<0.3	0.33	*
BT28	Rock Pulp	<0.1	1.3	1.7	0.3	0.7	<1	3977.1	2.8	<0.2	0.2	<8	<0.5	3.0	1.9	3.1	3.2	0.37	1.6	0.69	*
BT29	Rock Pulp	<0.1	0.8	1.7	<0.1	<0.1	<1	4511.4	4.9	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.3	1.2	1.9	0.4	<0.02	<0.3	0.35	*
BT30	Rock Pulp	<0.1	0.7	2.0	0.1	<0.1	<1	4191.9	4.1	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.5	1.0	2.0	0.5	<0.02	<0.3	0.34	*

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.

BUREAU VERITAS MINERAL LABORATORIES Canada

www.bureauveritas.com/um

Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.

9050 Shaughnessy St Vancouver British Columbia V6P 6E5 Canada

PHONE (604) 253-3158

Client: **Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Prc**

Project: none given

Report Date: April 18, 2017

CERTIFICATE OF ANALYSIS ANK17000220.1

	Method	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200
	Analyte	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg
	Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm
	MDL	0.05	0.01	0.05	0.02	0.03	0.01	0.05	0.01	0.1	0.1	0.1	1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.01
BT5	Rock Pulp	3.27	0.05	1.40	<0.02	<0.03	0.01	0.24	0.02	<0.1	55.2	>10000	14	<0.1	9.9	0.5	12.7	<0.1	4.2	2.4	1.69
BT6	Rock Pulp	2.44	0.10	0.93	0.08	0.31	0.05	0.36	0.05	1.5	555.8	4553.1	185	5.5	308.4	0.5	48.2	<0.1	0.4	1.7	3.98
BT7	Rock Pulp	2.82	0.04	1.28	<0.02	<0.03	0.01	0.20	0.02	0.6	94.6	94.8	105	0.4	1.6	0.7	1.9	<0.1	0.2	4.6	1.66
BT8	Rock Pulp	3.18	0.06	1.48	<0.02	<0.03	0.02	0.21	0.02	0.2	67.1	209.3	39	0.2	1.7	0.7	1.6	<0.1	0.1	0.8	1.78
BT9	Rock Pulp	0.18	0.02	0.07	<0.02	<0.03	<0.01	<0.05	<0.01	2.0	498.6	>10000	1673	2.6	106.1	16.9	246.9	0.5	22.2	<0.5	17.10
BT10	Rock Pulp	2.86	0.08	1.43	0.02	0.07	0.01	0.16	0.01	<0.1	47.2	2928.9	4	<0.1	0.9	<0.1	1.1	<0.1	0.6	<0.5	0.72
BT11	Rock Pulp	3.03	0.06	1.31	<0.02	<0.03	0.02	0.14	0.01	0.2	124.7	>10000	65	<0.1	7.1	0.5	8.0	<0.1	1.9	<0.5	4.03
BT12	Rock Pulp	2.94	0.05	1.43	<0.02	<0.03	0.01	0.16	0.01	<0.1	10.2	53.2	8	<0.1	<0.5	0.4	0.5	<0.1	<0.1	2.4	0.23
BT13	Rock Pulp	3.16	0.04	1.60	<0.02	<0.03	<0.01	0.12	0.01	<0.1	11.8	25.2	5	<0.1	<0.5	0.2	0.3	<0.1	<0.1	2.0	0.24
BT14	Rock Pulp	2.82	0.05	1.44	<0.02	<0.03	0.01	0.13	<0.01	<0.1	8.7	337.9	5	<0.1	0.7	<0.1	0.9	<0.1	<0.1	<0.5	0.26
BT15	Rock Pulp	1.62	0.12	0.66	0.09	0.18	0.02	0.13	0.02	<0.1	4.3	35.3	3	1.7	<0.5	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	3.0	0.10
BT16	Rock Pulp	3.87	0.04	1.28	<0.02	<0.03	<0.01	0.13	<0.01	<0.1	29.4	39.3	19	0.1	1.4	0.1	2.9	<0.1	<0.1	<0.5	0.31
BT17	Rock Pulp	3.21	0.05	1.39	<0.02	<0.03	<0.01	0.11	<0.01	<0.1	25.8	32.2	16	0.1	0.6	<0.1	2.0	<0.1	<0.1	0.6	0.30
BT18	Rock Pulp	3.22	0.04	1.55	<0.02	<0.03	<0.01	0.15	<0.01	<0.1	48.1	35.8	4	<0.1	1.5	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.8	0.21
BT19	Rock Pulp	2.62	0.05	1.12	<0.02	<0.03	<0.01	0.11	<0.01	0.1	55.1	121.2	14	0.4	12.8	0.2	0.7	<0.1	<0.1	<0.5	2.49
BT20	Rock Pulp	2.63	0.04	1.09	<0.02	<0.03	<0.01	0.09	<0.01	<0.1	33.8	20.3	3	<0.1	1.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	0.65
BT21	Rock Pulp	2.72	0.04	1.25	<0.02	<0.03	<0.01	0.07	<0.01	<0.1	32.2	24.2	3	<0.1	1.2	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.5	0.47
BT28	Rock Pulp	2.60	0.06	1.09	0.02	0.09	0.02	0.19	0.01	0.2	801.8	229.3	296	1.3	223.3	4.0	5.2	<0.1	0.5	0.8	9.33
BT29	Rock Pulp	2.79	0.04	1.23	<0.02	<0.03	<0.01	0.09	<0.01	0.1	43.0	62.0	9	0.4	8.4	0.1	0.6	<0.1	<0.1	<0.5	1.82
BT30	Rock Pulp	2.95	0.05	1.21	<0.02	<0.03	<0.01	0.10	<0.01	<0.1	59.7	71.3	15	0.4	8.6	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	<0.5	2.68

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.

