

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ALANYA (ANTALYA) BARİTLERİNİN JEOLJİK JEOKİMYASAL VE  
KÖKENSEL İNCELEMESİ**

**Betül KURŞUN**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ**

**ANABİLİM DALI**

**DOKTORA TEZİ**

**ARALIK 2022**

**ANTALYA**

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ALANYA (ANTALYA) BARİTLERİNİN JEOLJİK JEOKİMYASAL VE  
KÖKENSEL İNCELEMESİ**

**Betül KURŞUN**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ**

**ANABİLİM DALI**

**DOKTORA TEZİ**

**ARALIK 2022**

**ANTALYA**

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

**ALANYA (ANTALYA) BARİTLERİNİN JEOLojİK JEOKİMYASAL VE  
KÖKENSEL İNCELEMESİ**

**Betül KURŞUN  
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ**

**Bu tez T.C. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon  
Birimi tarafından FDK-2022-5847 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**ARALIK 2022**

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

**ALANYA (ANTALYA) BARİTLERİNİN JEOLojİK JEOKİMYASAL VE  
KÖKENSEL İNCELEMESİ**

**Betül KURŞUN**  
**JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ**  
**ANABİLİM DALI**  
**DOKTORA TEZİ**

Bu tez 27/12/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN (Danışman) | [imza] |
| Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ             | [imza] |
| Prof. Dr. Yusuf URAS                  | [imza] |
| Doç. Dr. Alican ÖZTÜRK                | [imza] |
| Dr. Öğr. Üyesi Ali TÜMÜKLÜ            | [imza] |



## ÖZET

### ALANYA (ANTALYA) BARİTLERİNİN JEOLJİK JEOKİMYASAL VE KÖKENSEL İNCELEMESİ

Betül KURŞUN

Doktora Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Aralık 2022; 194 sayfa

Antalya bölgesi ile ilgili endüstri ve madencilik alanında hammadde, maden yatakları açısından yapılan çeşitli araştırmalar ve çalışmalar mevcuttur. Tez konusu kapsamında yapılan bu çalışmada bölgede bulunan baritlerin, jeokimyasal, kökenel ve jeolojik özelliklerinin yanı sıra yataklanma ve oluşumları, oluşumlarını etkileyen koşul ve faktörlerin saptanması, yorumlanması amaçlanmıştır. Alanya (Antalya) bölgesinde yer alan baritlere ait örnekler üzerinde mineralojik, jeolojik incelemeleri yapılmış, alınan veriler değerlendirilmiş, araziden de alınan bilgiler bölgede bulunan baritlerin oluşum, ortam şartları ve kökenlerinin yorumlanması amacıyla kullanılmıştır. Barit ve yan kayaçlardan alınan numunelerin kimyasal analizleri yapılmış, alınan veriler ile istatistik tablolar oluşturulmuş, örneklere ait karşılaştırmalar yapılarak istatistik veriler elde edilmiştir.

Tez çalışmasında, Alanya (Antalya) bölgesinde bulunan Yiğit-I, Kızıldağ, Efe barit ocakları ve çevresindeki baritler incelenmiştir. Üç ocaktan alınan barit örneklerinin jeolojik, jeokimyasal ve köken yorumlamaları yapılmıştır. Çalışmaya konu baritler Alanya masifi içerisinde yer almaktadır. Bölgedeki barit yatakları oluşumu Paleozoyik yaşlı olduğu ve Geç Kambriyen-Erken Ordovisiyen döneminde gerçekleştiği bilinmektedir. Formasyon içerisinde barit cevherleri çoğunlukla kalkışist seviyelerinde gözlenmektedir. Kuvars, dolomit ve kalkerler içerisinde damar, damarcık ve filonlar şeklinde bulunmaktadır. Baritlerin birkaç santimetreden 6 metreye kadar kalınlığa ve 100 metreye ulaşan uzunluğa sahip olduğu belirlenmiştir.

Barit örneklerine yapılan kimyasal analizlere göre hazırlanan XRD diyagramları, baritin (% 98-100) ana mineral olduğunu göstermiştir. XRF verilerine göre, yan kayaçlardan alınan örneklerde Ba oranı yüksek, kalsit ve silisin yoğun olduğu gözlenmiştir. Cevherleşmelerin alt kısımlarına doğru kalsit, kuvars, pirit, gibi minerallerin birleşimine katıldığı belirlenmiştir. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizine göre Ba ile birlikte Fe, O, Na, Mg, Al, Si, S, K, Sr elementlerine ait değerler görülmektedir. FT-IR analizinde, numunelerin kılavuz spektrumunu ile benzer pikler gözlenmiştir. Sıvı kaptanım analizinde örneklerde yapılan tüm incelemelerde (kaptanımlar çoğunlukla yetersiz boyutlarda ve genel olarak hareketli olduklarından) ölçülebilecek nitelikte sıvı kaptanıma rastlanamamıştır. Ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri verileri ile diyagramlar ve istatistik veriler oluşturularak yorumlanmıştır.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop analiz sonuçları % 0,709967-0,711759 değerleri arasında olup kökenel olarak denizel ve akarsu ortamını temsil etmekte ve baritlerin hidrotermal ortam koşullarında oluştuğunu göstermektedir.

Bölgedeki baritlerin iz element ve mineral içerikleri, yatak şekilleri,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop analizleri, sıvı kapanım analizleri ve diyagramları köken belirlemede önemli kılavuzdur. Çalışma alanında baritler, yan kayaçlarında bulunan dolomit ve kalsit içerisinde filon ve damarlar şeklinde yer almakta ve sıvı kapanımların ölçülemeyecek kadar az olması düşük tuzluluğu temsil etmektedir.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop değerlerinin 0,70-0,71 arasında olması ise hidrotermal oluşum ortamını yansıtmaktadır. Ayrıca inceleme alanına ait oluşturulan genel jeoloji haritaları ve stratigrafik kesitlerin tamamında barit cevherleri paleozoyik yaşlı mermer, kireçtaşı, dolomit birimlerinin içerisinde yer almaktadır.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Alanya, Barit, Çok değişkenli istatistiksel analizler,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop

**JÜRİ:** Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Prof. Dr. Nurdane İLBAYLI

Prof. Dr. Yusuf URAS

Doç. Dr. Alican ÖZTÜRK

Dr. Öğr. Üyesi Ali TÜMÜKLÜ

## **ABSTRACT**

### **GEOLOGICAL GEOCHEMICAL AND GENESIS EXAMINATION OF ALANYA (ANTALYA) BARITES**

**Betül KURŞUN**

**PhD Thesis in Geological Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN**

**December 2022; 194 pages**

Various research and studies have been conducted on industry and mining in the terms of raw materials and mineral deposits in the Antalya region. This study, which has been conducted as part of the thesis, aims to determine and interpret the bedding and formations of barites in the Alanya (Antalya) region, the conditions and factors affecting their formation, as well as their geochemical, genesis, and geological characteristics. Mineralogical and geological analyses were carried out on the barite samples collected from the Alanya region. The results of these analyses were evaluated, and the findings obtained from the field study were used to interpret the formation, environmental conditions, and genesis of the barites in the study area. Chemical analyses of the samples collected from the barite and wall rocks were conducted, statistical tables were generated using the analysis results, and statistical data were obtained by comparing the samples.

In this thesis, Yigit-I, Kızıltas, and Efe barite quarries in the Alanya region and the barites in their vicinity have been examined. The barite samples from three quarries were interpreted considering their geological and geochemical characteristics, and genesis. The locations of the studied barites samples are in the Alanya massif. The barites that are the subject of the study are located in the Alanya massif. It is known that the formation of barite deposits in the region is of the Paleozoic age and they occurred in the Late Cambrian-Early Ordovician period. In this formation, the barite ores are mostly observed in calcschist levels. They are observed in the form of veins, veinlets, and lodes in quartz, dolomite, and limestones. It has been found that the thickness of the studied barites ranges from a few centimeters to 6 meters while they have a length and up to 100 meters.

The XRD diagrams, which were prepared according to the results of the chemical analyses of the barite samples, revealed that barite was the main mineral (98-100%). According to the results of the XRF analysis, the samples taken from the wall rocks were found to have high concentrations of barium and high calcite and silica contents. It was found that minerals such as calcite, quartz, pyrite, etc. joined the combination toward the lower parts of the mineralization. Scanning electron microscopy (SEM) analysis revealed the values of Fe, O, Na, Mg, Al, Si, S, K, and Sr elements, as well as Ba. The FT-IR analysis revealed the same peaks with the guide spectrum of the samples. According to the results of the fluid inclusion analysis, no significant fluid inclusions were found in the studied samples since these inclusions were mostly of insufficient size and usually mobile. The diagrams and statistical data were generated and interpreted according to the results of major oxide, trace, and rare earth element analyses. The results of the  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

isotope analysis were between %0.709967-0.711759, which represented the marine and fluvial environment as the genesis and revealed that barites were formed under hydrothermal environment conditions.

The trace element and mineral contents of the studied barite samples, their bedding forms,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  isotope analyses, fluid inclusion analyses, and diagrams are significant guides for determining their genesis. In the study area, the barites were observed to be in the form of lodes and veins in the dolomites and calcites in the wall rocks, and the liquid inclusion levels were found to be too low to be measured, which revealed low salinity. On the other hand, the  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  isotope values were found to be between 0.70-0.71, which revealed the hydrothermal formation environment. Moreover, according to the general geological maps and stratigraphic sections of the study area, the barite ores are observed within the Paleozoic-aged marble, limestone, and dolomite units.

**KEYWORDS:** Alanya, Barite, Multivariate statistical analyses,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  isotope

**COMMITTEE:** Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ

Prof. Dr. Yusuf URAS

Assoc. Prof. Dr. Alican ÖZTÜRK

Asst. Prof. Dr. Ali TÜMÜKLÜ

## ÖNSÖZ

Tez çalışmalarında 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 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, aynı zamanda çalışmamın her aşamasında yer alan sınıf arkadaşım Sinan Emre ÇAKIR'a, laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan, Sezer ÜNAL, Büşra KURTOĞLU ve Özge ÖZER ATAĞÖZÜ'na, ayrıca arazi çalışmalarında bölgeye hakim olan ve beni yönlendiren, ocaklara ulaşmamızı sağlayan ve ocak ile ilgili tecrübe ve engin bilgilerini paylaşan, özellikle barit ocakları içerisine girişimizi sağlayan ve araziye çalışmalarımı tamamlamama yardımcı olan Yüksek Maden Mühendisi Salih AKBOĞA'ya, arazi çalışmalarında ocak sahiplerinden Faik Çağrı AYGÜLEN ve Ottomin Madencilik San. Tic. A.Ş. firma yetkilisi Rıfat DERMAN'a teşekkür ederim.

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

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                  |      |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖZET.....                                                                        | i    |
| ABSTRACT.....                                                                    | iii  |
| ÖNSÖZ .....                                                                      | v    |
| AKADEMİK BEYAN .....                                                             | viii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                                     | ix   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                             | xi   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                                          | xv   |
| 1. GİRİŞ .....                                                                   | 1    |
| 1.1. Bölgenin Tanıtımı.....                                                      | 2    |
| 1.2. Çalışmanın Amacı .....                                                      | 3    |
| 2. KAYNAK TARAMASI.....                                                          | 4    |
| 2.1. Genel Jeoloji ile İlgili Çalışmalar.....                                    | 4    |
| 2.1.1. Eksalatif sedimanter (volkano sedimanter) barit yatakları .....           | 17   |
| 2.1.2. Hidrotermal yataklar .....                                                | 17   |
| 2.1.3. Magmatik olaylara bağlı hidrotermal barit yatakları .....                 | 18   |
| 2.1.4. Rezidüel kartstik tip yataklar .....                                      | 18   |
| 2.1.5. Lateral segregasyon tip barit yatakları.....                              | 18   |
| 2.1.6. Sedimanter ortamlarda gerçekleşen barit yatakları.....                    | 19   |
| 2.1.7. Diğer tip barit yatakları.....                                            | 20   |
| 2.2. Barit Genel Özellikleri, Mineralojisi, Jeokimyası ve Oluşumu .....          | 22   |
| 3. MATERYAL VE METOT.....                                                        | 26   |
| 3.1. Arazi Çalışmaları.....                                                      | 30   |
| 3.2. Laboratuvar Çalışmalar .....                                                | 34   |
| 3.3. Mineraloji ve Petrografi Analizleri .....                                   | 37   |
| 3.3.1. X-ray difraktometresi (xrd) kimyasal analiz çalışması.....                | 37   |
| 3.3.2. Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (f-tir) analiz çalışması..... | 38   |
| 3.3.3. Sıvı kapanım analiz çalışması.....                                        | 39   |
| 3.3.4. Taramalı elektron mikroskobu (sem) analiz çalışması .....                 | 40   |
| 3.3.5. İnce Kesit Analizi .....                                                  | 41   |
| 3.4. Jeokimyasal İncelemeler .....                                               | 41   |
| 3.4.1. Xrf analiz çalışması .....                                                | 41   |

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.4.2. Icp-ms analiz çalışması.....                                            | 42  |
| 3.4.3. Icp-oes analiz çalışması .....                                          | 43  |
| 3.4.4. <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr izotop oranı analiz çalışması .....  | 43  |
| 4. BULGULAR .....                                                              | 46  |
| 4.1. Bölgesel Jeoloji .....                                                    | 46  |
| 4.1.1. Üst paleozoyik-üst senozoyik dönem .....                                | 48  |
| 4.1.2. Alanya birliği.....                                                     | 49  |
| 4.1.3. Antalya birliği.....                                                    | 55  |
| 4.2. İnceleme Alanı Jeolojisi .....                                            | 57  |
| 4.2.1. Yiğit-I barit ocağı .....                                               | 58  |
| 4.2.2. Kızıltaş barit ocağı.....                                               | 59  |
| 4.2.3. Efe barit ocağı.....                                                    | 61  |
| 4.3. Jeokimyasal İncelemeler ve Mineraloji ve Petrografi Analizleri .....      | 62  |
| 4.3.1. Xrf analizi .....                                                       | 62  |
| 4.3.2. Ft-ir analizi.....                                                      | 87  |
| 4.3.3. Taramalı elektron mikroskobu (sem) analizi.....                         | 89  |
| 4.3.4. <sup>86</sup> Sr/ <sup>87</sup> Sr izotop analizi .....                 | 104 |
| 4.3.5. Sıvı kapanım analizi .....                                              | 107 |
| 4.3.6. Ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri (icp-ms/ icp-oes)..... | 109 |
| 4.3.7. Xrd analizleri .....                                                    | 113 |
| 4.3.8. İnce kesit analizi .....                                                | 117 |
| 4.4. Baritin Dünya Örnekleri ile Karşılaştırılması .....                       | 119 |
| 5. TARTIŞMA .....                                                              | 122 |
| 6. SONUÇLAR .....                                                              | 126 |
| 7. KAYNAKLAR.....                                                              | 129 |
| 8. EKLER.....                                                                  | 149 |
| ÖZGEÇMİŞ                                                                       |     |

## AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum “**Alanya (Antalya) Baritlerinin Jeolojik Jeokimyasal ve Kökensel İncelemesi**” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

27/12/2022

Betül KURŞUN





## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

|                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| Ba                             | : Baryum                |
| BaSO <sub>4</sub>              | : Baryum sülfat (barit) |
| BaO                            | : Baryum oksit          |
| SO <sub>3</sub>                | : Kükürt trioksit       |
| SiO <sub>2</sub>               | : Silisyum dioksit      |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | : Alüminyum oksit       |
| CaO                            | : Kalsiyum oksit        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | : Demir oksit           |
| MgO                            | : Magnezyum oksit       |
| SrO                            | : Stronsiyum oksit      |
| TiO <sub>2</sub>               | : Titanyum dioksit      |
| ZrO <sub>2</sub>               | : Zirkonyum dioksit     |

### Kısaltmalar

|         |                                                          |
|---------|----------------------------------------------------------|
| BT      | : Barit numuneleri                                       |
| YK      | : Yan kayaç numunesi                                     |
| USGS    | : United States Geological Survey                        |
| XRD     | : X-ışınları difraktometresi                             |
| XRF     | : X-Ray flüoresans analizi                               |
| SEM     | : Scanning Elektron Microscope                           |
| ICP-MS  | : Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi          |
| ICP-OES | : İndüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektroskopisi |
| FT-IR   | : Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi            |
| İMİB    | : İstanbul Maden İthalatçıları Birliği                   |
| MTA     | : Maden Tetkik ve Arama                                  |

GPS : Küresel Konumlama Sistemi  
HGM : Harita Genel Müdürlüğü  
WGS84 : World Geodetic System 1984



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 1.1.</b> Türkiye Barit Yatakları (MTA, 2022) .....                                                                                                                                                                                                           | 1  |
| <b>Şekil 1.2.</b> Çalışma alanı yer bulduru haritası .....                                                                                                                                                                                                            | 3  |
| <b>Şekil 2.1.</b> Alanya Masifine ait jeolojik harita (Ergen vd., 2020; MTA, 2015).....                                                                                                                                                                               | 4  |
| <b>Şekil 2.2. a)</b> Toros kuşağı birliklerinin yayılımı (Özgül, 1976); <b>b)</b> İnceleme alanı ve çevresinin bölgesel jeoloji haritası (Özgül, 1983; 1984’ten değiştirilerek hazırlanmıştır) .....                                                                  | 5  |
| <b>Şekil 2.3.</b> Basitleştirilmiş Alanya naplarını gösteren bölgesel Alanya Tektonik haritası (Akkurt, 2006).....                                                                                                                                                    | 6  |
| <b>Şekil 2.4.</b> Alanya Masifi’nin metamorfizma fasiyes haritası (Şenel vd., 2016 a,b,c; Keskin vd., 2018; Çetinkaplan, 2018’den değiştirilerek alınmıştır, ölçeksizdir).....                                                                                        | 9  |
| <b>Şekil 2.5.</b> Orojenik-rejyonal metamorfizma gelişim ortamları (Dowden vd., 1975).....                                                                                                                                                                            | 10 |
| <b>Şekil 2.6.</b> Alanya Masifi Triyas-Erken Senozoyik dönemi jeodinamik gelişimi şematik kesitler (Ergen, 2020) .....                                                                                                                                                | 12 |
| <b>Şekil 2.7.</b> KD Akdenize ait yapılar ve kıtasal bloklar (Şengör vd.,1984; Okay, 1989; Okay vd.,1994; Okan ve Tüysüz, 1999, Özsöz vd., 2022’ den değiştirilerek alınmıştır).....                                                                                  | 14 |
| <b>Şekil 2.8.</b> Barit yataklanma formları (Amstutz, 1963; Bernard, 1976’dan değiştirilerek alınmıştır).....                                                                                                                                                         | 16 |
| <b>Şekil 2.9.</b> Avalonya ile Gondvana’nın kuzey kenarı boyunca Geç Kambriyen-Erken Ordovisiyen (485my) dönemi Reyik Okyanusu açılımını gösteren şematik paleocoğrafik haritası (Linneman vd., 2008; AM: Armorika Masifi, OMZ: Osse Morena Zonu, STZ: Saxo-Th) ..... | 20 |
| <b>Şekil 3.1. a)</b> Demirtaş bölgesi “Efe” barit ocağı; <b>b)</b> Demirtaş bölgesi “Kızıлтаş” barit ocağı; <b>c)</b> Konaklı bölgesi “Yiğit-I” barit ocağı.....                                                                                                      | 26 |
| <b>Şekil 3.2. a)</b> Yiğit-I barit ocağı uzaktan görünümü; <b>b)</b> İkinci galeri girişi; <b>c)</b> Galeri içi; <b>d)</b> Galeri içi barit damarı.....                                                                                                               | 27 |
| <b>Şekil 3.3. a, b, c)</b> Demirtaş bölgesi “Kızıлтаş” barit ocağı yarma; <b>d)</b> Galeri girişi; <b>e)</b> Stok; <b>f)</b> Galeri içi.....                                                                                                                          | 28 |
| <b>Şekil 3.4. a, b)</b> Demirtaş bölgesi “Efe” barit ocağı galeri içi damar saçınımları; <b>c)</b> Galeri içi çıkarılmış barit damarları; <b>d)</b> Galeri çıkışı maden yükleme rampası; <b>e)</b> Galeri girişi; <b>f, g)</b> Galeri içi numune alımları .....       | 29 |
| <b>Şekil 3.5.</b> Barit ocaklarına ait yer bulduru haritası .....                                                                                                                                                                                                     | 31 |
| <b>Şekil 3.6.</b> Araziden alınan numuneler.....                                                                                                                                                                                                                      | 32 |
| <b>Şekil 3.7. a)</b> Numune alımı; <b>b, c, d)</b> Tabaka doğrultu-eğim ve lokasyon ölçümleri; <b>e, f)</b> Numunelerin etiketlenip fotoğraflanması .....                                                                                                             | 33 |
| <b>Şekil 3.8.</b> Laboratuvar çalışmaları 1 .....                                                                                                                                                                                                                     | 34 |
| <b>Şekil 3.9.</b> Laboratuvar çalışmaları 2 .....                                                                                                                                                                                                                     | 35 |
| <b>Şekil 3.10.</b> Laboratuvar çalışmaları 3 .....                                                                                                                                                                                                                    | 35 |
| <b>Şekil 3.11.</b> Laboratuvar çalışmaları 4 .....                                                                                                                                                                                                                    | 36 |
| <b>Şekil 3.12.</b> Laboratuvar çalışmaları 5 .....                                                                                                                                                                                                                    | 36 |

|                                                                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 3.13.</b> Laboratuvar çalışmaları 6 .....                                                                                                                                                         | 37 |
| <b>Şekil 3.14.</b> İnce kesit ve Polarize mikroskop fotoğrafları.....                                                                                                                                      | 41 |
| <b>Şekil 3.15.</b> XRF cihazı .....                                                                                                                                                                        | 42 |
| <b>Şekil 4.1.</b> Toros kuşağındaki birliklerin yayılımı (Özgül, 1976), inceleme alanı ve çevresinin bölgesel jeoloji haritası (Özgül, 1983; 1984) (Bozkaya, 2001’den değiştirilerek hazırlanmıştır) ..... | 46 |
| <b>Şekil 4.2.</b> Orta Toroslarda Alanya Napları ile diğer birliklerin tektonik evrimini gösteren şematik kesiti (MN: Mahmutlar Napı, SN: Sugözü Napı, YN: Yumrudağ Napı) (Bozkaya, 2001) .....            | 47 |
| <b>Şekil 4.3.</b> Alanya Masifinin (naplarının) Triyas-Erken Senozoyik dönemi jeodinamik gelişimini gösteren şematik kesitler (Ergen vd., 2020).....                                                       | 51 |
| <b>Şekil 4.4.</b> Antalya Birliği stratigrafik kesitleri (Brunn vd., 1971’den yararlanılmıştır) (Özgül, 1976) .....                                                                                        | 56 |
| <b>Şekil 4.5.</b> Konaklı bölgesi “Yiğit-I” barit ocağı genel jeoloji haritası (MTA, 2022, 1:25.000 O27-c2 paftası genel jeoloji haritasından değiştirilerek hazırlanmıştır) .....                         | 58 |
| <b>Şekil 4.6.</b> Konaklı bölgesi “Yiğit-I” barit ocağı genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (MTA, 2022, 1:25.000 O27-c2 paftası genel jeoloji haritasından değiştirilerek hazırlanmıştır) .....           | 59 |
| <b>Şekil 4.7.</b> Demirtaş bölgesi “Kızıltaş” barit ocağı genel jeoloji haritası (MTA, 2022, 1:25.000 P28-b1 paftası genel jeoloji haritasından değiştirilerek hazırlanmıştır) .....                       | 60 |
| <b>Şekil 4.8.</b> Demirtaş bölgesi “Kızıltaş” barit ocağı genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (MTA, 2022, 1:25.000 P28-b1 paftası genel jeoloji haritasından değiştirilerek hazırlanmıştır) .....         | 60 |
| <b>Şekil 4.9.</b> Demirtaş bölgesi “Efe” barit ocağı genel jeoloji haritası (MTA, 2022, 1:25.000 P28-b1 paftası genel jeoloji haritasından değiştirilerek hazırlanmıştır) .....                            | 61 |
| <b>Şekil 4.10.</b> Demirtaş bölgesi “Efe” barit ocağı genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (MTA, 2022, 1:25.000 P28-b1 paftası genel jeoloji haritasından değiştirilerek hazırlanmıştır) .....             | 62 |
| <b>Şekil 4.11.</b> Kriging Interpolation metodu ile Ba (%) değerleri haritası Konaklı/Alanya .....                                                                                                         | 66 |
| <b>Şekil 4.12.</b> Kriging Interpolation metodu ile SO <sub>3</sub> (%) değerleri haritası Konaklı/Alanya .....                                                                                            | 66 |
| <b>Şekil 4.13.</b> Kriging Interpolation metodu ile SiO <sub>2</sub> (%) değerleri haritası Konaklı/Alanya .....                                                                                           | 67 |
| <b>Şekil 4.14.</b> Kriging Interpolation metodu ile Sr (%) değerleri haritası Konaklı/Alanya .....                                                                                                         | 67 |
| <b>Şekil 4.15.</b> Kriging Interpolation metodu ile Ba (%) değerleri haritası Demirtaş/Alanya .....                                                                                                        | 68 |
| <b>Şekil 4.16.</b> Kriging Interpolation metodu ile SO <sub>3</sub> (%) değerleri haritası Demirtaş/Alanya .....                                                                                           | 68 |

|                                                                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 4.17.</b> Kriging Interpolation metodu ile SiO <sub>2</sub> (%) değerleri haritası Demirtaş/ Alanya .....                                                                            | 69  |
| <b>Şekil 4.18.</b> Kriging Interpolation metodu ile Sr (%) değerleri haritası Demirtaş/ Alanya .....                                                                                          | 69  |
| <b>Şekil 4.19.</b> BT (Barit) numunelerinin Hierarchical Cluster Analiz dendogramı .....                                                                                                      | 82  |
| <b>Şekil 4.20.</b> YK (Yan kayaç) numunelerinin Hierarchical Cluster Analiz dendogramı.....                                                                                                   | 83  |
| <b>Şekil 4.21.</b> Nearest neighbor analizi .....                                                                                                                                             | 87  |
| <b>Şekil 4.22.</b> BT-4 ve BT-7 numuneleri FT-IR spektrumları .....                                                                                                                           | 88  |
| <b>Şekil 4.23.</b> BT-12 ve BT-21 numuneleri FT-IR spektrumları .....                                                                                                                         | 88  |
| <b>Şekil 4.24.</b> BT-26 ve BT-30 numuneleri FT-IR spektrumları .....                                                                                                                         | 89  |
| <b>Şekil 4.25.</b> BT-7 numunesi EDS çekimleri.....                                                                                                                                           | 90  |
| <b>Şekil 4.26.</b> BT-7 EDS-a çekimine ait pik grafiği.....                                                                                                                                   | 90  |
| <b>Şekil 4.27.</b> BT-7 EDS-b çekimine ait pik grafiği .....                                                                                                                                  | 91  |
| <b>Şekil 4.28.</b> BT-7 EDS-c çekimine ait pik grafiği.....                                                                                                                                   | 92  |
| <b>Şekil 4.29.</b> BT-7 EDS-d çekimine ait pik grafiği .....                                                                                                                                  | 92  |
| <b>Şekil 4.30.</b> BT-12 Numunesi EDS çekimleri.....                                                                                                                                          | 93  |
| <b>Şekil 4.31.</b> BT-12 EDS-a çekimine ait pik grafiği.....                                                                                                                                  | 94  |
| <b>Şekil 4.32.</b> BT-12 EDS-b çekimine ait pik grafiği .....                                                                                                                                 | 94  |
| <b>Şekil 4.33.</b> BT-12 EDS-c çekimine ait pik grafiği.....                                                                                                                                  | 95  |
| <b>Şekil 4.34.</b> BT-12 EDS-d çekimine ait pik grafiği .....                                                                                                                                 | 96  |
| <b>Şekil 4.35.</b> BT-26 Numunesi EDS çekimleri.....                                                                                                                                          | 97  |
| <b>Şekil 4.36.</b> BT-26 EDS-a çekimine ait pik grafiği.....                                                                                                                                  | 97  |
| <b>Şekil 4.37.</b> BT-26 EDS-b çekimine ait pik grafiği .....                                                                                                                                 | 98  |
| <b>Şekil 4.38.</b> BT-26 EDS-c çekimine ait pik grafiği.....                                                                                                                                  | 99  |
| <b>Şekil 4.39.</b> BT-26 EDS-d çekimine ait pik grafiği .....                                                                                                                                 | 99  |
| <b>Şekil 4.40.</b> BT-30 Numunesi EDS çekimleri.....                                                                                                                                          | 100 |
| <b>Şekil 4.41.</b> BT-30 EDS-a çekimine ait pik grafiği.....                                                                                                                                  | 101 |
| <b>Şekil 4.42.</b> BT-30 EDS-b çekimine ait pik grafiği .....                                                                                                                                 | 101 |
| <b>Şekil 4.43.</b> BT-30 EDS-c çekimine ait pik grafiği.....                                                                                                                                  | 102 |
| <b>Şekil 4.44.</b> BT-30 EDS-d çekimine ait pik grafiği .....                                                                                                                                 | 103 |
| <b>Şekil 4.45.</b> Taramalı elektron mikroskopunda görülen BaSO <sub>4</sub> ve SiO <sub>2</sub> kristalleri.....                                                                             | 103 |
| <b>Şekil 4.46.</b> Barit numunelerin <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr değerlerinin Elderfield (1986), Cansu (2017)'ye göre izotop kaynaklarının ortalama değerleri tablosuna iz düşümü..... | 106 |
| <b>Şekil 4.47.</b> Hf-Th-Ta ayırlama diyagramındaki konumları (Wood, 1980'den değiştirilerek alınmıştır).....                                                                                 | 112 |
| <b>Şekil 4.48.</b> Wood (1980)'a göre yan kayaç numuneleri Hf-Th-Nb ayırlama diyagramındaki izdüşümleri.....                                                                                  | 112 |
| <b>Şekil 4.49.</b> Wood (1980)'a göre yan kayaç numuneleri Zr-Th-Nb ayırlama diyagramındaki izdüşümleri.....                                                                                  | 113 |
| <b>Şekil 4.50.</b> Wood (1980)'a göre yan kayaç numuneleri Hf-Th-Ta ayırlama diyagramındaki izdüşümleri.....                                                                                  | 113 |

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 4.51.</b> BT-4 numunesine ait XRD diyagramı.....          | 114 |
| <b>Şekil 4.52.</b> BT-7 numunesine ait XRD diyagramı.....          | 114 |
| <b>Şekil 4.53.</b> BT-12 numunesine ait XRD diyagramı.....         | 115 |
| <b>Şekil 4.54.</b> BT-21 numunesine ait XRD diyagramı.....         | 115 |
| <b>Şekil 4.55.</b> BT-26 numunesine ait XRD diyagramı.....         | 116 |
| <b>Şekil 4.56.</b> BT-30 numunesine ait XRD diyagramı.....         | 116 |
| <b>Şekil 4.57.</b> BT-7 numunesine ait ince kesit çekimleri .....  | 117 |
| <b>Şekil 4.58.</b> BT-12 numunesine ait ince kesit çekimleri ..... | 117 |
| <b>Şekil 4.59.</b> BT-21 numunesine ait ince kesit çekimleri ..... | 118 |
| <b>Şekil 4.60.</b> BT-24 numunesine ait ince kesit çekimleri ..... | 118 |
| <b>Şekil 4.61.</b> BT-26 numunesine ait ince kesit çekimleri ..... | 119 |
| <b>Şekil 4.62.</b> BT-30 numunesine ait ince kesit çekimleri ..... | 119 |



## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 2.1. Antalya ili barit yataklarının rezervleri (MTA, 2022) .....                                                              | 15  |
| Çizelge 2.2. Barit yataklarının ülkelere göre dağılımları (Cansu ve Öztürk, 2020) .....                                               | 21  |
| Çizelge 2.3. Mafik ve felsik kayalarda, minerallerin ortalama Ba ve Sr içerikleri (ppm olarak, Mason ve More, 1985, Cansu, 2017)..... | 24  |
| Çizelge 2.4. Bazı kayaçlarda seçilen elementlerin bulunma miktarları (ppm olarak, Mason ve More,1985, Cansu, 2017) .....              | 24  |
| Çizelge 2.5. Baryumlu bileşikler, çözünürlükleri, baryum oranları (Merck, 1989; Cansu, 2017) .....                                    | 25  |
| Çizelge 3.1. Alanya/ Konaklı bölgesine ait barit ve yan kayaç numune alımı koordinatları (WGS84).....                                 | 31  |
| Çizelge 3.2. Alanya/ Demirtaş bölgesine ait barit ve yan kayaç numune alımı koordinatları (WGS84).....                                | 32  |
| Çizelge 4.1. Barit numuneleri XRF verileri (%).....                                                                                   | 63  |
| Çizelge 4.2. Yan kayaç numuneleri XRF verileri (%).....                                                                               | 64  |
| Çizelge 4.3. Betimleyici çok değişkenli istatistiksel analiz (Barit numuneleri için) .....                                            | 72  |
| Çizelge 4.4. Betimleyici çok değişkenli istatistiksel analiz (Yan kayaç numuneleri için) .....                                        | 74  |
| Çizelge 4.5. Pearson korelasyon katsayıları matrisi (Barit numuneleri için) .....                                                     | 77  |
| Çizelge 4.6. Pearson korelasyon katsayıları matrisi (Yan kayaç numuneleri için) .....                                                 | 78  |
| Çizelge 4.7. Barit numunelerine ait faktör analiz değerleri .....                                                                     | 79  |
| Çizelge 4.8. Yan kayaçlara numunelerine ait faktör analiz değerleri .....                                                             | 80  |
| Çizelge 4.9. Kimyasal element bileşen değerleri ilişkisi (A-Barit, B-Yan Kayaç) .....                                                 | 81  |
| Çizelge 4.10. Barit numuneleri için Model Summary ve Anova'ya göre XRF sonuçları .....                                                | 84  |
| Çizelge 4.11. Yan kayaç numuneleri için Model Summary ve Anova'ya göre XRF sonuçları .....                                            | 85  |
| Çizelge 4.12. Barit numunelerine ait faktör analizi .....                                                                             | 85  |
| Çizelge 4.13. Barit numunelerine ait faktörlerin rotasyon değerleri .....                                                             | 86  |
| Çizelge 4.14. BT-7 EDS-a kantitatif sonuçlar .....                                                                                    | 91  |
| Çizelge 4.15. BT-7 EDS-b kantitatif sonuçlar .....                                                                                    | 91  |
| Çizelge 4.16. BT-7 EDS-c kantitatif sonuçlar .....                                                                                    | 92  |
| Çizelge 4.17. BT-7 EDS-d kantitatif sonuçlar .....                                                                                    | 93  |
| Çizelge 4.18. BT-12 EDS-a kantitatif sonuçlar .....                                                                                   | 94  |
| Çizelge 4.19. BT-12 EDS-b kantitatif sonuçlar .....                                                                                   | 95  |
| Çizelge 4.20. BT-12 EDS-c kantitatif sonuçlar .....                                                                                   | 95  |
| Çizelge 4.21. BT-12 EDS-d kantitatif sonuçlar .....                                                                                   | 96  |
| Çizelge 4.22. BT-26 EDS-a kantitatif sonuçlar .....                                                                                   | 98  |
| Çizelge 4.23. BT-26 EDS-b kantitatif sonuçlar .....                                                                                   | 98  |
| Çizelge 4.24. BT-26 EDS-c kantitatif sonuçlar .....                                                                                   | 99  |
| Çizelge 4.25. BT-26 EDS-d kantitatif sonuçlar .....                                                                                   | 100 |

|                                                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Çizelge 4.26.</b> BT-30 EDS-a kantitatif sonuçlar .....                                                                                                                        | 101 |
| <b>Çizelge 4.27.</b> BT-30 EDS-b kantitatif sonuçlar .....                                                                                                                        | 102 |
| <b>Çizelge 4.28.</b> BT-30 EDS-c kantitatif sonuçlar .....                                                                                                                        | 102 |
| <b>Çizelge 4.29.</b> BT-30 EDS-d kantitatif sonuçlar .....                                                                                                                        | 103 |
| <b>Çizelge 4.30.</b> $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$ izotop analiz sonuçları.....                                                                                                 | 105 |
| <b>Çizelge 4.31.</b> En geniş dağılımlı $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ oranını gösteren granitler (0,70004-0,7400) (Ercan ve Öztunalı, 1984'den değiştirilerek alınmıştır). .... | 106 |
| <b>Çizelge 4.32.</b> Sıvı ve gaz kapanımları .....                                                                                                                                | 107 |
| <b>Çizelge 4.33.</b> Barit numuneleri ICP-MS sonuçları .....                                                                                                                      | 109 |
| <b>Çizelge 4.34.</b> Barit numuneleri ICP-OES sonuçları .....                                                                                                                     | 110 |
| <b>Çizelge 4.35.</b> Barit numuneleri $\text{BaSO}_4$ oranları ve ana ve iz oksit içerikleri.....                                                                                 | 110 |





## 1. GİRİŞ

Barit, Yunanca “ağır” anlamındaki “Barus” kelimesinden türetilmiştir. Doğada çoğunlukla lamelli kütle, bazı yerlerde lamelli fibröz, çok nadir konkresyonlar şeklinde bulunmaktadır (İMİB, 2022).  $BaSO_4$  kimyasal bileşimine sahip doğada yaygın olarak bulunan minerallerdir. Dünya üzerindeki ortalama tenörü % 0.45’dir. Baritin kimyasal özelliği, rengi, özgül ağırlığı, dilinimi, çizgi rengi, sertliği, yoğunluğu, X ışınlarını absorbe etmesi, inert bir madde olmasıyla diğer minerallerden ayrılır ve birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle sondaj çamuru, boya, kimya, cam sanayiinde hammadde olarak kullanılmasının yanında ayrıca inert madde olarak, endüstrinin birçok alanında kullanılmaktadır.

Yaygın şekilde doğada barit minerali olarak bulunmasının yanı sıra, baryumun yerinin kalsiyum ve stronsiyum tarafından ramplase edilmesiyle ortaya çıkan mineraller barito-kalsit ve barita-selestit olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca Viderit ( $BaCO$ ) çok sık, Salsiyan ( $BaO.Al_2O_3.2SiO_2$ ) daha az olarak görülmektedir. Kompakt olarak bulunan baritler nadiren kil, demir,  $H_2S$  ve  $COS$  inklüzyonları barındırmaktadır. Hidrojen içeriği yüksek baritler çekiç ile kırıldığında koku çıkarır. Ayrıca baritler suda neredeyse hiç çözünmez, sülfirik asit içerisinde hafifçe eriyebilir ancak soğuk asit içerisinde erimezler. (MTA 2022, DPT 2001).

USGS (United States Geological Survey) verilerine göre toplam dünya üretiminin 2020 yılı için % 2.63’ü 2021 yılı için % 2.46’sı ülkemize aittir. Ayrıca ülkemiz dünya barit üretiminde ilk 10’da yer almaktadır (Michele, 2022).



**Şekil 1.1.** Türkiye Barit Yatakları (MTA, 2022)

Türkiye’de barit yatakları genellikle Antalya-Alanya-Gazipaşa, Isparta-Şarkikaraağaç, Konya-Hüyük, Adana-Feke-Attepe, Muş ve Bitlis bölgelerinde yer almaktadır (Şekil 1.1). Barit üretiminin büyük bölümünü Antalya, Kahramanmaraş, Adana, Isparta ve bölgeleri yapmaktadır (Cansu, 2017).

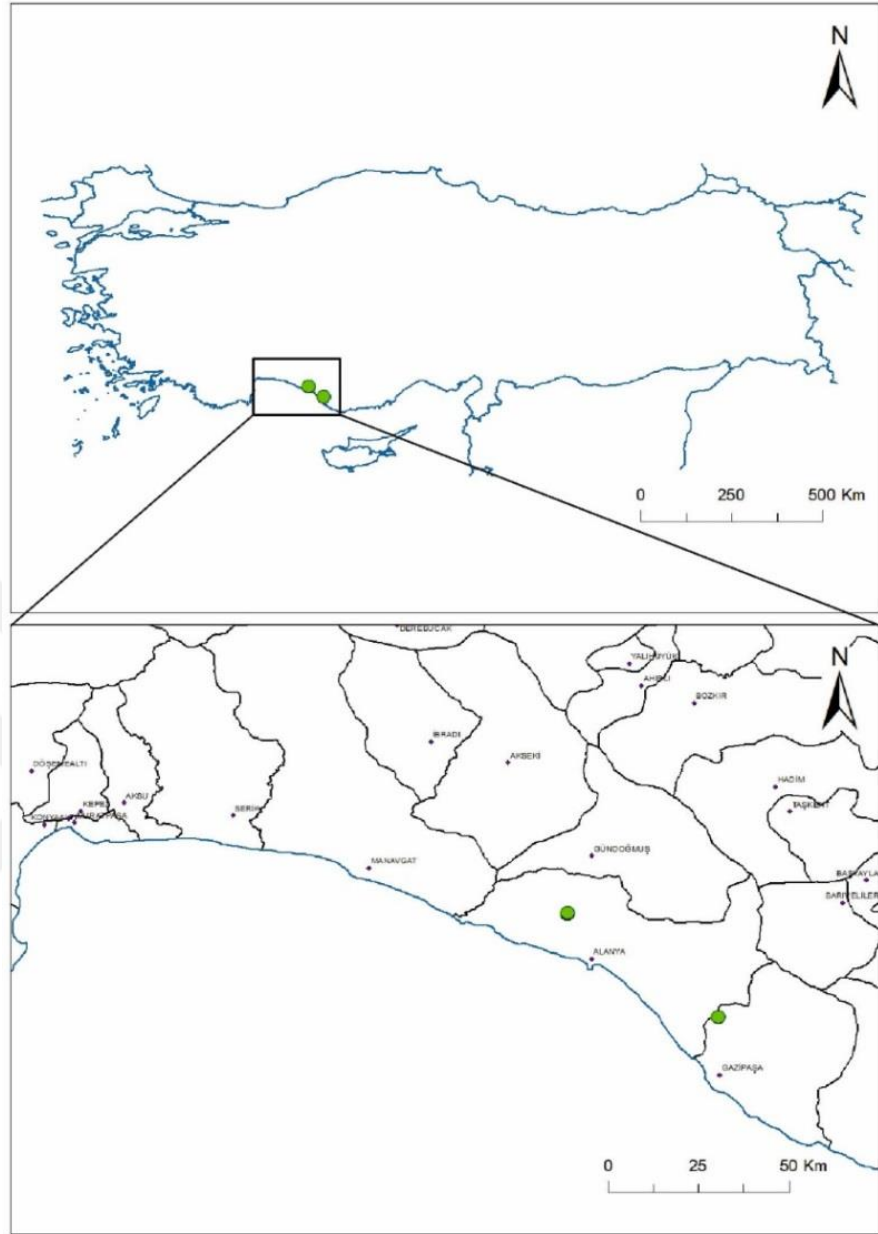
Çalışma alanı Alanya ve Antalya birliklerini içeren yaşlıdan gence doğru Paleozoyik (Orta Kambriyen) yaşlı mermer, şelf, çökeller dolomit, metamorfikler, vb. kayalardan oluşan yaklaşık 250m kalınlığa sahip Karagedik formasyonu, Paleozoyik (Üst Kambriyen) yaşlı şist, yumrulu rekristalize kireçtaşı, şist, fillit, kuvars şist, kuvarsit, metamorfikler vb. kayalardan oluşan yaklaşık 1000m kalınlığa sahip Payallar formasyonu, Mesozoyik (Alt Triyas) yaşlı killi kireçtaşı, şelf, çökeller, şist, kalkışist, kloritoyidli şist, klorit şist, mermer, rekristalize kireçtaşı, vb. kayalardan oluşan yaklaşık 200m kalınlığındaki Asmaca formasyonu, Mesozoyik (Üst Kretase) yaşlı çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı-yamaç molozu ardalanması, şist, muskovit şist, granatlı şist, fillit, amfibolit, mermer, yer yer glokofan şist, eklojit vb. kayalardan oluşan yaklaşık 500-750m kalınlığındaki Sugözü formasyonu, Senozoyik (Kuvaterner) yaşlı genellikle dere yatağında bulunan, yuvarlak ve yarı yuvarlaklaşmış, alüvyon, çökel kayalardan oluşmaktadır.

### 1.1. Bölgenin Tanıtımı

Türkiye'nin Güneybatısında bulunan Doğu Toroslar, Akdeniz Bölgesinde yer alan tektonik, stratigrafik, petrografik özellikleri, maden, endüstriyel hammadde potansiyeli ile önem arz etmektedir. Akdeniz bölgesinde de kaya türü, stratigrafisi ve yapısal özellikleriyle birbirinden farklı çeşitli kaya birimi toplulukları bulunmaktadır. Akdeniz bölgesinde, özellikle Alanya ilçesi ve çevresinde önemli barit yatakları yer almaktadır. Baryum sülfat içeriği % 85 ve üzeri olan barit oluşumları genel olarak kalker ve dolomitlerin içerisinde damar ve filonlar gibi şekillerde bulunmaktadır. Antalya ilçelerindeki yataklara ait toplam görünür rezerv yaklaşık 2.090.000 ton olarak saptanmıştır. Türkiye 2022 yılı barit rezervi 35 milyon tondur, Antalya bu rezervin % 5.97'sini içermektedir (MTA, 2022). Alanya (Antalya) çevresindeki barit yatakları yüksek tenör ve limanlara olan yakınlığı sebebiyle günümüzde de işletilmekte ve güncel olarak yeni barit yatakları aramaları devam etmektedir. Alanya ve Gazipaşa bölgesinde aynı zamanda yoğun oranda kuvarsit yatakları da mevcuttur.

Çalışma alanı Orta Toroslarda, Anamur ve Demirtaş (Alanya) arasında mostra gösteren Özgül (1984) tarafından Alanya Tektonik Penceresi olarak adlandırılan alanda yer almaktadır. Alanya Masifiyle ilgili stratigrafik ve tektonik sınıflamalarını Blumenthal (1951) incelemiştir. Masif, geniş bir bölgeyi kapsamakta olup içerisinde çeşitli jeolojik yapıları da barındırmaktadır. Bu jeolojik yapılar formasyonları içermekte, formasyonlar ise farklı türde kayaç ve cevher mineralleri içermektedir.

İnceleme alanı ve yakın çevresine ait yer bulduru haritası (Şekil 1.2)' de ayrıntılı olarak görülmektedir.



**Şekil 1.2.** Çalışma alanı yer bulduru haritası

## 1.2. Çalışmanın Amacı

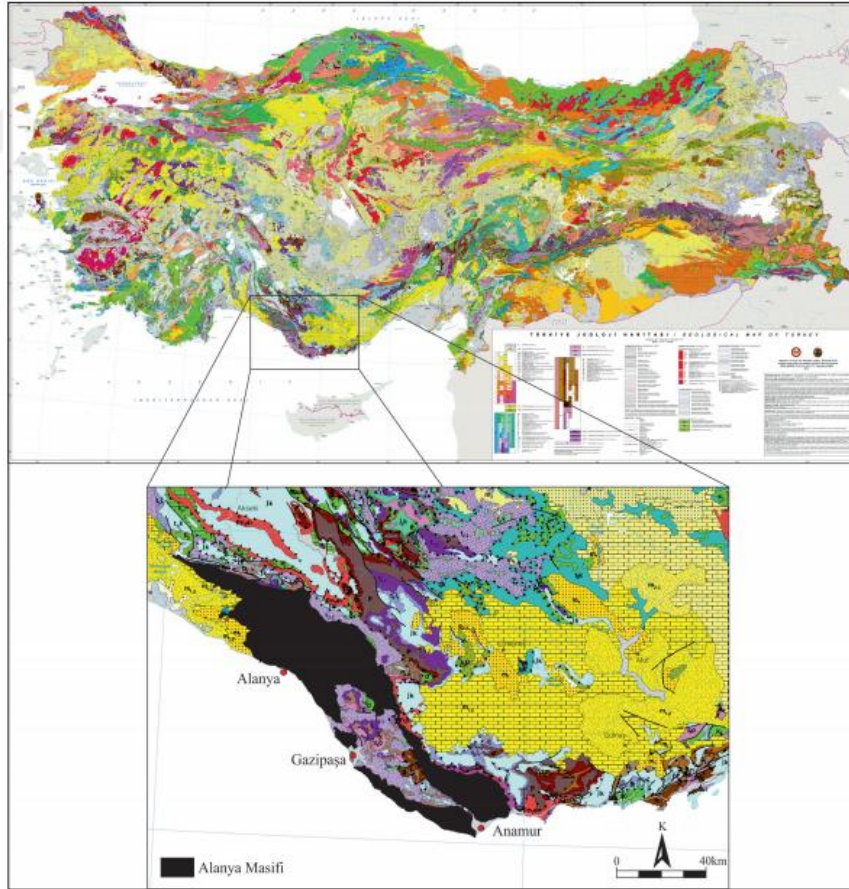
Bölgede bulunan barit yataklarından her biri farklı formasyon ve jeolojik yapıya sahiptir. Baritlerin kökenlerinin belirlemede cevher minerallerinin yan kayaç ile ilişkisi önemli bir etkidir. Baritlerin kökeninin belirlenmesinde, metamorfizma veya tektonik olaylar ile oluşması, bulundukları ortam ve yan kayaç ilişkileri oldukça önemli verilerdir. Bu kapsamda Alanya (Antalya) Baritlerinin köken belirlenmesinde, oluşum şartları, yan kayaç ilişkisi, içinde bulunduğu jeolojik ortam yorumlarının yapılması ve jeokimyasının, kökeninin incelenmesi çalışmanın amacı olarak belirlemiştir. Literatür taraması kapsamında yapılan diğer çalışmaların kaynak olarak belirtilmesi, literatüre yeni veriler ve yorumlamalar eklenmesi, tez kapsamında kaynak gösterilebilecek veriler elde edilmesi, çalışmayı ve çalışma alanını özgün kılmaktadır.

## 2. KAYNAK TARAMASI

Alanya-Gazipaşa bölgesindeki barit yatakları merccek ve filonlar şeklinde dolomitik kireçtaşları içerisinde konsantre şekilde bulunmaktadır. Paleozoik yaşlı barit mineralizasyonun boyutları değişkendir. Eser miktarda demir, kuvars, kurşun ve bakır elementleri bulunabilmektedir (MTA, 2022). Güncel durumda işletilen yataklar olduğu gibi, barit içerikleri belirlenmiş ve rezerv çalışmaları yapılmış fakat henüz işletilmeye başlanmamış yataklar da mevcuttur. Özellikle ilçelerde yoğun rezerv içeren barit cevherleri birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır.

### 2.1. Genel Jeoloji ile İlgili Çalışmalar

Orta ve doğu Toroslarda özellikle Alanya-Gazipaşa bölgesi civarında endüstriyel hammadde/maden potansiyeli oldukça yüksektir. Orta Torosların güneyinde, Alanya-Demirtaş (Antalya) bölgelerini kapsayan yaklaşık olarak 165 km<sup>2</sup>'lik alanda petrografik, stratigrafik ve tektonik özellikleri genel olarak incelenmiştir. Bu kapsamda inceleme alanında Üst-Paleozoyik ve Üst-Senozoyik yaşlı olduğu bilinen kaya birimleri yüzeylemekte, bunlardan da Üst-Permiyen yaşlı olduğu bilinen birimler Alanya birliği olarak adlandırılmıştır. Alanya Masifi içerisinde yer alan çalışma alanı ve çevresinin M.T.A. 1/1.000.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası verisinden yararlanılarak yapılan genel jeoloji haritası Şekil 2.1'de görülmektedir.

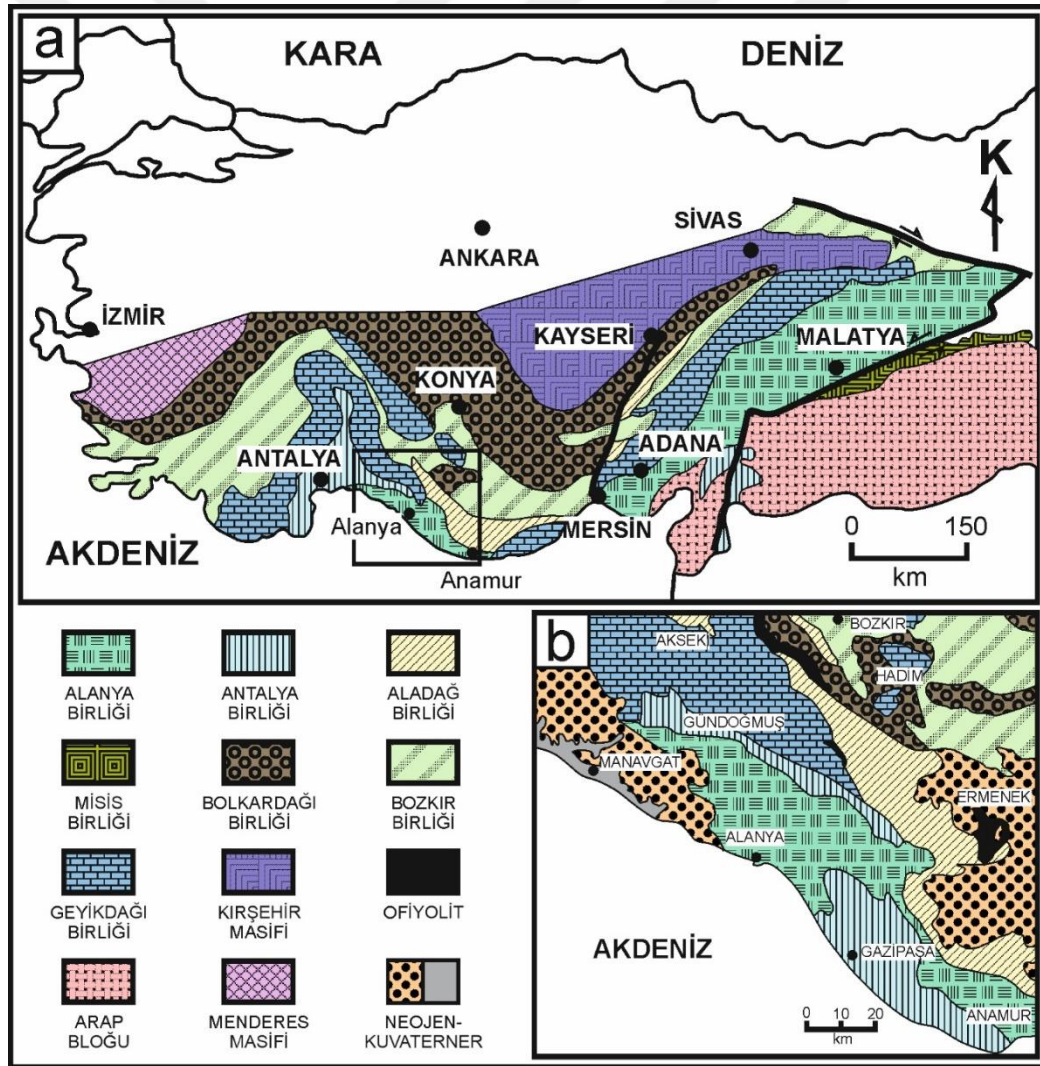


Şekil 2.1. Alanya Masifine ait jeolojik harita (Ergen vd., 2020; MTA, 2015)



Prekambriyen-Geç Kretase yaşı Alanya masifi, Alanya-Anamur arasında bulunan kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda yüzlek veren metamorfik bir kütle olarak tanımlanmıştır. İlk olarak Blumenthal (1951) tarafından adlandırılan Alanya Masifi, Özgül (1976) ve Kansun (2000) tarafından Alanya Birliği, Okay ve Özgül (1984) tarafından Alanya napları, Çetinkaplan vd. (2016) ile Çetinkaplan (2018) tarafından Alanya Masifi ve Şenel vd. (2016 a,b,c) tarafından Alanya napı olarak adlandırılmıştır (Ergen vd., 2020).

Orta Toroslar'ın güney kısmında bulunan ve kendi içinde de naplı yapı gösteren Alanya Masifi; Yumrudağ napı (üst nap), Sugözü napı (orta nap) ve Mahmutlar napı (alt nap) olarak üç naptan oluşmaktadır (Ergen vd., 2020). Çalışma alanı jeolojik olarak birçok yapıyı içinde barındırmakta ve Alanya masifi başta olmak üzere alanda birçok formasyon ve farklı birlikler yer almaktadır (Şekil 2.2). Bu çeşitlilik baritleri ve oluşum koşullarını temsil etmekte ve alanın jeolojisini açıklamaktadır. İnceleme alanı ile ilgili daha önce yapılmış olan çalışmalarda bölgenin yapısal ve jeolojik özelliklerinin belirlenmesi öncelikli olmuştur.

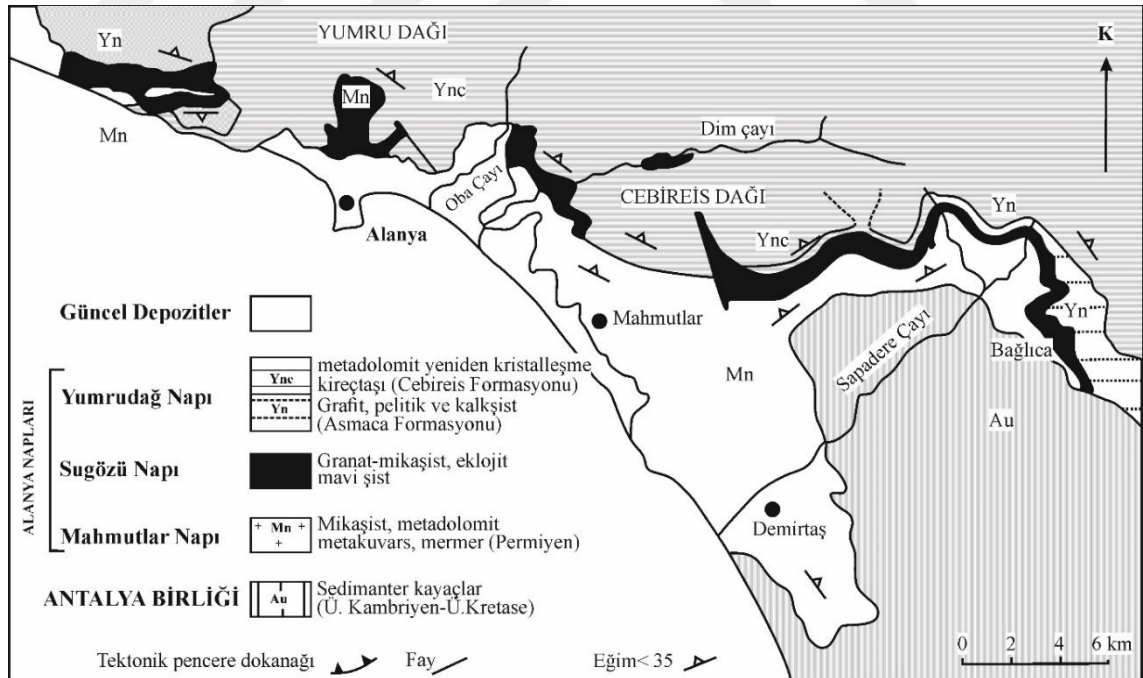


**Şekil 2.2. a) Toros kuşağı birliklerinin yayılımı (Özgül, 1976); b) İnceleme alanı ve çevresinin bölgesel jeoloji haritası (Özgül, 1983; 1984'ten değiştirilerek hazırlanmıştır)**

Antalya Birliği'ne ait (Özgül, 1976) Mesozoyik-Paleozoyik yaşlı sedimanterler üzerinde allohton olarak konumlanmaktadır (Şekil 2.3).

İnceleme alanı Orta Toroslarda Alanya ve Gazipaşa ilçeleri arasında bulunan Demirtaş ve Konaklı bölgelerinde yer almaktadır. Demirtaş bölgesindeki Efe ve Kızıltaş barit ocakları 1:25.000 ölçekli P28-b1 paftasında, Konaklı bölgesindeki Yiğit-I ocağı 1:25.000 ölçekli O27-c2 paftasında yer almaktadır. İnceleme alanlarına ait maden ocaklarının işaretlenmiş olduğu 1:25.000 ölçekli M.T.A paftaları EK-3'de yer almaktadır.

İnceleme alanında bulunan Antalya birliğine ait önceki çalışmalar ve jeolojik özellikler şu şekildedir; Üst Kretase- Kambriyen yaşlı, çakıl boyutlu kayalardan kilometre boyutuna kadar farklılık gösteren, sık ve derin deniz çökelleri temsil eden blokların oluşturduğu, üst Triyas yaşlı ofiyolit ve volkanitler ayrıca metamorfizmaya uğramamış kayalardan oluşmaktadır. Özgül (1984) yaptığı incelemelerde, Alanya Birliğini kırıntılı ve karbonatlı, Alt Tersiyer-Permien ve Triyas yaşlı kayaların birliğin Permien ve Triyas yaşlı olan kısımlarında, yeşil şist fasiyesinin bulunduğu alanlarda metamorfizma geçirdiği saptamıştır (Gökçe ve Bozkaya 2003). Özgül (1984), Şengör ve Yılmaz (1981) ise bölgede Permien yaşlı veya öncesinde karbonat platformunun bulunduğunu, alanda açılmanın meydana geldiğini ve Antalya Napları içindeki birimlerin çökmesi ile bir çanak oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu olay ile Permien yaşlı, platformu andıran neritik ortam karbonatları Triyas başlangıcında oluşumunu sürdürmüş ancak daha sonra ortamın derinliğine bağlı olarak breş ve pelajik kireçtaşlarının çökeldiğini ayrıca bu süreçte alkali bazaltların meydana getirdiği volkanik faaliyetin oluştuğunu savunmuşlardır (Gökçe ve Bozkaya 2003).



**Şekil 2.3.** Basitleştirilmiş Alanya naplarını gösteren bölgesel Alanya Tektonik haritası (Akkurt, 2006)

Alanya (Antalya) baritleri, daha önce yapılan çalışmalarda, jeolojik yorumları yapılmış ve birçok incelemeye konu olmuş Alanya masifi içerisinde yer almaktadır. Orta Torosların güney kısmında bulunan ve kendi içinde de naplı bir yapı gösteren Alanya Masifi, Okay ve Özgül (1984), Şenel vd. (2016) tarafından, üç napa ayrılmış, bunlar; Yumrudağ napı (üst nap), Sugözü napı (orta nap), Mahmutlar napı (alt nap) şeklinde adlandırılmıştır.

Bölgede daha önce yapılan çalışmalarda Alanya bölgesi genelinde birimler ayrılmış ve Orta Toroslar Bölgesi kayaçları, Bolkardağ Birliği, Bozkır Birliği, Alanya Birliği, Geyikdağ Birliği, Antalya Birliği ve Aladağ Birliği olarak adlandırmışlardır (Özgül ve Arpat, 1973).

Akdeniz bölgesinde yapısal özellikler, stratigrafi ve kaya türü olarak birbirinden farklı kayaç toplulukları, tortul havzalar ve karakteristik yapılar bulunmaktadır. Bölgede iri kırıntılı ve resifal kalkerlerle dolu küçük Miyosen tortul havzaları; Manavgat, Köprüçay, Aksu Havzaları ile tanımlanmaktadır (Akay vd., 1985; Flecker vd., 2005; Karabıyıkoglu vd., 2000; Çiner vd., 2008).

Havzalar Poisson vd. (2003) tarafından Pliyosen yaşlı sığ denizel, akarsu çökelleri olarak belirlenmiş, Kuvaterner tüfleri tarafından uyumsuz örtüldüğü saptanmıştır (Bürger, 1990; Glover ve Robertson, 2003). Havza batıda Beydağları ve Katrancık Dağları, doğuda Alanya ilçesi ve Toros Dağları, güneyde ise Antalya Körfezi kuzeyde Sultan Dağları, ile çevrilmektedir. Kuzeyinde Akarçay kapalı Havzası, batısında Burdur ve Batı Akdeniz Havzaları ile doğusunda Doğu Akdeniz ve Konya Kapalı Havzası bulunmaktadır. Ortalama genişlik 170 km, uzunluğu ise 200 km olarak belirlenmiştir (OSİB, 2016). Su kaynakları açısından ülkemizin en zengin bölgelerinden olan Antalya Havzası'nda 12 adet nehir ve Karacaören Baraj gölü, Eğirdir gölü gibi çokça göl yer almaktadır. Ayrıca Antalya Havzası geniş alana sahip olmakla beraber birçok farklı tektonik, stratigrafik, metamorfik ve litolojik özellikler jeolojik olay ve jeolojik yapıyı gösteren birliklerden oluşmaktadır. Havza, Geyik Dağı Birliği, Antalya Birliği, Bozkır Birliği, Alanya Birliği, Bolkar Birliği gibi birliklerden meydana gelmektedir. Çalışma alanı ise bu birliklerden Antalya Birliği, Alanya birliği, Aladağ Birliği olarak adlandırılan (Özgül, 1973) birliklerin içerisinde bulunmaktadır (Ergen, 2020).

Akdeniz bölgesi doğuya doğru, resifallerle dolu küçük Miyosen tortul havzaları (Manavgat Aksu ve Köprüçay Havzaları) barındırmaktadır. Alanya masifi (Okay ve Özgül, 1984) üç bindirme levhasından oluşmakta ve Miyosen Manavgat Havzasının doğusunu sınırlamaktadır Desruelles vd., 2009). Anamur ilçesinin kuzeydoğusunda, Miyosen Mut ve Adana Havzaları esas olarak sığ ve derin su kırıntılılarından ve resif karbonatlarından oluşur (Şafak vd., 2005; Yetiş vd., 1995).

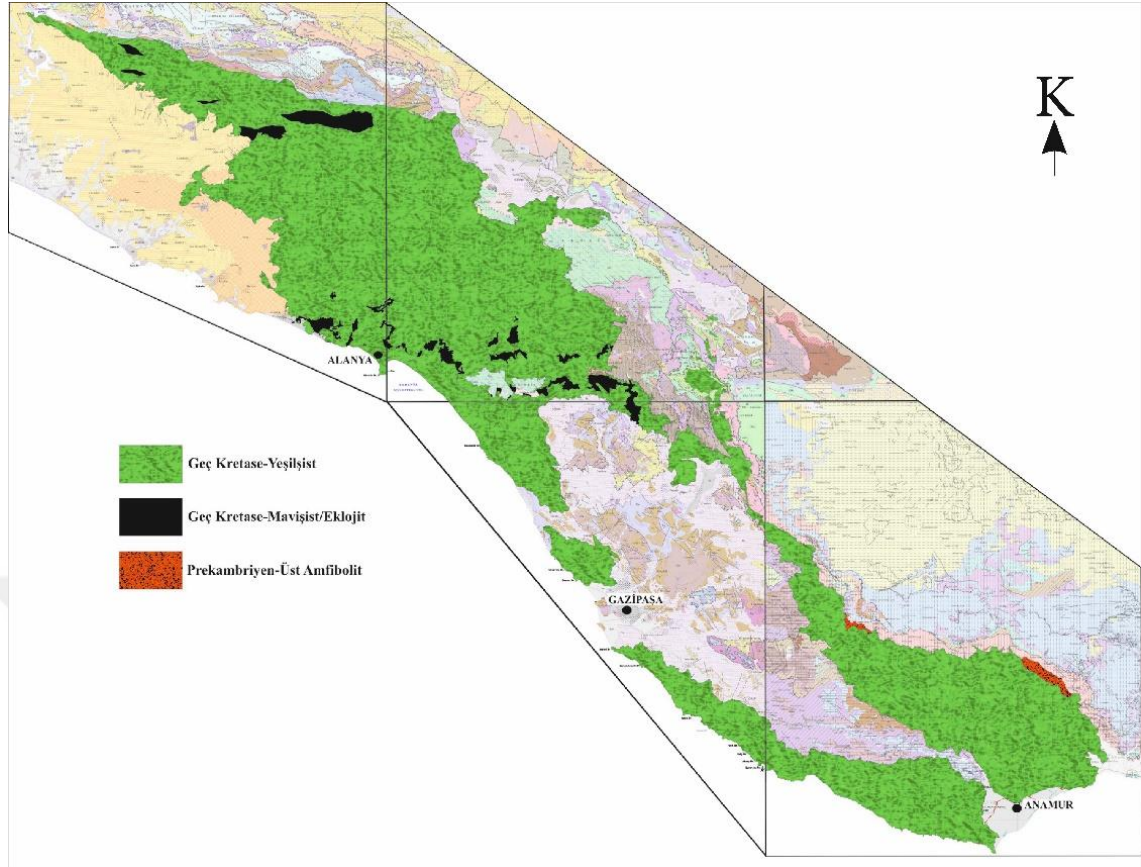
İnceleme alanı, Alanya birliği ve Antalya birliğini kapsamakta, orta Torosların güney kesiminde yer almaktadır. Genel itibariyle Alanya birliği, Alt Kambriyen yaşlı kuvarsitleri oluşturan Kurtbeleni, Orta Kambriyen yaşlı mermer ve dolomitlerden oluşan Karagedik, Üst Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı şistlerden meydana gelen Payallar, Üst Permiyen yaşlı mermer ve dolomitlerden oluşan Cebireis, Alt Triyas yaşlı kalkışist ve şistlerin oluşturduğu Asmaca formasyonu ile karakterize edilmiştir. Çalışma alanındaki Alanya birliğine ait formasyonlar Alt nap olarak bilinen Mahmutlar birimini temsil etmektedir. Antalya birliği ise; Üst Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı şeyllerin oluşturduğu

Seydişehir formasyonu, Üst Permien yaşlı mizzialı kireçtaşlarını temsil eden Dinek formasyonu, Alt Triyas yaşlı, alacalı marnların oluşturduğu Kesmeköprü formasyonu, Orta-Üst Triyas yaşlı bitkili kumtaşı, radyolarit, kireçtaşı, şeyl, çört, vb, kaya türlerinin oluşturduğu Sapadere formasyonundan meydana gelmektedir. Üst Kretase dönemi sonlarında metamorfizmaya uğrayan Alanya birliği, metamorfizma sonrasında Antalya birliğini tektonik olarak üzerlediği saptanmış, Alanya birliğinin metamorfizması, üzerlenme tektoniği Üst Paleosen döneminde Maastrichtiyen öncesinde gerçekleştiği düşünülmektedir (MTA, 2022).

Alanya birliği üç farklı metamorfik naptan meydana gelmektedir. Yapısal olarak konumlarına göre Permien yaşlı Cebireis formasyonu üst nap, Sugözü formasyonu orta nap, Permien yaşlı Mahmutlar formasyonu alt nap şeklinde bulunmaktadır. Mahmutlar formasyonu ise yapısal olarak alttan üste; kuvarsit, dolomit, kireçtaşı ara düzeyleriyle mikaşist, muskovitşist, kloritşist, fillit ve metakumtaşlarından oluşmaktadır. Sugözü formasyonu; granatlı sillimanitşist, granatlı kordieritşist, granatlı muskovitşist, granatlı amfibolşist, granatlı kloritşist daha yoğun granatlı mikaşistleri içermektedir. İçerisinde grafit- mermer, kuvarsit, ara düzeylerinde granatamfibolit bantları ve mercekler görülmektedir. Cebireis formasyonu; alt düzeylerde kireçtaşı, kuvarsit, dolomit arakatkılı serisit-klorit-kuvarsit, klorit- kalkışist, kalkışist ve muskovitşistler, üst düzeylerde ise kalkışist, klorit- kalkışist ve dolomit arakatkılı kristalize kireçtaşlarını içermektedir. Alanya birliği üzerine açılı uyumsuz olarak Karakocalı formasyonu gelmekte, birbiriyle geçişli kumlu kireçtaşı, killi kireçtaşı, çakıllı kumtaşı, kumtaşı, konglomeralarla tanımlanmaktadır (Kansun,1993).

Prekambriyen-Geç Kretase yaşlı metamorfik bir kütle olarak tanımlanan Alanya Masifi, Alanya-Anamur arasında kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu yüzeylenmektedir. Özellikle Gazipaşa bölgesi civarında gözlemlenen sin-tektonik barit yatakları oluşumlarının büyük bölümü orta Kambriyen yaşında Çaltepe ve Kambriyen-Erken Ordovisiyen yaşında Seydişehir formasyonunun geçişinde bulunmaktadır (Şekil 2.4).

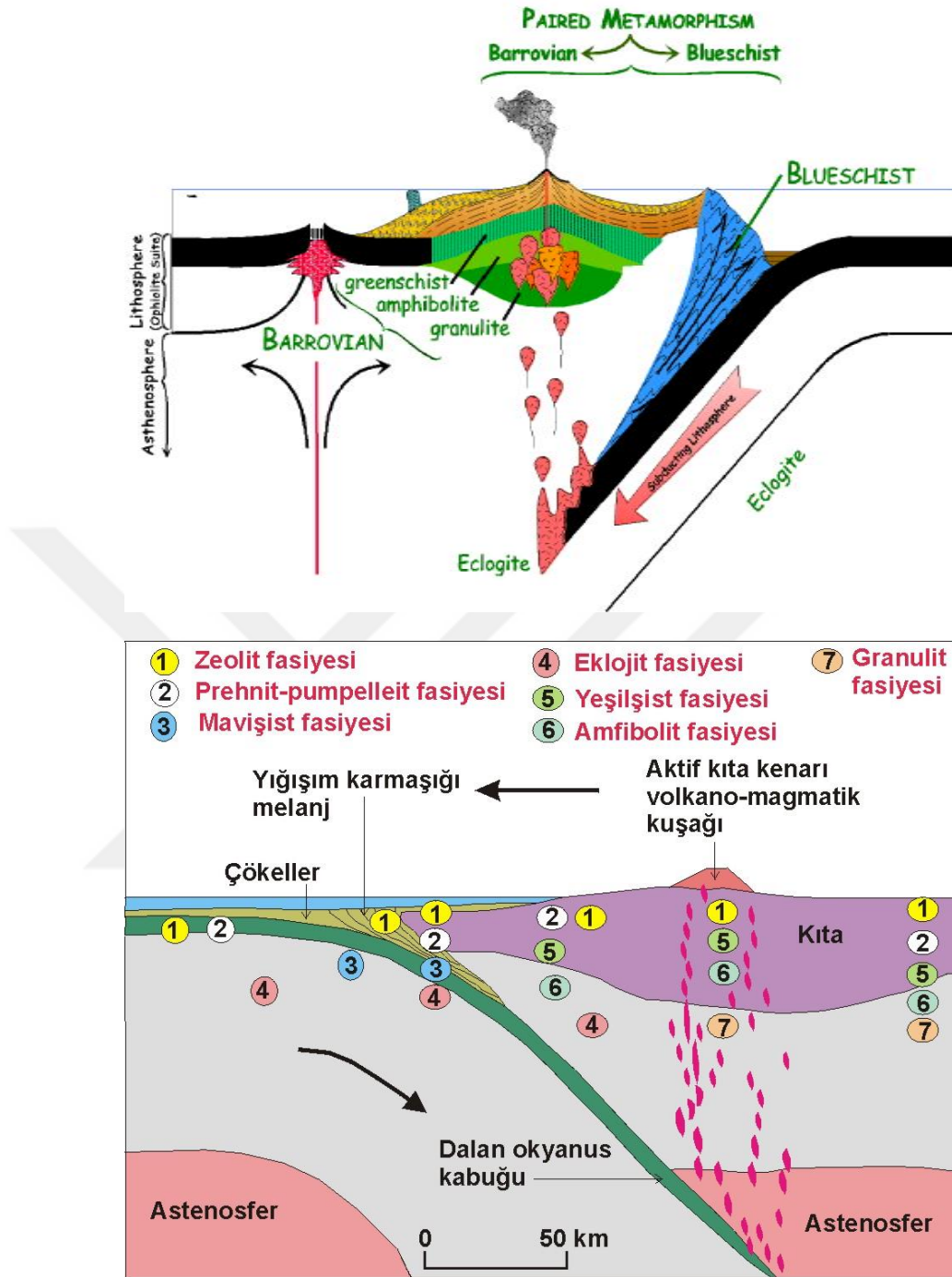




**Şekil 2.4.** Alanya Masifi'nin metamorfizma fasiyes haritası (Şenel vd., 2016 a,b,c; Keskin vd., 2018; Çetinkaplan, 2018'den değiştirilerek alınmıştır, ölçeksizdir)

Alanya masifinin Prekambriyen döneminde amfibolit fasiyesinde oluşan yüksek sıcaklık metamorfizması yalnızca Anamur bölgesinin kuzeybatısı ve kuzeyinde ince dilimler halinde, eklojit/ mavişist fasiyesi, Alanya bölgesini de içine alan, doğu-batı doğrultulu birinci kuşak, masifte kuzeybatı ucu ile doğu-batı gidişli ikinci bir kuşak olarak görülmektedir. Alanya masifinin diğer bölümü ise yeşil şist fasiyesini temsil eden metamorfik kayaçları oluşturmaktadır (Ergen vd., 2020).

Düşük dereceli metamorfik, tortul kayaçlar ve yüksek dereceli diyajenetik alterasyonlar, orojenik kuşaklardaki tektonik olaylar, tortul havzalarda çökelmeler ve metamorfik evrimde oluşan hidrotermal alterasyonlardan (Şekil 2.5) kaynaklanmaktadır (Hesse ve Dalton, 1991).



Şekil 2.5. Orogenik-rejyonel metamorfizma gelişim ortamları (Dowden vd., 1975)

Neotetis okyanusunun kolları kapanmasıyla doğu-batı doğrultulu suture zonlarıyla ayrılmış, birçok kıta parçasının kaynamasıyla Türkiye'nin oluşumu gerçekleşmiştir. Anatolidler ve Toridler Gondvana kökenli olduğu bilinen tektonik birimlerdir. Erken Triyas-Paleozoyik stratigrafisini gösteren Torid ve Anatolidler bazı araştırmacılar (Göncüoğlu vd., 2003; Okay vd., 1996, 2006) tarafından Triyas döneminde Şengör vd. (1980, 1985)'e göre de Jura'da Neotetis okyanusunda güney ve kuzey kollarında açılmayla blok olarak Gondvana'dan ayrıldığı savunulmuştur. Birikim ortamına bağlı olarak, Torid – Anatolid bloğu kuzeyden güneye doğru Bozkır, Aladağ, Geyik Dağı,

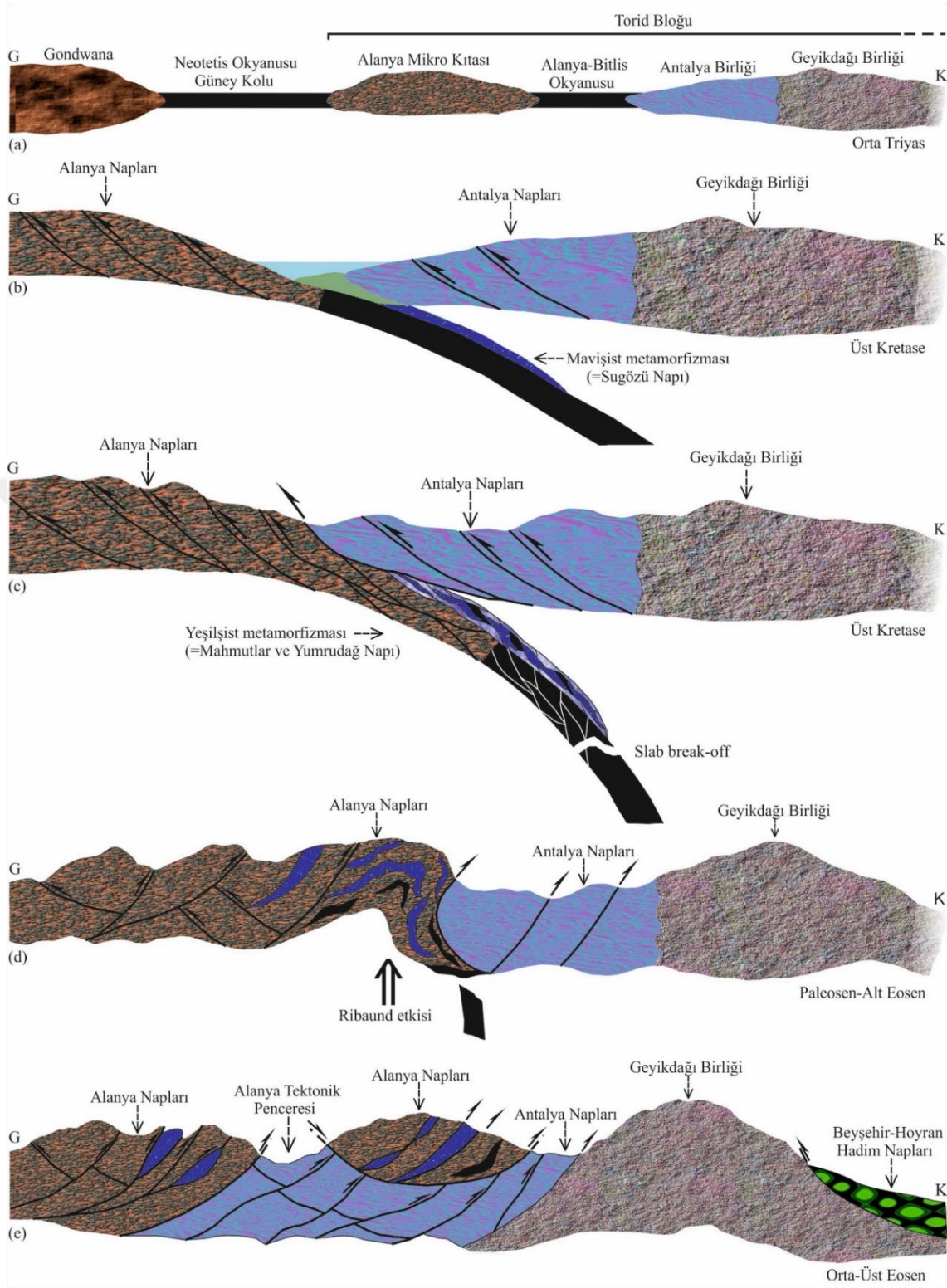
Antalya ve Alanya birçok birliğe ayrılmıştır. Bu birim içinde Alanya Masifi, Geç Kretase döneminde Neotetis okyanusunun kuzey doğrultulu yitimi ve (Özgül 1976) buna bağlı çok evreli gerçekleşen metamorfizma ile Alanya birliğinden oluşmuş olduğu kabul edilmektedir. Birlikte Okay ve Özgül (1984) ve Okay (1989) tarafından ilk kez Alanya Masifi içerisinde eklojit - mavişist fasiyesine ait kayaçları saptanmıştır. Bu kayaçların Barrov tipi düşük sıcaklık/orta basınç metamorfizması geçirmiş naplaşmış tektonik dilim olduğu belirlenmiştir (Okay 1989; Çetinkaplan vd., 2016, Çetinkaplan, 2018).