BUREAU VERITAS MINERAL LABORATORIES Canada

www.bureauveritas.com/um

Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.

9050 Shaughnessy St Vancouver British Columbia V6P 6E5 Canada

PHONE (604) 253-3158

Client: **Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Pro**

Project: none given

Report Date: April 18, 2017

CERTIFICATE OF ANALYSIS ANK17000220.1

	Method	AQ200	AQ200
	Analyte	Tl	Se
	Unit	ppm	ppm
	MDL	0.1	0.5
BT5	Rock Pulp	0.2	<0.5
BT6	Rock Pulp	21.0	<0.5
BT7	Rock Pulp	<0.1	<0.5
BT8	Rock Pulp	0.1	<0.5
BT9	Rock Pulp	5.9	0.7
BT10	Rock Pulp	0.1	<0.5
BT11	Rock Pulp	1.8	<0.5
BT12	Rock Pulp	<0.1	<0.5
BT13	Rock Pulp	<0.1	<0.5
BT14	Rock Pulp	<0.1	<0.5
BT15	Rock Pulp	<0.1	<0.5
BT16	Rock Pulp	<0.1	<0.5
BT17	Rock Pulp	<0.1	<0.5
BT18	Rock Pulp	<0.1	<0.5
BT19	Rock Pulp	0.2	<0.5
BT20	Rock Pulp	<0.1	<0.5
BT21	Rock Pulp	<0.1	<0.5
BT28	Rock Pulp	0.3	<0.5
BT29	Rock Pulp	<0.1	<0.5
BT30	Rock Pulp	<0.1	<0.5

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.

BUREAU VERITAS MINERAL LABORATORIES Canada

www.bureauveritas.com/um

Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.
9050 Shaughnessy St Vancouver British Columbia V6P 6E5 Canada
PHONE (604) 253-3158

Client: **Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Prc**

Project: none given
Report Date: April 18, 2017

QUALITY CONTROL REPORT ANK17000220.1

	Method	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	XF700	TC000	TC000	LF100	LF100	LF100
	Analyte	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	MnO	TiO2	P2O5	Cr2O3	Ba	LOI	SO3	Sr	TOT/C	TOT/S	Ba	Be	Co
	Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm
	MDL	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-5.11	0.002	0.002	0.02	0.02	1	1	0.2
BT7	Rock Pulp	0.65	<0.01	<0.01	0.37	<0.01	0.03	0.02	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.06	0.15	>10	0.633	0.08	14.00	>50000	<1	0.3
Pulp Duplicates																					
BT9	Rock Pulp	3.98	0.05	1.04	0.02	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.74	7.02	>10	0.023	0.26	11.40	6504	<1	2.2
REP BT9	QC																0.25	11.71			
BT14	Rock Pulp	0.08	<0.01	<0.01	0.69	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	57.71	0.41	>10	0.629	0.14	13.53	>50000	<1	<0.2
REP BT14	QC																		>50000	<1	<0.2
BT15	Rock Pulp	<0.01	<0.01	0.10	51.00	0.41	<0.01	<0.01	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	4.61	40.19	2.650	0.062	11.18	1.24	48312	<1	<0.2
REP BT15	QC																				
BT16	Rock Pulp	<0.01	<0.01	<0.01	0.18	<0.01	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.78	0.07	>10	0.614	0.04	13.96	>50000	<1	<0.2
REP BT16	QC	<0.01	<0.01	<0.01	0.19	<0.01	0.04	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.02	58.60	0.07	>10	0.619					
Reference Materials																					
STD DS10	Standard																				
STD DS10	Standard																				
STD GS311-1	Standard																1.00	2.53			
STD GS910-4	Standard																2.75	8.71			
STD OREAS184	Standard	42.00	4.59	39.00	0.22	3.01	<0.01	<0.01	0.67	0.06	0.02	1.71	0.05	6.24	0.003	0.003					
STD OREAS45EA	Standard																				
STD OREAS45EA	Standard																				
STD SO-19	Standard																		528	16	24.5
STD SO-19	Standard																		516	17	24.6
STD SY-4(D)	Standard	49.60	20.60	6.11	7.96	0.53	7.11	1.66	0.11	0.29	0.13	<0.01	0.03	4.56	0.043	0.127					
STD GS311-1 Expected																	1.02	2.35			
STD GS910-4 Expected																	2.65	8.27			
STD SO-19 Expected																			486	20	24
STD OREAS184 Expected		42.25	4.62	39.3	0.216	3.05			0.676	0.06	0.017	1.75		6.24							
STD SY-4(D) Expected		49.9	20.69	6.21		0.54	7.1	1.66	0.108	0.287	0.131		0.034	4.56		0.1191					
STD DS10 Expected																					
STD OREAS45EA Expected																					
BLK	Blank																<0.02	<0.02			

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.

BUREAU VERITAS MINERAL LABORATORIES Canada

www.bureauveritas.com/um

Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.
9050 Shaughnessy St Vancouver British Columbia V6P 6E5 Canada
PHONE (604) 253-3158

Client: **Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Prc**

Project: none given
Report Date: April 18, 2017

QUALITY CONTROL REPORT ANK17000220.1

	Method	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100
	Analyte	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
	Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
	MDL	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	1	0.5	0.1	0.2	0.1	8	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.02	0.3	0.05	0.02
BT7	Rock Pulp	<0.1	1.4	1.8	<0.1	0.4	<1	4774.6	6.2	<0.2	<0.1	11	<0.5	0.7	1.1	2.7	1.2	0.12	0.5	0.34	*
Pulp Duplicates																					
BT9	Rock Pulp	<0.1	1.7	<0.1	<0.1	<0.1	<1	102.6	0.1	<0.2	0.1	<8	<0.5	1.1	0.4	1.0	2.3	0.27	1.2	0.25	0.11
REP BT9	QC																				
BT14	Rock Pulp	<0.1	0.9	2.1	0.4	<0.1	<1	4810.4	5.2	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.2	1.3	2.1	0.8	0.06	<0.3	0.41	*
REP BT14	QC	<0.1	0.9	1.6	0.4	<0.1	<1	4699.4	4.7	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.2	1.2	2.2	0.8	0.05	0.4	0.48	*
BT15	Rock Pulp	<0.1	1.0	0.4	0.3	<0.1	<1	849.2	0.9	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.3	3.6	2.8	8.2	1.24	6.7	1.36	1.16
REP BT15	QC																				
BT16	Rock Pulp	<0.1	1.1	2.5	<0.1	0.5	<1	4577.5	6.0	<0.2	<0.1	<8	<0.5	0.2	1.1	2.2	<0.1	<0.02	<0.3	0.34	*
REP BT16	QC																				
Reference Materials																					
STD DS10	Standard																				
STD DS10	Standard																				
STD GS311-1	Standard																				
STD GS910-4	Standard																				
STD OREAS184	Standard																				
STD OREAS45EA	Standard																				
STD OREAS45EA	Standard																				
STD SO-19	Standard	4.6	16.0	3.1	70.5	20.4	18	318.1	4.6	12.9	19.3	176	9.3	115.9	37.1	72.0	163.2	19.57	76.4	13.17	3.70
STD SO-19	Standard	4.7	16.2	2.9	70.2	20.1	17	312.7	4.7	13.0	19.5	172	9.4	113.7	35.9	67.5	153.5	19.26	74.7	13.52	3.58
STD SY-4(D)	Standard																				
STD GS311-1 Expected																					
STD GS910-4 Expected																					
STD SO-19 Expected		4.5	17.5	3.1	68.5	19.5	19	317.1	4.9	13	19.4	165	9.8	112	35.5	71.3	161	19.4	75.7	13.7	3.81
STD OREAS184 Expected																					
STD SY-4(D) Expected																					
STD DS10 Expected																					
STD OREAS45EA Expected																					
BLK	Blank																				

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.

BUREAU VERITAS MINERAL LABORATORIES Canada

www.bureauveritas.com/um

Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.
9050 Shaughnessy St Vancouver British Columbia V6P 6E5 Canada
PHONE (604) 253-3158

Client: **Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Prc**

Project: none given
Report Date: April 18, 2017

QUALITY CONTROL REPORT ANK17000220.1

	Method	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	LF100	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200
	Analyte	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg
	Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm
	MDL	0.05	0.01	0.05	0.02	0.03	0.01	0.05	0.01	0.1	0.1	0.1	1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.01
BT7	Rock Pulp	2.82	0.04	1.28	<0.02	<0.03	0.01	0.20	0.02	0.6	94.6	94.8	105	0.4	1.6	0.7	1.9	<0.1	0.2	4.6	1.66
Pulp Duplicates																					
BT9	Rock Pulp	0.18	0.02	0.07	<0.02	<0.03	<0.01	<0.05	<0.01	2.0	498.6	>10000	1673	2.6	106.1	16.9	246.9	0.5	22.2	<0.5	17.10
REP BT9	QC									1.9	491.9	>10000	1675	2.3	110.2	17.9	252.4	0.6	22.1	1.0	16.98
BT14	Rock Pulp	2.82	0.05	1.44	<0.02	<0.03	0.01	0.13	<0.01	<0.1	8.7	337.9	5	<0.1	0.7	<0.1	0.9	<0.1	<0.1	<0.5	0.26
REP BT14	QC	2.72	0.05	1.47	<0.02	<0.03	<0.01	0.13	<0.01												
BT15	Rock Pulp	1.62	0.12	0.66	0.09	0.18	0.02	0.13	0.02	<0.1	4.3	35.3	3	1.7	<0.5	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	3.0	0.10
REP BT15	QC									<0.1	4.2	31.1	3	1.6	<0.5	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	2.0	0.09
BT16	Rock Pulp	3.87	0.04	1.28	<0.02	<0.03	<0.01	0.13	<0.01	<0.1	29.4	39.3	19	0.1	1.4	0.1	2.9	<0.1	<0.1	<0.5	0.31
REP BT16	QC																				
Reference Materials																					
STD DS10	Standard									14.1	153.3	151.9	353	75.5	44.2	2.5	7.2	12.5	2.0	104.7	0.33
STD DS10	Standard									13.7	159.8	146.9	367	70.1	44.5	2.6	9.9	12.0	2.0	76.4	0.31
STD GS311-1	Standard																				
STD GS910-4	Standard																				
STD OREAS184	Standard																				
STD OREAS45EA	Standard									1.7	715.1	15.4	30	381.5	10.5	<0.1	0.3	0.3	0.3	44.1	0.03
STD OREAS45EA	Standard									1.8	682.7	14.5	30	357.5	11.1	<0.1	0.4	0.3	0.3	59.5	0.01
STD SO-19	Standard	10.76	1.38	7.18	1.41	3.59	0.53	3.44	0.51												
STD SO-19	Standard	10.53	1.34	7.18	1.39	3.77	0.54	3.30	0.50												
STD SY-4(D)	Standard																				
STD GS311-1 Expected																					
STD GS910-4 Expected																					
STD SO-19 Expected		10.53	1.41	7.5	1.39	3.78	0.55	3.55	0.53												
STD OREAS184 Expected																					
STD SY-4(D) Expected																					
STD DS10 Expected										13.6	154.61	150.55	370	74.6	46.2	2.62	9	11.65	2.02	91.9	0.3
STD OREAS45EA Expected										1.6	709	14.3	31.4	381	10.3	0.03	0.32	0.26	0.26	53	
BLK	Blank																				