Literatürde Alanya Masifi, Neotetis Okyanusu'nun güney kolu içinde bir mikro kıta olduğu varsayılmıştır (Okay, 1986; Garfunkel, 2004; Robertson vd., 2013; Candan vd., 2016; Çetinkaplan vd., 2016). Bu kurama göre Alanya mikro kıtası, orta Triyas döneminde Neotetis okyanusunun güney kolunda meydana gelen açılma ile Torid Bloğu ve Gondvana arasında meydana gelmiştir (Şekil 2.6a). Orta-Üst Eosen döneminde Alanya napları güney yönden kuzeye hareket ile Antalya napları üzerine yerleşmiş, Antalya napları da Geyikdağ Birliği üzerine bindirme yapmış, kuzeyde ise Beyşehir-Hoyran Napları yine bu dönemde Geyikdağ Birliği üzerine yerleştiği saptanmıştır. Doğuda Pütürge ve Bitlis masiflerinin devamı gibi olan Alanya Masifi, Neotetis okyanusunun güney kolu bölgesinin kuzeyini oluşturan Alanya-Bitlis okyanusunun kuzeye yönlü yitimine bağlı, Geç Kretase döneminde gelişen dalma-batmalar esnasında yeşilşist ve mavişisteklojit fasiyeslerinde metamorfizma geçirmiştir (Çetinkaplan vd., 2016) (Şekil 2.6 b,c). Masif bu dönemde naplı yapı kazanmış ve Alanya napları meydana gelmiştir. Alt Eosen- Paleosen döneminde dalan okyanusal litosfer kopmasına (slab break off) bağlı, geri tepme etkisiyle (rebound effect) Alanya naplarının yükseldiği ve devam eden kuzey-güney yönlü sıkışmaya bağlı olarak hareket yönü olarak güneyden-kuzeye doğru değiştiği düşünülmektedir (Şekil 2.6 d,e). Orta-Üst Eosen döneminde Alanya napları güney yönden kuzeye hareket ile Antalya napları üzerine yerleşmiş, Antalya napları da Geyikdağ Birliği üzerine bindirme yapmış, kuzeyde ise Beyşehir-Hoyran Napları yine bu dönemde Geyikdağ Birliği üzerine yerleştiği saptanmıştır (Ergen, 2020).

Mesozoik dönemde Toros dağları ve çevresini kapsayan bölgede, Anadolu ve Afrika kıtalarının ayrılması ile derin bir oluk oluşmuş, bu oluğun Tetis denizi ile kaplandığı bilinmektedir (Atalay ve Mortan, 2007).

Mesozoik dönem sonuna doğru (orojenik hareketler) dağ oluşumunun başlaması ile Tetis denizini kaplayan killi-kireçli çökeller yavaşça yükselerek suyun üzerinde toplanmıştır. Bu olay ile Toros dağları ve çevresinin bulunduğu alanın belli bir kısmı kara haline geldiği bilinmektedir (Atalay ve Mortan, 2007). Eosen döneminde özellikle de Oligosen döneminde ortaya çıkan yoğun orojenik hareketler (Dağ oluşumu) Miosen döneminde oluşmuş, bu kapsamda tabakalar kilometrelerce sürüklenmiş ve birbiri üzerine kapanarak bindirme olayları oluşmuştur. Ayrıca litolojisini meydana getiren Alanya birliğini tektonik olarak üzerlediği Antalya birliği ile beraber Geyik dağı birliğinin güneyinde bulunurken, tektonik hareketler sonucunda güney yönden kuzeye hareket etmiş ve günümüz konumlarına ulaşmıştır (Özgül, 1983). Tersiyer dönemi sonunda ve Kuvaterner dönemi başlarında yükselme ve (kırılma) faylanma hareketleriyle havza ortalama güncel görünümünü kazanmıştır (Yılmaz ve Kayak, 2018).





**Şekil 2.6.** Alanya Masifi Triyas-Erken Senozoyik dönemi jeodinamik gelişimi şematik kesitler (Ergen, 2020)

Alanya Masifinin orta kısmında Alanya-Demirtaş bölgesi bulunmakta, naplı bir yapı sunmaktadır. Tektonik olarak en altta Antalya Birliği yer almakta, üzerine Sugözü ve Yumruadağ naplarının oluşturduğu birim gelmektedir. Sugözü naplarında bulunan granatlı glaukofanitlerden yeşilist metabazitlerden, eklojitlere doğru gelişen dönüşüm gözlenmektedir. Yeşilist fasiyesinde başkalaşım geçirmiş Yumruadağ napı, tabanında metaklastikler, tektonik geçişli bir dokanakla üzerleyen kalın katmanlı ve metaboksitli üst Permien platformunu temsil eden dolomitik mermerlerden meydana gelmektedir. Alanya Masifinin en üst tektonik dilim, yeşilist fasiyesinde bulunan düşük-dereceli metamorfikler kapsamaktadır. Bölgede bulunan metamorfik kayalar Paleosen-Eosen yaşlı kumtaşı, çakıltası ve kireçtaşlarını kapsamaktadır (Çetinkaplan vd., 2022).

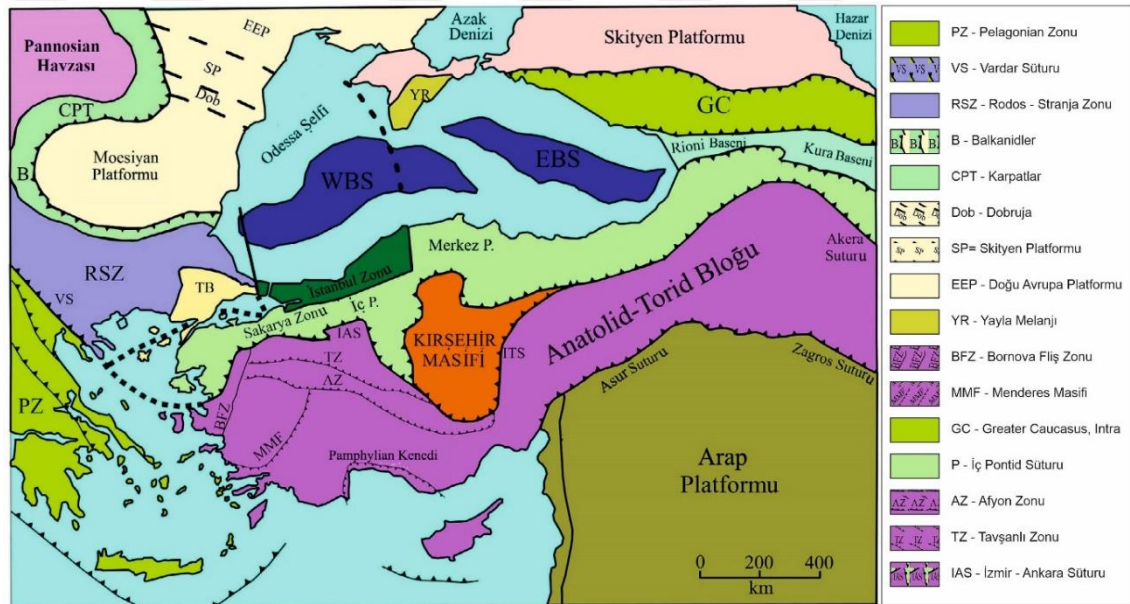
Antalya birliği, Paleozoyik-Alt Mesozoyik formasyonları, şeyl, diyajenetik tortullar, şeyl, silttaşı, çamurtaşı, kumtaşı ve düşük dereceli metamorfik litolojiler, arduvaz, metakumtaşı metasilttaşlarından oluşmaktadır. Bu litolojiler, birimin kuzeyinde (Demirtaş-Alanya) ve güneyinde (Gazipaşa) kesimlerinde bulunmaktadır. Alanda bulunan meta-sedimanter kayaların ana mineralleri fillosilikatlar (plajiyoklaz, kalsit, kuvars ve dolomit)dir. Antalya birliğinde Kambriyen-Kretase döneminde oluşan yapılar, Devoniyen-Kretase Alaadağ ve Bolkardağ birimlerinden farklı özellik göstermektedir. Alanya birliğinde, metamorfik Permien-Triyas Mahmutlar napı ile fillosilikat parajenezleri arasında yaş, litoloji ve fillosilikat topluluğu gibi önemli benzerlikler göstermektedir. Antalya ve Geyikdağı birlikleri diyajenetik /metamorfik alterasyon derecesi ve fillosilikat toplulukları gibi özellikleri ile belirgin mineralojik farklılıklar bulunmaktadır. Antalya birliğinde güneye doğru derinleşmeye ve daha yüksek ısı akışına bağlı olarak diyajenetik/metamorfik alterasyon derecesi güneyden kuzeye doğru azalmaktadır. Alt Paleozoyik ve Triyas dönemi yapılarında bulunan dikey diyajenetik/metamorfik alterasyon Triyas döneminde gerçekleşen yüksek ısı akışından olduğu bilinmektedir (Bozkaya ve Yalçın, 2004).

Türkiye tektonik sınıflaması (Ketin 1966; Okay ve Tüysüz 1999; Candan vd., 2016) Arap Levhası ve Anatolid-Toridler olarak iki ana birim ile tanımlanmıştır. Bu birimlerin Erken Triyas dönemine kadar Gondvana'da kuzey kısmında kıta kenarında bulunduğu ve Neotetis Okyanusunun güney kolunda Erken Triyas döneminde açılması ile Anatolid-Torid Bloğunun olduğu kabul edilmiştir (Şengör vd., 1984; Şengör ve Yılmaz 1981). Birçok çalışmaya da konu olmuş (Yalçın 1980; Göncüoğlu ve Kozlu 2000; Ghienne vd., 2010; Gürsu vd., 2015) Anatolid-Toridler ve Arap levhası ile ortak Paleozoyik istif göstermektedir (Çetinkaplan, 2018).

Torid-Anatolidler (Okay vd., 2001; Candan vd., 2005) tortul fasiyeslerin ilksel özelliklerine göre paleocoğrafik olarak incelenmekte (Şekil 2.7) ve çok sayıda tektonik birimlere ayrılmaktadır (Özgül 1976, 1984, 1997). Bu birimlerden Antalya ve Geyikdağı birlikleri alt-Paleozoyik istiflerden oluşmaktadır (Özgül vd., 1972, Özgül 1976, Şenel vd., 1996; Dean vd., 1999; Özgül ve Kozlu 2002; Göncüoğlu vd., 2004). Silifke / Orta Toroslar (Kozlu vd., 2002), Sultandağları (Güngör 2013), Seydişehir (Dean 2005), Tufanbeyli/Feke (Özgül vd. 1972, Monod vd., 2003) ve Hadim/Konya (Özgül ve Gedik 1973; Turan 2000) da yüzeyleyen bu istifler ortak stratigrafik özellikler göstermekte (Gürsu vd., 2003 Göncüoğlu ve Kozlu 2000) ve tabanında bazik volkanik, kireçtaşı, kumtaşı ve sleyt aralanmalı, Erken Kambriyen yaşlı (Kozlu ve Göncüoğlu 1996, Göncüoğlu ve Kozlu 2000; Özgül ve Kozlu 2002) birim ile (Emirgazi Formasyonu) başlamıştır. Arap Levhası Toridler'inin Geyikdağı Birliği ile İnfrakambriyen-

Ordovisiyen istif kaya birimi ve stratigrafisiyle açıkça benzerlik göstermektedir. Bu da Barrov türü orta basınç koşullarında başkalaşıma uğramış, Kapıdağ napı istifinin Gondvana'nın kuzeyinde oluşmuş İnfrakambriyen-Ordovisiyen yaşlı kıta kenarı çökellerinin metamorfik benzerlikleri görülmüştür. Alanya masifi, kuzeyde Hadim napı tarafından tektonik üzerlenmektedir. Ayrıca istif Alanya kuzeydoğusundaki düşük dereceli istif ile Yumrudağ napı ile (Okay 1989, Çetinkaplan vd., 2016) ilksel stratigrafi ve metamorfizma koşullarıyla benzer özellikler göstermektedir. Işık ve Tekeli (1995) tarafından alanda bulunan metamorfik kayalar Alanya Masifi metamorfikleri olarak adlandırılmış, Bozkaya (2001) ve Bozkaya ve Yalçın (2004) tarafından alandaki metamorfik kayaları Mahmutlar napında yüksek dereceli kısım olarak tanımlamışlardır (Çetinkaplan, 2018).

Torid – Anatolid bloğunda Paleozoyik yaşlı tortul kayalar ve naplı yapılar görülmektedir. Anatolid bloğunda bölgesel metamorfizma saptanmıştır. Anatolid bloğunun özelliği dilimlenmiş ve metamorfizma geçirmiş kayalardır. Toroslarda ise naplı yapılar bulunmaktadır (Bozkurt ve Mittwede, 2001, Okay vd., 2001).



**Şekil 2.7.** KD Akdenize ait yapılar ve kıtasal bloklar (Şengör vd.,1984; Okay,1989; Okay vd.,1994; Okan ve Tüysüz, 1999, Özsöz vd., 2022' den değiştirilerek alınmıştır)

Alanya masifi içerisinde farklı yan kayalar ile beraber bulunan baritler aynı zamanda farklı formasyonları temsil etmektedir. Ergen (2020) tarafından yapılan çalışmada, Alanya baritlerinin büyük kısmının Orta Kambriyen yaşlı olduğu bilinen Çaltepe formasyonunun üstleri ile Erken Ordovisiyen-Geç Kambriyen yaşlı Seydişehir formasyonunun altlarında yer aldığı saptanmıştır. İnceleme alanı ve çevresinde Alanya Birliği, Antalya Birliği yüzeylemektedir. Alanya (Antalya) bölgesinde, yaygın olarak karbonatlı yan kayaç içeren barit yatakları gözlenmekte olup, yer yer barit ile birlikte kuvars, galenit, limonit gibi minerallerde içermektedir. Belirlenen barit yataklarından en önemlileri; Demirtaş, Havuççan, Kızılcaşehir, Gümüşgöze bölgelerinde yer almaktadır. (Kansun, 2000).



Toros orojenik kuşağı içerisinde yer alan Alanya ve Gazipaşa ilçeleri ve çevresi Türkiye için önemli barit yataklarını içermektedir. Ortalama %86-99 BaSO<sub>4</sub> içeriğine sahip oluşumlar, genel olarak dolomitlerin ve kalkerlerin içerisinde damarlar veya filonlar şeklinde bulunmaktadır. Antalya bölgesi ilçelerinde bulunan yataklardaki toplam görünür rezerv, 2.090.000 ton civarında belirlenmiştir. Baritlerin cevherleşmeleri bölgede genel olarak KD-GB doğrultulu, KB eğimli, santimetre kalınlığından, 4-10 m'ye kadar kalınlığa ve 50-100 metreye kadar uzunluğu olduğu bilinmektedir (Kurşun, 2017).

Kurşun-çinko yatakları Toros orojenik kuşağında bulunan karbonatlı kayalar içerisinde birçok alanda bulunmaktadır. Alanda farklı tektonik birliklerin yer aldığı, Alanya (Antalya) bölgesinin kuzeydoğusunda Orta Toroslar çevresinde Aladağ Birliği ile karakterize olan orta-alt Triyas yaşlı karbonatlı kayaların, barit içerikli kurşun-çinko cevherleşmeleri de bulunmaktadır. Epijenetik kökenli barit cevherleşmelerinde galenit ve sfaleritler cevher minerallerini, barit, kalsit mineralleri ise gang minerallerini oluşturmaktadır. Çatlak ve kırıklarda görülen damarlar, hidrotermal cevherleşme olduğunu göstermektedir (Gümüş vd., 2018). Fakat alanda sin-sedimanter kökenli barit yataklarının da bulunduğu bilinmektedir (Kurşun, 2017). Baritlerin kökenine göre oluşum koşul ve şartları farklılık göstermekte ve bu kapsamda baritlerin farklı oluşum koşulları ayrıntılı incelenmiştir.

Türkiye’de barit temini büyük oranda bu bölgelerden yapılmaktadır. Alanya, Gazipaşa ilçeleri ve çevresinde kuvarsit, kurşun-çinko yatakları bulunmaktadır. Antalya bölgesi Alanya ve Gazipaşa ilçelerine ait barit yatakları ve belirlenmiş rezervleri (mta.gov.tr) Çizelge 2.1’de verilmiştir. Bu yatakların büyük çoğunluğu işletilmekte, bir kısmı ise henüz aktif olarak işletilememektedir.

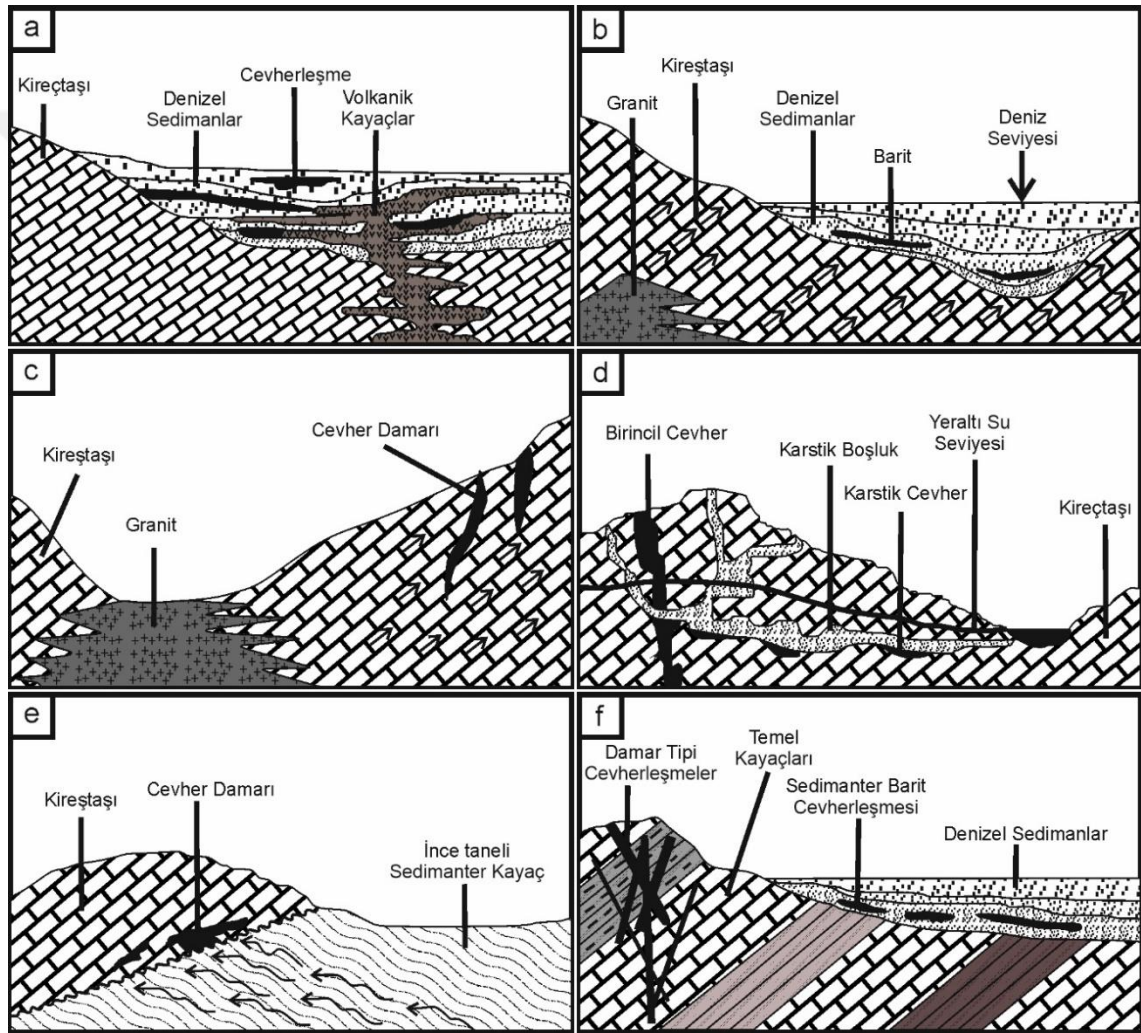
**Çizelge 2.1.** Antalya ili barit yataklarının rezervleri (MTA, 2022)

| YER                 | TENÖR (% BaSO <sub>4</sub> ) | REZERV (ton)               |
|---------------------|------------------------------|----------------------------|
| Alanya-Gümüşgöze    | 96,78                        | 2.640 muhtemel             |
| Alanya-Kızılcaschir | 91,90                        | 100.000 görünür            |
| Alanya-Havuçaçan    | 97,06                        | 95.040 görünür + muhtemel  |
| Alanya-Demirtaş     | 92,07-99,40                  | 819.065 görünür            |
|                     | 58,80-99,90                  | 572.000 görünür + muhtemel |
|                     | 71,79                        | 105.600 muhtemel           |
| Gazipaşa-Karalar    | 86,43                        | 1.171.365 görünür          |
|                     | 97,35-98,96                  | 231.780 görünür + muhtemel |
|                     | 78,20                        | 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                  | 2.090.430 görünür          |
|                     | 58,80-99,90                  | 990.820 görünür + muhtemel |
|                     | 71,79-99,78                  | 2.163.240 muhtemel         |

Alanya, Gazipaşa, Kemer ve çevrelerinde kurşun-çinko yatakları bulunmakta, Korkuteli, Kumluca, Kemer ve çevrelerinde ise krom, manganez yatakları yer almaktadır.

MTA tarafından yapılan çalışmalarda birazı işletilmiş krom yataklarının genel olarak küçük boyutlu olduğu saptanmıştır (mta.gov.tr). MTA'dan alınan verilerine göre Alanya, Gazipaşa ve yakın çevrelerinde tabloda belirtilmeyen, küçük ve orta boyutlu birçok barit cevherini bulunduğu bilinmektedir.

Baritler geç magmatik evrede oluştuğu bilinmektedir. Farklı sedimanter ve metamorfik oluşumlarda da baritlere rastlanabilmektedir. Ekonomik barit yatakları farklı formlarda oluşabilmektedir. Bunlar; Eksalatif Sedimanter (Volkano Sedimanter) Barit Yatakları (Şekil 2.8a), Hidrotermal Sedimanter Barit Yatakları (Şekil 2.8b), Hidrotermal Barit Yatakları (Şekil 2.8c), Rezidüel (Karstik) Barit Yatakları (Şekil 2.8d), Lateral Segrasyon Tipi Barit Yatakları (Şekil 2.8e), Sedimanter Barit Yatakları (Şekil 2.8f), Diğer Tip Barit Yatakları (Deniz, 2021) olmak üzere farklı formlarda bulunmaktadır.



Şekil 2.8. Barit yataklanma formları (Amstutz, 1963; Bernard, 1976'dan değiştirilerek alınmıştır)



### 2.1.1. Eksalatif sedimanter (volkano sedimanter) barit yatakları

Volkanik faaliyetler veya plütonik sokulum ile ilişkili Baryumca zengin hidrotermal çözelti ürünleri sulu ortamlar içinde bulunmaları sonucu oluşan yataklardır. Yataklarda genellikle tabakalı yapılar yaygın bulunmaktadır. Yan kayaçları volkanik birimlerdir, volkanik faaliyetler ile aynı anda oluşan yataklar volkano sedimanter yataklar olarak bilinmektedir. Volkanik faaliyetlerin sabit kaldığı dönemlerde oluşmuş, volkanik malzemenin olmadığı alanlarda görülen yataklar eksalatif sedimanter yataklar olarak tanımlanmıştır (Egüz, 2016).

Bu tipte oluşan barit yatakları yan kayaçlara göre sinjenetik karakterli olarak bilinmektedir. Buna örnek Meggen (Almanya) sülfid cevherleşmeleri ile ilişkili barit yatakları tipik olarak gösterilebilir. Sedimanter tip barit yataklarına örnek olarak ise, Hüyük/Konya (Ayhan 1987), Karalar-Gazipaşa (Striebel 1965) yöresinde yer alan barit yatakları verilebilir. Eksalatif-sedimanter tipte barit yatakları (Ayhan 1979, Çopuroğlu 1994), Antalya/Gazipaşa ve Karaman/Alanözü (Kayabalı 1992) çevresinde olduğu bilinmektedir.

#### Sin-tektonik Barit Yatakları ve Oluşumu

Çalışma alanı yakın çevresinde özellikle Gazipaşa civarında sin-tektonik barit yatakları yer almakta, bunların büyük bir bölümü ise Geç Kambriyen- Erken Ordovisiyen yaşlı Seydişehir Formasyonu, Orta Kambriyen yaşında Çaltepe Formasyonu arasında geçişinde bulunmaktadır. Gökçe ve Bozkaya (2003) tarafın yapılan çalışmalarda Gazipaşa çevresinde oluşan cevherleşmelerde barit ile galenitin eş zamanlı oluşmadıkları, ilk olarak baritlerin oluştuğunu, galenitlerin ise barit milonitleşmesinden daha sonra, ortamda bulunan kır ve çatlak yerleştiğini saptamışlardır. Çarıksaraylar (Şarkikaraağaç/Isparta) kurşunlu-barit yataklarının ise hidrotermal kökenli bir damar olan, daha az mercekli ve katmanlı yerleşen barit cevherleşmesi birincil yataklar, cevherleşmelerden gelişen alüvyal barit oluşumları ise ikincil barit yatakları (Cengiz ve Kuşçu, 1993; Cengiz, 1997) şeklinde yorumlanmaktadır (Ergen, 2020).

### 2.1.2. Hidrotermal yataklar

Plütonik sokulumlar ve/veya bunlardan etkilenen döngü halinde bulunan sular kayaçlardan bazı elementleri çözmekte, depolamaları ile çoğunlukla damar biçimli zenginleşmelerle barit birikimleri oluşabilmektedir. Bunlar Hidrotermal kökenli barit yatakları olarak bilinmektedir (Ayhan,1981). Yataklarda oluşan cevherleşmelerde damar uzunlukları birkaç kilometre, kalınlıkları ise birkaç metrelere kadar ulaşabilmektedir (Egüz, 2016).

#### Hidrotermal Filonlarda Oluşan Barit Yatakları

Düşük sıcaklıkta, epitermal filon şeklinde oluşan barit yatakları yaygın olarak görülmektedir. Metasomatik yataklar bu oluşuma sahiptir. Hidrotermal Kurşun- Çinko yataklarında barit gang mineralini oluşturur, bazı yerlerde filonun büyük kısmını almaktadır. Bu tip yataklarda barit, florit, kuvars, kalsit, siderit, dolomit ve selestit ile beraber bulunmaktadır. Sülfürlü minerallerden blend, galen, kalkopirit, pirit, limonit, malakit, azurit, götit, piromorfit ve serisit de yer alabilir. Bu tür barit filonlar birkaç metre

uzunluk, genişlik ve 200-300 metrelere kadar dikey olarak derinlikte olabilmektedir. Bu tip filon yatakları A.B.D'nin batı eyaletlerinde, Fransa Masif Santrallerde, Kara Ormanlarda ve Vojar'da Almanya Hartz masifi olduğu gibi birçok Hersiniyen masiflerinde yer almaktadır. Ayrıca bu yataklar Paleozoyik ve daha genç yaştaki formasyonlar içinde de görülmektedir (İMİB, 2022).

### 2.1.3. Magmatik olaylara bağlı hidrotermal barit yatakları

Fay hatlarında kırık ve çatlaklarda, farklı yerlere yerleşerek filon ve damarlarda oluşan yataklardır. Sıcaklığı artan meteorik sular, litostatik basınç ile içinde oluşan gazların yoğunluklarının artmasıyla meydana gelen kayaçlar boşluk, gözenek ve çatlaklarda hareket halinde olan çözeltilerin karbonatlı kayaçları erime, asitliliği düşürme, boşluk oluşturma etkileriyle yeraltı suları karışım alanları içinde mineral oluşumu gerçekleşmektedir. Cevherleşmeler yan kayaçlarla kontak halde, genellikle kireçtaşlarının çok olduğu yerlerde bulunmaktadır (Taş 2009). Hidrotermal barit yataklarında bilinen örnekler olarak (Georgia/Amerika Birleşik Devletleri) Kurteisi'de ve tenörü %96 üzerinde olduğu bilinmektedir. Ülkemizde hidrotermal barit yataklarına en güzel örnekler, Çiftehane (Ulukışla/Niğde, Baş ve Temur 1992) ve Konya/Hüyük (Ayhan, 1987, Cengiz ve Kuşçu 2002) çevresidir (Kuzvart 1984).

### 2.1.4. Rezidüel karstik tip yataklar

Barit tenörü maksimum %50–60'a kadar yükselen rezidüel cevherlerin işletilmesi elverişsizdir. Genellikle Ordovisiye ve Kambriyen yaşlı kolay eriyen kireçtaşı ve dolomit içerisinde barit kristalleri iyi boylanmış, lifleri ufalanmış-düzensiz kütleler halinde bulunmaktadır. Baritlerin tortul kayaçlar içinde düzensiz şekilli dağılması taban kayacının kantağına yakın alanlarda çökelebildiği bilinmektedir (Taş 2009).

Minerallerin yüzeysel ortam koşulları, kimyasal faaliyetlere dirençli ve yoğunluğu yüksek barit kristalleri birlikte çözünmesi ve ortamdan uzaklaşması ile kalıntı biçiminde veya az mesafelerde taşınarak plaser tipi cevherleşmeleri oluşturduğu bilinmektedir. Bu tip yatak oluşumları karbonatlı kayaçlarda karstik ceplerde çökelen örnekler "karstik yataklar" şeklinde de tanımlanmaktadır (Egüz, 2016).

Eski oluşumlu barit yataklarının ve/veya içerisinde az miktar barit barındıran kayaçların yıkanması ile geniş alanlara yayılmasıyla kalıntı tip barit yatakları oluşmaktadır. Bu yataklar açık işletmelere uygunluğu ve ekonomik olarak kaliteli yapıdan olmasıyla önemlidir. Bu yataklara örnek olarak A.B.D. Missouri'- de bulunan barit yatakları verilebilir. Bu tip yataklarda baritin yanında bazen kuvars, kalsit, flüorit gibi minerallerde de bulunabilmektedir. Bu tipte barit yatakları BaSO<sub>4</sub> tenör değerleri düşük ortalama %10-20 arasında değişmektedir (DPT, 2001; İMİB, 2022).

### 2.1.5. Lateral segregasyon tip barit yatakları

Tektonik faaliyetler ile çökelen küçük taneli sedimanlar, değişen basınç koşullarında adsorbe ettikleri suyun birazını yitirirler. Tuz yoğunluğu ve sıcaklıkları yüksek olan sular "formasyon suları (connate water)" veya "sıcak tuzlu sular (brine water)" olarak tanımlanmıştır. Bu tür çözeltiler, kayaçlar içinde hareket ettiği esnada yan kayaçlarla yapmış oldukları reaksiyonlar başka elementlerle beraber Ba ile

zenginleşmektedir (Taş 2009).

Metamorfik barit yataklarında hidrotermal alterasyon geçişleri görülmektedir. Başkalaşım geçirmiş yataklara örnek olabilir. Metamorfizma anında oluşan çözeltiler, kayaçlar içerisinde düşük konsantrasyonlarda oluşan metal bileşiklerin çözülmesi, taşınmasına ve yataklanıp tekrar yeni cevherleşmelerin oluşmasına neden olmaktadır. Fakat bu çözeltileri yüksek sıcaklıkta olmasıyla hidrotermal yataklar oluşmaktadır. Çözeltiler düşük sıcaklıklı ise yanıl-göç (lateral segregasyon) yataklar meydana gelmektedir. Metamorfizma süreçleri ile birçok endüstriyel hammadde yatağı oluşmakta, bunlara barit, grafit, sillimanit, elmas, disten, andaluzit, granat apatit gibi yataklar örnektir. Metamorfizmaya mağruz kalmış bazı yatakların ise kalitesi artmaktadır. Bu duruma linyit yataklarının antrasitler ve taşkömürüne, dolomit ve kireçtaşlarının mermerlere dönüşmesi örnek gösterilebilir (AÜ, 2022).

Yanal göçlerle ortamdan uzaklaşan çözeltiler, değişken jeokimyasal koşullarda baryum ve sülfat halinde çökerek lateral-segregasyon tip yatakları meydana getirmektedir. Lateral-segregasyon tip barit cevherlerini, hidrotermal barit cevherlerinden ayırmak zorludur (Taş 2009). Sedimanterlerde ve kömürlü bölümlerde yer alan az konsantrasyonlarda baritler, biyojenik aktivite ile indirgenir, iyonlarına ayrışır ve çözeltilerle taşınarak daha yoğun çökme olmasıyla Lateral segregasyon tip cevherleşmeler oluşmaktadır (Anderson 1973, Rickart 1982). Lateral segregasyon tip yatakların yan kayaçlara göre epijenetik karakterli olduğu bilinmektedir (Taş 2009).

#### **2.1.6. Sedimanter ortamlarda gerçekleşen barit yatakları**

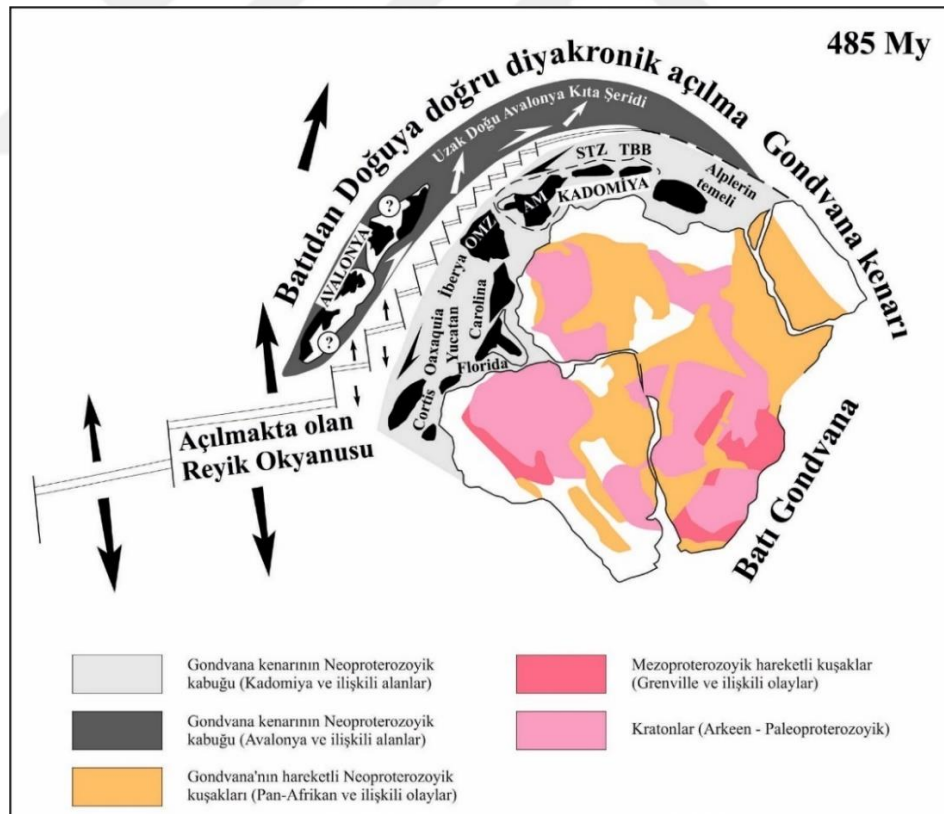
Baryum minerali karasal ortamda özellikle, organik asit etkisiyle çözeltilere karışmakta, killerin absorpsiyonuyla sedimantasyon havzalara taşınabilmektedir. Baryum iyonları sedimantasyon ortama katılmakta ve bu bölgede jüvenil ve organik sülfat ile reaksiyona girerek baritler çökeltmektedir. Çökeltme durumu değişik tortul kayaçlar içinde tabakalı halde bulunmaktadır. Karbonat içeren kayaçlarla ardalanmalı veya şeyllerin içerisinde yumru, mercekler halinde yer almaktadır. Yan kayaçlarla dokanaklarda hidrotermal alterasyon olmaz ve sinjenetik karakterli olduğu bilinmektedir (Amstutz 1963). İçerisinde bitümlü maddeler nedeniyle renkleri siyah ve koyu gri renge kadar değiştiği bilinmektedir. Bu tarz yataklarda barit kristallenmeleri genellikle yarı öz şekilli ve uzun taneler halinde, iyi boylanmışlardır. Çoğunluğu konsantrik sarılımda barit bulunan barit nodülleridir. Tortul kayaçlar kumtaşı, konglomera, kireçtaşı ve şeyl şeklindedir. Bu tip baritler sondaj çamuru olarak kullanılmakta ve tonlarca ağırlıkta BaSO<sub>4</sub> içerebilmektedir. Boyları 5-10 cm. kalınlıkla başlamakta, 10-15 metreye kadar değişmektedir (Taş 2009).

Yüzeysel ortamda, sedimantasyon havzalara kadar taşınan Ba iyonları bu ortamdaki sülfatlarla reaksiyon geçirerek çökeltirler. Bu tür barit yataklanmaları tabakalı ve sedimanter olarak çökeltmektedir. Genellikle kimyasal sedimanter karbonat kayaçlarıyla ardalanmalı şekilde veya şeyller içerisinde yumru ve mercekler şeklinde bulunmaktadır. Yan kayaçlarla dokanaklarında hidrotermal alterasyon izi görülmemektedir (Egüz, 2016).

### 2.1.7. Diğer tip barit yatakları

Sedimanter oluşum göstermiş ve çoğunlukla ekonomik olarak işletilebilirlik limitinin altında bulunan cevher oluşumlarını kapsamaktadır. Bunlar, rizopoda ve protozoa gibi hayvan kabuklarının birikimleriyle açığa çıkan ve denizel kökenli baritlerdir. Bu tür yataklar kumtaşında matriks olarak gelişir ve okyanus tabanındaki barit yumruları, şeyllerin içindeki baritlerin bulunduğu mercek ve kumtaşları içinde gözlenen oolitlik ve pizolitlik barit seviyeleri örnek gösterilebilir. Dünyada en geniş rezerve sahip barit cevherleşmeleri genellikle katmanlı ve kalıntı cevher türlerinde bulunmaktadır. Baryumun kökeniyle ilgili kesin bir bilgi bulunmamakta, oluşum kökeni denizaltı volkanizmasının meydana getirdiği, hidrotermal oluşum gösterdiği, tuzlu suların ve biyolojik olayların da etkili olduğu gibi görüşler bulunmaktadır. Ayrıca gözenek sularının karbonatlar içindeki baryumun ayrılmasında önemli bir etken olduğu bilinmektedir. (Taş 2009).

Antalya bölgesinde yapılan araştırmalarda metalik maden yatakları dışında endüstriyel maden cevherlerinin de bulunduğu belirlenmiştir. Endüstriyel maden yataklarına "Yiğit-I ", "Efe", "Kızıltaş" ocakları örnek olarak verilebilmektedir. Tez konusu kapsamında incelenen bu ocaklar, baritlerin kalitesi, işletilebilirliği gibi özellikleriyle Alanya bölgesi için önemli olan ocaklardır. Yapılan araştırmalar sonucunda bölgeden büyük oranda barit temini yapılmaktadır.



**Şekil 2.9.** Avalonya ile Gondvana'nın kuzey kenarı boyunca Geç Kambriyen-Erken Ordovisiyen (485my) dönemi Reyik Okyanusu açılımını gösteren şematik paleocoğrafik haritası (Linneman vd., 2008; AM: Armorika Masifi, OMZ: Osse Morena Zonu, STZ: Saxo-Th)

Barit cevherleşmeleri Alanya Masifinde Geç Kambriyen ve Erken Ordovisiyen yaşlı Seydişehir formasyonu, Orta Kambriyen yaşında Çaltepe formasyonu ve Çarıkisaraylar bölgesinde Orta Kambriyen yaşında (Karagedik formasyonu) ile Geç Kambriyen-Erken Ordovisiyen yaşındaki Payallar formasyonu geçişinde gözlenmektedir. O dönemin paleocoğrafyasında Kadomiye orojenezi ve sonrası, Kambriyen-Ordovisiyen geçişinde (485my) Avalonya ile Gondvana kıtası arasında Reyik Okyanusu açılmıştır (Linneman vd., 2008) (Şekil 2.9). Reyik Okyanusu açılmasıyla Gondvana kıtasının kuzeyi boyunca blok faylanması ile ortam derinleşmiş, karada bulunan silisiklastik malzemeler, Seydişehir formasyonunun derin deniz türbidit çökellerini meydana getirmiştir.

Türkiye'deki Paleozoik barit yataklarını yaş ve ana kaya açısından dünyadaki Paleozoik tortul barındıran barit yataklarına benzemektedir. Türkiye'nin metalojenisi ve jeolojisi Hersiniyen (Variscan) ve Alp orojenezi ile beraber gelişmiştir (Okay, 2008). Dünyanın farklı yerlerinde oluşan önemli barit yataklarını Çizelge 2.2'de belirtilmiştir (Cansu ve Öztürk, 2020).

**Çizelge 2.2.** Barit yataklarının ülkelere göre dağılımları (Cansu ve Öztürk, 2020)

| Location of Barite Deposit    | Type                       | Host rock                                                                                      |
|-------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Magnapet, India               | Stratiform                 | Proterozoic dolomites Elswick and Maynard (2014); Deb and Pal (2015)                           |
| Qinling- Jiangnan, China      | Stratiform                 | Cambrian black cherts Wang and Li (1991); Bonel (2005)                                         |
| Bo Hin Khao, Thailand         | Stratiform                 | Carboniferous limestone Yutthana (1994)                                                        |
| Meggen, Germany               | Stratiform                 | Devonian shale-sandstone Amstutz (1963); Zimmerman (1970); Krebs (1981); Mueller and Zn (2005) |
| Aberfeldy, Scotland           | Stratiform                 | Precambrian metasediments Willan and Coleman (1983)                                            |
| Ballynoe, Ireland             | Vein                       | Lower Carboniferous Carbonates Bonel (2005)                                                    |
| Nevada, Georgia USA           | Stratiform and vein        | Paleozoic sediments Shawe et al. (1967); Kuzvart (1984)                                        |
| Harz Mountains, Germany       | Vein                       | Devonian-Carboniferous sandstone, shale and silicified limestones (Pohl, 2011)                 |
| Missouri, USA                 | Residual                   | Cambrian dolomites Kuzvart (1984); Bonel (2005)                                                |
| Fleurus- Bruxelles, Belgium   | Residual                   | Frasnian sediments Dejonghe et al. (1989)                                                      |
| Sardinia, Italy               | Stratiform, vein and karst | Lower Paleozoic sediments Cortecci et al. (1989)                                               |
| Red Dog, USA                  | Stratiform                 | Carboniferous sediments Ayuso et al. (2004)                                                    |
| Selwyn Basin, USA             | Stratiform                 | Devonian Siliceous mudstone Cecile et al. (1983); Fernandes et al. (2017)                      |
| Rossi, USA                    | Stratiform                 | Ordovician bedded chert Prestia et al. (2015)                                                  |
| Sonora, Mexico                | Stratiform                 | Paleozoic sediments Poole et al. (1991); Canet et al. (2014)                                   |
| Missouri Barite Belt, USA     | Vein and residual          | Cambrian dolomites Leach (1980); Kaiser et al. (1987); Muegel (2017)                           |
| Walton, Nova Scotia, Canada   | Vein                       | Carboniferous sediments Boyle (1962)                                                           |
| Camamu, Brazil                | Stratiform                 | Cretaceous arkosic sandstone Bodenlos (1948)                                                   |
| Magnet Cove, USA              | Stratiform                 | Mississippian Pennsylvanian shale McElwaine (1946)                                             |
| Chaillac, France              | Stratiform                 | Aptian-Albian black shales of the Vocontian basin Breheret and Delamette (1989)                |
| Bouznika, Morocco             | Vein                       | Cambrian shales and limestones Jébrak et al. (2011)                                            |
| Zelmou, Jbel Irhoud, Morocco  | Vein and karst             | Cambrian shales and limestones Valenza et al. (2000)                                           |
| Boguszow, Polska              | Vein                       | Upper Carboniferous sediments Paulo (1994)                                                     |
| Ljubija, Bosnia Herzegovina   | Vein                       | Upper Paleozoic sediments Palinkaš (1990)                                                      |
| Chiganak-Baikunur, Kazakhstan | Stratiform                 | Cambrian-Ordovician chert, shale Albouy (1993); Bonel (2005)                                   |

Çökelim ile aynı zaman aralığında blok faylanması volkanizmaları da etki etmiştir. Tüm volkanizmalar Sultandağları güneyinde net şekilde görülmektedir (Eren, 1991; Özgül vd., 1991; Ergen vd., 2017). Sin-tektonik barit yataklarının oluşumunun bu döneme denk gelmiştir. Bu nedenle bölgedeki barit yatakları, Reyik Okyanusu'nun Geç Kambriyen- Erken Ordovisiyen döneminde açılmasıyla Gondvana kıtasının kuzey kenarı boyunca oluşan blok faylanmaları ile ilgili, sedimentasyonla eş yaşlı volkanizmalara bağlı hidrotermal çözeltiler ile ilişkileri olabileceği düşünülmektedir (Ergen, 2020).

Bölgedeki sin-tektonik barit yatakları Orta Kambriyen yaşındaki Çaltepe formasyonu üst kesimleri ile Geç Kambriyen ve Erken Ordovisiyen yaşındaki Seydişehir formasyonu alt bölgelerinde gözlenmektedir. Bu tip barit yataklarının Geç Kambriyen ve Erken Ordovisiyen döneminde Reyik Okyanusu'nun açılmasıyla başlamış, Gondvana kıtası kuzeyinde meydana gelen blok faylanmalarıyla ilişkili ve sedimentasyonla eş zamanlı volkanizmaya bağlı hidrotermal çözeltiler ile ilişkili olabileceği ilk kez ortaya konmuştur (Ergen, 2020).

İnceleme alanındaki gravite tektoniğinin etkin olduğu ortamda gelişen Antalya Birliği, Kambriyen ve Üst Kretase yaşındaki boyutları kum-çakıl boyutundan kilometrelere kadar değişmekte, derin ve sığ deniz çökellerine ait bloklar şeklinde oluşmaktadır (Özgül, 1976). Üst Triyas yaşındaki ofiyolitler ve volkanitleri içeren, metamorfizmaya uğramamış kayalarından meydana gelmektedir (Kansun ve Deli, 2011, 2017). Alanya Birliği; Permian, Triyas ve Alt Tersiyer yaşındaki, sublitoral pelajik hamurlu breşlerle, pelajik kireçtaşları ve manganlı radyolaryaların bulunduğu, alkali bazaltlardan meydana gelen yaygın volkanik faaliyetlerin geliştiğini göstermektedir (Blumenthal, 1963).

Antalya-Alanya yöresinde, karbonat yan kayaçlı barit yatakları yaygın bir biçimde gözlenmekte, bazı yataklar barit ile birlikte kuvars, galenit, limonit tipi kayalar içermektedir. Bunların en önemlileri; Demirtaş, Kızılcaschir, Havuçaçan, Gümüşgöze yörelerinde bulunmaktadır (Kansun, 2000). Daha önceki çalışmalardan yola çıkılarak konu kapsamlı çalışılacaktır. Bu kapsamda çalışma alanı ile ilgili geçmişte yapılan çalışmalar araştırılmış, literatür taraması niteliğinde incelemeler yapılmış ve çalışma alanı ile ilgili jeolojik veri ve bilgi edinilmiştir.

## 2.2. Barit Genel Özellikleri, Mineralojisi, Jeokimyası ve Oluşumu

Baritin kimyasal formülü  $BaSO_4$  şeklindedir ve %65,70 oranında BaO, %34,30 oranında ise  $SO_3$  içermektedir. İçerisindeki baryum yüzdesi 58,8'dir. Dietrich Ludwig Gustav Karsten 1800 yılında Yunancada ağır anlamındaki gelen Barus kelimesinden türetilerek adlandırılmıştır. Özgül ağırlığının  $4.5 \text{ g/cm}^3$ , sertliğinin mohs sertlik cetveline göre 3-3,5 arasında olduğu bilinmektedir. Ortorombik sistemde kristalleşen, susuz sülfatlar grubuna ait ve tabuler şekilli minerallerdir. Dilinimi {001} mükemmel, kırılma indeksi ise 1,63'tür. Kristal biçimi ise genellikle ince veya kalın levhamsı şekilli, bazen lamelli ve kristalli, kısa-uzun prizmatik şeklinde lifsi veya taneli yapıda bulunmaktadır. Genel olarak polisentetik ikizlenme gösterir ve erime noktası  $1580^\circ\text{C}$  üzerindedir. Renksiz, beyaz, yeşilimsi, şeffaflığı gri, kahverengimsi, sarımsı, kırmızımsı, şeffaf-yarı şeffaf renginde, parlaklığının camsı, çizgi renginin beyaz ve yoğun özgül ağırlığı sebebiyle, kristal şekli, dilinimi, asitlerde çözünmemesi ve inert olması baritlerin ayırıcı özellikleridir (MTA, 2022).

Baritler çoğunlukla toprağımsı görünümlü, ince taneli, mat, yarı saydam, camsı veya reçine parlaklığında bulunmaktadır. Genelde beyaz renkli, ancak açık yeşil, esmer, sarı, pembe, açık mavi, siyah ve gri renkli olanları da bulunmaktadır. Baryum oranı %58,8'dir. Barit doğada en yaygın bulunan mineral olmasına karşın baryumun yerini kalsiyum ve stronsiyumun aldığı türlerine barito-kalsit ve barita-selestit adı verilmektedir. Ayrıca Viderit ( $BaCO_3$ ) türüne de oldukça sık, Salsiyon ( $BaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ )'a nadiren rastlanmaktadır. Kompakt baritler bazen kil, demir,  $H_2S$  ve COS enklüzyonları içerir. Hidrojen karbür bakımından zengin olan baritler darbe uygulandığında koku salarlar, Ayrıca baritler suda neredeyse hiç erimezler. Soğuk asidin içerisinde erimeyen barit kaynamakta olan sülfirik asit içerisinde az miktarda eriyebilir. (MTA 2022, DPT 2001).

Barit minerali, mozaik şekli dokusuyla birbirine bağlanmış ve öz şekilsiz kuvars tanelerinden oluşmaktadır. Kuvars kristalleri, içerisinde sıralanan küçük boyutlarda az miktarda pirit, serisit pulcukları, galenit ve kalkopirit gibi cevher oluşturan minerallerle beraber bulunabilirler (Çopuroğlu, 1994). Bununla birlikte boşluklarda gelişen öz şekilli

ve ince taneli kuvars ve kalsit kristalleri de bulunmaktadır (MTA, 2022).

Barit baryumun ana kaynağı olup ( $\text{BaSO}_4$ ), metalik olmayan minerallerden en ağır olanıdır. Yoğunluğunun yüksek olması nedeniyle ( $4,5 \text{ g/cm}^3$ ) daha çok petrol arama amaçlı sondaj sıvılarında kullanılmaktadır. Sondaj işlemlerinde en yaygın kullanımı ile dünya emtia piyasasında önemli yer almaktadır. Baritler deniz ortamlarında da yaygın olarak oluşmaktadır (Goldberg ve Arrhenius, 1958; Bishop, 1988; Bernstein vd., 1992; Ganeshram ve Francois, 2002; Jewell, 2000; Griffith ve Paytan, 2012) ve okyanusal paleoüretkenlik temsilcisi olarak kullanılır (Goldberg ve Arrhenius, 1958; Bishop, 1988; Shimmield ve Mowbray, 1991; Dymond vd., 1992; Francois vd., 1995; Babu vd., 2007). Barit yatakları, cevher geometrisine göre tektonik ortama göre kıta kenarı veya resifal çökeller (Maynard ve Okita, 1991) stratiform, damar ve kalıntı (Huvelin, 1980; Clark vd., 1990; Jewell, 2000 ve Hanor, 2000) şeklinde ayrılmaktadır. Ayrıca, Griffith ve Paytan (2012) tarafından yapılan araştırmalarda Atlantik ve Pasifik Okyanuslarındaki derin deniz sedimanlarında Sr, O ve S izotoplarına ek olarak Ba mineralleri de saptanmıştır (Cansu ve Öztürk, 2020). Doğada genellikle lamelli kütle veya fibröz şekilli bulunan baritler nadiren de olsa konkresyonlar halinde bulunmaktadır (Kılıçarslan vd., 2011). Baritler inert oldukları için herhangi bir madde ile reaksiyona girmezler (Ayan 1979).

Baryum litofil element olarak tanımlanmak, stronsiyum, kalsiyum ve radyum elementleri ile benzerlik özellik göstermektedir. Kurşun elementi ve  $\text{Ba}^{+2}$  iyonlarında uyumsuz LIL elementi olarak çok sayıda kayaç yapıcı mineraller (İyonik yarıçapı  $1.35 \text{ Å}$ )  $\text{K}^+$  (İyonik yarıçapı  $1.38 \text{ Å}$ ) ile yer değiştirirler. Bazaltlarda yaklaşık olarak 250 ppm Ba, magmatik, klastik ve felsik sedimanter kayaçlarda ise Ba değeri 600 ppm'e kadar içermektedir. Baryum için yer kabuğundaki ortalama değer 430 ppm (179-1070 ppm arasında) iken Sr'da bu oran 350 ppm olarak ölçülmüştür (150-480 ppm arasında) (Smith ve Huyck, 1999). Baryum kıtasal bölgelerde yaygın bulunmakta, en yaygın baryum içerenleri ise barit ( $\text{BaSO}_4$ ), hollandit ( $\text{Ba}_2\text{Mn}_8\text{O}_{16}$ ) ve viterit ( $\text{BaCO}_3$ ) olarak bilinmektedir. Barit sondaj kuyularındaki akışkanlarda katkı, seramik, kağıt ve cam endüstrisi gibi pek çok alanda kullanılmakta fakat bunların yanında insan vücuduna zararlı toksik mineral olması ve bitkilerde gelişimlerini bozabilme potansiyeli bulunmaktadır (Kaur, 2013). Ba elementi birçok silisiklastik ve volkanik kayaçlarda bulunan önemli bileşenlerdendir. Tipik olarak 200-900 ppm arasında konsantrasyon göstermektedir (Hanor, 2000).  $\text{Ba}^{2+}$  iyonu ile  $\text{K}^+$  iyonunun benzer iyon yarıçapı ve elektronegativiteye sahip olması nedeniyle baryum elementi genellikle K-mika ve K-feldispat minerallerin içerisinde yer almaktadır (Cansu, 2017).

Ba elementi, kalsiyumsilikatlarda yer alan Ca iyonunun yerini de alabilmektedir (Hanor, 2000). Köken sorunlarının çözümünde baryumla atom yarıçap benzerliği nedeniyle barit içerisinde yüksek miktarda bulunan stronsiyum izotop değerleri önemli sonuçlar sağlamaktadır. Farklı araştırmacılar tarafından hidrotermal barit yatakları SrO oranının %1.5 üzerinde olduğu bilinmektedir (Werner, 1958; Starke, 1969; Fazakas, 1976; Podufal, 1977; Ayhan, 1979). Sedimanter yataklarda SrO oranının daha düşük (genellikle %1 ve altında) (Puchelt, 1967; Striebel, 1965; Zimmermann, 1976; Reimer, 1978; Ayhan, 1979) olduğu saptanmıştır. Ayrıca yan kayaçları kireçtaşı olan barit yataklarının da karşılaştırmalı karbon izotop değerleri önemli bilgiler göstermektedir. Bileşim tiplerine göre kayaç içerisindeki minerallerde Sr ve Ba'nın bulunma oranları Çizelge 2.3'te yer almaktadır (Cansu, 2017).



**Çizelge 2.3.** Mafik ve felsik kayalarda, minerallerin ortalama Ba ve Sr içerikleri (ppm olarak, Mason ve More, 1985, Cansu, 2017)

|                    | Granadiyorit |     | Gabro |       |
|--------------------|--------------|-----|-------|-------|
|                    | Ba           | Sr  | Ba    | Sr    |
| <b>Plajiyoklas</b> | 250          | 280 | 510   | 800   |
| <b>Mikroklin</b>   | 3.700        | 250 | 810   | 1.200 |
| <b>Biyotit</b>     | 1.400        | 4   | 160   | 420   |
| <b>Hornblend</b>   | 28           | 13  | 440   | 600   |
| <b>Titanit</b>     | 2            | 48  | -     | -     |
| <b>Apatit</b>      | -            | 120 | 6     | 700   |

**Çizelge 2.4.** Bazı kayalarda seçilen elementlerin bulunma miktarları (ppm olarak, Mason ve More, 1985, Cansu, 2017)

| Element   | Kiltası | Kumtaşı | Karbonatlı kayalar | Magmatik kayalar |
|-----------|---------|---------|--------------------|------------------|
| <b>Ba</b> | 580     | -       | 10                 | 425              |
| <b>Sr</b> | 300     | 20      | 610                | 375              |
| <b>Ca</b> | 22.100  | 39.100  | 302.300            | 36.300           |
| <b>K</b>  | 26,600  | 10.700  | 2.700              | 25.900           |
| <b>Rb</b> | 140     | 60      | 30                 | 90               |
| <b>Na</b> | 9.600   | 3.300   | 400                | 28.300           |

Baryumun alkali toprakta, okyanus ve yeraltı suları gibi ortamlarda çözünürlüğü pH, karbonat, klorit, sülfat gibi iyonların ve organik komplekslerinin miktarı farklı etkenlere bağlı olarak değişmektedir (Church ve Kenneth, 1972). Baryumun çözünürlüğü pH değeri 11'den 7'ye indikçe artmakta ve pH değeri 7'nin altına düşüktükten sonra sabit kalmaktadır. Yüksek pH değeri (8 ve üstü) farklı iyonların bulunmasına bağlı baryum çözünürlüğü (pH) düştükçe değişik formlarda çökelmektedir (Neubrand, 2000; Cansu, 2017). Çizelge 2.4'de bazı kayalarda seçilen elementlerin bulunma miktarları, baryumun farklı formlarda oluşan bileşikleri, özellikleri ve baryum oranları Çizelge 2.5'de verilmiştir.



**Çizelge 2.5.** Baryumlu bileşikler, çözünürlükleri, baryum oranları (Merck, 1989; Cansu, 2017)

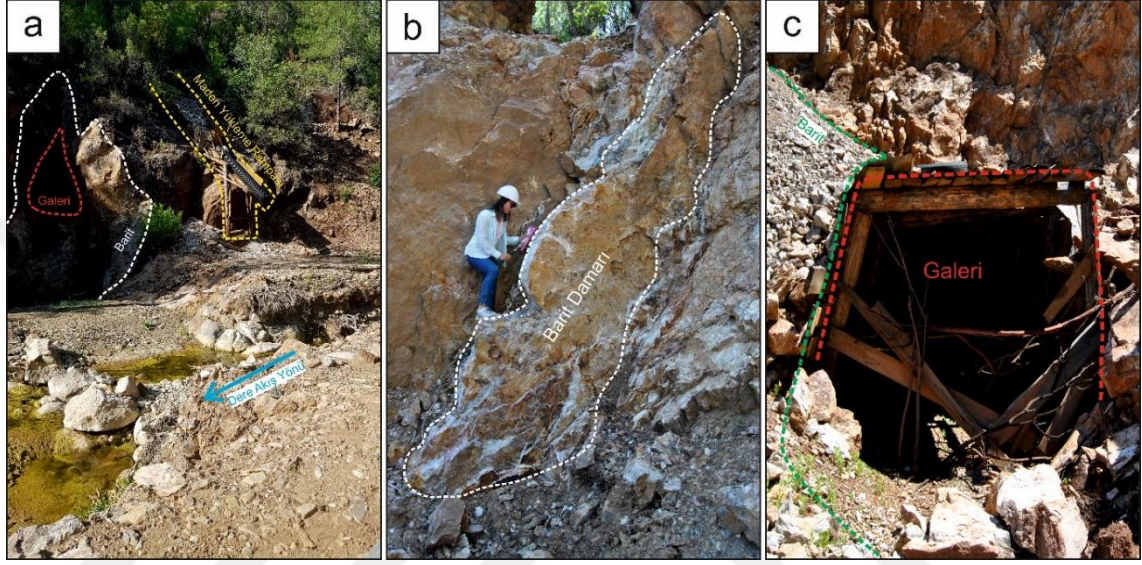
| Bileşik Moleküler                        | Ağırlık | Çözünürlük                     | Ba içeriği |
|------------------------------------------|---------|--------------------------------|------------|
| <b>Ba</b>                                | 137.3   | Suda çözünmez, alkolde çözünür |            |
| <b>BaCl<sub>2</sub></b>                  | 208.2   | 375 g/L, 26° C' de             | 65.95% Ba  |
| <b>BaCl<sub>2</sub> 2H<sub>2</sub>O</b>  | 244.3   | 375 g/L, 26° C' de             | 56.2% Ba   |
| <b>Ba(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub></b> | 255.5   | 1 g/1.5 mg/L                   | 53.77% Ba  |
| <b>BaSO<sub>4</sub></b>                  | 233.4   | 1.6 mg/L, 20° C' de            | 58.84% Ba  |
| <b>BaCO<sub>3</sub></b>                  | 197.37  | 20 mg/L, 20° C' de             | 69.58% Ba  |
| <b>BaS</b>                               | 169.42  | 1.1 mg/L                       | 81.08% Ba  |
| <b>Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>    | 261.38  | Serbestçe çözünür              | 52.55% Ba  |

Baritin kristal içeriğinde %0,1-5 arasında Sr elementi yer almaktadır. Yoğunluğu yüksek, çözünürlüğü, renk ve radyoaktif (Gama Ray ve X-Ray) ışınları tutma gibi özellikleriyle tanınmaktadır. Barit minerali genellikle %90 doğal barit olarak, %10 işleminden geçirilerek farklı alanlarda kullanılmaktadır (DPT, 2001). Ayrıca barit, kauçuk ve plastik gibi ürünlerde genişletici veya ağırlıklandırma olarak kullanılmaktadır. Otomobillerde debriyaj ve fren balatalarında, parlaklık ve metal koruma işlemleri için otomobil astarında, hastanelerde gastrointestinal sistemli tomografiler için kullanılmaktadır. Dünya genelinde toplam barit rezervlerinin 2 milyar tondan fazla olduğu düşünülmektedir (McRae, 2017). Fakat bunun yalnızca 740 milyon tonu keşfedilmiş rezervler olarak hesaplanmıştır. 2021 yılında 7.300.000 ton dünya toplam üretimine karşın ülkemizde toplam 180.000 ton barit üretilmiştir. Türkiye’de baritlerinin toplam rezervi USGS verilerine göre 2021 yılı barit raporlarında 35.000.000 ton olarak açıklanmıştır.

### 3. MATERYAL VE METOT

Baritler genellikle kayaçta ana mineral olarak veya mozaik şekilli dokusu ile öz şekli olmayan kuvarslardan oluşmaktadır. Boşluklarda gelişen öz şekilli ve ince taneli kuvars ve kalsit kristallerine de rastlanmaktadır (MTA, 2022).

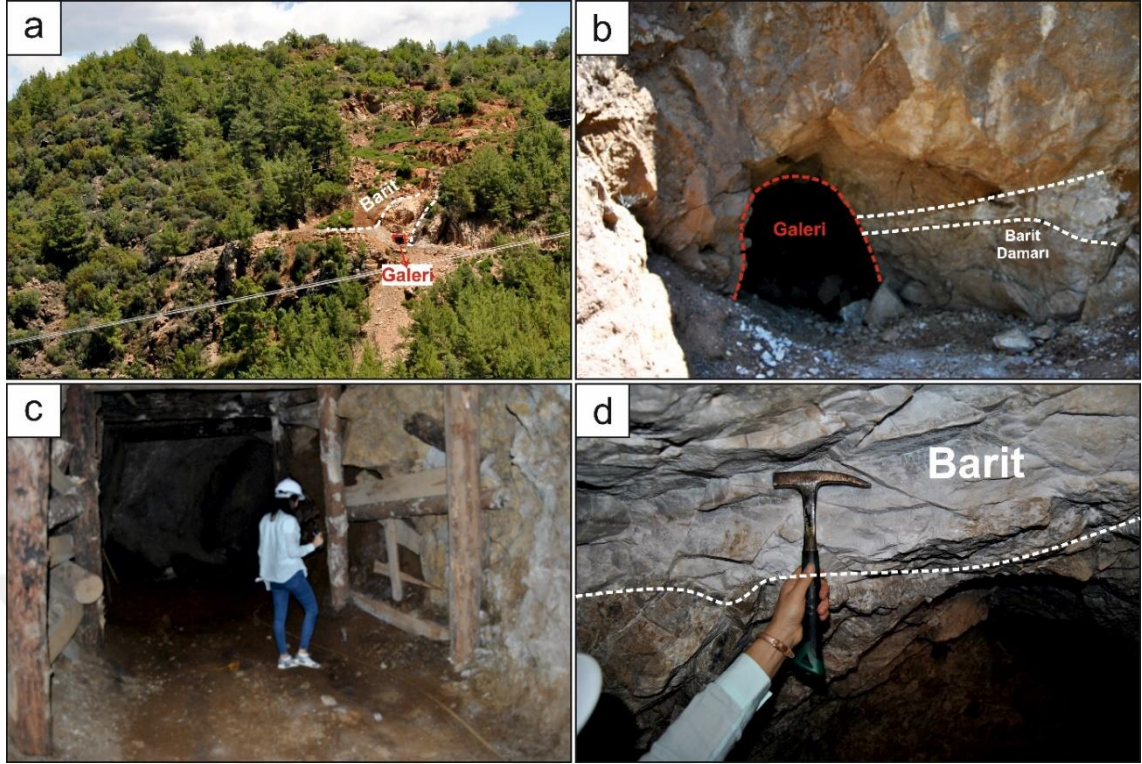
Tez konusu kapsamında Alanya (Antalya) baritlerine ait büro, arazi, laboratuvar çalışmaları yapılmış olup bu başlık altında ayrıntılı olarak anlatılacaktır. Alanya Konaklı ve Kızıлтаş mevkieinde bulunan barit ocaklarına ait resimler Şekil 3.1’de yer almaktadır.



**Şekil 3.1. a)** Demirtaş bölgesi “Efe” barit ocağı; **b)** Demirtaş bölgesi “Kızıлтаş” barit ocağı; **c)** Konaklı bölgesi “Yiğit-I” barit ocağı

Arazi çalışmaları temmuz ayında yapılmıştır. Ocaklar sırasıyla Konaklı Yiğit-I kapalı galeri, Demirtaş “Kızıлтаş” açık galeri, Demirtaş “Efe” barit ocağı kapalı galeri şeklindedir.

İlk lokasyon olan Yiğit-I ocağına ait fotoğraflar Şekil 3.2’de yer almaktadır. Konaklı bölgesindeki Yiğit-I ocağı 1:25.000 ölçekli O27-c2 paftasında yer almaktadır. Galeriyeye ulaşım asfalt yol bittikten sonra yaklaşık 3km kadar patika yol gidilerek sağlanmıştır. Konaklı bölgesinde bulunmakta olan barit ocağı daha önce işletilmiş fakat şu an aktif olarak işletilmemektedir. Bölgede yeni barit rezervi arayışları ve sondaj çalışmalarının devam edeceği bilgisine ulaşılmıştır. Galeriy girişi yaklaşık 3,5m yükseklik 3m genişliğindedir. Ocak yaklaşık 15m uzunluğunda açılmış olup, galeriy içi gözlemlmeleri ve numune alımı yapılmıştır. Ocağı ait ikinci bir araştırma galerisi bulunmaktadır (Şekil 3.2b). Bölgede üretim yapılmadığı için herhangi bir tahkimat, elektrik ve havalandırma bulunmamaktadır. Bölgede yan kayaç olarak silisli kuvars, şist ve dolomite rastlanmıştır.



**Şekil 3.2. a)** Yiğit-I barit ocağı uzaktan görünümü; **b)** İkinci galeri girişi; **c)** Galeri içi; **d)** Galeri içi barit damarı

İkinci lokasyon olan ve Gazipaşa sınırına yakın mevkide yer alan Demirtaş bölgesi Kızıltaş barit ocağına ait arazi çalışmaları ve numune alımları yapılmıştır (Şekil 3.3). Ocak 1:25.000 ölçekli P28-b1 paftasında yer almaktadır. Bölgeye ulaşım Gazipaşa Yahyalar köyünden kuzeybatıya doğru yaklaşık 10-12 km gidilerek sağlanmıştır. Asfalt yol bittikten sonra arazi araçları ile ulaşılması zor dik patika yollardan 4km kadar geçilerek ocağa ulaşım sağlanmıştır. Ocakta yer yer küçük galeriler bulunmakta fakat genel olarak açık galeri yöntemi ile işletilmektedir. Çalışmanın yapıldığı Temmuz 2022’de aktif olarak işletilmektedir. Firma yetkilileriyle görüşüldüğünde bölgenin işletmesinin ihale yolu ile alındığı, alandan çıkarılan baritin yüksek kaliteli olduğu ayrıca tamamının yurtdışına ihraç edildiği bilgilerine ulaşıldı. Bölgedeki barit damarları aktif olarak işletilmekte ayrıca yeni barit rezervi arayışları sondaj yöntemi ile devam etmektedir.





**Şekil 3.3. a, b, c) Demirtaş bölgesi “Kızıltaş” barit ocağı yarma; d) Galerî girişi; e) Stok; f) Galerî içi**

Üçüncü lokasyon olan Efe barit ocağı Kızıltaş bölgesine yakın olup ocağın yaklaşık 5 km kuzeybatısında ve 1:25.000 ölçekli P28-b1 paftasında yer almaktadır. Bölgeye ulaşım oldukça düzgün patika bir yol ile sağlanmıştır. Ocak aktif olarak işletilmekte, 6 adet havalandırma boşluğu ve gerekli tahkimatlar bulunmaktadır. Numune alımları galeri içi ve çevresinden yapılarak arazi çalışmaları tamamlanmıştır (Şekil 3.4). Galerî uzunluğu yaklaşık 100-120m olup galerî girişi 3m yükseklik ve 3m genişliğindedir. Bölgede güneydoğu yönlü ve temmuz aylarında debisi düşük bir dere bulunmaktadır. Kış döneminde yağışlar sebebiyle dere debisinin yükseldiği, işletmeye engel olduğu ve ıslah edilmesi gerektiği bilgisine ulaşılmıştır. Lokasyonlar içerisinde en fazla üretim ve aktivitenin olduğu ocak olup, barit kalitesinin yüksek ve silis içeriğinin az olduğu gözlemlenmiştir. Ocağın yaklaşık 100m içerisinde net bir şekilde görülen barit saçınımları Şekil 3.4d’de yer almaktadır. Ocaktan çıkarılan barit bir maden rampası ile yüklenmektedir. Ayrıca ocak içerisinde yakın zamanda 800m derinliğinde bir arama



sondajı yapılması planlanmaktadır.



**Şekil 3.4.** a, b) Demirtaş bölgesi “Efe” barit ocağı galeri içi damar saçınımları; c) Galeride çıkarılmış barit damarları; d) Galeride çıkışı maden yükleme rampası; e) Galeride girişi; f, g) Galeride içi numune alımları

Çalışmaya konu olan barit ocakları Antalya’nın doğusunda, merkeze yaklaşık 132 km uzaklıkta bulunmaktadır. Güneyden Akdeniz kıyı çizgisi ile sınırlı, kuzeyden Toros dağlarının yüksek alanları ile sınırlıdır. İnceleme alanı Alanya’nın yakın doğusuna kadar uzanmaktadır. Dağlık alanlar genellikle batı-doğu uzanımlıdır. Alanya-Gazipaşa arasında kalan alanda Akdağ, Susuzdağ, Yumrudağ, Cebireis en yüksek yerler olarak belirlenmiştir. Bölgede Alara çayı, Karpuz çayı, Dim çayı, Sapa dere, Bıçkıcı dere,

Küçükölçekli dere gibi akarsular bulunmaktadır. Mevsimlik akan dereler de oldukça boldur ve topoğrafyayı çeşitli yönden bölerler, her yöne akış göstermektedirler. Eski çalışmalarda bölgede en altta şistli seri diye bilinen az metamorfik birimler karmaşığının bulunduğunu ve tam olarak ayrıışmamış paleozoyik yaşlı olduğu gözlenmiştir. Bunun üzerine diskordansla ayrılan ve permien yaşlı karbonatlı seviyenin geldiği saptanmıştır. Komprehensif seri diye adlandırılan karbonatlı topluluk bazı araştırmacılara göre de mezozoik dönem sonlarını temsil etmektedir (Remzi, 1978).

Bölgede en zengin barit yatakları Alanya P28-a3, P28-b1, P28-b4 paftalarında yer almaktadır (Remzi, 1978). Alanya Demirtaş bölgesi “Efe” ve “Kızıltaş” barit ocakları bu bölgelerden P28 b1 paftası içerisinde yer almaktadır.

Maden ocaklarından alınan GPS verileri, M.T.A.’nın 1:25.000 genel jeoloji haritaları ve HGM’nin Türkiye il ilçe sınır ve yerleşim verileri kullanılarak coğrafi bilgi sistemi programı olan Arc-GIS 10.7 ve çizim programı olan Corel Draw 7.6 yardımıyla yer bulduru haritası, inceleme alanına ait genel jeoloji haritaları, genelleştirilmiş stratigrafik kesitler hazırlanmıştır (EK 2).

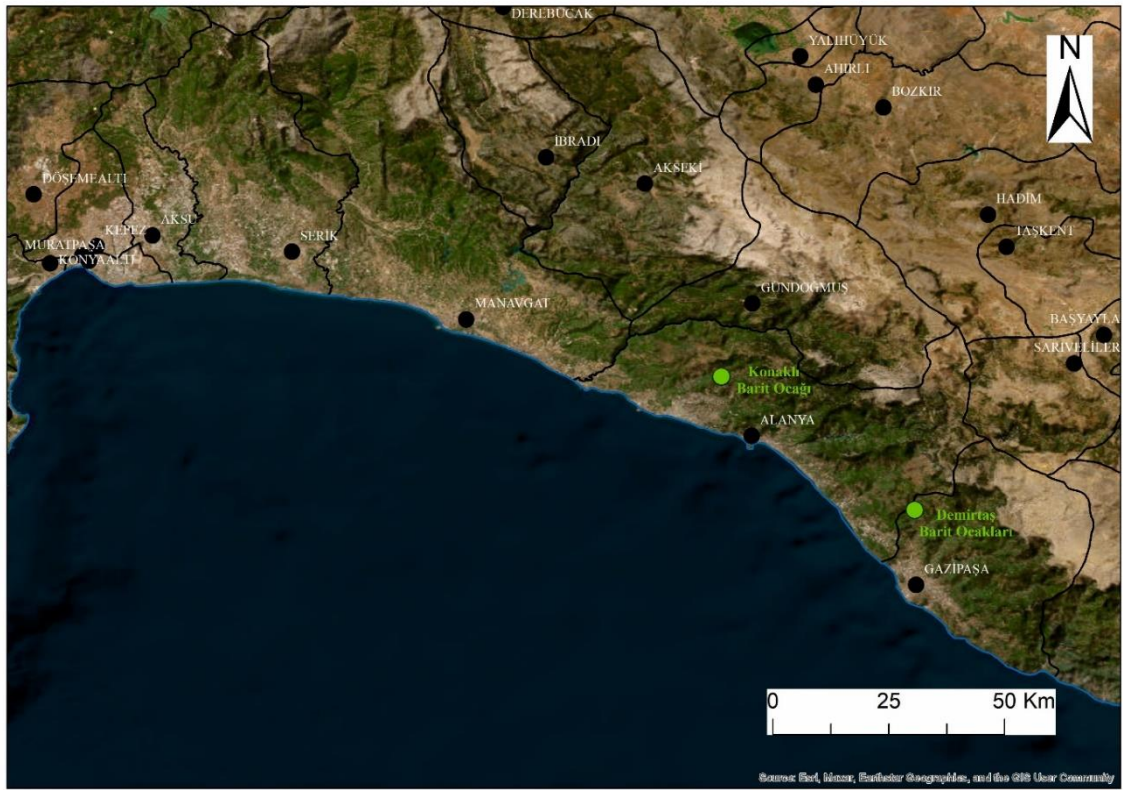
Arazi çalışmaları planlamasından önce ocakların bulunduğu alanın jeolojisi incelenmiş, çalışma alanlarının bulunduğu noktalarda hakim olan jeolojik birimler ve bunlara ait kılavuz bilgiler edinilmiştir. Bu kapsamda alanlarda yer alan jeolojik birimler Alanya ve Antalya birlikleri, inceleme alanlarının da bulunan kayaçlar barit, kuvars, dolomit, şist olarak belirlenmiş ve alanda gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışma alanlarının konumu, ulaşımı, hava koşulları gibi faktörler göz önüne alınarak çalışma plan ve takvimi hazırlanmıştır. Tez konusu olan barit numunelerinin derlenmesi için arazi çalışmaları hazırlıkları yapılmıştır. Arazi çalışmalarından önce bölgenin jeolojik harita ve stratigrafik kesitleri incelenmiş, jeokimyasal özellikleri, daha önce çalışılan alan olup olmadığı hakkında araştırmalar yapılmıştır.

Literatür incelemeleri yapılmış, bölgede yapılan çalışmalar dikkate alınarak alanın jeolojisi hakkında bilgi edinilmiştir. Bu doğrultuda bölgeden alınan barit numunelerinin jeolojik, mineralojik, jeokimyasal ve kökensel açıdan yorumlanması için XRD, XRF, sıvı kapanım analizi, taramalı elektron mikroskobu analizi “SEM”, eser element analizleri “ICP-MS ve ICP-OES”, fourier dönüşümlü kızılötesi spektrometresi analizi “F-TIR” ve  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop analizlerinin yapılmasına karar verilmiştir. Tüm analizler için alınacak numune sayısı belirlenmiş, bu örneklerin alınması için çalışma takvimine uygun olacak şekilde arazi çalışmaları planlanmıştır. Ayrıca bölgede bulunan maden ocakları hakkında araştırmalar yapılmış, ADO madencilik şirketi yetkilileri, “Alanya/ Konaklı Yiğit-I” ve “Alanya/Demirtaş Efe ve Kızıltaş” ocakları sahipleri ile görüşülmüş, galerilere giriş izni, numune alımı, barit ocakları hakkında genel bilgi alınmıştır.

### 3.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları için tüm koşulların uygun olması, planlanan sürede tamamlanması ve örneklerin sistemli bir şekilde araziden alınması sağlanmıştır. Araziden alınan GPS verilerine göre WGS84 koordinat sisteminde alınan lokasyonlar (Çizelge 3.1, 3.2), Arc-GIS 10.7 programında HGM’nin Türkiye il ilçe sınır ve yerleşim verileri kullanılarak yer bulduru haritası olarak hazırlanmıştır (Şekil 3.5).





Şekil 3.5. Barit ocaklarına ait yer bulduru haritası

Çizelge 3.1. Alanya/ Konaklı bölgesine ait barit ve yan kayaç numune alımı koordinatları (WGS84)

| Numune No | Y        | X         | Kot | Hata (m) |
|-----------|----------|-----------|-----|----------|
| BT-1      | 36,67149 | 31,93714  | 452 | 3,2      |
| BT-2      | 36,67152 | 31,93718  | 453 | 3,2      |
| BT-3      | 36,67161 | 31,93723  | 452 | 3,2      |
| BT-4      | 36,67146 | 31,93712  | 453 | 3,2      |
| BT-5      | 36,67162 | 31,93715  | 452 | 4,3      |
| BT-6      | 36,67155 | 31,93724  | 451 | 3,2      |
| BT-7      | 36,67172 | 31,93733  | 451 | 5,4      |
| BT-8      | 36,67177 | 31,93736  | 453 | 4,3      |
| BT-9      | 36,67168 | 31,93748  | 454 | 3,2      |
| BT-10     | 36,67166 | 31,93764  | 453 | 4,3      |
| BT-11     | 36,67153 | 31,93782  | 453 | 3,2      |
| BT-12     | 36,67169 | 31,93791  | 452 | 5,4      |
| BT-13     | 36,67234 | 31,937949 | 520 | 3,2      |
| BT-14     | 36,67242 | 31,937955 | 522 | 3,2      |
| BT-15     | 36,67234 | 31,93786  | 510 | 5,4      |

| Numune No | Y        | X        | Kot   | Hata (m) |
|-----------|----------|----------|-------|----------|
| YK-1      | 36,67114 | 31,93763 | 440   | 3,2      |
| YK-2      | 36,67133 | 31,93743 | 441   | 4,3      |
| YK-3      | 36,67146 | 31,93728 | 456   | 6,4      |
| YK-4      | 36,67143 | 31,93731 | 455   | 6,2      |
| YK-5      | 36,67175 | 31,93715 | 451   | 4,3      |
| YK-6      | 36,67147 | 31,93725 | 445   | 3,2      |
| YK-7      | 36,67149 | 31,93724 | 444   | 3,2      |
| YK-8      | 36,67151 | 31,93717 | 453   | 3,2      |
| YK-9      | 36,67177 | 31,93693 | 451   | 4,3      |
| YK-10     | 36,67179 | 31,93693 | 452   | 4,3      |
| YK-11     | 36,67115 | 31,9375  | 450   | 4,3      |
| YK-12     | 36,67115 | 31,93746 | 452,5 | 4,3      |
| YK-13     | 36,67212 | 31,93851 | 529   | 3,2      |
| YK-14     | 36,67213 | 31,9385  | 524,4 | 3,1      |
| YK-15     | 36,67219 | 31,938   | 514   | 3,2      |

**Çizelge 3.2.** Alanya/ Demirtaş bölgesine ait barit ve yan kayaç numune alımı koordinatları (WGS84)

| Numune No | Y         | X         | Kot   | Hata (m) |
|-----------|-----------|-----------|-------|----------|
| BT-16     | 36,41291  | 32,31333  | 428   | 3,2      |
| BT-17     | 36,41292  | 32,31312  | 429   | 3,2      |
| BT-18     | 36,41285  | 32,31305  | 427   | 5,4      |
| BT-19     | 36,41282  | 32,31301  | 424   | 3,2      |
| BT-20     | 36,41273  | 32,31295  | 414,8 | 6,4      |
| BT-21     | 36,41277  | 32,31305  | 418   | 3,2      |
| BT-22     | 36,41279  | 32,31303  | 418   | 3,2      |
| BT-23     | 36,4128   | 32,31299  | 419   | 3,2      |
| BT-24     | 36,41282  | 32,31295  | 422   | 3,2      |
| BT-25     | 36,41284  | 32,31291  | 435,6 | 3,2      |
| BT-26     | 36,41292  | 32,31315  | 432   | 3,2      |
| BT-27     | 36,420922 | 32,308879 | 351   | 3,2      |
| BT-28     | 36,42109  | 32,30895  | 355   | 3,2      |
| BT-29     | 36,421241 | 32,30901  | 352   | 3,2      |
| BT-30     | 36,421395 | 32,309095 | 351   | 3,2      |

| Numune No | Y        | X        | Kot   | Hata (m) |
|-----------|----------|----------|-------|----------|
| YK-16     | 36,41282 | 32,31325 | 441   | 3,2      |
| YK-17     | 36,41283 | 32,31335 | 441   | 3,2      |
| YK-18     | 36,4129  | 32,31335 | 428   | 3,2      |
| YK-19     | 36,41288 | 32,31331 | 427   | 3,2      |
| YK-20     | 36,41279 | 32,31294 | 398,4 | 5,4      |
| YK-21     | 36,41273 | 32,31295 | 414,8 | 6,4      |
| YK-22     | 36,41268 | 32,31272 | 439   | 3,2      |
| YK-23     | 36,41262 | 32,31275 | 438   | 3,2      |
| YK-24     | 36,41277 | 32,31296 | 431,7 | 4,3      |
| YK-25     | 36,41292 | 32,31315 | 431   | 3,2      |
| YK-26     | 36,41294 | 32,31318 | 430   | 3,2      |
| YK-27     | 36,41294 | 32,31315 | 432   | 5,4      |
| YK-28     | 36,41271 | 32,31311 | 402   | 4,3      |
| YK-29     | 36,42096 | 32,3089  | 352   | 3,2      |
| YK-30     | 36,42094 | 32,30892 | 354   | 3,2      |

Numune alımları çizelgelerde verilmiş olan lokasyonlardan gerçekleştirilmiş, her bir barit numunesi BT kodu ile yan kayaçlardan alınan numuneler ise YK kodu adlandırılmış ve sırayla numaralandırılmıştır. BT-1/BT-15, YK-1/YK-15 (dahil) arasında bulunan numuneler Alanya/ Konaklı bölgesi “Yiğit-I” barit ocağı çevresi ve galeri içinden alınmıştır. BT-16/BT-30, YK-16/YK-30 (dahil) arasındaki numuneler ise Alanya/ Demirtaş bölgesi “Kızıltaş ve Efe” barit ocakları ve çevresinden alınmıştır. Numune alımında GPS kalibrasyonu yapılarak, WGS84 koordinat sistemi üzerinden yapılmıştır.

Arazi çalışmalarında örneklerin kırılması için jeolog çekici, koordinat alımı için GPS cihazı, mineral tayini için lup ve profesyonel fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Arazi çalışmasında numune alımları yapılırken, öncelikli olarak numunenin bulunduğu lokasyon kayıt altına alınmış, lokasyon bilgileri etiketlere yazılarak numune torbasına etiketlenmiş ve örnekler Şekil 3.6’da yer alan kilitli numune torbalarına konulmuştur.



**Şekil 3.6.** Araziden alınan numuneler



Araziden numune toplama işlemleri, örnekler numune torbalarında, üzerine kodları ile birlikte lokasyonları ve bazı belirleyici jeolojik özellikleri (renk, yan kayaç, koordinat vb.) etiketlenmiş şekilde Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Maden Yatakları Laboratuvarına, analizlere hazırlanmak üzere taşınmıştır (Şekil 3.7).



**Şekil 3.7. a) Numune alımı; b, c, d) Tabaka doğrultu-eğim ve lokasyon ölçümleri; e, f) Numunelerin etiketlenip fotoğraflanması**

Barit numuneleri bölgede özellikle galeri içi ve çevresinden olacak şekilde barit içeriği yoğun yerlerden ve yan kayaçlardan alınmıştır. Üç farklı barit ocağından yaklaşık 30 adet barit yoğunluğu olan kayaçlardan, 30 adet de yan kayaç olmak üzere toplam 60 adet numune alımı gerçekleştirilmiş, bu numunelerden sırasıyla 4, 6 ve 16 adet olacak şekilde tüm analizlerin yaptırılması sağlanmıştır. 6 adet XRD analizi, 6 adet F-TIR analizi, 30 adet XRF analizi, 4 adet sıvı kapanım analizi, 4 adet taramalı elektron mikroskobu analizi (SEM), 16 adet ICP-MS ve ICP-OES analizi ve 6 adet  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop analizi için numuneler hazırlanmış ve hizmet alımı şeklinde analizler tamamlanmıştır.

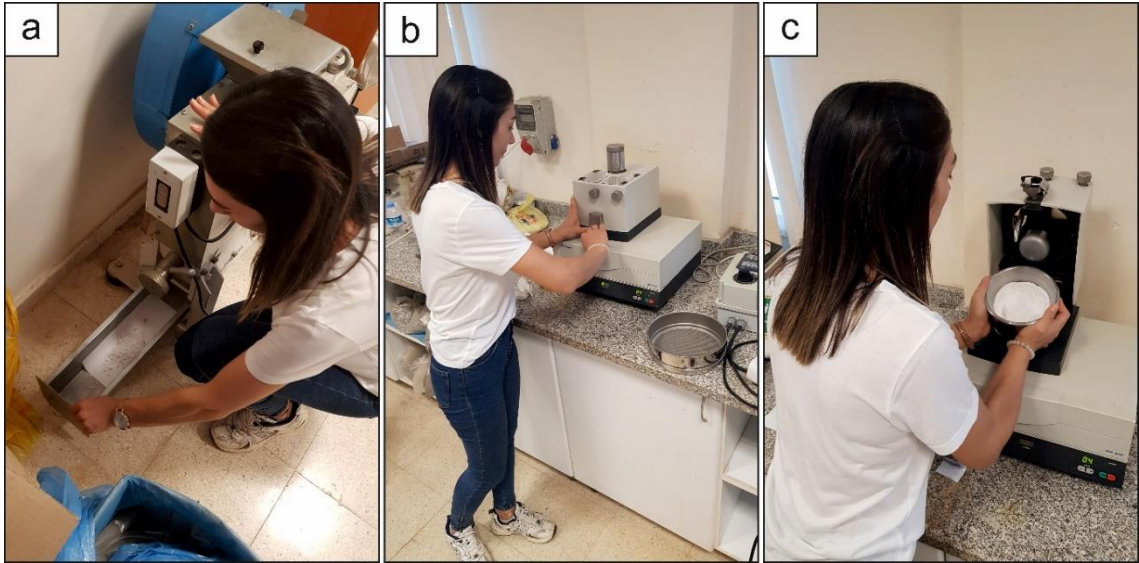
Analiz sonuçlarına göre, yapılan kimyasal, jeolojik, jeokimyasal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi, bu sonuçların daha önce yapılmış farklı çalışmalarla karşılaştırmaları yapılmıştır. Bu kapsamda bölgede bulunan baritlerin jeokimyasal, jeolojik ve izotop analizleri tamamlanmış ve kökensel yorumları yapılmıştır. Yapılan yorumlar, "Sonuçlar" bölümünde ayrıntılı şekilde anlatılmıştır.

### 3.2. Laboratuvar Çalışmalar

Araziden alınan barit numuneleri belirlenen kimyasal, jeolojik ve izotop analizlerine hazırlanmıştır. Bu hazırlık işlemleri laboratuvar çalışmalarını kapsamakta olup araziden alınan her bir örnek kimyasal analiz için hazırlanmıştır. Numunelere XRF analizi dışında yapılan kimyasal analizler hizmet alımı şeklinde olmuştur.

Barit numunelerinin kimyasal analizlere hazırlanması ve XRF analizlerinin yapılması Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Maden Yatakları Laboratuvarında gerçekleşmiştir. Örnekler XRD, sıvı kapanım analizi, taramalı elektron mikroskobu analizi (SEM), ICP-MS ve ICP-OES eser element analizleri, F-TIR analizleri için Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğünde bulunan Analiz, Teknoloji ve Kalibrasyon Laboratuvarlarına,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop analizi için Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkez Laboratuvarı Ar-Ge Eğitim ve Ölçme Merkezi laboratuvarına gönderilmiştir. Laboratuvar çalışmalarının aşamaları sırasıyla fotoğraflarda yer almaktadır.

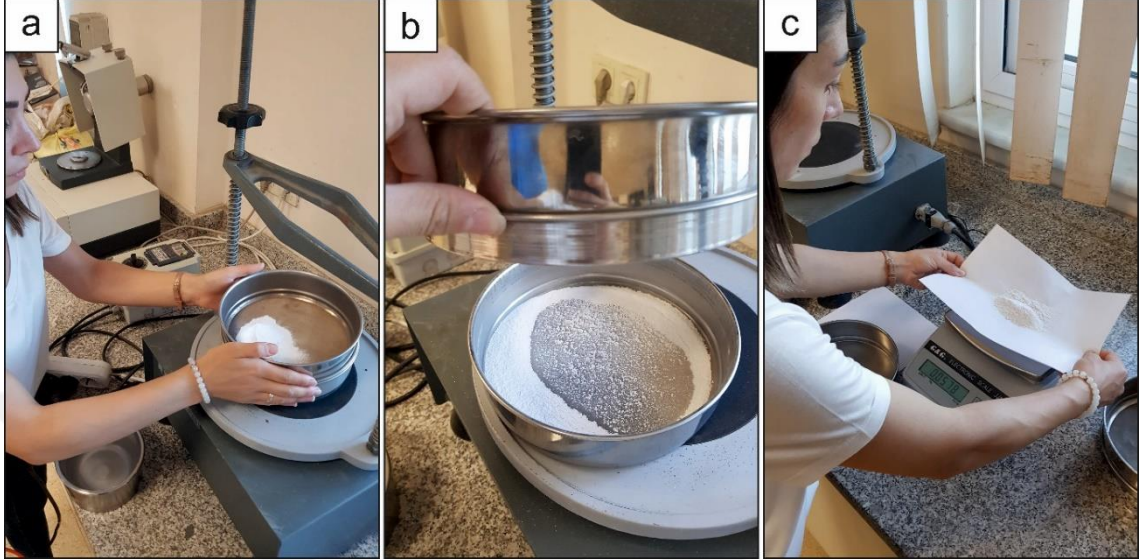
Her numunenin hazırlanmasında kırma işlemi için çeneli kırıcı cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.8a). Kırımı yapılan numuneler Retsch RM-200 marka havanlı öğütücü ile toz haline getirilmiştir (Şekil 3.8b, 3.8c). Her bir numune yapılan kırma ve öğütme işlemleri tekrarlanmış ve her işlemten sonra kontaminasyonu önlemek amacıyla çeneli kırıcı, havanlı öğütücü, elek ve kullanılan cihazlar önce saf su ile temizlenmiş, alkol ile tekrar temizleme işlemi yapılmış ve kompresör ile kurutma işlemleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.8. Laboratuvar çalışmaları 1

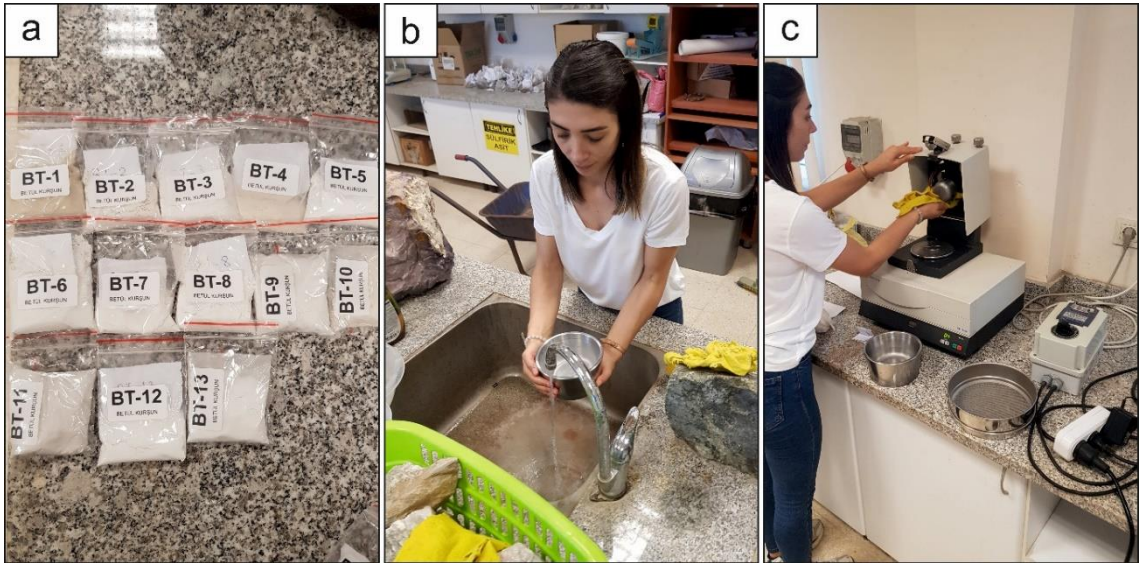


60 adet örnek Jeoloji Mühendisliği bölümü Maden Yatakları ve Jeokimya laboratuvarında, havanlı öğütücü ile homojenize edilerek, 230 mesh (0,063 mm) eleklerde elenmiş (Şekil 3.9a, 3.9b), hassas terazide tartılmış (Şekil 3.9c), etiketleme ve paketlenmiştir.



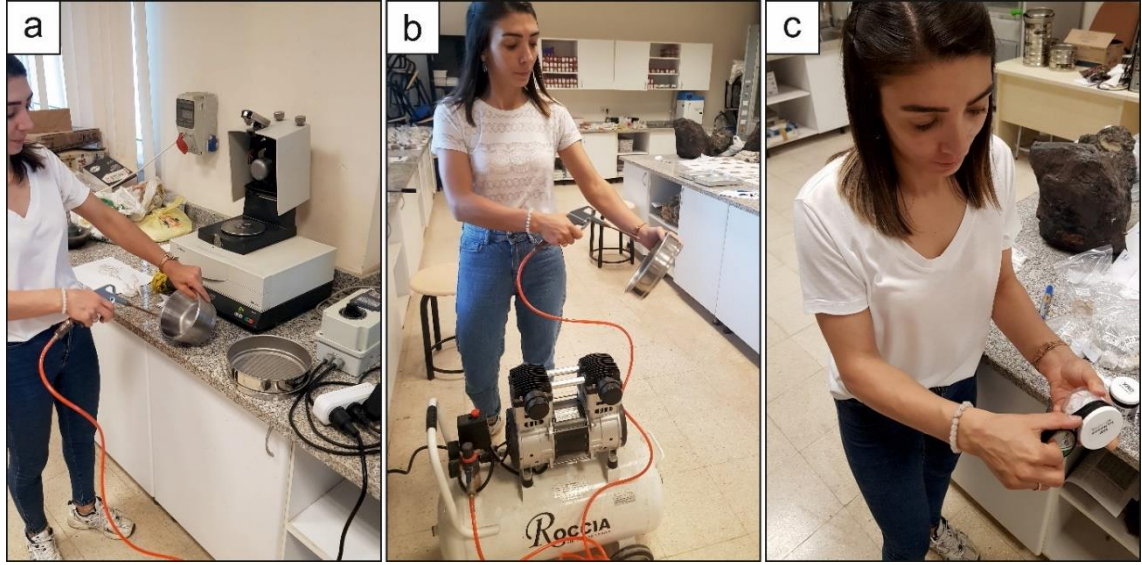
Şekil 3.9. Laboratuvar çalışmaları 2

Kimyasal analizler için hazırlanan numuneler elendikten sonra minimum 30 gramlık kilitli numune torbalarına koyulmuş, örneklerin karışmaması için numaralandırılmış ve paketler etiketlenmiştir (Şekil 3.10a). Numunelerin kontaminasyonunu önlemek için her örnek hazırlanmasından sonra kullanılan laboratuvar malzemeleri yıkanarak temizlenmiş (Şekil 3.10b, 3.10c) ve hava kompresörü ile kurutma işlemleri tamamlanmıştır (Şekil 3.11).



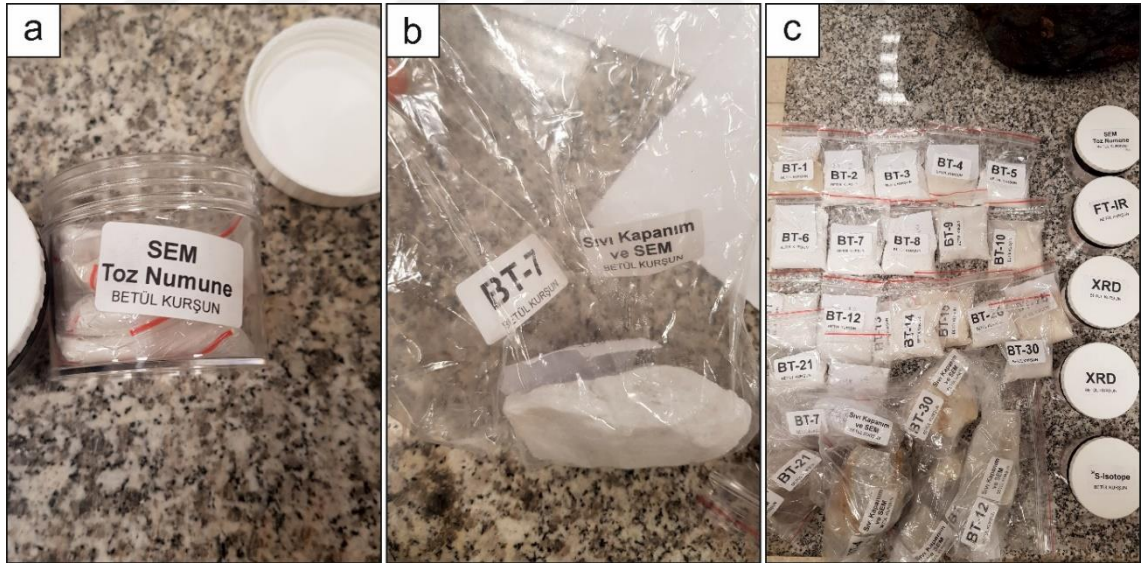
Şekil 3.10. Laboratuvar çalışmaları 3





**Şekil 3.11.** Laboratuvar çalışmaları 4

XRD, ICP-MS ve ICP-OES analizleri,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop analizi, F-TIR analizleri için numune hazırlama aşamaları sırasıyla gerçekleştirilmiş toz halindeki numuneler, sıvı kapanım analizi, taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizleri için 4 adet yaklaşık 2\*2 boyutunda numune Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğünde bulunan Analiz, Teknoloji ve Kalibrasyon Laboratuvarlarına gönderilmiştir (Şekil 3.12).



**Şekil 3.12.** Laboratuvar çalışmaları 5

BT ve YK kodlu toplam 60 adet numune 230 mesh (0,063 mm) eleklerde elenip etiketlendikten sonra toz halindeki barit numuneleri borik asit ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) ile beraber prespastil yöntemiyle hidrolik pres (Şekil 3.13b) altında 15 MPa uygulanarak pellet şekline dönüştürülmüştür (Şekil 3.13a, 3.13c). Hazırlanan her bir pellet XRF cihazına taraması yapılmak için hazır hale getirilmiştir. Pellet yapım aşamasında her yeni pellet için temiz bir cam kroze kullanımı sağlanmıştır.



**Şekil 3.13.** Laboratuvar çalışmaları 6

Barit numunelerinden 6 adeti XRD, 6 adeti F-TIR, 4 adeti Sem, 4 adeti Sıvı kapanım, 16 adeti ICP-MS ve ICP-OES analizleri yapılmak üzere toplam 36 adet numune (MTA) Maden Tetkik arama Laboratuvarına gönderilmiştir. Bunlardan 28 adet numune Akdeniz üniversitesi jeoloji Mühendisliği maden yatakları laboratuvarında analizlere hazır hale getirilmiş, toz halinde gönderilmiştir. 4 adet numune üzerinde hem Sem analiz hem de Sıvı kapanım analizi yapılması istenmiş bu kapsamda analizlere uygun olacak şekilde katı numune gönderilmiştir.

### 3.3. Mineraloji ve Petrografi Analizleri

#### 3.3.1. X-ray difraktometresi (xrd) kimyasal analiz çalışması

X-ışınları, katot ışınlarının incelenmesi sırasında Alman fizik profesörü Wilhelm Konrad Roentgen tarafından 1895 yılında bulunmuştur. Katot ışınları baryum platin siyanür kristallerine gönderildiğinde kristal flüoresan bir ışını yaydığı ve bu ışınların katot tüpünün camından geçtiğini ancak havada absorbe edilmediği görülmüştür. Röntgen, tam olarak yapısını tanımlayamadığı ve içerisinden geçtiği katı maddenin ekran üzerinde gölgeler oluşturan bu ışınımlara, bilinmeyen anlamında “X” sembolünü kullanarak “X-ışınları” olarak adlandırmıştır. X -ışınlarının keşfinden sonra, 1912 yılında Laue tarafından, kristallerde kırınım saptanmıştır. İngiltere’de ise W. H. Bragg yaptığı çalışmalarla, oğlu W. L. Bragg, buldukları eşitlik ile kristalografinin temellerini atmış, XRD spektroskopisine öncülük etmiştir (Merlab, 2022).

Her kristal fazın kendi atomik dizilimlerine bağlı olarak X-ışınlarını karakteristik düzen içinde kırınımı X-Işını Kırınım yöntemi (XRD) olarak belirlenmiştir. Her bir kristal faz için bu kırınım, o kristalin karakterini tanımlamaktadır. X-Işını Kırınım analizi, genellikle analiz sırasında numuneye hasar vermez ve çok az miktarda numune üzerinde bile analizlerin yapılmasını sağlamaktadır. X-Işını Kırınım cihazıyla, kristalin malzemelerin, kayaçların, polimerlerin, ince filmlerin nicel ve nitel incelemeleri yapılmaktadır (Wikipedia,2022).

XRD analizinde X-ışınları ile çalışmaktadır. XRF ve XRD'nin temel prensibi X-ışınları (Bragg yasası) kırınımı olan spektroskopik yöntemlerindendir. XRD yönteminde yapay X-ışını üreten tüp elektromanyetik dalga boyuyla aynı boya sahip saçılım göstermektedir. Pürüzsüz yüzeyli numuneye X-ışınının doğru bir açıyla gelmesi, kırılarak saçılması için X-ışını gönderilmektedir. Numuneye çarpan X-ışını, farklı açı ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) ve şiddetlerde yansır. Böylelikle X-ışınları, analizi yapılan maddenin içeriğinde gözlenen mineralojik ve elementel bileşimi tespit etmektedir (Bragg, 1948, Öz ve Özer, 2019).

X-ışınları difraksiyonu analizi kristal yapıdaki maddeleri incelemede kullanılan yöntem olup bazı özellikleriyle diğer analiz yöntemlerinden ayrılır. Bunlardan önemlisi cismi oluşturan kimyasal elementler olarak değil numune içinde bulunmasıdır (Uçar, 2022). X-ışınları kırınım (XRD) tekniği, kristal fazları ve bunların mikrometrik çözünürlükte uzamsal dağılımını belirlemek için kullanılmaktadır (Poonosamy vd., 2016). Bu amaçla, barit numunelerinden hazırlanan 30 gr'lık örnekler üzerinde uygulanan teknikte toz numuneler yoğun bir X-ışınları ile taranmıştır.

XRD analizleri için laboratuvar çalışmaları her bir örnek ayrı ayrı hazırlanmıştır. Toz haline getirilen numuneler 30 gl'lık numune kilitli numune paketlerine doldurulmuş, etiketlenmiştir. Çalışması yapılmış olan 3 adet barit ocağının karakteristik örnekleri seçilerek "BT-4, BT-7, BT-12, BT-21, BT-26, BT-30" numaralı 6 adet örnek XRD analizi için seçilmiş ve laboratuvara gönderilmiştir.

Toz haline getirilmiş yaklaşık 20 g toz kayaç numunelerinin, XRD analizi ve Standart Kalitatif Mineral Analizi, 2°-70° arasında yapılmaktadır. Optik mikroskopik analizlerle mineralojik bileşenleri belirlenemeyecek nitelikte olan numuneler, toz haline XRD difraktogram çekimleri, difraktogram üzerinden ASTM Standartlarına uygun olacak şekilde ayrıntılı mineralojik tayinleri yapılmaktadır. XRD analizi difraktogramları jpeg formatında bilgisayar çıktısı olarak ve elektronik ortamda verilmiştir (MTA, 2022).

### 3.3.2. Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (f-tir) analiz çalışması

Sıvı, katı ve çözeltilerdeki organik bileşiklerin yapılarında bulunan fonksiyonel gruplar, yapıdaki bağların durumu, iki bileşiğin aynı benzerliği, bağlanması gibi özellikleri belirtebilir. Ayrıca biyokimyasal özelliklerinden; protein, karbonhidrat ve aminoasitlerin yapısal analizlerinde belirleyici olmaktadır. FTIR analizi, ilaç ve adli incelemelerde, malzeme bilimleri, kimya ve seramik sektörü birçok alanda kullanılmaktadır bu analiz ile yüksek kaliteli spektral veriler oluşturulabilmektedir. FTIR spektroskopisi, sıvı veya gaz kromatografisi, kütle spektroskopisi gibi diğer farklı analitik yöntemlere kıyasla daha başarılıdır.

FTIR spektroskopisi boyalar, kauçuklar, harmanlar, bileşik plastikler, yapışkanlar, kaplamalar, reçineler, dolgu maddeleri gibi bileşikler hızlı ve net olarak tespit etmede kullanılmaktadır. İmalat, tasarım, madde analizi dahil olmak üzere ürün dayanıklılığının her basamağında uygulanabilmektedir. Bu özelliği ile analiz, kalite kontrolünde, problem çözmede ve ürün geliştirmede çalışan bilim insanları ve mühendisleri için oldukça yararlıdır. Malzeme tanımlama ve doğrulama, katkı tanımı ve miktarı, moleküler parçalanma değerlendirmesi, formül geliştirme ve doğrulama, yapısal açıklama ve temel ilaç araştırması gibi daha birçok alanda kullanılmaktadır.



Fourier Dönüşümü Kızılötesi (FTIR) spektroskopisi, moleküler karışımların bileşiminin yapısını ve moleküllerin içeriğini anlamak için laboratuvarlarda, endüstride kullanılan analitik yöntemlerden biridir. FTIR spektroskopisi, numuneyi incelemek için modül olarak belirlenmiş orta kızılötesi enerjiden yararlanılmaktadır. Molekölün içinde bulunan atomlardaki titreşimsel bağ enerjileri ile kızılötesi ışık doğrudan frekanslarda emilim gösterir. Kızılötesi ışığın enerjisi ile titreşimin bağ enerjisi eşit olduğu zaman bağ bu enerjiyi emebilmektedir. Molekül içindeki farklı bağlar, farklı enerjilerde titreşmekte ve bu yüzden kızılötesi radyasyonun farklı dalga boylarını emmektedir. Bu durumda, emilim bantlarının konumları (frekansı) ve şiddeti, toplam spektrumda katkı sağlayarak molekölün karakteristiğini meydana getirmektedir.

Orta Kızıl Ötesi Bölgede (MIR) yapılan analizde toz numuneler elmas kristalli ATR ile spektrum çekimi gerçekleştirilmekte ve sonuç elektronik ortamda veya çıktı olarak verilmiştir (MTA,2022).

### 3.3.3. Sıvı kapanım analiz çalışması

Sıvı kapanım analizleriyle ilgili yapılan ilk çalışmalar 11. yüzyıla uzanmaktadır. 19. yüzyılda ilk kez sıvı kapanımların bileşiminin belirlenmesi için analitik incelemeler yapılmıştır. Sıvı mineralin içinde kapanan sıvının kısmi büzülmesi sonucu oluştuğunu, kapanımlarda görülen gaz kabarcıkların sıcaklığın düşmesine bağlı olduğu saptanmıştır. 20.yüzyılın ikinci yarısında sıvı kapanım çalışmaları artarak birçok araştırmacı tarafından mineoloji, maden yatakları, petroloji gibi jeolojinin birçok dalında yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Güncel olarak hâlâ Roedderin 1962-1997'ye kadar olan tüm çalışmaları ve bulmuş olduğu metot, prensipler kullanılmaktadır (Sezerer, 2021).

Sıvı kapanım analizleri, içerisinde bulunduğu mineralin jeolojik ortamları ile doğrudan ilişkilidir bu da birçok araştırmaya konu, jeolojik problemlerin çözülmesine yardımcı olmuştur. Mineraller içindeki sıvı kapanımları ile ilgili çalışmalar, başlangıç kapanımın homojenleşme sıcaklığı ölçülerek başlamış ve mineralin oluşum sıcaklığının saptanmasında kullanılmıştır (Roedder, 1962). Sıvı kapanım analizlerinin bu şekilde jeotermometre gibi kullanımı araştırmalarda sonuca götürmüştür (Bailey, ve Cameron 1961; Rife, 1971). Sıvı kapanım analizindeki sıvı bileşiminin içeriği, oluşum sıcaklığı vd.,er termodinamik verileri, hesaplamada kullanılabilirken, sıvının kalitatif analizleri de yapılmaya başlanmıştır (Roedder, 1958). Kapanım analizindeki sıvının donma derecesinin ölçülmesi, buna bağlı tuzluluğun hesaplanabilmesi, sıvının kantitatif bileşiminin, hesaplanmasını sağlamıştır (Roedder, 1963; Roedder vd., 1963; Roedder, 1972). Sıvının hem oluşum, sıcaklığının, nemde bileşiminin bilinmesi, kökenle ilgili soruları açıklamıştır (Nash ve Theodore, 1971; Roedder 1971). Sıvının yarı kalitatif analizi, elemente göre, kolorimetrik yöntemle, alev fotometresi ve atomik absorpsiyon spektrometresiyle yapılmaktadır (Hail ve Freedmann, 1963, Sawkins, 1968; Almandinger, 1975), Sıvı kapanımda sıvının bileşiminin belirlenmesi, hızlı ve kesin sonuç elde edilmesi, köken ilişkilerini yorumlamada daha güvenilir sonuçlara ulaştırmaktadır (Birsoy, 1986).

Sıvı kapanım analizi magmanın kristallenme sistemleriyle doğrudan bağlantılı farklı akışkanlarda, yüksek sıcaklık, yüksek denizel tuzluluk gibi kavramlar ile çoğu skarn yatağının oluşumunu da açıklamakta (Acar, 2018) ve mineral denge çalışmalarıyla izotop çalışmalarının tutarlı sonuçlar vermektedir (Auwera ve Andre 1998).

Doğada birbiri içerisine hapsolmuş şekilde bulunan farklı oluşumlara kapanım denilmektedir. Kapanımlar genellikle iki gruba ayrılmaktadır, bunlar sıvı ve katı kapanımlardır. Genel anlamıyla kapanımlar, sıvı fazdan, kaplanmış günümüz koşullarında sıvı, katı ve gaz fazlarını içeren bütün kapanımları kapsayan terimdir. Sıvı kapanımlar ise kökenlerine göre üç kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar; birincil kökenli sıvı kapanımlardır, İkincil kökenli sıvı kapanımlar, Yalancı ikincil sıvı kapanımlar şeklinde ayrılmıştır.

Sıvı kapanım analizi birçok alanda kullanılmakta, petrol aramalarında, jeotermal alanların belirlenmesi gibi alanlarda en güvenilir analizlerdendir. Ayrıca gemolojide, meteoritlerin kökensel yorumunda, doğal taşların bulunması ayırt edilmesinde ve değerlendirilmesinde tektoniğinin belirlenmesinde, maden yataklarında oluşum koşullarının, metamorfizma koşullarının saptanmasında, petrografide ve magmatik petrolojide bütün magmatik kayaçların oluşuma koşullarının saptanmasında, bu kayaçlara ait köken yorumlarında da sıvı kapanım analizinden yararlanılmaktadır (Sezerer,2021).

Mineraller bünyelerindeki sıvı kapanım olaylarından çözelti tuzluluk değerleri ve homojenleşme sıcaklığı belirlenmekte, yalnızca uygun kristal boyutunda ve yeterince sıvı kapanımı içeren Barit, Kalsit, Kuvars, Sölestin, Fluorit gibi mineraller için analiz yapılmaktadır (MTA,2022).

Sıvı kapanım analizi için 4 adet yaklaşık 2\*2 boyutunda barit numunesi kilitli torbalara koyulmuş, analiz için Maden Tetkik ve Araştırma Laboratuvarına gönderilmiştir. Analizler hizmet alımı ile yaptırılmıştır. BT-7, BT-12, BT-26, BT-30 numaralı örnekler sıvı kapanım ve Sem analizi için gönderilmiş, aynı örneklerdeki sıvı kapanımları taramalı elektron mikroskop analizi ile (SEM) nitelleyici olarak analiz edilmiştir. Alınan sonuçlar ile her iki yöntemin kıyaslaması yapılmıştır.

### 3.3.4. Taramalı elektron mikroskobu (sem) analiz çalışması

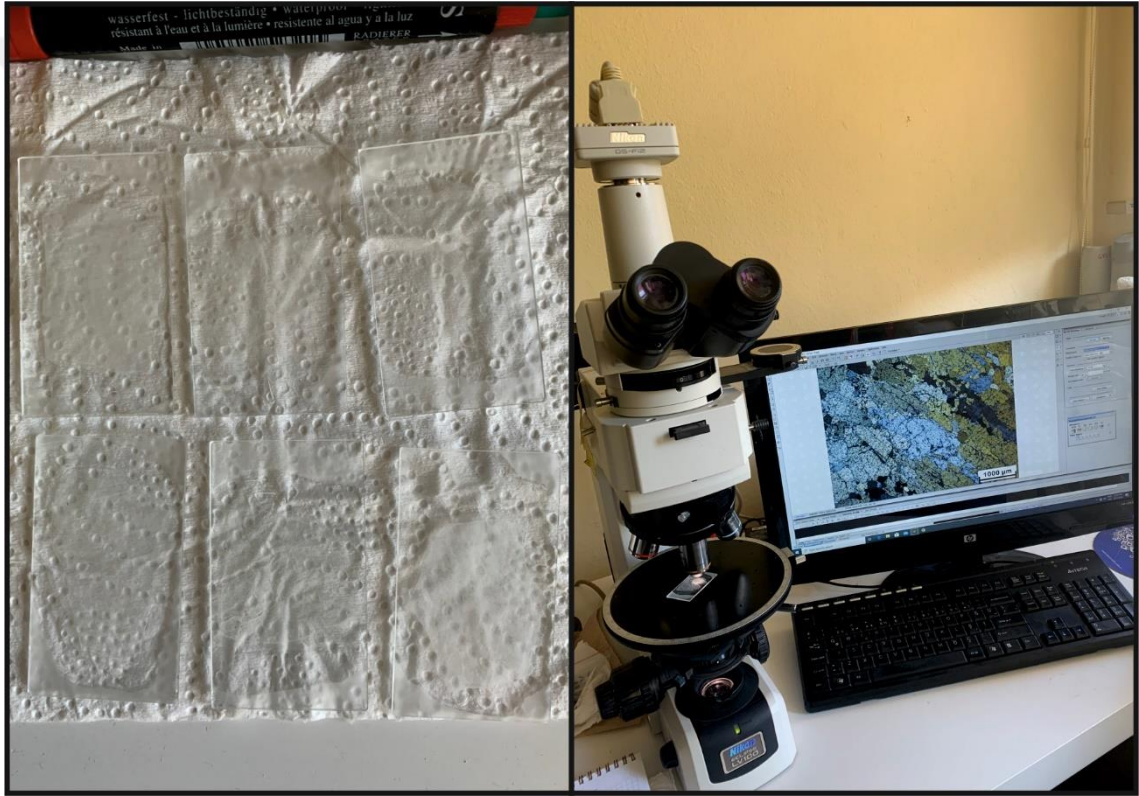
Günümüzde görüntü iletimini geliştiren merceklerle çok küçük ayrıntıları bile gösterebilen farklı cihazlar geliştirilmiştir. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) ayırım gücünün yüksekliği, görüntü ile numune analizini birleştirebilme özelliği ile birçok araştırmada kullanılmaktadır (Erdin, 1986).

Elektron ışını, katı bir cisme gönderilir, cisimden yansıyan elektronlar ile cismin içyapısını gösteren cihaza da taramalı elektron mikroskop denilmektedir. Elektronlar katı cisme çarptığı zaman, cisim tarafından yansır veya yutulur. Yansıyan elektronlar farklı sinyaller üretmektedir. Yansıyan elektronlar sayesinde yapı malzemesinin analizi yapılmaktadır. SEM ile analizde, (EDS) enerji dağıtan X ışınları ve (WDS) dalga dağıtıcı ışın metotlarından yararlanılmaktadır. Bu analizlerde en çok kullanılan yöntemler, ikincil, geri yansıyan elektronların yakalanmasını kapsamaktadır. Tüm bu yansımalar numune yüzeyindedir. (SE) ikincil elektronlar mineral yüzeyine ilişkin veriler sunmakta, (BSE) geri yansıyan elektronlar ise mineral taneciklerinin biçimlerini belirlemektedir. Yansıyan elektronların şiddeti mineralin atom numarası ve özgül ağırlığıyla orantılıdır (Savaşkan, 1986, Ramachandran,2001). Minerallerin bileşiminin görüntülenmesi sırasında SEM' de yaklaşık 15 (kV) voltaj seçmek mümkün olmaktadır (Kırgız, 2011). Taramalı elektron mikroskobu analizi birçok alanda kullanılmakta olup mineral içeriği, mineral kimyası gibi özelliklerin belirlenmesinde önemlidir.

Analize gönderilen numuneler öncelikle altın kaplama (örnek yüzeyleri karbon, altın veya altın-palladyum) ile kaplanmaktadır. Daha sonra yüksek vakum koşullarında numune yüzeyinden ikincil elektron (SE), karışık (SE+BSE) veya geri saçılmış elektron (BSE) sinyal görüntüleri alınarak fotoğraf çekilmekte, CD ortamına JPEG dosya formatında kaydedilmektedir.

### 3.3.5. İnce Kesit Analizi

Çalışma alanını kapsayan 3 adet barit ocağına (Yiğit-I/ Konaklı, Kızıлтаş/ Demirtaş, Efe/ Demirtaş) ait numuneler her bir ocaktan 2 numune olacak şekilde ince kesit analizi yapılmıştır (Şekil 3.14). Numuneler 2x2x2 cm boyutundan büyük olarak seçilmiş ve İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü maden yatakları laboratuvarına gönderilmiştir. Numunelere ait 50-1000µm arası çekimler uygulanmış ve barit tane boyu, dilinim, eser elementler ve kapanımlara ait veriler elde edilmiştir.



Şekil 3.14. İnce kesit ve Polarize mikroskop fotoğrafları

## 3.4. Jeokimyasal İncelemeler

### 3.4.1. Xrf analiz çalışması

XRF cihazları genellikle gaz halinde bulunan atomların ışın üretimiyle absorbe ettiği enerjiyi sonra temel haline dönerken ışıma yaparken verme prensibi ile çalışır. XRF cihazlarının temeli, X- ışını üretmek maddelerin karakteristiğini, kimyasal ve fiziksel ve özelliklerini belirlemeye dayalıdır. Her bir maddenin karakteristik ışın emisyonu farklı özellikler göstermektedir. Uyarılan iyonlar yüksek enerji seviyesinde bulunan elektronların uygun geçişleriyle temel seviyeye düşer. Bu esnada elektron

bombardımanından meydana gelen uyarılma sonucunda alınan karakteristik X-ışınları ile aynı dalga boylarında X-ışını emisyonu (floresans) oluşmaktadır. Absorbsiyon ile elektronun uzaklaştırılmasını (iyonlaşmayı) gerektirirken, emisyon elektronunun atom içerisinde daha yüksek enerji seviyesinden, daha düşük enerji seviyelerine geçişiyle oluşmaktadır (Skoog vd., 1998).

Her element için ayrı enerji pikleri bulunmaktadır. Örnek üzerine gönderilen X ışınlarıyla numunenin içindeki element yörüngelere X-ışını çarpar ve temel enerji seviyelerine döndürülür (Öz ve Özer, 2019).

Alanya Konaklı ve Demirtaş bölgelerinden toplanan numunelerin jeokimyasal analizlerinden XRF analizi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Maden Yatakları Laboratuvarında yapılmıştır. Retch marka RM200 model havaneli öğütücü yardımıyla numuneler tamamen homojenize edilmiştir. Pres pastil makinesi ile 30 mPs basınç altında pelet haline getirilmiştir. Örneklerin majör, eser ve iz element bileşimleri, Rigaku marka (NEX-CG Applied Rigaku Technologies, Inc. Austin, TX, ABD) enerji dağılım prensibi ile çalışan ED-XRF cihazı ile ölçülmüştür (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. XRF cihazı

### 3.4.2. Icp-ms analiz çalışması

Endüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS), numunelerin yüksek sıcaklıkta bulunan bir plazmaya, argon yüklenerek moleküler bağlarının kırıldığı ve atomların iyonlaştırıldığı analitik bir teknik olarak bilinmektedir. Bir kütle spektrometresi analizi belirli basamakları kapsar ve bu basamaklar; atomlaşma, oluşan atomların büyük bir kısmının, iyonlarına dönüşümü (genellikle tek yüklü pozitif iyonlar), atomlaşmayla oluşan iyonların kütle/yük oranlarına ( $m/z$ ) göre ayrılması ( $m$ , atomik kütle birimi olarak iyonun kütlesi,  $z$ , yüküdür), her türde iyonun sayılması ya da uygun bir dedektörle numunenin çarpışmasından sonra oluşan iyonların ürettiği iyon akımının ölçülmesi şeklindedir. Atomik kütle spektrometri, madde içerisinde elementin ne olduğu tayin etmekte, derişimlerini belirlemede yaygın kullanılan analizdir. Periyodik çizelgede yer alan elementlerin hemen hemen tümü kütle spektrometri ile tayin edilebilmektedir (Cansu, 2017).

ICP-MS cihazı, çözelti durumundaki, yüksek sıcaklıkta plazmaya püskürtülmesiyle gaz fazına geçen ve atomlaşma ile oluşan elementlerin plazmada uyarılmış durumdaki elementlerin yaydıkları ışını uygun bir dedektörle ölçülüp çözeltideki elementlerin miktarını belirlenmesi şeklinde çalışmaktadır (Uçar, 2022).

Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Maden Yatakları Laboratuvarında analize hazırlanan 16 adet analiz Maden Tetkik ve Araştırma laboratuvarına gönderilmiştir. Burada TS ISO 14869-1 ve TS ISO 14869-2 Standartlarına göre çözme işlemi, alkali eritiş metodu ile çözme işlemi veya dörtlü asitte çözme işlemi ve ICP-MS cihazı ile analiz (numunelerin matriksine göre alt ve üst dedeksiyon limitleri farklılık gösterebilmektedir) yapılmıştır.

### 3.4.3. Icp-oes analiz çalışması

Endüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES), birbirinden farklı numune matrislerinde elementlerin saptanması analizidir. Analizde sıvı numuneler, çeşitli numune yerleştirme teknikleri kullanılarak radyofrekans (RF) ile indüklenen argon plazmasına enjekte edilmektedir. Burada argon plazmasına ulaşan numunenin sisi hızla ayrılır, buharlaşır ve yüksek sıcaklıkta çarpıştırılmasıyla enerji yüklenir. Plazmadan yayılan atomik emisyon, radyal veya eksenel bir konfigürasyonda görülür. Bu yöntem ile aynı zamanda bir polikromatör ile bir dizi dedektör kombinasyonu ile yaklaşık 70 adet elementin çoklu ekran görüntüleri aynı zamanlı olarak belirlenebilir (Batsala ve ark., 2012). Endüktif eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi (ICP OES), sayısız numunelerde eser elementlerinin belirlenmesi için en önemli cihazlardan biridir. Tarım, gıda, biyolojik ve klinik, jeolojik, çevre ve su, metaller, organik gibi temel uygulama alanlarında (Boss ve Fredeen, 1997; Aceto ve ark., 2002) kullanılmaktadır.

ICP OES sistemi çalışma prensibi nispeten basit bir yöntemdir. ICP tarafından yayılan fotonlar bir mercek veya bir iç bükey ayna ile toplanmaktadır. Odaklanan bu görüntü, belirli bir dalga boyunda bir monokromatör yardımı ile cihazın giriş açıklığı üzerinde Endüktif Eşleşmiş Plazmanın bir görüntüsünü oluşturmaktadır. Monokromatörden çıkan belirli ışık dalga boyu, bir fotodetektör tarafından elektrik sinyaline dönüştürülür ve dedektör elektroniği tarafından büyütülerek işlenir. Son olarak da bir bilgisayar tarafından depolanarak görüntülenir. ICP OES cihazı analitik bir atomik emisyon kaynağı olarak etkileyici özelliklere sahiptir. Neredeyse tüm diğer emisyon kaynaklarının uygulama alanlarını oluşturmaktadır (Uçar, 2022).

Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Maden Yatakları Laboratuvarında analize hazırlanmış 16 adet analiz Maden Tetkik ve Araştırma laboratuvarına gönderilmiştir. Burada TS ISO 14869-1 ve TS ISO 14869-2 Standartlarına göre çözme işlemi, alkali eritiş metodu ile çözme işlemi veya dörtlü asitte çözme işlemi ve ICP-OES cihazı ile analiz (numunelerin matriksine göre alt ve üst dedeksiyon limitleri farklılık gösterebilmektedir) yapılmıştır.

### 3.4.4. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop oranı analiz çalışması

Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Maden Yatakları Laboratuvarında her bir numune için sırasıyla kırma, öğütme, eleme (0,063 mm), tartma, paketleme ve etiketleme işlemleri sırasıyla yapılarak 6 adet BT-4, BT-7, BT-12, BT-21, BT-26, BT-30



barit örneği  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  İzotop analizine hazırlanmıştır. Analiz hizmet alımı ile yaptırılmıştır. Hazırlanan numuneler  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop analizi için Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkez Laboratuvarı Ar-Ge Eğitim ve Ölçme Merkezi laboratuvarına gönderilmiştir.

Stronsiyum İzotop Oranı Analizleri  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  İzotop Oranı Analiz Deney Talimatında (TLM-ARG-RİL-01) belirtilen deney yöntemlerine göre yapılmıştır. Talimatta yer alan temel prensipleri, uygulama detayları bulunan yöntemin amacı magmatik kayalardaki  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop oranının tespit edilmesidir. Bu yöntem, magmatik kayalar da kullanılmasının yanısıra yeterli miktarda Sr elementi içeren metamorfik kayalar ve belirli hazırlıklar yapılarak tortul kayalara da uygulanabilmektedir. Magmatik kayalarda bulunan Stronsiyum (Sr) elementinin 87 izotopunun 86 izotopuna oranının Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresi (TIMS) cihazı kullanılarak belirlenmektedir. Stronsiyum elementi magmatik kayalarda bulunabilen bir element olduğundan dolayı bu yöntem 100  $\mu\text{g/g}$  ve üzeri Sr içeriğine sahip magmatik kayalar üzerinde uygulanabilmektedir. TIMS cihazında bir elementin izotop oranının ölçülebilmesi için numunenin o element ile zenginleştirilmesi, özellikle de girişim yapabilecek bazı elementlerin uzaklaştırılması gerekir. Bu nedenle örnekler filamente yüklenerek cihaza konulmadan önce asitte çözme ve iyon kromatografisinin uygulanarak istenilen elementin (Sr) zenginleştirilmesi ve saflaştırılması gerekmektedir. Bu kapsamda numuneler sırasıyla işleminden geçirilip analiz tamamlanmıştır. Bu işlemler sırasıyla; numunelerin 70-120 mg civarında tartılarak PFA şişelere konulması, hidroklorik asit (numune özelliklerine göre ultrasaf su, nitrik asit), hidroflorik asit kullanılarak çözülen numune teflon kolonlarda 2 mL hacimde Bio Rad AG50 W-X8, 100-200 mesh reçine kullanılarak iyon kromatografisi yöntemi uygulanır. Bu şekilde ana elementler (demir, magnezyum gibi) ve rubidyum (büyük oranda) süzülür. Bu işlemler 100 Temizlik Standardındaki Temiz Laboratuvar ortamında yapılmakta, asitte çözme ve kromatografi işlemleri numunenin özelliğine bağlı olarak bir buçuk, iki haftalık bir zamanı kapsamaktadır. Daha sonra filamente yüklenen numune TIMS cihazına konulmak üzere numune tekeri üzerine yerleştirilmekte, gerekli vakum düzeyine geçildiğinde analiz yapılmaktadır. Numune elektrik akımı ile ısıtılır. Sr 1400-1450 °C civarında buharlaşmaya ve iyonlaşmaya başlar, iyonlar elektrik lensleriyle hızlandırılarak magnete yönlendirilir. Kütle/değerlik oranları prensibiyle farklı izotoplar magnetten geçerken farklı yollar izleyerek faraday toplayıcılarına (kaplarına) ulaşır. Gerekli ayarlar yapılarak faraday kabının farklı bir izotopu ( $^{84}\text{Sr}$ ,  $^{85}\text{Rb}$ ,  $^{86}\text{Sr}$ ,  $^{87}\text{Sr}$  ve  $^{88}\text{Sr}$ ) yakalaması sağlanmaktadır. Her bir izotopun faraday kabına çarpma şiddeti amplifikatör yardımıyla yükseltilerek elektronik sistem sayesinde elektrik sinyaline dönüştürülür. Ara yüz bilgisayarı yoluyla izotop sinyalleri vd.,er veriler cihaz bilgisayarına iletilmektedir. Analiz sırasında numunedeki  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop oranı, seri şekilde yapılan ölçümlerin ortalaması olarak belirlenmektedir.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  verileri  $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0,1194$ 'e normalize edilmiş olarak verilir. Ölçümler sırasında NBS 987 Sr izotop standardı ölçülür ve önemli ise bias düzeltilmesi yapılır. Analitik belirsizlikler 2 sigma düzeyinde verilmektedir. Uzun vadeli ölçüm sonuçlarına göre Sr SRM987 standardı  $0,710250 \pm 10$  (n=90) ortalama değerini göstermektedir.

Stronsiyum izotop analizi için deneyler sırasıyla tartım, kimyasal çözme ve kromatografi işlemleri 100 temizlik standardında temiz laboratuvar koşullarında, ultra saf su ve kimyasallar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Numuneler, öncelikle deiyonize su

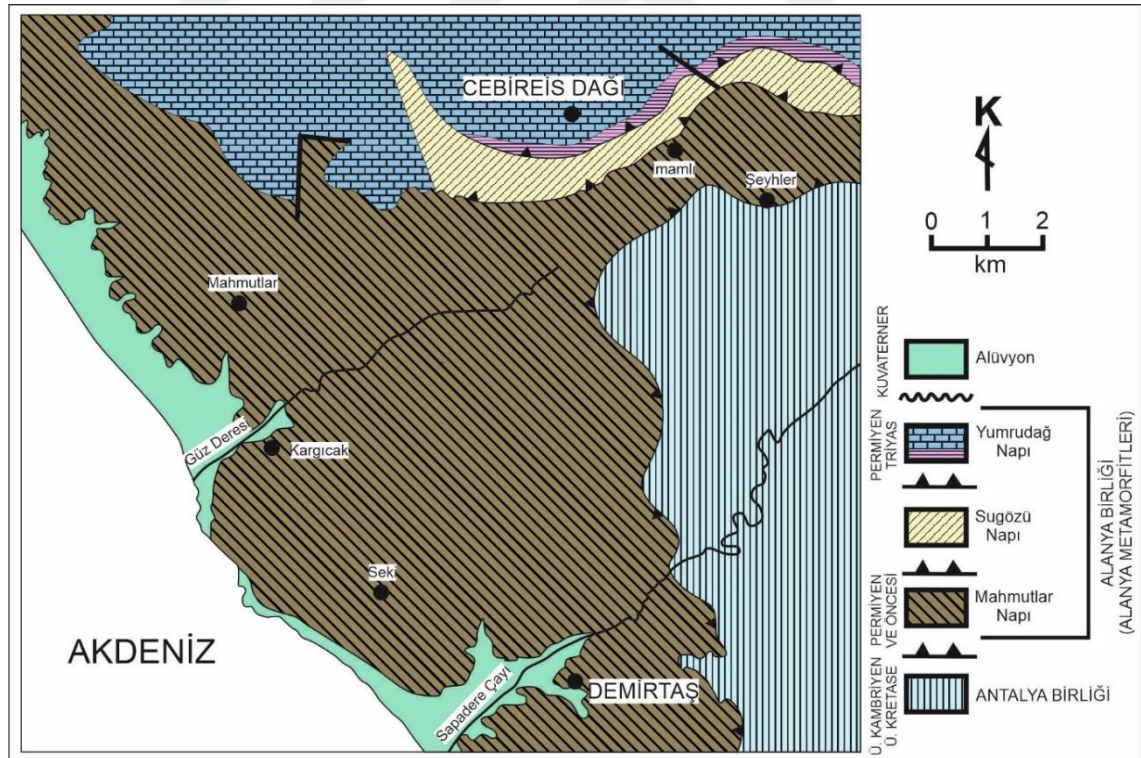
içine alınmış, çözülme işleminin ardından buharlaştırmaya yakın kurutulmuştur. Daha sonra 4 mL 14 N HNO<sub>3</sub> içinde bir gün süreyle tutularak ısıtıcı tabla üzerinde tamamen çözülmüştür. Buharlaştırılmanın ardından numuneler 4 mL 6 N HCl içinde bir gün süreyle tutularak ısıtıcı tabla üzerinde tamamen çözülmüştür. Numuneler daha sonra tekrar ısıtıcı table üzerinde buharlaştırmaya yakın kurutularak 1 mL 2,5 N HCl içine alınmış ve kromatografiye hazır hale getirilmiştir. Stronsiyum elementi, 2,5 N HCl asitle 2 mL hacimde Bio Rad AG50 W-X8, 100-200 mesh reçine kullanılarak teflon kolonlarda ayrılmıştır. Stronsiyum, tek Re-filamenti üzerine Ta-aktivatör ve 0,005 N H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> kullanılarak yüklenmiş ve statik modda ölçülmüştür. <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr verileri <sup>86</sup>Sr/<sup>88</sup>Sr = 0,1194'e normalize edilmiştir. Ölçümler sırasında Sr NBS 987 standardı 0,710288±10 (n=4) olarak ölçülmüştür. Stronsiyum izotop oranı ölçüm sonuçları üzerinde gerekli bias düzeltmesi yapılmıştır. Ölçümler, Triton Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresi (Thermo-Fisher) kullanılarak çoklu-toplama ile yapılmıştır. Analitik belirsizlikler 2 sigma düzeyinde olup analiz sonuçları “bulgular” bölümünde ayrıntılı olarak yer almaktadır.

#### 4. BULGULAR

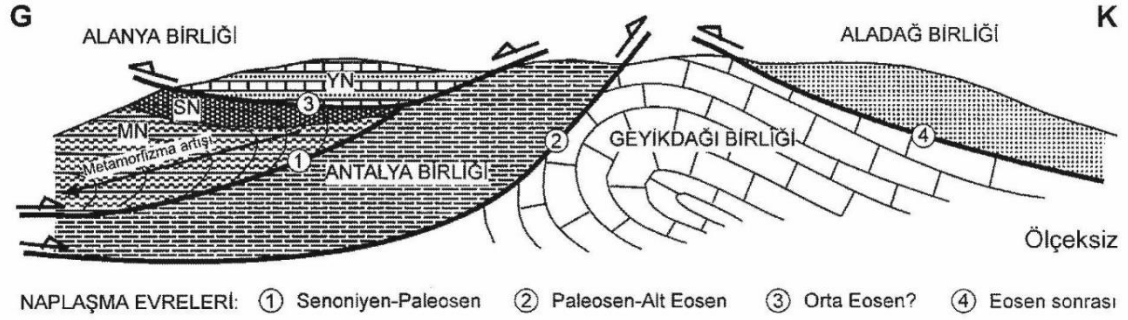
Antalya bölgesi endüstri ve madencilik alanında hammadde, maden yatakları araştırmaları ile birçok araştırmacının çalışmalarına konu olmuştur. Tez konusu kapsamında, bölgede bulunan baritlerin, kökensel, jeokimyasal ve jeolojik özellikleri, oluşumlarını etkileyen koşul ve faktörlerin saptanması, yataklanma ve oluşumları, bu verilerin değerlendirilip yorumlanması planlanmıştır. Alanya (Antalya) bölgesinde 3 farklı ocaktan alınan barit numuneleri üzerinde mineralojik, jeolojik incelemeler yapılmış, araziden de alınan bilgiler bölgede bulunan baritlerin oluşum ortam şartları ve kökenlerinin yorumlanması amacıyla kullanılmıştır. Barit ve yan kayalardan alınan numunelerin kimyasal analizleri yapılmış, alınan veriler ile istatistik tablolar oluşturulmuş, örneklere ait karşılaştırmalar yapılarak istatistik veriler elde edilmiştir.

##### 4.1. Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanı otokton Antalya Tektonik Penceresi olarak adlandırılan (Özgül, 1984) Antalya birliğine ait Paleozoyik- Mesozoyik yaşlı sedimanter kayalardan meydana gelmiştir. Antalya Birliği üzerinde allokon konumlu olarak bulunan metamorfik kayalar üst üste konumlanmış napılardan oluşmuştur. Napılar Okay ve Özgül tarafından Üstten alta doğru Yumrudağ napı, Sugözü napı, Mahmutlar napı olarak adlandırılmıştır. Alanya (Antalya)'nın bölgesel jeolojisi, alanda bulunan birlikler Şekil 4.1'de yer almaktadır.



**Şekil 4.1.** Toros kuşağındaki birliklerin yayılımı (Özgül, 1976), inceleme alanı ve çevresinin bölgesel jeoloji haritası (Özgül, 1983; 1984) (Bozkaya, 2001'den değiştirilerek hazırlanmıştır)



**Şekil 4.2.** Orta Toroslarda Alanya Napları ile diğer birliklerin tektonik evrimini gösteren şematik kesiti (MN: Mahmutlar Napı, SN: Sugözü Napı, YN: Yumrudağ Napı) (Bozkaya, 2001)

Mahmutlar ve Sugözü napları Kretase veya öncesinde (Okay ve Özgül, 1984; Okay, 1989) Barroviyen tipi metamorfizma geçirmiştir. Maestrihtiyen-Eosen sırasında bindirmeler (Alanya birliğinin Antalya birliğine bindirmesi Senoniyen-Paleosen döneminde, her ikisinin kuzeye doğru otokton Geyikdağı birliğine bindirmesi Paleosen-Alt Eosen döneminde gerçekleşmiştir) (Şekil 4.2). Yumrudağ napının yerleşimine neden olmuştur. Eosen sonrası gerçekleşen tektonik olaylar (Aladağ birliğinin Antalya birliğine bindirmesi) metamorfik olmayan paleosen yaşlı birimleri de etkilemiştir (Bozkaya, 1999).

Alanya masifinde metamorfik kayalar Alt Triyas ve daha yaşlı birimleri içermektedir. Alanda Üst Triyas yaşlı birimler metamorfiklerle ile metamorfik olmayan Paleozoik ve Alt Triyas yaşlı birimleri örtmektedir. Toros orojenik kuşağında yapılan stratigrafik çalışmalar metamorfik olmayan şelf çökelleri saptanmıştır. Paleozoik kayalar metamorfik kayalarla geçişli, Üst—Trijas öncesi hareketlere bağlı olarak tektonik ilişkili olabileceği de düşünülmüştür. Orta-üst Juratese yaşlı karbonatlar (Fahrettin Armağan, Mualla Serdaroglu, MTA) Alanya masifini transgresif olarak örtmektedir. Alanya masifinin yapısal konumu araştırmacılar tarafından Eosen öncesinde yükselmesi, Miyosen kireçtaşlarını etkilemesiyle Miyosen'de de hareketin devam ettiği ve kıvrılmayla sonlandığı saptanmıştır (Şengün vd., 1978).

Alanya birliğinde bulunan 3 nap; yapısal konumlarına göre Permian yaşlı Cebireis formasyonu ise üst napı, Sugözü formasyonu orta napı, Permian yaşlı Mahmutlar formasyonu alt napı oluşturmaktadır. Mahmutlar formasyonu alttan üste doğru; dolomit, kuvarsit, kristalize kireçtaşı ara düzeyleriyle mikaşist, kordiyeritşist, muskovitşist, kloritşist, fillit ve metakumtaşlarından meydana gelmektedir. Sugözü formasyonu, granatlı kordiyeritşist, granatlı sillimanitşist, granatlı muskovitşist, granatlı kloritşist, granatlı amfibolşist ve daha yaygın olarak granatlı mikaşistleri içermekte, içerisinde yer yer kuvarsit, grafit- mermer ara düzeyleri ile granatamfibolit mercek ve bantları gözlenmektedir. Cebireis formasyonu ise; alt düzeylerinde kristalize kireçtaşı, dolomit ve kuvarsit arakatlı klorit- serisit- kuvarsit, kalkışist, klorit- kalkışist ve muskovitşistleri; üste doğru ise kalkışist, klorit- kalkışist ve dolomit arakatlı kristalize kireçtaşlarını içermektedir. Karakocalı formasyonu, Alanya birliği üzerine açılı uyumsuz olarak gelmekte, birbirleriyle geçişli killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve konglomeralarla tanımlanmaktadır (Kansun, 1993).

#### 4.1.1. Üst paleozoyik-üst senozoyik dönem

Jeokronoloji, kayaçlarda bulunan klavuzlara göre kaya, fosil ve sedimanların yaşını belirleme bilimidir. Mutlak jeokronoloji radyoaktif izotoplarla gerçekleştirilebilirken, göreceli jeokronoloji paleomanyetizma ve kararlı izotop oranları gibi araçlarla da sağlanabilir (wikipedia.org, 2022).

Paleozoyik (1. Zaman), Fanerozoik devirin üç alt bölümünden ilkidir. Günümüzden yaklaşık olarak 545 milyon yıl önce başlayıp 251 milyon yıl öncesine kadar uzanan jeokronolojik bir zaman dilimidir. Senozoyik ise bir önceki zaman olan Mezozoyik zamanı sonlandıran K/T Olayı (Kretase-Tersiyer yok oluşu ya da kısaca K/T yok oluşu günümüzden yaklaşık 65.5 milyon yıl önce yaşanan, o zaman var olan birçok canlı türünü yeryüzünden tamamen silen küresel felakettir)'nın hemen ardından, yaklaşık 66 milyon yıl öncesinden başlayan ve günümüze kadar süren jeolojik zaman dilimidir.

Alanya masifinin oluşum yaşı paleozoikten senozoik döneme kadar uzanmaktadır. İnceleme alanında Üst Paleozoyik ve Üst Senozoyik yaşlı kaya birimleri yüzeylemekte, bunlardan Üst Permien-Permien yaşlı birimleri ise Alanya birliğini temsil etmektedir. İnceleme alanında bulunan jeolojik birimler Üst Paleozoyik dönemde oluşmaya başlamış ve günümüze kadar (Üst Senozoyik) zaman aralığında oluşumlarını tamamlamıştır. Bu süreçte oluşan birimlerden Alanya ve Antalya birliği ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Masif, stratigrafik olarak iki veya daha fazla karmaşığın, bu karmaşık seri içerisinde ilksel ilişkileri korunmuş, devamlılık gösteren magmatik ve metamorfik serilerin bulunduğu, genellikle en az birkaç km eninde ve boyunda olan birimler olarak tanımlanmaktadır. Yapısal ve topografik olarak da bir orojenik kuşakta yer alan, etrafındaki kayaçlar göre daha yüksek topografya ve farklı görünümleriyle ayrılan metamorfik ve magmatik kayaç topluluğu olarak bilinmektedir. Bir başka deyişle, bölgesel ölçekte ve geniş alanda yüzeylenen metamorfik ve magmatik kayaç toplulukları şeklinde tanımlanmaktadır. Türkiye’de 12 tane masif bulunmakta, Alanya masifi ise bunlardan 6. Olup, 6, Anamur-Alanya masifi olarak bilinmekte, Ermenek, Hadim, Alanya, Silifke arasında yer almaktadır.

Neotetis okyanusu kollarının kapanmasıyla yaklaşık doğu-batı yönlü suture zonlarıyla ayrılmış çok sayıda kıtasal parçanın birbirine kaynamasıyla Türkiye’nin oluşumu gerçekleşmiştir. Bu tektonik mozaik Gondvana’nın kuzeyi boyunca gelişen riftleşme ve okyanuslaşma süreçlerinin bir sonucu olarak gelişmiştir. Tektonik çatı içerisinde, İzmir – Ankara – Erzincan suture zonu, Geç Kretase – Eosen zaman aralığında Neotetis okyanusunun kuzey kolunun kapanması ve Sakarya Zonu ile Anatolid-Torid Platformu’nun çarpışması olayını tanımlamaktadır (Candan vd., 2005; Okay ve Tüysüz 1999; Okay vd., 2001; Pourteau vd., 2013; Rolland vd., 2009). Miyosen’de Anatolid-Toridler’le Arap levhasının çarpışması ve güney Neotetis okyanusunun kapanması ile Bitlis – Zagros suture zonu meydana gelmiştir (Parlak vd., 2009; Şengör ve Yılmaz 1981; Yılmaz 1993). Gondvana kökenli tektonik üniteler, Toridler ve onların metamorfik eşlenikleri olan Anatolidler olarak bilinmektedir. Toridler ve anatolidler Paleozoyik–Erken Triyas stratigrafisine sahiptir, Triyas’da Neotetis okyanusunun güney ve kuzey kollarının açılmasıyla bir blok olarak Gondvana’dan kopmuştur (Göncüoğlu vd., 2003;



Okay vd., 1996, 2006) veya Jura döneminde ilksel birikim ortamına bağlı, Torid-Anatolid bloğu kuzeyden güneye doğru Bozkır, Aladağ, Gedik Dağı, Antalya, Alanya olmak üzere doğru farklı birliklere ayrılmaktadır (Şengör vd., 1980, 1985).

#### 4.1.2. Alanya birliği

Alanya Masifi, yitimi Özgül (1976) tarafından Geç Kretase'de Neotetis okyanusunun kuzey yönlü ve bu bağlı çok evreli metamorfizma sonucunda oluştuğu kabul edilmiştir. Alanya Masifinde mavişist-eklojit fasiyesine ait kayaçlar ilk kez Okay ve Özgül (1984) ve Okay (1989) tarafından incelenmiştir.

Sugözü napı eklojit-mavişist fasiyesi, Mahmutlar ve Yumrudağ napı topluluklarında ise Barrov tipi yeşilşist koşulunda metamorfizmaya uğradığı saptanmıştır (Bozkaya 1999; Bozkaya 2001; Bozkaya ve Yalçın 2004; Çetinkaplan vd., 2016; Okay ve Özgül 1984; Okay 1989; Ulu 1989; Erbay, 1998). Bozkaya (2001) ve Bozkaya ve Yalçın (2004) fillosilikat mineralojisi çalışmalarında Sugözü napının da yüksek basınç, Mahmutlar napının orta basınç metamorfizmasını takip eden Barrov tipi orta basınç metamorfizmasından etkilendiğini belirlemiştir. Yumrudağ napığında bu oluşumlar arasında saatin tersi yönünde düşük dereceli metamorfizmaya maruz kaldığını savunmaktadır (Çetinkaplan, 2018).

Barrow tipi metamorfizma, Paleozoyik yaşlı örtü serilerinde orta-basınç metamorfizması özelliği ile tanımlanmaktadır. Yeşilşist- amfibolit fasiyesi koşullarında (6 kbar / 430-550 °C) gerçekleşen bu metamorfizma, fillitlerde granat, dişten ve stavrolit oluşumuyla bilinmektedir.

Bunların dışında Çetinkaplan vd., (2016) tarafından mavişist-eklojit fasiyesine ait kayaçlar Masifin kuzey batı ucunda yüzeyleyen mavişist bloklu Geç Kretase yaşlı yitim ile ilişkilendirilmiştir. Masif'in güneydoğusunda ise Anamur bölgesinde bulunan metamorfik kayaçlar yüksek sıcaklık metamorfizmasına ilişkin veriler oluşturmuştur (Bozkaya 2001; Bozkaya ve Yalçın 2004; Işık ve Tekeli, 1995). Bölgede bulunana metamorfikler içerisinde disten, stavrolit gibi minerallerin bulunması, bu metamorfik kayaçların Barrov tipi üst amfibolit fasiyesi koşullarında metamorfizmaya uğradığını kanıtlamıştır (Bozkaya 2001; Bozkaya ve Yalçın 2004; Işık ve Tekeli, 1995).

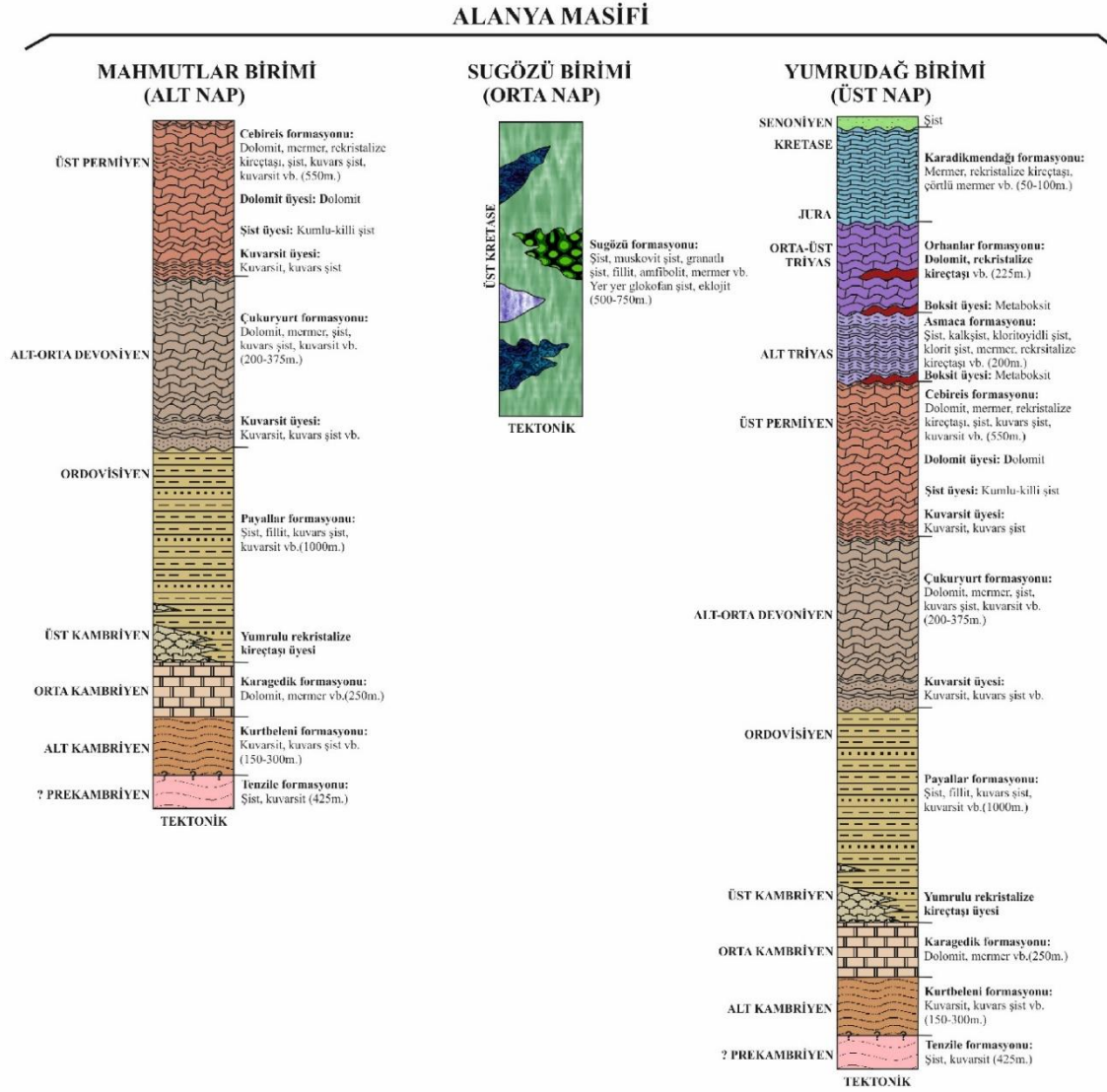
Alanya Masifinin doğusunda yer alan Anamur bölgesinde yüksek sıcaklık metamorfizması ile tanımlanmış, bölgede asidik ve bazik meta-magmatikler ile kesilen, Sariağaç birimi üst amfibolit fasiyesi koşullarında başkalaşıma uğramış metakırıntılılar ile paraotokton konumlu temelden oluşturmaktadır (Çetinkaplan, M., 2018). Alanya masifi, Barrov türü orta basınç metamorfizmasının yeşilşist fasiyesi koşullarında metamorfizmaya uğramış kayaçlar ve metamorfik kayaçlar ile karakteristiktir.

Genel itibariyle Alanya birliği, Alt Kambriyen yaşlı kuvarsitleri oluşturan Kurtbeleni formasyonu, Orta Kambriyen yaşlı mermer ve dolomitlerden oluşan Karagedik Formasyonu, Üst Kambriyen-Ordovisyen yaşlı şistlerden meydana gelen Payallar formasyonu, Üst Permiyen yaşlı mermer ve dolomitlerden oluşan Cebireis formasyonu, Alt Triyas yaşlı kalkışist ve şistlerin oluşturduğu Asmaca formasyonu ile bilinmektedir. Çalışma alanındaki Alanya birliğine ait formasyonlar Alt nap olarak bilinen Mahmutlar birimini temsil etmektedir. Antalya birliği ise; Üst Kambriyen-

Ordovisiyen yaşı seyillerin oluşturduğu Seydişehir formasyonu, Üst Permiyen yaşı mizzialı kireçtaşlarını temsil eden Dinek formasyonu, Alt Triyas yaşı, alacalı marnların oluşturduğu Kesmeköprü formasyonu, Orta-Üst Triyas yaşı bitkili kumtaşı, radyolarit, kireçtaşı, şeyl, çört, vb, kaya türlerinin oluşturduğu Sapadere formasyonundan meydana gelmektedir. Üst Kretase dönemi sonlarında metamorfizmaya uğrayan Alanya birliği, metamorfizma sonrasında Antalya birliğini tektonik olarak üzerlediği saptanmış, Alanya birliğinin metamorfizması ve üzerlenmesi üst Paleosen döneminde Meastrihtiyen öncesinde gerçekleştiği düşünülmektedir (MTA, 2022).

Mahmutlar napı, Prekambriyen-Geç Permiyen yaşı, Yumrudağ napı ise Prekambriyen-Geç Kretase yaşı bazı yerlerde metabazit arakatkılı, metakırıntılı, metakarbonat kayaçlarından meydana gelmektedir. Mahmutlar napı ve Yumrudağ napının Prekambriyen-Geç Permiyen yaşı istifleri birebir aynıdır ancak iki nap arasındaki tek fark, Mahmutlar napı Mesozoyik istif içermemektedir. Sugözü napı ise Geç Kretase yaşı eklojit, mavişist, metabazit, granat mikaşist gibi kayaçlar, ofiyolit blokları ve ofiyolit dilimlerinden oluşmaktadır. Alanya Birliği'ne ait genelleştirilmiş ayrıntılı stratigrafik dikme kesit (Şekil 4.3)'de yer almaktadır.

Alanya masifinde Yeşilöz Makaslama Zonu (YMZ), Mahmutlar napı içerisinde belirlenmiş KB doğrultulu bu zon, 2 km genişliğe ve 10 km'nin üzerinde haritalanabilir uzunluğa sahip büyük bir makaslama zonudur. Makaslama zonunda napa ait metamorfik kayaçlardan, düşey folyasyona sahip milonitleşmiş fillitler içerisinde bulunan merceksi kuvarsit ve mermer blokları ile temsil edilmiştir (Özaksoy, 2019).



**Şekil 4.3.** Alanya Masifinin (naplarının) Triyas-Erken Senozoyik dönemi jeodinamik gelişimini gösteren şematik kesitler (Ergen vd., 2020)

Alanya Birliğinde tektonostratigrafik olarak incelendiğinde en altta Mahmutlar napı veya alt nap olarak adlandırılan birim bulunmaktadır. Özgül (1984) tarafından saptanan Mahmutlar napı kuvarsit, dolomitik kireçtaşı, grafit şist, mermer, kalkışist (baritli zon), talk şist, muskovit şist, meta kumtaşı gibi birbirleriyle yanıl ve düşey geçişli, karbonat mercceklerinin de yer aldığı meta-kırıntılardan oluşmaktadır. Alanya Birliği'nin orta bölümünde bulunan ve karakteristik olarak granatlı mika şistlerden oluşan Sugözü napı veya orta nap, inceleme alanında mostra vermemiştir. Geneli rekristalize kireçtaşı, dolomitik kireçtaşlarından ve ara katkılı pelitik şistlerden meydana gelen Cebelireis napı ise, Alanya Birliği'nin üst napını oluşturmaktadır. Alanya Birliği kayaçları, çalışma alanında üst tektonik dilimler halinde yüzeylemektedir (Özgül, 1984).

#### 4.1.2.1. Mahmutlar napı (alt nap)

Çalışma alanının güneyinde Payamlı Tepe civarında yüzeyleyen ve mermer,

dolomitik kireçtaşı, rekristalize kireçtaşı, grafit şist, kuvarsit, kalkşist, klorit şist, muskovit şist, metakumtaşı ve benzeri litolojilerden meydana gelen metamorfik allokon içinde tabanına ait Paleozoik yaşlı metamorfik istif, Mahmutlar napı olarak tanımlanmaktadır. Alanya Mahmutlar bölgesinde bulunan birim, bölgede çalışan araştırmacılardan Özgül ve Okay (1982) tarafından kullanılmış, aynen benimsenmiş ve isim olarak tanımlanmıştır. Tektonik stratigrafisi, sedimanter kayalar üzerinde yer alan metamorfikler olarak belirlenmiştir. Tabanında gri renkli kalın-orta- tabakalı mermer ile başlamakta, üste doğru gidildikçe karbonatlı seviyeler, yanal-düşey geçişli yeşil renkli muskovit şist, klorit şist ile beraber beyaz renkli kalkşist, kuvarsitler bulunmaktadır. Birimde yer alan bu kaya türleri içerisinde bulunan ince taneli kayaçlarda, yapraklanma düzlemleri çok iyi gelişmiştir. Ayrıca hem klivaj (S1), hem de buruşma klivajları (S2), mostralarda üzerinde gözlenmektedir. Yine birimde yer alan bu litolojilerin içerisinde, Payamlı Tepe'nin üst kısmında grafit şistler bulunmaktadır. Grafit şistler, çok iyi yapraklanma düzlemlerine sahip, hemen üst kısmında, sarımsı renkli baritli seviyeler barındıran kalkşistler gözlemlenmektedir. Kalkşistler, kıvrımlı yapıları, renkleri, yoğunlukları ve dayanımlı barit bantları sayesinde metamorfik istif içerisinde gözlenebilmektedir.

Mahmutlar napı, inceleme alanında kalkşistler üzerinde bulunan, yeşil renkli şist içeren kayalarla sonlanmaktadır. Mahmutlar birimi, çok farklı türde, kırıntılı ve karbonatlı başkalaşmış kaya kütlelerinden meydana gelmekte, en altta tektonik dokanakla Antalya Birliği'ne ait kayaçları örtmektedir. Üst kısımda ise tektonik olarak yine Alanya Birliği'ne ait Cebelireis formasyonu veya üst nap tarafından örtülmektedir (Kansun, 1993). Mahmutlar napına ait fosil içeriği ve bilgisi ile ilgili veriler yeteri kadar bilinmemektedir. Özellikle karbonatlı seviyeler içerisinde gözlenen Mizza sp. (Blumenthal, 1949, 1951; Özgül, 1984) ile birim yaşının Geç Permiyen olduğu düşünülmüştür. Mahmutlar biriminin litolojik özelliklerine bakıldığı zaman ise ilksel kırıntılı ve karbonatlı sedimanter kayalar beraber çökelebileceği karışık kıyı ortamlarına özgü (Selley, 1976) tortulaşma havzasında çökeldiği de söylenmektedir. Karbonatlar içinde bulunan Mizza sp. Fosili ise birimin çökeltme ortamının çok sık ve muhtemelen lagüner bir ortam olduğunun göstergesi olarak bilinmektedir. Mahmutlar napı içerisinde bulunan kayaçlar, daha sonraki metamorfizma olaylarıyla başkalaşıma uğramış ve bugün sahip oldukları dokusal, yapısal özelliklerini almıştır. Özellikle şistli kayaçlar içinde klivaj, buruşma klivajlarının bulunması, kayaçların yoğun deformasyona uğradığının göstergesi olarak bilinmektedir.

Alanya Birliği'nin en alt yapısal birimini oluşturan Mahmutlar napı (alt nap), genel anlamıyla; alttan üste doğru Tenzile, Kurtbeleni, Karagedik, Payallar, Cebireis ve Asmaca formasyonları ile de temsil edilmektedir. Tenzile Formasyonu, Usta (2001)'e göre birim, yeşilimsi, sarımsı, kahvemsı renklerde, fillit, metakumtaşı, mika pullu metasilttaşlarından meydana gelmektedir. Tektonik olarak Tenzile formasyonunun taban dokanağı, kızılarsakisi formasyonunun üzerine gelmekte, bu birimin üzerine de Kurtbeleni formasyonu uyumsuz olarak bulunmaktadır. Alt-üst ilişkilerine ve benzer litolojideki kaya birimleri ile korele edilmiş, birimin yaşı Prekambriyen olarak belirlenmiştir (Usta, 2001).

Kurtbeleni Formasyonu; Bedi ve Öztürk (2001) tarafından yapılan çalışmalarla tanımlanmıştır. Formasyona özgü kuvarsitler, beyaz, gri, sarımsı yeşil renkli, kızıl kahverengi, ince-orta-kalın tabakalanmalı olarak tanımlanmaktadır. Kuvarsit tabakaları

metasilttaşı, kuvars, şist ara düzeylerini kapsamakta ve birimin tabanında Tenzile formasyonu bulunmaktadır. Kurtbeleni Formasyonu ile Tenzile formasyonu arasında belirsiz uyumsuzluk bulunmaktadır. Bu birimlerin üzerine Karagedik formasyonu uyumlu olarak gelmektedir. Kurtbeleni formasyonunun yaşı Kambriyen olduğu düşünülmüştür (Usta vd., 2018).

Karagedik Formasyonu; Bedi ve Öztürk (2001) tarafından yapılan çalışmalarda tanımlanmış, dolomit, dolomitik kireçtaşı, b kristalize kireçtaşı olarak oluşmaktadır. Formasyonun tabanı Kurtbeleni formasyonu üzerinde uyumlu, tavanı ise Payallar formasyonu ile uyumlu olarak bulunmaktadır. Birimin yaşı Orta Kambriyen olarak saptanmıştır (Usta vd., 2018).