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.

BUREAU VERITAS MINERAL LABORATORIES Canada

www.bureauveritas.com/um

Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.
9050 Shaughnessy St Vancouver British Columbia V6P 6E5 Canada
PHONE (604) 253-3158

Client: **Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Prc**

Project: none given
Report Date: April 18, 2017

QUALITY CONTROL REPORT ANK17000220.1

	Method	AQ200	AQ200
	Analyte	Tl	Se
	Unit	ppm	ppm
	MDL	0.1	0.5
BT7	Rock Pulp	<0.1	<0.5
Pulp Duplicates			
BT9	Rock Pulp	5.9	0.7
REP BT9	QC	6.0	0.5
BT14	Rock Pulp	<0.1	<0.5
REP BT14	QC		
BT15	Rock Pulp	<0.1	<0.5
REP BT15	QC	<0.1	<0.5
BT16	Rock Pulp	<0.1	<0.5
REP BT16	QC		
Reference Materials			
STD DS10	Standard	5.3	2.4
STD DS10	Standard	5.2	1.7
STD GS311-1	Standard		
STD GS910-4	Standard		
STD OREAS184	Standard		
STD OREAS45EA	Standard	<0.1	0.7
STD OREAS45EA	Standard	<0.1	1.0
STD SO-19	Standard		
STD SO-19	Standard		
STD SY-4(D)	Standard		
STD GS311-1 Expected			
STD GS910-4 Expected			
STD SO-19 Expected			
STD OREAS184 Expected			
STD SY-4(D) Expected			
STD DS10 Expected		5.1	2.3
STD OREAS45EA Expected		0.072	0.78
BLK	Blank		

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.

BUREAU VERITAS MINERAL LABORATORIES Canada

www.bureauveritas.com/um

Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.
9050 Shaughnessy St Vancouver British Columbia V6P 6E5 Canada
PHONE (604) 253-3158

Client: **Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Prc**

Project: none given
Report Date: April 18, 2017

QUALITY CONTROL REPORT ANK17000220.1

		XF700 SiO2 % 0.01	XF700 Al2O3 % 0.01	XF700 Fe2O3 % 0.01	XF700 CaO % 0.01	XF700 MgO % 0.01	XF700 Na2O % 0.01	XF700 K2O % 0.01	XF700 MnO % 0.01	XF700 TiO2 % 0.01	XF700 P2O5 % 0.01	XF700 Cr2O3 % 0.01	XF700 Ba % 0.01	XF700 LOI % -5.11	XF700 SO3 % 0.002	XF700 Sr % 0.002	TC000 TOT/C % 0.02	TC000 TOT/S % 0.02	LF100 Ba ppm 1	LF100 Be ppm 1	LF100 Co ppm 0.2
BLK	Blank																			21	1	<0.2
SI BLK	Blank	98.60	0.33	0.03	0.01	0.03	0.02	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	0.00	<0.002	<0.002						
BLK	Blank																					

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.

BUREAU VERITAS MINERAL LABORATORIES Canada

www.bureauveritas.com/um

Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.
9050 Shaughnessy St Vancouver British Columbia V6P 6E5 Canada
PHONE (604) 253-3158

Client: **Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Prc**

Project: none given
Report Date: April 18, 2017

QUALITY CONTROL REPORT ANK17000220.1

		LF100 Cs ppm 0.1	LF100 Ga ppm 0.5	LF100 Hf ppm 0.1	LF100 Nb ppm 0.1	LF100 Rb ppm 0.1	LF100 Sn ppm 1	LF100 Sr ppm 0.5	LF100 Ta ppm 0.1	LF100 Th ppm 0.2	LF100 U ppm 0.1	LF100 V ppm 8	LF100 W ppm 0.5	LF100 Zr ppm 0.1	LF100 Y ppm 0.1	LF100 La ppm 0.1	LF100 Ce ppm 0.1	LF100 Pr ppm 0.02	LF100 Nd ppm 0.3	LF100 Sm ppm 0.05	LF100 Eu ppm 0.02
BLK	Blank	<0.1	0.9	<0.1	<0.1	0.4	<1	<0.5	<0.1	<0.2	<0.1	<8	<0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.02	<0.3	<0.05	<0.02
SI BLK	Blank																				
BLK	Blank																				

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.

BUREAU VERITAS MINERAL LABORATORIES Canada

www.bureauveritas.com/um

Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.
9050 Shaughnessy St Vancouver British Columbia V6P 6E5 Canada
PHONE (604) 253-3158

Client: **Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Prc**

Project: none given
Report Date: April 18, 2017

QUALITY CONTROL REPORT ANK17000220.1

		LF100 Gd ppm 0.05	LF100 Tb ppm 0.01	LF100 Dy ppm 0.05	LF100 Ho ppm 0.02	LF100 Er ppm 0.03	LF100 Tm ppm 0.01	LF100 Yb ppm 0.05	LF100 Lu ppm 0.01	AQ200 Mo ppm 0.1	AQ200 Cu ppm 0.1	AQ200 Pb ppm 0.1	AQ200 Zn ppm 1	AQ200 Ni ppm 0.1	AQ200 As ppm 0.5	AQ200 Cd ppm 0.1	AQ200 Sb ppm 0.1	AQ200 Bi ppm 0.1	AQ200 Ag ppm 0.1	AQ200 Au ppb 0.5	AQ200 Hg ppm 0.01
BLK	Blank	<0.05	<0.01	<0.05	<0.02	<0.03	<0.01	<0.05	<0.01												
SI BLK	Blank																				
BLK	Blank									<0.1	<0.1	<0.1	<1	<0.1	<0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.01

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.

MINERAL LABORATORIES
Canada

www.bureauveritas.com/um

Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.
9050 Shaughnessy St Vancouver British Columbia V6P 6E5 Canada
PHONE (604) 253-3158

Client: **Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Prc**

Project: none given
Report Date: April 18, 2017

QUALITY CONTROL REPORT ANK17000220.1

		AQ200 Tl ppm 0.1	AQ200 Se ppm 0.5
BLK	Blank		
SI BLK	Blank		
BLK	Blank	<0.1	<0.5

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.

Queen's Facility for Isotope Research
Department of Geological Sciences
Miller Hall, Queen's University
Kingston, Ontario, Canada K7L 3N6
Tel. (613) 533-2183
Fax. (613) 533-6592

07/06/2017

Please find below the results from your WO: ANK17000222 for isotopic analyses of $\delta^{34}S$. QFIR protocols ensure both QA and QC reported herein for on-line results by generating 10% analyses each of the following: 1) certified reference materials and secondary standards 2) random duplication of unknown samples and 3) blanks. The off-line results are ensured by generating 20% standard analyses. This assurance and control program provides the routine monitoring of quality of both the measurements and the instrumentation.

Please note that all results are calibrated to certified reference materials, reported in standard permil notation (‰) and relative to the following international standards below:

Isotope		***Reference Material***
$\delta^{34}S$	*relative to*	VCDT

Precision, in permil notation (‰) is based upon duplicate sample analyses. Accuracy reported below, in permil notation (‰) is based upon primary or secondary standard analyses as follows:

Isotope	***Accuracy (std. dev.)***
$\delta^{34}S$	0.2‰

Prof. Kurt Kyser, Director QFIR

Client Name:

Gurhan Yalcin / Gulsum Betul Kursun
Akdeniz Universitesi Bilimsel Arastirma Projeleri Koordinasyon Birimi
Dumlupinar Bulvari Kampus
Antalya
07058

WO#: ANK17000222
No. of Samples: n=5 WR sulfates

Sample ID	$\delta^{34}S‰$ vs VCDT
BT27	22.4
BT4	20.3
BT3	insufficient %S
BT25	3.2
BT26	9.0

Methodology:

Sulphur: Samples were weighed into tin capsules and the sulphur isotopic composition measured using a MAT 253 Stable Isotope Ratio Mass Spectrometer coupled to a Costech ECS 4010 Elemental Analyzer. $\delta^{34}S$ values were calculated by normalizing the 34S/32S ratios in the sample to that in the Vienna Canyon Diablo Troilite (VCDT) international standard, values are reported using the delta (δ) notation in units of permil (‰) and are reproducible to 0.2 permil.

Sample storage policy:

Samples are kept for 90 days from the date data is released, then disposed of. Please note that unless specifically requested, unused sample material will not be returned to you. If you wish to have your samples shipped back to you, please provide a shipping account; alternatively, the shipping costs can be added to your invoice upon request.