Payallar Formasyonu; Bedi ve Öztürk (2001) tarafından, tabanda yumrulu kireçtaşı ile başlamakta, üzerine düşük dereceli (yeşilşist fasiyesi) pelitik şistler bulunan birim şeklinde tanımlanmıştır. Payallar formasyonu, tabanda Karagedik formasyonu üzerinde uyumlu ve geçişli olarak bulunmaktadır. Birimin yaşı Geç Kambriyen Erken Ordovisiyen olarak belirlenmiştir (Öztürk vd., 1995) (Usta vd., 2018).

Cebelireis formasyonu; Mahmutlar napı üzerinde tektonik dokulu, sarımsı-gri renkli, mermer, kristalize kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomitlerin oluşturduğu birim olarak tanımlanmıştır (Usta vd., 2018). Okay ve Özgül (1982) tarafından yapılan çalışmada Alanya'nın kuzeyinde bulunan Cebelireis Dağı'na istinaden formasyon adı belirlenmiştir. Daha önce yapılan araştırmalarda da (Özgül 1984; Kansun, 1993) yine bu adlandırma kullanılmıştır. Cebelireis formasyonu çalışma alanının yalnızca güney kısmında Gölcük Tepe ve Köprülü, güney kısmındaki Kuyumcutaşı Tepe ve civarında mostra verdiği bilinmektedir. Birimde sarımsı gri ve belirli yerlerde kül renkli, kalın-orta-tabakalı, ileri derecede kristalize olmuş, mermerleşmiş, dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşlarından meydana gelmektedir. Formasyon içinde belli yerlerde ince seviyeler şeklinde şistli dokulu, killi kireçtaşı, kalın tabakalar içinde ince marnlı seviyeler bulunmaktadır. Kayaçlar içerisinde aşırı kırıklı yapıya sahip boşluklar, kalsitlerle doldurulmuş olduğu saptanmıştır (Usta vd., 2018).

Cebelireis formasyonu, alt sınırlarında Mahmutlar formasyonunu, Köprülü güneyinde ise Antalya Birliği'ne ait Kasımlar formasyonunu tektonik bir dokanakla örttüğü bilinmektedir. Formasyonun üst kısımda sınır ilişkisi çalışma alanında gözlenmemektedir (Özgül, 1984). Formasyonda da zengin bir fosil içeriği olmadığı, metamorfizma ve deformasyonun da etkisi ile belirgin olmayan formlar içerisinde yalnızca Mizzia sp. ve Fusulinidea gözlenebilmiş ve formasyon çökme yaşı olarak Geç Permiyen olduğu düşünülmüştür. Formasyonun litolojik özellikleri, sınırlı fosil içeriği incelendiğinde, lagünlü sığ bir karbonat şelfinde çökeldiği varsayılmaktadır. Birimin kalın karbonat düzeyleri içinde bulunan ve devamlı, siltli, killi, kumlu ara düzeyleri, kırıntı, sığ deniz ortamının gelgit zonlarını karakterize ettiğini saptamışlardır (Blumenthal, 1949, 1951; Remzi, 1978; Özgül, 1984). Formasyon, ilk kez Blumenthal (1951) tarafından, örtü kireçtaşı olarak tanımlanmış, Özgül (1983) tarafından Alanya civarında Cebireis formasyonu olarak adlandırılmıştır. Demirli kuvarsit, dolomitik kireçtaşları, dolomit, rekristalize kireçtaşlarından oluşan birim, Payallar formasyonu üzerine aşıl uyumsuz olarak konumlanmıştır. Formasyon yaşı Geç Permiyen olarak saptanmıştır (Usta, 2001).

Asmaca Formasyonu; Özgül (1983, 1984) tarafından Alanya/ Asmaca köyünden



esinlenerek adlandırılmıştır. Birim kristalize kireçtaşı, kalkışist, kloritoyid şist ve klorit-serisi ardalanması ile temsil edilmektedir. Asmaca formasyonunun kalınlığı değişkenlik sunmakta, ortalama 250 m civarında bir kalınlıkta bulunmaktadır. Formasyonu, Alanya tektonik penceresinde yaptığı çalışmalarda Özgül, (1984) Uncites fassenis (Erken Triyas) kavkı şekline benzer, lamelli brans kavkıları olarak tanımlamıştır (Usta vd., 2018).

#### 4.1.2.2. Sugözü napı (orta nap)

Alanya birliğinin orta yapısal katında bulunan Sugözü napı, granatlı mikaşistlerden meydana gelen ve nap ile aynı ismi alan Sugözü formasyonu ile tanımlanmaktadır. Yüksek Basınç/Düşük Sıcaklık metamorfizması özellikleri gösteren birim, Mahmutlar napını tektonik olarak üzerlemekte, Tersiyer yaşlı çökeller ile de aşıl uyumsuzlukla örtülmektedir (Usta vd., 2018). Sugözü napı, Mahmutlar napının çeşitli formasyon ve birim içeriğinin aksine, Sugözü Formasyonundan meydana gelmektedir (Usta vd., 2018).

Sugözü Formasyonu, ilk kez Özgül (1983) tarafından Alanya/Sugözü Mahallesi civarında mahallenin isminden esinlenerek Sugözü formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim granatlı mikaşistlerden meydana gelmekte, ayrıca metakumtaşı, amfibolit, granat-biyotit şist gözlenmektedir. Formasyona hakim kaya türünü oluşturan granatlı mikaşistler, açık kahve, sarı renk tonlarında, ince-orta yapraklanmalı, orta yapraklanmalı bölümlerde makroskobik granatlar da görülmektedir. Formasyonunun üst kısımlarında olistolit/tektonik dilim, Orta Kambriyen yaşlı dolomit ve Erken Kambriyen yaşlı kuvarsit gözlenmektedir. Birimin yaşı daha önce Şenel ve ark. (1992) tarafından Geç Senoniyen olarak kabul edilmiştir (Usta vd., 2018).

#### 4.1.2.3 Yumrudağ napı (üst nap)

Yumrudağ Napı yeşilşist fasiyesinde başkalaşıma uğramış, tabanda metaklastikler ve bunları geçişli bir doku ile üzerleyen kalın katmanlı, metaboksit içerikli, üst Permiyen platformuna ait dolomitik mermerlerden meydana gelmektedir (Çetinkaplan vd., 2018). Yumrudağ napı Mahmutlar napının Prekambriyen-Geç Permiyen yaşlı istifleri birbirinin aynısıdır ancak iki nap arasında önemli tek fark, Yumrudağ napı Mesozoyik istif içermektedir (Ergen, 2020).

Özgül (1984), Maestrihtiyen sonu İpresiyen döneminde Alanya Birliği'nin, güneyden kuzeye doğru hareket etmesiyle, ofiyolitli karışık ile birlikte, Antalya Birliğini üzerlediğini, bu olayın sonucunda Alanya ve Antalya birliklerinin beraber yine kuzey yönüne doğru hareket ettiğini, Geyikdağı Birliğine bindirme yaptığını belirtmiştir. Daha sonra Lütisiyen dönemi sonundaki hareketiyle kuzeyden gelen, yabancı Aladağ Birliğinin Geyikdağı, Antalya ve Alanya birliklerinin üçünü birden tektonik olarak üzerlediğini saptamıştır.

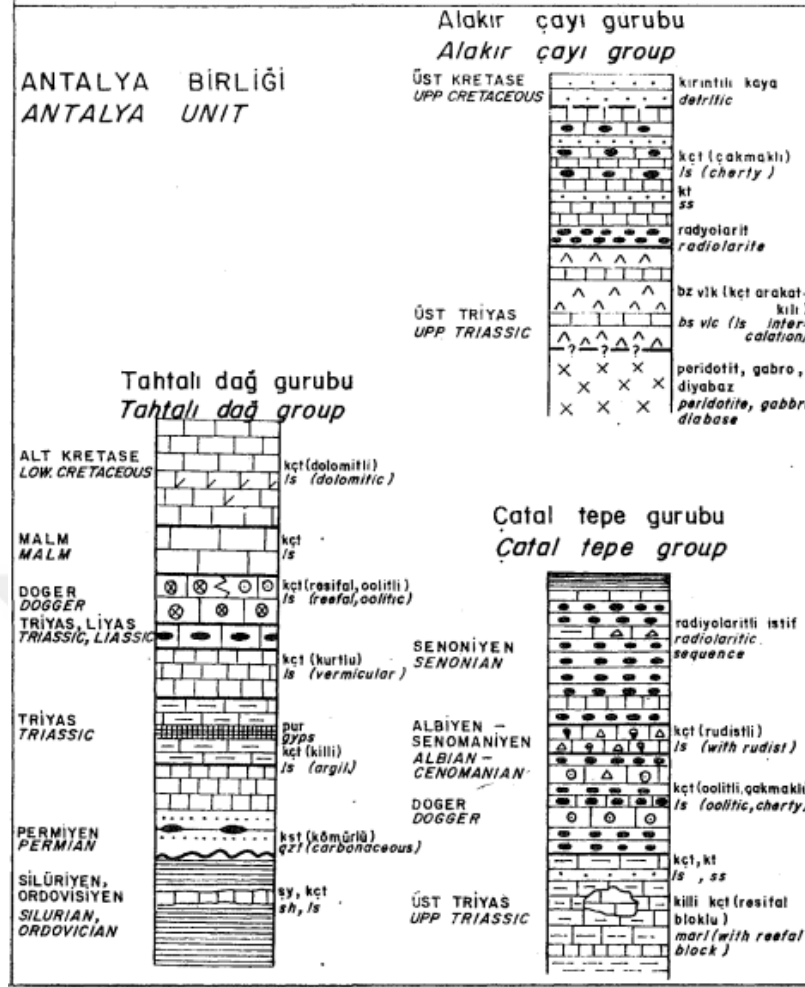
Naplaşma oluşmadan önce; Alt nap olarak adlandırılan Mahmutlar formasyonu amfibolit fasiyesi (orta basınç- orta sıcaklık)- yeşilşist fasiyesinde, orta nap olarak bilinen Sugözü formasyonu ise orta basınç- orta sıcaklık şartlarında amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğramışlardır. Birlik kendi içerisinde naplaşmasının ardından Alanya Birliğinin tümü, Mahmutlar, Sugözü ve Cebireis formasyonları düşük dereceli yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmişlerdir. Yeşilşist metamorfizmasının yaşı,

Maestrihtiyen-Alt Triyas aralığı olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda Prekambriyen yaşlı üst amfibolit fasiyesinde, yüksek sıcaklık metamorfizması yalnızca Anamur bölgesinin kuzeyi ve kuzeybatısında ince dilimler halinde, eklojit-mavişist fasiyesinde ise Alanya bölgesini içine alan, yaklaşık doğu-batı doğrultulu birinci kuşak, masifin en kuzeybatısında da yine doğu-batı doğrultulu ikinci bir kuşak şeklinde gözlenmiştir. Alanya Masifinin geriye kalan bölümü ise yeşilşist fasiyesine ait diğer metamorfik kayalar barındırmaktadır. Bitlis ve Pütürge masiflerinin devamı niteliğinde düşünülen Alanya Masifi, Neotetis Okyanusunun güney kolunun, kuzey kısmını oluşturan Alanya-Bitlis Okyanusunun kuzeye doğru yitimine bağlı, Geç Kretase döneminde gelişen dalma-batma olayları esnasında yeşilşist ve mavişist-eklojit fasiyeslerinde bir metamorfizmaya uğramıştır. Naplı yapı (Alanya napları) yine bu dönemde meydana gelmiştir. Paleosen-Alt Eosen dönemlerinde dalan okyanusal litosferin kopması ve ayrılmasına bağlı, geri tepme etkisi sebebiyle Alanya napları yükselmiş, kuzey-güney yönlü sıkışmanın devam etmesine bağlı hareketin yönü, güneyden-kuzeye doğru değiştiği düşünülmektedir (Ergen, 2020).

Genel itibarıyla Yumrudağ Napında altta karbonatlı kayalar ve bunların içerisinde pelitik kayalarla başlar, üst kısımlara doğru kuvarsit-şist-kireçtaşı ardalanmasına göstermektedir. Aynı havzaya ait kesintisiz birim olarak ortaya çıkan bu birliklerin alt seviyeleri Geç Permiyen, üst seviyeleri ise Erken Triyas dönemini yansıttığı saptanmıştır. Alandaki birimlerden Üst Permiyen yaşlı Cebireis formasyonu, kalın bir karbonat istifi olarak görülmekte, alt kesimlerine doğru ise şist ve kuvarsitlerle ardalanmalı bulunmaktadır. Alt Triyas yaşlı Asmaca formasyonu, kristalize kireçtaşı ve kuvarsit ara seviyeli kloritoyidşistfillit, kalkışist ve kloritşistlerden oluşmaktadır. Bu iki formasyon sınırında ve yakın kesimlerinde boksitler gözlenmekte, Geç Triyas ile Erken Kretase döneminde oluşan ve karbonatlı kayaların yüzey kısımlarını ve intra-karstik boşluklarını da dolduran oluşumlar olduğu saptanmıştır (Temur vd., 2003).

#### 4.1.3. Antalya birliği

Antalya Birliği; Toros Orojenik Kuşağında bulunan birlik Lefre (19629 ve Brunn vd., (1971) tarafından Antalya napı, Özgül (1973) tarafından Antalya birliği olarak adlandırılmıştır. Geç Kretase yaşlı ofiyolitik melanj ve bu melanjin üzerini tektonik doku ile örten, Jurasik-Kretase yaşlı İnasar formasyonu ile karakterize, jeolojik olarak otokton birimler üzerine tektonik dokulu gelmiş birim olarak tanımlanmaktadır (Ergen, 2020). Antalya Birliği Brunn vd., (1971) tarafından kapsadığı kaya birimlerini Tahtalı dağ, Alakır Çayı ve Çatal tepe olarak üç gruba ayrılmıştır (Şekil 4.4) (Şenel, 1986).



**Şekil 4.4.** Antalya Birliği stratigrafik kesitleri (Brunn vd., 1971'den yararlanılmıştır) (Özgül, 1976)

Torid kuşağında allokon birimlerinden biri olan Antalya Birliği, Triyas döneminde Gondvana'nın kuzey kenarında kırılmaya bağlı oluşan riftleşme kalıntılarıyla, bölgesel tektonik öneme sahiptir. Antalya Birliğinin Paleozoyik-Mezozoik yaşlı tortul kayaları başlıca dolomit, kalsit, kuvars, fillosilikat ve feldspat (smektit, illit-simektit, klorit, kaolinit, illit, klorit-vermikülit ve klorit-simektit) minerallerdir. Kambriyen'den Kretase'ye kadar tüm istiflerde İllit-simektit (IS) bulunmuş, ancak smektit yalnızca Geç Triyas-Kretase çökellerinde tanımlanmıştır. Bozkaya ve Yalçın (2010) daha önceki çalışmalarında Antalya Birliğinin diyajenezinin yüksek bir jeotermal gradyan ( $>35^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ) altında gerçekleşmiş olabileceğini, muhtemel yüksek ısı akışına sahip tipik genişlemeli havza koşullarından kaynaklandığını belirlemişlerdir (Bozkaya ve Yalçın, 2010).

Antalya birliğinde (Güney Toroslar) yapılan çalışmada araştırmacılar (Cirilli vd., 2012) Birimde Triyas döneminde şelf koşulları, Jura ve Kretase'de ise havza ve yamaç koşullarına doğru geçiş gösterdiği saptanmıştır. Çökeltme ortamının derin deniz pelajik havza koşullarında olduğu fakat arazi gözlemlerine göre mikro, biyo, organik fasiyesler ve sedimanter öncül veriler elde edilmiş ve bu durum belirgin paleocoğrafik değişimlerin olduğunu göstermiştir Cirilli vd., 2012).

Alakır Çayı formasyonu, üst Triyas yaşta çakmaklı kireçtaşı, bitkili kumtaşı ve radyolaritler, kireçtaşı arakatkılı bazik denizaltı volkanitleri, ofiyolitler ve üst Kretase yaşta kırıntılı kayaları kapsamaktadır. Tahtalı Dağ formasyonu, Kambriyen-Kretase döneminde çökelmiş şelf türü kırıntılı kayalar, karbonatları içermekte ve Geyik dağı Birliği ile yakın benzerlik göstermektedir. Çatal Tepe formasyonu ise üst Triyas yaşlı kumtaşı ve killi kireçtaşı, Jura ve Kretase yaşlı radyolarit arakatkılı neritik karbonatları kapsamaktadır (Özgül, 1976).

Antalya Birliği Triyas ve Jura-Kretase karbonatları ile geçişlidir. Alanya Birliği Alt Triyas döneminden daha genç Mesozoyik yaşlı kayaç bulundurmamaktadır. Bu durum Alt Triyas dönemi sonlarından itibaren Alanya Birliğinin yükseldiğini, Antalya Birliğinin ise Üst Kretase dönemi sonlarına kadar denizel sedimantasyon havzası oluşturduğunu göstermektedir. Aladağ ve Antalya Birliğinin bulunduğu alan, Alt Juradan Senomaniyen döneme kadar sığ denizel karbonatların çökeldiği duraylı bir ortamı belirtmektedir (Ulu, 1883).

Antalya Birliği, Özgül (1976) tarafından Antalya Birliği, Woodcock ve Robertson (1977) tarafından, Antalya Karmaşığı (Kompleksi) şeklinde adlandırılmıştır. Bu birlik bir grup araştırmacıya göre (Dumont vd., 1972, Monod, 1974, Özgül, 1976, 1983, 1984, Demirtaşlı, 1977, 1983, Robertson ve Woodcock, 1977-1983, Yılmaz, 1981, Şengör ve Yılmaz, 1983, Poisson vd., 1983, Şenel, 1983), Toros Otokton Kuşağının güneyinden, diğer bir grup araştırmacıya göre ise (Ricou vd., 1974, Ricou, 1980, Güvenç, 1981, Gedik, 1981), Toros Otokton Kuşağının kuzeyinden kaynaklandığını savunmaktadır. Demirtaşlı vd., (1977) ise bölgenin oliatostromlar ve olistolitlerle açıklanabildiğini belirtmiştir. Robertson ve Woodcock (1977-1983), bu birimlerin, Beydağlarının yakın olmasından kaynaklandığını, uzak sürüklenmenin söz konusu olmadığını söylemiştir. Yılmaz vd., (1981), Yılmaz (1981), bölgede yapısal gelişimin, doğrultu atımlı bir fayın etkin olduğunu düşünmektedir. Kalafatçıoğlu (1972), Antalyanın güneybatısında napların söz konusu olmadığını, bölgenin bir dizi senklinal ve antiklinallerden oluştuğunu kabul etmiştir. Özgül (1976), Toroslarda farklı ortam koşullarında meydana gelmiş birliklerden oluştuğunu belirtmiştir. Şenel vd., (1981), Şenel (1983), Yalçinkaya vd., (1983) nap olarak belirtilen bazı birimlerin yer yer geçişli olduğunu ve ofiyolitler dışında birimlerin, yakın bir havzadan sürüklenerek konumlandığını vurgulamıştır (Şenel, 1986).

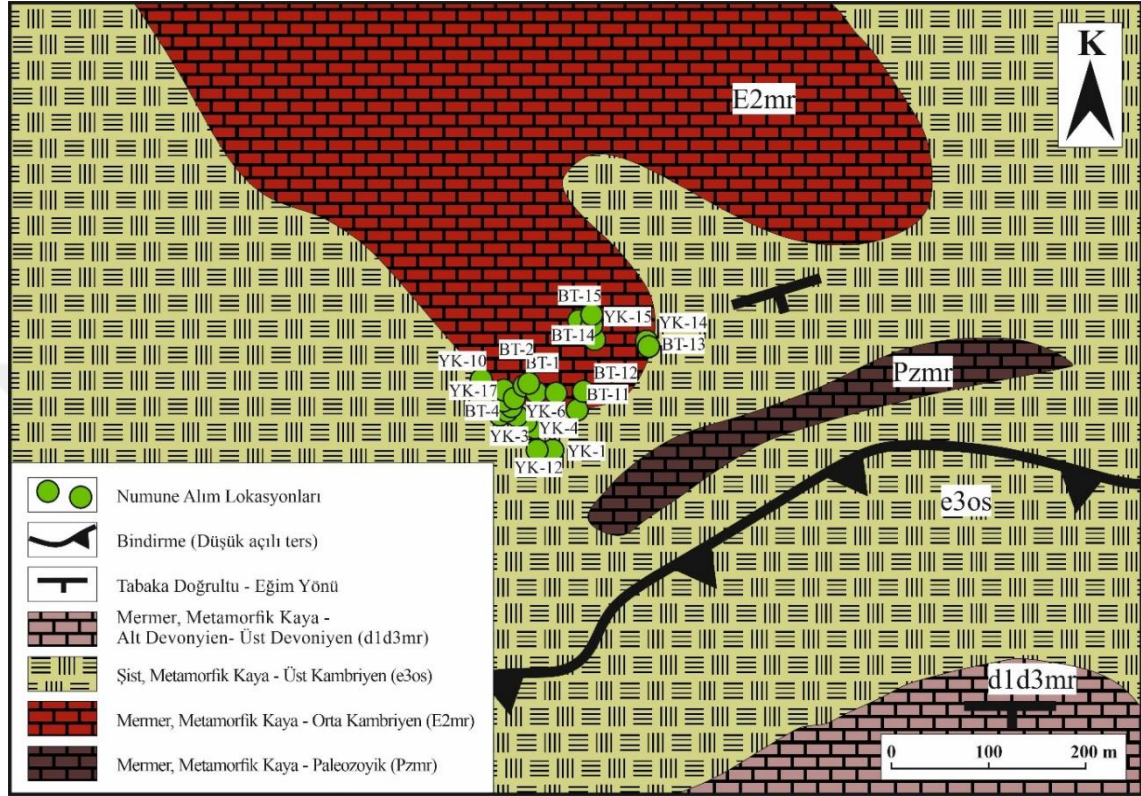
#### 4.2. İnceleme Alanı Jeolojisi

Alanya bölgesinde bulunan 3 adet barit ocağına ait lokasyonlar ve MTA 1:25.000 genel jeoloji haritaları incelendiğinde çalışma alanına ait formasyonlar ve jeolojik birimler belirlenmiştir. İnceleme alanlarında alt kambriyen yaşlı (mermer, metamorfik kayaçlar, kuvarsit kuvarşist vb.) birimlerden kuvaterner yaşlı (alüvyon karasal ve çökel kayalar) birimlere kadar görülmektedir. Alanya ve Antalya birliği içerisinde yer alan 3 adet barit ocağının genel jeoloji haritaları ve genelleştirilmiş stratigrafik kesitleri oluşturulmuştur.

İnceleme alanı 1:25.000 ölçekli genel jeoloji haritaları MTA O27-c2 ve O28-b1 paftaları (Ek-1)'de, 1:100.000 ölçekli genel jeoloji haritaları MTA O27 ve O28 paftaları (Ek-2)'de yer almaktadır.

#### 4.2.1. Yiğit-I barit ocağı

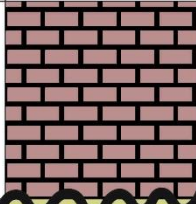
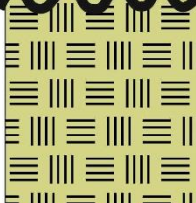
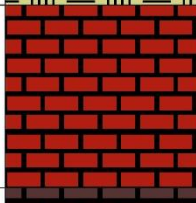
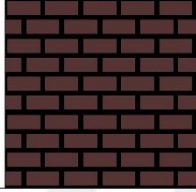
İnceleme alanı Antalya 1:25.000 O27-c2 paftasında yer almakta olup, araziden alınan numune alım noktaları MTA genel jeoloji haritaları ile karşılaştırılarak yeni bölgesel jeoloji haritası elde edilmiştir (Şekil 4.5).



**Şekil 4.5.** Konaklı bölgesi “Yiğit-I” barit ocağı genel jeoloji haritası (MTA, 2022, 1:25.000 O27-c2 paftası genel jeoloji haritasından değiştirilerek hazırlanmıştır)

Bölgede birimler yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanmaktadır (Şekil 4.6). Paleozoyik (Alt Kambriyen) yaşlı mermer, kuvarsit, kuvars şist, metamorfikler vb. kayalardan oluşan yaklaşık 150-300m arası kalınlığa sahip Kurtbeleni formasyonu, Paleozoyik (Orta Kambriyen) yaşlı mermer, dolomit, metamorfikler vb. kayalardan oluşan yaklaşık 250m kalınlığa sahip Karagedik formasyonu, Paleozoyik (Üst Kambriyen) yaşlı şist, yumrulu rekristalize kireçtaşı, şist, fillit, kuvars şist, kuvarsit, metamorfikler vb. kayalardan oluşan yaklaşık 1000m kalınlığa sahip Payallar formasyonu, Paleozoyik (Alt-Üst Kambriyen) yaşlı mermer, dolomit, şist, kuvars şist, kuvarsit, metamorfikler vb. kayalardan oluşan yaklaşık 200-375m kalınlığa sahip Çukuryurt formasyonu yer almaktadır.



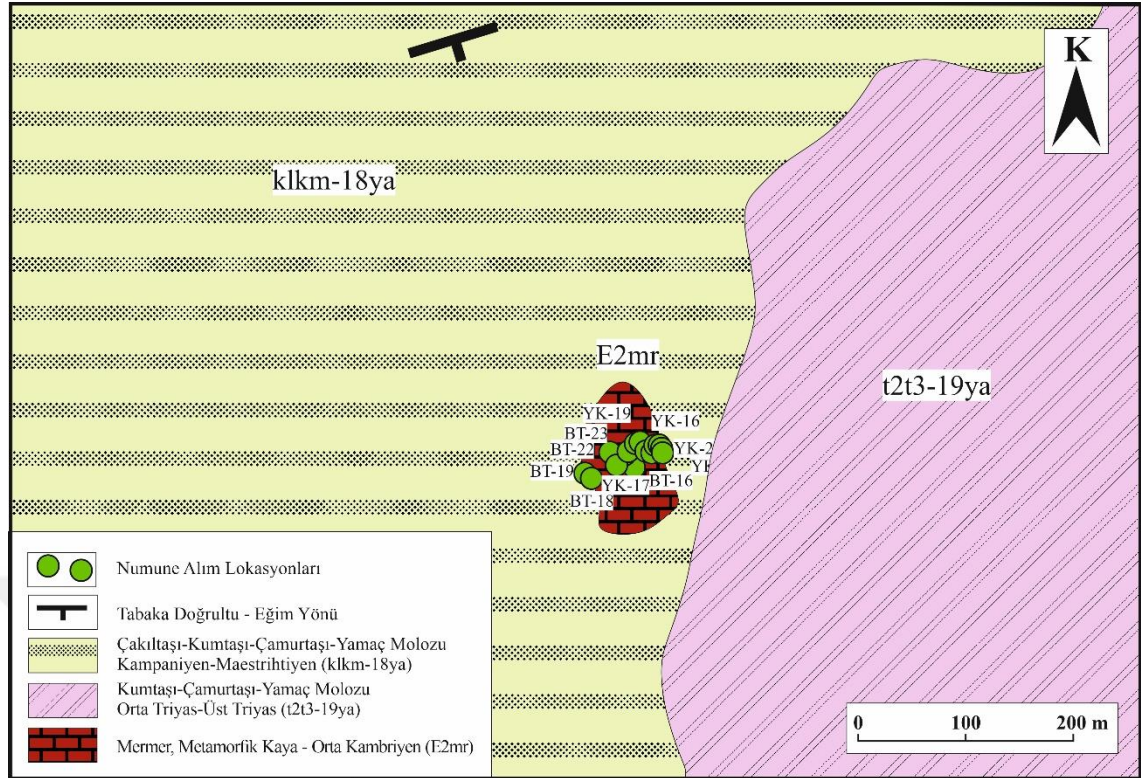
| Üst Sistem                                     | Sistem            | Litoloji                                                                           | Açıklamalar                      |
|------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| P<br>A<br>L<br>E<br>O<br>Z<br>O<br>Y<br>İ<br>K | ALT-ÜST DEVONİYEN |   | Mermer, Metamorfik Kaya (d1d3mr) |
|                                                | ÜST KAMBRIYEN     |   | Şist, Metamorfik Kaya (e3os)     |
|                                                | ORTA KAMBRIYEN    |   | Mermer, Metamorfik Kaya - (E2mr) |
|                                                | ALT KAMBRIYEN     |  | Mermer, Metamorfik Kaya - (Pzmr) |

**Şekil 4.6.** Konaklı bölgesi “Yiğit-I” barit ocağı genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (MTA, 2022, 1:25.000 O27-c2 paftası genel jeoloji haritasından değiştirilerek hazırlanmıştır)

#### 4.2.2. Kızıltaş barit ocağı

İnceleme alanı Antalya 1:25.000 P28-b1 paftasında yer almakta olup, araziden alınan numune alım noktaları MTA genel jeoloji haritaları ile karşılaştırılarak yeni bölgesel jeoloji haritası elde edilmiştir (Şekil 4.7).

Bölgede birimler yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanmaktadır (Şekil 4.8). Paleozoyik (Orta Kambriyen) yaşlı mermer, şelf, çökeller dolomit, metamorfikler, vb. kayalardan oluşan yaklaşık 250m kalınlığa sahip Karagedik formasyonu, Mesozoyik (Orta-Üst Triyas) yaşlı kumtaşı-çamurtaşı-yamaç molozu ardalanması, dolomit, rekristalize kireçtaşı vb. kayalardan oluşan yaklaşık 200m kalınlığındaki Orhanlar formasyonu, Mesozoyik (Üst Kretase) yaşlı çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı-yamaç molozu ardalanması, şist, muskovit şist, granatlı şist, fillit, amfibolit, mermer, yer yer glokofan şist, eklojit vb. kayalardan oluşan yaklaşık 500-750m kalınlığındaki Sugözü formasyonu yer almaktadır.



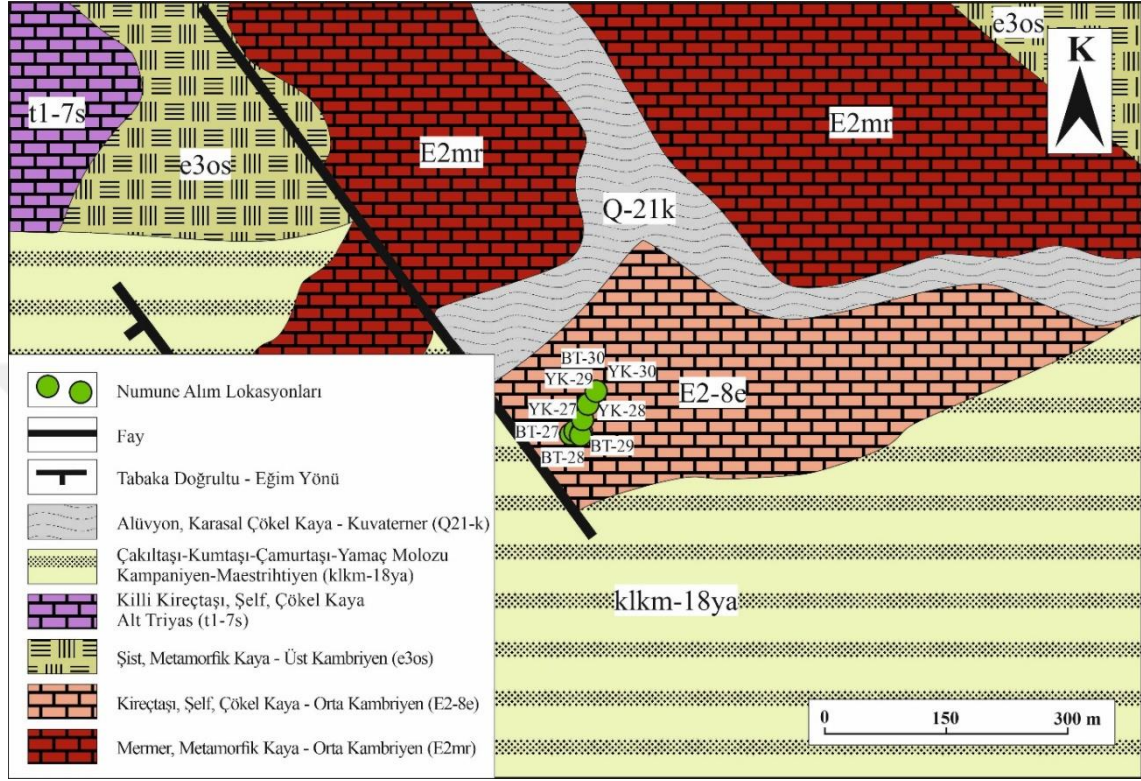
**Şekil 4.7.** Demirtaş bölgesi “Kızıltaş” barit ocağı genel jeoloji haritası (MTA, 2022, 1:25.000 P28-b1 paftası genel jeoloji haritasından değiştirilerek hazırlanmıştır)

| Üst Sistem | Sistem          | Litoloji                                                                        | Açıklamalar |
|------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| MEZÖZOYİK  | ÜST KRETASE     | Çakıltaş-Kumtaşı-Çamurtaşı-Yamaç Molozu<br>Kampaniyen-Maestrihtiyen (klkm-18ya) |             |
|            | ORTA-ÜST TRIYAS | Kumtaşı-Çamurtaşı-Yamaç Molozu (t2t3-19ya)                                      |             |
| PALEOZOYİK | ORTA KAMBİYEN   | Mermer, Metamorfik Kaya - (E2mr)                                                |             |

**Şekil 4.8.** Demirtaş bölgesi “Kızıltaş” barit ocağı genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (MTA, 2022, 1:25.000 P28-b1 paftası genel jeoloji haritasından değiştirilerek hazırlanmıştır)

#### 4.2.3. Efe barit ocağı

İnceleme alanı Antalya 1:25.000 P28-b1 paftasında yer almakta olup, araziden alınan numune alım noktaları MTA genel jeoloji haritaları ile çakıştırılarak yeni bölgesel jeoloji haritası elde edilmiştir (Şekil 4.9).



**Şekil 4.9.** Demirtaş bölgesi “Efe” barit ocağı genel jeoloji haritası (MTA, 2022, 1:25.000 P28-b1 paftası genel jeoloji haritasından değiştirilerek hazırlanmıştır)

Bölgede birimler yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanmaktadır (Şekil 4.10). Paleozoyik (Orta Cambriyen) yaşlı mermer, şelf, çökeller dolomit, metamorfikler, vb. kayalardan oluşan yaklaşık 250m kalınlığa sahip Karagedik formasyonu, Paleozoyik (Üst Cambriyen) yaşlı şist, yumrulu rekristalize kireçtaşı, şist, fillit, kuvars şist, kuvarsit, metamorfikler vb. kayalardan oluşan yaklaşık 1000m kalınlığa sahip Payallar formasyonu, Mesozoyik (Alt Triyas) yaşlı killi kireçtaşı, şelf, çökeller, şist, kalkşist, kloritoyidli şist, klorit şist, mermer, rekristalize kireçtaşı, vb. kayalardan oluşan yaklaşık 200m kalınlığındaki Asmaca formasyonu, Mesozoyik (Üst Kretase) yaşlı çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı-yamaç molozu ardalanması, şist, muskovit şist, granatlı şist, fillit, amfibolit, mermer, yer yer glokofan şist, eklojit vb. kayalardan oluşan yaklaşık 500-750m kalınlığındaki Sugözü formasyonu, Senozoyik (Kuvaterner) yaşlı genellikle dere yatağında bulunan, yuvarlak ve yarı yuvarlaklaşmış, alüvyon, çökel kayalar yer almaktadır.



| Üst Sistem | Sistem         | Litoloji | Açıklamalar                                                                      |
|------------|----------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| SENOZOYİK  | KUVATERNER     |          | Altüvyon, Karasal Çökel Kaya - (Q21-k)                                           |
| MESOZOYİK  | ÜST KRETASE    |          | Çakıltası-Kumtaşı-Çamurtaşı-Yamaç Molozu<br>Kampaniyen-Maestrihtiyen (klkm-18ya) |
|            | ALT TRIYAS     |          | Killi Kireçtaşı, Şelf, Çökel Kaya (t1-7s)                                        |
| PALEOZOYİK | ÜST KAMBRIYEN  |          | Şist, Metamorfik Kaya (e3os)                                                     |
|            | ORTA KAMBRIYEN |          | Kireçtaşı, Şelf, Çökel Kaya - (E2-8e)                                            |
|            | ORTA KAMBRIYEN |          | Mermer, Metamorfik Kaya - (E2mr)                                                 |

**Şekil 4.10.** Demirtaş bölgesi “Efe” barit ocağı genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (MTA, 2022, 1:25.000 P28-b1 paftası genel jeoloji haritasından değiştirilerek hazırlanmıştır)

#### 4.3. Jeokimyasal İncelemeler ve Mineraloji ve Petrografi Analizleri

Çalışma alanlarından alınan numunelerde jeolojik, jeokimyasal ve kökensel özelliklerin belirlenmesi için XRF, XRD, FT-IR, Sıvı kapanım, ICP-MS, ICP-OES, SEM,  $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$  izotop analizleri yapılmıştır. Analizlere hazırlık laboratuvarında yapılmış, XRF analizi bölümümüz Maden Yatakları Laboratuvarında yapılmıştır.

##### 4.3.1. Xrf analizi

XRF analizi için, çalışmaları yapılmış 3 adet ocağa ait tüm numuneler (30 adet barit, 30 adet yan kayaç numunesi) 230 mesh (0,063 mm) eleklerde elenmiş, borik asit ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) ile beraber prespastil yöntemiyle hidrolik pres uygulanarak pellet halinde analize hazırlanmıştır. XRF sonuçlarına ait veriler liste haline getirilerek (Çizelge 4.1, 4.2) istatistiksel yorumlamaları da yapılmıştır.

Çizelge 4.1. Barit numuneleri XRF verileri (%)

| Numune No | MgO     | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | SO <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO     | TiO <sub>2</sub> | MnO    | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> O | Ba      | Cl     | V      | Cu     | Zn     | As     | Sr     | In     | Sn     | Sb     | Te     | I      | Nd     | Hf     | Ta     | Pb     | Sc     | Zr     | Re     | Toplam   |
|-----------|---------|--------------------------------|------------------|-----------------|------------------|---------|------------------|--------|--------------------------------|-------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| BT-1      | 9,6500  | 0,8550                         | 16,0300          | 16,1000         | 0,0713           | 21,5000 | -                | 0,7170 | 2,8000                         | -                 | 28,8000 | 0,0349 | -      | 0,0042 | 0,0030 | 0,0005 | 0,8700 | 0,0056 | 0,0258 | 0,0033 | 0,0107 | -      | 0,5230 | -      | -      | -      | -      | 1,6600 | -      | 99,6643  |
| BT-2      | 0,3000  | 0,4110                         | 3,8600           | 31,3000         | -                | 0,5570  | 8,6000           | -      | 0,2820                         | -                 | 47,1000 | 0,0375 | 1,1900 | 0,0025 | 0,0013 | -      | 2,1300 | 0,0122 | 0,0484 | 0,0068 | -      | 0,0690 | 1,0400 | -      | 0,0047 | -      | 0,1230 | 2,9100 | 0,0029 | 99,9883  |
| BT-3      | 0,1950  | 0,8420                         | 5,6500           | 47,6000         | -                | 0,0908  | 10,5000          | -      | 0,1100                         | -                 | 29,6000 | -      | 1,2300 | 0,0014 | 0,0018 | 0,0005 | 1,7000 | 0,0069 | 0,0303 | 0,0051 | 0,0122 | -      | 0,5240 | -      | -      | -      | 0,7720 | 1,8000 | -      | 100,6720 |
| BT-4      | 0,1510  | 0,4270                         | 5,5100           | 29,2000         | -                | 0,1870  | 11,5000          | 0,2460 | 0,0880                         | -                 | 44,4000 | 0,0189 | 1,3400 | 0,0144 | 0,0100 | 0,0035 | 0,8000 | 0,0101 | 0,0467 | -      | 0,0183 | -      | 2,4100 | -      | -      | 0,0020 | 0,0747 | 3,4700 | -      | 99,9276  |
| BT-5      | 0,1320  | 0,3890                         | 3,6000           | 25,6000         | -                | 0,1630  | 31,2000          | -      | -                              | -                 | 31,7000 | 0,0256 | 2,7500 | -      | -      | -      | 0,7170 | 0,0079 | 0,0363 | -      | 0,0112 | -      | 1,4000 | -      | -      | -      | 0,2190 | 2,6100 | -      | 100,5610 |
| BT-6      | 0,4770  | 0,4780                         | 11,0000          | 27,2000         | -                | 0,8210  | 14,6000          | 0,6230 | 0,1800                         | -                 | 37,1000 | 0,0251 | 1,6300 | 0,0038 | 0,0025 | -      | 1,9600 | -      | 0,0422 | 0,0077 | -      | 0,0633 | 1,0100 | -      | 0,0167 | 0,0021 | 0,1230 | 2,5500 | -      | 99,9225  |
| BT-7      | 0,1010  | 0,3520                         | 2,6500           | 30,1000         | -                | 0,0784  | 16,7000          | -      | 0,0639                         | -                 | 42,6000 | -      | 1,6700 | -      | -      | -      | 1,7800 | 0,0102 | 0,0443 | 0,0076 | 0,0181 | -      | 1,0600 | -      | 0,0061 | -      | 0,1100 | 2,6900 | 0,0064 | 100,0480 |
| BT-8      | 0,2710  | 0,4940                         | 3,1700           | 31,7000         | -                | 0,5180  | 6,1700           | -      | 0,1090                         | -                 | 49,3000 | 0,0366 | 1,1500 | -      | -      | -      | 2,7700 | 0,0104 | 0,0498 | -      | 0,0182 | 0,0699 | 1,0700 | -      | 0,0062 | -      | 0,0971 | 2,9600 | 0,0068 | 99,9770  |
| BT-9      | 0,4280  | 0,4740                         | 4,1500           | 27,9000         | -                | 1,1100  | 20,9000          | -      | 0,3590                         | -                 | 35,2000 | 0,0346 | 2,4400 | 0,0045 | 0,0050 | -      | 1,8900 | 0,0098 | 0,0394 | -      | 0,0136 | 0,0557 | 1,8000 | -      | 0,0063 | -      | 0,2110 | 2,9100 | 0,0031 | 99,9463  |
| BT-10     | -       | 0,4710                         | 1,6600           | 31,0000         | -                | 0,0619  | 4,8200           | -      | 0,1010                         | -                 | 53,4000 | 0,0166 | -      | 0,0059 | -      | -      | 2,7000 | 0,0137 | 0,0522 | 0,0091 | -      | 0,0756 | 1,2500 | -      | 0,0095 | -      | 0,0528 | 3,3100 | 0,0091 | 99,0184  |
| BT-11     | 16,1000 | 0,5150                         | 10,8000          | 13,5000         | -                | 13,3000 | -                | 1,0200 | 3,5000                         | -                 | 37,1000 | 0,0403 | -      | 0,0030 | 0,0044 | -      | 0,9300 | 0,0092 | 0,0371 | 0,0068 | 0,0211 | -      | 0,8620 | -      | 0,0027 | 0,0025 | -      | 2,2900 | 0,0023 | 100,0464 |
| BT-12     | 0,2980  | 0,4040                         | 6,5500           | 30,1000         | -                | 0,2430  | 6,9700           | -      | 0,1100                         | -                 | 47,9000 | 0,0227 | 1,1700 | 0,0126 | -      | -      | 2,2500 | 0,0125 | 0,0471 | -      | 0,0176 | -      | 0,9920 | -      | 0,0078 | -      | 0,0601 | 2,8400 | 0,0127 | 100,0233 |
| BT-13     | 0,1060  | 0,4100                         | 4,0400           | 31,5000         | -                | 0,1670  | 7,3500           | -      | 0,1740                         | -                 | 49,1000 | 0,0229 | 0,8220 | -      | 0,0013 | -      | 2,2300 | 0,0112 | 0,0475 | 0,0069 | 0,0170 | -      | 1,0500 | -      | 0,0058 | -      | 0,0801 | 2,8600 | 0,0047 | 100,0064 |
| BT-14     | 0,2300  | 0,4200                         | 6,5700           | 26,7000         | -                | 0,3610  | 21,5000          | 0,1730 | -                              | -                 | 35,3000 | -      | 2,2100 | 0,0111 | 0,0166 | 0,0009 | 2,0200 | 0,0102 | 0,0410 | -      | 0,0133 | -      | 1,3400 | -      | 0,0046 | -      | 0,1770 | 2,8500 | -      | 99,9487  |
| BT-15     | 0,1220  | 0,5540                         | 5,2000           | 29,5000         | 0,0518           | 0,1000  | 7,5900           | -      | 0,8270                         | -                 | 48,9000 | 0,0171 | 0,8560 | 0,0052 | -      | 0,0068 | 2,2000 | 0,0108 | 0,0469 | 0,0122 | 0,0137 | 0,0656 | 1,0400 | -      | 0,0072 | 0,0013 | 0,0653 | 2,7900 | 0,0193 | 100,0047 |
| BT-16     | -       | 0,4080                         | 2,0500           | 30,4000         | -                | 0,0660  | 9,0900           | -      | 0,3430                         | 1,7300            | 50,1000 | 0,0217 | 1,1300 | 0,0034 | 0,0013 | 0,0009 | 0,7590 | -      | 0,0472 | 0,0085 | 0,0176 | -      | 0,9620 | -      | 0,0215 | 0,0011 | 0,0839 | 2,6800 | 0,0103 | 99,9456  |
| BT-17     | -       | 0,7540                         | 8,6400           | 27,8000         | 0,0790           | 0,0928  | 9,3900           | 0,4190 | -                              | -                 | 47,1000 | 0,0205 | 1,0600 | 0,0108 | 0,0230 | 0,0037 | 0,9360 | -      | 0,0468 | 0,0067 | 0,0183 | 0,0658 | 0,8970 | -      | 0,0172 | -      | 0,0607 | 2,5900 | 0,0077 | 100,0491 |
| BT-18     | -       | 0,5950                         | 5,2000           | 29,5000         | 0,0845           | 0,1040  | 5,2300           | -      | 0,1880                         | -                 | 52,9000 | 0,0222 | 1,1500 | 0,0063 | -      | 0,0010 | 0,7160 | 0,0139 | 0,0519 | -      | 0,0173 | -      | 1,1000 | -      | 0,0248 | -      | 0,0457 | 2,9600 | 0,0188 | 99,9378  |
| BT-19     | 0,1120  | 0,4730                         | 16,8000          | 26,0000         | -                | 0,1670  | 7,3700           | -      | 0,5560                         | 1,4400            | 42,0000 | 0,0173 | 0,7700 | 0,0565 | 0,0028 | 0,0015 | 0,7350 | 0,0101 | 0,0405 | -      | 0,0157 | 0,0694 | 0,8740 | 0,0091 | 0,0266 | 0,0009 | 0,0788 | 2,3000 | 0,0081 | 99,9369  |
| BT-20     | -       | 0,5420                         | 19,3000          | 25,6000         | -                | 0,0741  | 8,7900           | -      | 0,6180                         | -                 | 40,1000 | 0,0176 | 0,9000 | 0,0153 | 0,0019 | 0,0007 | 0,7650 | 0,0094 | 0,0409 | 0,0072 | 0,0154 | 0,0644 | 0,8320 | 0,0046 | 0,0178 | 0,0010 | 0,0677 | 2,2500 | 0,0059 | 100,0463 |
| BT-21     | -       | 0,3830                         | 1,2800           | 32,3000         | -                | 0,0841  | 9,1400           | -      | 0,1910                         | -                 | 50,1000 | 0,0250 | 1,4200 | -      | 0,0040 | -      | 1,0700 | -      | 0,0466 | 0,0068 | 0,0171 | 0,0733 | 0,9740 | -      | 0,0223 | -      | 0,0549 | 2,7100 | 0,0093 | 99,9114  |
| BT-22     | -       | 0,3830                         | 1,0700           | 31,7000         | -                | 0,0609  | 7,0500           | -      | 0,0856                         | 1,4400            | 51,4000 | 0,0263 | 1,2200 | 0,0167 | 0,0052 | -      | 1,5000 | 0,0118 | 0,0498 | -      | 0,0189 | 0,0665 | 0,9240 | -      | 0,0306 | -      | 0,0502 | 2,8600 | 0,0132 | 99,9952  |
| BT-23     | -       | 0,4350                         | 1,2700           | 28,8000         | -                | 0,0969  | 5,9800           | -      | 0,1490                         | 1,4400            | 54,7000 | 0,0260 | 1,1500 | 0,0266 | 0,0037 | 0,0013 | 1,5300 | 0,0115 | 0,0517 | 0,0063 | 0,0177 | 0,0728 | 1,0600 | 0,0053 | 0,0216 | -      | 0,0439 | 2,9800 | 0,0051 | 99,8873  |
| BT-24     | -       | 0,4060                         | 1,2600           | 31,9000         | -                | 0,0572  | 3,7600           | -      | 0,1070                         | -                 | 55,7000 | 0,0206 | 1,1000 | 0,0211 | 0,0041 | 0,0020 | 1,4800 | 0,0130 | 0,0529 | 0,0073 | 0,0180 | 0,0700 | 0,9770 | 0,0050 | 0,0192 | -      | 0,0287 | 2,9900 | -      | 99,9991  |
| BT-25     | 0,0852  | 0,7620                         | 20,5000          | 25,6000         | 0,0514           | 0,1930  | 5,8300           | -      | 0,7290                         | -                 | 41,3000 | 0,0206 | 0,6210 | 0,1360 | 0,0046 | 0,0033 | 0,7520 | 0,0093 | 0,0427 | 0,0058 | 0,0156 | 0,0659 | 0,8540 | -      | 0,0164 | 0,0032 | 0,0848 | 2,3100 | 0,0038 | 100,0033 |
| BT-26     | 0,1490  | 0,3860                         | 1,4600           | 31,1000         | -                | 0,2270  | 8,4100           | -      | 0,1190                         | 1,6000            | 50,4000 | 0,0317 | 1,3700 | -      | 0,0022 | 0,0011 | 0,8100 | 0,0101 | 0,0511 | 0,0074 | 0,0168 | 0,0658 | 0,9670 | -      | 0,0182 | -      | 0,0619 | 2,7600 | 0,0086 | 100,0365 |
| BT-27     | 0,4130  | 0,3980                         | 1,0900           | 32,6000         | -                | 0,4350  | 4,9400           | -      | 0,4160                         | 1,6600            | 52,1000 | 0,0204 | 1,0200 | 0,0080 | 0,0054 | 0,0036 | 0,8000 | 0,0126 | 0,0493 | -      | 0,0184 | 0,0713 | 0,9980 | -      | -      | -      | 0,0980 | 2,7600 | 0,0106 | 99,9276  |
| BT-28     | 0,2660  | 0,3560                         | 0,6190           | 26,9000         | -                | 0,5470  | 10,0000          | -      | 0,4970                         | -                 | 54,2000 | 0,0178 | 1,6900 | 0,0057 | 0,0023 | -      | 0,7030 | 0,0139 | 0,0528 | 0,0199 | -      | 0,0761 | 0,9960 | -      | -      | 0,0012 | 0,0845 | 2,9300 | 0,0099 | 99,9948  |
| BT-29     | -       | 0,3730                         | 6,7000           | 29,1000         | -                | -       | 14,5000          | -      | -                              | -                 | 41,9000 | 0,0209 | 1,4000 | 0,0251 | -      | -      | 0,3500 | 0,0118 | 0,0554 | 0,0069 | 0,0189 | 0,0642 | 1,6700 | 0,0046 | 0,0140 | -      | 0,1140 | 3,2600 | 0,0048 | 99,5949  |
| BT-30     | -       | 0,3490                         | 3,1800           | 24,8000         | -                | 0,0551  | 3,2800           | -      | 0,2180                         | -                 | 61,5000 | 0,0156 | 0,4880 | 0,0610 | -      | -      | 1,2600 | 0,0136 | 0,0547 | -      | 0,0203 | 0,0786 | 1,2200 | 0,0093 | 0,0293 | 0,0014 | 0,0577 | 3,2400 | 0,0133 | 99,9523  |



Çizelge 4.2. Yan kayaç numuneleri XRF verileri (%)

| Numune No | MgO     | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | SO <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO     | TiO <sub>2</sub> | MnO    | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> O | Ba      | Cl     | V      | Cr     | Co     | Ni     | Cu     | Zn     | As     | Rb     | Sr     | Y      | Sn     | Te     | Nd      | Ta     | Ir     | Pb     | Toplam  |
|-----------|---------|--------------------------------|------------------|-----------------|------------------|---------|------------------|--------|--------------------------------|-------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|
| YK-1      | -       | 0,3740                         | 1,0900           | 29,8000         | -                | 0,1170  | 9,0800           | -      | 0,2500                         | -                 | 52,8000 | 0,0113 | 1,4400 | -      | -      | 0,0017 | 0,0034 | -      | 0,0006 | -      | 0,9240 | -      | 0,0514 | 0,0192 | 1,0000  | 0,0150 | -      | -      | 96,9816 |
| YK-2      | 2,8900  | 25,0000                        | 49,0000          | 1,1100          | 3,8700           | 0,1940  | 1,4200           | 0,0751 | 10,6000                        | 3,7000            | 0,9960  | -      | 0,0501 | -      | 0,0088 | 0,0054 | 0,0053 | 0,0263 | 0,0011 | 0,0138 | 0,0165 | 0,0044 | 0,0087 | 0,0122 | 0,3740  | 0,0053 | 0,0041 | 0,0320 | 99,4239 |
| YK-3      | 0,1770  | 1,5900                         | 24,3000          | 25,0000         | 0,1200           | -       | 9,3000           | 0,5990 | 1,1000                         | -                 | 31,6000 | 0,0182 | 1,2400 | -      | -      | -      | 0,0025 | 0,0012 | 0,0127 | -      | 0,7390 | -      | 0,0326 | 0,0132 | 1,6400  | 0,0073 | -      | 0,0218 | 97,5145 |
| YK-4      | 8,7800  | 9,5000                         | 32,6000          | 3,2100          | 1,2600           | 28,8000 | 0,5810           | 1,2800 | 8,5600                         | 2,7300            | 1,5500  | 0,0337 | -      | 0,0089 | 0,0197 | 0,0032 | 0,0055 | 0,0060 | 0,0020 | 0,0045 | 0,0340 | 0,0030 | 0,0096 | -      | 0,4330  | 0,0048 | 0,0022 | 0,0041 | 99,4252 |
| YK-5      | 13,1000 | 7,3200                         | 18,3000          | 1,2300          | 0,7950           | 42,9000 | 0,3270           | 1,9200 | 11,5000                        | -                 | 1,3000  | 0,0446 | 0,0229 | -      | 0,0263 | -      | 0,0013 | 0,0069 | 0,0034 | 0,0035 | 0,0343 | 0,0045 | 0,0103 | 0,0127 | 0,4660  | 0,0065 | -      | 0,0115 | 99,3482 |
| YK-6      | 18,1000 | 0,7420                         | 13,2000          | 10,7000         | 0,0505           | 13,5000 | -                | 1,4500 | 6,8000                         | -                 | 31,4000 | 0,0450 | -      | -      | -      | -      | 0,0041 | 0,0055 | 0,0008 | -      | 0,9120 | 0,0025 | 0,0344 | -      | 0,7940  | -      | -      | -      | 97,7408 |
| YK-7      | 12,8000 | 6,3000                         | 25,9000          | 14,9000         | 1,1000           | 22,2000 | 0,5000           | 0,4610 | 14,8000                        | -                 | 0,4790  | 0,0220 | -      | 0,0088 | 0,0188 | 0,0012 | 0,0061 | 0,0110 | 0,0031 | 0,0023 | 0,0168 | 0,0022 | 0,0033 | -      | 0,0264  | 0,0021 | 0,0011 | 0,0053 | 99,5705 |
| YK-8      | 0,4350  | 1,6100                         | 89,4000          | 1,2300          | 0,0938           | 0,6900  | 0,1510           | -      | 4,9400                         | -                 | 0,4590  | 0,0126 | 0,0105 | 0,0143 | 0,0065 | 0,0007 | 0,0086 | 0,0106 | -      | 0,0003 | 0,0092 | 0,0008 | 0,0032 | -      | -       | 0,0091 | 0,0116 | 0,4430 | 99,5498 |
| YK-9      | 1,7600  | 7,4400                         | 27,4000          | 0,8890          | 0,8890           | 32,7000 | 0,9890           | 4,4800 | 18,5000                        | 2,7800            | 1,0300  | 0,0181 | -      | 0,0206 | 0,0226 | 0,0037 | 0,0432 | 0,2470 | 0,0028 | 0,0032 | 0,0114 | 0,0066 | 0,0036 | -      | 0,0315  | -      | 0,0015 | 0,0329 | 99,3057 |
| YK-10     | 30,7000 | 0,1460                         | 3,9900           | 0,2130          | -                | 54,7000 | 0,0771           | 1,1500 | 8,1900                         | -                 | 0,1060  | 0,0268 | 0,0031 | -      | 0,0173 | -      | 0,0020 | 0,0053 | 0,0007 | -      | 0,0257 | 0,0016 | 0,0038 | -      | -       | 0,0030 | -      | 0,0080 | 99,3694 |
| YK-11     | 58,7000 | 0,3000                         | 3,6200           | 0,3540          | -                | 28,9000 | 0,3100           | 1,5900 | 5,6400                         | -                 | 0,0388  | 0,0246 | -      | -      | 0,0311 | -      | 0,0049 | 0,0051 | 0,0014 | -      | 0,0312 | 0,0025 | 0,0035 | -      | -       | 0,0060 | -      | 0,0030 | 99,5661 |
| YK-12     | 2,8500  | 29,3000                        | 48,5000          | 0,1730          | 5,7100           | 0,8270  | 1,2800           | 0,1500 | 9,4900                         | 0,9260            | 0,1410  | 0,0196 | -      | 0,0200 | 0,0112 | 0,0079 | 0,0032 | 0,0161 | 0,0013 | 0,0224 | 0,0027 | 0,0053 | 0,0032 | -      | -       | 0,0053 | 0,0019 | 0,0055 | 99,4733 |
| YK-13     | 2,5500  | 26,7000                        | 53,7000          | 0,1520          | 4,4000           | 0,1950  | 1,3200           | 0,0504 | 7,9800                         | 2,3500            | 0,1110  | 0,0161 | -      | 0,0155 | 0,0051 | 0,0056 | 0,0042 | 0,0408 | 0,0015 | 0,0168 | 0,0029 | 0,0045 | 0,0032 | -      | -       | 0,0057 | 0,0020 | 0,0086 | 99,6416 |
| YK-14     | 9,8500  | 3,9400                         | 52,7000          | 0,0794          | 7,2100           | 2,5400  | 0,2480           | 0,0229 | 2,2400                         | 15,1000           | 1,4900  | 0,2230 | -      | 0,0142 | -      | 0,0011 | -      | 1,1500 | 0,0009 | 0,0073 | 0,4710 | -      | 1,2000 | -      | -       | -      | -      | -      | 98,4878 |
| YK-15     | 0,6600  | 3,5600                         | 69,9000          | 1,6900          | 0,1210           | 4,7600  | 0,4130           | 0,0811 | 15,9000                        | -                 | 0,1560  | -      | -      | 0,0143 | 0,0138 | 0,0041 | 0,0055 | 0,0032 | 0,0011 | 0,0003 | 0,0122 | 0,0069 | 0,0035 | -      | -       | 0,0036 | -      | 0,0021 | 97,3117 |
| YK-16     | 20,6000 | 0,9060                         | 18,5000          | 1,3700          | 0,1060           | 50,0000 | 0,3390           | 0,6330 | 6,7600                         | -                 | 0,0157  | 0,0171 | -      | 0,0033 | 0,0249 | -      | 0,0053 | 0,0160 | 0,0089 | 0,0016 | 0,0102 | 0,0025 | 0,0049 | -      | -       | 0,0101 | 0,0100 | 0,0262 | 99,3745 |
| YK-17     | 1,0400  | 2,9200                         | 35,2000          | 13,7000         | 0,3640           | 0,9770  | 2,5600           | 0,5160 | 3,7000                         | -                 | 33,8000 | -      | 0,3870 | -      | 0,0703 | -      | 1,5100 | -      | 0,0326 | -      | 0,3540 | 0,0042 | 0,0334 | 0,0183 | 0,8120  | -      | -      | 0,0023 | 98,0038 |
| YK-18     | -       | 1,6100                         | 81,3000          | 4,7400          | 0,2030           | 0,0483  | 1,1200           | -      | 0,4890                         | -                 | 8,9400  | -      | 0,1150 | -      | -      | -      | 0,0100 | 0,0017 | 0,0010 | 0,0009 | 0,0689 | -      | 0,0154 | 0,0201 | 0,4360  | 0,0059 | -      | 0,0012 | 99,1264 |
| YK-19     | -       | 1,2800                         | 59,3000          | 3,8700          | 0,2360           | 0,0988  | -                | 0,2140 | 0,8560                         | -                 | 30,6000 | 0,0297 | -      | -      | -      | 0,0018 | 0,0186 | 0,0041 | 0,0022 | 0,0013 | 0,1150 | -      | 0,0358 | 0,0374 | 1,7800  | 0,0038 | -      | 0,0021 | 98,4866 |
| YK-20     | -       | 0,5180                         | 25,1000          | 1,1800          | 0,5640           | 0,1750  | -                | 0,2680 | 0,7860                         | -                 | 64,3000 | 0,0054 | -      | -      | -      | -      | 0,0169 | 0,0036 | 0,0013 | 0,0016 | 0,0747 | -      | 0,0283 | 0,0288 | 4,7900  | 0,0062 | -      | 0,0036 | 97,8514 |
| YK-21     | -       | 0,5220                         | 25,0000          | 1,1900          | 0,4510           | 0,2040  | -                | 0,2770 | 0,8650                         | -                 | 64,8000 | 0,0050 | -      | -      | -      | 0,0027 | 0,0191 | 0,0021 | 0,0016 | 0,0013 | 0,0579 | -      | 0,0296 | 0,0089 | 4,1600  | 0,0050 | -      | 0,0024 | 97,6046 |
| YK-22     | -       | 0,4440                         | 25,2000          | 1,1900          | 0,4180           | 0,1520  | -                | 0,2820 | 0,7790                         | -                 | 64,1000 | 0,0056 | -      | -      | -      | 0,0020 | 0,0157 | 0,0031 | 0,0018 | 0,0013 | 0,0754 | -      | 0,0235 | -      | 5,2100  | 0,0051 | -      | 0,0018 | 97,9103 |
| YK-23     | -       | 0,2550                         | 26,5000          | 1,1800          | 0,4650           | 0,1400  | -                | 0,2320 | 0,7160                         | -                 | 54,5000 | 0,0052 | -      | -      | -      | 0,0032 | 0,0157 | 0,0025 | 0,0014 | 0,0015 | 0,0968 | -      | 0,0437 | -      | 14,0000 | 0,0066 | -      | 0,0024 | 98,1670 |
| YK-24     | -       | 0,3210                         | 26,7000          | 1,1900          | 0,0523           | 0,0181  | -                | -      | 0,6870                         | -                 | 54,1000 | 0,0054 | -      | -      | -      | 0,0024 | 0,0191 | 0,0023 | 0,0018 | 0,0015 | 0,1010 | -      | 0,0419 | -      | 14,7000 | 0,0036 | -      | 0,0022 | 97,9496 |
| YK-25     | -       | 0,5550                         | 25,1000          | 1,1800          | 0,6460           | 0,1800  | -                | 0,2220 | 0,7260                         | -                 | 65,8000 | 0,0053 | -      | -      | -      | 0,0018 | 0,0163 | 0,0039 | 0,0017 | 0,0014 | 0,1210 | -      | 0,0235 | -      | 4,0700  | 0,0037 | -      | 0,0024 | 98,6600 |
| YK-26     | 0,0017  | 0,5390                         | 25,1000          | 1,1400          | 0,4550           | 0,1620  | -                | 0,2380 | 0,7360                         | -                 | 66,1000 | 0,0057 | -      | -      | -      | 0,0016 | 0,0179 | 0,0040 | 0,0020 | 0,0012 | 0,1170 | -      | 0,0261 | -      | 3,8100  | 0,0043 | -      | 0,0015 | 98,4644 |
| YK-27     | -       | 0,3630                         | 26,3000          | 1,1900          | 0,0984           | 0,0232  | -                | -      | 0,6340                         | -                 | 59,8000 | 0,0056 | -      | -      | -      | -      | 0,0156 | 0,0043 | 0,0022 | 0,0015 | 0,1470 | -      | 0,0409 | -      | 10,2000 | 0,0032 | -      | 0,0012 | 98,8301 |
| YK-28     | -       | 0,4770                         | 25,4000          | 1,1900          | 0,4760           | -       | -                | 0,2970 | 0,7390                         | -                 | 60,3000 | 0,0059 | -      | -      | -      | 0,0028 | 0,0182 | 0,0032 | 0,0020 | 0,0014 | 0,0772 | -      | 1,0900 | -      | 7,1500  | 0,0069 | -      | 0,0021 | 97,2387 |
| YK-29     | -       | 0,5220                         | 25,2000          | 1,2000          | 0,4280           | 0,1490  | -                | 0,3080 | 0,8070                         | -                 | 64,3000 | 0,0053 | -      | -      | -      | 0,0030 | 0,0150 | 0,0015 | 0,0009 | 0,0014 | 0,0589 | -      | 0,0242 | -      | 4,4600  | 0,0085 | -      | 0,0033 | 97,4960 |
| YK-30     | -       | 0,5480                         | 25,1000          | 1,1900          | 0,4490           | 0,1670  | -                | 0,2620 | 0,6820                         | -                 | 65,8000 | 0,0053 | -      | -      | -      | -      | 0,0152 | 0,0030 | 0,0020 | 0,0015 | 0,1130 | -      | 0,0255 | -      | 4,0200  | 0,0059 | -      | 0,0026 | 98,3920 |

XRF sonuçlarına göre değerlendirilen veriler BT örnekleri için “Ba” oranı yüksek numuneler, YK örnekleri için de “Ba” oranı düşük numuneler dikkate alınmıştır.

BT-1/BT15 arası barit numuneleri Konaklı bölgesi Yiğit-I ocağından alınmış olup bazı element ve bileşik içerikleri yüzde (%) olarak şu şekildedir;

“Ba” en yüksek % 53.4 ve en düşük % 28.8 ortalama değeri ise % 41.17’dir.

“SO<sub>3</sub>” en yüksek % 31.7 ve en düşük % 13.5 ortalama değeri ise % 28.6’dır.

“SiO<sub>2</sub>” en yüksek % 16.03 ve en düşük % 1.66 ortalama değeri ise % 6.03’dür.

“Sr” en yüksek % 2.77 ve en düşük % 0.71 ortalama değeri ise % 1.80’dir.

BT-16/BT30 arası barit numuneleri Demirtaş bölgesi Kızıлтаş ve Efe ocağından alınmış olup bazı element ve bileşik içerikleri yüzde (%) olarak şu şekildedir;

“Ba” en yüksek % 61.5 ve en düşük % 40.1 ortalama değeri ise % 50.26’dır.

“SO<sub>3</sub>” en yüksek % 32.6 ve en düşük % 24.8 ortalama değeri ise % 28.93’dür.

“SiO<sub>2</sub>” en yüksek % 20.5 ve en düşük % 0.61 ortalama değeri ise % 5.98’dür.

“Sr” en yüksek % 1.53 ve en düşük % 0.70 ortalama değeri ise % 0.99’dir.

YK-1/YK-15 arası yan kayaç numuneleri Konaklı bölgesi Yiğit-I ocağından alınmış olup bazı element ve bileşik içerikleri yüzde (%) olarak şu şekildedir;

“Ba” en yüksek % 1.55 ve en düşük % 0.03 ortalama değeri ise % 0.65’dir.

“SO<sub>3</sub>” en yüksek % 14.9 ve en düşük % 0.08 ortalama değeri ise % 2.1’dir.

“SiO<sub>2</sub>” en yüksek % 69.9 ve en düşük % 3.62 ortalama değeri ise % 39.6’dır.

“Sr” en yüksek % 0.47 ve en düşük % 0.003 ortalama değeri ise % 0.06’dir.

YK-16/YK-30 arası yan kayaç numuneleri Demirtaş bölgesi Kızıлтаş ve Efe ocağından alınmış olup bazı element ve bileşik içerikleri yüzde (%) olarak şu şekildedir;

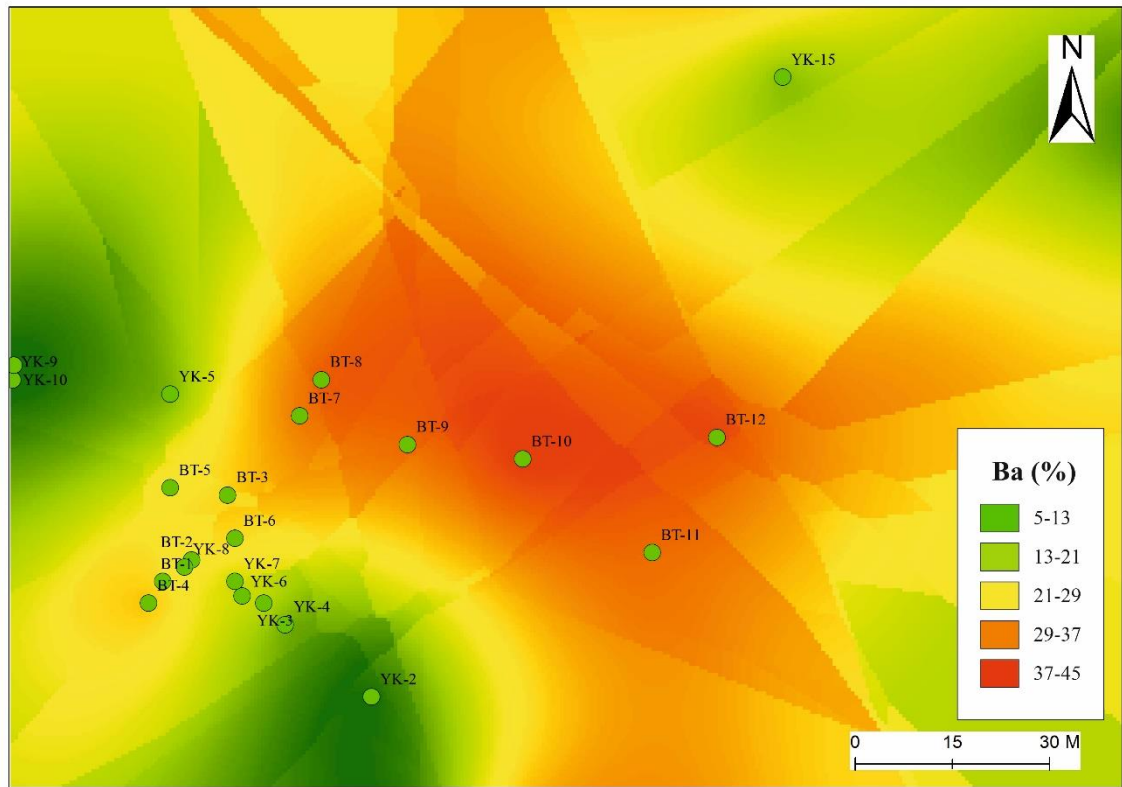
“Ba” en yüksek % 65.8 ve en düşük % 0.02 ortalama değeri ise % 50.48’dir.

“SO<sub>3</sub>” en yüksek % 13.7 ve en düşük % 1.18 ortalama değeri ise % 2.45’dür.

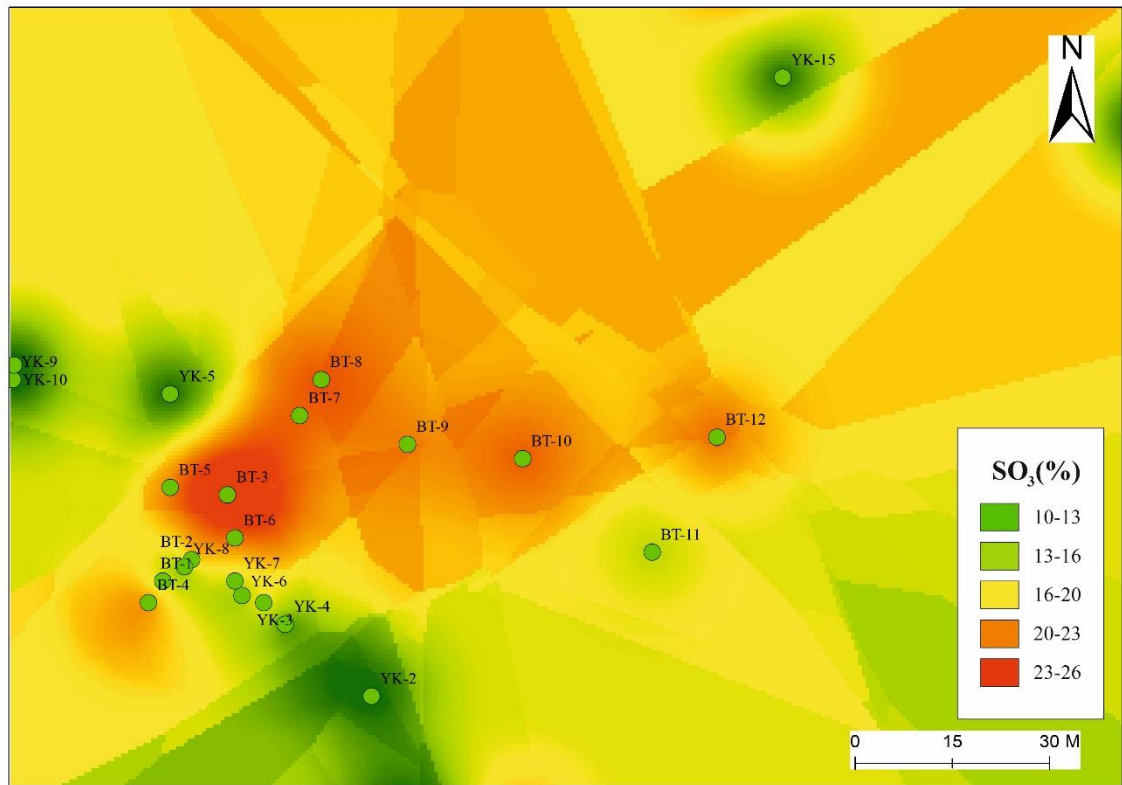
“SiO<sub>2</sub>” en yüksek % 81.3 ve en düşük % 18.5 ortalama değeri ise % 31.7’dür.

“Sr” en yüksek % 0.35 ve en düşük % 0.01 ortalama değeri ise % 0.11’dir.

XRF analizlerinden elde edilen veriler ile mineraller arası bağlantılar, korelasyon, oluşum koşulları ve ortamları gibi birçok konuda istatistik veriler yorumlamaya yardımcı olmaktadır. XRF verileri ile yapılan istatistikler aşağıda yer almaktadır.