KORELASYON ANALİZİ

	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	MnO	TiO2	P2O5	Cr2O3	Ba	LOI	SO3	Sr	TOTC	TOTS	BaLF100	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	SrLF100	Ta	Th	U	V	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
SiO2	1																																																									
Al2O3	,962	1																																																									
Fe2O3	**,823****	,276	1																																																							
CaO	,782	,759	,588	1																																																						
MgO	**-,753****	,115	-,419	-,492*	1																																																						
Na2O	,479*	,127	,320	,509*	-,423	1																																																					
K2O	-,287	**,620****	,844	,617	,338	,181	1																																																				
MnO	,704	**-,486***	,780	,967	,991	,527*	-,322	1																																																				
TiO2	**-,959****	,454	**-,873****	,820	**,605****	-,459*	,474	,969	1																																																		
P2O5	**-,573****	,327	,450	,977	,576**	,802	**,566****	,754	,460*	1																																																
Cr2O3	,898	-,282	,582	**,660****	,453	**,681****	,691	**,739****	,719	,462	1																																															
Ba	-,355	,290	,416	**-,638****	,463*	**-,797****	,407	**-,731****	,283	,788	**-,921****	1																																													
LOI	,706	,985	,660	**,984****	-,484*	**,593****	,787	,430	,790	,950	**,779****	**-,759****	1																																												
SO3	,782	,644	,366	**-,986****	,350	-,459*	,432	,921	,826	,630	**-,688****	**,611****	**-,973****	1																																											
Sr	-,279	,283	,579	**-,631****	,414	**-,732****	,355	**-,726****	,391	,716	**-,922****	**,971****	**-,752****	**,615****	1																																										
TOTC	,877	,666	,504	**,969****	-,457*	,477*	,446	,966	,880	,833	**,647****	**-,616****	**,954****	**-,964****	**-,583****	1																																									
TOTS	-,420	,953	,447	**-,919****	**,693****	**-,702****	,902	,432	,387	,468	**-,690****	**,803****	**-,940****	**,865****	,765**	**-,884****	1																																									
BaLF100	,886	,468*	,865	,871	,736	-,477*	,296	**-,997****	,819	,616	-,715**	**,688****	,560	,954	**,687****	,885	,605	1																																									
Co	**,885****	,296	**,829****	,790	-,496*	,428	,937	,866	**-,957****	-,402	,928	-,316	,724	,944	,305	,802	-,381	,986	1																																								
Cs	**,959****	,454	**,873****	,820	**-,605****	,459*	,474	,969	**-1,000****	-,460*	,719	-,283	,790	,826	,391	,880	-,387	,819	**,957****	1																																							
Ga	**,636****	,563	,488*	,937	-,391	,318	,642	,762	**-,673****	,334	,886	,354	1,000	,721	,887	,707	,322	,853	**,635****	**,673****	1																																							
Hf	,438	,320	,531*	**-,615****	,959	-,310	,642	-,422	-,505*	-,334	**-,773****	,557*	**-,672****	**,669****	**,589****	**-,627****	,451*	,414	,445*	,505*	,352	1																																							
Nb	**,740****	,384	**,771****	,639	-,319	,416	,658	,695	**-,796****	,779	,729	,392	,715	,430	,711	,571	,439	,768	**,732****	**,796****	**,674****	,482*	1																																						
Rb	**,951****	,470	**,837****	,733	**-,607****	,462*	,561	,929	**-,991****	-,483*	,852	-,321	,688	,923	,308	,790	-,414	,920	**,972****	**,991****	**,679****	,456*	**,772****	1																																						
SrLF100	,270	,341	,655	**-,590****	,388	-,731**	,282	**-,763****	,465	,686	**-,924****	,963**	**-,718****	,575**	**,996****	-,544*	**,725****	**,725****	,371	,465	,945	**,597****	,796	,372	1																																					
Ta	,313	,472*	,846	-,522*	,437	**-,673****	,307	-,667**	,642	,450	**-,797****	,832**	**-,632****	,491*	**,875****	-,446*	**,642****	**,624****	,615*	,642	,660	**,582****	,703	,560	**,889****	1																																				
Th	**-,959****	,454	**-,873****	,820	**,605****	-,459*	,474	,969	**1,000****	,460*	,719	,283	,790	,826	,391	,880	,387	,819	-,957**	**-1,000****	-,673**	-,505*	**-,796****	**-,991****	,465	,642	1																																		
U	,719	**,643****	,658	,919	,312	,313	,401	**-,750****	,500	,445	-,477*	,496*	,670	,766	,506*	,893	,665	**,727****	,385	,500	,867	,377	,571	,551	,548*	,601**	,500	1																																		
V	**,631****	,274	,534*	,881	-,355	,358	,549	,741	**-,701****	,347	,521	,653	,861	,679	,809	,825	,405	,667	**,631****	**,701****	**,956****	,458*	**,691****	**,689****	,723	,449	**-,701****	,396	1																																	