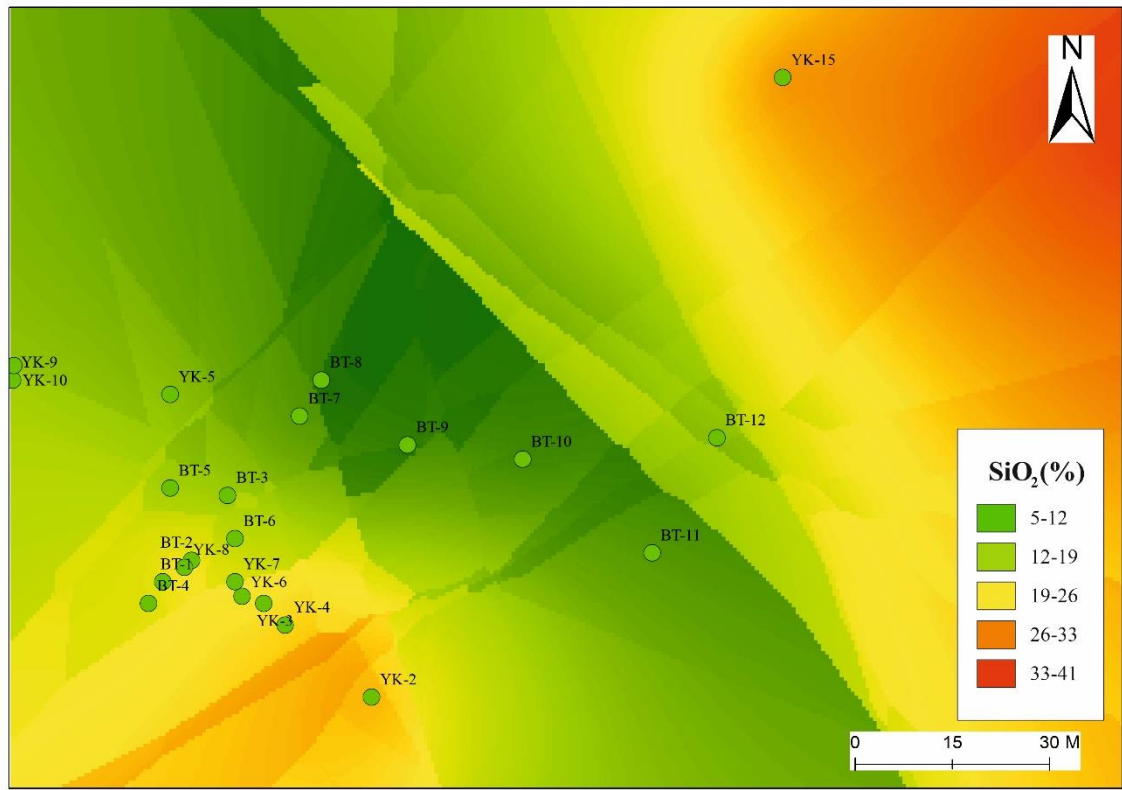


Şekil 4.11. Kriging Interpolation metodu ile Ba (%) değerleri haritası Konaklı/ Alanya

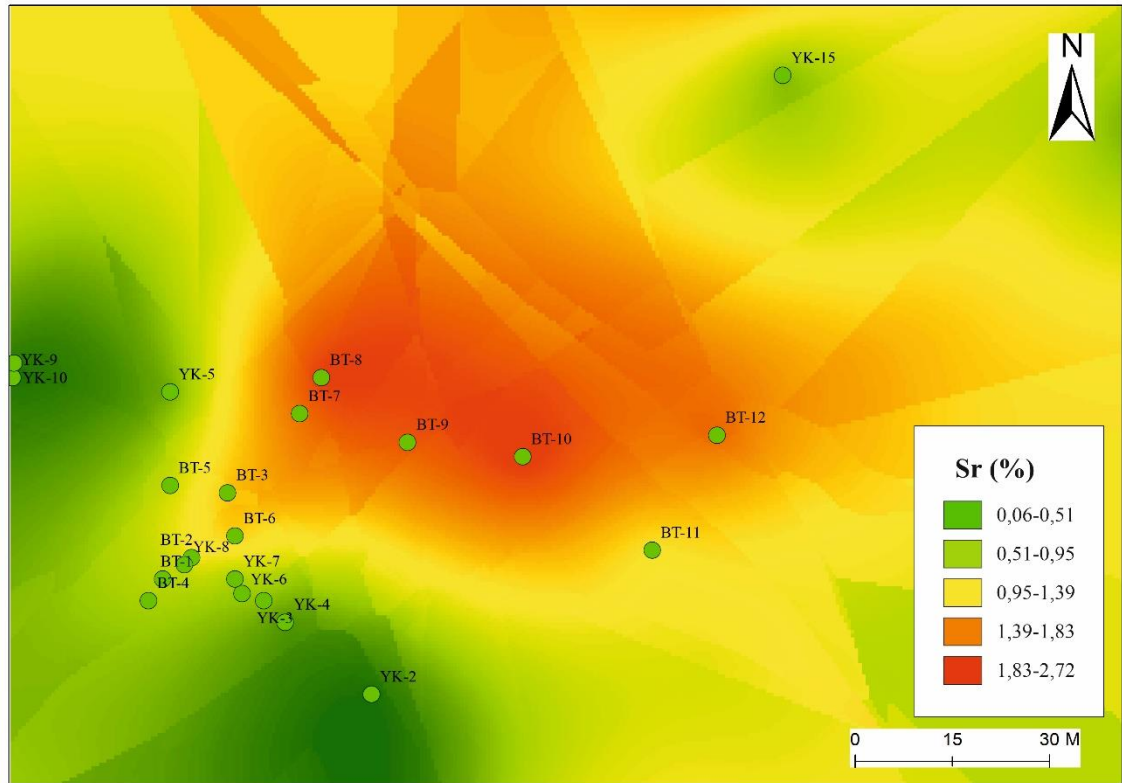


Şekil 4.12. Kriging Interpolation metodu ile SO<sub>3</sub> (%) değerleri haritası Konaklı/ Alanya

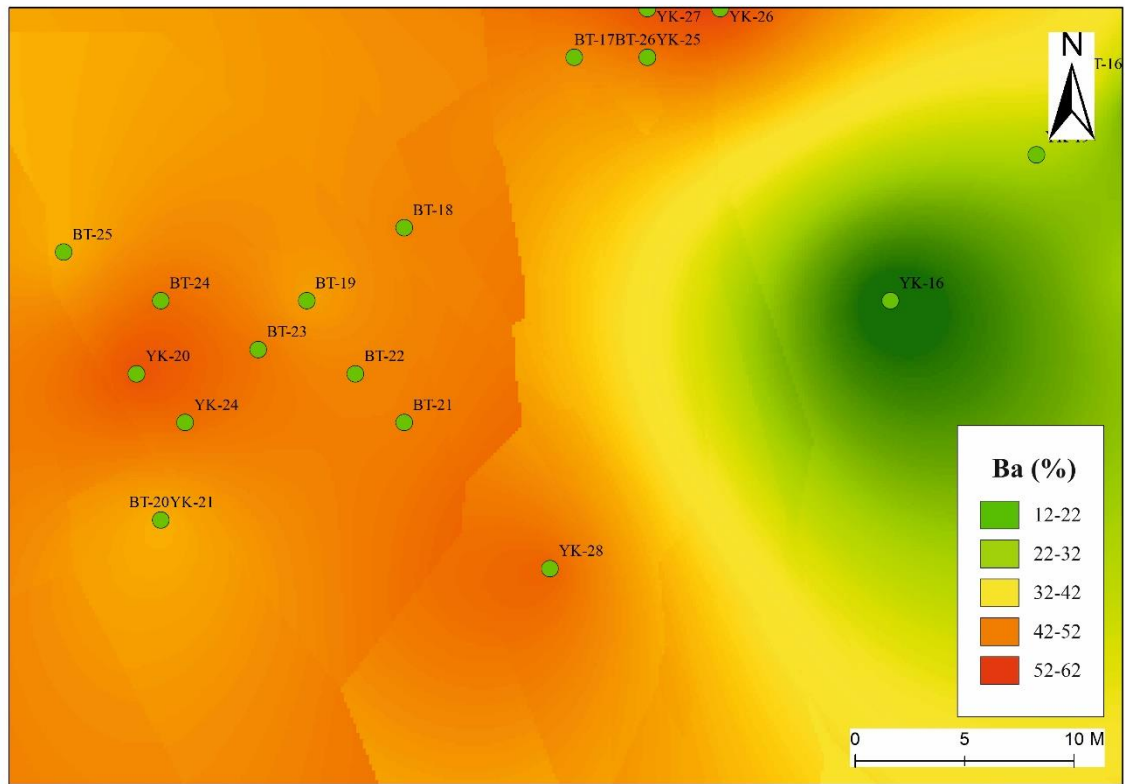




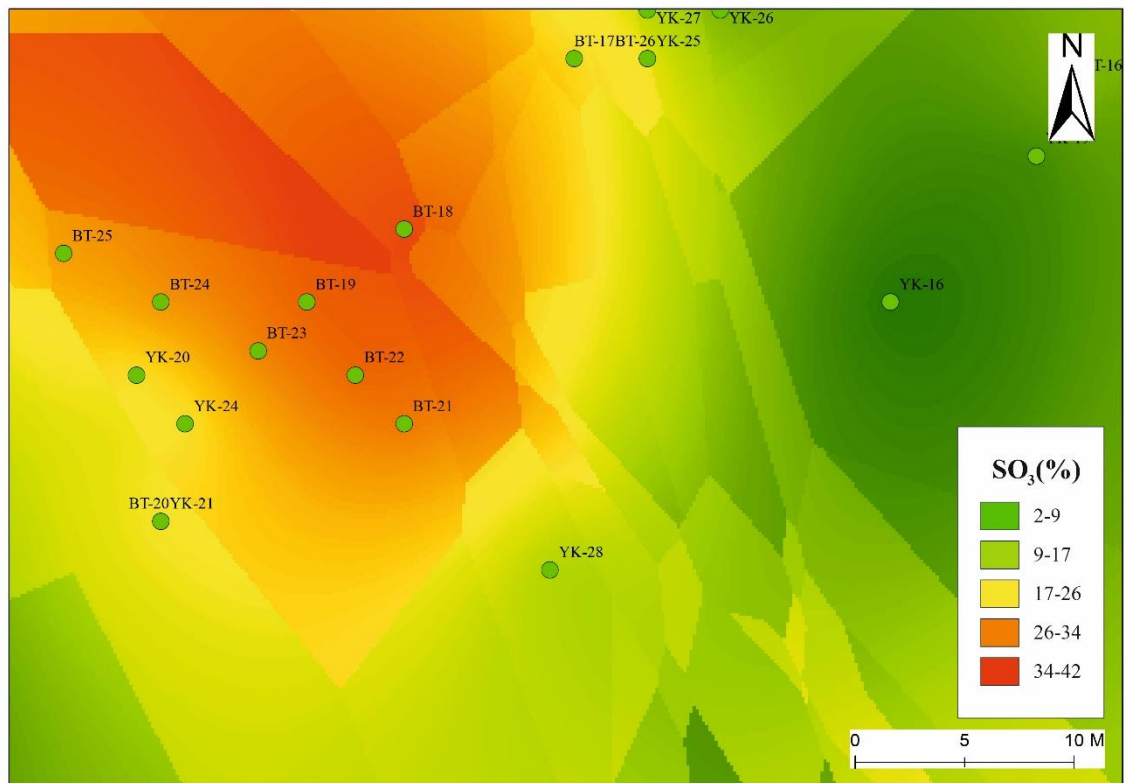
Şekil 4.13. Kriging Interpolation metodu ile SiO<sub>2</sub> (%) değerleri haritası Konaklı/ Alanya



Şekil 4.14. Kriging Interpolation metodu ile Sr (%) değerleri haritası Konaklı/ Alanya

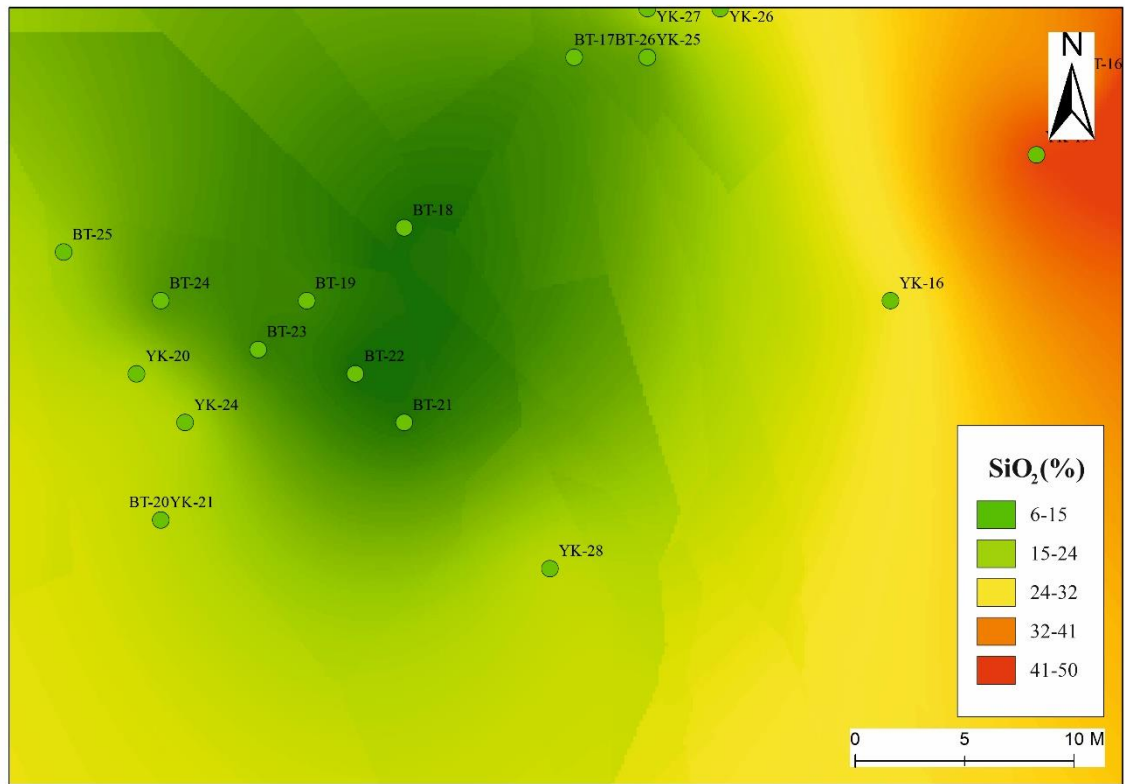


Şekil 4.15. Kriging Interpolation metodu ile Ba (%) değerleri haritası Demirtaş/ Alanya

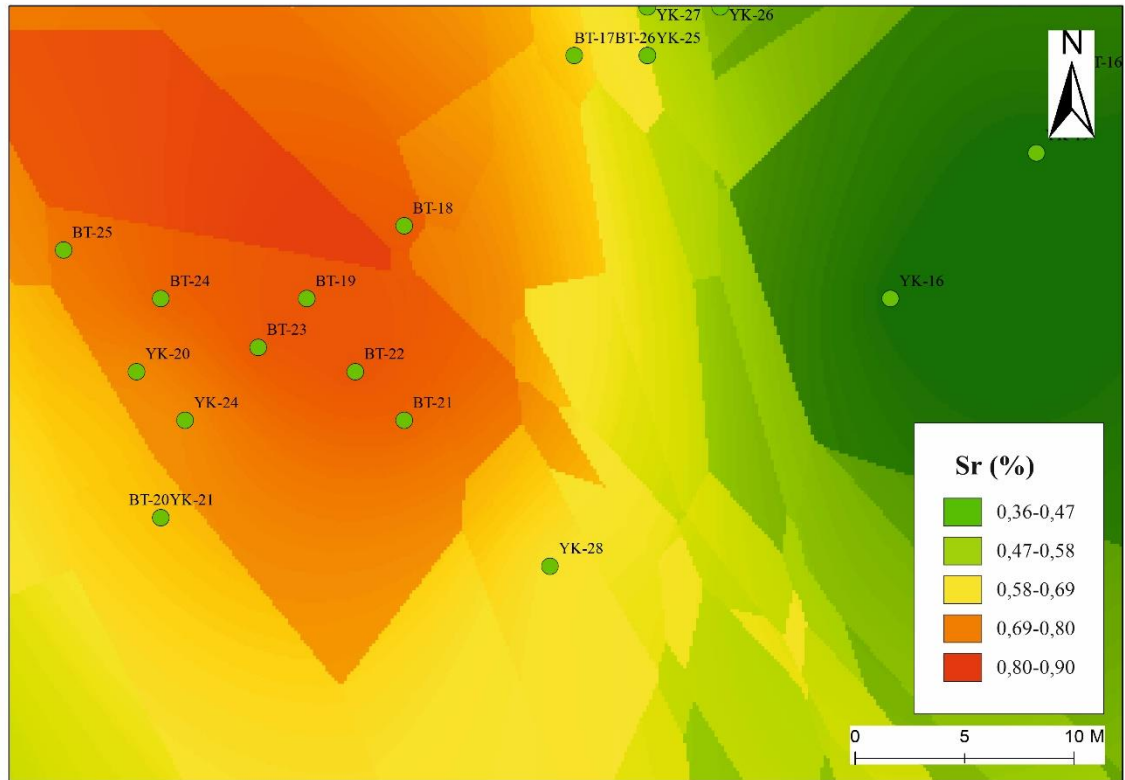


Şekil 4.16. Kriging Interpolation metodu ile SO<sub>3</sub> (%) değerleri haritası Demirtaş/ Alanya





Şekil 4.17. Kriging Interpolation metodu ile  $\text{SiO}_2$  (%) değerleri haritası Demirtaş/ Alanya



Şekil 4.18. Kriging Interpolation metodu ile Sr (%) değerleri haritası Demirtaş/ Alanya

Kriging interpolasyon metodu ile XRF verilerinden elde edilen Ba, SO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, ve Sr değerlerinden ArcGIS 10.7 programı kullanılarak istatistik haritaları elde edilmiştir. XRF verileri kullanılarak yapılan istatistiklerde Ba, SO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, ve Sr yüksek dereceden korelasyon ilişkisi bulunduğundan kriging interpolation yöntemi kullanılarak birbirleri arasındaki ilişkiler ve bölgesel dağılımlar ayrıntılı olarak haritalarda gösterilmiştir.

Konaklı/ Alanya Bölgesi baryum kriging interpolation haritasına (Şekil 4.11) göre barit numunelerine yakın olarak alınan yan kayaç numuneleri ne kadar Ba ortalama değerlerini düşürse de genel olarak bölgedeki barit yoğunluğunun yüksek olduğu kısımlar kırmızı ve turuncu olarak işaretlenmiş ve en yüksek Ba değerinin %45 olduğu görülmektedir.

Konaklı/ Alanya Bölgesi SO<sub>3</sub> kriging interpolation haritasına (Şekil 4.12) göre kükürt trioksitin bariti oluşturan ana bileşiklerden olması sebebiyle Ba kriging interpolation haritası ile yüksek dereceden benzerlik göstermektedir. Barit numunelerine yakın olarak alınan yan kayaç numuneleri ne kadar SO<sub>3</sub> ortalama değerlerini düşürse de genel olarak bölgedeki SO<sub>3</sub> yoğunluğunun yüksek olduğu kısımlar kırmızı ve turuncu olarak işaretlenmiş ve en yüksek SO<sub>3</sub> değerinin %26 olduğu görülmektedir.

Silisyum dioksit baritin sertliğini arttırdığından ve işlenebilirliğini düşürdüğünden içerisinde istenmeyen ve negatif korelasyon göstermesi beklenen bileşiktir. Konaklı/ Alanya Bölgesi SiO<sub>2</sub> kriging interpolation haritasına (Şekil 4.13) göre bölgede barit kalitesini daha iyi tanımlamak için yeşil ile gösterilen düşük derecedeki kısımlar daha kaliteli niteliktedir. Barit numunelerine yakın olarak alınan yan kayaç numuneleri ne kadar SiO<sub>2</sub> ortalama değerlerini yükseltse de genel olarak bölgedeki barit yoğunluğunun yüksek olduğu kısımlar yeşil olarak haritalandırılmış ve en yüksek SiO<sub>2</sub> değerinin %41 ile yan kayaç numunelerine yakın olduğu görülmektedir.

Stronsiyumun baritin içerisinde izotop analizine göre %0,70-0,71 arasında beklendiği, ayrıca köken ve oluşum ortamı yorumlamasında oldukça önemlidir. Konaklı/ Alanya Bölgesi Sr kriging interpolation haritasına (Şekil 4.14) göre Sr değerleri 0,06-2,72 arasında değiştiği görülmektedir. Fakat XRF ölçümlerinde bu gibi sapmalar oldukça yaygındır. Yan kayacın az baritin fazla olduğu bölgelerde Sr değerinin arttığı kırmızı ve turuncu bölgelerle gösterilmiştir. Yan kayaç numunelerinin alındığı lokasyonlar Sr ortalama değerlerini düşürdüğünden yeşil ve sarı renkte olduğu görülmektedir.

Demirtaş/ Alanya Bölgesi baryum kriging interpolation haritasına (Şekil 4.15) göre barit numunelerine yakın olarak alınan yan kayaç numuneleri ne kadar Ba ortalama değerlerini düşürse de genel olarak bölgedeki barit yoğunluğunun yüksek olduğu kısımlar kırmızı ve turuncu olarak işaretlenmiş ve en yüksek Ba değerinin neredeyse saf barit olarak %62 olduğu görülmektedir.

Demirtaş/ Alanya Bölgesi SO<sub>3</sub> kriging interpolation haritasına (Şekil 4.16) göre kükürt trioksitin bariti oluşturan ana bileşiklerden olması sebebiyle Ba kriging interpolation haritası ile yüksek dereceden benzerlik göstermektedir. Barit numunelerine yakın olarak alınan yan kayaç numuneleri ne kadar SO<sub>3</sub> ortalama değerlerini düşürse de genel olarak bölgedeki SO<sub>3</sub> yoğunluğunun yüksek olduğu kısımlar kırmızı ve turuncu olarak işaretlenmiş ve en yüksek SO<sub>3</sub> değerinin %42 olduğu görülmektedir.

Silisyum dioksit baritin sertliğini arttırdığından ve işlenebilirliğini düşürdüğünden içerisinde istenmeyen ve negatif korelasyon göstermesi beklenen bileşiktir. Demirtaş/ Alanya Bölgesi  $\text{SiO}_2$  kriging interpolation haritasına (Şekil 4.13) göre bölgede barit kalitesini daha iyi tanımlamak için yeşil ile gösterilen düşük derecedeki kısımlar daha kaliteli niteliktedir. Barit numunelerine yakın olarak alınan yan kayaç numuneleri ne kadar  $\text{SiO}_2$  ortalama değerlerini yükseltse de genel olarak bölgedeki barit yoğunluğunun yüksek olduğu kısımlar yeşil olarak haritalandırılmış ve en yüksek  $\text{SiO}_2$  değerinin %50 ile yan kayaç numunelerine yakın olduğu görülmektedir.

Stronsiyumun baritin içerisinde izotop analizine göre %0,70-0,71 arasında beklendiği, ayrıca köken ve oluşum ortamı yorumlamasında oldukça önemlidir. Demirtaş/ Alanya Bölgesi Sr kriging interpolation haritasına (Şekil 4.14) göre Sr değerleri 0,36-0,90 arasında değiştiği görülmektedir. Fakat XRF ölçümlerinde bu gibi sapmalar oldukça yaygındır. Yan kayacın az baritin fazla olduğu bölgelerde Sr değerinin arttığı kırmızı ve turuncu bölgelerle gösterilmiştir. Yan kayaç numunelerinin alındığı lokasyonlar Sr ortalama değerlerini düşürdüğünden yeşil ve sarı renkte olduğu görülmektedir.

#### 4.3.1.1. Betimleyici istatistik

**Çizelge 4.3.** Betimleyici çok değişkenli istatistiksel analiz (Barit numuneleri için)

|                                | Mean                    | Std.<br>Deviation | Skewness  | Kurtosis  | Min.      | Max.      | Sum       |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                | Statistic+Std.<br>Error | Statistic         | Statistic | Statistic | Statistic | Statistic | Statistic |
| Ba                             | 45.56±1.56              | 8.39654           | -0.441    | -0.553    | 28.80     | 61.50     | 1321.10   |
| SO <sub>3</sub>                | 28.76±1.05              | 5.66818           | 0.245     | 5.540     | 13.50     | 47.60     | 834.00    |
| TiO <sub>2</sub>               | 9.20±1.22               | 6.55551           | 1.693     | 3.790     | 0.00      | 31.20     | 266.66    |
| SiO <sub>2</sub>               | 6.01±1.06               | 5.68828           | 1.425     | 1.095     | 0.62      | 20.50     | 174.16    |
| Zr                             | 2.72±0.74               | 0.39697           | -0.866    | 1.362     | 1.66      | 3.47      | 78.82     |
| CaO                            | 1.43±0.85               | 4.56365           | 3.916     | 15.232    | 0.06      | 21.50     | 41.52     |
| Sr                             | 1.41±0.12               | 0.66457           | 0.545     | -1.025    | 0.70      | 2.77      | 40.76     |
| V                              | 1,16± 0,12              | 0.63875           | 0.370     | 0.983     | 0.00      | 2.75      | 33.55     |
| Nd                             | 1.07±0.06               | 0.35165           | 2.195     | 7.429     | 0.52      | 2.41      | 31.01     |
| MgO                            | 1,02±0.63               | 3.39780           | 3.962     | 15.669    | 0.00      | 16.10     | 29.59     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.49±0,03               | 0.14331           | 1.571     | 1.567     | 0.35      | 0.86      | 14.13     |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.44±0.14               | 0.78561           | 3.234     | 10.370    | 0.00      | 3.50      | 12.92     |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.32±0.12               | 0.64200           | 1.556     | 0.500     | 0.00      | 1.73      | 9.31      |
| MnO                            | 0.1±0.04                | 0.25746           | 2.500     | 5.740     | 0.00      | 1.02      | 3.20      |
| Sc                             | 0,1±0.02                | 0.13797           | 4.301     | 20.804    | 0.00      | 0.77      | 3.07      |
| Sn                             | 0.04±0.00               | 0.00687           | -1.131    | 1.257     | 0.03      | 0.05      | 1.31      |
| I                              | 0.04±0.00               | 0.03425           | -0.476    | -1.838    | 0.00      | 0.08      | 1.24      |
| Cl                             | 0.02±0.00               | 0.01017           | -0.508    | 0.703     | 0.00      | 0.04      | 0.64      |
| Cu                             | 0.01±0.00               | 0.02765           | 3.456     | 13.466    | 0.00      | 0.14      | 0.44      |
| Te                             | 0.01±0.00               | 0.00630           | -1.581    | 1.424     | 0.00      | 0.02      | 0.41      |
| Ta                             | 0.01±0.00               | 0.00991           | 0.363     | -1.210    | 0.00      | 0.03      | 0.34      |
| K <sub>2</sub> O               | 0.01±0.00               | 0.02663           | 2.019     | 2.543     | 0.00      | 0.08      | 0.34      |
| In                             | 0.00±0.00               | 0.00428           | -1.347    | 0.926     | 0.00      | 0.01      | 0.27      |
| Re                             | 0.00±0.00               | 0.00555           | 0.588     | -0.167    | 0.00      | 0.02      | 0.19      |
| Sb                             | 0.00±0.00               | 0.0047            | 0.992     | 1.988     | 0.0       | 0.0       | 0.1       |
| Zn                             | 0.00±0.00               | 0.00510           | 2.664     | 7.847     | 0.00      | 0.02      | 0.11      |
| Os                             | 0.00±0.00               | 0.00298           | 1.962     | 4.581     | 0.00      | 0.01      | 0.05      |
| Au                             | 0.00±0.00               | 0.00195           | 1.441     | 0.987     | 0.00      | 0.01      | 0.03      |
| Hf                             | 0.00±0.00               | 0.00271           | 2.276     | 4.153     | 0.00      | 0.01      | 0.03      |
| As                             | 0.00±0.00               | 0.00164           | 2.005     | 4.280     | 0.00      | 0.01      | 0.03      |
| Pb                             | 0.00±0.00               | 0.00091           | 1.478     | 1.325     | 0.00      | 0.00      | 0.02      |

Alanya barit sahalarında XRF analizleri yapılan elementlerin barit numuneleri için bazı betimsel istatistiksel değerleri tabloda yer almaktadır (Çizelge 4.3). Buna göre majör oksitler % cinsinden büyükten küçüğe doğru şu şekilde sıralanmaktadır:  $\text{SO}_3$  (28.76) >  $\text{TiO}_2$  (9.20) >  $\text{SiO}_2$  (6.01) >  $\text{CaO}$  (1.43) >  $\text{MgO}$  (1.02) >  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (0.49) >  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0.44) >  $\text{Na}_2\text{O}$  (0.32) >  $\text{MnO}$  (0.04) >  $\text{K}_2\text{O}$  (0.01). İz ve nadir toprak elementleri ise ppm cinsinden şu şekilde sıralanmaktadır: Ba (132110) > Zr (78820) > Sr (40760) > V (33550) > Nd (31010) > Sc (3070) > Sn(1310) > I (1240) > Cl (640) > Cu (440) > Te (410) > Ta (340) > In (270) > Re (190) > Sb (140) > Zn (106) > Hf (33) > As (31) > Pb (16) olarak belirlenmiştir.

Barit numunelerinin mineral bolluğu ortalama değerlerine göre % cinsinden büyükten küçüğe doğru şu şekilde sıralanmaktadır; Ba (45.56) >  $\text{SO}_3$  (28.76) >  $\text{TiO}_2$  (9.20) >  $\text{SiO}_2$  (6.01) > Zr (2.72) >  $\text{CaO}$  (1.43) > Sr (1.41) > V (1.16) > Nd (1.07) >  $\text{MgO}$  (1.02) >  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (0.49) >  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0.44) >  $\text{Na}_2\text{O}$  (0.32) >  $\text{MnO}$  (0.10) > Sc (0.10) > Sn (0.04) > I (0.04) > Cl (0.02) > Cu (0.01) > Te (0.01) > Ta (0.01) >  $\text{K}_2\text{O}$  (0.01) > In (0.009) > Re (0.006) > Sb (0.005) > Zn (0.004) > Hf (0.001) > As (0.001) > Pb (0.001).

İstatistik verilerine göre numunelerin endeks hesaplamalarının, standart sapmaları aritmetik ortalamalarından küçüktür. Burada istatistiksel özellik, numunelerin konsantrasyonu ve endeks hesaplamaları ile çoğunlukla aynı özellik gösterdikleri, aritmetik ortalamadan uzaklaşmadıkları ve ortalamaya yakın oldukları görülmektedir.

Alanya (Antalya) Konaklı ve Demirtaş bölgelerinden alınan numunelerde öncelik barit ocakları ve çevresi olmak üzere toplam 30 adet barit içeriği yoğun numune alınmıştır. Alanya bölgesinde üç farklı bölgeden alınan örneklerde, ortalama aktivasyon konsantrasyonları; Ba ( $45.56 \pm 1.56$ ), Zr ( $2.72 \pm 0.74$ ), Sr ( $1.41 \pm 0.12$ ), V ( $1.16 \pm 0.12$ ), Nd ( $1.07 \pm 0.06$ ) şeklinde bulunmuştur. Örneklerin Ba değerleri, diğer mineral değerlerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ancak Zr, Sr, V, Nd gibi mineral değerleri ortamda bulunan diğer minerallerden daha yüksektir. Diğer minerallerin yüksek değer göstermesi, ortamdan alınan örneklerde baryum bulunmasına rağmen kayaç oluşumuna katılan diğer minerallerin de aynı ortam koşullarında kayaca yerleştiğini göstermektedir. Örneklerden alınan aktivasyon konsantrasyonu değerlerinin yüksek olması, üç farklı ocaktan alınan numunelerde diğer minerallerin kayaç birleşime katılmasına rağmen Baritleri oluşturan Ba değerinin üç farklı ortamda da baskın olduğunu göstermektedir.

Dağılım şekil ölçülerinden olan Kurtosis değeri, dağılım grafiğinin diklik veya basıklığı ile ilgilidir. Kurtosis değerinin aldığı değer pozitif ise eğri dik; negatif ise eğri basıktır (Kalaycı 2010; Yalcin et al., 2020-a). Barit numunelerindeki değerlerinin kurtosis değerleri büyükten küçüğe doğru şöyle sıralanmaktadır: Sc (20.804) >  $\text{MgO}$  (15.669) >  $\text{CaO}$  (15.232) > Cu (13.466) >  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (10.370) > Zn (7.847) > Nd (7.429) >  $\text{MnO}$  (5.740) >  $\text{SO}_3$  (5.540) > As (4.280) > Hf (4.153) >  $\text{TiO}_2$  (3.790) >  $\text{K}_2\text{O}$  (2.543) > Sb (1.988) >  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (1.567) > Te (1.424) > Zr (1.362) > Pb (1.325) > Sn (1.257) >  $\text{SiO}_2$  (1.095) > V (0.983) > In (0.926) > Cl (0.703) >  $\text{Na}_2\text{O}$  (0.500) > Re (-0.167) > Ba (-0.553) > Sr (-1.025) > Ta (-1.210) > I (-1.838). Buna göre büyükten küçüğe doğru sıralamayla doğru orantılı olarak yüksek değerli minerallerin grafiği dik, düşük değerli minerallerin ise basık olduğu söylenebilmektedir.



**Çizelge 4.4.** Betimleyici çok değişkenli istatistiksel analiz (Yan kayaç numuneleri için)

|                                | Mean                   | Std. Deviation | Skewness  | Kurtosis  | Min.      | Max.      | Sum       |
|--------------------------------|------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                | Statistic + Std. Error | Statistic      | Statistic | Statistic | Statistic | Statistic | Statistic |
| SiO <sub>2</sub>               | 32.95± 3.89            | 21.33774       | 1.082     | 0.997     | 1.09      | 89.40     | 988.60    |
| Ba                             | 29.36±5.22             | 28.64020       | 0.160     | -1.869    | 0.02      | 66.10     | 880.91    |
| CaO                            | 9.51± 3.04             | 16.66686       | 1.662     | 1.524     | 0.00      | 54.70     | 285.52    |
| MgO                            | 6.16±2.28              | 12.50761       | 3.039     | 10.653    | 0.00      | 58.70     | 184.99    |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4.88±0.96              | 5.29494        | 1.105     | 0.292     | 0.25      | 18.50     | 146.45    |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4.52±1.46              | 8.03539        | 2.401     | 4.807     | 0.15      | 29.30     | 135.60    |
| SO <sub>3</sub>                | 4.24±1.34              | 7.35579        | 2.518     | 5.895     | 0.08      | 29.80     | 127.43    |
| Nd                             | 2.81±0.73              | 4.04043        | 1.847     | 3.003     | 0.00      | 14.70     | 84.36     |
| Zr                             | 1.28±0.14              | 0.79676        | 0.306     | -1.462    | 0.35      | 2.86      | 38.50     |
| K <sub>2</sub> O               | 1.03±0.32              | 1.79548        | 2.467     | 5.383     | 0.00      | 7.21      | 31.03     |
| TiO <sub>2</sub>               | 1.0±0.42               | 2.30633        | 3.273     | 10.197    | 0.00      | 9.30      | 30.02     |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.9±0.52               | 2.86414        | 4.512     | 22.217    | 0.00      | 15.10     | 27.59     |
| MnO                            | 0.5±0.16               | 0.90229        | 3.158     | 12.047    | 0.00      | 4.48      | 17.06     |
| Sr                             | 0.16±0.04              | 0.25799        | 2.272     | 4.179     | 0.00      | 0.92      | 4.83      |
| V                              | 0.10±0.06              | 0.34347        | 3.460     | 11.246    | 0.00      | 1.44      | 3.27      |
| Sn                             | 0.09± 0.05             | 0.28607        | 3.659     | 12.300    | 0.00      | 1.20      | 2.86      |
| Cu                             | 0.06±0.04              | 0.27382        | 5.468     | 29.931    | 0.00      | 1.51      | 1.83      |
| Zn                             | 0.05±0.03              | 0.21194        | 5.140     | 27.142    | 0.00      | 1.15      | 1.59      |
| Pb                             | 0.02±0.01              | 0.08020        | 5.366     | 29.139    | 0.00      | 0.44      | 0.64      |
| Cl                             | 0.02±0.00              | 0.04020        | 4.679     | 23.871    | 0.00      | 0.22      | 0.62      |
| Co                             | 0.00± 0.00             | 0.01519        | 2.521     | 8.213     | 0.00      | 0.07      | 0.28      |
| Te                             | 0.00± 0.00             | 0.01005        | 1.781     | 2.605     | 0.00      | 0.04      | 0.17      |
| Ta                             | 0.00± 0.00             | 0.00320        | 0.738     | 2.158     | 0.00      | 0.02      | 0.15      |
| Cr                             | 0.00± 0.00             | 0.00686        | 1.414     | 0.480     | 0.00      | 0.02      | 0.12      |
| As                             | 0.00± 0.00             | 0.00608        | 4.294     | 19.997    | 0.00      | 0.03      | 0.10      |
| Rb                             | 0.00± 0.00             | 0.00528        | 2.679     | 6.834     | 0.00      | 0.02      | 0.09      |
| Re                             | 0.00± 0.00             | 0.00322        | 1.804     | 4.751     | 0.00      | 0.01      | 0.08      |
| Ni                             | 0.00± 0.00             | 0.00202        | 1.196     | 1.372     | 0.00      | 0.01      | 0.06      |
| Y                              | 0.00± 0.00             | 0.00223        | 1.005     | -0.231    | 0.00      | 0.01      | 0.05      |
| Ir                             | 0.00± 0.00             | 0.00280        | 3.072     | 9.171     | 0.00      | 0.01      | 0.03      |
| Os                             | 0.00± 0.00             | 0.00163        | 1.752     | 2.805     | 0.00      | 0.01      | 0.03      |
| Au                             | 0.00± 0.00             | 0.00111        | 2.361     | 4.843     | 0.00      | 0.00      | 0.02      |

Skewness  $-\infty +\infty$  aralığında değerler alabilmektedir. Skewness  $\pm 3$  aralığında ise dağılımın normal olduğu kabul edilmektedir (Kalayci 2010; Yalcin et al., 2020-a).

Skewness değerlerine göre; Sc (4.301) > MgO (3.962) > CaO (3.916) > Cu (3.456) > Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (3.234) > Zn (2.664) > MnO (2.500) > Hf (2.276) > Nd (2.195) > K<sub>2</sub>O (2.019) > As (2.005) > TiO<sub>2</sub> (1.693) > Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1.571) > Na<sub>2</sub>O (1.556) > Pb (1.478) > SiO<sub>2</sub> (1.425) > Sb (0.992) > Re (0.588) > Sr (0.545) > V (0.370) > Ta (0.363) > SO<sub>3</sub> (0.245) > Ba (0.441) > I (-0.476) > Cl (-0.508) > Zr (-0.866) > Sn (-1.131) > In (-1.347) > Te (-1.581) şeklinde büyükten küçüğe doğru değerler sıralanmıştır. Bu kapsamda Sc, MgO, CaO, Cu, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Skewness  $\pm 3$  aralığını aşmakta olup, sola çarpık bir dağılım gösterdiği, Zn, MnO, Hf, Nd, K<sub>2</sub>O, As, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, Pb, SiO<sub>2</sub>, Sb, Re, Sr, V, Ta, SO<sub>3</sub>, Ba, I, Cl, Zr, Sn, In, Te değerlerinin ise normal dağılım sınırları içerisinde bulunduğu görülmektedir.

Alanya barit sahalarında XRF analizleri yapılan elementlerin yan kayaç numuneleri için bazı betimsel istatistiksel değerleri tabloda yer almaktadır (Çizelge 4.4). Buna göre majör oksitler % cinsinden büyükten küçüğe doğru şu şekilde sıralanmaktadır: Si O<sub>2</sub> (32.95) > CaO (9.51) > MgO (6.16) > Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (4.88) > Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (4.52) > SO<sub>3</sub> (4.24) > K<sub>2</sub>O (1.03) > TiO<sub>2</sub> (1.0) > Na<sub>2</sub>O (0.9) > MnO (0.5). İz ve nadir toprak elementleri ise ppm cinsinden şu şekilde sıralanmaktadır: Ba (880.91) > Nd (84.36) > Zr (38.50) > Sr (4.83) > V (3.27) > Sn (2.86) > Cu (1.83) > Zn (1.59) > Pb (0.64) > Cl (0.62) > Co (0.28) > Te (0.17) > Ta (0.15) > Cr (0.12) > As (0.10) > Rb (0.09) > Re (0.08) > Ni (0.06) > Y (0.05) > Ir (0.03) > Nd (31010) > Sc (3070) > Sn (1310) > I (1240) > In (270) > Re (190) > Sb (140) > Zn (106) olarak belirlenmiştir.

Yan kayaç numunelerinin mineral bolluğu ortalama değerlerine göre % cinsinden büyükten küçüğe doğru şu şekilde sıralanmaktadır; SiO<sub>2</sub> (32.95) > Ba (29.36) > CaO (9.51) > MgO (6.16) > Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (4.88) > Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (4.52) > SO<sub>3</sub> (4.24) > Nd (2.81) > Zr (1.28) > K<sub>2</sub>O (1.03) > TiO<sub>2</sub> (1.0) > Na<sub>2</sub>O (0.9) > MnO (0.5) > Sr (0.16) > V (0.10) > Sn (0.09) > Cu (0.06) > Zn (0.05) > Pb (0.02) > Cl (0.02) > Co (0.009) > Te (0.005) > Ta (0.004) > Cr (0.003) > As (0.003) > Rb (0.003) > Re (0.002) > Ni (0.01) > Y (0.001) > Ir (0.001).

İstatistik verilerine göre numunelerin endeks hesaplamalarının, standart sapmaları aritmetik ortalamalarından küçüktür. Burada istatistiksel özellik, numunelerin konsantrasyonu ve endeks hesaplamaları ile çoğunlukla aynı özellik gösterdikleri, aritmetik ortalamadan uzaklaşmadıkları ve ortalamaya yakın oldukları görülmektedir.

Alanya (Antalya) Konaklı ve Demirtaş bölgelerinden alınan numunelerde öncelik barit ocakları ve çevresi olmak üzere toplam 30 adet yan kayaçlı numune alınmıştır. Alanya bölgesinde üç farklı bölgeden alınan örneklerde, ortalama aktivasyon konsantrasyonları; Ba (29.36 $\pm$ 5.22), Nd (2.81 $\pm$ 0.73), Zr (1.28 $\pm$ 0.14), Sr (0.16 $\pm$ 0.04), V (0.10 $\pm$ 0.06) şeklinde bulunmuştur. Örneklerin Ba değerleri, diğer mineral değerlerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ancak Nd, Zr, Sr, V gibi mineral değerleri ortamda bulunan diğer minerallerden daha yüksektir. Diğer minerallerin yüksek değer göstermesi, ortamdan alınan örneklerde baryum bulunmasına rağmen kayaç oluşumuna katılan diğer minerallerin de aynı ortam koşullarında kayaca yerleştiğini göstermektedir. Örneklerden alınan aktivasyon konsantrasyonu değerlerinin yüksek olması, üç farklı ocaktan alınan numunelerde diğer minerallerin kayaç birleşime katılmasına rağmen Baritleri oluşturan Ba değerinin üç farklı ortamda da baskın olduğunu göstermektedir.

Dağılım şekil ölçülerinden olan Kurtosis değeri, dağılım grafiğinin diklik veya basıklığı ile ilgilidir. Kurtosis değerinin aldığı değer pozitif ise eğri dik; negatif ise eğri

basıktır (Kalayci 2010; Yalcin et al., 2020-a). Barit numunelerindeki değerlerinin kurtosis değerleri büyükten küçüğe doğru şöyle sıralanmaktadır: Cu (29.931) > Pb (29.139) > Zn (27.142) > Cl (23.871) > Na<sub>2</sub>O (22.217) > As (19.997) > Sn (12.300) > MnO (12.047) > V (11.246) > TiO<sub>2</sub> (10.197) > MgO (10.653) > Ir ( 9.171) > Co (8.213) > Rb (6.834) > SO<sub>3</sub>(5.895) > K<sub>2</sub>O (5.383) > Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (4.807) > Re (4.751) > Sr (4.179) > Nd (3.003) > Te (2.605) > Ta (2.158) > CaO (1.524) > Ni (1.372) > SiO<sub>2</sub> (0.997) > Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.292) > Cr (0.480) > Y (-0.231) > Zr (-1.462) > Ba (-1.869). Buna göre büyükten küçüğe doğru sıralamayla doğru orantılı olarak yüksek değerli minerallerin grafiği dik, düşük değerli minerallerin ise basık olduğu söylenebilmektedir.

Skewness  $-\infty +\infty$  aralığında değerler alabilmektedir. Skewness  $\pm 3$  aralığında ise dağılımın normal olduğu kabul edilmektedir (Kalayci 2010; Yalcin et al., 2020-a). Skewness değerlerine göre; Cu (5.468) > Pb(5.366) > Zn (5.140) > Cl (4.679) > Na<sub>2</sub>O (4.512) > As (4.294) > Sn (3.659) > V(3.460) > TiO<sub>2</sub> (3.273) > MnO (3.158) > Ir ( 3.072) > MgO (3.039) > Rb (2.679) > Co (2.521) > SO<sub>3</sub> (2.518) > K<sub>2</sub>O (2.467) > Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2.401) > Sr (2.272) > Nd (1.847) > Re (1.804) > Te ( 1.781) > CaO (1.662) > Cr (1.414) > Ni (1.196) > Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1.105) > SiO<sub>2</sub> (1.082) > Y (1.005) > Ta(0.738) > Zr (0.306) > Ba (0.160) şeklinde büyükten küçüğe doğru değerler sıralanmıştır. Bu kapsamda Cu, Pb, Zn, Cl, Na<sub>2</sub>O, As, Sn, V, TiO<sub>2</sub>, MnO, Ir, MgO Skewness  $\pm 3$  aralığını aşmakta olup, sola çarpık bir dağılım gösterdiği, Rb, Co, SO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sr, Nd, Re, Te, CaO, Cr, Ni, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Y, Ta, Zr, Ba değerlerinin ise normal dağılım sınırları içerisinde bulunduğu görülmektedir.

#### 4.3.1.2. Korelasyon analizi

BT (Barit) numuneleri için yapılan korelasyon tablosu Çizelge 4.5’de yer almaktadır. Korelasyon tabloları Pearson korelasyon katsayıları baz alınarak hazırlanmıştır. Buna göre, korelasyon analizi yorumları şu şekildedir:

Cl ile Zn (0.963\*\*), Sn (0.963\*\*), Sb (0.959\*\*), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.936\*\*), K<sub>2</sub>O (0.964\*\*), Na<sub>2</sub>O (0.943\*\*); V ile TiO<sub>2</sub> (0.901\*\*); Zn ile Sn (0.999\*\*), Sb (0.997\*\*), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(0.974\*\*), K<sub>2</sub>O (1.000\*\*), Na<sub>2</sub>O (0.972\*\*); Sn ile Sb (0.997\*\*), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.969\*\*), K<sub>2</sub>O (0.999\*\*), Na<sub>2</sub>O (0.973\*\*); Sb ile Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(0.970\*\*), K<sub>2</sub>O (0.997\*\*), Na<sub>2</sub>O (0.967\*\*); MgO ile Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.960\*\*); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile K<sub>2</sub>O (0.976\*\*), Na<sub>2</sub>O (0.932\*\*); K<sub>2</sub>O ile Na<sub>2</sub>O (0.971\*\*) arasında yüksek mertebeden çok yüksek pozitif Korelasyon ilişkisi vardır. Zn ile SiO<sub>2</sub> (0.831\*\*); Sn ile SiO<sub>2</sub> (0.820\*\*); Sb ile SiO<sub>2</sub> (0.823\*\*); Ba ile Zr (0.848\*\*); MgO ile CaO (0.812\*\*); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile SiO<sub>2</sub> (0.885\*\*); SiO<sub>2</sub> ile K<sub>2</sub>O (0.834\*\*); CaO ile Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.801\*\*) arasında yüksek mertebeden yüksek pozitif Korelasyon ilişkisi vardır. Cl ile SiO<sub>2</sub> (0.804\*\*); Nd ile Zr (0.779\*\*); MgO ile MnO (0.732\*\*); SiO<sub>2</sub> ile Na<sub>2</sub>O (0.780\*\*); CaO ile MnO (0.758\*\*) arasında yüksek mertebeden orta pozitif Korelasyon ilişkisi vardır. SiO<sub>2</sub> ile Zr (-0.839\*\*) arasında yüksek mertebeden yüksek negatif Korelasyon ilişkisi vardır. Cl ile SO<sub>3</sub>(-0.744\*\*); Sb ile Zr (-0.705\*\*); Ba ile Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (-0.762\*\*), SiO<sub>2</sub>(-0.795\*\*); MgO ile SO<sub>3</sub> (-0.735\*\*); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile Zr (-0.798\*\*); SiO<sub>2</sub> ile SO<sub>3</sub> (-0.758\*\*); SO<sub>3</sub> ile Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (-0.788\*\*); K<sub>2</sub>O ile Zr (-0.708\*\*) arasında yüksek mertebeden orta negatif Korelasyon ilişkisi vardır.

Çizelge 4.5. Pearson korelasyon katsayıları matrisi (Barit numuneleri için)

|                                | Cl       | V        | Cu       | Zn       | As     | Sr       | In      | Sn       | Sb       | Te      | I        | Ba       | Nd       | Hf       | Ta       | Au      | Pb      | MgO      | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | SO <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO      | TiO <sub>2</sub> | MnO      | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> O | Sc     | Zr      | Re    | Os |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|--------------------------------|------------------|-----------------|------------------|----------|------------------|----------|--------------------------------|-------------------|--------|---------|-------|----|
| Cl                             | 1        |          |          |          |        |          |         |          |          |         |          |          |          |          |          |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| V                              | -0,352   | 1        |          |          |        |          |         |          |          |         |          |          |          |          |          |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| Cu                             | -0,129   | -0,222   | 1        |          |        |          |         |          |          |         |          |          |          |          |          |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| Zn                             | 0,963**  | -0,317   | -0,1     | 1        |        |          |         |          |          |         |          |          |          |          |          |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| As                             | -0,163   | -0,099   | 0,267    | -0,116   | 1      |          |         |          |          |         |          |          |          |          |          |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| Sr                             | -0,212   | 0,078    | -0,237   | -0,211   | -0,148 | 1        |         |          |          |         |          |          |          |          |          |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| In                             | -0,03    | -0,103   | 0,147    | -0,019   | -0,015 | 0,208    | 1       |          |          |         |          |          |          |          |          |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| Sn                             | 0,963**  | -0,32    | -0,099   | 0,999**  | -0,119 | -0,204   | -0,002  | 1        |          |         |          |          |          |          |          |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| Sb                             | 0,959**  | -0,329   | -0,11    | 0,997**  | -0,113 | -0,208   | -0,022  | 0,997**  | 1        |         |          |          |          |          |          |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| Te                             | -0,378*  | 0,027    | 0,2      | -0,384*  | 0,257  | -0,165   | 0,011   | -0,385*  | -0,419*  | 1       |          |          |          |          |          |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| I                              | -0,166   | -0,045   | 0,305    | -0,226   | 0,202  | 0,113    | 0,114   | -0,212   | -0,206   | -0,105  | 1        |          |          |          |          |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| Ba                             | -0,664** | 0,062    | 0,137    | -0,698** | 0,174  | 0,194    | 0,281   | -0,677** | -0,684** | -0,378* | -0,512** | 1        |          |          |          |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| Nd                             | -0,473** | -0,510** | -0,017   | -0,489** | 0,154  | 0,165    | 0,176   | -0,486** | -0,511** | 0,215   | 0,018    | -0,385*  | 1        |          |          |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| Hf                             | -0,447*  | -0,349   | 0,32     | -0,495** | -0,076 | -0,261   | 0,201   | -0,502** | -0,485** | -0,003  | 0,204    | -0,161   | -0,3     | 1        |          |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| Ta                             | -0,118   | -0,115   | -0,385*  | -0,127   | -0,02  | -0,17    | -0,108  | -0,115   | -0,135   | 0,334   | -0,434*  | -0,439*  | -0,101   | -0,410*  | 1        |         |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| Au                             | 0,289    | -0,127   | -0,019   | 0,327    | 0,11   | -0,483** | -0,069  | 0,335    | 0,356    | -0,156  | 0,089    | 0,038    | -0,269   | 0,309    | 0,247    | 1       |         |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| Pb                             | -0,098   | -0,226   | -0,567** | -0,116   | 0,283  | -0,278   | -0,127  | -0,119   | -0,099   | 0,028   | 0,075    | 0,01     | 0,144    | 0,025    | 0,063    | 0,082   | 1       |          |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| MgO                            | -0,516** | -0,538** | -0,152   | -0,426*  | -0,186 | -0,256   | -0,087  | -0,413*  | -0,427*  | -0,072  | -0,391*  | -0,545** | -0,404*  | 0,111    | -0,321   | -0,008  | 0,213   | 1        |                                |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,936**  | -0,390*  | -0,046   | 0,974**  | -0,055 | -0,233   | -0,084  | 0,969**  | 0,970**  | -0,381* | -0,256   | -0,762** | -0,563** | -0,450*  | -0,157   | 0,309   | -0,082  | -0,474** | 1                              |                  |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| SiO <sub>2</sub>               | -0,804** | -0,443*  | 0,204    | 0,831**  | -0,019 | -0,332   | -0,134  | 0,820**  | 0,823**  | -0,32   | -0,229   | -0,795** | -0,546** | -0,507** | -0,08    | 0,232   | 0,189   | -0,514** | -0,885**                       | 1                |                 |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| SO <sub>3</sub>                | -0,744** | -0,409*  | -0,063   | -0,686** | 0,118  | -0,376*  | 0,033   | -0,680** | -0,682** | 0,231   | 0,212    | -0,574** | 0,318    | -0,430*  | 0,097    | -0,274  | -0,226  | -0,735** | -0,672**                       | -0,758**         | 1               |                  |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| K <sub>2</sub> O               | 0,964**  | -0,324   | -0,097   | 1,000**  | -0,113 | -0,213   | -0,017  | -0,999** | -0,997** | -0,385* | -0,228   | -0,698** | -0,496** | -0,494** | -0,125   | 0,331   | -0,115  | -0,428*  | -0,976**                       | -0,834**         | -0,688**        | 1                |          |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| CaO                            | 0,155    | -0,453*  | -0,123   | 0,045    | -0,142 | -0,198   | -0,149  | 0,028    | 0,044    | -0,022  | -0,327   | -0,354   | -0,286   | -0,089   | -0,315   | -0,145  | 0,107   | -0,812** | 0,145                          | 0,249            | -0,506**        | 0,051            | 1        |                  |          |                                |                   |        |         |       |    |
| TiO <sub>2</sub>               | -0,309   | -0,901** | -0,184   | -0,245   | -0,112 | 0,098    | -0,182  | -0,254   | -0,259   | -0,089  | -0,181   | -0,142   | -0,499** | -0,322   | -0,232   | -0,19   | -0,14   | -0,424*  | -0,296                         | -0,284           | 0,267           | -0,252           | -0,359   | 1                |          |                                |                   |        |         |       |    |
| MnO                            | 0,039    | -0,297   | -0,142   | -0,048   | -0,038 | -0,144   | -0,391* | -0,067   | -0,05    | -0,015  | -0,262   | -0,286   | -0,089   | -0,19    | -0,225   | -0,144  | -0,384* | -0,732** | 0,03                           | 0,177            | -0,431*         | -0,049           | -0,758** | -0,188           | 1        |                                |                   |        |         |       |    |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -0,576** | -0,611** | -0,038   | -0,493** | -0,069 | -0,326   | -0,072  | -0,481** | -0,501** | -0,134  | -0,308   | -0,578** | -0,488** | 0,2      | -0,286   | 0,093   | 0,272   | -0,960** | -0,556**                       | -0,633**         | -0,788**        | -0,498**         | -0,801** | -0,492**         | -0,631** | 1                              |                   |        |         |       |    |
| Na <sub>2</sub> O              | -0,943** | -0,318   | -0,087   | -0,972** | -0,092 | -0,274   | -0,017  | -0,973** | -0,967** | -0,317  | -0,173   | -0,630** | -0,509** | -0,525** | -0,033   | -0,362* | -0,144  | -0,385*  | -0,932**                       | -0,780**         | -0,644**        | -0,971**         | 0,011    | -0,277           | -0,104   | -0,459*                        | 1                 |        |         |       |    |
| Sc                             | -0,253   | 0,352    | -0,108   | -0,142   | -0,097 | 0,17     | -0,118  | -0,154   | -0,147   | -0,091  | -0,215   | -0,243   | -0,026   | -0,2     | -0,305   | -0,202  | -0,148  | -0,234   | -0,059                         | -0,149           | -0,569**        | -0,145           | -0,205   | -0,390*          | -0,178   | -0,277                         | -0,168            | 1      |         |       |    |
| Zr                             | -0,677** | 0,36     | 0,01     | -0,704** | 0,115  | 0,359    | 0,316   | -0,687** | -0,705** | 0,273   | 0,332    | -0,848** | -0,779** | -0,316   | 0,192    | -0,173  | 0,01    | -0,589** | -0,798**                       | -0,839**         | -0,560**        | -0,708**         | -0,422*  | 0,232            | -0,246   | -0,679**                       | -0,684**          | -0,154 | 1       |       |    |
| Re                             | -0,22    | -0,126   | 0,037    | -0,22    | 0,269  | 0,038    | 0,251   | -0,201   | -0,21    | 0,272   | 0,291    | -0,600** | -0,005   | -0,045   | -0,451*  | -0,407* | -0,06   | -0,323   | -0,254                         | -0,321           | 0,225           | -0,211           | -0,296   | -0,261           | -0,369*  | -0,249                         | -0,152            | -0,281 | -0,367* | 1     |    |
| Os                             | -0,013   | 0,029    | 0,194    | -0,033   | -0,07  | -0,082   | -0,223  | -0,031   | -0,048   | 0,127   | 0,155    | 0,143    | -0,079   | -0,001   | -0,624** | 0,132   | 0,134   | -0,174   | -0,026                         | 0,014            | 0,02            | -0,032           | -0,172   | -0,048           | 0,038    | -0,176                         | 0,025             | -0,14  | 0,051   | 0,295 | 1  |

Çizelge 4.6. Pearson korelasyon katsayıları matrisi (Yan kayaç numuneleri için)

|                                | Cl     | V      | Cr      | Co     | Ni     | Cu     | Zn     | As     | Rb     | Sr     | Y       | Sn     | Te     | Ba      | Nd      | Ta     | Ir     | Au     | Pb     | MgO    | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | SO <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO    | TiO <sub>2</sub> | MnO    | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> O | Zr     | Re    | Os |
|--------------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------------|------------------|-----------------|------------------|--------|------------------|--------|--------------------------------|-------------------|--------|-------|----|
| Cl                             | 1      |        |         |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |         |         |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| V                              | -0,069 | 1      |         |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |         |         |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Cr                             | 0,303  | -0,189 | 1       |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |         |         |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Co                             | -0,058 | -0,012 | 0,125   | 1      |        |        |        |        |        |        |         |        |        |         |         |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Ni                             | -0,119 | -0,167 | ,549**  | -0,135 | 1      |        |        |        |        |        |         |        |        |         |         |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Cu                             | -0,108 | 0,145  | -0,110  | ,755** | -0,171 | 1      |        |        |        |        |         |        |        |         |         |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Zn                             | ,935** | -0,081 | ,390*   | -0,077 | -0,014 | -0,050 | 1      |        |        |        |         |        |        |         |         |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| As                             | -0,109 | 0,312  | -0,146  | ,737** | -0,262 | ,910** | -0,080 | 1      |        |        |         |        |        |         |         |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Rb                             | 0,156  | -0,177 | ,549**  | -0,028 | ,770** | -0,119 | 0,178  | -0,155 | 1      |        |         |        |        |         |         |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Sr                             | 0,279  | ,727** | -0,224  | -0,135 | -0,310 | 0,132  | 0,189  | 0,212  | -0,234 | 1      |         |        |        |         |         |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Y                              | -0,059 | -0,164 | ,610**  | ,589** | ,462*  | 0,207  | -0,039 | 0,184  | ,456*  | -0,229 | 1       |        |        |         |         |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Sn                             | ,664** | -0,064 | 0,106   | -0,182 | -0,008 | -0,043 | ,702** | -0,072 | 0,050  | 0,159  | -0,241  | 1      |        |         |         |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Te                             | -0,103 | 0,357  | -0,342  | 0,035  | -0,218 | 0,238  | -0,135 | 0,246  | -0,128 | 0,206  | -0,162  | -0,136 | 1      |         |         |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Ba                             | -0,317 | 0,117  | -,605** | -,446* | -0,169 | 0,044  | -0,240 | -0,006 | -,386* | 0,188  | -,684** | 0,040  | 0,098  | 1       |         |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Nd                             | -0,248 | -0,132 | -,414*  | -,391* | -0,001 | -0,080 | -0,169 | -0,119 | -0,228 | -0,087 | -,513** | 0,072  | -0,139 | ,692**  | 1       |        |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Ta                             | -0,327 | ,478** | -0,219  | -0,260 | 0,008  | -0,308 | -0,357 | -0,206 | -0,053 | 0,077  | -0,287  | -0,147 | 0,158  | 0,157   | 0,032   | 1      |        |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Ir                             | -0,062 | -0,123 | 0,342   | 0,140  | 0,038  | -0,082 | -0,054 | 0,000  | 0,144  | -0,245 | 0,172   | -0,134 | -0,179 | -,427*  | -0,287  | 0,338  | 1      |        |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Au                             | -0,088 | ,470** | -0,114  | ,408*  | -0,096 | ,364*  | -0,101 | ,434*  | 0,016  | 0,291  | 0,157   | -0,121 | 0,206  | -0,065  | -0,242  | ,456*  | 0,291  | 1      |        |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Pb                             | -0,050 | -0,043 | 0,308   | -0,008 | -0,087 | -0,046 | -0,038 | -0,084 | -0,072 | -0,127 | -0,024  | -0,082 | -0,108 | -0,239  | -0,165  | 0,241  | ,751** | -0,066 | 1      |        |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| MgO                            | 0,212  | -0,152 | -0,077  | ,385*  | -0,311 | -0,090 | 0,044  | -0,060 | -0,108 | -0,045 | 0,184   | -0,043 | -0,228 | -,458*  | -0,337  | -0,070 | 0,056  | 0,027  | -0,079 | 1      |                                |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,018  | -0,119 | ,553**  | 0,113  | ,765** | -0,046 | 0,033  | -0,072 | ,954** | -0,243 | ,616**  | -0,100 | -0,082 | -,501** | -0,344  | -0,060 | 0,188  | 0,051  | -0,025 | -0,082 | 1                              |                  |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| SiO <sub>2</sub>               | 0,081  | -0,232 | ,476**  | -0,103 | 0,286  | 0,018  | 0,173  | -0,068 | 0,288  | -0,290 | 0,168   | 0,070  | 0,158  | -0,357  | -0,215  | -0,094 | ,363*  | -0,250 | ,494** | -,410* | 0,307                          | 1                |                 |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| SO <sub>3</sub>                | -0,070 | ,900** | -0,190  | 0,086  | -0,253 | 0,234  | -0,133 | ,378*  | -0,257 | ,775** | -0,120  | -0,113 | 0,346  | 0,067   | -0,192  | 0,279  | -0,147 | ,423*  | -0,077 | -0,103 | -0,159                         | -0,246           | 1               |                  |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| K <sub>2</sub> O               | ,623** | -0,160 | ,570**  | -0,061 | ,556** | -0,080 | ,660** | -0,131 | ,842** | -0,052 | 0,278   | ,433*  | -0,149 | -,389*  | -0,272  | -0,226 | 0,051  | -0,048 | -0,085 | -0,063 | ,731**                         | 0,314            | -0,227          | 1                |        |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| CaO                            | 0,118  | -0,177 | 0,085   | ,472** | -0,264 | -0,102 | -0,020 | 0,007  | -0,129 | -0,207 | ,386*   | -0,160 | -0,216 | -,554** | -,384*  | -0,068 | 0,236  | 0,206  | -0,053 | ,675** | -0,047                         | -,400*           | -0,125          | -0,160           | 1      |                  |        |                                |                   |        |       |    |
| TiO <sub>2</sub>               | -0,063 | ,981** | -0,068  | 0,015  | -0,053 | 0,119  | -0,065 | 0,313  | -0,033 | ,674** | -0,042  | -0,086 | 0,323  | -0,003  | -0,209  | ,441*  | -0,080 | ,438*  | -0,045 | -0,146 | 0,040                          | -0,169           | ,874**          | -0,049           | -0,156 | 1                |        |                                |                   |        |       |    |
| MnO                            | 0,049  | -0,096 | 0,261   | ,386*  | -0,063 | 0,002  | 0,055  | 0,044  | -0,111 | -0,045 | ,495**  | -0,141 | -0,138 | -0,336  | -0,283  | -0,319 | -0,034 | -0,057 | -0,061 | 0,350  | -0,002                         | -0,328           | -0,062          | -0,146           | ,631** | -0,049           | 1      |                                |                   |        |       |    |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,028  | -0,225 | ,634**  | ,453*  | 0,340  | -0,044 | 0,024  | -0,035 | 0,312  | -0,278 | ,888**  | -0,209 | -0,259 | -,750** | -,532** | -0,315 | 0,226  | -0,003 | 0,061  | 0,264  | ,483**                         | 0,109            | -0,097          | 0,204            | ,555** | -0,111           | ,581** | 1                              |                   |        |       |    |
| Na <sub>2</sub> O              | ,896** | -0,099 | ,423*   | -0,066 | 0,147  | -0,067 | ,955** | -0,106 | 0,356  | 0,134  | 0,059   | ,655** | -0,134 | -0,326  | -0,223  | -0,336 | 0,001  | -0,099 | -0,051 | 0,026  | 0,245                          | 0,228            | -0,164          | ,779**           | -0,038 | -0,052           | 0,015  | 0,093                          | 1                 |        |       |    |
| Zr                             | -0,254 | ,471** | -,603** | -0,261 | -0,213 | 0,217  | -0,225 | 0,225  | -,440* | ,535** | -,552** | 0,040  | 0,290  | ,831**  | ,491**  | 0,236  | -,427* | 0,138  | -0,252 | -,389* | -,492**                        | -,431*           | ,449*           | -,422*           | -,458* | 0,359            | -0,194 | -,655**                        | -0,310            | 1      |       |    |
| Re                             | -0,208 | 0,199  | -0,039  | -0,168 | -0,113 | -0,155 | -0,188 | -0,128 | -0,249 | -0,010 | -0,303  | -0,217 | 0,024  | 0,088   | 0,125   | ,637** | ,566** | 0,087  | ,687** | -0,022 | -0,261                         | 0,178            | 0,079           | -0,295           | -0,155 | 0,152            | -0,240 | -0,274                         | -0,229            | 0,170  | 1     |    |
| Os                             | -0,074 | ,367*  | -0,284  | -,369* | 0,096  | -0,112 | -0,028 | -0,204 | -0,223 | 0,263  | -,432*  | 0,186  | 0,333  | ,458*   | 0,332   | ,512** | -0,261 | 0,181  | -0,153 | -0,295 | -0,296                         | -0,132           | 0,285           | -0,175           | -0,351 | 0,269            | -0,284 | -,448*                         | -0,082            | ,609** | 0,337 | 1  |



YK (Yan kayaç) numuneleri için yapılan korelasyon tablosu Çizelge 4.6’da yer almaktadır. Buna göre, korelasyon analizi yorumları şu şekildedir:

Alanya (Antalya) bölgesinde bulunan üç farklı ocaktan alınan numunelerin kimyasal analiz sonuçlarına göre hazırlanan Korelasyon tablosu aşağıda görülmektedir. Tabloda yer alan minerallerin birbirleri ile ilişkileri, kökensel bağılılıkları veya ayrılıkları yorumlanabilmektedir. Bu kapsamda korelasyon analizi ile minerallerin birbirleriyle bağlantıları açıklanacaktır. Tabloya göre;

Cl ile Zn (0.935\*\*); V ile SO<sub>3</sub> (0.900\*\*), V ile TiO<sub>2</sub> (0.981\*\*); Cu ile As (0.910\*\*); Zn ile Na<sub>2</sub>O (0.955\*\*); Rb ile Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.954\*\*) arasında yüksek mertebeden çok yüksek pozitif korelasyon ilişkisi vardır.

Cl ile Na<sub>2</sub>O (0.896\*\*); Rb ile K<sub>2</sub>O (0.842\*\*); Y ile Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.888\*\*); SO<sub>3</sub> ile TiO<sub>2</sub> (0.874\*\*); Ba ile Zr (0.831\*\*) arasında yüksek mertebeden yüksek pozitif korelasyon ilişkisi vardır.

V ile Sr (0.727\*\*); Co ile Cu (0.755\*\*), Co ile As (0.737\*\*); Ni ile Rb (0.770\*\*), Ni ile Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.765\*\*); Zn ile Sn (0.702\*\*); Sr ile SO<sub>3</sub> (0.775\*\*); Ir ile Au (0.751\*\*); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile K<sub>2</sub>O (0.731\*\*); K<sub>2</sub>O ile Na<sub>2</sub>O (0.779\*\*) arasında yüksek mertebeden orta pozitif korelasyon ilişkisi vardır.

Ba ile Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (-0.750\*\*) arasında yüksek mertebeden orta negatif korelasyon ilişkisi vardır.

#### 4.3.1.3. Faktör analizi

Barit örneklerinden alınan faktör analiz değerleri (Çizelge 4.7); birinci faktör 7,296’lık yüksek “Eigenvalues” öz değer ile toplam varyansın %23,536’sini açıklamaktadır. İkinci faktör, 4,838’lik özdeğer ile toplam varyansın %15,607’ini temsil etmektedir. Üçüncü faktör, 3,078’lik özdeğer ile toplam varyansın %9,930’sini temsil etmektedir. Dördüncü faktör, 2,370’lik özdeğer ile toplam varyansın %7,644’ünü temsil etmektedir. Beşinci faktör, 2,089’luk özdeğer ile toplam varyansın 6,737’sini temsil etmektedir.

**Çizelge 4.7.** Barit numunelerine ait faktör analiz değerleri

| Toplam Varyans Açıklama Oranı |                        |                      |               |                                     |                      |               |
|-------------------------------|------------------------|----------------------|---------------|-------------------------------------|----------------------|---------------|
| Faktör                        | Başlangıç Öz değerleri |                      |               | Kare Yüklemlerin Çıkarma Toplamları |                      |               |
|                               | Toplam                 | Varyans açıklama (%) | Kümülatif (%) | Toplam                              | Varyans açıklama (%) | Kümülatif (%) |
| 1                             | 7,296                  | 23,536               | 23,536        | 7,296                               | 23,536               | 23,536        |
| 2                             | 4,838                  | 15,607               | 39,143        | 4,838                               | 15,607               | 39,143        |
| 3                             | 3,078                  | 9,930                | 49,074        | 3,078                               | 9,930                | 49,074        |
| 4                             | 2,370                  | 7,644                | 56,717        | 2,370                               | 7,644                | 56,717        |
| 5                             | 2,089                  | 6,737                | 63,455        | 2,089                               | 6,737                | 63,455        |

3 farklı barit ocağından alınan yan kayaç örneklerinden faktör analiz değerleri (Çizelge 4.8); birinci faktör 7,745'lik yüksek "Eigenvalues" öz değer ile toplam varyansın %24,203'sini açıklamaktadır. İkinci faktör, 4,710'lik özdeğer ile toplam varyansın %14,720'ini temsil etmektedir. Üçüncü faktör, 4,119'lik özdeğer ile toplam varyansın %12,873'sini temsil etmektedir. Dördüncü faktör, 3,620'lik özdeğer ile toplam varyansın %11,312'ünü temsil etmektedir. Beşinci faktör, 2,850'lük özdeğer ile toplam varyansın %8,908'sini temsil etmektedir.

**Çizelge 4.8.** Yan kayaçlara numunelerine ait faktör analiz değerleri

| Toplam Varyans Açıklama Oranı |                        |                      |               |                                      |                      |               |
|-------------------------------|------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------------|----------------------|---------------|
| Faktör                        | Başlangıç Öz değerleri |                      |               | Kare Yüklemelerin Çıkarma Toplamları |                      |               |
|                               | Toplam                 | Varyans açıklama (%) | Kümülatif (%) | Toplam                               | Varyans açıklama (%) | Kümülatif (%) |
| 1                             | 7,745                  | 24,203               | 24,203        | 7,745                                | 24,203               | 24,203        |
| 2                             | 4,710                  | 14,720               | 38,923        | 4,710                                | 14,720               | 38,923        |
| 3                             | 4,119                  | 12,873               | 51,795        | 4,119                                | 12,873               | 51,795        |
| 4                             | 3,620                  | 11,312               | 63,108        | 3,620                                | 11,312               | 63,108        |
| 5                             | 2,850                  | 8,908                | 72,015        | 2,850                                | 8,908                | 72,015        |

#### 4.3.1.4. Kimyasal element bileşen değerleri ilişkisi

Alanya/ Konaklı ve Demirtaş bölgelerinde bulunan 3 adet barit ocağına ait numunelere yapılan analizlerde tüm elementler 5 bileşen ile temsil edilmiştir. PCA analizinde 5 faktör kullanılmaktadır. Bunlardan barit numunelerine ait istatistiklerde F1 faktörü; CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, MnO, Sn, Zr, Ba içermekte, F2 faktörü; TiO<sub>2</sub> içermektedir. F3, F4 ve F5 faktörleri bileşen değerlerine ulaşmamıştır. Yan kayaç numunelerine ait istatistiklerde ise F1 faktörü; Cr, Y, Ba, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Zr içermekte, F2 faktörü; Co içermektedir. F3, F4 ve F5 faktörleri bileşen değerlerine ulaşmamıştır. XRF sonuçlarına göre numunelerin içerdiği elementlerin F1, F2, F3, F4, F5 faktörlerine göre değerleri Çizelge 4.9'da verilmektedir.

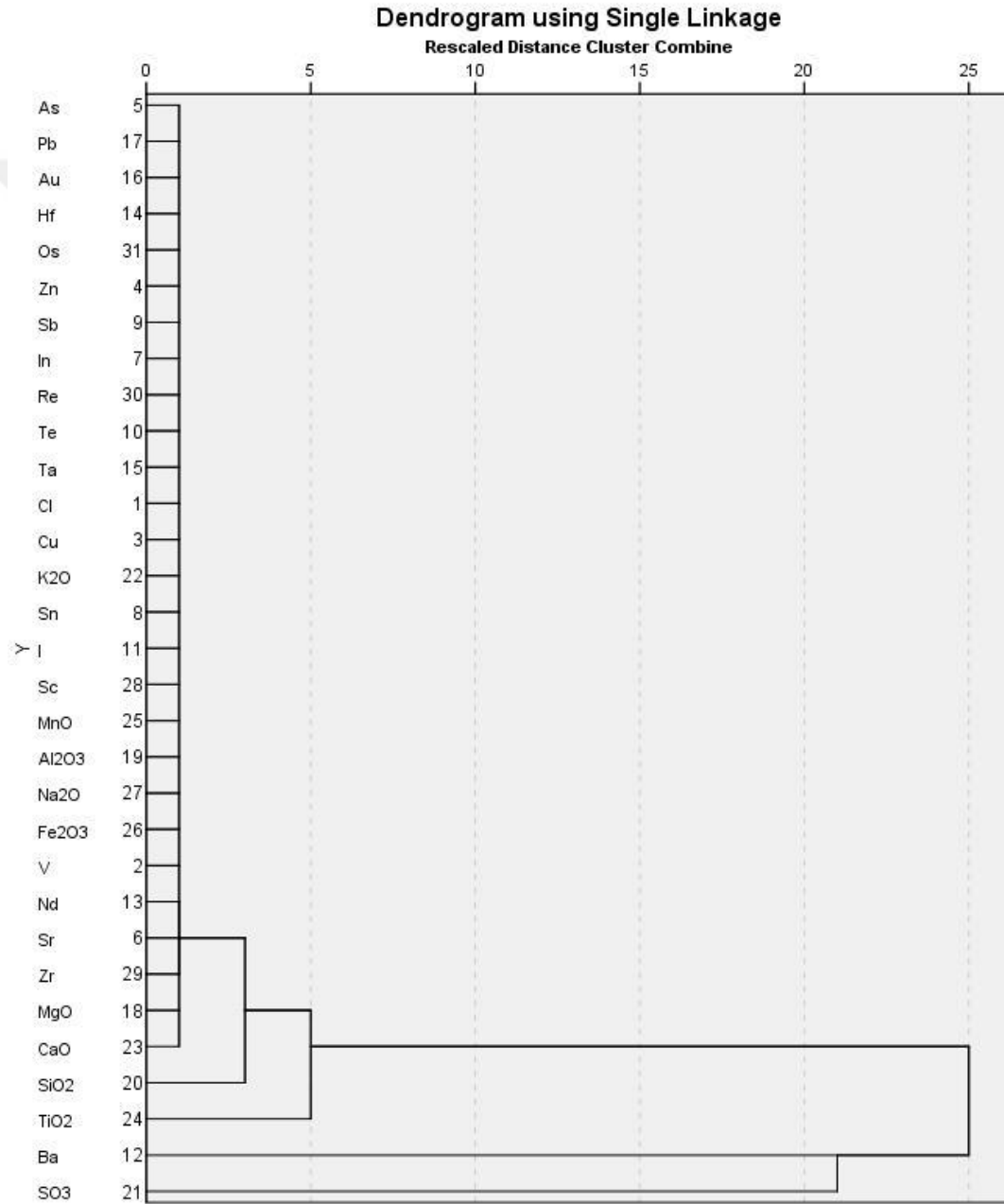
**Çizelge 4.9.** Kimyasal element bileşen değerleri ilişkisi (A-Barit, B-Yan Kayaç)

| [A]                            | BİLEŞEN |        |       |        |        |
|--------------------------------|---------|--------|-------|--------|--------|
|                                | 1       | 2      | 3     | 4      | 5      |
| CaO                            | -0,869  |        |       |        |        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -0,859  |        |       |        |        |
| MgO                            | -0,828  |        |       |        |        |
| MnO                            | -0,813  |        |       |        |        |
| Sn                             | 0,808   |        |       |        |        |
| Zr                             | 0,765   |        |       |        |        |
| Ba                             | 0,712   | 0,604  |       |        |        |
| SiO <sub>2</sub>               | -0,674  |        |       |        |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -0,662  |        | 0,523 |        |        |
| SO <sub>3</sub>                | 0,583   |        |       |        |        |
| TiO <sub>2</sub>               |         | -0,755 |       |        |        |
| Sc                             |         | -0,678 |       |        |        |
| V                              |         | -0,668 |       |        |        |
| Ta                             |         | 0,625  |       |        |        |
| Re                             |         | 0,555  |       |        |        |
| I                              |         |        |       |        |        |
| Pb                             |         |        |       |        |        |
| Sr                             |         |        |       |        |        |
| Na <sub>2</sub> O              |         |        |       |        |        |
| Cl                             |         |        |       |        |        |
| Cu                             |         |        |       |        |        |
| In                             |         | 0,140  |       |        |        |
| Os                             |         |        |       |        |        |
| Nd                             |         |        |       | 0,666  |        |
| Sb                             |         |        |       | -0,526 |        |
| Zn                             |         |        |       |        |        |
| Te                             |         |        |       |        |        |
| Hf                             |         |        |       |        | -0,546 |
| K <sub>2</sub> O               |         |        |       |        |        |
| As                             |         |        |       |        |        |
| Au                             |         |        |       |        |        |

| [B]                            | BİLEŞEN |        |       |       |       |
|--------------------------------|---------|--------|-------|-------|-------|
|                                | 1       | 2      | 3     | 4     | 5     |
| Cl                             |         |        | 0,592 |       |       |
| V                              | -0,527  |        | 0,619 |       |       |
| Cr                             | 0,771   |        |       |       |       |
| Co                             |         | 0,774  |       |       |       |
| Ni                             |         |        |       |       |       |
| Cu                             |         |        |       |       |       |
| Zn                             |         |        | 0,596 |       |       |
| As                             |         | 0,589  |       |       |       |
| Rb                             | 0,640   |        |       |       |       |
| Sr                             |         |        | 0,690 |       |       |
| Y                              | 0,720   |        |       |       |       |
| Sn                             |         | -0,528 |       |       |       |
| Te                             |         |        |       |       |       |
| Ba                             | -0,790  |        |       |       |       |
| Nd                             |         |        |       |       |       |
| Ta                             |         |        |       | 0,628 |       |
| Ir                             |         |        |       | 0,520 | 0,534 |
| Au                             |         | 0,521  |       |       |       |
| Pb                             |         |        |       |       | 0,583 |
| MgO                            |         |        |       |       |       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,670   |        |       |       |       |
| SiO <sub>2</sub>               |         |        |       |       |       |
| SO <sub>3</sub>                |         |        | 0,590 |       |       |
| K <sub>2</sub> O               | 0,654   |        | 0,514 |       |       |
| CaO                            |         | 0,567  |       |       |       |
| TiO <sub>2</sub>               |         |        | 0,642 |       |       |
| MnO                            |         |        |       |       |       |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,752   |        |       |       |       |
| Na <sub>2</sub> O              |         |        | 0,608 |       |       |
| Zr                             | -0,872  |        |       |       |       |
| Re                             |         |        |       | 0,541 | 0,573 |
| Os                             | -0,588  |        |       |       |       |

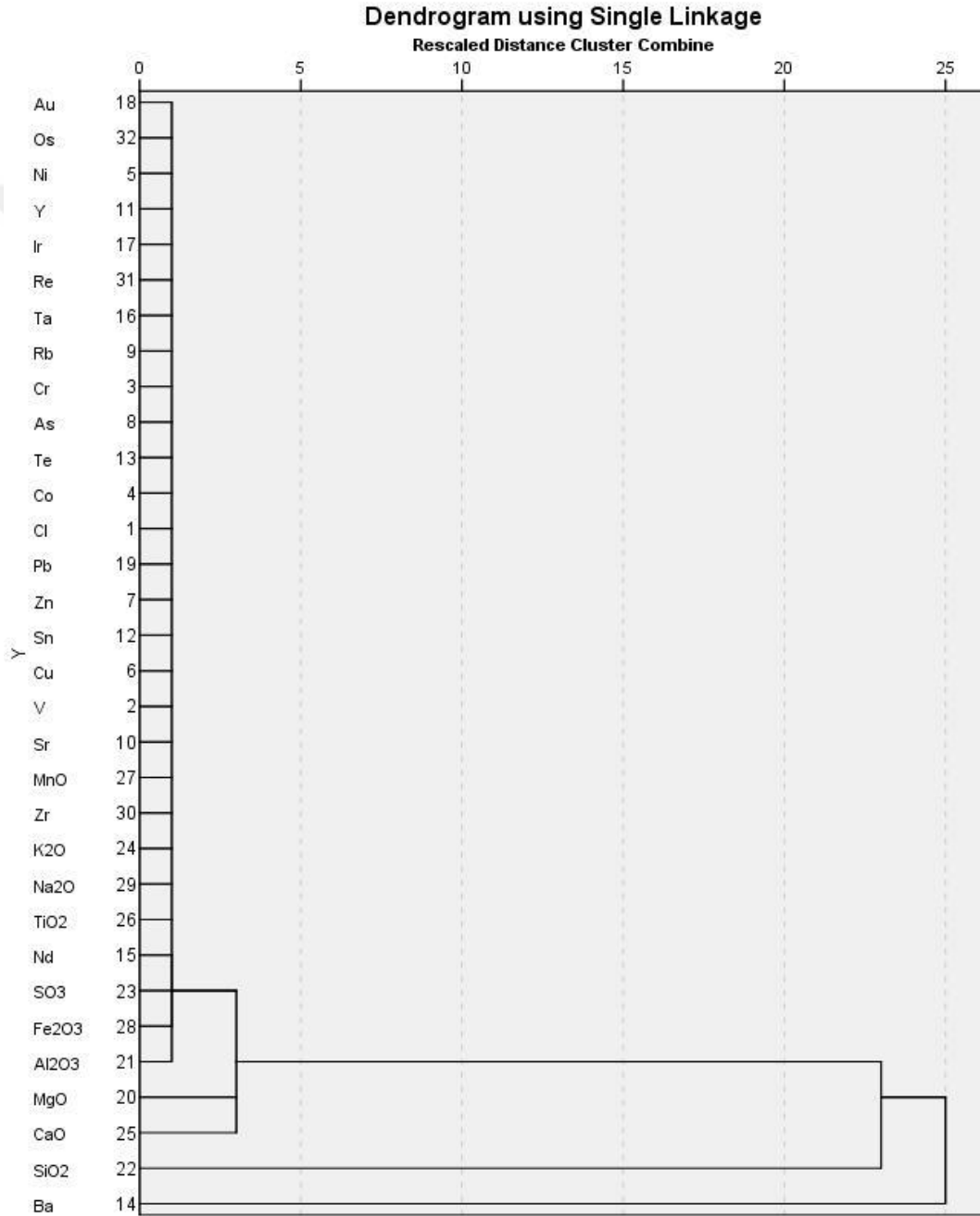
#### 4.3.1.5. Hierarchical cluster analizi

29 adet barit örneğinin XRF sonuçlarına göre, Hierarchical Cluster Analysis dendrogramı yapılmıştır. Dendrograma göre barit numunelerindeki element ve bileşiklerin birbiriyle olan ilişkisi Şekil 4.19'de görülmektedir. Buna göre; 31 element ve bileşik üzerinde yapılan Hierarchical Cluster Analysis dendrogramı 3 kümeden oluşmaktadır. Birinci küme Ba; ikinci küme  $\text{SO}_3$ ; üçüncü küme ise Sr, Zr, MgO, CaO,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  element ve bileşiklerinden oluşmaktadır. Baryum (Ba)'un en yakın komşusu, barit mineralini oluşturan kükürt trioksit ( $\text{SO}_3$ )'tir ve dendrograma göre en yakın hiyerarşik ilişki bu iki element ve bileşik arasında olduğu görülmektedir.



**Şekil 4.19.** BT (Barit) numunelerinin Hierarchical Cluster Analiz dendrogramı

30 adet yan kayaç örneğinin XRF sonuçlarına göre, Hierarchical Cluster Analysis dendrogramı yapılmıştır. Dendrograma göre yan kayaç numunelerindeki element ve bileşiklerin birbiriyle olan ilişkisi Şekil 4.20’de görülmektedir. Buna göre; 32 element ve bileşik üzerinde yapılan Hierarchical Cluster Analysis dendrogramı 3 kümeden oluşmaktadır. Birinci küme Ba; ikinci küme  $\text{SiO}_2$ ; üçüncü küme ise  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ , element ve bileşiklerinden oluşmaktadır. Baryum (Ba)’un barit numunesinden farklı olarak yan kayaçtaki en yakın komşusu, baritin kalitesini düşüren, sertliğini arttıran ve işlenebilirliğini zorlaştıran silisyum dioksit ( $\text{SiO}_2$ )’dir ve dendrograma göre en yakın hiyerarşik ilişki bu iki element ve bileşik arasında olduğu görülmektedir.



Şekil 4.20. YK (Yan kayaç) numunelerinin Hierarchical Cluster Analiz dendrogramı



#### 4.3.1.6. Model summary ve anova analizi

XRF sonuçları, barit numuneleri için Model Summary ve Anova'ya göre hesaplanmıştır. Hesaplamada, Ba'ya göre Regresyon verileri dikkate alınmıştır. Regresyon denkleminin açıklayıcı yüzdesi  $R^2 = \%100$  olup, hata payı bulunmamaktadır. Analiz sonuçları çok yüksek düzeyde doğruluk göstermektedir. Baryum "Ba" elementinin değişimini 28 ( $\text{SO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Te, Zn, I, In, Pb,  $\text{Na}_2\text{O}$ , Hf,  $\text{TiO}_2$ , As, Nd, Sr, Cl, Cu, Sb,  $\text{SiO}_2$ , Ta, Re, V, Sn, MnO,  $\text{K}_2\text{O}$ , MgO, Sc, CaO) açıklayıcı değişken, yüksek düzeyde açıklamaktadır (Çizelge 4.10).

**Çizelge 4.10.** Barit numuneleri için 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 <sup>a</sup> | 1,000      |                     |                              |

Predictors: (Constant),  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Te, Zn, I, In, Pb,  $\text{Na}_2\text{O}$ , Hf,  $\text{TiO}_2$ , As, Nd, Sr, Cl, Cu, Sb,  $\text{SiO}_2$ , Ta, Re, V, Sn, MnO,  $\text{K}_2\text{O}$ , MgO, Sc, CaO

ANOVA<sup>a</sup>

| Model        | "Sum of Squares" | df | "Mean Square" | F | Sig.           |
|--------------|------------------|----|---------------|---|----------------|
| 1 Regression | 1974,052         | 28 | 70,502        |   | . <sup>b</sup> |
| Residual     | 0,000            | 0  |               |   |                |
| Total        | 1974,052         | 28 |               |   |                |

a. Dependent Variable: Ba

b. Predictors: (Constant),  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Te, Zn, I, In, Pb,  $\text{Na}_2\text{O}$ , Hf,  $\text{TiO}_2$ , As, Nd, Sr, Cl, Cu, Sb,  $\text{SiO}_2$ , Ta, Re, V, Sn, MnO,  $\text{K}_2\text{O}$ , MgO, Sc, CaO

XRF sonuçları, yan kayaç numuneleri için Model Summary ve Anova'ya göre hesaplanmıştır. Hesaplamada, Ba'ya göre Regresyon verileri dikkate alınmıştır. Regresyon denkleminin açıklayıcı yüzdesi  $R^2 = \%100$  olup, hata payı bulunmamaktadır. Analiz sonuçları çok yüksek düzeyde doğruluk göstermektedir. Baryum "Ba" elementinin değişimini 29 (Zn, Ni, Pb, Cu, MnO,  $\text{TiO}_2$ , Te, MgO, Nd, Sn, Sr,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , Cr, Ir, Rb, CaO, Re,  $\text{SO}_3$ , Ta, As,  $\text{Na}_2\text{O}$ , Zr, Co,  $\text{K}_2\text{O}$ , Y) açıklayıcı değişken, yüksek düzeyde açıklamaktadır (Çizelge 4.11).

**Çizelge 4.11.** Yan kayaç numuneleri için 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 <sup>a</sup> | 1,000      | 1,000               | 0,13481                      |

Predictors: (Constant), Zn, Ni, Pb, Cu, MnO, TiO<sub>2</sub>, Te, MgO, Nd, Sn, Sr, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Cr, Ir, Rb, CaO, Re, SO<sub>3</sub>, Ta, As, Na<sub>2</sub>O, Zr, Co, K<sub>2</sub>O, Y

ANOVA<sup>a</sup>

| Model        | “Sum of Squares” | df | “Mean Square” | F         | Sig.              |
|--------------|------------------|----|---------------|-----------|-------------------|
| 1 Regression | 23787,556        | 28 | 849,556       | 46742,890 | ,004 <sup>b</sup> |
| Residual     | 0,018            | 1  | 0,018         |           |                   |
| Total        | 23787,574        | 29 |               |           |                   |

a. Dependent Variable: Ba

b. Predictors: (Constant), Zn, Ni, Pb, Cu, MnO, TiO<sub>2</sub>, Te, MgO, Nd, Sn, Sr, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Cr, Ir, Rb, CaO, Re, SO<sub>3</sub>, Ta, As, Na<sub>2</sub>O, Zr, Co, K<sub>2</sub>O, Y

#### 4.3.1.7. Nearest neighbor analizi

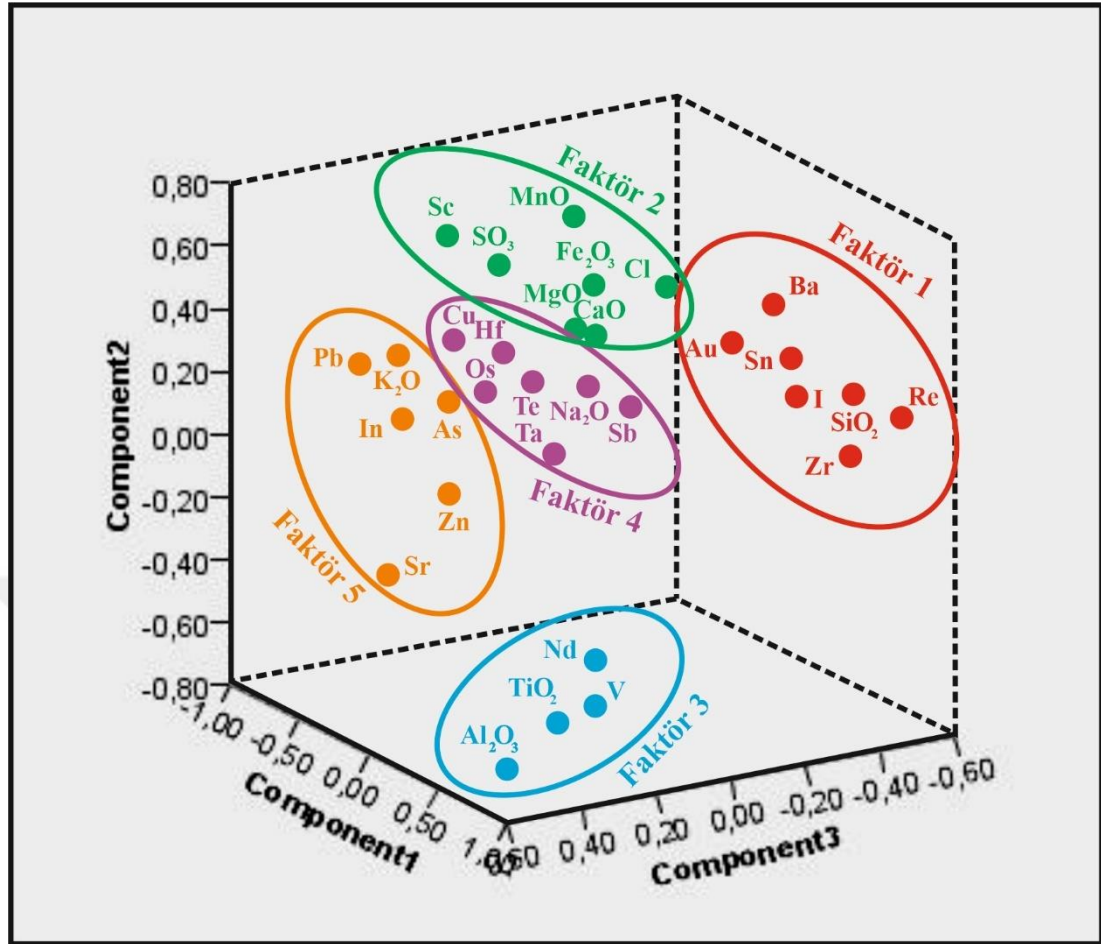
Hiyerarşik kümeleme analizinde belirlenen element ve bileşiklerin yakınlık ilişkileri baz alınarak Nearest neighbor analizi yapılmıştır. Şekil 4.21’te görüldüğü üzere, barit numuneleri üzerinde yapılan analizde kare yüklemelerin rotasyon toplamaları değerleri baz alınarak, elementlerin en yakın komşuları 5 faktör ile gruplandırılmıştır (Çizelge 4.12). Toplamda 31 adet element ve bileşiklerin birbirleriyle olan ilişkilerini sınıflandırmak için faktör belirlemeleri rotated component matrix (Çizelge 4.13) üzerinde koyu renkle gösterilmiştir. Varyansın toplam %17,234 ile en yüksek değerini kapsayan faktör 1, Ba, Sn, I, SiO<sub>2</sub>, Zr, Re element ve bileşiklerinden oluşmaktadır.

**Çizelge 4.12.** Barit numunelerine ait faktör analizi

| Toplam Varyans Açıklama Oranı |                        |                      |               |                                       |                      |               |
|-------------------------------|------------------------|----------------------|---------------|---------------------------------------|----------------------|---------------|
| Faktör                        | Başlangıç Öz değerleri |                      |               | Kare Yüklemelerin Rotasyon Toplamları |                      |               |
|                               | Toplam                 | Varyans açıklama (%) | Kümülatif (%) | Toplam                                | Varyans açıklama (%) | Kümülatif (%) |
| 1                             | 7,296                  | 23,536               | 23,536        | 5,343                                 | 17,234               | 17,234        |
| 2                             | 4,838                  | 15,607               | 39,143        | 5,034                                 | 16,239               | 33,472        |
| 3                             | 3,078                  | 9,930                | 49,074        | 3,343                                 | 10,783               | 44,256        |
| 4                             | 2,370                  | 7,644                | 56,717        | 3,036                                 | 9,793                | 54,049        |
| 5                             | 2,089                  | 6,737                | 63,455        | 2,916                                 | 9,406                | 63,455        |

Çizelge 4.13. Barit numunelerine ait faktörlerin rotasyon değerleri

|                                | ROTATED COMPONENT MATRIX |               |               |               |               |
|--------------------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                | 1                        | 2             | 3             | 4             | 5             |
| Cl                             | 0,127                    | <b>0,622</b>  | -0,036        | -0,030        | -0,156        |
| V                              | -0,252                   | -0,497        | <b>-0,648</b> | -0,160        | 0,004         |
| Cu                             | 0,010                    | 0,001         | 0,160         | <b>0,681</b>  | 0,257         |
| Zn                             | -0,172                   | 0,009         | -0,335        | 0,036         | <b>0,602</b>  |
| As                             | 0,200                    | -0,067        | 0,018         | 0,049         | <b>0,632</b>  |
| Sr                             | 0,077                    | -0,213        | -0,013        | -0,370        | <b>-0,464</b> |
| In                             | 0,356                    | 0,014         | -0,048        | 0,064         | <b>-0,460</b> |
| Sn                             | <b>0,913</b>             | -0,172        | -0,250        | 0,100         | -0,098        |
| Sb                             | 0,371                    | 0,009         | 0,326         | <b>-0,511</b> | 0,219         |
| Te                             | -0,002                   | 0,104         | -0,105        | <b>0,550</b>  | 0,046         |
| I                              | <b>0,550</b>             | -0,121        | 0,129         | 0,223         | 0,016         |
| Ba                             | <b>0,944</b>             | -0,089        | -0,045        | 0,169         | -0,118        |
| Nd                             | 0,043                    | -0,002        | <b>-0,871</b> | -0,036        | -0,009        |
| Hf                             | 0,167                    | -0,008        | 0,128         | <b>0,706</b>  | -0,195        |
| Ta                             | 0,417                    | -0,127        | 0,116         | <b>0,711</b>  | 0,099         |
| Au                             | <b>0,502</b>             | -0,079        | 0,125         | 0,004         | 0,476         |
| Pb                             | -0,039                   | 0,382         | 0,015         | 0,247         | <b>0,386</b>  |
| MgO                            | -0,313                   | <b>0,856</b>  | 0,236         | -0,133        | -0,046        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -0,459                   | 0,047         | <b>0,592</b>  | -0,056        | 0,497         |
| SiO <sub>2</sub>               | <b>-0,482</b>            | 0,297         | 0,348         | 0,363         | 0,380         |
| SO <sub>3</sub>                | 0,076                    | <b>-0,867</b> | 0,117         | -0,153        | -0,186        |
| K <sub>2</sub> O               | 0,034                    | 0,167         | 0,312         | -0,054        | <b>0,710</b>  |
| CaO                            | -0,371                   | <b>0,783</b>  | 0,333         | -0,160        | 0,006         |
| TiO <sub>2</sub>               | -0,442                   | -0,430        | <b>-0,622</b> | -0,186        | 0,044         |
| MnO                            | -0,370                   | <b>0,753</b>  | 0,073         | -0,164        | 0,249         |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -0,264                   | <b>0,847</b>  | 0,372         | -0,077        | 0,054         |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,249                    | -0,095        | 0,049         | <b>0,422</b>  | -0,097        |
| Sc                             | -0,558                   | <b>-0,625</b> | 0,205         | -0,202        | -0,102        |
| Zr                             | <b>0,658</b>             | -0,112        | -0,648        | -0,039        | -0,191        |
| Re                             | <b>0,723</b>             | -0,122        | 0,184         | 0,115         | 0,123         |
| Os                             | 0,150                    | -0,086        | -0,016        | <b>0,421</b>  | 0,265         |



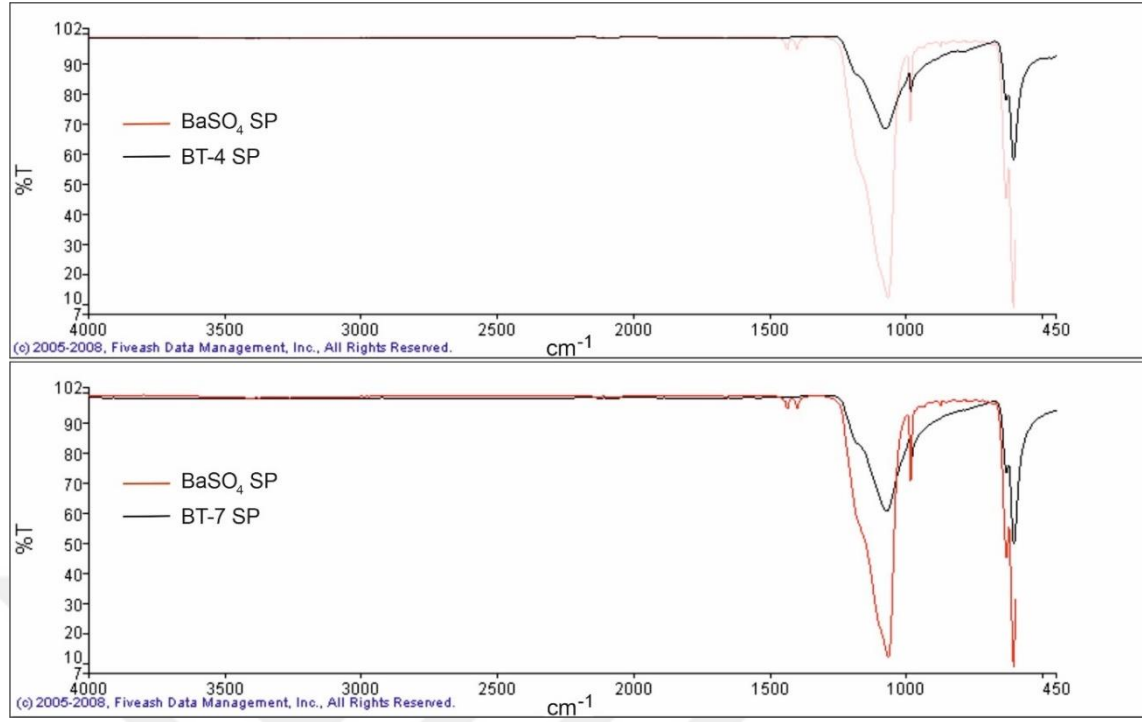
Şekil 4.21. Nearest neighbor analizi

#### 4.3.2. Ft-ir analizi

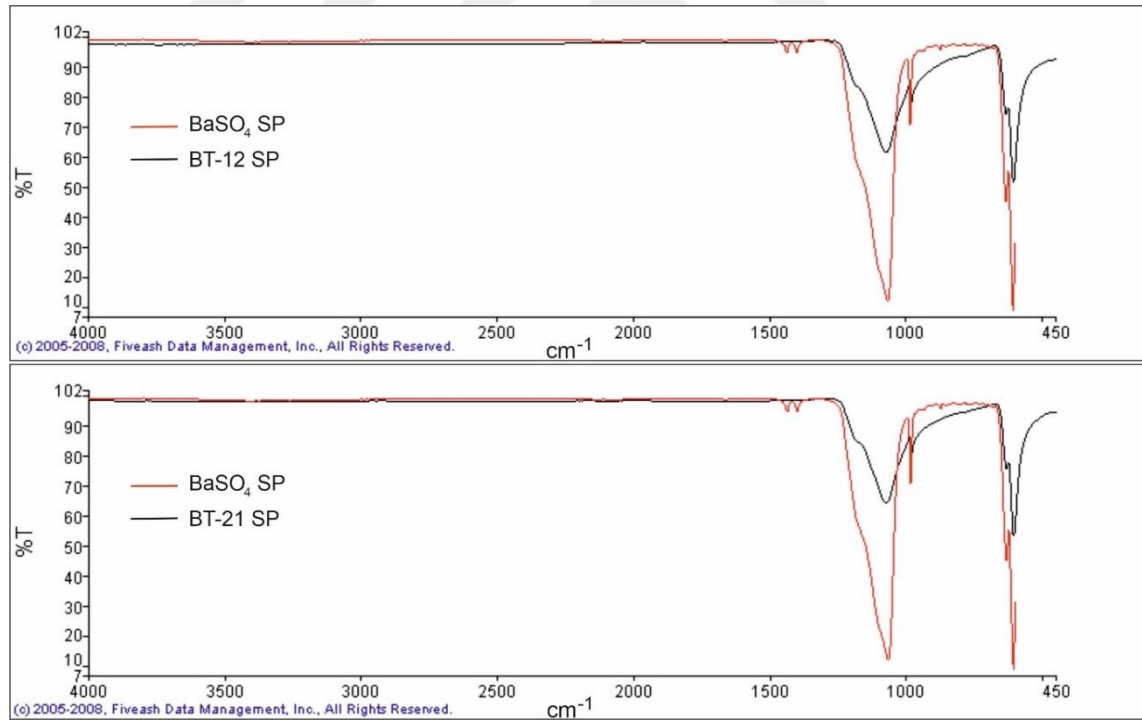
FT-IR analizi spektrumları, mineraller arasındaki etkileşimi karakterize etmek için kullanılan bir ölçüm yöntemidir (Xoing vd., 2022). BaSO<sub>4</sub>'e ait dalga sayısı ve pik davranışı FT-IR analizinde cm<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Akyüz vd., 2012).

Analiz ölçümü 4000-450cm<sup>-1</sup> spektrum dalga numaraları arasında yapılmıştır. Baryum sülfata (BaSO<sub>4</sub>) ait (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) iyonunun FT-IR spektrum dalga numarası 1200-1000cm<sup>-1</sup> titreşim bandı olarak pik yapmakta, 700-600cm<sup>-1</sup> değerlerinde ise açılı bükülme eğrisi gösterir (Olpen ve Pripiat, 1979; Boselli vd., 2009).

FT-IR analizi grafik verilerinde yer alan siyah spektrum barit numunelerini, kırmızı spektrum ise BaSO<sub>4</sub>'ün standart dalga titreşim bandını temsil etmektedir (Şekil 4.22, 4.23, 4.24).

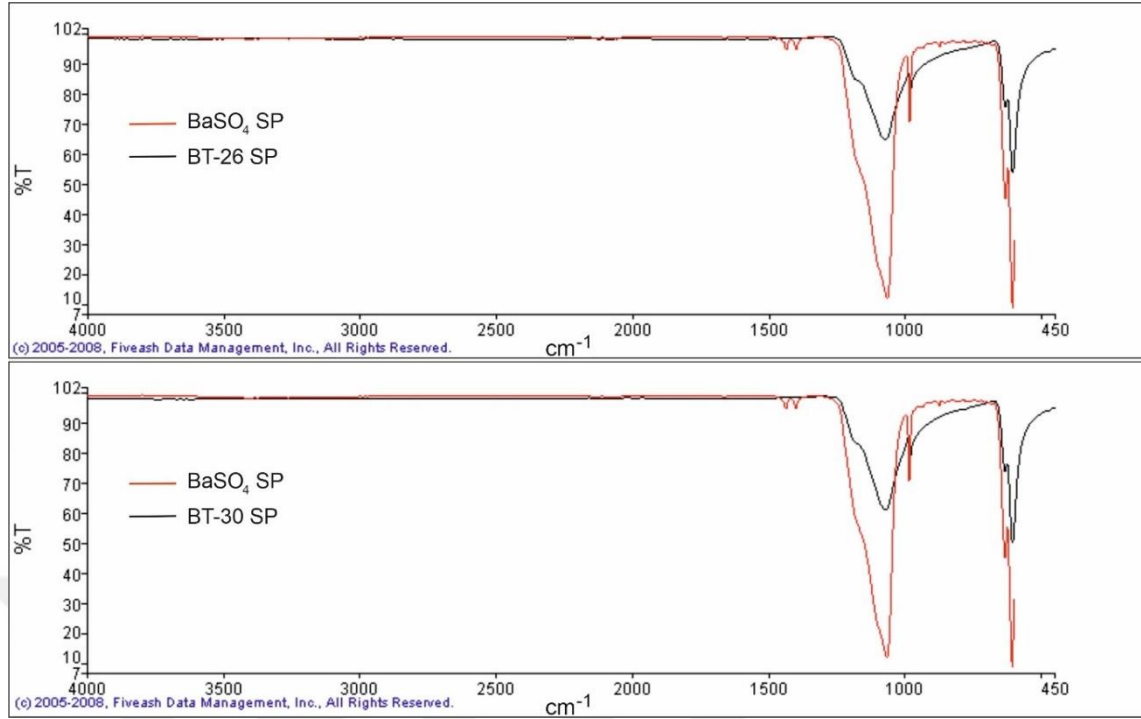


Şekil 4.22. BT-4 ve BT-7 numuneleri FT-IR spektrumları



Şekil 4.23. BT-12 ve BT-21 numuneleri FT-IR spektrumları





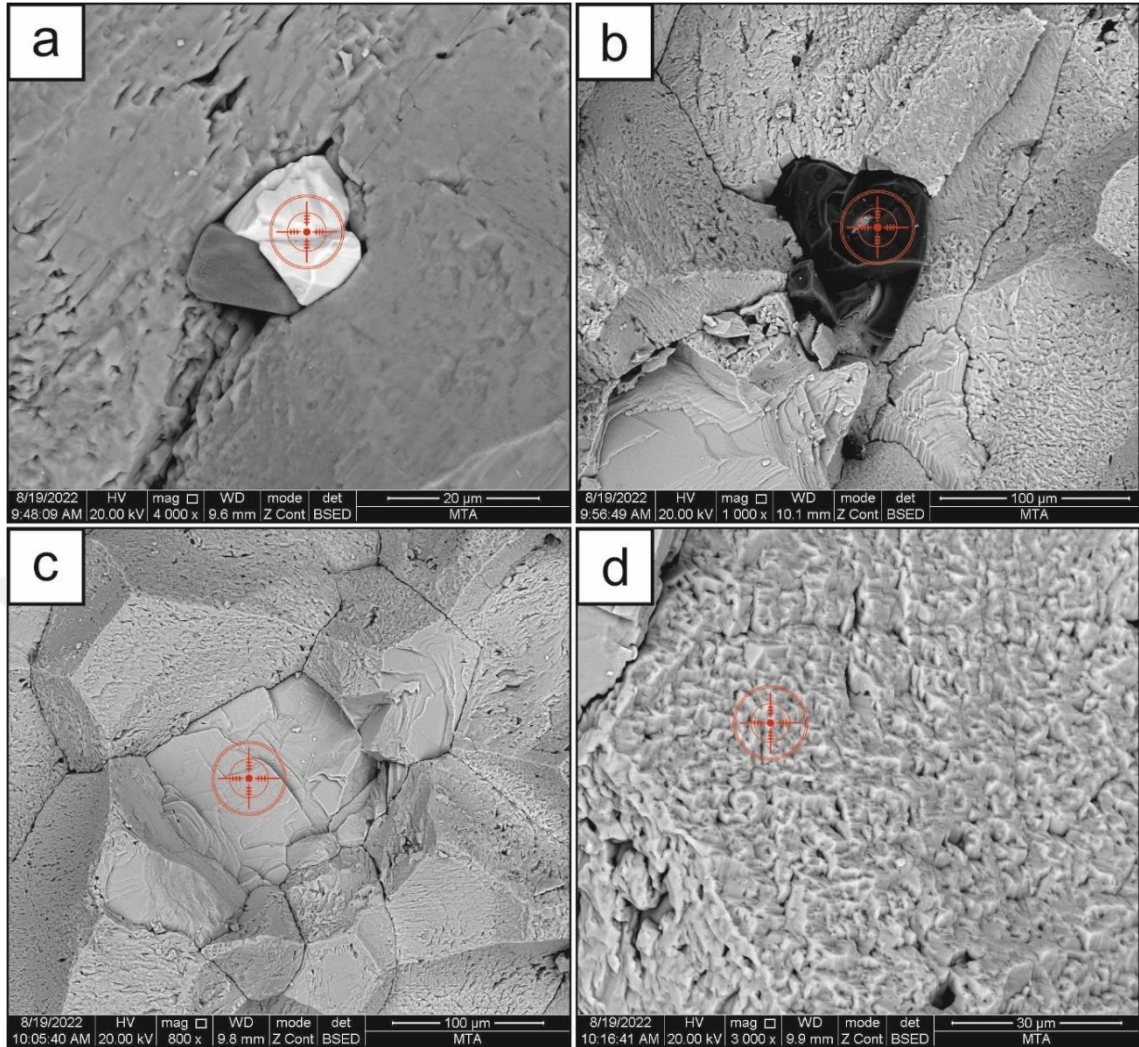
**Şekil 4.24.** BT-26 ve BT-30 numuneleri FT-IR spektrumları

Analizde kullanılmak üzere 3 farklı ocak, 6 ayrı lokasyondan alınan barit numuneleri 2 ayrı bölgeyi temsil etmektedir. BT-4, BT-7 ve BT-12 numuneleri Alanya'nın batı ucunda bulunan Konaklı bölgesini, BT-21, BT-26 ve BT-30 numuneleri ise Alanya'nın doğusunu temsil etmektedir. FT-IR analizinde BaSO<sub>4</sub>'ün imzası niteliğinde olan dalga titreşim bandı (1200-1000cm<sup>-1</sup> ve 700-600cm<sup>-1</sup>) aralığı ile analiz yapılan barit numuneleri aynı aralıkta pik yapmıştır.

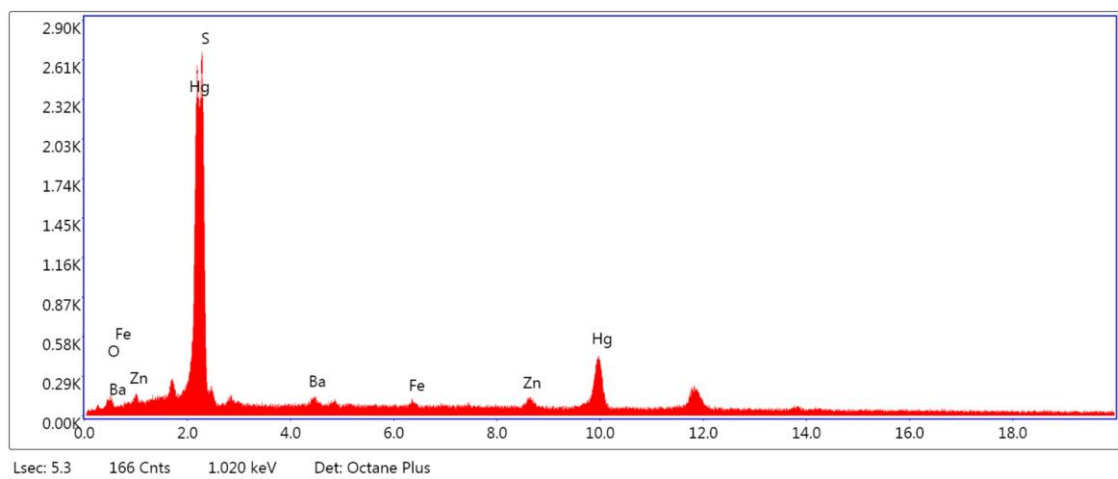
#### 4.3.3. Taramalı elektron mikroskobu (sem) analizi

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi 4 adet numuneye birçok çekim yapılarak uygulanmıştır (Şekil 4.25-4.45; Çizelge 4.14-4.29). 2 adet numune Konaklı bölgesini diğer 2 numune ise Demirtaş bölgesini temsil etmektedir. EDS fotoları üzerindeki kırmızı işaretlenmiş kısımlar çekimin yapıldığı noktayı belirtmektedir. SEM analizine ilişkin ayrıntılı fotoğraf, grafik ve veriler EK-7'de yer almaktadır.

<sup>34</sup>S değerleri taramalı elektron mikroskobu analizi sonuçlarına göre 36,02 – 21,23 – 15,45 – 20,56 – 19,13 – 24,56 – 18,77 – 22,91 – 21,24 – 25,27 – 23,91 değerler göstermiştir. <sup>34</sup>S değerinin tüm taramalı elektron mikroskobu analizi sonuçlarına göre değerlendirildiğinde 15,45 ile 36,02 değerleri arasında olduğu dikkate alınarak hidrotermal ortamı yansıttığı düşünülmektedir.



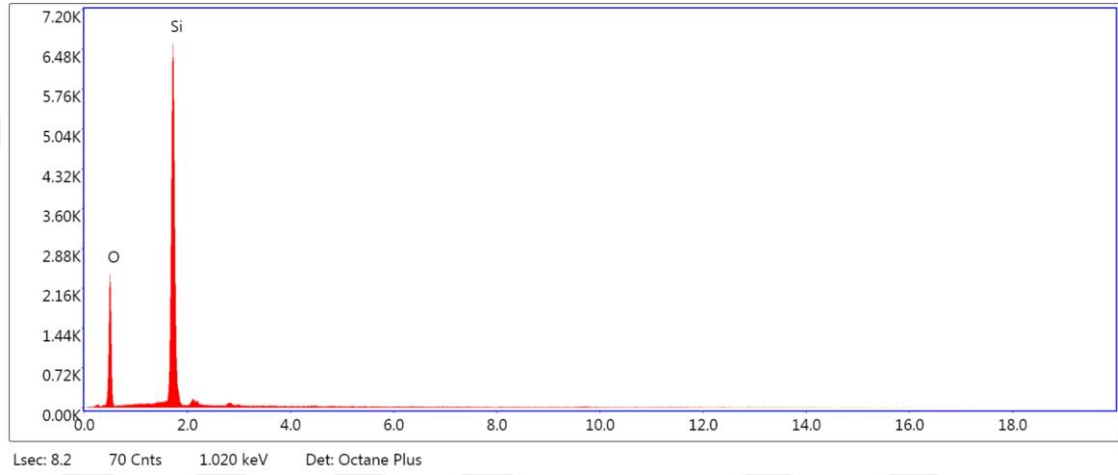
Şekil 4.25. BT-7 numunesi EDS çekimleri



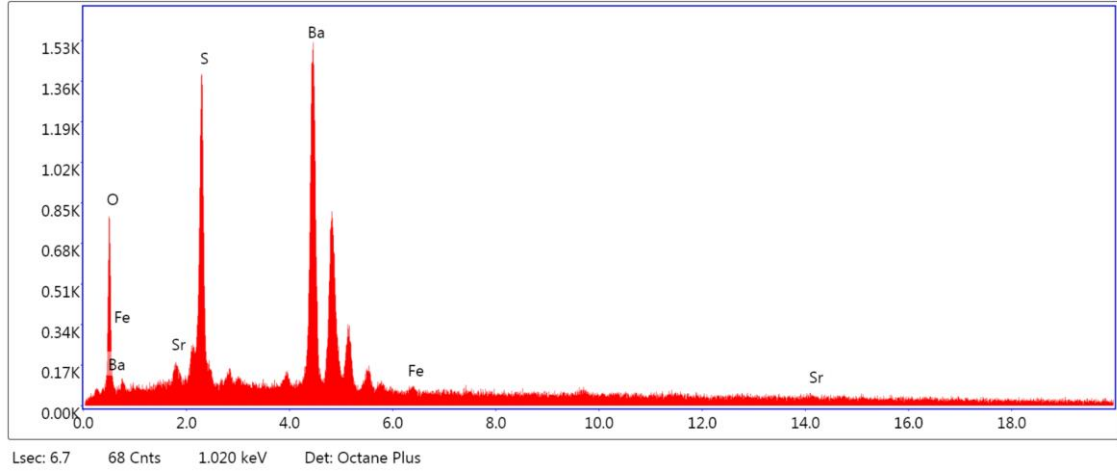
Şekil 4.26. BT-7 EDS-a çekimine ait pik grafiği

**Çizelge 4.14.** BT-7 EDS-a kantitatif sonuçlar

| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 11.90      | 42.47      | 189.45   | 17.18     | 0.0227 | 1.3294 | 0.1435 | 1.0000 |
| Zn      | 2.66       | 2.32       | 57.59    | 32.17     | 0.0127 | 1.0518 | 0.4524 | 1.0003 |
| S       | 20.23      | 36.02      | 2985.82  | 6.23      | 0.1411 | 1.2229 | 0.5680 | 1.0043 |
| Ba      | 0.41       | 0.17       | 16.26    | 63.48     | 0.0029 | 0.9023 | 0.7823 | 1.0072 |
| Fe      | 0.80       | 0.81       | 84.23    | 40.94     | 0.0083 | 1.0907 | 0.8238 | 1.1612 |
| Hg      | 63.99      | 18.21      | 1440.60  | 8.61      | 0.5503 | 0.8380 | 1.0270 | 0.9991 |

**Şekil 4.27.** BT-7 EDS-b çekimine ait pik grafiği**Çizelge 4.15.** BT-7 EDS-b kantitatif sonuçlar

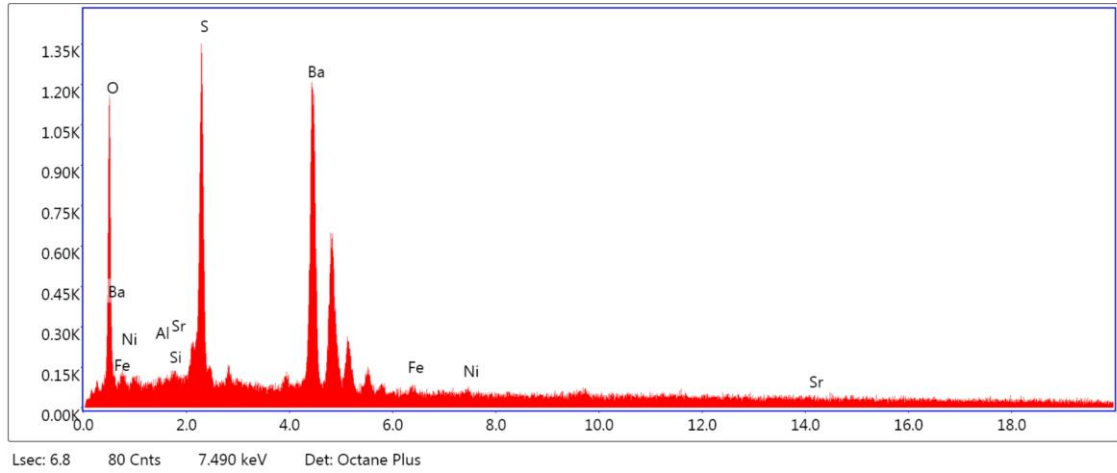
| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 50.71      | 64.36      | 1770.01  | 8.36      | 0.1864 | 1.0444 | 0.3521 | 1.0000 |
| Si      | 49.29      | 35.64      | 6666.12  | 3.03      | 0.3937 | 0.9505 | 0.8401 | 1.0006 |



**Şekil 4.28.** BT-7 EDS-c çekimine ait pik grafiği

**Çizelge 4.16.** BT-7 EDS-c kantitatif sonuçlar

| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 24.32      | 61.11      | 799.51   | 9.45      | 0.0875 | 1.2383 | 0.2906 | 1.0000 |
| S       | 16.93      | 21.23      | 2238.97  | 6.82      | 0.0968 | 1.1410 | 0.4937 | 1.0152 |
| Ba      | 56.67      | 16.59      | 3000.14  | 2.56      | 0.4962 | 0.8400 | 1.0429 | 0.9995 |
| Fe      | 0.46       | 0.33       | 40.31    | 67.63     | 0.0036 | 1.0136 | 0.7635 | 1.0138 |
| Sr      | 1.61       | 0.74       | 23.16    | 62.42     | 0.0178 | 0.9040 | 0.9840 | 1.2419 |



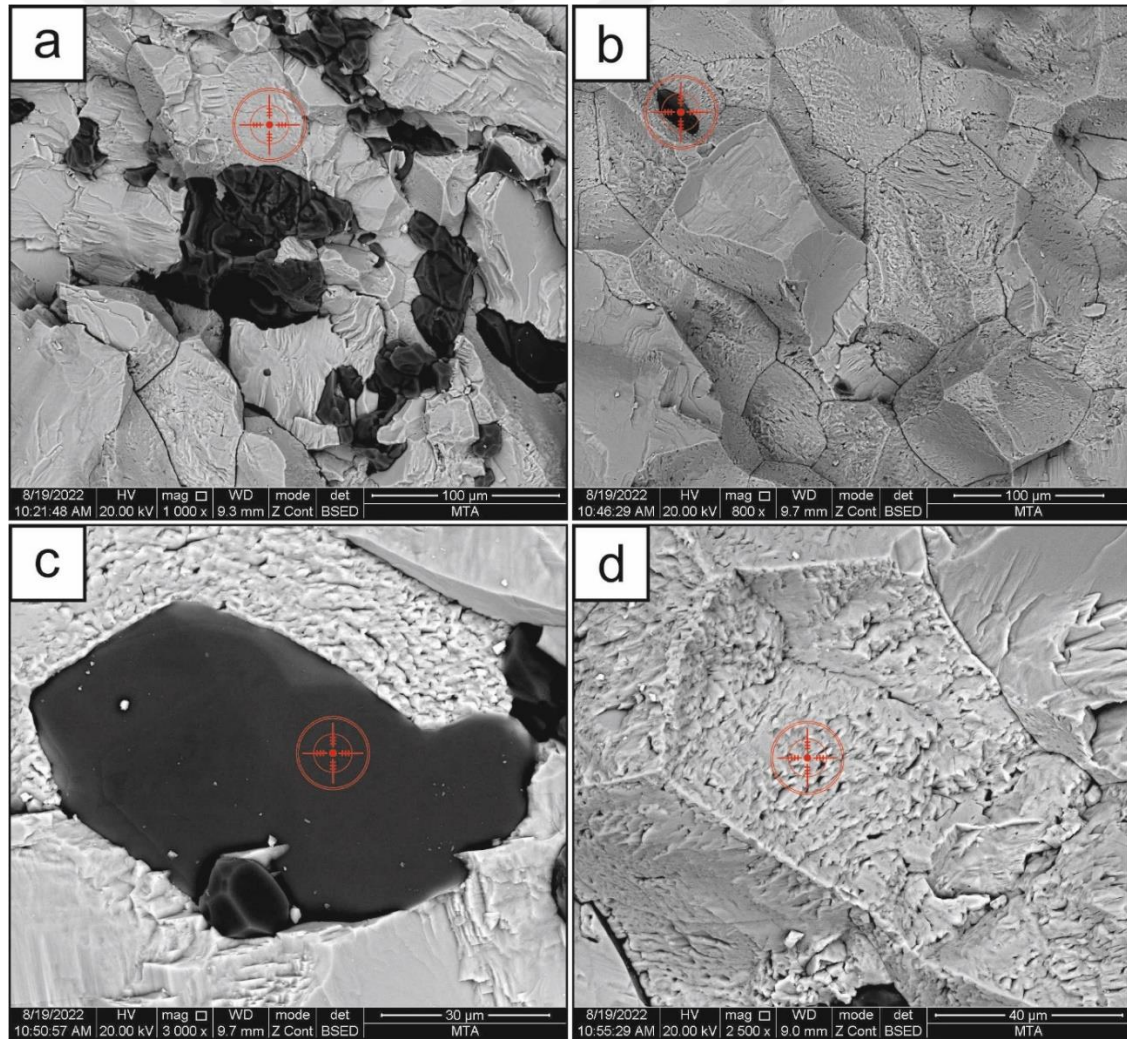
**Şekil 4.29.** BT-7 EDS-d çekimine ait pik grafiği



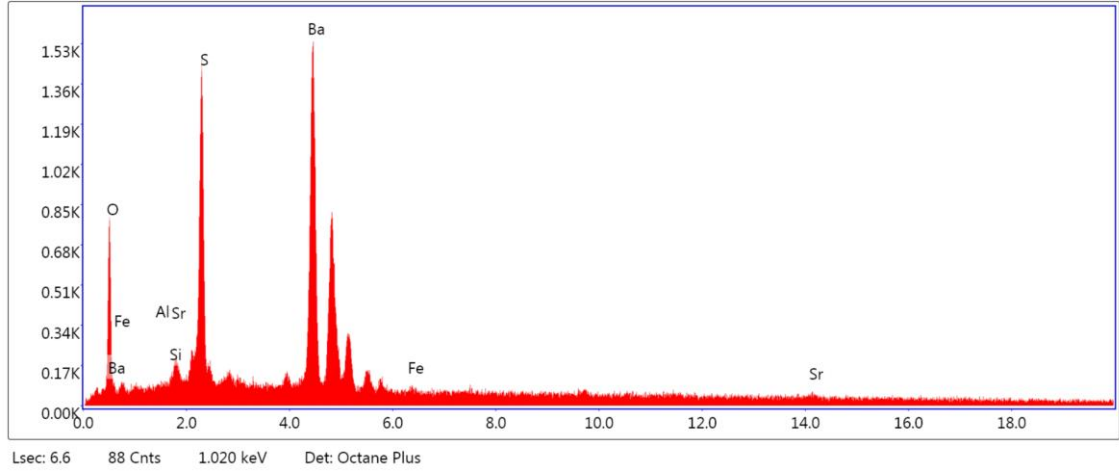
**Çizelge 4.17.** BT-7 EDS-d kantitatif sonuçlar

| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 34.92      | 69.87      | 1167.73  | 8.88      | 0.1286 | 1.1816 | 0.3117 | 1.0000 |
| Al      | 2.21       | 2.62       | 142.21   | 15.86     | 0.0057 | 1.0754 | 0.2379 | 1.0041 |
| Si      | 0.69       | 0.79       | 63.88    | 26.99     | 0.0025 | 1.1030 | 0.3242 | 1.0069 |
| S       | 15.48      | 15.45      | 2070.33  | 6.61      | 0.0903 | 1.0875 | 0.5289 | 1.0141 |
| Ba      | 44.84      | 10.45      | 2303.49  | 3.46      | 0.3841 | 0.7992 | 1.0725 | 0.9995 |
| Fe      | 0.45       | 0.26       | 39.51    | 65.27     | 0.0036 | 0.9635 | 0.8094 | 1.0159 |
| Ni      | 0.24       | 0.13       | 19.58    | 66.36     | 0.0021 | 0.9799 | 0.8747 | 1.0285 |
| Sr      | 1.16       | 0.43       | 15.94    | 64.35     | 0.0124 | 0.8519 | 0.9911 | 1.2594 |

BT-7 numunesine ait SEM EDS çekimleri, pik grafikleri ve kantitatif sonuçlar Alanya/Konaklı bölgesi “Yiğit-I” barit ocağı baritlerini temsil etmektedir. BT-7 barit örneğinin SEM analizinde Ba, Fe, Sr, O, S, Si, Hg, Zn, Ni, Al elementlerine ait pikler görülmektedir.

**Şekil 4.30.** BT-12 Numunesi EDS çekimleri

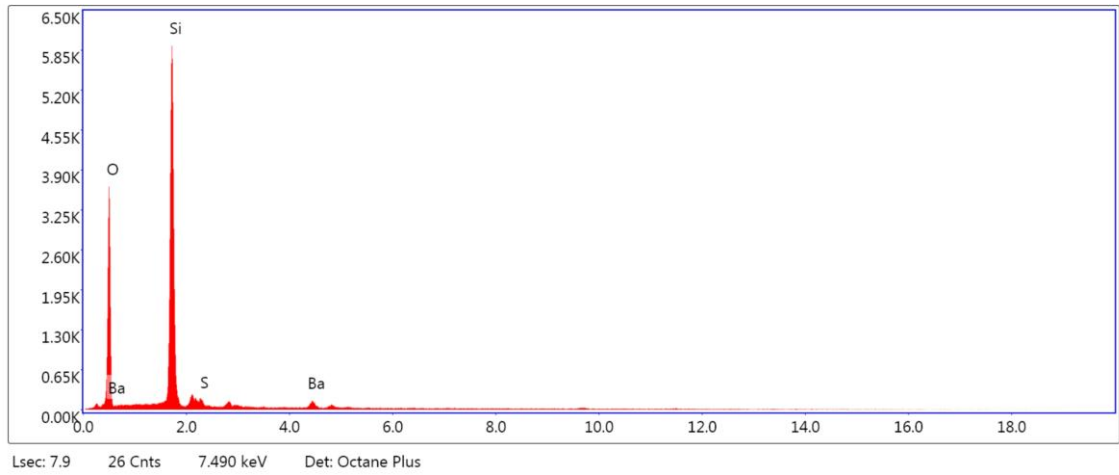




**Şekil 4.31.** BT-12 EDS-a çekimine ait pik grafiği

**Çizelge 4.18.** BT-12 EDS-a kantitatif sonuçlar

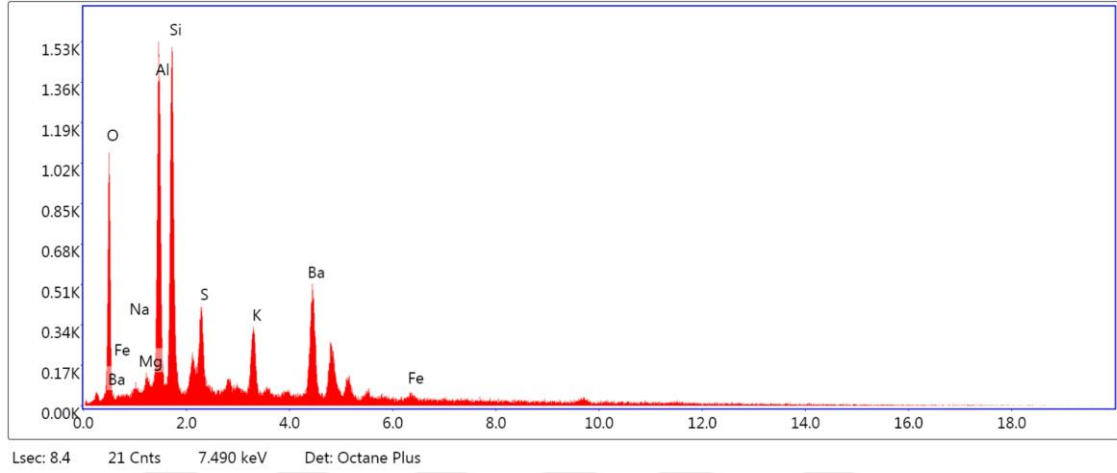
| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 24.62      | 60.16      | 813.20   | 9.54      | 0.0853 | 1.2302 | 0.2816 | 1.0000 |
| Al      | 1.30       | 1.88       | 83.78    | 20.60     | 0.0032 | 1.1202 | 0.2158 | 1.0041 |
| Si      | 0.55       | 0.76       | 51.86    | 29.02     | 0.0019 | 1.1491 | 0.2992 | 1.0070 |
| S       | 16.87      | 20.56      | 2300.33  | 6.95      | 0.0945 | 1.1333 | 0.4872 | 1.0146 |
| Ba      | 54.04      | 15.38      | 2992.10  | 2.77      | 0.4702 | 0.8341 | 1.0437 | 0.9995 |
| Fe      | 0.30       | 0.21       | 27.22    | 76.12     | 0.0023 | 1.0064 | 0.7692 | 1.0145 |
| Sr      | 2.33       | 1.04       | 34.90    | 61.39     | 0.0255 | 0.8962 | 0.9852 | 1.2386 |



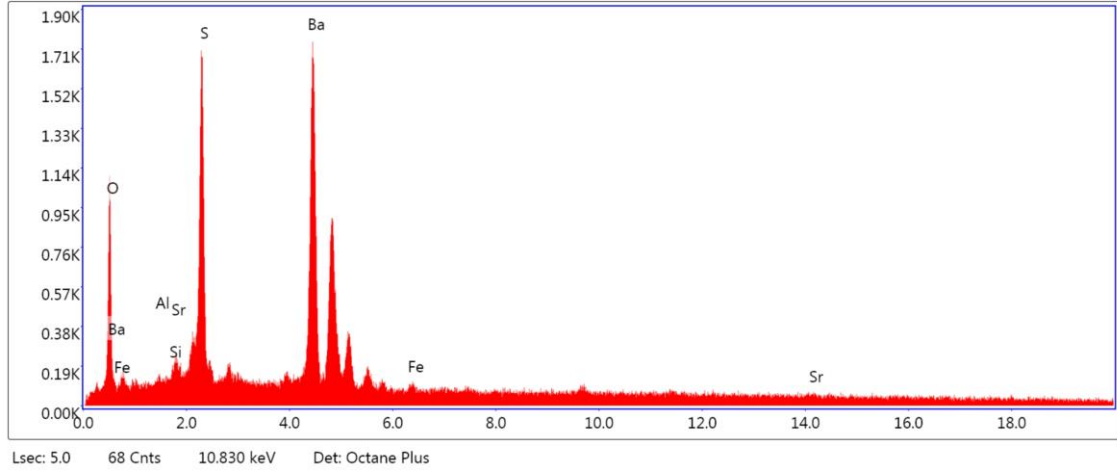
**Şekil 4.32.** BT-12 EDS-b çekimine ait pik grafiği

**Çizelge 4.19.** BT-12 EDS-b kantitatif sonuçlar

| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 54.31      | 69.96      | 2852.91  | 7.78      | 0.2215 | 1.0564 | 0.3862 | 1.0000 |
| Si      | 37.52      | 27.53      | 6406.89  | 3.81      | 0.2777 | 0.9629 | 0.7674 | 1.0020 |
| S       | 2.62       | 1.69       | 312.98   | 9.55      | 0.0166 | 0.9435 | 0.6692 | 1.0045 |
| Ba      | 5.55       | 0.83       | 172.75   | 17.25     | 0.0394 | 0.6555 | 1.0850 | 0.9986 |

**Şekil 4.33.** BT-12 EDS-c çekimine ait pik grafiği**Çizelge 4.20.** BT-12 EDS-c kantitatif sonuçlar

| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 24.09      | 44.82      | 765.38   | 9.44      | 0.0843 | 1.1716 | 0.2988 | 1.0000 |
| Na      | 0.63       | 0.81       | 25.90    | 36.14     | 0.0020 | 1.0698 | 0.2939 | 1.0015 |
| Mg      | 1.33       | 1.63       | 91.57    | 14.64     | 0.0055 | 1.0898 | 0.3801 | 1.0027 |
| Al      | 17.19      | 18.97      | 1483.74  | 7.27      | 0.0891 | 1.0509 | 0.4916 | 1.0036 |
| Si      | 16.91      | 17.92      | 1507.66  | 7.07      | 0.0928 | 1.0754 | 0.5080 | 1.0042 |
| S       | 6.53       | 6.07       | 581.83   | 7.14      | 0.0439 | 1.0556 | 0.6305 | 1.0098 |
| K       | 4.24       | 3.22       | 368.36   | 8.58      | 0.0365 | 1.0025 | 0.8315 | 1.0327 |
| Ba      | 28.30      | 6.14       | 671.99   | 6.04      | 0.2175 | 0.7378 | 1.0425 | 0.9989 |
| Fe      | 0.78       | 0.42       | 29.51    | 50.36     | 0.0068 | 0.9170 | 0.9312 | 1.0194 |

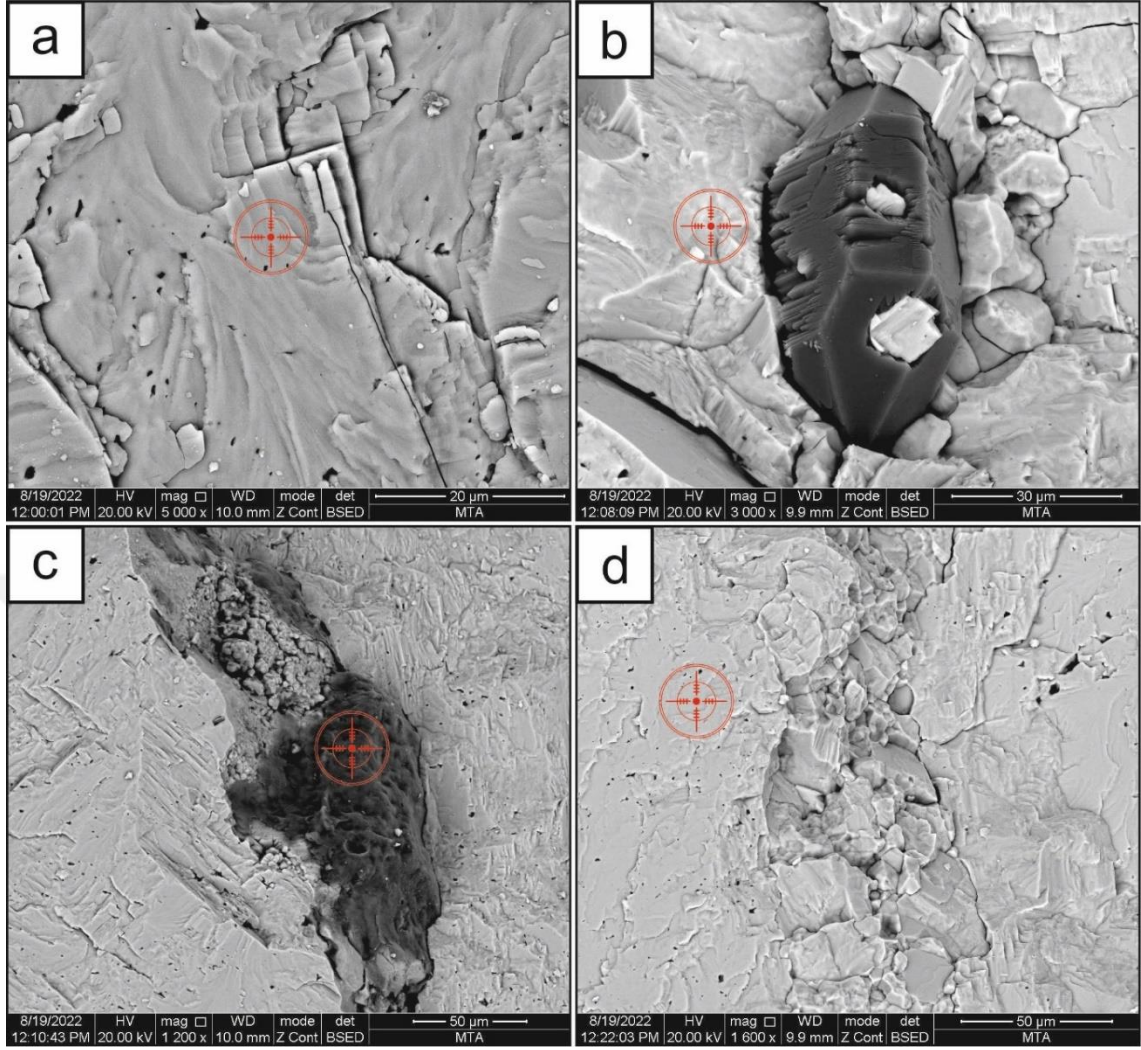


**Şekil 4.34.** BT-12 EDS-d çekimine ait pik grafiği

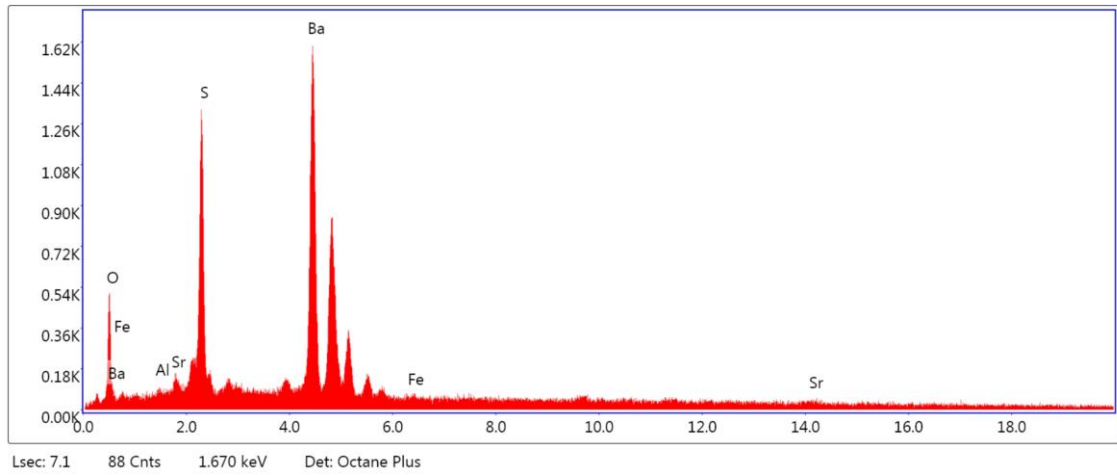
**Çizelge 4.21.** BT-12 EDS-d kantitatif sonuçlar

| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 27.73      | 63.06      | 1506.20  | 9.29      | 0.0943 | 1.2122 | 0.2806 | 1.0000 |
| Al      | 1.90       | 2.56       | 211.09   | 15.74     | 0.0047 | 1.1037 | 0.2249 | 1.0043 |
| Si      | 0.49       | 0.64       | 79.43    | 28.38     | 0.0017 | 1.1322 | 0.3084 | 1.0072 |
| Sr      | 2.87       | 1.19       | 243.26   | 10.66     | 0.0136 | 0.8950 | 0.5304 | 1.0016 |
| S       | 16.86      | 19.13      | 3864.40  | 6.73      | 0.0944 | 1.1165 | 0.4946 | 1.0137 |
| Ba      | 49.78      | 13.19      | 4595.65  | 2.87      | 0.4295 | 0.8213 | 1.0510 | 0.9995 |
| Fe      | 0.36       | 0.24       | 56.36    | 69.20     | 0.0029 | 0.9906 | 0.7833 | 1.0152 |

BT-12 numunesine ait SEM EDS çekimleri, pik grafikleri ve kantitatif sonuçlar Alanya/Konaklı bölgesi “Yiğit- I” barit ocağı baritlerini temsil etmektedir. BT-12 barit örneğinin SEM analizinde Ba, Fe, O, Na, Mg, Al, Si, S, K, Sr elementlerine ait pikler görülmektedir.



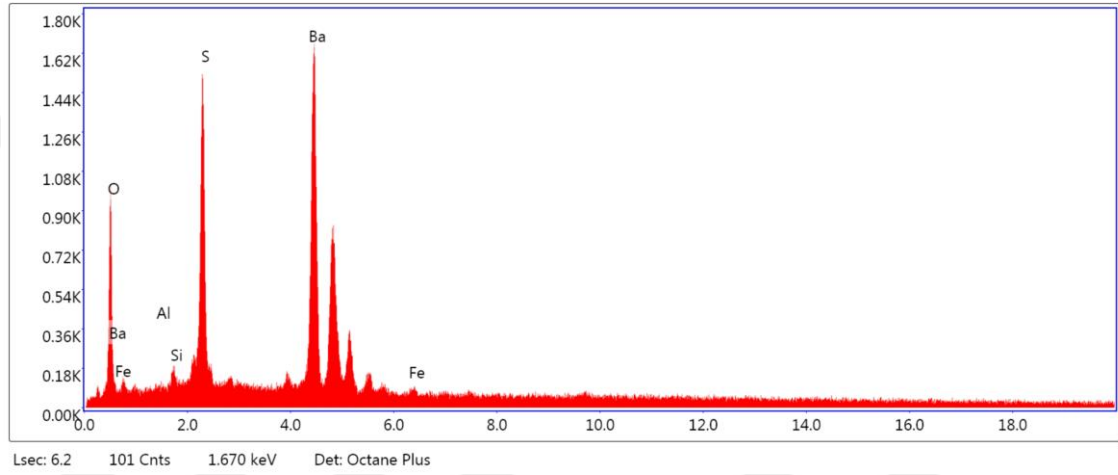
Şekil 4.35. BT-26 Numunesi EDS çekimleri



Şekil 4.36. BT-26 EDS-a çekimine ait pik grafiği

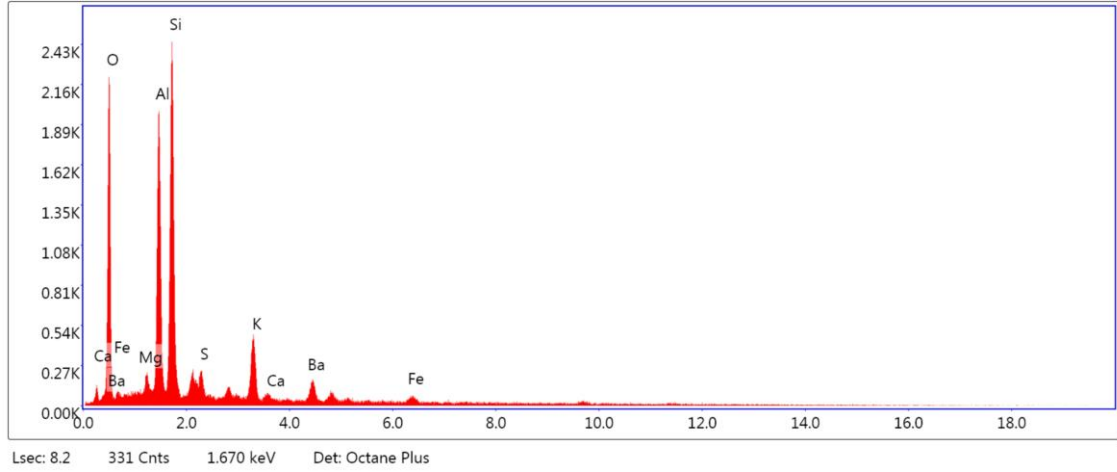
**Çizelge 4.22.** BT-26 EDS-a kantitatif sonuçlar

| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 17.57      | 50.84      | 468.44   | 10.58     | 0.0603 | 1.2689 | 0.2703 | 1.0000 |
| Al      | 1.34       | 2.30       | 68.13    | 20.88     | 0.0032 | 1.1554 | 0.2044 | 1.0041 |
| S       | 17.01      | 24.56      | 1845.08  | 7.13      | 0.0941 | 1.1691 | 0.4658 | 1.0151 |
| Ba      | 60.87      | 20.52      | 2755.35  | 2.35      | 0.5372 | 0.8613 | 1.0253 | 0.9995 |
| Fe      | 0.28       | 0.23       | 20.76    | 71.63     | 0.0022 | 1.0397 | 0.7467 | 1.0138 |
| Sr      | 2.92       | 1.54       | 36.12    | 60.40     | 0.0328 | 0.9311 | 0.9811 | 1.2288 |

**Şekil 4.37.** BT-26 EDS-b çekimine ait pik grafiği**Çizelge 4.23.** BT-26 EDS-b kantitatif sonuçlar

| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 26.92      | 62.17      | 1089.85  | 9.14      | 0.0987 | 1.2167 | 0.3013 | 1.0000 |
| Al      | 1.66       | 2.27       | 123.91   | 17.88     | 0.0041 | 1.1079 | 0.2205 | 1.0044 |
| Si      | 1.74       | 2.29       | 189.80   | 13.26     | 0.0061 | 1.1365 | 0.3040 | 1.0073 |
| S       | 16.29      | 18.77      | 2612.32  | 6.67      | 0.0937 | 1.1208 | 0.5056 | 1.0152 |
| Ba      | 53.05      | 14.27      | 3356.43  | 2.82      | 0.4605 | 0.8246 | 1.0535 | 0.9994 |
| Fe      | 0.33       | 0.22       | 35.06    | 69.30     | 0.0026 | 0.9947 | 0.7784 | 1.0138 |

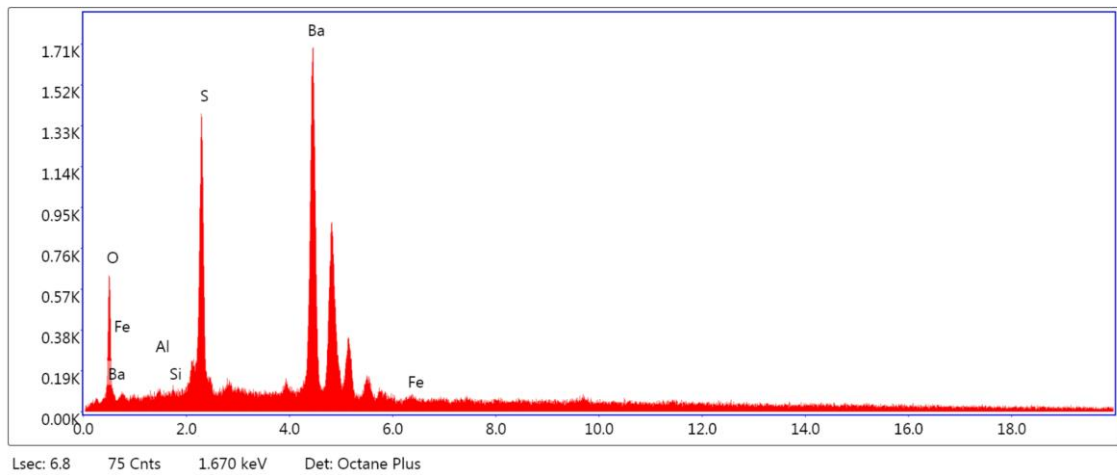




**Şekil 4.38.** BT-26 EDS-c çekimine ait pik grafiği

**Çizelge 4.24.** BT-26 EDS-c kantitatif sonuçlar

| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 43.82      | 61.34      | 1698.02  | 8.79      | 0.1495 | 1.0817 | 0.3154 | 1.0000 |
| Mg      | 1.97       | 1.81       | 200.52   | 10.12     | 0.0097 | 1.0022 | 0.4905 | 1.0035 |
| Al      | 15.86      | 13.17      | 1965.21  | 5.93      | 0.0946 | 0.9656 | 0.6150 | 1.0039 |
| Si      | 20.42      | 16.28      | 2490.14  | 5.88      | 0.1228 | 0.9873 | 0.6073 | 1.0028 |
| S       | 3.33       | 2.33       | 365.61   | 9.36      | 0.0221 | 0.9677 | 0.6820 | 1.0065 |
| K       | 5.38       | 3.08       | 556.61   | 6.02      | 0.0442 | 0.9170 | 0.8796 | 1.0170 |
| Ca      | 0.05       | 0.03       | 4.83     | 99.99     | 0.0005 | 0.9340 | 0.8955 | 1.0245 |
| Ba      | 7.21       | 1.18       | 200.13   | 15.08     | 0.0519 | 0.6729 | 1.0690 | 1.0001 |
| Fe      | 1.95       | 0.78       | 89.34    | 19.01     | 0.0165 | 0.8342 | 0.9821 | 1.0365 |

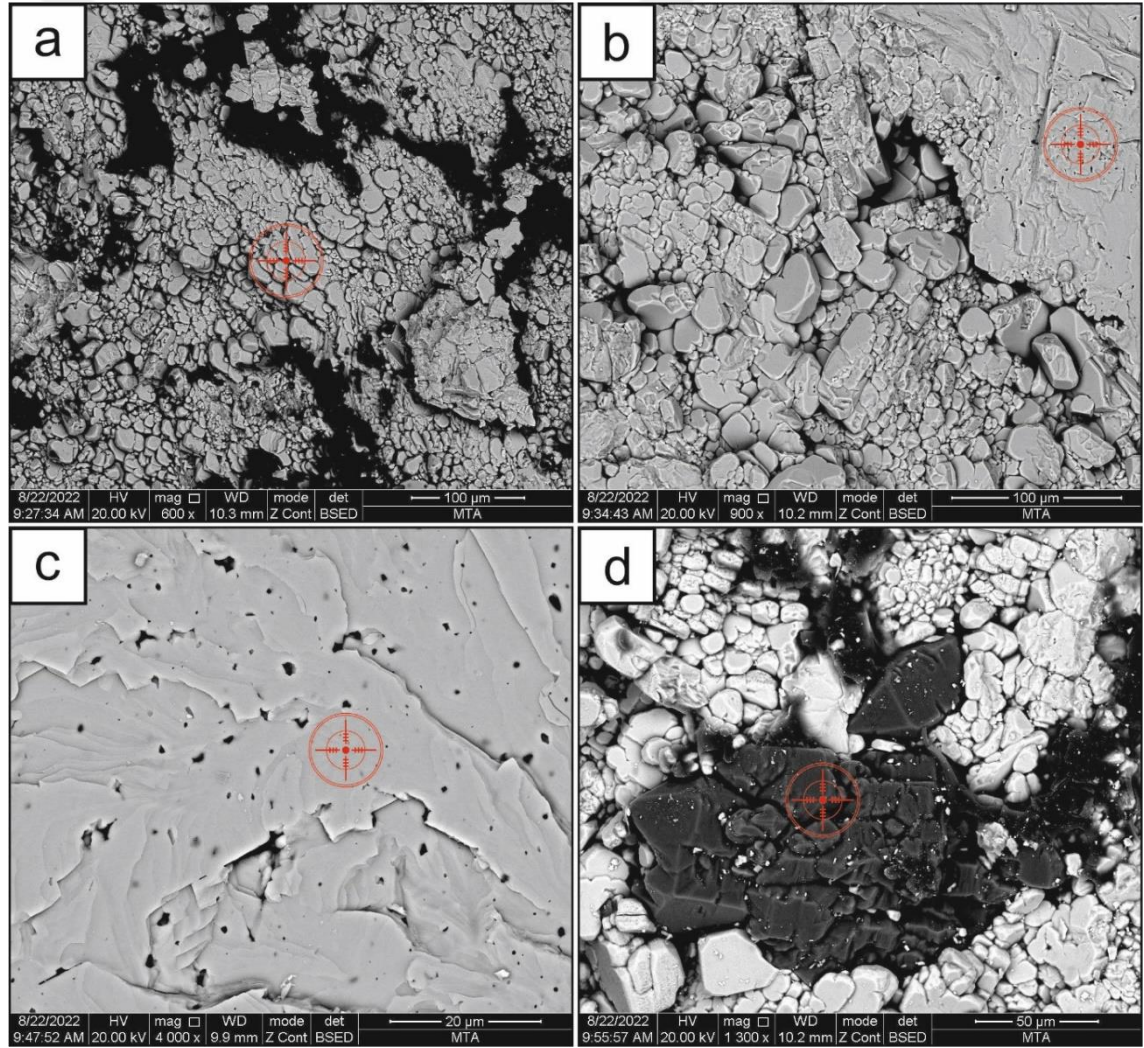


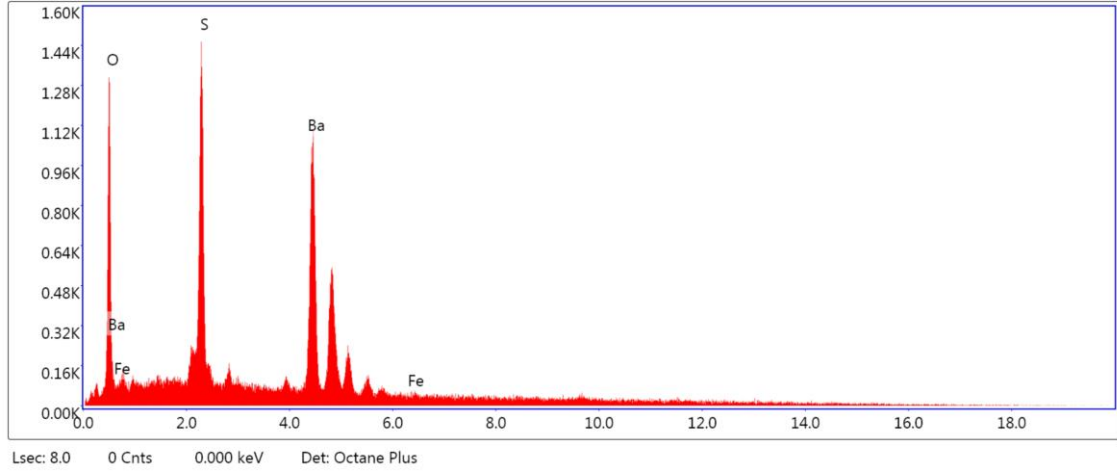
**Şekil 4.39.** BT-26 EDS-d çekimine ait pik grafiği

**Çizelge 4.25.** BT-26 EDS-d kantitatif sonuçlar

| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 19.83      | 53.78      | 629.38   | 9.68      | 0.0721 | 1.2549 | 0.2899 | 1.0000 |
| Al      | 1.76       | 2.83       | 99.57    | 18.48     | 0.0041 | 1.1427 | 0.2051 | 1.0044 |
| Si      | 0.77       | 1.18       | 63.45    | 18.04     | 0.0026 | 1.1723 | 0.2834 | 1.0074 |
| S       | 16.93      | 22.91      | 2119.60  | 6.99      | 0.0962 | 1.1563 | 0.4839 | 1.0158 |
| Ba      | 60.48      | 19.11      | 3070.28  | 2.50      | 0.5331 | 0.8516 | 1.0358 | 0.9994 |
| Fe      | 0.24       | 0.19       | 20.14    | 78.41     | 0.0019 | 1.0278 | 0.7511 | 1.0130 |

BT-26 numunesine ait SEM EDS çekimleri, pik grafikleri ve kantitatif sonuçlar Alanya/Demirtaş bölgesi “Kızıltaş” barit ocağı baritlerini temsil etmektedir. BT-26 barit örneğinin SEM analizinde Ba, Fe, O, Mg, Al, Si, S, K, Ca, Sr elementlerine ait pikler görülmektedir.

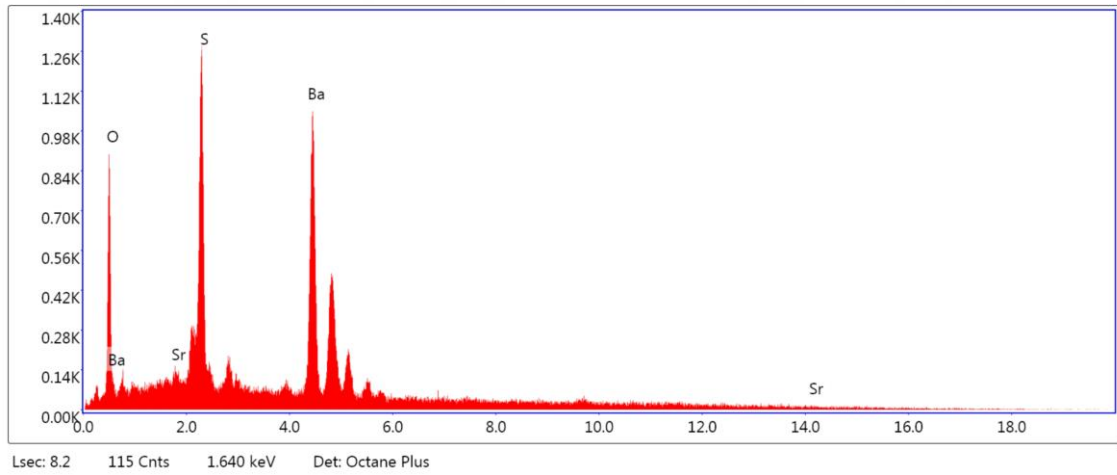
**Şekil 4.40.** BT-30 Numunesi EDS çekimleri



**Şekil 4.41.** BT-30 EDS-a çekimine ait pik grafiği

**Çizelge 4.26.** BT-30 EDS-a kantitatif sonuçlar

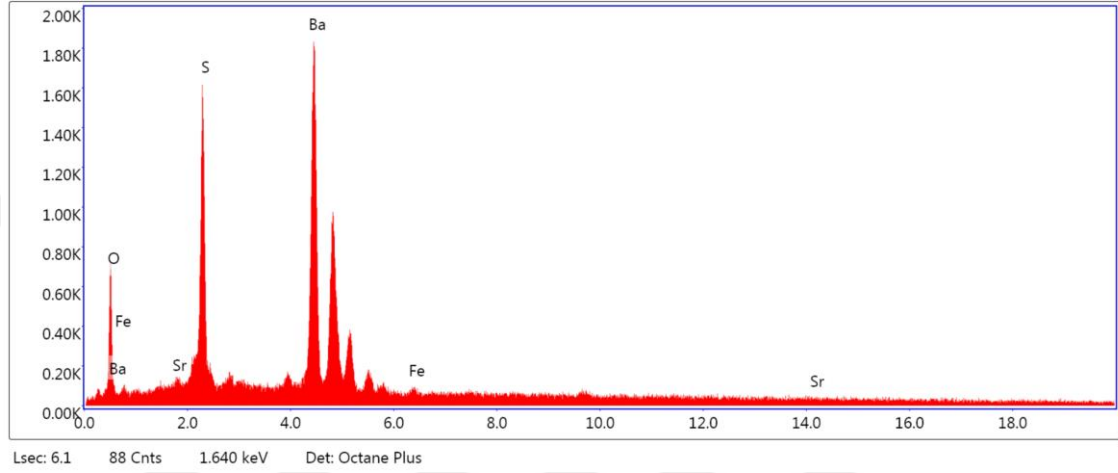
| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 23.55      | 60.59      | 1094.88  | 8.51      | 0.1139 | 1.2912 | 0.3743 | 1.0000 |
| S       | 16.55      | 21.24      | 1832.15  | 5.55      | 0.1313 | 1.1698 | 0.6680 | 1.0152 |
| Ba      | 59.38      | 17.79      | 1638.37  | 3.79      | 0.5033 | 0.8229 | 1.0305 | 0.9995 |
| Fe      | 0.52       | 0.38       | 21.25    | 68.47     | 0.0047 | 1.0268 | 0.8700 | 1.0130 |



**Şekil 4.42.** BT-30 EDS-b çekimine ait pik grafiği

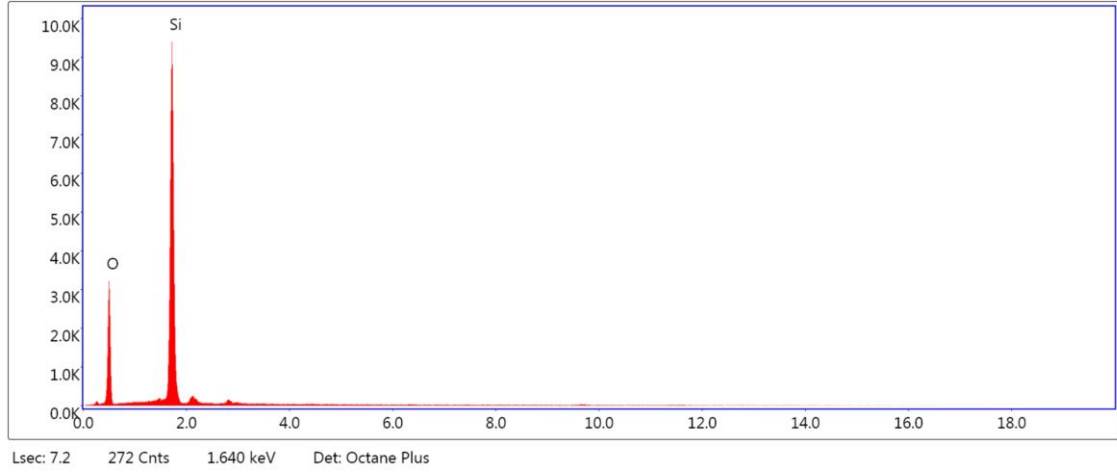
**Çizelge 4.27.** BT-30 EDS-b kantitatif sonuçlar

| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 18.52      | 53.05      | 709.43   | 9.15      | 0.0833 | 1.3170 | 0.3413 | 1.0000 |
| Sr      | 2.11       | 1.11       | 89.29    | 8.57      | 0.0125 | 0.9320 | 0.6321 | 1.0019 |
| S       | 17.68      | 25.27      | 1713.49  | 5.78      | 0.1385 | 1.1934 | 0.6472 | 1.0144 |
| Ba      | 61.68      | 20.58      | 1526.20  | 3.99      | 0.5288 | 0.8401 | 1.0211 | 0.9994 |

**Şekil 4.43.** BT-30 EDS-c çekimine ait pik grafiği**Çizelge 4.28.** BT-30 EDS-c kantitatif sonuçlar

| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 19.89      | 55.31      | 784.35   | 9.66      | 0.0711 | 1.2614 | 0.2833 | 1.0000 |
| S       | 17.24      | 23.91      | 2722.34  | 6.98      | 0.0976 | 1.1623 | 0.4798 | 1.0156 |
| Ba      | 61.04      | 19.77      | 3929.69  | 2.38      | 0.5389 | 0.8561 | 1.0319 | 0.9995 |
| Fe      | 0.28       | 0.22       | 29.06    | 78.73     | 0.0022 | 1.0334 | 0.7479 | 1.0134 |
| Sr      | 1.55       | 0.79       | 27.28    | 63.27     | 0.0174 | 0.9248 | 0.9813 | 1.2391 |



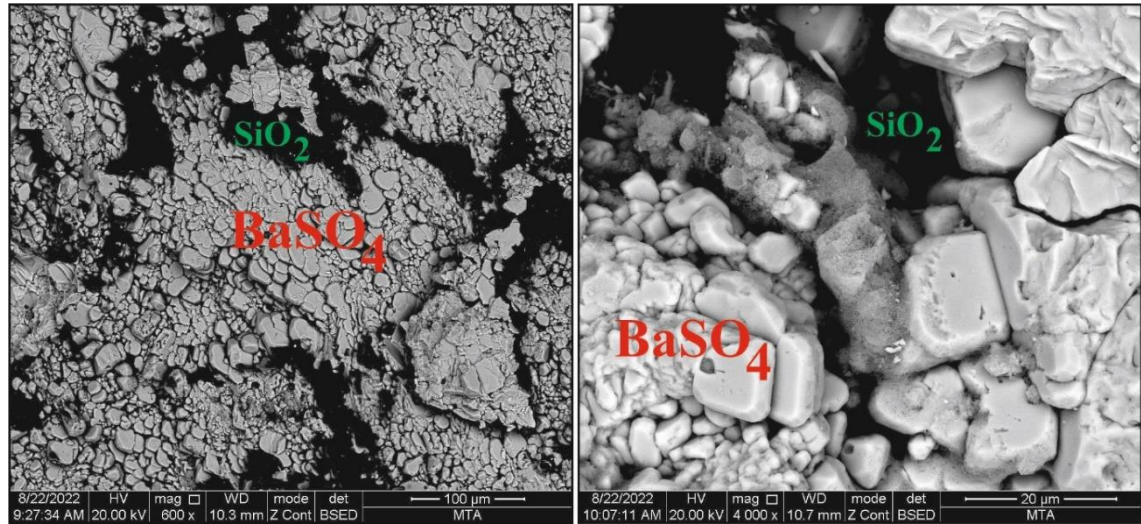


Şekil 4.44. BT-30 EDS-d çekimine ait pik grafiği

Çizelge 4.29. BT-30 EDS-d kantitatif sonuçlar

| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 49.77      | 63.50      | 2641.49  | 8.29      | 0.1806 | 1.0453 | 0.3471 | 1.0000 |
| Si      | 50.23      | 36.50      | 10509.26 | 2.93      | 0.4033 | 0.9514 | 0.8431 | 1.0006 |

BT-30 numunesine ait SEM EDS çekimleri, pik grafikleri ve kantitatif sonuçlar Alanya/ Demirtaş bölgesi “Efe” barit ocağı baritlerini temsil etmektedir. BT-30 barit örneğinin SEM analizinde Ba, Fe, O, Sr, S, Si elementlerine ait pikler görülmektedir.



Şekil 4.45. Taramalı elektron mikroskopunda görülen BaSO<sub>4</sub> ve SiO<sub>2</sub> kristalleri



#### 4.3.4. $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$ izotop analizi

$^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$  izotop analizi, birçok alanda kullanılmakta olup elde edilen verile köken veya mineral ilişkisini açıklamada yardımcı olmaktadır. Bu analiz yumuşakçalar, memeliler gibi yerleşik her kıtadaki materyallere uygulanabilmekte ve özellikle yaş tayininde etkilidir (Vanhaeren ve diğerleri, 2004); Pleistosen döneminden itibaren (Hoppe ve diğerleri, 1999; Britton ve diğerleri, 2011; Copeland ve diğerleri, 2011; Sillen ve Balter, 2018) tarımın başlaması ile birlikte her çağda canlılardaki değişimin etkisiyle (Bentley ve diğerleri, 2005; Bentley, 2013), bir çok ırk ve yaşamın kökenini tahmin etmede yararlı olmuştur (Schroeder vd., 2009; Bastos vd., 2016; Kootker vd., 2016; Sillen, 2021).

Sr elementi genel olarak  $^{87}\text{Rb}$ 'un  $\beta$  ışını ile bozunması sonucu türemiş radyojenik bir izotop olarak bilinmektedir (Ercan ve Öztunalı, 1984). Radyoaktif  $^{87}\text{Sr}$  kayaçların karbonatlı alanlarında yoğun, karbonatsız alanlarında da bulunmaktadır (Veizer, 1983). İzotop oranlarından yararlanılarak kronostratigrafik yorumlar yapılabilmektedir. Sr kronostratigrafisi daha çok diğer veriler ile desteklenmeye ve korelasyon yapılmasına uygun bir yöntemdir. Denizel veya karışık ortamlarda farklı denklemler ve grafikler kullanılmaktadır (İnlamoğlu ve Taner, 1997).