Zr	**,969****	,531	**,869****	,819	**-,629****	,467*	,412	,998	**-,999****	-,480*	,729	-,291	,784	,812	,377	,884	-,392	,845	**,948****	**,999****	**,674****	,501*	**,794****	**,989****	,447	,601	**-,999****	,590	**,697****	1																																	
Y	,533*	,364	,307	**,788****	**-,754****	,502*	,825	,306	-,535*	,277	,266	-,450*	**,733****	**-,696****	-,375	**,747****	**-,856****	,306	,481*	,535*	,360	,640	,340	,546*	-,317	-,276	-,535*	,405	,379	,539*	1																																	
La	**,929****	,474	**,805****	,654	**-,644****	,456*	,378	,573	**-,965****	-,457**	,530	,366	,088	,951	,655**	,701	-,403	,435	**,879****	**,965****	**,725****	,508*	**,801****	**,949****	,756	,912	**-,965****	,369	**,761****	**,967****	**,634****	1																																	
Ce	**,901****	,671	**,735****	,434	**-,770****	**,663****	,459	,763	**-,907****	-,409	,344	-,552*	,447*	-,320	-,468*	,401	**-,714****	,970	**,851****	,907**	**,615****	,444	**,688****	**,908****	-,431	-,349	**-,907****	,839	**,616****	,911**	**,789****	,913**	1																																
Pr	,599	,309	,324	,987	,991	,575	,497*	,324	,404	,926	,513	,612	,901	,912	,861	,943	,986	,341	,330	,404	,410	,559	,809	,412	,818	,999	,404	,323	,513	,444	,988	,819	,767	1																														
Nd	,475*	,317	,396	**,579****	-,503*	,367	,459*	,559	-,555*	,699	,294	-,401	,559*	-,555*	-,365	**,594****	**-,679****	,456	**,662****	,555*	,333	,861	,293	**,588****	-,315	,289	**-,555***	,294	,320	,542*	**,675****	,492*	**,650****	**,568****	1																														
Sm	**,516***	,528	,274	**,835****	**-,777****	,553*	,736	,664	-,504*	,311	,397	**-,571****	**,804****	**-,752****	-,496*	**,811****	**-,912****	,474	,476*	,504*	,397	,303	,295	,530*	-,445*	-,395	-,504*	,759	,376	,508*	**,969****	**,579****	**,781****	,931	**,735****	1																														
Gd	,416	,379	,805	-,365	,294	**-,642****	,304	**-,853****	,684	,786	**-,846****	**,874****	-,511*	,356	,875**	-,361	,518*	**,827****	,568	,684	,854	**,626****	,980	,549	**,893****	**,814****	,684	**,640****	,736	,654	,671	,966	-,289	,323	,702	,332	1																														
Tb	**,448***	,437	,268	,767**	**-,646****	,472*	,922	-,267	-,475*	,292	,310	-,400	**,704****	**-,681****	-,339	,724**	**-,800****	,325	,429	,475*	,294	,588	,291	,490*	-,289	,313	-,475*	,265	,330	,474*	**,959****	**,592****	**,736****	,812	**,591****	**,915****	,717	1																													
Dy	-,291	,420	,710	-,392	,342	**-,694****	,354	**-,822****	,420	,438	**-,830****	**,889****	-,535*	,374	**,902****	-,402	**,570****	**,788****	,343	,420	,555	,495*	,764	,353	**,922****	**,780****	,420	**,627****	,997	,393	,523	,730	-,379	,569	,447	-,280	**,914****	,627	1																													
Ho	-,555*	,981	-,319	**-,576****	**,816****	-,370	,866	,889	,451*	,374	,319	,456*	-,554*	,448*	,396	-,531*	**,680****	,683	-,390	-,451*	-,263	,524	-,267	-,474*	,364	,320	,451*	,419	,364	-,466*	**-,807****	-,536*	**-,697****	,646	-,414	**-,794****	,291	**-,802****	,266	1																												
Er	-,535*	,968	-,299	**-,581****	**,808****	-,362	,883	,888	,429	,365	,308	,454*	-,559*	,455*	,395	-,537*	**,678****	,684	-,369	-,429	,292	,481	,291	-,452*	,364	,320	,429	,407	,403	-,445*	**-,802****	-,516*	**-,681****	,626	-,404	**-,790****	,291	**-,799****	,264	**1,000****	1																											
Tm	,325	,880	,496	-,308	,399	,300	,471	,432	,364	,967	,979	,657	,272	,333	,984	-,302	,335	,350	,836	,364	-,389	,944	-,311	,376	,917	,788	,364	,873	-,421	,341	-,516*	-,402	-,389	**,571****	,881	-,485*	,938	-,577**	,667	,493*	,493*	1																											
Yb	,730	**-,465***	,710	,753	,801	,478*	-,321	**,995****	,975	,685	**,683****	**-,676****	,667	,810	**-,666****	,772	,652	**-,997****	,861	,975	,681	-,361	,598	,930	**-,704****	**-,600****	,975	**-,729****	,846	,996	-,303	,573	,867	,305	,438	,472	**-,812****	-,325	**-,776****	,714	,712	,418	1																											
Lu	,293	,896	,496	-,304	,402	,295*	,466	,433	,364	,975	,979	,671	,279	,333	,972	-,298	,316	,350	,837	,364	-,385	,676	-,309	,377	,927	,953	,364	,884	-,417	,342	-,504*	-,407	-,380	,350	,883	-,500*	,785	-,533*	,530	,495*	,496*	**,797****	,415	1																										
Mo	,270	,967	,472*	,831	,921	,346	,305	,560*	-,318	,522	,449*	-,522*	,503	,753	-,477*	,694	,350	**-,564****	,468*	,318	,290	,648	,278	,353	-,476*	-,309	-,318	,428	,453	,305	,979	,477	,310	,267	,442	,574	-,457**	,943	-,449*	,740	,762	,496	**,571****	,489	1																									
Cu	**,680****	-,492*	,387	,994	**-,753****	,393	-,530*	,448*	-,458*	-,555*	,433	-,448*	,753	,569	-,401	,919	-,287	-,391	,331	,458*	,372	,779	,332	,452*	-,420	-,484*	-,458*	**-,750****	,268	,492*	,350	,446*	,501*	,358	,956	,275	-,449*	,622	-,515*	-,524*	-,516*	,374	,427	,363	,589	1																									
Pb	,846	-,501*	,507	,638	,507	,500*	,281	,542*	,768	,398	,346	-,293	,926	,677	,496	,932	,914	-,543*	,743	,768	,430	,375	,486	,799	,396	,456	,768	-,354	,266	,799	,445	,943	,906	-,460*	,337	,694	-,343	,436	-,357	,422	,421	,519	,556*	,521	,381	,395	1																									
Zn	,484	-,532*	,612	,766	,772	,494*	-,404	,985**	,872	,987	**,655****	**-,684****	,663	,748	**-,676****	,757	,571	**-,978****	,824	,872	,631	-,337	,556	,800	**-,715****	**-,638****	,872	**-,815****	,884	,823	,270	,743	,694	-,267	,407	,592	**-,819****	-,298	**-,799****	,992	,987	,543	**,985****	,545	,516*	**,566****	,534*	1																									
Ni	**,890****	,882	**,773****	,356	**-,655****	**,690****	,490	,353	**-,870****	-,344	,294	**-,614****	,285	,621	-,506*	,353	-,561*	-,301	**,859****	**,870****	**,639****	,584	**,661****	**,886****	-,491*	-,437	**-,870****	,454	**,571****	**,876****	,525*	**,813****	**,894****	,787	,558*	**,568****	-,488*	,453*	-,503*	-,540*	-,523*	,288	,336	,286	,538*	**,610****	,449	,380	1																									
As	**,916****	,329	**,649****	,804	**-,848****	,443	-,396	,269	-,772**	**-,632****	,757	-,429	,649	,717	-,364	,881	-,403	,406	**,673****	**,772****	,557*	,268	,557*	,771**	-,361	-,391	**-,772****	-,445*	,495*	**,796****	,435	**,748****	**,767****	,918	,313	,465*	-,332	,330	-,422	**-,608****	-,593**	,300	,306	,283	,362	**,909****	,839	,363	**,815****	1																									
Cd	,785	-,554*	,903	,856	,867	,431	-,345	**,979****	,760	,897	**,678****	**-,670****	,588	,864	**-,670****	,865	,606	**-,975****	,858	,760	,918	-,417	,947	,844	**-,710****	**-,652****	,760	-,849**	,583	,811	-,286	,422	,982	-,265	,368	,533	**-,827****	-,315	**-,784****	1,000	,995	,474	**,974****	,419	,516*	,530*	,506*	**,986****	,300	,294	1																									
Sb	,358	**-,450***	,393	,760	,918	,548*	-,340	**,984****	,573	,903	**,660****	**-,705****	,662	,767	**-,681****	,787	,512	**-,979****	,452	,573	,380	-,284	,317	,499	**-,715****	**-,607****	,573	**-,701****	,798	,548	,333	,980	,484	,368	,671	,678	-,813**	,269	-,799**	,900	,886	,487	**,989****	,484	**,608****	,491*	**,570****	**,981****	,457*	,350	**,954****	1																									
Bi	,878	,472*	,838	,747	,693	-,459*	,303	**-,994****	,826	,630	**-,688****	**,663****	,673	,826	**,662****	,763	,708	**,999****	,984	,826	,843	,387	,745	,923	**,702****	**,604****	,826	**,729****	,679	,853	,333	,437	,988	,339	,403	,401	**,812****	,351	**,773****	,630	,630	,331	**-,998****	,331	-,561*	-,396	-,546*	**-,980****	-,296	,399	**-,975****	**-,981****	1																									
Ag	,982	**-,476***	,947	,717	,575	,455*	,283	**,977****	,084	,535	**,677****	**-,636****	,088	,821	**-,610****	,821	,777	**-,984****	,962	,726	,590	-,396	,783	,840	**-,651****	-,552*	,726	**-,702****	,867	,749	-,345	,398	,875	,286	,438	,402	**-,776****	-,367	**-,746****	,505	,506	,360	**,983****	,359	**,566****	,355	**,657****	**,956****	,276	,505	**,953****	**,968****	**-,985****	1																									
Au	-,288	,438	-,267	,635	,419	,786	,829	,464	,333	,700	,637	,953	,731	,804	,795	,679	,436	,400	,528	,333	,238	,578	-,302	,383	,682	,803	,333	,797	-,346	,310	-,334	-,280	,339	,566	,343	-,346	,399	,304	,281	,320	,330	,366	,465	,386	,912	-,269	,502	,596	,489	-,328	,608	,528	,395	,383	1																									
Hg	,280	-,708**	,791	,715	-,275	,482*	**-,598****	**,867****	,720	-,266	,517*	**-,599****	,790	,558	**-,584****	,691	,563	**-,842****	,885	,720	,483	,285	,626	,669	**-,631****	**-,635****	,720	**-,903****	,954	,635	,466	,929	,534	-,365	-,268	,783	**-,742****	,350	**-,756****	,575	,580	,885	**,856****	,892	,272	**,773****	,545*	**,924****	,389	,541*	**,907****	**,866****	**-,846****	**,826****	,793	1																									
Tl	,940**	,876	,870**	,868	-,554*	**,594****	,331	,317	**-,965****	-,396	,694	-,441	,697	,818	-,368	,936	-,404	,415	**,938****	**,965****	**,642****	,389	**,798****	**,960****	-,349	-,269	**-,965****	,982	**,631****	**,966****	,434	**,892****	**,884****	,454	,517*	,438	-,294	,366	-,380	-,383	-,361	,573	,315	,572	,461*	,526*	,749	,276	**,926****	**,788****	,490	,372	,410	,498	,527	,282	1																									
Se	,878	,472*	,838	,747	,693	-,459*	,303	**-,994****	,826	,630	**-,688****	**,663****	,673	,826	**,662****	,763	,708	**,999****	,984	,826	,843	,387	,745	,923	**,702****	**,604****	,826	**,729****	,679	,853	,333	,437	,988	,339	,403	,401	**,812****	,351	,773**	,630	,630	,331	**-,998****	,331	-,561*	-,396	-,546*	**-,980****	-,296	,399	**-,975****	**-,981****	**1,000****	**-,985****	,395	**-,846****	,410	1

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

c. Cannot be computed because at least one of the variables is constant.