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop analizi ile yaş tahmini, önemlidir fakat her zaman ilksel kronometrik bilgiye ulaştırmaz. Fakat denizel stratigrafik sekanslar ile korelasyona uygundur. Numunenin yaşını tanımlayan analizde,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  oranının ölçümü ile bağımsız tarihlendirilmiş bir  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop analizinden alınmış sonuçlar karşılaştırılmalıdır (Kaufman, 1993). Kabukta meydana gelen fraksiyonlaşma olayından sonra düşük pH oranı aynı zamanda birçok silikatın ayrışmasına, Mg Al, Na ve Ca 'nın çözeltiye girmesine neden olur. Dışarda kalan kısımda  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  oranı, oksitlenmiş bölgelerde 0,84787 ile 1,26640 arasında, geçiş bölgelerinde 0,92660–1,06788 arasında değişirken, oksitlenmemiş bölgelerde 0,76452 ile 1,05169 arasında değerler göstermektedir. Sızıntı suları için  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  oranı oksitlenmiş bölgelerde 2,44479 ile 5,87552, geçiş bölgelerinde 1,37404–1,68844 ve oksitlenmemiş bölgelerde 1,03697–2,16340 arasında değişmektedir. Mineral ayrışması ve atmosferik kaynaklar arasında karıştırma, sızıntı suların ve atıkların Sr bileşimlerini düzelteren ana süreç olarak tanımlanmaktadır (Siroux, 2018).

3 farklı barit ocağından alınan numunelere yapılan  $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$  izotop analizi Çizelge 4.30'da yer almaktadır. En küçük değer (0,709967) Demirtaş bölgesi Kızıltaş barit ocağından, en yüksek değer (0,711759) Konaklı bölgesi Yiğit-I barit ocağından alınmıştır. 6 numunenin ortalama değeri ise 0,710695'dir.

**Çizelge 4.30.**  $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$  izotop analiz sonuçları

| Lokasyon                                                                                         | Numune No | $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ | std hata* |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
| Konaklı<br>("Yiğit-I" Barit Ocağı)                                                               | BT-4      | 0,710565                        | $5 \pm 4$ |
| Konaklı<br>("Yiğit-I" Barit Ocağı)                                                               | BT-7      | 0,711232                        | $\pm 4$   |
| Konaklı<br>("Yiğit-I" Barit Ocağı)                                                               | BT-12     | 0,711759                        | $\pm 3$   |
| Demirtaş<br>("Kızıltaş" Barit Ocağı)                                                             | BT-21     | 0,709967                        | $\pm 3$   |
| Demirtaş<br>("Kızıltaş" Barit Ocağı)                                                             | BT-26     | 0,710180                        | $\pm 3$   |
| Demirtaş<br>("Efe Barit" Ocağı)                                                                  | BT-30     | 0,710467                        | $\pm 4$   |
| *Standard hatalar son bir veya iki basamağa aittir<br>(ör: $\pm 0,000006$ veya $\pm 0,000018$ ). |           |                                 |           |

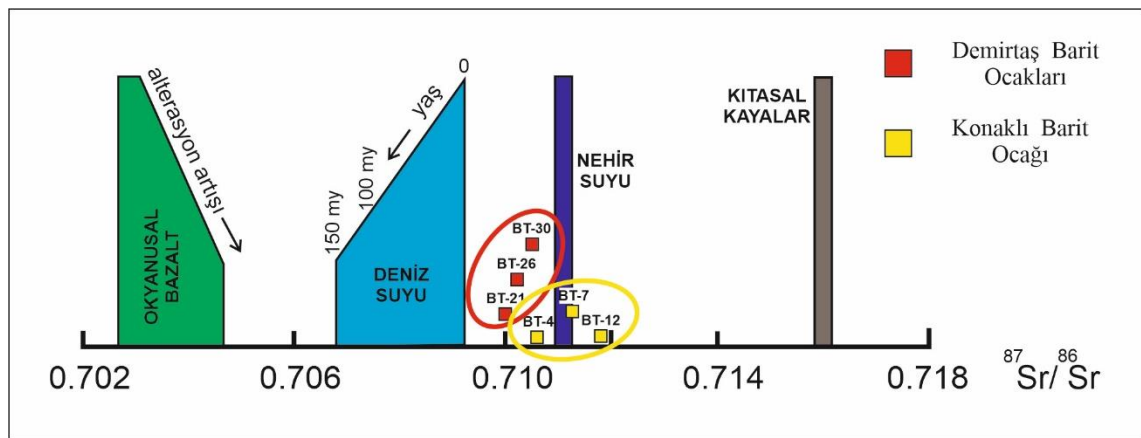
Deniz suyunda  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  oranı, üst mantodan veya kıtasal kabuktan gelen çeşitli oranlarda stronsiyum elementinin de eklenmesiyle zamanla değişkenlik göstermektedir. Ayrıca karbonat döngüsü ile doğrudan ilişkilidir. Değişiklikler nedeniyle denizel Sr izotop analiz verisi, mutlak yaş tayini ve stratigrafik korelasyon uygulamak amacıyla kullanılabilir. Sr kaynağı olan materyallerin izotopik kompozisyonları, yaşlarına ve en önemlisi radyojenik yavru izotopunun radyoaktif ana izotopa oranının elementel yoğunluğuna göre çeşitlilik arz etmektedir. Kabukta mantonun ortamdan erken ayrılması esnasında, elementel fraksiyonlaşma oluşur, ortama uyumsuz elementler bazaltik eriyikten ayrılmakta ve zenginleşmektedir. Bu durumda kıtasal kabuk mantoya göre daha yüksek ( $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ ) Rb /Sr oranına ulaşmaktadır. Bu doğrultuda bu iki jeokimyasal kaynağın evrimi zaman içerisinde belirgin şekilde farklılaşmaktadır (Elderfield, 1986; Cansu, 2017).

**Çizelge 4.31.** En geniş dağılımlı  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  oranını gösteren granitler (0,70004- 0,7400) (Ercan ve Öztunalı, 1984'den değiştirilerek alınmıştır).

| Kaya Türü                                | $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ | Açıklama                                                                              | Barit Ocakları                                                | Ortalama $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop değeri |
|------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Okyanusal Bazaltlar                      | 0,7023-0,7070                   | Okyanus ortalarındaki bazaltların ortalaması: 0,7037<br>Abisal Tolevitler: < 0,7030   |                                                               |                                                        |
| Ada Yayılı Volkanikleri                  | 0,7030-0,7070                   | Andezitler > 0,7050                                                                   |                                                               |                                                        |
| <b>**Kıtasal Mafik Kayalar</b>           | <b>**0,7000-0,7180</b>          | <b>**Çoğunlukla &lt; 0,7100 Gondvana'nın Jura yaşlı volkanikleri ortalama: 0,7120</b> | <b>Konaklı Yiğit-I<br/>Demirtaş Kızıldaş<br/>Demirtaş Efe</b> | <b>0,711185<br/>0,710074<br/>0,710467</b>              |
| <b>**Alkali Volkanikler</b>              | <b>**0,7040-0,7140</b>          |                                                                                       | <b>Konaklı Yiğit-I<br/>Demirtaş Kızıldaş<br/>Demirtaş Efe</b> | <b>0,711185<br/>0,710074<br/>0,710467</b>              |
| Karbonatit                               | 0,7020-0,7070                   | Ortalama: 0,7134                                                                      |                                                               |                                                        |
| <b>**Granitler</b>                       | <b>**0,7000-0,7400</b>          | <b>**Fanerozoik orojenik batolitlerde ortalama: 0,7040-0,7090</b>                     | <b>Konaklı Yiğit-I<br/>Demirtaş Kızıldaş<br/>Demirtaş Efe</b> | <b>0,711185<br/>0,710074<br/>0,710467</b>              |
| <b>**Ultramafik İntrüsif ve Nodüller</b> | <b>**0,7030-0,7300</b>          |                                                                                       | <b>Konaklı Yiğit-I<br/>Demirtaş Kızıldaş<br/>Demirtaş Efe</b> | <b>0,711185<br/>0,710074<br/>0,710467</b>              |
| <b>**Kimberlitler</b>                    | <b>**0,7040-0,7180</b>          |                                                                                       | <b>Konaklı Yiğit-I<br/>Demirtaş Kızıldaş<br/>Demirtaş Efe</b> | <b>0,711185<br/>0,710074<br/>0,710467</b>              |

**\*\*Barit numunelerinin  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop değeri aralığını sağlayan kayaç türleri**

Ercan ve Öztunalı (1984)'e göre granitler içerisindeki  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  oranları ve kökenlerini en geniş dağılımı gösteren değerler Çizelge 4.31'de verilmiş olup mavi renklendirme ile gösterilen gruplar Alanya/ Konaklı ve Demirtaş bölgelerindeki barit numunelerine ait  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  oranının değerleri ile uyumaktadır. Buna göre iki farklı bölgeyi temsil eden baritlerin kökenleri; kıtasal mafik kayalar, alkali volkanitler, granitler, ultramafik intrüsif ve nodüller, kimberlitler şeklinde en geniş dağılım ile tanımlanabilir.



**Şekil 4.46.** Barit numunelerinin  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  değerlerinin Elderfield (1986), Cansu (2017)'ye göre izotop kaynaklarının ortalama değerleri tablosuna iz düşümü

3 farklı ocaktan alınan 6 adet barit numunesine yapılan  $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$  izotop analizi sonuçları Elderfield (1986) tarafından deniz suyu izotop kaynakları grafiği üzerine iz düşürülmüştür (Şekil 4.46). Konaklı bölgesi Yiğit-I barit ocağını temsil eden BT-4, BT-7, ve BT-12 numuneleri içerdiği yüksek  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  değerleri sebebiyle tabloya göre nehir suyu bölgesine denk gelmektedir. Numunelerin alındığı lokasyonların deniz seviyesinden yükseklikleri ortalama 452m'dir. Yüksek rakım ve  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  değerleri nehir suyu ortamını doğrular niteliktedir.

Demirtaş bölgesini temsil eden BT-21 (Kızıлтаş), BT-26 (Kızıлтаş) ve BT-30 (Efe) barit numuneleri Konaklı bölgesine göre daha düşük  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  değerleri vermektedir. Değerler Elderfield (1986)'ya göre izotop kaynaklarının ortalama değerleri tablosunda iz düşürüldüğünde Konaklı bölgesi oluşum ortamı olarak net bir şekilde nehir suyunu, Demirtaş bölgesi ise nehir ve deniz suyunun arasında bir bölgeye denk gelmiş fakat nehir suyuna daha yakın konumdadır. Demirtaş bölgesi düşük rakım seviyesinin (ort. 400m) yanında çevresinden çokça nehir kolu geçmesine rağmen yine de düşük Sr oranını koruyabilmiş olduğundan denizel kökenli olduğu düşünülmektedir.

#### 4.3.5. Sıvı kapanım analizi

Tez konusu kapsamında Alanya bölgesi baritlerini temsil eden 3 farklı lokasyon Konaklı bölgesi "Yiğit-I" barit ocağı ve Demirtaş bölgesi "Kızıлтаş" ve "Efe" barit ocaklarından alınan örneklerle yapılan sıvı kapanım analizi sonuçları Çizelge 4.32'de yer almaktadır. Ayrıntılı olarak sıvı kapanım analizi sonuçları Ek-6'da yer almaktadır.

Örnekler genel olarak şeffaf- yarı şeffaf kısımlardan oluşmaktadır. Örneklerin Şeffaf-yarı şeffaf (barit) kristallerinde, birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımları; (sıvı+gaz) kapanımlar ve (çoğunlukla) tek fazlı kapanımlar oluşturmaktadır. Ayrıca iki fazlı (sıvı+gaz) ve tek fazlı ikincil kapanımlar da mevcuttur.

**Çizelge 4.32.** Sıvı ve gaz kapanımları

| Numune No | Lokasyon          | Sıvı Kapanımlar |            |           | Gaz Kapanımlar |            |
|-----------|-------------------|-----------------|------------|-----------|----------------|------------|
|           |                   | Birincil        |            | İkincil   | Birincil       |            |
|           |                   | İki Fazlı       | Tek Fazlı  |           | İki Fazlı      | Tek Fazlı  |
| BT-7      | Konaklı Yiğit-I   | < 2-8,7µm       | < 1-11,2µm | < 1-4,9µm | < 2-8,7µm      | < 1-11,2µm |
| BT-12     | Konaklı Yiğit-I   | < 2-16,2µm      | < 1-3µm    | < 1-4,9µm | < 2-16,2µm     | < 1-2,5µm  |
| BT-26     | Demirtaş Kızıлтаş | < 2-10µm        | < 1-5,7µm  | < 1-3µm   | < 2-10µm       | < 1-1,8µm  |
| BT-30     | Demirtaş Efe      | < 2-6,1µm       | < 1-4,1µm  | < 1-3,3µm | < 2-6,1µm      | < 1-3,5µm  |

BT-7 Konaklı bölgesi Yiğit-I barit ocağına ait bir numune olup sıvı kapanım sonuçları şu şekildedir;

Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar genellikle mercek, üçgen,

yuvarlak/elipsoidal ve düzensiz şekilli olup, boyutları;  $< 2-8,7\mu\text{m}$ ; tek fazlı kapanımlar ise dikdörtgen, kare, yuvarlak/elipsoidal ve düzensiz şekilli olup boyutları;  $< 1-11,2\mu\text{m}$  arasında değişmektedir.

İkincil kökenli kapanımlar mercek, yuvarlak/elipsoidal, dikdörtgen ve düzensiz şekillerde olup boyutları;  $< 1-4,9\mu\text{m}$  arasında değişmektedir. İkincil kökenli kapanımların boyutları küçük olduğu için bileşimsel olarak tam anlamıyla sınıflandırılmamış olup mikrotermometrik ölçümler sırasında optik olarak gözlem yapılamamıştır.

BT-12 Konaklı bölgesi Yiğit-I barit ocağına ait bir numune olup sıvı kapanım sonuçları şu şekildedir;

Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar genellikle mercek, üçgen, yuvarlak/elipsoidal ve düzensiz şekilli olup, boyutları;  $< 2-16,2\mu\text{m}$ ; tek fazlı kapanımlar, yuvarlak/elipsoidal dikdörtgen ve düzensiz şekilli olup boyutları;  $< 1-3\mu\text{m}$ ; tek fazlı (gaz) kapanımlar ise yuvarlak/elipsoidal şekilli olup boyutları;  $< 1-2,5\mu\text{m}$  arasında değişmektedir.

İkincil kökenli kapanımlar mercek, yuvarlak/elipsoidal, dikdörtgen ve düzensiz şekillerde olup boyutları;  $< 1-4,9\mu\text{m}$  arasında değişmektedir. İkincil kökenli kapanımların boyutları küçük olduğu için bileşimsel olarak tam anlamıyla sınıflandırılmamış olup mikrotermometrik ölçümler sırasında optik olarak gözlem yapılamamıştır.

BT-26 Konaklı bölgesi Yiğit-I barit ocağına ait bir numune olup sıvı kapanım sonuçları şu şekildedir;

Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar genellikle mercek, üçgen, yuvarlak/elipsoidal ve düzensiz şekilli olup, boyutları;  $< 2-10\mu\text{m}$ ; tek fazlı kapanımlar, yuvarlak/elipsoidal dikdörtgen ve düzensiz şekilli olup boyutları;  $< 1-5,7\mu\text{m}$ ; tek fazlı (gaz) kapanımlar ise yuvarlak/elipsoidal şekilli olup boyutları;  $< 1-1,18\mu\text{m}$  arasında değişmektedir. Kapanımların boyutları küçük olduğu için bileşimsel olarak tam anlamıyla sınıflandırılmamış olup mikrotermometrik ölçümler sırasında optik olarak gözlem yapılamamıştır.

İkincil kökenli kapanımlar mercek, yuvarlak/elipsoidal, dikdörtgen ve düzensiz şekillerde olup boyutları;  $< 1-3\mu\text{m}$  arasında değişmektedir. İkincil kökenli kapanımların boyutları küçük olduğu için bileşimsel olarak tam anlamıyla sınıflandırılmamış olup mikrotermometrik ölçümler sırasında optik olarak gözlem yapılamamıştır.

BT-30 Konaklı bölgesi Yiğit-I barit ocağına ait bir numune olup sıvı kapanım sonuçları şu şekildedir;

Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar genellikle mercek, üçgen, yuvarlak/elipsoidal ve düzensiz şekilli olup, boyutları;  $< 2-6,1\mu\text{m}$ ; tek fazlı kapanımlar, yuvarlak/elipsoidal dikdörtgen ve düzensiz şekilli olup boyutları;  $< 1-4,1\mu\text{m}$ ; tek fazlı (gaz) kapanımlar ise yuvarlak/elipsoidal şekilli olup boyutları;  $< 1-3,5\mu\text{m}$  arasında değişmektedir. Kapanımların boyutları küçük olduğu için bileşimsel olarak tam anlamıyla sınıflandırılmamış olup mikrotermometrik ölçümler sırasında optik olarak gözlem yapılamamıştır.



İkincil kökenli kapanımlar merccek, yuvarlak/elipsoidal, dikdörtgen ve düzensiz şekillerde olup boyutları; < 1-3,3µm arasında değişmektedir. İkincil kökenli kapanımların boyutları küçük olduğu için bileşimsel olarak tam anlamıyla sınıflandırılmamış olup mikrotermometrik ölçümler sırasında optik olarak gözlem yapılamamıştır.

Örneklerde yapılan tüm incelemelerde (kapanımlar çoğunlukla yetersiz boyutlarda ve genel olarak hareketli olduklarından) ölçülebilecek nitelikte sıvı kapanıma rastlanamamıştır. Alanya bölgesi 2 farklı bölge olan Demirtaş ve Konaklı' da yer alan 3 farklı barit (Demirtaş/ Kızıltaş ve Efe Barit Ocağı, Konaklı/ Yiğit-I Barit Ocağı) ocağından alınan ve sıvı kapanım analizi yaptırılan 4 adet numunenin sıvı kapanım analizlerinde, çoğunlukla yetersiz boyutlarda ve genel olarak hareketli olduklarından) ölçülebilecek nitelikte sıvı kapanıma rastlanamamış ve bu sebeple tuzluluk değerleri, homojenleşme sıcaklıkları, yoğunlukları, örneklerin farklı yatak tiplerindeki karakteristik homojenleşme sıcaklıkları-tuzluluk diyagramlarındaki konumları (Roedder, 1984) gibi ölçüm ve veriler yorumlanamamıştır.

#### 4.3.6. Ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri (icp-ms/ icp-oes)

3 farklı barit ocağından alınan toplam 30 adet barit ve 30 adet yan kayaç olmak üzere toplam 60 adet örnekten Ba oranı yüksek olduğu düşünülen 16 adet barit numunesi ICP-MS ve ICP-OES yöntemi ile ana oksit, iz ve nadir toprak elementleri analizleri için MTA laboratuvarına gönderilmiştir. Tüm analiz sonuçları ocak isimleri, litolojileri ve konumlarına göre karşılaştırılarak aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

**Çizelge 4.33.** Barit numuneleri ICP-MS sonuçları

| Numune No | B (ppm) | Ba (ppm) | Cr (ppm) | Li (ppm) | Mn (ppm) | Rb (ppm) | Sn (ppm) | Sr (ppm) | Te (ppm) | W (ppm) |
|-----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| BT-2      | 18      | 3416     | 23       | <10      | 41       | <10      | <10      | 4508     | <10      | <10     |
| BT-4      | 19      | 4003     | 33       | <10      | 48       | <10      | <10      | 3141     | <10      | <10     |
| BT-7      | 18      | 3487     | 15       | <10      | 17       | <10      | <10      | 4217     | <10      | <10     |
| BT-8      | 18      | 3113     | 16       | <10      | 22       | <10      | <10      | 5368     | <10      | <10     |
| BT-10     | 19      | 3450     | 14       | <10      | 43       | <10      | <10      | 4860     | <10      | <10     |
| BT-12     | 18      | 3539     | 18       | <10      | 17       | <10      | <10      | 4494     | <10      | <10     |
| BT-13     | 20      | 3771     | 16       | <10      | 10       | <10      | <10      | 4348     | <10      | <10     |
| BT-15     | 16      | 3887     | 18       | <10      | <10      | <10      | <10      | 3922     | <10      | <10     |
| BT-16     | 20      | 4643     | 16       | <10      | <10      | <10      | <10      | 1414     | <10      | <10     |
| BT-18     | 18      | 4789     | 17       | <10      | <10      | <10      | <10      | 1286     | <10      | <10     |
| BT-21     | 17      | 4218     | 13       | <10      | <10      | <10      | <10      | 2109     | <10      | <10     |
| BT-23     | 17      | 4154     | 12       | <10      | <10      | <10      | <10      | 2634     | <10      | <10     |
| BT-24     | 16      | 4177     | 13       | <10      | <10      | <10      | <10      | 2394     | <10      | <10     |
| BT-26     | 17      | 4405     | 14       | <10      | 12       | <10      | <10      | 1747     | <10      | <10     |
| BT-28     | 17      | 4843     | 12       | <10      | 63       | <10      | <10      | 1222     | <10      | <10     |
| BT-30     | 16      | 5403     | 14       | <10      | <10      | <10      | <10      | 1977     | <10      | <10     |

Çizelge 4.34. Barit numuneleri ICP-OES sonuçları

| Numune No | B (ppm) | Ba (ppm) | Cr (ppm) | Cs (ppm) | Nb (ppm) | Pb (ppm) | Rb (ppm) | Sr (ppm) | Ta (ppm) | Zr (ppm) |
|-----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| BT-2      | 18      | 3415,9   | 23,0     | <10      | 0,1      | <10      | 0,5      | 4508     | <10      | <10      |
| BT-4      | 19      | 4002,8   | 33,4     | <10      | <10      | 23,2     | 0,5      | 3141     | <10      | <10      |
| BT-7      | 18      | 3486,5   | 15,2     | <10      | <10      | <10      | 0,2      | 4217     | <10      | <10      |
| BT-8      | 18      | 3113,2   | 15,8     | <10      | <10      | 1,1      | 0,2      | 5368     | <10      | <10      |
| BT-10     | 19      | 3449,8   | 14,3     | <10      | <10      | 0,6      | 0,5      | 4860     | <10      | <10      |
| BT-12     | 18      | 3539,3   | 17,6     | <10      | <10      | 3,6      | 0,3      | 4494     | <10      | <10      |
| BT-13     | 20      | 3771,0   | 16,2     | <10      | <10      | <10      | 0,3      | 4348     | <10      | <10      |
| BT-15     | 16      | 3886,7   | 17,6     | <10      | 0,2      | <10      | 0,4      | 3911     | <10      | 0,3      |
| BT-16     | 20      | 4642,8   | 16,0     | <10      | <10      | <10      | 0,3      | 1414     | <10      | <10      |
| BT-18     | 18      | 4788,9   | 16,9     | <10      | <10      | <10      | 0,8      | 1286     | 0,7      | 0,1      |
| BT-21     | 17      | 4217,8   | 13,1     | <10      | <10      | 0,8      | 0,5      | 2109     | <10      | <10      |
| BT-23     | 17      | 4153,5   | 12,3     | <10      | <10      | <10      | 0,9      | 2634     | <10      | <10      |
| BT-24     | 16      | 4176,9   | 12,6     | <10      | 0,2      | <10      | 0,6      | 2393     | <10      | <10      |
| BT-26     | 17      | 4405,3   | 13,8     | <10      | 0,4      | <10      | 0,5      | 1747     | 1,0      | <10      |
| BT-28     | 17      | 4843,2   | 12,2     | <10      | <10      | <10      | 0,6      | 1222     | 2,8      | <10      |
| BT-30     | 16      | 5402,5   | 14,3     | <10      | 0,2      | <10      | 0,3      | 1971     | <10      | <10      |

Çizelge 4.35. Barit numuneleri BaSO<sub>4</sub> oranları ve ana ve iz oksit içerikleri

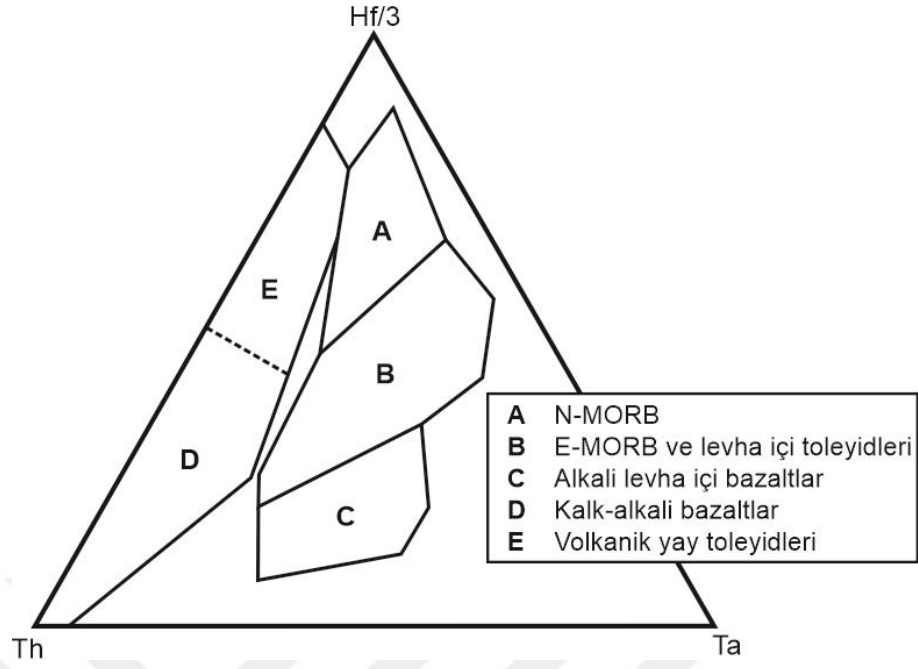
| Numune No | BaSO <sub>4</sub> (%) | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | BaO (%) | CaO (%) | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | MgO (%) | SO <sub>3</sub> (%) | SiO <sub>2</sub> (%) | SrO (%) | TiO <sub>2</sub> (%) | ZrO <sub>2</sub> (%) | Toplam (%) |
|-----------|-----------------------|------------------------------------|---------|---------|------------------------------------|---------|---------------------|----------------------|---------|----------------------|----------------------|------------|
| BT-2      | 93,7                  | 0,1                                | 61,4    | 0,3     | 0,1                                | 0,4     | 32,3                | 1,8                  | 2,3     | < 0,1                | < 0,1                | 98,6       |
| BT-4      | 92,9                  | 0,2                                | 60,9    | 0,2     | 0,2                                | 0,5     | 32,0                | 3,2                  | 1,8     | < 0,1                | < 0,1                | 98,9       |
| BT-7      | 95,0                  | 0,1                                | 61,9    | < 0,1   | < 0,1                              | 0,4     | 33,1                | 1,3                  | 2,2     | < 0,1                | < 0,1                | 99,0       |
| BT-8      | 94,1                  | < 0,1                              | 61,2    | 0,3     | < 0,1                              | 0,5     | 32,9                | 1,1                  | 2,7     | < 0,1                | < 0,1                | 98,7       |
| BT-10     | 95,1                  | < 0,1                              | 62,2    | < 0,1   | 0,1                                | 0,3     | 32,9                | 0,7                  | 2,5     | < 0,1                | < 0,1                | 98,7       |
| BT-12     | 92,1                  | 0,3                                | 60,0    | < 0,1   | < 0,1                              | 0,4     | 32,1                | 3,6                  | 2,3     | < 0,1                | < 0,1                | 98,7       |
| BT-13     | 93,0                  | 0,4                                | 60,7    | 0,1     | 0,1                                | 0,6     | 32,3                | 2,4                  | 2,2     | < 0,1                | < 0,1                | 98,9       |
| BT-15     | 93,0                  | 0,2                                | 60,7    | < 0,1   | 0,4                                | 0,4     | 32,3                | 2,7                  | 2,2     | < 0,1                | < 0,1                | 98,9       |
| BT-16     | 96,0                  | 0,2                                | 63,8    | < 0,1   | < 0,1                              | 0,4     | 32,2                | 1,4                  | 0,8     | < 0,1                | < 0,1                | 98,7       |
| BT-18     | 95,0                  | 0,2                                | 63,4    | < 0,1   | 0,1                                | 0,4     | 31,6                | 3,0                  | 0,7     | < 0,1                | < 0,1                | 99,4       |
| BT-21     | 96,9                  | 0,1                                | 64,1    | < 0,1   | < 0,1                              | 0,4     | 32,8                | 0,8                  | 1,1     | < 0,1                | < 0,1                | 99,2       |
| BT-23     | 96,4                  | < 0,1                              | 63,6    | < 0,1   | < 0,1                              | 0,3     | 32,8                | 0,4                  | 1,4     | < 0,1                | < 0,1                | 98,6       |
| BT-24     | 96,6                  | < 0,1                              | 63,9    | < 0,1   | < 0,1                              | 0,4     | 32,7                | 0,5                  | 1,4     | < 0,1                | < 0,1                | 98,8       |
| BT-26     | 97,1                  | < 0,1                              | 63,7    | 0,2     | < 0,1                              | 0,3     | 33,4                | 0,6                  | 0,9     | < 0,1                | < 0,1                | 99,0       |
| BT-28     | 96,5                  | < 0,1                              | 64,1    | 0,3     | 0,1                                | 0,7     | 32,4                | 0,6                  | 0,7     | < 0,1                | < 0,1                | 98,8       |
| BT-30     | 97,3                  | < 0,1                              | 63,9    | < 0,1   | < 0,1                              | 0,4     | 33,4                | 0,6                  | 0,9     | < 0,1                | < 0,1                | 99,2       |

ICP-MS ve ICP-OES analizi 16 adet barit numunesine uygulanmış ve sonuçları (ppm) derecesinde Çizelge 4.33 ve 4.34’de verilmiştir. Ayrıca ayrıntılı olarak ICP-MS, ICP-OES ve Ana ve iz oksit içerikleri Ek-4 ve Ek-5’de yer almaktadır. Yoğun barit içerikli numunelerin analizi yapılırken maksimum tespit etme limiti aşıldığından Ba değerleri için sağlıklı sonuç vermemiş fakat diğer eser element değerleri hakkında ayrıntılı veriler elde edilmiştir. Numunelerde genel olarak eser element içerikleri B, Cr, Cs, Nb, Pb, Rb, Ta, Zr, Li, Mn, Sn, Te, W olarak belirlenmiştir. Barit numuneleri olduğundan dolayı Sr değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Cr ve B eser elementlerinin 10 ppm’den yüksek olduğu saptanmıştır.

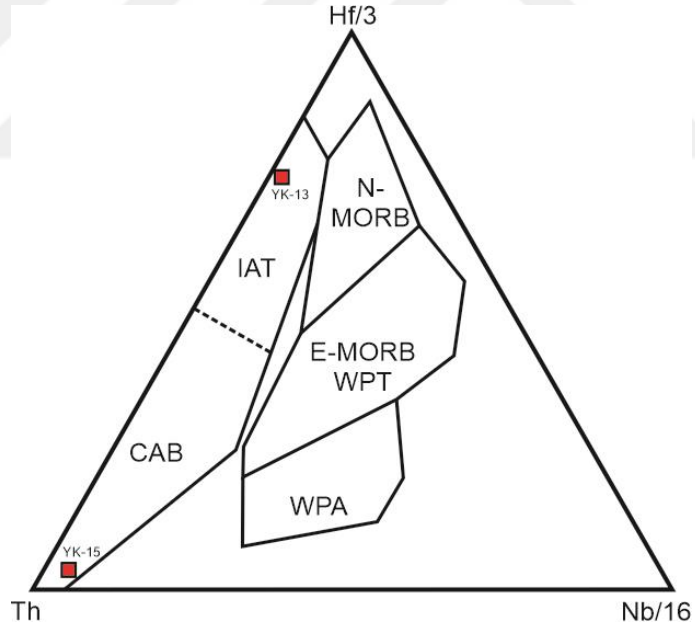
Barit numuneleri  $\text{BaSO}_4$  oranları ve ana oksit içeriklerine bakıldığında barit numuneleri içerisindeki  $\text{BaSO}_4$  yani saflık değeri Çizelge 4.35’te % olarak verilmiştir. Buna göre; Konaklı bölgesi “Yiğit-I” barit ocağından alınan numunelerin  $\text{BaSO}_4$  saflık değerleri % 92,1-95,1 arasında, Demirtaş “Kızıltaş” barit ocağından alınan numunelerin  $\text{BaSO}_4$  saflık değerleri % 95-96,9 arasında, Demirtaş “Efe” barit ocağından alınan numunelerin  $\text{BaSO}_4$  saflık değerleri % 96,5-97,3 arasında değiştiği görülmektedir. Barit numunelerinin oksit içerikleri tablosunda toplam değerler % 100’e yakın bir değer göstermektedir. Bu durum analizin doğruluğunu sağlar niteliktedir.

Wood (1980) tarafından önerilen HFS (yüksek alan şiddetli) immobil elementlerin kullanıldığı Th-Hf/3-Ta ayırlama diyagramı Şekil 4.47’de verilmiştir. Bu diyagramın özelliği Meschede (1986) diyagramı gibi E-MORB ve N-MORB olmak üzere iki farklı MORB alanı tanımlanmış, bazaltın yanında felsik ve ortaç magma bileşimlerine de uygulanabilir olmasıdır. Yıldızeli grubundaki lav örneklerinin tamamının kalk-alkali bazalt bölgesini temsil ettiği ve D alanına iz düşükleri görülmüştür.

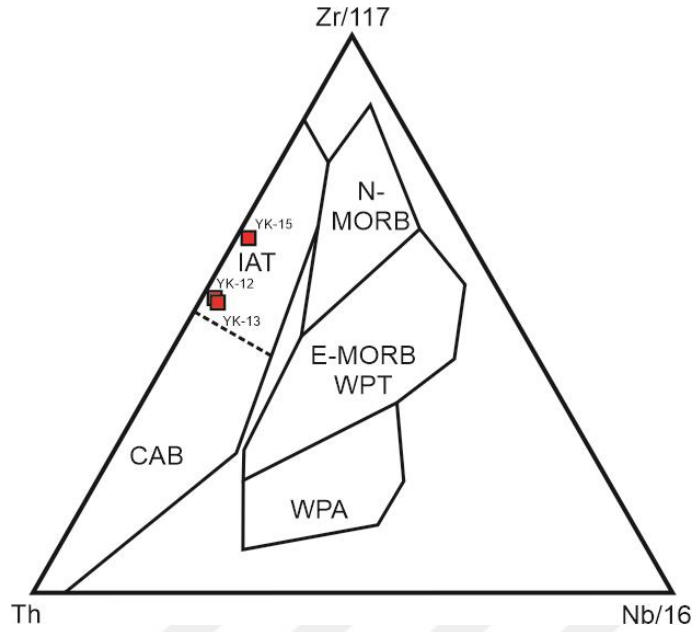
Çalışma alanındaki tektono-magmatik ayırtlama diyagramlarının tümüne bakıldığında, yan kayaç numunelerinin çoğunlukla Wood (1980) tarafından önerilen Hf-Th-Ta ayırlama diyagramındaki E bölgesini temsil eden Volkanik yay toleyitlerini sadece 1 yan kayaç numunesinin ise D bölgesini temsil eden kalk-alkali bazaltlar sınıfında yer aldığı, 3 adet yan kayaç numunesinin ise sınıflamaların dışında izdüşüm yaptığı görülmektedir (Şekil 4.48, 4.49, 4.50)



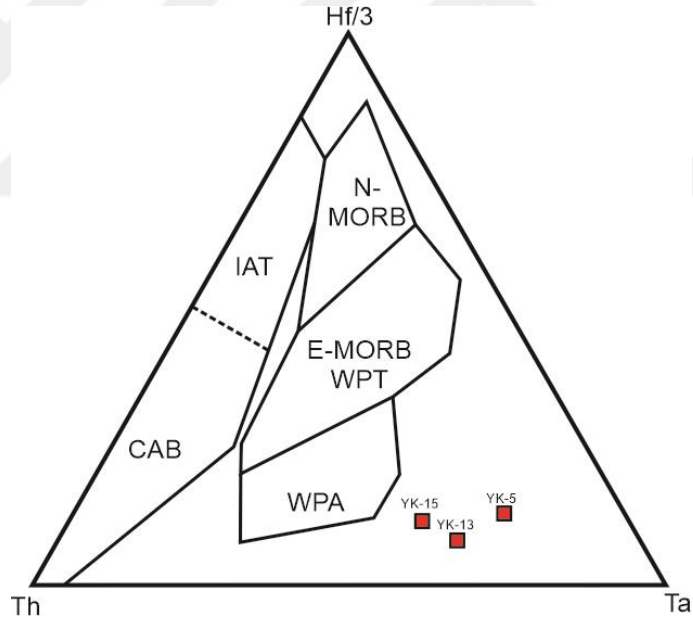
**Şekil 4.47.** Hf-Th-Ta ayrılama diyagramındaki konumları (Wood, 1980'den değiştirilerek alınmıştır)



**Şekil 4.48.** Wood (1980)'a göre yan kayaç numuneleri Hf-Th-Nb ayrılama diyagramındaki izdüşümleri



**Şekil 4.49.** Wood (1980)'a göre yan kayaç numuneleri Zr-Th-Nb ayırlama diyagramındaki izdüşümleri



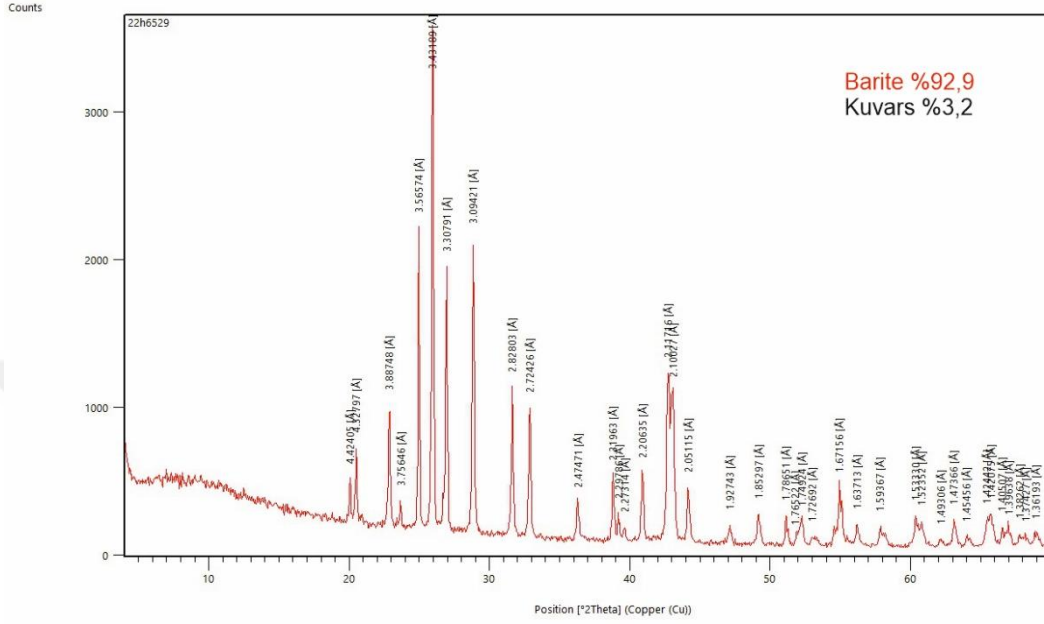
**Şekil 4.50.** Wood (1980)'a göre yan kayaç numuneleri Hf-Th-Ta ayırlama diyagramındaki izdüşümleri

#### 4.3.7. Xrd analizleri

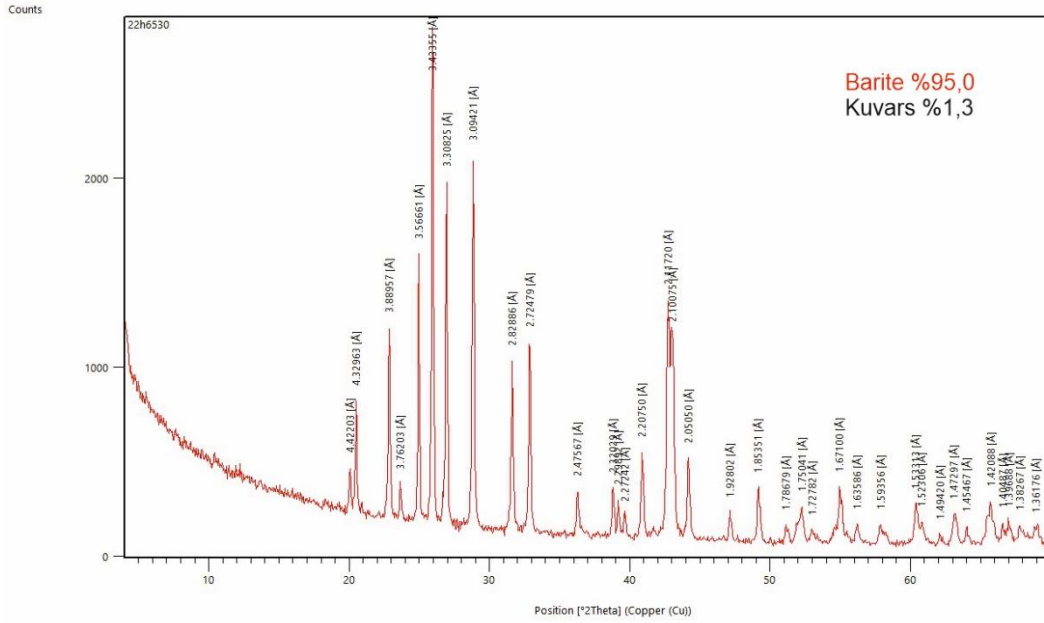
3 farklı barit ocağından alınan numunelere yapılan XRD diyagramları Konaklı bölgesi “Yiğit-I” barit ocağını Şekil 4.51-4.52-4.53, Demirtaş bölgesi “Kızıлтаş” barit ocağını Şekil 4.54, Demirtaş bölgesi “Efe” barit ocağını Şekil 4.55-4.56 temsil etmektedir. Örneklerin X ışını difraktogram spektrumlarına göre %98-95 oranında barit özelliği göstermektedir. En yüksek tenörü gösteren numuneler, henüz yeni işletilmeye



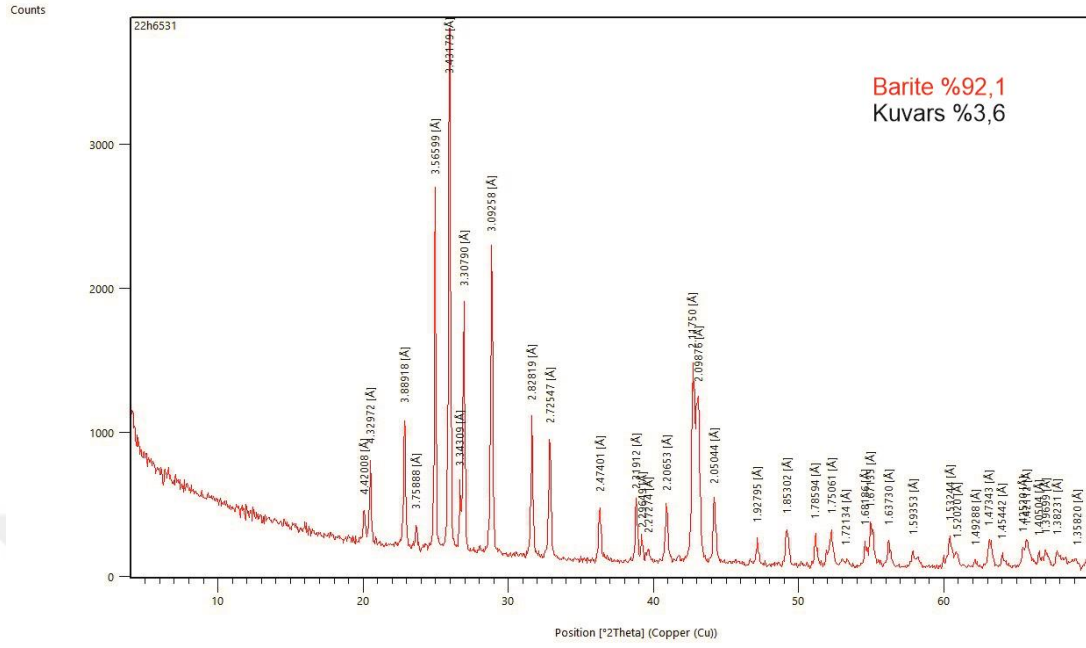
başlanmış olan Demirtaş bölgesi “Efe” barit ocağından %97 değerinden yüksek saflıkta örneklerle rastlanmıştır. Bu sonuçlara göre 3 farklı ocakta da işletilmeye değer tenör olduğu görülmektedir. Rezerv araştırmaları için de uygun olduğu düşünülmüştür.



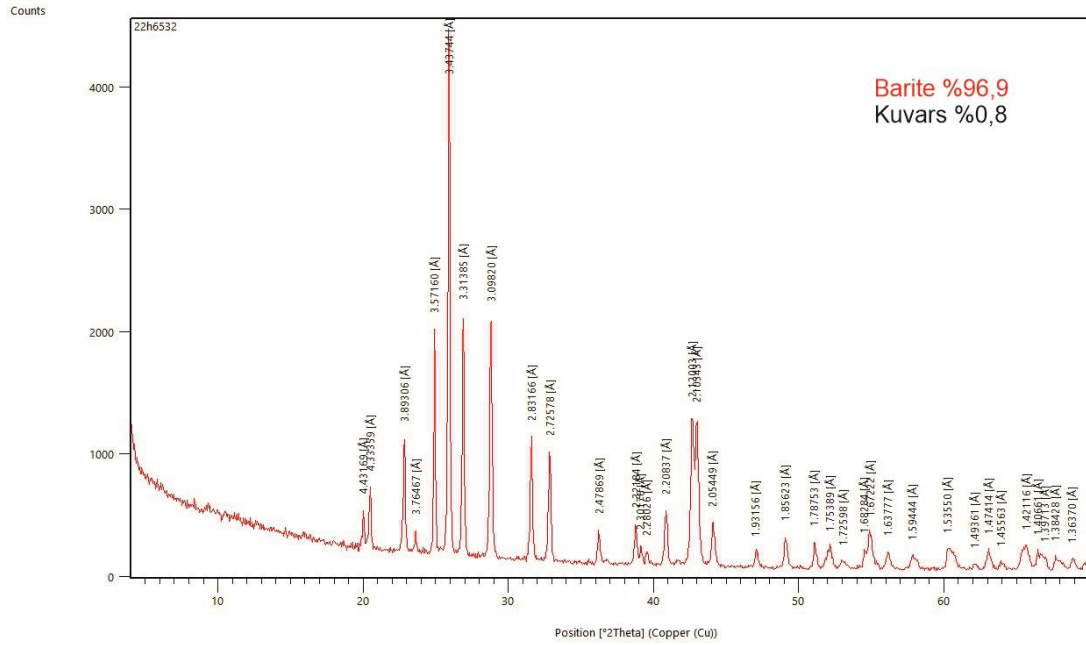
Şekil 4.51. BT-4 numunesine ait XRD diyagramı



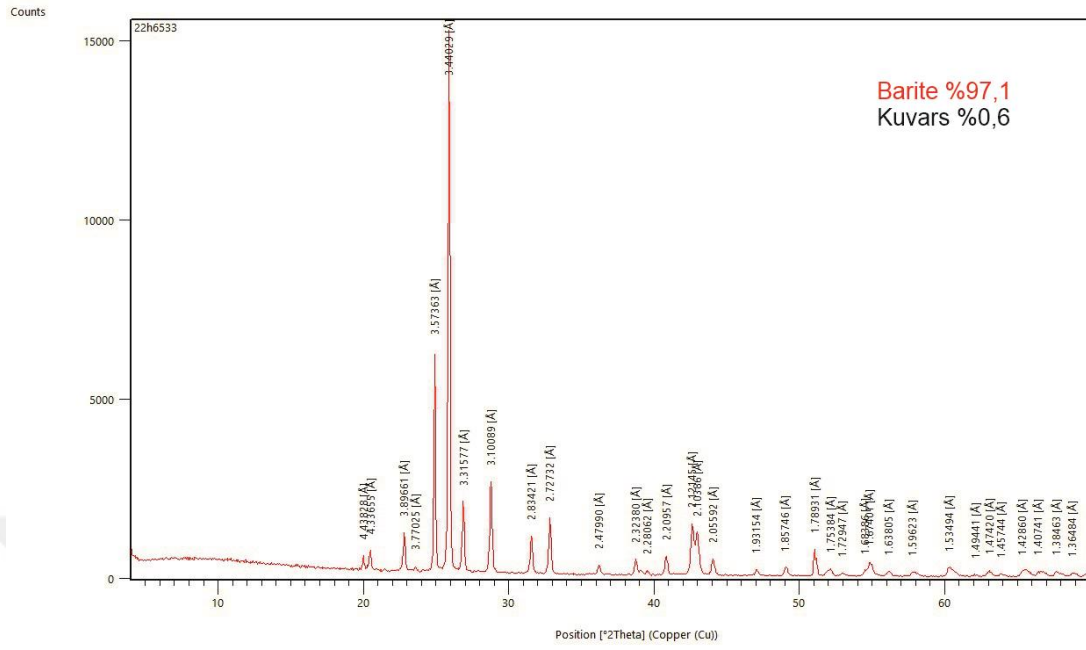
Şekil 4.52. BT-7 numunesine ait XRD diyagramı



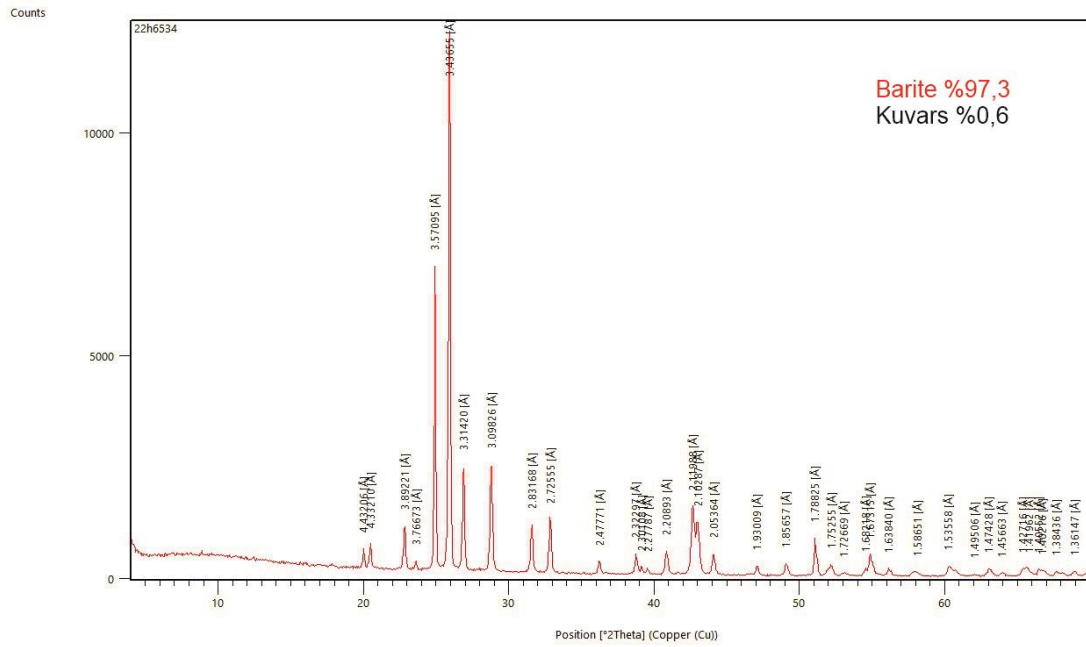
Şekil 4.53. BT-12 numunesine ait XRD diyagramı



Şekil 4.54. BT-21 numunesine ait XRD diyagramı



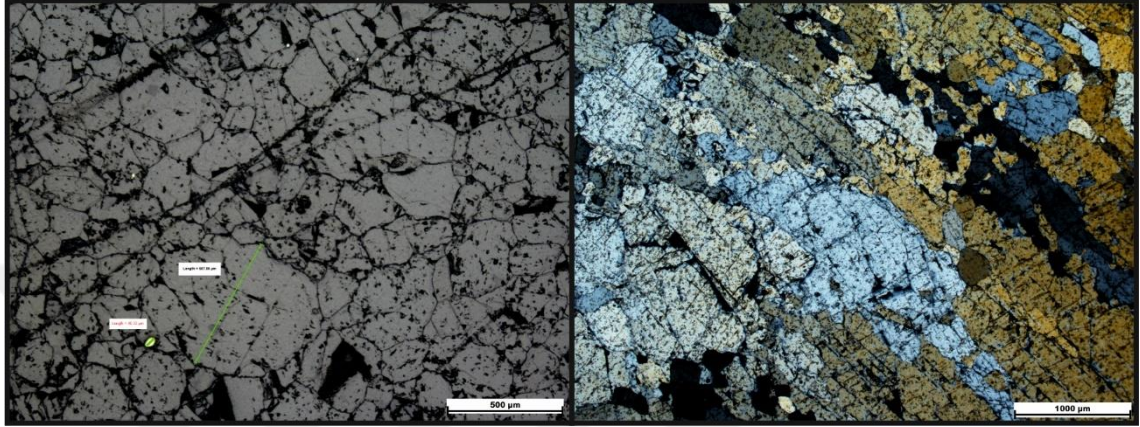
Şekil 4.55. BT-26 numunesine ait XRD diyagramı



Şekil 4.56. BT-30 numunesine ait XRD diyagramı

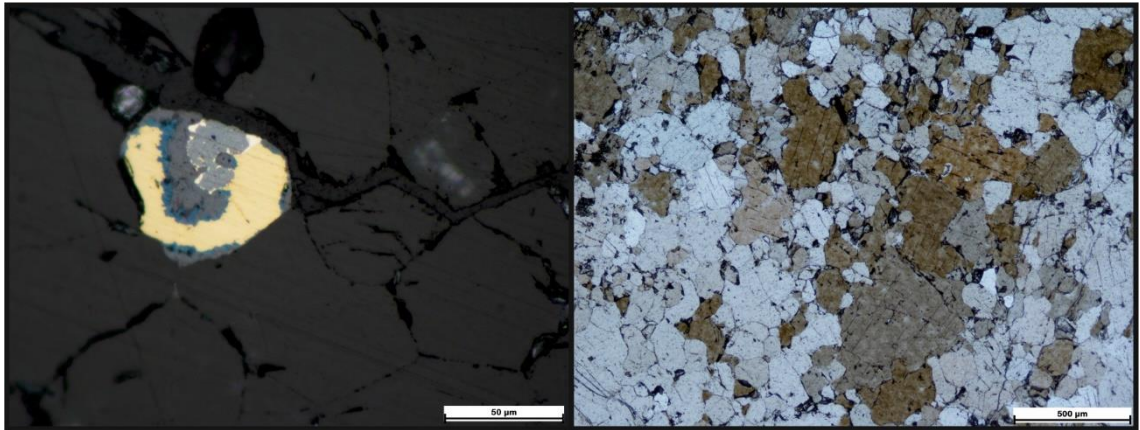
#### 4.3.8. İnce kesit analizi

BT-7 numunesi Yiğit-I/ Konaklı bölgesine ait ince kesit çekimleri Şekil 4.57’de görülmektedir. Eser oranında pirit saçınım halinde gözlenmektedir. Boyutları 50µm’den küçüktür. Baritler yaklaşık eş tane boyutlu, kapanımsız, dilinimi {001} ve boyutları 600µm’den küçüktür. Bazal ve aksiyal kesit yüzeyleri ince kesitte farklı tane boyu şeklinde görülmektedir.



Şekil 4.57. BT-7 numunesine ait ince kesit çekimleri

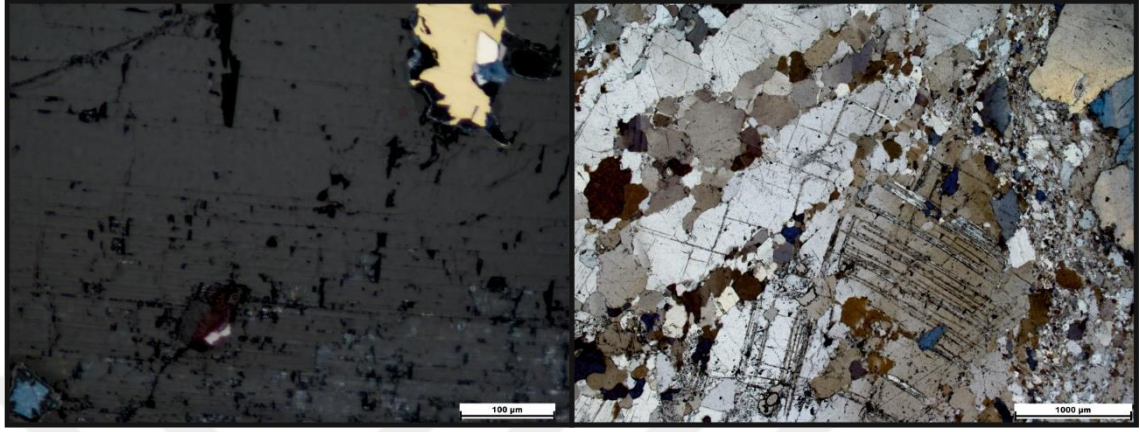
BT-12 numunesi Yiğit-I/ Konaklı bölgesine ait ince kesit çekimleri Şekil 4.58’de görülmektedir. BT-7 numune göre nispeten daha bol ancak eser oranlarda bazıları götileşmiş piritler ve eser miktarda kalkopirit gözlenmiştir. Piritler 75µm’den küçük boyutlarda ve genellikle taneler arası boşluklarda saçınım halindedir. Kalkopirit, pirit, götit ve kovellit’e rastlanmıştır.



Şekil 4.58. BT-12 numunesine ait ince kesit çekimleri

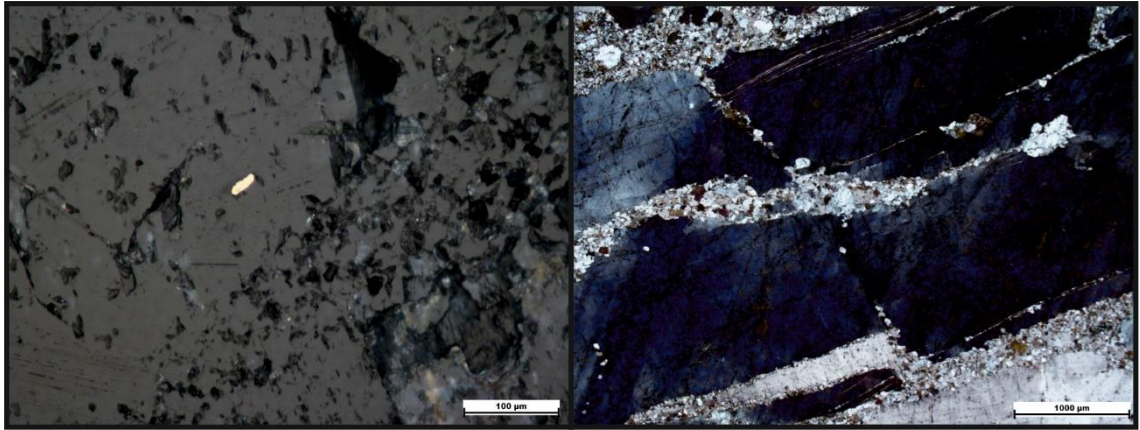


BT-21 numunesi Kızıltaş/ Demirtaş bölgesine ait ince kesit çekimleri Şekil 4.59'da görülmektedir. Farklı boyutlarda baritler (mm-30 $\mu$ m boyutları arasında) görülmüştür. Baritler içerisinde pirit (kısmen götitledi), bornit ve kovellite dönüşmüş kalkopiritler gözlenmiştir.



Şekil 4.59. BT-21 numunesine ait ince kesit çekimleri

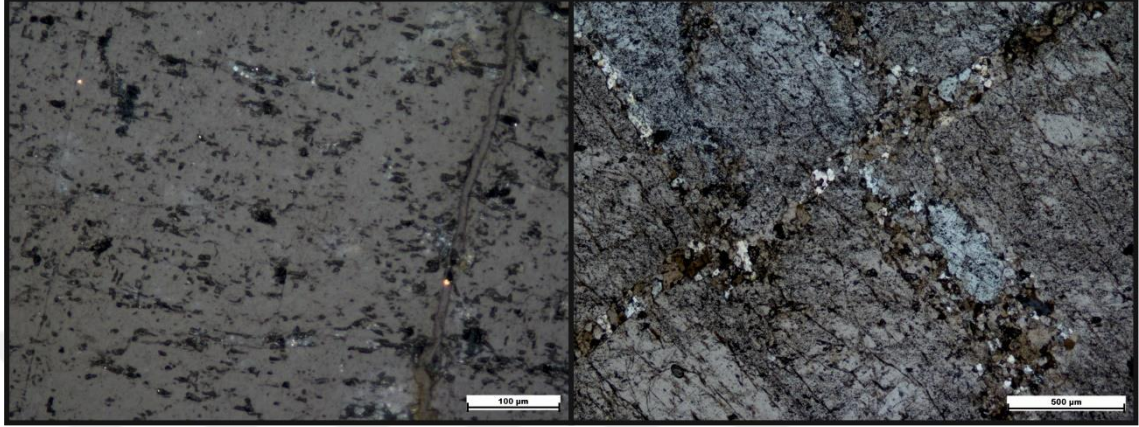
BT-24 numunesi Kızıltaş/ Demirtaş bölgesine ait ince kesit çekimleri Şekil 4.60'da görülmektedir. Çok iri mm boyutundaki baritlerin etrafında kuvars ve daha küçük baritler gözlenmiştir. Ayrıca barit içerisinde eser miktarda kalkopirit (30 $\mu$ m'dan küçük boyutlarda) bulunmaktadır. Oldukça temiz, impüritesiz baritlerden oluşan bu örnek tektonizmaya uğramış olabilir. Dolayısıyla iri kristaller kısmen ezilerek taneler arası çok küçük baritleri oluşturmuş olabilir.



Şekil 4.60. BT-24 numunesine ait ince kesit çekimleri

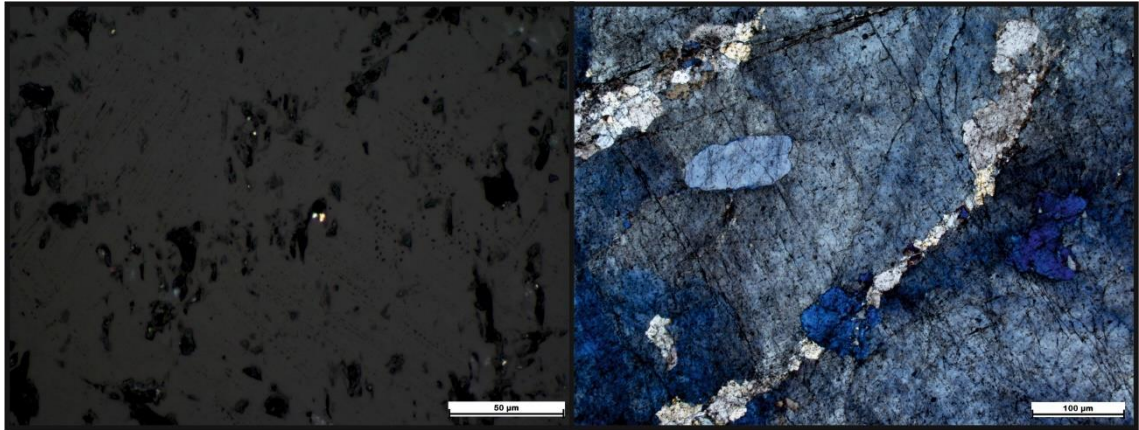


BT-26 numunesi Efe/ Demirtaş bölgesine ait ince kesit çekimleri Şekil 4.61’de görülmektedir. BT-24 örneğine oldukça benzer şekilde İri taneli baritler arasında küçük taneli baritler yer almaktadır. Sadece 3 adet 10µm’dan küçük boyutlarda pirit gözlenmiştir. Dolayısıyla son derece saf baritlerden oluşan bir örnektir. Örnekte yine çok küçük boyutlarda 10µm’dan küçük kalkopirit saçınımları gözlenmiştir.



**Şekil 4.61.** BT-26 numunesine ait ince kesit çekimleri

BT-30 numunesi Efe/ Demirtaş bölgesine ait ince kesit çekimleri Şekil 4.62’de görülmektedir. Örnek sadece saf barit kristallerinden (orta-iri taneli) oluşmakta ve herhangi bir opak mineral gözlenmemiştir. Pirit ve kalkopiritler barit içerisinde saçınım halinde (1-2µm boyutlarında) eser miktarda gözlenmiştir.



**Şekil 4.62.** BT-30 numunesine ait ince kesit çekimleri

#### 4.4. Baritin Dünya Örnekleri ile Karşılaştırılması

Çalışma alanında karşılaştırmalar ve analiz sonuçlarına göre Demirtaş ve Konaklı bölgelerine ait baritler paleozoyik yaşlı ve hidrotermal bir oluşum ortamını temsil ettiği saptanmıştır. Kambriyen yaşlı kumtaşı ve şeyl içerisinde yer alan Jebilet/ Fas bölgesindeki barit yatağı ve aynı istif içerisindeki Bouznika/ Fas barit yatağı (Valenza vd. 2000), Devoniyen yaşlı kireçtaşı ve şeyl içerisinde yer alan Maggen/ Almanya barit yatağı ve Devoniyen yaşlı sedimanların içerisinde bulunan Amerika’nın Nevada eyaletinde

bulunan barit yatağı dünyada paleozoyik yaşı olarak bilinen önemli yataklardır (Krebs, 1981).

Ouachita, Arkansas/ Amerika bölgesinde bulunan statiform tipi silis kırıntılarını içeren barit yatakları 1939'dan 1972'ye kadar olan dönemde dünya üretiminin yaklaşık %25'ini karşılayarak uzun bir süre boyunca ekonomik açıdan önemli bir kaynak olmuştur (Shelton, 1989).

Han vd. (2022) “Sülfat limitli öksinik deniz suyu fasiyesindeki paleozoyik yaşı ve masif tabakalı barit yatakları” isimli çalışmada  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop değerleri 0.708 ile 0.712 arasında ve Erken-Kambriyen yaşı olduğunu saptamıştır. Alanya baritlerinin incelemesinde değerler benzer aralıkta sonuç vermiş ve genel itibariyle paleozoyik yaşı olarak değerlendirilmiştir. Wu vd. (2018) “Son buzullardaki sapropel formasyonu oluşumu sırasında, Doğu Akdeniz'deki nehir kaynağı” isimli çalışmada Akdeniz bölgesini temsil eden barit sedimanlarının  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop değerlerini 0.705–0.712 arasında olduğunu, Sahra çölünün batısında barit sedimanlarındaki  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop değerlerini 0.717–0.730 arasında olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca Wu vd. (2022) “Barite bağlı Sr'nin deniz sedimanlarındaki kırıntılı Sr izotop sistematığı üzerindeki etkisi” isimli çalışmada  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop değerlerini 0.709–0.713 arasında olduğunu, bu nedenle saf ve kırıntılı bir bariti temsil etmeyeceğini ve sığ denizel ortamı yansıttığını belirtmiştir. Bu kapsamda  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop değerleri tez çalışmada yapılan değerleri kapsamaktadır.

Araoka vd. (2022), “Karbonatlı barit yatağı oluşumu Kanada: dolomit, kalsit ve floritin Mg-Sr izotoplarından gelen kısıtlamalar” isimli çalışmada barit numunelerine ait  $\delta^{26}\text{Mg}$  değerlerinin  $<200^\circ\text{C}$  sıcaklıkta hidrotermal bir oluşum gösterdiği ve yüksek  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  içerdiği, cevher bölgesinde kalsit ve dolomit içerisinde bulunduğunu saptamışlardır. Çalışma alanını temsil eden Alanya baritlerinde ise  $\delta^{26}\text{Mg}$  analizi haricinde diğer verileri ile uyushmaktadır.

Xiong vd., (2020) tarafından Bastnazit, Barit ve Kalsit ile yapılan çalışmada, FT-IR analizi ile spektrumun dalga sayısı aralığı 4000 ila  $400\text{ cm}^{-1}$  olarak ölçülmüş, basnazit, barit ve kalsitin FT-IR spektrumları çıkarılmıştır. Spektrum ölçümlerinde kimyasal bağa karşılık gelen ana bantlar belirlenmiş, basnazitin birkaç karakteristik bandı, karakteristik barit, kalsit bantları gözlenmiştir. Alanya bölgesinde yapılan analizde FT-IR spektrum dalga numarası  $1200\text{-}1000\text{ cm}^{-1}$  titreşim bandı olarak pik yapmakta,  $700\text{-}600\text{ cm}^{-1}$  değerlerinde ise açılı bükülme eğrisi göstermektedir.

Orris (1986) tarafından tanımlanan bantlı oluşum gösteren baritler, Orris ve Clark (1991) tarafından Eksalatif-Sedimanter barit yatakları olarak tanımlanmıştır. Denizaltı volkanizması ile ilişkili ve denizel ortamı temsil eden bu tip yataklar dünyada oldukça büyük rezerve sahiptir. Mangampet/ Hindistan bölgesinde bilinen en büyük bantlı barit yatağı bulunmaktadır. Bu bölgedeki barit üretiminin büyük bir yüzdesi yaklaşık 20m kalınlığa kadar erişen bu yataktan karşılanmaktadır (Cansu, 2017). Dünya barit üretiminin büyük bir yüzdesi bu tip yataklardan yapılmaktadır. Barit yatakları cevher kompleksi olarak oluşabileceği gibi aynı zamanda sadece barit yatağı olarak da oluşabilirler. Dünyada bu tip yataklara örnek olarak Nevada, Alaska/ Amerika, Çin'deki barit yatakları verilebilir (Pohl, 2011). Meggen/ Almanya'da bulunan sülfürlü bir oluşum gösteren (Amstutz, 1963) ve Cobachi/ Meksika bölgesinde yer alan barit yatağı (Salas, 1982) Eksalatif-Sedimanter tip yataklarına örnektir. Ayrıca Türkiye'de Hakkari ve Isparta

Şarkikaraağaç bölgeleri barit yatakları da bu tip yataklara örnektir (Hanılçı vd., 2017). Alanya bölgesi baritleri gerek cevher damarları düzlemleri, gerekse de içerisinde bulunduğu paleozoyik yaşlı birimler ve hidrotermal ortamı yansıtan analiz sonuçlarıyla bu tip yataklara benzerlik göstermemektedir.



## 5. TARTIŞMA

Antalya bölgesi, geçirmiş olduğu jeolojik süreçler bakımından, maden yataklarının oluşumu için oldukça uygun bir lokasyondur. Bölgede başta barit ve alüminyum, manganez, kurşun-çinko, kuvarsit, kum-çakıl, krom cevherleşmeleri ve mermercilik faaliyetleri görülmektedir. (Yalcin ve diğ., 2016; Tarinc ve diğ., 2019; Özer ve Yalcin 2020; Özer ve Diğ., 2021; Atakoglu ve Yalcin 2021). Madencilik faaliyetleri dışında bölgede plaj kumları, tıbbi jeoloji ve farklı birçok jeolojik, jeokimyasal çalışmalar yer almaktadır (Cengiz ve diğ., 2017; Yalcin ve diğ., 2016; Yalcin ve Unal 2018; Unal ve diğ., 2018; Yalcin ve diğ., 2019).

Bilgen vd. (1995) yapmış olduğu çalışmada Etibank Beyşehir Barit Madeninden getirilen yıkanmış parça baritlere kimyasal analiz yapmış, numunede % 61.90 oranında BaO ve %34.50 oranında SO<sub>3</sub> olduğunu, genel itibariyle % 94.22 oranında BaSO<sub>4</sub> içerdiğini saptamıştır. Bu değerler tez konusu kapsamında çalışılan 3 farklı ocaktan alınmış xrf verileri ile benzerlik göstermektedir.

Maden yataklarında oluşan yataklanmanın jenezi, yataklanma evreleri, fiziko kimyasal olaylar gibi veriler sıvı kapanımlar sayesinde belirlenebilmektedir (Vural ve Aydal, 2016, 2018; Sipahi vd., 2016; Vural ve Sipahi, 2016; Roedder, 1984; Vural ve Sipahi, 2017). Sıvı kapanım analizlerinden alınan veriler ile sıvının kimyasal bileşimi, cevher oluşum basıncı, sıcaklığı ve termodinamiği gibi hesaplamalar yapılabilmektedir (Roedder, 1984; Samson ve Russell, 1987; Ohmoto ve Rye, 1970; Bowers ve Helgeson, 1983). Sıvı kapanım analizleri ile iz element, nadir toprak element ve izotop element bileşimlerini belirterek, maden yataklarının oluşumunda etkili olan ortam koşullarını gösteren daha kesin veriler alınabilmektedir (Wilkinson, 2001; Wilkinson vd., 1994). Sıvı kapanım terimi, minerallerin kristallenmesinden sonra veya kristallerin büyümesi esnasında dilinim, klivaj ve mikro kırıklarında kaplanmış sıvı damlacıkları olarak tanımlanmıştır. Sıvı kapanımlarda büyüklük, bir adet su molekülünden birkaç milimetre boyutunda kadar değişebilmektedir. Ortalama boyutu ise 0.01 mm olarak belirlenmiştir (Roedder, E., 1979). Sıvı kapanımlar ile ilgili ilk temel çalışmayı Roedder (1979) yapmıştır. Kapanımlar hakkında genel bir giriş sayılan Guilbert ve Park (1986)'ın çalışmaları, Hollister ve Crawford (1981)'un çalışması, Roedder (1984)'in yayınladığı "Fluid Inclusions" (Sıvı Kapanımlar) isimli çalışmalar sıvı kapanımlar ile ilgili önemli kaynaklardır. Aynı numunelerde yapılan sıvı kapanım analizleri ve elektron mikroskop analizlerinde donma sıcaklığı ölçümü ile paralel olan ve birlikte değerlendirilen yıkama yöntemi analizine göre daha kısa zamanda sonuç alınmaktadır. SEM analizlerinin daha kısa zaman ve net olması ve özellikle küçük boyutlu ve ergiyik kökenli kapanımlarda daha kullanışlı olabilmektedir (Birsoy, 1986).

Sıvı kapanım analizinde flüorit, sfalerit ve kuvars gibi mineraller yaygın olarak kullanılmaktadır. Baritler içindeki sıvı kapanımlarda homojenleşme öncesi artan iç basıncıyla sıvı kapanımın duvarlarında oluşan elastik olmayan bir deformasyon ile hacim genişlemesi meydana gelmekte ve bu sebeple sıvı kapanımların homojenleşme sıcaklıklarında bir artış olmaktadır. Bu durum baritlerdeki sıvı kapanımlardan alınan homojenleşme sıcaklıkları için çok geniş bir aralık göstermektedir. Buna benzer şekilde sıvı kapanımları barındıran barit, halit, gibi evaporit minerallerinde, fiziksel özelliklerinden dolayı sıvı kapanımlarda sızmalar oluşabilmektedir. Baritlerde oluşan sıvı kapanımların tümü (% 97'si), 60°C'nin altındaki sıcaklıkta, fluoritteki sıvı kapanımların

%100'ü, 80°C'nin altındaki sıcaklıkta gerilmeye uğradığı saptanmıştır (Kuru ve Sakitaş, 2012). Kuru ve Sakitaş (2012) yapmış olduğu incelemelerde genellikle sıvı kapanım çalışmalarında incelenen barit, sfalerit, flüorit ve kuvars mineralleri arasında barit en az güvenilir olduğunu belirlenmiştir. Bu kapsamda 3 farklı alandan alınan barit numunelerine yapılan sıvı kapanım analizi ile yalnızca birincil ve ikincil kökenli sıvı ve gaz kapanımların boyutları mikron olarak ölçülebilmektedir.

Şahin ve Vural (2022) tarafından yapılan çalışmada Örencik (Yenice, Çanakkale/Türkiye) bölgesi ve alandan alınan 5 adet örnek ile cevherleşmenin Sıvı Kapanım, duraylı izotop verileri incelenmiştir. Çalışma alanına ait sıvı kapanım çalışmalarında homojenleşme sıcaklığı 160- 388.2°C aralığında, ortalama homojenleşme sıcaklığı 245°C ölçülmüştür.  $\delta^{34}\text{S}$  duraylı izotop değerleri ‰-2.6 ile 3.6 arasında,  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değerleri ‰4.2 ve ‰4.9 olarak bulunmuştur. Bölgeye ait duraylı izotop ve sıvı kapanım verileri beraber değerlendirildiğinde alandaki cevherleşmenin epitermal tip cevherleşme olduğu saptanmıştır. Ayrıca Künarlıoğlu (2019) tarafından yapılan çalışmada sıvı kapanım incelemeleri, Honaz/ Gürelek bölgesindeki travertenlerde yapılmış, travertenleri meydana getiren çözeltilerin sıcaklığının 300°C'lere kadar çıktığı ve tuzluluklarının düşük (% 1) olduğu görülmüştür. Mikrotermometrik incelemelerle yüksek sıcaklıklar ortamda derin magmatik bir ısı kaynağının bulunduğu saptanmıştır. Gökçe ve Bozkaya (2003) tarafından Karalar (Gazipaşa-Antalya) barit-galenit yataklarının jeolojisi ve sıvı kapanım özellikleri ile ilgili yapılan çalışmalarda; sıvı kapanım incelemelerinde ölçülen  $T_{\text{MICE}}$ ,  $T_{\text{FM}}$  ve  $T_{\text{H}}$  değerleri, mineral oluşturan hidrotermal çözeltilerin içinde  $\text{MgCl}_2$  ve  $\text{CaCl}_2$  ve gibi tuzların yer aldığını, çözeltilerin deniz suyu kökenli olduğunu veya denizel sedimanlar içinden geçerek geldiğini, baritlerin oluşumu esnasında hidrotermal çözeltilerin tuzluluk oranının biraz yüksek, sıcaklıklarının ise düşük olduğunu, sülfürlü minerallerin ve kuvarsların oluşumunda tuzluluğun önemli miktarda düşüş gösterdiği ve sıcaklığın yükseldiği saptanmıştır. Sıvı kapanım analizi ile birçok çalışmada kökensel yorumlama için uygun veriler elde edilmiş, tez konusu kapsamında incelenen Alanya baritlerinin sıvı kapanımlarının ölçülemeyecek kadar az olması düşük tuzluluğa sahip olması ve nehir+denizel ortamı temsil etmesiyle kökensel olarak hidrotermal ortam koşullarını sağladığı düşünülmektedir.

FT-IR analizi, mineraller arasındaki etkileşimi karakterize etmek için (PerkinElmer, Waltham, MA, ABD) spektrometresi kullanılarak ölçülmektedir. (Xiong vd., 2020). Davarcıoğlu vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada Araplı-Yeşilhisar killeri FT-IR spektrumu ile analiz edilmiş, örneklerin spektrumlarında görülen titreşim bantlarının yorumlanması yapılmış, dünya standartları olarak bilinen temel titreşim frekansları incelenmiştir. Bu FT-IR spektrum analizi kapsamda illit, kaolinit ve smektit karışık tabakalı standart killerden yararlanılmış, spektrumlardaki her bir titreşim bandının hangi kil mineral cinsine karşılık geldiği tespit edilmiştir. SHA (Alicylhydroxamic acid) ile işlenen basnazit bandı ve diğer bantlar daha yüksek frekanslara kaymaktadır. Bu iki bant, SHA (Alicylhydroxamic acid) 'nın basnazit yüzeyinde kimyasal adsorpsiyonunu gösteren SHA (Alicylhydroxamic acid) 'nın adsorpsiyon piklerinin karakteristiği olduğu, fakat kalsit veya barit üzerinde SHA'nın karakteristik adsorpsiyon piklerinin olmadığı saptanmıştır. Aslan ve Gürocak (2022) çalışmalarında, Bentonitin kireç ve tuf ile stabilizasyonu ile oluşan dokusal değişimlerin Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FT-IR) Spektroskopisi yöntemi ile incelenmiştir. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) kullanılarak bentonitin ve katkılı örneklerin mikroyapısal değişimleri



araştırılmış, farklı oranlarda sönmüş kireç ile birlikte bazik ve asidik karakterli tüflerin katkı malzemesi olarak kullanıldığı örneklerde analiz yapılmıştır. Analizler sonucunda kireç ve tüflerin eklenmesiyle yeni pikler oluşmuş, bu pikler kireçteki Ca-O bağlarının özelliği ile bağdaştırılmıştır. Kireç miktarındaki artış ile Ca-O bağlarının oluşturduğu pik sayısı da artmıştır. En fazla değişim kireç katkılı örnekte meydana gelmiştir. Arslan (2021) çalışmasında, Türkiye’de farklı yörelerde bulunan kolemanit minerallerinin FT-IR (Kızılötesi (IR) absorpsiyon spektroskopisi) analizleri ile kimyasal, fiziksel ve termal özelliklerini belirlemiştir. Türkiye’nin bor rezervlerinin yaklaşık %76’sını oluşturan bilimsel ve teknolojik gelişmeler ile elde edilen uygulamalarda çokça kullanılan ve önemli bir bor minerali olan kolemanit ile analiz gerçekleştirilmiştir. Türkiye’de toplam dört bölgede bulunan kolemanit (Emet (Hisarcık, Espey), Kestelek, Bigadiç bölgeleri) numunelerinin yapısal ve karakteristik özelliklerini FT-IR (Kızılötesi (IR) absorpsiyon spektroskopisi) analizleri ile belirlemiştir. Chen vd., (2018) yapmış olduğu çalışmalarda sodyum oleat kullanılarak floritin baritten ayrılmasında modifiye nişastanın etkisini FT-IR spektrum analizi ile ölçmüşler, spektrum sonuçlarına göre değiştirilmiş nişastanın florit ve barit yüzeyler üzerinde adsorbe edilebileceğini belirlemişlerdir.

Akyüz ve diğerleri (2012) tarafından Türk ressam Feyhaman Duran’ın (1886–1970) portre ve boya kutusunun pigment analizleri FT-IR ve mikro Raman spektroskopik çalışmaları ile yapılmıştır. 20. yüzyılın ünlü ressamlarından olan Feyhaman Duran, Atatürk portresinin (86 cm × 136 cm, tuval üzeri yağlı boya ile) dokuz farklı yerinden alınan örnekler, sanatçının kullandığı pigmentleri karakterize etmek amacıyla FT-IR ve mikro-Raman spektroskopik yöntemlerle analiz edilmiştir. Örneklerde organik maddelerin varlığı ve safsızlıklarından dolayı Raman sinyalleri alınamamış, fakat Atatürk portresi kompozisyonunda siyah pigment olarak kurşun beyazı ( $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ ), kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ), barit ( $\text{BaSO}_4$ ), kemik karası ( $\text{C} + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) ve mangan oksitler ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$  ve  $\text{MnO}_2$ ), çinko beyazı ( $\text{ZnO}$ ) ve titanyum beyazı ( $\text{TiO}_2$ ) renkleri açmak için ve/veya zemin seviyesinde boyama için dolgu maddesi olarak kullandığı saptanmıştır (Akyüz, vd., 2012). Tez konusu kapsamında yapılan çalışmaya ait XRF verilerine göre; numunelerin birçoğunda  $\text{TiO}_2$  oranlarının yüksek olduğu görülmüş, bu durum baritleri şeffaf-camsı görünümünden yoksun kılarak daha yoğun titanyum beyazı renge sahip olduğunu açıklar niteliktedir.

Cansu (2017) tez konusu kapsamında Şekeroba, Önsen (Kahramanmaraş) ve Tordere (Adana) barit yataklarının jeolojik, jeokimyasal olarak incelemiş bu kapsamda barit örnekleri üzerinde SEM analizleri yaptırmıştır. Analiz sonuçlarına göre şekilleri itibariyle kısmen diyajenetik baritlere benzemekte fakat kristallerin boyutlarına göre değerlendirildiğinde çalışma alanına ait barit örnekleri hidrotermal baritlere benzerlik gösterdiği belirtilmiştir. Yıldız ve diğerleri (2004) araştırmalarında Tiftik morfolojisini taramalı elektron mikroskop ile incelemişlerdir. 12-18 aylık 20 adet Ankara keçisi ile yapılan analizde tiftik örnekleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiş, kütikül yüzeyinin balık pulu şeklinde dizilmiş düzensiz beşgen, altıgen ve yamuk şeklindeki pulcuklardan oluştuğu belirlenmiştir. Ayrıca Erdin (1987) Taramalı Elektron Mikroskobunun temel çalışma prensiplerini ve numune hazırlanması ile ilgili çalışmış, SEM ve işleyişi numune hazırlık ve uygunluk süreci gibi birçok konuya değinmiştir. Tez konusu kapsamında numunelere uygulanan SEM analizi ile Ba ve Sr’ye ek olarak Fe, O, S, Si gibi elementlere de rastlanmıştır.

Bayat ve diğerleri (2021) yapmış oldukları çalışmada; Kozan-Adana bölgesinde yer alan düşük tenörlü/kalite barit cevherinin, jig ve sallantılı masa yöntemleri ile dolgu barit kalitesinde ve ayrıca jig ile zenginleştirme sonrasında oluşan konsantrelerin flotasyon ve kimyasal liç sonrası barit üretilmesinin optimal zenginleştirilmesini incelenmiştir. Analizlerde elde edilen konsantrelerin  $\text{BaSO}_4$  değerleri, X-ışını flüoresans (XRF) cihazı ve ayrıca yaş yöntem çözündürme ve ağırlık kaybı metotlarıyla belirlenmiştir. Ticari olarak üretilen dolgu barit kalitesinde barit ile kıyaslanabilecek özelliklere sahip en iyi konsantre (%96,12  $\text{BaSO}_4$ ; %72,2 Beyazlık Değeri ve  $4,2 \text{ g/cm}^3$  yoğunluk) jig işlemi ile elde edilmiştir. Alanya baritleri ile ilgili yapılan çalışmada 3 ocağa ait barit numunelerinin  $\text{BaSO}_4$  değerleri %92,1-97,3 arasında değiştiğinden Kozan-Adana bölgesinde yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Kurşun (2017) tarafından yapılan çalışmada Gazipaşa (Antalya) bölgesinde bulunan 2 farklı ocaktan alınan numuneler XRD analizi yapılarak incelenmiş, bunun sonucunda %86-99  $\text{BaSO}_4$  içeren baritler saptanmış bunun yanında dolomit, galenit, kalsit gibi yan kayaçlarla birlikte görülmüştür. Tez konu kapsamında Alanya baritlerine yapılan XRD analizi ile barit ve kuvars, yan kayaç olarak ise dolomit, kuvars, kalsit gibi kayaçlar görülmüştür. Karalar bölgesinde rastlanan limonit, galenit, kurşun-çinko gibi kayaçlar Alanya bölgesinde görülmemiştir.

Paytan vd. (2002) tarafından denizel baritlerin kökenini anlamak için S ve Sr izotopları analizleri ile birlikte kristal morfolojileri, büyüklüklerinin de barit oluşan ortamda belirleyici olduğunu saptamışlardır.

Cemiboğazı Gümüşhane bölgesinde Kaygusuz vd. (2014)'de yapılan çalışmada, zirkon yaşlandırması için ICP-MS analizini ve Sr, Nd (Neodimyum), Pb ve O izotop analizlerini uygulamıştır. Ayrıca  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop değerleri 0,706 ile 0,708 arasında değiştiği, gözlenerek Camiboğazı plütonunun büyük olasılıkla amfibolitik tip alt kabuk ve manto kaynaklı uç üyelerin karışımından kaynaklandığı yorumu yapılmıştır.

Özdoğan vd. (2017) Adana Feke yöresinde barit jeokimyası çalışması ile elde edilen sıvı kapanım verileri (78 ile 190 °C arasındaki homojenleştirme sıcaklıklarında düşük tuzluluk),  $\delta^{34}\text{S}$  ve  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop verilerinin ( $\delta^{34}\text{S} +32.2$  ile  $+36.3$  arasında,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  değerleri 0.709885 ile 0.749652 arasında değişmektedir) yanı sıra mineral topluluğu, çökeltme stilleri, sıvı içerme verileri, eser element bileşimleri, hidrotermal sıvıların muhtemelen meteorik ve deniz suları ile karıştırılmış gömülü bir sokulundan türetildiği ve Prekambriyen ile daha fazla etkileşime girdiği bir modele işaret ettiğini saptamıştır. Alanya baritlerinden elde edilen  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop verileri 0,709967 ile 0,711759 arasında değişmekte ve SEM verilerinden alınan  $^{34}\text{S}$  atomik (%) değerleri 15,45 ile 36,02 arasında olduğundan Adana- Feke yöresinde yapılan barit jeokimyası ve jenezisi ile benzerlik göstermektedir.

Baritin yüksek yoğunluğu, gama ışınlarından koruması sebebiyle nükleer tesislerin inşasında betona agrega malzemesi olarak kullanılabilen en uygun mineral olması Yalçın vd., (2022)'nin çalışmalarına konu olmuştur. Baritler ve kimyasal analizler ile ilgili literatürde birçok çalışma yapılmış olup Alanya Demirtaş ve Konaklı bölgeleri ile ilgili ayrıntılı çalışma yapılmamıştır. Tez konusu kapsamında yapılan inceleme ve kimyasal analizler literatüre kaynak olacak niteliktedir.

## 6. SONUÇLAR

Alanya’da 2 farklı bölge olan Demirtaş ve Konaklı’da yer alan 3 farklı barit (Demirtaş/ Kızıltaş ve Efe Barit Ocağı, Konaklı/ Yiğit-I Barit Ocağı) ocağından alınan numuneler birtakım kimyasal analizler yapılarak incelenmiş, jeolojik jeokimyasal ve kökensel yorumlar yapılmış, olası kullanım alanları hakkında bilgiler verilmiştir.

XRF analizi 3 ocağa ait (Konaklı/ Yiğit-I Barit Ocağı, Demirtaş/ Kızıltaş ve Efe Barit Ocağı) 30 barit, 30 yan kayaç numunesine uygulanmıştır ve  $\text{BaSO}_4$  (%) değerleri 92,1-97,3 arasında değişmektedir. Bu değerler işletilebilirlik limiti olan %85 değerinin üzerindedir ve oldukça yoğun  $\text{BaSO}_4$  içeriğine sahiptir. Ayrıca kalsit, dolomit, kuvars ve florit gibi yan kayalara rastlanmıştır. Numunelerde ana oksitler (% olarak)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (0,35-0,86),  $\text{CaO}$  (0,06-21,50),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0-3,50),  $\text{MgO}$  (0-16,10),  $\text{SO}_3$  (13,50-47,60),  $\text{SiO}_2$  (0,62-20,50),  $\text{TiO}_2$  (0-31,20)  $\text{Na}_2\text{O}$  (0-1,73),  $\text{MnO}$  (0-1,02),  $\text{K}_2\text{O}$  (0-0,08), eser element içerikleri ise (% olarak) Zr (1,66-3,47), Sr (0,70-2,77), V (0-2,75), Nd (0,52-2,41), Sc (0-0,77), Sn (0,03-0,05), I (0-0,08), Cl (0-0,04), Cu (0-0,14), Te (0-0,02), Ta (0-0,03), In (0-0,01), Re (0-0,02), Zn (0-0,02), Hf (0-0,01), As (0-0,01) olarak belirlenmiştir. Barit numunelerinin Sr değerlerinin yüksek, yan kayaç numunelerinde ise Sr değerlerinin daha değişken olduğu görülmüştür. Bununla birlikte Cr ve B eser elementlerinin 10 ppm’den yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca  $\text{TiO}_2$  oranlarının yüksek olduğu görülmüş, bu durum baritleri şeffaf-camsı görünümünden yoksun kılarak daha yoğun beyazımsı renge sahip olduğunu açıklar niteliktedir.

FT-IR spektrum analizi ile moleküller arası bağların tanımlanması, sağlık, mühendislik gibi birçok farklı alanda kullanılmakta belirleyici sonuçlar alınmaktadır. Tez konusu kapsamında Alanya/Konaklı ve Demirtaş bölgelerinde yer alan Yiğit-I (Konaklı), Efe (Demirtaş), Kızıltaş (Demirtaş) barit ocaklarından alınan numunelere yaptırılan FT-IR spektrum analizi ile örneklerle ait dalga numaraları  $4000\text{-}450\text{cm}^{-1}$  spektrum arasında ölçülmüştür. Baryum sülfata ( $\text{BaSO}_4$ ) ait ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) iyonunun FT-IR spektrum dalga numarası  $1200\text{-}1000\text{cm}^{-1}$  titreşim bandı olarak pik yapmakta,  $700\text{-}600\text{cm}^{-1}$  değerlerinde ise açılı bükülme eğrisi göstermektedir. Çalışma alanından alınan barit örneklerinin FT-IR spektrum dalga eğrileri kılavuz  $\text{BaSO}_4$  piklerine uygun davranış göstermektedir.

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM- Scanning Elektron Mikroskope) küçük ayrıntıların incelenebilmesi için ayırım gücünün yüksek ve görüntü ile numune analizini birleştirme özelliğinden dolayı farklı çalışmalarda, geniş ölçüde kullanılmaktadır. 4 adet Barit numunesine yapılan SEM analizinde Konaklı bölgesi (BT-7, BT-12) ve Demirtaş bölgesine (BT-26, BT-30) ait numuneler incelenmiş ve baryuma ek olarak (% olarak) Fe (0,19-0,81), O (42,47-69,96), Sr (0,43-1,54), S (15,45-36,2), Si (0,64-35,0), Mg (1,63-1,81), Al (1,88-18,97), K (3,08-3,22) elementleri de görülmüştür.

6 adet numunede yapılan ince kesit analizlerinin tamamında mm boyutunda büyük baritler ve mikron boyutunda taneler arası boşluklarda da barit kristalleri yer almaktadır. Ayrıca eser oranda  $50\mu\text{m}$ ’dan  $1\mu\text{m}$ ’a kadar boyutları değişken pirit, kalkopirit, götit, kovellit, bornit, götitleşmiş pirit ve kovellitleşmiş kalkopiritler gözlenmiştir. En saf barit örneği Efe/ Demirtaş bölgesini temsil eden BT-30 numunesinde gözlenmiş olup içerisindeki eser miktarda pirit ve kalkopirit  $2\text{-}1\mu\text{m}$  boyutlarında gözlenmiştir. Büyük barit kristallerinin yanı sıra örnekler içerisinde  $\mu\text{m}$  boyutlarında taneler arası boşluklarda küçük barit kristalleri de bulunmakta, dolayısıyla bu durum tektonizmaya işaret etmekte

ve iri kristallerin kısmen ezilerek taneler arası çok küçük barit kristallerine dönüşmüş olabileceği düşünülmektedir.

4 farklı barit numunesine yapılan sıvı kapanım analizde çoğunlukla ölçülemeyecek kadar küçük boyutlarda kapanımlar içerdiğinden yalnızca birincil ve ikincil kökenli sıvı kapanımlar ve birincil kökenli gaz kapanımlar mikron boyutunda ölçülmüştür. Birincil kökenli sıvı kapanımlar 1-11,2µm arasında, ikincil kökenli sıvı kapanımlar 1-4,9µm arasında, birincil kökenli gaz kapanımlar ise 1-11,2µm boyutları arasında değişmektedir. Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar genellikle merccek, üçgen, yuvarlak/elipsoidal ve düzensiz şekilli, tek fazlı kapanımlar ise dikdörtgen, kare, yuvarlak/elipsoidal ve düzensiz şekilli olduğu saptanmıştır.

ICP-MS, ICP-OES ve Ana ve iz oksit içerikleri BaSO<sub>4</sub> oranları yüksek örnekler olduğundan Ba değerleri için maksimum sonuçlar alınmış Numunelerde ana oksitler (% olarak) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,1-0,4), BaO (60-64,1), CaO (0,1-0,3), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,1-0,4), MgO (0,3-0,7), SO<sub>3</sub> (31,6-33,4), SiO<sub>2</sub> (0,4-3,6), SrO (0,7-2,7), TiO<sub>2</sub> (<0,1), ZrO<sub>2</sub> (<0,1), eser elementler (ppm olarak) B (16-20), Cr (12-33,4), Mn (10-63), Pb (0,6-23,2), Li (<10), Rb (<10), Sn (<10), W (<10), Te (<10), Cs (<10), Nb (<10), Ta (<10), Zr (<10) olarak belirlenmiştir.

Kronostratigrafik çalışmalarda ve birçok alanda özellikle jeolojik yaş tayinlerinde yapılan analizlerden biri de <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr izotop analizidir. Stronsiyum izotop analizi yaş tayini ve jeolojik yorumlamalarda yalnız başına yeterli olmamakta, diğer jeolojik veriler ile desteklendiğinde kesin ve net sonuçlara ulaştırmaktadır. Granitler içerisindeki <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr oranları ve kökenlerini en geniş dağılımı gösteren değerler kıtasal mafik kayalar, alkali volkanitler, granitler, ultramafik intrüsf ve nodüller, kimberlitler şeklinde en geniş dağılım ile tanımlanabilir. Demirtaş bölgesini temsil eden BT-21 (Kızıltaş), BT-26 (Kızıltaş) ve BT-30 (Efe) barit numuneleri Konaklı bölgesine göre daha düşük <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr değerleri vermektedir. Değerler izotop kaynaklarının ortalama değerleri tablosunda iz düşürüldüğünde Konaklı bölgesi oluşum ortamı olarak net bir şekilde nehir suyunu, Demirtaş bölgesi ise nehir ve deniz suyunun arasında bir bölgeye denk gelmiş fakat nehir suyunu daha yakın konumdadır. Demirtaş bölgesi düşük rakım seviyesinin (ort. 400m) yanında çevresinden çokça nehir kolu geçmesine rağmen yine de düşük <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr izotop oranını koruyabilmiş olduğundan, sıvı kapanımların ölçülemeyecek kadar az olması düşük tuzluluğa ve <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr izotop değerlerinin 0,70-0,71 arasında olduğundan ve <sup>34</sup>S değerinin tüm taramalı elektron mikroskobu analizi sonuçlarına göre değerlendirildiğinde 15,45 ile 36,02 değerleri arasında olduğu dikkate alınarak hidrotermal ortamı yansıttığı düşünülmektedir.

İnceleme alanında Alanya birliğine ait alt Kambriyen yaşlı kuvarsitleri oluşturan Kurtbeleni formasyonu, orta Kambriyen yaşlı mermer ve dolomitlerden oluşan Karagedik Formasyonu ve üst Kambriyen-Ordovisyan yaşlı şistlerden meydana gelen Payallar formasyonlarına rastlanmıştır. Alt paleozoyik sedimanları içerisinde yer alan barit yanal ve düşey göçlere maruz kalarak kırıklar boyunca ilerlemiştir. Ocakların bulunduğu lokasyonlara ait oluşturulan bölgesel genel jeoloji haritalarında ve genelleştirilmiş stratigrafik kesitlerde baritlerin tamamı paleozoyik yaşlı mermer, kireçtaşı, dolomit içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle çalışma alanına ait baritlerin alt paleozoyik yaşlı ya da daha genç yaşlı olduğu düşünülmektedir.

Çalışma alanlarına ait ocaklar yüksek BaSO<sub>4</sub> içeriği (%92,1-97,3) ve özgül

ağırlığından dolayı özellikle petrol sondajlarında çamurun yoğunluğunu arttırıcı ve katkı olarak kullanılabilir. İnşaat sektöründe su altı borularının yerleştirilmesinde ağırlık arttırıcı olarak da kullanılabilir. Gama ışınlarını soğurduğundan dolayı nükleer kalkanlarda kurşun yerine kullanılabilir. Ayrıca %60,0- 64,1 değer aralığında BaO ve %31,6-33,4 değerleri arasında SO<sub>3</sub> içeriği ile baritlerin yüksek saflıkta olması işletilebilirliği açısından birçok sektörde kullanılmasına uygun olduğunu göstermektedir.

Dünyanın birçok yerinde ve Türkiye’de baritler ile ilgili jeolojik, jeokimyasal ve kökensel araştırmalar yapılmış literatüre kaynak olacak veriler elde edilmiştir. Fakat daha öncesinde Alanya baritleri ile ilgili Demirtaş ve Konaklı bölgesinde bu denli ayrıntılı bir çalışma yapılmamıştır ve bu durum çalışmanın özgünlüğünü vurgular niteliktedir.





## 7. KAYNAKLAR

- Acar, B., 2018. Büğüz (Kesikköprü-Bala/Ankara) Demir Yatağının Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal Yöntemlerle İncelenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Akbulut, K., Akaryalı, E., Akpınar, İ., Aydınçakır, E. 2015. Ünlüpinar (Kelkit-Gümüşhane) Pb-Zn±Au Cevherleşmesinin Jeolojik, Jeokimyasal ve Kökensel Olarak İncelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5 (1), 34-49. doi: 10.17714/gufbed.2015.05.003.
- Akay, E., Uysal, S., Poisson, A., Cravatte, J., Müller, C., 1985. Stratigraphy of the Antalya Neogene Basin. *Geological Society of Turkey Bulletin* 28, 105–119.
- Akkurt, V. E., 2006. Alanya İlçesi (Antalya) Katı Atık Depolama Alanının Jeoteknik İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Akyüz, S., Akyüz, T., Emre, G., Güleç, A., Başaran, S., 1886–1970 Pigment analyses of a portrait and paint box of Turkish artist Feyhaman Duran, The EDXRF, FT-IR and micro Raman spectroscopic studies, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 89, 74–81.
- Alizadeh, T.; Zare, M.; Ganjali, M.R.; Norouzi, P.; Tavana, B. A new molecularly imprinted polymer (MIP)-based electrochemical sensor for monitoring 2,4,6-trinitrotoluene (TNT) in natural waters and soil samples. *Biosens Bioelectron.* 2010, 25, 1166–1172.
- Almandinger, R.J., 1975, A model for ore-genesis in the: Hansonburg Mining District, *New Mexico Institute of Mining and Technology, Socorro, N.M., Fh.,D. Tezi* (Yayınlanmamış) 190 s.
- Amstutz, G.C., 1963. Space, time and symmetry in zoning, Symposium; Problems of post-magmatic ore deposition: *Geol. Survey of Czechoslovakia*, 1, 33-37, Prague.
- Aslan, Y., Gürocak, Z., 2022. Bentonitin kireç ve tuf ile stabilizasyonu sonrasında meydana gelen dokusal değişimlerin Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FT-IR) Spektroskopisi yöntemi ile incelenmesi, *Dicle Üniversitesi Journal of Engineering*, 13:3, 599-610 s. doi: [10.24012/dumf.1132252](https://doi.org/10.24012/dumf.1132252)
- Araoka, D., Simandl, G. J., Paradis, S., Yoshimura, T., Hoshino, M., Kon, Y., 2022. Formation of the Rock Canyon Creek carbonate-hosted REE–F–Ba deposit, British Columbia, Canada: Constraints from Mg–Sr isotopes of dolomite, calcite, and fluorite, *Journal of Geochemical Exploration*, Volume 240, 107045, ISSN 0375-6742, doi: [10.1016/j.gexplo.2022.107045](https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2022.107045)
- Arslan, D., Ş., 2021. Türkiye’de farklı yörelerde bulunan kolemanit minerallerinin fiziksel, kimyasal ve termal özelliklerinin tayini, *Güfbed Gustij*, Volume 11, Issue 4, 1225-1234, doi: [10.17714/gumusfenbil.931377](https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.931377).
- Atakoglu, O. O., & Yalcin, M. G. (2021). Geochemical characterization of the Sutlegen bauxite deposit, SW Antalya. *Mining of Mineral Deposits*, 15(3), 108-121.
- Atalay ve Mortan, 2007. Türkiye Bölgeler Coğrafyası. İnkılap Kitabevi Yayınları, İstanbul, 416s.

- Auwers, J.V. and Andre, L. 1988. O, C and Sr isotopes as tracers of metasomatic fluids: Application to the skarn deposit (Fe, Cu, W) of Traversella (Ivrea, Italy) [abs.]: *Chemical Geology*, v. 70, p. 137.
- AÜ, 2022. Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Özel Maden Yatakları Ders Notları, <https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/bitstream/> [Son erişim tarihi: 12.11.2022].
- Ayhan. A., 1979. Geologie und mineralogie der blei- zink-baryt-lagerstaetten Zwischen Burhan Mah. und Yuları bei Gazipaşa-Anlalya: Heidel- berg Univ.. Dokt. Tezi. 175 s.
- Ayhan A., 1981. Aydap ve Yuları (Gazipaşa-Antalya) Kurşun-Çinko Yataklarının Kökeni ve Remobilizasyon Sorunu. Bull. Min. Res. Exp., 95-96(95-96): 1-17.
- Babu, R.V., Ram, S., Sundararajan, N., 2007. Modeling and inversion of magnetic and VLF-EM data with an application to basement fractures: A case study from Raigarh, *India. Geophysics* 72 (5), B133-B140.
- Bailey, S.W., ve Cameron, E.N., 196-1, Temperatures of mineral formation in bottom-run lead-zinc deposits of the 'Upper Mississippi Valley as indicated by liquid inclusions., *Econ Geol.* 46, 626-651.
- Bastos, M. Q. R., Santos, R. V., de Souza, S. M. F., Rodrigues-Carvalho, C., Tykot, R. H., Cook, D. C., et al. (2016). Isotopic study of geographic origins and diet of enslaved Africans buried in two Brazilian cemeteries. *J. Archaeol. Sci.* 70, 82–90. doi: 10.1016/j.jas.2016.04.020.
- Batsala, M., Chandu, B., Sakala, B., Nama S. and Domatoti, S., 2012. Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) *International Journal Of Research In Pharmacy And Chemistry*, 2231-2781, 671-680.
- Bayat, O., Altınçelep, Z., Altınler, M., 2021. Düşük tenörlü barit cevherinin (Kozan/Adana) zenginleştirilmesinin araştırılması, *Scientific Mining Journal*, Year 2021, Volume 60, Issue 3, 147-152, doi: [10.30797/madencilik.917079](https://doi.org/10.30797/madencilik.917079).
- Bentley, R. A., 2013. Mobility and the diversity of Early Neolithic lives: Isotopic evidence from skeletons. *J. Anthropol. Archaeol.* 32, 303–312. doi: 10.1016/j.jaa.2012.01.009
- Bentley, R. A., Pietrusewsky, M., Douglas, M. T., and Atkinson, T. C., 2005. Matrilocalty during the prehistoric transition to agriculture in Thailand, *Antiquity* 79, 865–881. doi: [10.1017/S0003598X00115005](https://doi.org/10.1017/S0003598X00115005)
- Bernard, A.S., 1976. Metallogenic processes of intra-karstic sedimentation: Amstutz, G.C. ve Bernard, A J., eds., Ores in sediments da., *Springer Verlag*, Heidelberg, 43-57.
- Bernstein, A.S., Neumann, E.K., Hall, J.C. 1992. Temporal analysis of tone pulses within the courtship songs of two sibling Drosophila species, their interspecific hybrid, and behavioral mutants of Drosophila melanogaster (Diptera: Drosophilidae). *J. Insect Behav.* 5(1): 15-36.
- Bilgen, S., Hiçyılmaz, C., Atalay Ü., Akdoğan, G., Uhisoy, U., 1995. Şekil ve Morfolojik Özellikler, Flotasyona Etkisi-Barit Örneği, Türkiye 14. Madencilik Kongresi (14th Mining Congress of Turkey), ISBN 975-395-150-7.

- Birsoy, R., 1986. Sıvı Kapanımlarının İki Farklı Yöntemle Kimyasal Analizleri (Chemical analysis of the fluid inclusions by two different methods), D.E.Ü.M.M. Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Bishop, J.K.B., 1988, The barite-opal-organic carbon association in oceanic particulate matter, *Nature*, 332 (6162), 341–343.
- Birsoy, R., 1986. Sıvı Kapanımlarının İki Farklı Yöntemle Kimyasal Analizleri (Chemical analysis of the fluid inclusions by two different methods), D.E.Ü.M.M. Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü.
- Blumenthal, M ve Göksu, E., 1949, Batı Torosların örtü lamboları. Türkiye Jeoloji Bülteni, 2, 30-40.
- Blumenthal, M., 1951. Recherches géologiques dans le Taurus occidental dans l'arrière-pays d'Alanya. *MTA Enst. Yay. Seri D.*, No: 5, 134 s, Ankara.
- Blumenthal, M. M. 1963. Le Système structural du Taurus Sud - Anadolien : in Livre à mémoire du Prof. Fallat, *Mém hs-sér. Géol. France*, t. II, S. 611-682.
- Boss, C.B. and Fredeen, K.J., 1997. Concept, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry, *2nd edition*, PerkinElmer, Norwalk.
- Boselli, L., Ciattini, S., Galeotti, M., Lanfranchi, M. R., Lofrumento, C., Picollo, M., Zoppi, A., 2009. An Unusual White Pigment In La Verna Sanctuary Frescoes: An Analysis With Technical Paper Micro-Raman, Ftir, Xrd And Uv-Vis-Nir Fors, *E-Preservation Science*, 6, pp. 38-42.
- Bowers, T. S., Helgeson, H. C., 1983. Calculation of the Thermodynamic and Geochemical Consequences of Non Ideal Mixing in The System H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub>-NaCl on Phase Relation in Geologic System: Metamorphic Equilibria at High Pressures and Temperatures. *American Mineralogist*, 68, 1059–1075.
- Bozkaya, Ö., 1999. Alanya Metamorfikleri doğu kesiminin (Anamur kuzeyi) mineralojisi: Kristalinite ve politipi. 11. Mühendislik Haftası Yerbilimleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Isparta (baskıda).
- Bozkaya, Ö., 2001. Demirtaş-Alanya yöresinde Alanya naplarının metamorfizmasına ilişkin yeni mineralojik bulgular, Orta Toroslar, Türkiye. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Yerbilimleri, 23, 71-86.
- Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H., 2004. New Mineralogic Data and Implications for the Tectonometamorphic Evolution of the Alanya Nappes, Central Tauride Belt, Turkey. *International Geology Review*, 46:4, 347-365.
- Bozkaya, Ö., Yalçın H., 2005. Diagenesis and very low-grade metamorphism of the Antalya unit: mineralogical evidence of Triassic rifting, Alanya-Gazipasa, central Taurus belt, Turkey, *Journal of Asian Earth Sciences* 25 109–119.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H. 2010. Genişlemeli Bir Havzadan Karışık Katmanlı İllit-Simektitlerin Jeokimyası, Antalya Birimi, Güneybatı Türkiye. *Clays Kil Madenci*. 58 ,644–666 doi: [10.1346/CCMN.2010.0580505](https://doi.org/10.1346/CCMN.2010.0580505).
- Bozkurt, E., Mittweide, S. K. 2001. Introduction to the geology of Turkey - a synthesis. *International Geology Review* 43(7), 578-594.

- Bragg, J., Bragg, S. W. L., 1948. The Optical Principles of the Diffraction of Xrays, London.
- Britton, K., Grimes, V., Niven, L., Steele, T., McPherron, S., Soressi, M., et al. (2011). Strontium isotope evidence for migration in late Pleistocene Rangifer: Implications for Neanderthal hunting strategies at the Middle paleolithic site of Jonzac. *France. J. Hum. Evol.* 61, 176–185. doi: 10.1016/j.jhevol.2011.03.004.
- Brunn, J.H., Dumont, J.F., Gracciansky, P., Gutnic, M., Juteau, T., Marcoux, J., Monod, O., Poisson, A., 1971. Outline of the Geology of the western Taurides: Geology and History 1 of Turkey: *Petroleum Exploration Society of Libya*, Tripoli, 225-255.
- Bürger, D., 1990. The travertine complex of Antalya Southwest Turkey. *Zeitschrift für Geomorphologie Supplementary Bulletin* 77, 25–46.
- Candan, O., Akal, C., Koralay, O.E., Okay, A.I., Oberhansli, R., Prelevic, D., Mertz-Kraus, R. 2016. Carboniferous granites on the northern margin of Gondwana, Anatolide-Tauride Block, Turkey – Evidence for southward subduction of Paleotethys. *Tectonophysics*, 683, 349-366.
- Candan, O., Çetinkaplan., M., Oberhansli, R., Rimmele, G. ve Akal, C., 2005. Alpine high-pressure / Low temperature metamorphism of Afyon Zone and implication for metamorphic evolution of western Anatolia, Turkey. *Lithos*, 84, 102-124.
- Cansu, Z., 2017, Şekeroba ve Önsen (Kahramanmaraş) ve Tordere (Adana) Barit Yataklarının Jeolojik ve Jeokimyasal İncelenmesi, Doktora Tezi.
- Cansu, Z., ve Öztürk, H., 2020. Formation and genesis of Paleozoic sediment-hosted barite deposits in Turkey, *Ore Geology Reviews journal*.
- Cengiz, M. F., Kilic, S., Yalcin, F., Kilic, M., & Gurhan Yalcin, M. (2017). Evaluation of heavy metal risk potential in Bogacayi River water (Antalya, Turkey). *Environmental monitoring and assessment*, 189(6), 1-12.
- Cengiz, O. 1997. Şarkikaraağaç (Isparta) ve HüyükDoğanhisar (Konya) Arasındaki Barit Yatakları ve Oluşumu, Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 246 s.
- Cengiz, O., Kuşçu, M., 1993. Çarıksaraylar (Şarkikaraağaç-Isparta) Kuzeyinin Jeolojisi ve Kurşunlu Barit Yatakları (Geology of Northern of the Çanksaraylar Area (Şarkikaraağaç-Isparta) and Lead-Bearing Barite Deposits), *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C. 36, 63-74.
- Clark, D.A., Emerson, D.W., 1991. Notes on rock magnetization characteristics in applied geophysics studies. *Exploration Geophysics* 22, 547-555.
- Chen, Z., Ren Z., Gao, H., Qian, Y., Zheng, R., 2018. Effect of modified starch on separation of fluorite from barite using sodium oleate, *Physicochem. Probl. Miner. Process.*, 54(2), 2018, 228-237.
- Church, T.M., Kenneth W., 1972, Marine barite saturation, North-Holland Publishing.15, 35-44.
- Cirilli, S., Martini, R., Tekin, U. K., Kılıç, A. M., Scardia, G., Muttoni, G., 2012. Üst Triyas ve Alt Jura'da Orta Toroslar'ın (Güney Türkiye) Stratigrafisi ve

- Paleocoğrafyası, 65.Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı, Mta Genel Müdürlüğü Kültür Sitesi/Ankara.
- Copeland, S. R., Sponheimer, M., de Ruiter, D. J., Lee-Thorp, J. A., Codron, D., le Roux, P. J., et al. (2011). Strontium isotope evidence for landscape use by early hominins. *Nature* 474, 76–78. doi: 10.1038/nature10149.
- Çetinkaplan, M., 2018. Anamur (Alanya Masifi, Mersin) Bölgesinde Yer Alan Prekambriyen Yaşlı Kayaçların Çok Evreli P-T-t Evrimi (Multi-Stage P-T-t Evolution of Precambrian Aged Rocks in Anamur (Alanya Massif, Mersin) Region), *Geological Bulletin of Turkey* 61, 91-130, doi:10.25288/tjb.358187
- Çetinkaplan, M., Pourteau, A., Candan, O., Koralay, O. E., Oberhänsli, R., Okay, A.I., Chen, F., Kozlu, H., Şengün, F. 2016. P-T-t evolution of eclogite/ blueschist facies metamorphism in Alanya Massif: time and space relations with HP events in Bitlis Massif, Turkey. *International journal of Earth Science*, 105(1), 247-281.
- Çetinkaplan, M., Candan, O., Okay A. I., Oberhänsli, R., Koralay, E., Kozlu, H., 2022. Alanya Masifi'nin Tektonostratigrafisi ve Çoklu Metamorfik Evrimi.
- Çiner, A., Karabıyıkoglu, M., Monod, O., Deynoux, M., Tuzcu, S., 2008. Late Cenozoic sedimentary evolution of the Antalya Basin, Southern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 17, 1–41.
- Çopuroğlu, İ., 1994, Karalar – Gazipaşa (Antalya) galenit – barit yatağının mineralojik – petrografik ve jeenetik incelenmesi, *MTA Dergisi*, 116, 29 –36.
- Davarcıoğlu, B., Kayalı, R., Gürel, A., 2009. Araplı – Yeşilhisar – Kayseri (Orta Anadolu bölgesi) killlerinin FT-IR spektroskopisi ile incelenmesi, *Kibited* 1(3), 163 – 173.
- Dean W.T., Uyeno, T.T. ve Rickards R.B., 1999. Ordovician and Silurian stratigraphy and trilobites, Taurus Mountains near Kemer, southwestern Turkey. *Geological Magazine* 136(4),373–393.
- Dean, W. T., Monod, O., Rickards, R. B., Demir, O., Bultynck, P. 2000. Lower Palaeozoic stratigraphy and palaeontology, Karadere – Zirze area, Pontus mountains, northern Turkey. *Geological Magazine* 137(5), 555-582.
- Dean, W.T., 2005. Trilobites from Çal tepe Formation (Cambrian), near Seydişehir, Central Taurides, Southwestern Turkey: *Turkish Journal of Earth Sciences*, 14,1-71.
- Demirci, S., ve Özel, E., 2015. Türkiye’de Üretilen Barit Cevherinin Baryum İçeren Pigmentlerin Üretiminde Değerlendirilmesi, *Anadolu University Journal of Science and Technology*, Volume 16, Issue 3, 327 – 338.
- Demirel, G.Ö., 2015.Türk Barit Cevherinden Elektronik Sanayiinin Kullanımına Uygun Yüksek Safılıkta Baryum Karbonat Hammaddesinin Üretilmesi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Demirtaşlı, E., 1977, Toros Kuşağının batı kesimindeki olistolitler ve ofiyolitik melanaj, çeşitli nap varsayımlarının tartışılması, VI. Ege bölgeleri jeoloji kollokyumu bildiri özetleri, 46, İzmir.



- Demirtaşlı, E., 1983, Stratigraphy and tectonics of the area between Silifke and Anamur: O. Tekeli ve M.C. Göncüoğlu (Ed), Geology of the Taurus belt: Proceedings-Int. Sym., 26-29 sept., Ankara -Turkey, 101-118.
- Deniz, K., 2021. Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Özel Mineroloji Ders Notları, <https://acikders.ankara.edu.tr/> [Son erişim tarihi: 12.11.2022].
- Desruelles, S., Fouache, E., Ciner, A., Dalongeville, R., Pavlopoulos K., Kosun, E., Coquinot, Y., Potdevin, J-L., 2009. Beachrocks and sea level changes since Middle Holocene: Comparison between the insular group of Mykonos–Delos–Rhenia (Cyclades, Greece) and the southern coast of Turkey, *Global and Planetary Change journal*.
- Dowden, H., Stroudsburg, R., 1975. The Encyclopedia of World Regional Geology; Part 1: Western Hemisphere (including Antarctica and Australasia). *Encyclopedia of Earth Sciences*, Volume VIII, 704 pp.
- DPT, 2001, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu (Bentonit-Barit-Diatomit-Aşındırıcılar) Çalışma Grubu Raporu.
- Dumont, J.F., Gutnic, M., Marcoux, J., Monod, O., Poisson, A., 1972. Le Tri224 as des Taurides occidentales (Turquie) definition du basin Pamphylien: un nouveau a ophiolites a la marge externe de la chaine Taurique: 2 Deutsh. *Geol. Ges. Bd.*, 123(2),385-410.
- Dymond, J., Suess, E., Lyle, M., 1992. Barium in Deep-Sea Sediment: A Geochemical Proxy for Paleoproductivity, pp 823, doi: [10.1029/92PA00181](https://doi.org/10.1029/92PA00181)
- Egüz, D., 2016. Çukurova Üniversitesi Endüstriyel 2 dokümanı, <https://abs.cu.edu.tr/Dokumanlar/2016/> [Son erişim tarihi: 12.11.2022].
- Elderfield, H., 1986. Strontium isotope stratigraphy, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 57, 71-90.
- Erbay, G., 1998. Demirtaş- Gazipaşa Civarının Jeolojik, Mineralojik ve Petrografik Özellikleri, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Ercan, T., ve Öztunalı, Ö., 1984. Magmatik Kayaçların Stronsiyum İzotop Oranı içeriklerinin Kökensel Yorumlamada Kullanılışı: Batı Anadolu ve Ege Adalarındaki Volkanik Kayaçalardan Örnekler, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 8 (1), 23-32.
- Erdin, N., 1986. Takama Elektron Mikroskobunun Temel Prensipleri ve Numune Hazırlama, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt 36, sayı 2, sayfa 103.
- Erdin, N., 1987. Tarama Elektron Mikroskobunun Temel Prensipleri ve Numune Hazırlama, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt-36, Sayı 2.
- Eren, Y. 1991. Engilli (Akşehir)-Bağkonak (Yalvaç) arasında Sultandağları Masifi'nin stratigrafisi, Ahmet ACAR Jeoloji sempozyumu, Bildiriler, Adana, 83-92.

- Ergen, A., Tuncay, E., Bozkurt, A., Doğan, A., Ilgar, A. 2017. Sultandağları güneydoğusunun tektonostratigrafisi: Paleozoyik volkanik aktivitelerin bölgesel jeolojik olaylarla ilişkisi. 70. Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri, s.40, Ankara, 10-14 Nisan 2017.
- Ergen, A. Bozkurt, A., Esirtgen, T., 2020, Alanya Masifi'nin tektono-stratigrafisi ve bölgedeki barit yataklarının jeodinamik gelişimdeki yeri MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, c.29, s.115-124.
- Fazakas, H.J., 1976, Geochemisch-Lagestaetten- kundliche Untersuchungen an Schwespatvor- kommen des Südwestdeutschen Grund und Deckgebirges: Naturwiss. Fak., Univ. Münch- hen, Doktora Tezi, 76 s.
- Flecker, R., Poisson, A., Robertson, A.H.F., 2005. Facies and palaeogeographic evidence for the Miocene evolution of the Isparta Angle in its regional eastern Mediterranean context. *Sedimentary Geology* 173 (1.4), 277–314.
- François R, Honjo S, Manganini SJ, Ravizza GE (1995) Biogenic barium fluxes to the deep sea: implications for paleoproductivity reconstruction. *Global Biogeochemical Cycles* 9: 289-303.
- Ganeshram RS, Pedersen TF, Calvert SE, McNeill GW, Fontugne MR (2002) Glacial-interglacial variability in denitrification in the World's Oceans: Causes and consequences. *Paleoceanography*.
- Gao, Y.; Gao, Z., 2015. Sun, W.; Hu, Y. Selective flotation of scheelite from calcite: A novel reagent scheme. *Int. J. Miner. Process*, 154, 10–15.
- Gao, Z.; Sun, W.; Hu, Y., 2015. New insights into the dodecylamine adsorption on scheelite and calcite: An adsorption model. *Miner. Eng.*, 79, 54–61.
- Garfunkel, Z., 2004. Origin of the Eastern Mediterranean basin: a reevaluation. *Tectonophysics* 391:11–34.
- Gedik, İ., 1981, Fauna bölgeselliğine dayalı olarak Toroslar•ın tektonik durumu, Türkiye Jeol. Kur. 35. Bil. ve Tek. Kurultayı Bildiri Özetleri, Ankara,20.
- Glover, C., Robertson, A.H., 2003. Origin of tufas (cool-water carbonate) and related terraces in the Antalya areas, SW Turkey. *Geological Journal* 38, 1–30.
- Ghienne, J.F., Monod, O., Kozlu, H. ve Dean, W.T., 2010. Cambrian–Ordovician depositional sequences in the Middle East: A perspective from Turkey. *Earth-Science Reviews*, doi: [10.1016/j.earscirev.2010.04.004](https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2010.04.004)
- Goldberg, E. D, Arrhenius, G., 1958. Minor constituents of one of the San Clemente iron concretions and its metallic core. *Data Publisher for Earth & Environmental Science*, doi: [/10.1594/PANGAEA.854441](https://doi.org/10.1594/PANGAEA.854441),
- Göncüoğlu M.C. ve Kozlu, H., 2000. Early Paleozoic evolution of NW Gondwanaland: data from southern Turkey and surrounding regions. *Gondwana Research*, 3, 315-323.
- Göncüoğlu, M.C., Turhan, N. ve Tekin, U.K., 2003, Evidence for the Triassic rifting and opening of the Neotethyan Izmir-Ankara Ocean, northern edge of the Tauride-Anatolide Platform, Turkey. *Bollettino della Società Geologica Italiana Special*, 2, 203– 212.

- Göncüoğlu, M.C., Göncüoğlu, Y., Kozlu, H. ve Kozur, H., 2004. Geological evolution of the Taurides during the Infra-Cambrian to Carboniferous period: a Gondwanan perspective based on new biostratigraphic findings. *Geol Carpathica*, 55/6, 433-447.
- Göncüoğlu, M.C., Dirik, K. and Kozlu, H., 1996. Terrane Map of the Alpine Himalayan Belt, Sheet 1 and 2, integrated in: IGCP Project No 276. Terrane Maps and Terrane Descriptions, *Annales Géologiques Des Pays Helléniques*, vol.37
- Griffith, E.M. and Paytan, A., 2012. Barite in the ocean – occurrence, geochemistry and palaeoceanographic applications, *The Journal of the International Association of Sedimentologists*, pp 205, doi: [/10.1111/j.1365-3091.2012.01327.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2012.01327.x)
- Güngör, T., 2013. Kinematics of the Central Taurides during Neotethys closure and collision, the nappes in the Sultan Mountains, Turkey. *International Journal of Earth Sciences* 102 (5), 1381-1402.
- Gümüş L, Kumral M, Yalçın C, Kaya M, Ünlüer TA, Öztürk S, Karaman M. Aladağ birliği (Çayarası-Alanya) içerisinde karbonatlı kayalar ile ilişkili baritli Zn-Pb cevherleşmesinin jeolojisi ve jeokimyası, *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Kapadokya Yerbilimleri Sempozyumu Özel Sayısı 2018; 7(3): 1209-1213, doi: [/10.28948/ngumuh.502461](https://doi.org/10.28948/ngumuh.502461)
- Gürsu, S., Möller, A., Göncüoğlu, MC., Köksal, S., Demircan, H., Toksoy Köksal, F., Kozlu, H. ve Sunal, G., 2015. Neoproterozoic continental arc volcanism at the northern edge of the Arabian Plate, SE Turkey. *Precambrian Research*, 258, 208-233.
- Güvenç, T. 1981, Tetis'in Permiyen ve Triyas stratigrafisi ve Paleocoğrafyası, H. Univ. Yerbilimleri Ens. Yerbilimleri, 7, 27-42.
- Hall, W.E., Friedman, I., 1963, Composition of fluid inclusions, Cave-in-Rock fluorite district, Illinois, and Upper- Mississippi Valley lead-zinc district. *Eco Geol*; 58, 886-911.
- Han, T., Peng, Y., Bao, H., 2022. Sulfate-limited euxinic seawater facilitated Paleozoic massively bedded barite deposition, *Earth and Planetary Science Letters*, Volume 582, 117419, doi: [10.1016/j.epsl.2022.117419](https://doi.org/10.1016/j.epsl.2022.117419).
- Hanılçı N., Öztürk H., Özbaş F., 2017. Güneydoğu Anadolu pasif kıta kenarı sedimentleri içindeki maden yataklarının tektonostratigrafik konumu, Türkiye, Ç.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü 40. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Adana, Türkiye, 3 Mayıs-6 Ekim 2017, 90-91
- Hanor, J.S., 2000, Barite-celestine geochemistry and environments of formation, In: Reviews in Mineralogy & Geochemistry – Sulfate Minerals (Eds C.N. Alpers, J.L. Jambor and D.K. Nordstrom), 40, pp. 193–275, *Mineralogical Society of America*, Washington, D.C.
- Hesse, R., Dalton, E., 1991. Diagenetic and low-grade metamorphic terranes of Gaspe' Peninsula related to the geological structure of the Taconian and Acadian orogenic belts, Quebec Appalachians. *Journal of Metamorphic Geology* 9, 775–790.
- HGM, 2022, Türkiye Mülki İdare Sınırları, <https://www.harita.gov.tr/urun/turkiye-mulki-idare-sinirlari/232> [Son Erişim Tarihi: 13.08.2022].

- Hoppe, K. A., Koch, P. L., Carlson, R. W., and Webb, D. S. (1999). Tracking mammoths and mastodons: reconstruction of migratory behaviour using strontium isotope ratios. *Geology* 27, 439–442. doi: 10.1130/0091-7613
- Huvelin, P. (1977). Etude géologique et gîtologique du Massif hercynien des Jebilet (Maroc occidental). *Notes Mém Serv Géol Maroc*, Vol. 232 bis.
- Işık, V. ve Tekeli, O., 1995. Alanya metamorfiklerinin doğu kesiminde yer alan petrografik bulgular. *Maden Tetkik Arama Dergisi*, 117, 105–113.
- İMİB, 2022, Barit Yataklarının Durumu, İşletmeciliği ve Geleceği, İstanbul Maden İthalatçıları Birliği.
- İnlamoğlu, Y., Taner, G., 1997.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop kronostratigrafisi, yöntem ve yorumları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdleri Dairesi, Ankara.
- Jamshidi, E., Ale Ebrahim, H.A. (2008), New clean process for barium carbonate preparation by barite reduction with methane, *Chemical Engineering and Processing*, 47 (9-10) , 1567–1577.
- Jamshidi, S., Salem, A. (2010), Role of extrusion process on kinetic of carbothermal reduction of barite, *Thermochimica Acta*, 503-504, 108-114.
- Jewell, P. W., N. J. Silberling, and K. M. Nichols, 2000, Geochemistry of the Mississippian Delle phosphatic event, eastern Great Basin, U.S.A: *Journal of Sedimentary Research*, v. 70, p. 1230-1241.
- Kalafatçıoğlu, A., 1972, Antalya Körfezi batı kesiminin jeolojisi: İ.U.F.F. Jeoloji Ens., Doktora tezi, 128s.
- Kansun, G. (1993). Alanya-Demirtaş (Antalya) arasının jeolojisi ve mineralojik-petrografik incelemesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kansun, G. 2000. Alanya, Demirtaş, Bucak, Kızılcaşehir (Antalya) civarının stratigrafi, petrografi ve jeokimyasal incelenmesi. Doktora Tezi, S.Ü. Fen Bil. Enst., Konya, 334 s.
- Kansun, G., Deli, S. (2011). Anamur (Mersin) civarındaki Alanya birliği metamorfitlerinin jeolojisi ve metamorfizma özellikleri (Number: 10201037). Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri.
- Kansun, G., Delikan, A., Öztürk, A. (2017). Anamur-Silifke (Mersin) civarındaki Alanya birliği metamorfitlerinin stratigrafik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri (Number: 2002-116). Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri.
- Kara, H., Akkoca, D., 2021. Origin of Barite Mineralization in the Doğanşehir (Malatya): Trace and Rare Earth Element, Isotope and Fluid Inclusion Evidence. *El-Cezerî Journal of Science and Engineering*, 8(2), 1035- 1050.
- Karabıyıkoglu, M., Çiner, A., Monod, O., Deynoux, M., Tuzcu, S., Örçen, S., 2000. Tectonosedimentary evolution of the Miocene Manavgat Basin, Western Taurids, Turkey. In: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J.A.D. (Eds.), Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area, 173. *Geological Society of London Special Publication*, pp. 271–294.
- Katırcıoğlu Bayel, D., 2018. Baritin Yaş Ögütülmesinde Ögütme Parametrelerinin Etkisi, *Journal of Underground Resources*, Volume 14, Issue 14, 31-43.

- Kaufman, D, F. Garter, D.L., Mler, G.H., Farmer, G.L. ve Budd. DA., 1993, Strontium isotopic composition of Föocene and Pleistocene moUnsc from emerged marine deposits, North American Artie, *Can. J. Earth Sei.*, 30,519-534.
- Kaur, A. (2013). Maslow's Need Hierarchy Theory: Applications and Criticisms. *Global Journal of Management and Business Studies*, 3, 1061-1064.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Wolfgang, S., Sipahi, F., Ilbeyli, N., Temizel, I., 2014. LA-ICP MS zircon dating, whole-rock and Sr-Nd-Pb-O isotope geochemistry of the Camibogazı ~ pluton, Eastern Pontides, NE Turkey: implications for lithospheric mantle and lower crustal sources in arc-related I-type magmatism. *Lithos* 192-195, 271–290.
- Keskin, H., Altun, İ.E., Alan, İ., Saçlı, L., Şahin, Ş., Arman, S. 2018. 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Alanya O-29 paftası: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü yayın no: 265, Ankara.
- Ketin, İ. 1966. Tectonic units of Anatolia (Asia minor). Bulletin of the Mineral Research and Exploration, 66.
- Kılınçarslan, Ş., Sancar, S., Uzun, İ., 2011, Barit agregalı ağır betonların betonarmede kullanılabilirliği, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 16-18 May 2011, Elazığ, Turkey.
- Kırgız, M. S., 2011.İkameli Ve Katkılı Çimento Pastalarının Hidratasyon Bileşiklerinin Taramalı Elektron Mikroskobu Kullanılarak Belirlenmesine İlişkin Literatür Araştırmaları, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* Cilt:XXIV, Sayı: 2011.
- Kışman, S., 2007. Harput (Elazığ)'In Kuzeyinde Elazığ Magatitleri ile İlişkili Cu-Pb-Zn Cevherleşmelerinde Sıvı Kapanım Çalışmaları, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Kootker, L. M., Mbeki, L., Morris, A. G., Kars, H., and Davies, G. R. (2016). Dynamics of Indian ocean slavery revealed through isotopic data from the colonial era cobern street burial site, Cape Town, South Africa, *Journals Plos One*, 1750-1827. doi: [/10.1371/journal.pone.0157750](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157750)
- Koçkar. M.K., Akgün. H., 2001. Iıksu Tünellerinin Jeoteknik Değerlendirmesi. *İMO Teknik Dergi*, Yazı 214, sayfa 3191-3214.
- Konak, N., Alan, İ., Bakırhan, B., Bedi, Y., Dönmez, M., Pehlivan, Ş., Sevin, M., Türkecan, A., Yusufoğlu, H. 2015, 1/1.000.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Kozlu, H., Göncüoğlu, M.C., Sarmiento, G. ve Gül, M.A., 2002. Mid-Ordovician (Late Darriwilian) conodonts from the Southern-Central Taurides, Turkey: geological implications. *Turkish Journal of Earth Sciences* 11, 113–126.
- Krebs, W., 1981. The geology of Meggen ore deposit In: Wolf, K.H.(Editor), *Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits*, Part III, Vol 3: Regional Studies and specific deposits, 509-549.
- Kursun. G.B., Yalcin. M.G., 2017. Antalya Gazipaşa Baritlerinin Jeolojik Jeokimyasal ve Kökensel İncelemesi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.



- Kursun, G.B., Yalcin, M.G., 2020. Origin of barite deposits in dolomite-limestone units Gazipasa Eastern of Antalya. geology, geochemistry, statistics, sulfur isotope composition. *Mining of Mineral Deposits* Volume 14, Issue 1, 62-71. doi: [10.33271/mining14.01.062](https://doi.org/10.33271/mining14.01.062)
- Kuru, G. S., Sakitaş, A., 2012. Sıvı Kapanım Çalışmaları Hangi Minerallerde Yapılmalı ve Özellikleri Ne Olmalıdır? 65.Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Kuzvart, M., 1984. Industrial Minerals And Rocks (Developments In Economic Geology) book, pp 454.
- Künarlıoğlu, S., 2019. Denizli-Honaz/Gürlek bölgesindeki traverten yataklarında sıvı kapanım incelemeleri, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Linneman, U., Pereira, M.F., Jeffries, T., Drost, K., Gerdes, A. 2008. Cadomian Orogeny and the opening of the Rheic Ocean: new insights in the diachrony of geotectonic processes constrained by LA-ICPMS U-Pb zircon dating (Ossa-Morena and SaxoThuringian Zones, Iberian and Bohemian Massifs. *Tectonophysics* 461, 21-43.
- Mason, B., and More, C. B., 1985. Grundzüge der geochemie, *Nove Knjige Book Reviews*, Udk 0,48.1, p. 351-352.
- Maynard, J.B., Morton, J., Valdes-Nodarse, E.L., and Diaz-Carmona, A., 1995, Sr isotopes of bedded barites: Guide to distinguishing basins with Pb-Zn mineralization: *Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists*, v. 90, p. 2058–2064.
- McRae, M. E., 2017. Barite, *geological survey mineral commodity summaries*.
- Merck, I., 1989. An eyclopedia of chemicals, drugs and biologicals, 11 th Ed.
- Michele, E., 2022, U.S. *Geological Survey*, Barite, Mineral Commodity Summaries, January.
- Monod, O., 1977. Recherches geologiques dans le Taurus occidental au sud de Beyşehir (Turquie) These, Univ, *Paris-Sud*, Orsay, 442s.
- Monod, O., Kozlu, H., Ghienne, J.F., Dean, W.T., Günay, Y., Le, Herisse, A., Paris, F. ve Robardet, M., 2003. Late Ordovician glaciation in southern Turkey. *Terra Nova*, 15, 249-257.
- MTA, 2015, 1/1.000.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/> [Son Erişim Tarihi: 06.11.2022].
- MTA, 2022, Barit, <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/barit> [Son Erişim Tarihi: 06.11.2022].
- MTA, 2022, Türkiye Maden Yatakları Haritaları, Barit Yatakları Haritası [https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/b\\_h/barit.jpg](https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/b_h/barit.jpg) [Son Erişim Tarihi: 06.11.2022].
- Murthy, J. S. N., Reddy, P.V.V. (2012), Solid-state reaction between barium sulfate and carbon, *Chemical Engineering Communications*, 199 (8) 966- 990.

- Nash, J. T., ve Theodore, T.G., 1971, Ore fluids in the Porphyry Copper Deposit at Copper Canyon, Nevada: *Econ, Geol.*, 6f 385-400.
- Neubrand, A., 2000. Room temperature solubility behavior of barium titanate in aqueous media, *Journal of the American Ceramic Society*, 83, 4, 860-864.
- Ohmoto, H., & Rye, R. D., 1970. The Blue bell Mine, British Colombia. I. Mineralogy, Paragenesis, Fluid Inclusions and the Isotopes of Hydrogen Oxygen and Carbon. *Economic Geology*, 65, 417–437.
- Ohmoto, H., & Rye, R. O. 1974. Hydrogen and oxygen isotopic compositions of fluid inclusions in Kuruko deposits, Japan. *Economic Geology*, 69, 947–953.
- Okay, A.I. ve Özgül, N. (1982). Blueschists and Eklogites From The Alanya Masif, Turkey. (Abstract) *The geological evolution of the Eastern Mediterranean*, 82 s., Edinburg.
- Okay, A.I., Özgül, N. 1984. HP/LT metamorphism and structure of the Alanya Massif, Southern Turkey: an allochthonous composite tectonic sheet. In: Robertson AHF, Dixon TE (ed) *The geological evolution of the Eastern Mediterranean. Geological Society London Special Publication*, 14, 429–439.
- Okay, A.I. 1986. High pressure/low temperature metamorphic rocks of Turkey. In: Evans BW, Brown EH (ed) *Blueschists and eclogites. Geological Society of America Memoir*, 164:333– 348.
- Okay, A., 1989. An exotic eclogite/blueschist slice in a Barrovian-style metamorphic terrain, Alanya Nappes, Southern Turkey. *Journal of Petrology*, 30, 107-132.
- Okay, A. I. 1989. Tectonic units and sutures in the Pontides, northern Turkey. In tectonic evolution of the Tethyan region. *Springer, Dordrecht*, 109-116.
- Okay, A.I, Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. ve Akyuz, S., 1996. Paleo and NeoTethyan events in northwest Turkey: geological and geochronological constraints. In: Yin A, Harrison M (eds) *Tectonics of Asia. Cambridge University Press, Cambridge*, 520s.
- Okay, A. I., Monié, P. 1997. Early Mesozoic subduction in the eastern Mediterranean: evidence from Triassic eclogite in northwest Turkey. *Geology* 25(7), 595- 598.
- Okay, A.I. ve Tüysüz, O., 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand B, Jolivet L, Horváth F, Séranne M (eds) *The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen. Geological Society London Special Publication*, 156, 475–515.
- Okay, A., Tansel, I. ve Tüysüz, O., 2001. Obduction, subduction and collusion as reflected in the Upper Cretaceous–Lower Eocene sedimentary record of western Turkey. *Geological Magazine*, 138 (2), 117– 142.
- Okay, A.I, Satır, M. ve Siebel, W., 2006. Pre-alpide orogenic events in the Eastern Mediterranean region. European lithosphere dynamics. *Geological Society London Memoirs* 32, 389– 405.
- Olpen, H.V., Pripiat, J. J., 1979. Data Handbook for Clay Materials and Other Non-metallic Minerals, *Pergamon Press, Oxford*.

- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016. Antalya Havzası Taşkın Yönetim Planı Raporu Yönetici Özeti.
- Orris, G.J., 1986. Descriptive model of bedded barite, in Cox, D.P., and Singer, D.A., eds., Mineral deposit models, U.S. Geological Survey Bulletin 1693, p. 216.
- Ozer, O., & Yalcin, M. G. (2020, November). Correlation of chemical contents of Sutlegen (Antalya) bauxites and regression analysis. *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 2293, No. 1, p. 180008). AIP Publishing LLC
- Ozer Atakoglu, O., Yalcin, M. G., & Ozmen, S. F. (2021). Determination of radiological hazard parameters and radioactivity concentrations in bauxite samples: the case of the Sutlegen Mine Region (Antalya, Turkey). *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 329(2), 701-715.
- Öz, C., Özer, Ö., 2019. Seramik Arkeometrisi'nde Spektroskopik Yöntemlerin Uygulanması ve Yorumlanması: Xrf, Xrd. *Seramik Araştırmaları Dergisi*, (1), 136-153.
- Özaksoy, V., 2019. Alanya yakınlarında Toros Orojeni içerisinde belirlenmiş makaslama zonunun yapısal özellikleri ve tektonik önemi, GB Türkiye (Structural properties and tectonic significance of a shear zone discovered within the Tauride orogen near Alanya, SW Turkey), *MTA Dergisi*, 158: 31-47.
- Özdoğan, A. T., Uras, Y., Öner, F., 2017. Geochemistry of the barite deposits near Adana-Feke area (Eastern Taurides), *Russian Geology and Geophysics*, Volume 58, Issue 11, November 2017, Pages 1349-1365
- Özgül, N., Metin, S. ve Dean, W. T., 1972. Doğu Toroslar'da Tufanbeyli ilçesi (Adana) dolayının Alt Paleozoyik stratigrafisi ve faunası; *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*, 79, 9-17.
- Özgül, N. ve Gedik, İ., 1973. Orta Toroslar- da Alt Paleozoyik yaşta Çaltepe Kireçtaşı ve Seydişehir Formasyonu'nun stratigrafisi ve konodont faunası hakkında yeni bilgiler. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 16(2), 39-52.
- Özgül, N., ve Arpat, E. 1973, Structural units of the Taurus orogenic belt and their continuations in neighbouring regions: selection of papers on the Eastern Mediterranean region, presented at 23 rd Congress of CIESM in Athens, 1972, *Bull. Geol. Soci. Greece*, 10-1, 156-164.
- Özgül, N., 1976, Torosların bazı temel jeolojik özellikleri, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 19/1, 65-67.
- Özgül, N., 1983. Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides. International Symposium on the Geology of the Taurus Belt. O.Tekeli ve M.C.Göncüoğlu(eds.), 77-90.
- Özgül, N., 1984. Alanya Tektonik penceresi ve batı kesiminin jeolojisi. *Ketin Sempozyumu, Türkiye Jeoloji Kurultayı*, 97-120.
- Özgül, N., 1997. Bozkır-Hadim-Taşkent (Orta Toroslar'ın Kuzey Kesimi) Dolaylarında Yer Alan Tektono – Stratigrafik Birliklerin Stratigrafisi. *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*, 119, 117– 174.

- Özgül, N., Bölükbaşı, S., Alkan, H., Öztaş, Y., Korucu, M. 1991. Sultandağları-Sandıklı-Homa -Akdağ yöresinin jeolojisi. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Arşiv Rapor No: 3028, Ankara.
- Özgül, N. ve Kozlu, H., 2002. Kozan-Feke (Doğu Toroslar) Yöresinin Stratigrafisi ve Yapısal Konumu ile İlgili Bulgular. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 14(1),1-36.
- Özsöz, İ., Toker, C. E. 2022. Interpretation of satellite gravity anomalies with pseudo-depth slicing method filter in Türkiye. Bulletin of the Mineral Research and Exploration 168, 111-130. <https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.974936>
- Öztürk, E.M., Akdeniz, N., Bedi, Y., Sönmez, İ., Usta, D., Kuru, K., Erbay, G., 1995. Alanya napının stratigrafisine farklı bir yaklaşım. TJK Bült. 10, 2-10.
- Parlak, O., Rızaoglu, T., Bağcı, U., Karaoglan, F. ve Höck, V., 2009. Tectonic significance of the geochemistry and petrology of ophiolites in southeast Anatolia, Turkey. *Tectonophysics* 473, 173–187.
- Paytan, A., 2002, Tales of black shales., in White, K., and Urquhart, E., eds., *ODP Greatest Hits*, Volume 2,
- Piga, G., Santos-Cubedo, A., Moya Solà, S., Brunetti, A., Malgosa, A., Enzo, S., 2011. A multi-technique approach by XRD, XRF, FT-IR to characterize the diagenesis of dinosaur bones from Spain, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 310 (2011) 92–107.
- Podufal, P., 1977, Die Dreislarer Barytange: Der Aufschluss, 55, Beiheft 2. 37-40 p.
- Pohl, W. L., 2011, *Economic geology: Principles and practice*, John Wiley & Sons.
- Poisson, A., Akay, E., Dumont, J.F., Uysal, Ş., 1983. The Isparta Angle: a Masozoic Paleorirt in the western Taurides, Geology of the Taurus belt international symposium, 11-26, Ankara.
- Poisson, A., Wernli, R., Sağular, E.K., Temiz, H., 2003. New data concerning the age of the Aksu Thrust in the south of the Aksu valley, Isparta Angle (SW Turkey): consequences for the Antalya Basin and the Eastern Mediterranean. *Geological Journal* 38, 311–327.
- Poonosamy, J., Curti, E., Kosakowski, G., Grolimund D., Van Loon, L. R., Mader, U., 2016. Barite precipitation following celestite dissolution in a porous medium: A SEM/BSE and I-XRD/XRF study, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 182, (pp. 131-144)
- Pourteau, A., Sudo, O., Candan, O., Lanari, P., Vidal, O. ve Oberhansli, R., 2013, Neotethys closure history of Anatolia: insights from 40Ar–39Ar geochronology and P–T estimation in highpressure metasedimentary rocks. *Journal of Metamorphic Geology*. 31(6), 585-606.
- Puchelt, H., 1967, Zur Geochemie des Bariums im exogenen Zyklus: Sitzungsber., Heid., Ak. Wiss., Math. Nal. KI., Jg., 4 Abh., 205 s.
- Ramachandran, V.S., Beaudoin, J.J., 2001. “Handbook of Analytical Techniques in Concrete Science and Technology”, *Noyes Publications*, Ottawa

- Reimer, T., 1978, Detrital barites in Karoo Supergroup of Southern Africa: *Min. Deposita* 13, 235- 244.
- Remzi, H., 1978. Alanya- Gazipaşa Çevresine Ait Barit Etüd Raporu, Data Bankası Servisi.
- Ricou, L.E., Argyriadis, I., Lefevre, R., 1974. Proposition d'une origine interne pour les nappes Antalya et le massif d'Alanya (Taurides occidentales, Turquie). *Bull. Soc. Geol. France*, (7),16 1 2, 107-111.
- Ricou, L.E., 1980, Torosların Helenidler ve Zagridler arasındaki yapısal rölti Türkiye Jeol. Kur. Bült. 231 21 101-118.
- Rife, D.L., 1971, Barite fluid inclusion geothermometry, Cartesville Mining District, North west Georgia: *Econ. Geol.* 6, 1164-1167.
- Robertson, A.H.F., Woodcock, N.H., 1983. Mesozoyik-Tersiyer Tetis kıta kenarı olarak Antalya karmaşığı GB parçası. *Toros Jeolojisi Uluslararası Sim. Bildiri özetleri*,20, Ankara.
- Robertson, A.H.F., Parlak, O., Ustaömer, T. 2013. Late Paleozoic-Early Cenozoic tectonic development of southern Turkey and the easternmost Mediterranean region: evidence from the inter-relations of continental and oceanic units. *Geol Soc Lond Spec Publ* 3793:9–48.
- Roedder, E., 1958, Technique for the extraction, and partial, chemical analysis of filled fluid inclusions from minerals: *Econ, Geol.* 53, 235-269.
- Roedder, B., 1962, Ancient fluids in crystals: Scientific American, off pirint No 854 W, H, Freeman and Company, 11 s.
- Roedder, E, 1963, Studies of fluid, indusions m. Freezing data and their interpretations: *EScon. Geol.*, 58, 167-211.
- Roedder, E., Ingram B., ve Hail, W.E., 1963, Studes of fluid inclusions IV. Extraction and quantative analysis of inclusions in the miligram, range: *Econ, Geol.*, 58, 353-374.
- Roedder, E., 1971, Fluid inclusion evidence on the environment of formation of mineral deposits of Southern Appalachian Valley: *Eton, Geol*, 66, 777-79-1.
- Roedder, E., 1972, Compostion of fluid inclusions: *U. S.O.S. Prof. Paper* 440-J.J., 164 s.
- Roedder, E. 1984. Fluid inclusion: Review in Mineralogy. *Mineralogical Society of America*.
- Rolland, Y., Billo, S., Corsini, M., Sosson, M. ve Galoyan, G., 2009. Blueschists of the Amassia– Stepanavan Suture Zone (Armenia): linking Tethys subduction history from E-Turkey to W-Iran. *International Journal of Earth Science* 98, 533–550.
- Salas, G.P., 1982, Preliminary Study of Mineral resources of Latin America, in Whitmore F.C., Jr, Williams, M.RE., eds, Resources for twenty first century, U.S, Geological Survey Bulletin, 1193, p 183-191.
- Samson, I. M., & Russell, M. J. (1987). Genesis of the Silvermines zinc-lead-barite deposit, Ireland; fluid inclusion and stable isotope evidence. *Economic Geology*, 82(2), 371–394. doi: [10.2113/gsecongeo.82.2.371](https://doi.org/10.2113/gsecongeo.82.2.371).



- Savaşkan, T., 1986. “Elektron Mikroskoplarının Endüstriyel Problemlere Uygulanması”, Karadeniz Üniversitesi Basımevi, Genel yayın no. 108, Fakülte yayın no. 35, Trabzon
- Sawkins, P.J. r 1968. Significance of Na/K BMÜ Ca/SO<sub>4</sub> ratios in fluid inclusions and subsurface waters, with respect to the genesis of Mississippi Valley-type ore deposits, *Eton, Geol.*, 63, 935-942.
- Schroeder, H., O’Connell, T. C., Evans, J. A., Shuler, K. A., and Hedges, R. E. M. (2009). Trans-atlantic slavery: isotopic evidence for forced migration to barbados. *Am. J. Phys. Anthropol.* 139, 547–557. doi: [10.1002/ajpa.21019](https://doi.org/10.1002/ajpa.21019)
- Selley, R.C., 1976, An introduction to sedimentology. *Academic Press*, London, 408p.
- Sezerer, G., 2021. Sıvı Kapanımlar, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 22-23 s.
- Shelton, K. L., 1989. Mineral deposits and resources of the Ouachita Mountains. In The Appalachian Ouachita Orogen in the United States. RD Hatcher, WA Thomas, GW Viele (Eds) *Geol Soc Am, The Geology of North America*, F-2:729-737
- Shimmield, G., Mowbray, S. R., 1991. (Appendix C) Major element concentrations in bulk samples of ODP Hole 117-724C. *Pangaea*, doi:
- Sillen, A., and Balter, V. 2018. Strontium isotopic aspects of *Paranthropus robustus* teeth; implications for habitat, residence, and growth. *J. Hum. Evol.* 114, 118–130. doi: [10.1594/PANGAEA.756839](https://doi.org/10.1594/PANGAEA.756839)
- Sillen, A., 2021. <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr in Archeological and Paleobiological Research: A Perspective *Front. Ecol. Evol.*, 17 February Sec. *Paleoecology*, doi: [10.3389/fevo.2021.632681](https://doi.org/10.3389/fevo.2021.632681).
- Sipahi, F., Saydam Eker, Ç., Kaygusuz, A., & Vural, A., 2016. Investigation of mineral chemistry, fluid inclusion and stable isotope composition of skarn mineralization at Eğrikar (Torul-Gümüşhane, NE Turkey).
- Sipahi, F., Akpınar, İ., Saydam Eker, Ç., Kaygusuz, A., Vural, A., & Yılmaz, M., 2017. Formation of the Eğrikar (Gümüşhane) Fe–Cu skarn type mineralization in NE Turkey: U–Pb zircon age, lithogeochemistry, mineral chemistry, fluid inclusion, and O–H–C–S isotopic compositions. *Journal of Geochemical Exploration*, 182(July), 32–52, doi: [10.1016/j.gexplo.2017.08.006](https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2017.08.006).
- Siroux, B., Wissocq, A., Beaucaire, C., Latrille, C., Petcut, C., Calvaire, J., Tabarant, M., Benedetti, M.F., Reiller, P.E., 2018. Adsorption of caesium and strontium onto an Naillite and Na-illite/Na-smectite mixtures: application of a multi-site ion-exchanger model. *Appl. Geochem.* 99, 65–74. doi: [10.1016/j.apgeochem.2018.10.024](https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2018.10.024)
- Skoog, D. A., Holler, F. J., Nieman, T. A., 1998. Principles of instrumental analysis. 5th. *Thomson Learning*, USA, 849.
- Starke- R., 1969, Die Strontiumgehalte der Baryte: Freiburger Forschungsh., 150, 86 s.
- Striebel, H., 1965, Die Bleierz-Baryt-Lagerstaette von Karalar-Gazipaşa (Turkei) und ihr geiogischer Rahmen: Naturwiss. Fak. Univ. München, Doktora Tezi. 48 s.

- Şafak, Ü., Kelling, G., Gökçen, N.S. & Gürbüz, K. 2005. The midCenozoic succession and evolution of the Mut basin, southern Turkey, and its regional significance. *Sedimentary Geology* 173, 121–150.
- Şahin, E., Vural, A., 2022. Örencik (Yenice, Çanakkale/Türkiye) Cevherleşme Sahası Granitik Kayaçlarının Jeolojik, Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, 8th Akdeniz International Conference on Applied Sciences At: Girne-Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti.
- Şenel, M., 1983, Discussion on the Antalya nappes. O. Tekeli ve M.c. Göncüoğlu (Edit.), *Geology of the Taurus belt: Proceedings In Sym.26-29 sept.*, Ankara-Turkey, 41-52.
- Şenel, M., 1986. Tahtalı dağ (Antalya) ve dolayının jeolojisi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi.
- Şenel, M., Dalkılıç, H., Gedik, İ., Serdaroğlu, M., Bölükbaşı, A.S., Metin, S., Esentürk, K., Bilgin, A.Z., Uguz, F., Korucu, M., ve Özgül, Z., 1992, Eğridir- Gebiz ve Geniş-Köprülü (Isparta-Antalya) arasında kalan alanların jeolojisi: TPAO Rap. No: 3132, 559 s., Ankara (yayımlanmamış).
- Şenel, M., Gedik, I., Dalkılıç, N., Serdaroğlu, M., Bilgin, A.Z., Uğuz, M.F., Bölükbaşı, A.S., Korucu, M. ve Özgül, N., 1996. Isparta bükümü doğusunda otokton ve allokon birimlerin stratigrafisi (Batı Toroslar). *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*, 118, 111-160.
- Şenel, M., Bedi, Y., Çörekçioğlu, E. 2016a. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Alanya-O 28 paftası: No: 232, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şenel, M., Bedi, Y., Usta, D. 2016b. 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Alanya O-27 paftası: No: 226, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şenel, M., Bedi, Y., Usta, M. 2016c. 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Alanya P-28 paftası: No: 223, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Gökçe, A., Bozkaya, G. 2003. Karalar (Gazipaşa-Antalya) Barit-Galenit Yataklarının Jeolojisi ve Sıvı Kapanım Özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 46-1, 2-15.
- Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y., Ketin, I. 1980. Remnants of a pre-Late Jurassic ocean in northern Turkey: fragments of Permian-Triassic Paleo-Tethys. *Geological Society of America Bulletin* 91(10), 599-609.
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-242, Amsterdam.
- Şengör, A.M.c., Yılmaz, Y. ,1983, Türkiye’deTetis’in evrimi Levha tektoniği açısından bir yaklaşım Türkiye Jeoloji Kur. Yerbilimleri özel dizisi, No: 1, 75s.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. S. ve Karoğlu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle KT, Christie-Blick N (eds), *Strike-slip deformation, Basin formation and sedimentation. Society Economic Mineral Paleontology and Mineralogy Special Publication*, 37, 227–264.

- Şengün, M., Acarlar, M., Çetin, F., Doğan, O.Z., Gök, A., 1978. Alanya Masifinin Yapısal Sorunu (Structural Setting of Alanya Masif). *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, s. 39.
- Tarinc, O. K., Ozer, O., Aydın, B., & Yalcin, M. G. (2019, August). Comparison of physical-mechanical properties of Clova and Lyca marbles in Akcay (Antalya) region by using independent-samples T-test statistics. In The 2nd Mediterranean international conference of pure applied mathematics and related areas, Paris, France (pp. 28-31).
- 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, Kansun G, Karadağ M, Arık F, Öztürk A (2003). Maşatdağı (Alanya-Antalya) diyasporitik boksitlerinin stratigrafik konumu. *Geosound*, (42), 109-122.
- Tumuklu A., Daanoba Sunkari, E., Yalcin F., Ozer Atakoglu, O., 2022. Data analysis of the Gumusler Dam Lake Reservoir soils using multivariate statistical methods (Nigde, Türkiye), *International Journal of Environmental Science and Technology*, *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, doi: [10.1007/s13762-022-04519-8](https://doi.org/10.1007/s13762-022-04519-8)
- Turan, A., 2000. Korualan Bağbaşı (Hadim-Konya) arasındaki bölgenin yapısal özellikleri; *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(3), 51-60.
- Uçar, H., 2022. Bor endüstri atıklarında bazı elementlerin ICP-MS yöntemiyle tayini ve mikroyapısal özelliklerinin araştırılması, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Batman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Batman.
- Ulu, Ü., 1883. Sugözü-Gazipaşa Antalya) Alanının Jeoloji İncelemesi, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara.
- Unal, S., Yalcin, M. G., Ocak, S. E. M. A., Yalcin, R. U. Y. A., & Ozmen, S. F. (2018). Computation of gamma radioactivity of natural rocks in the vicinity of Antalya province and its effect on health. *Kerntechnik*, 83(2), 112-120.
- Usta, D., 2001. Anamur-Bozyazı Dolayının (Alanya P29-c2, c3, c4 paftalarının) jeolojisi. MTA Rap. No 10485, 109 s., Ankara (yayınlanmamış).
- Usta, M., Yetiş, C., Nazik, A., 2018. Anamur (Mersin) Dolayının Stratigrafisi ve Kambriyen Yaşlı Kuvarsitler ile Dolomitlerin Endüstriyel Hammaddede Potansiyeli (Stratigraphy Around The Anamur (Mersin) And The Industrial Raw Material Potential Of The Cambrian Quarzites And Dolomites), *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* Cilt: 35-6.
- Valenza, K., Moritz, R., Mouttaqi, A., Fontignie, D., and Sharp, Z., 2000. Vein and karst barite deposits in the Western Jebilet of Morocco: fluid inclusion and isotope (S, O, Sr) evidence for regional fluid mixing related to Central Atlantic rifting, *Economic Geology*, 95, 587- 606.
- Vanhaeren, M., d'Errico, F., Billy, I., and Grousset, F. 2004, Tracing the source of Upper paleolithic shell beads by strontium isotope dating. *J. Archaeol. Sci.* 31, 1481–1488. doi: [10.1016/j.jas.2004.03.011](https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.03.011)

- Veizer, J., 1983, Stable isotope in sedimentary geology: 'Chapter 3: 'Chemical diagenesis of carbonates: theory and application of trace element technique, *SEFM skort oouise*, No; 10.
- Vural, A., ve Aydal, D. (2016). Bayramiç ve Yakın Çevresindeki Altın Zenginleşmelerinin Araştırılması. 69. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 376–377.
- Vural, A., ve Sipahi, F. (2016). Demirören (Gümüşhane) Fe-skarn yatağının Jeolojik, Jeokimyasal ve kayaç kimyası, köken özellikleri açısından incelenmesi, *Skarn-Metasomatism Geochemistry*.
- Vural, A., ve Aydal, D. (2018). Kısacık-Ayvacic (Çanakkale) Altın Cevherleşmesinin Jeolojik, Mineralojik, Jeokimyasal Açısından İncelenmesi. 8. Jeokimya Sempozyumu, 121–122.
- Werner, C.D., 1958, Geochemie und paragenese der saxonischen schwerspat – flusspat – gaenge im schmalkaldener revier, *Freiberger forschungshf*, 47, Berlin.
- Wilkinson, J. J., Rankin, A. H., Mulshaw, S. C., Nolan, J., & Ramsey, M. H. 1994. Laser Ablation-ICP-AES for the Determination of Metals in Fluid Inclusions: An Application to the Study of Magmatic Ore Fluids. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58, 1133–1146.
- Wilkinson, J. J. (2001). Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits.
- Wood, D.A. 1980. The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas on the British Tertiary Volcanic Province. *Earth and Planetary Science Letters*, Cilt 50, Sf. 11-30.
- Woodcock, N.H., Robertson, A.H.F., 1977. İmbricate thrust belt tectonics and sedimentation as a guide to emplacement of part of the Antalya Complex, sw Turkey. *Abst. Proj.6th Coll.Aegean Geol.*, İzmir.
- Wu, J.W., Liu, Z., Michard, A., Tachikawa, K., Filippidi, A., He, Z., Hennekam, R., Yang, S., Davies, G.R., de Lange, G.J., 2022. Effect of barite-bound Sr on detrital Sr isotope systematics in marine sediments, *Chem. Geol.* 587, 120613.
- Wu, J.W., Filippidi, A., Davies, G.R., de Lange, G.J., 2018. Riverine supply to the eastern Mediterranean during last interglacial sapropel S5 formation: a basin-wide perspective. *Chem. Geol.* 485, 74–89.
- Xiong W., Deng J., Zhao, K. L., Wang, W. Q., Wang, Y. H., Wei D., 2022. Bastnaesite, Barite, and Calcite Flotation Behaviors with Salicylhydroxamic Acid as the Collector, *Minerals* (2075-163X), v.10, n.3, p.282.
- Yalçın, C., Karasu, V., Uras, Y., 2022. Paleozoyik Yaşlı Kayaçlar ile İlişkili Koçaşlı (Gülнар, Mersin) Baritlerinin Jeolojik Özellikleri ve Akkuyu Nükleer Santrali İle İlişkisi, 1st International Conference on Engineering and Applied Natural Sciences, May 10-13, 2022, Konya, Turkey
- Yalcin, F., Nyamsari, D. G., Paksu, E., & Yalcin, M. G. (2016). Statistical assessment of heavy metal distribution and contamination of beach sands of Antalya-Turkey: an approach to the multivariate analysis techniques. *Filomat*, 30(4), 945-952.

- Yalcin, F., Ozer, O., Nyamsari, D. G., & Yalcin, M. G. (2019, July). Statistical evaluation of the geochemical content of beach sand along the Sarisu-Kemer coastline of Antalya, Turkey. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2116, No. 1, p. 100005). AIP Publishing LLC.
- Yalcin, M. G., Akturk, O., & Paksu, E. (2016). The contribution of west mediterranean cities (Antalya, Isparta and Burdur) to Turkey's natural stones-marble export. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM, 2, 875-880.
- Yalçın, N., 1980. Amanosların Litolojik Karakterleri ve Güneydoğu Anadolu'nun Tektonik Evrimindeki Anlamı. *Türkiye Jeoloji Kurumu Dergisi*, 23,21-30.
- Yalçinkaya, S., Ergin, A., Afşar, Ö.P., Dalkılıç, H., Taner, K., Aksoy, Ö., Dağ, Z., Serdaroğlu, M., 1983. Batı Toroslar'da Antalya napları olarak yorumlanan Alt Mesozoyik ve Alt Tersiyer yaşlı kaya birimlerini Batı Toroslar stratigrafisindeki yeri. *Türkiye Jeol. Kurultayı 83 Bülteni*, 4,26, Ankara.
- Yetiş, C., Kelling, G., Gökçen, S. L., and Baroz, F., 1995, A revised stratigraphic framework for later Cenozoic sequence in the northeast Mediterranean region: *Geologisches Rundschau*, v. 84, p. 794-812.
- Yıldız, D., Gültekin, E., Bolat, D., 2004. Ankara geçisi tiftiğinin taramalı elektron mikroskobu ile incelenmesi, *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 51, 225-227
- Yılmaz, P. O. 1981. Geology of the Antalya Complex, sw Turkey, Thes- is Univ. Of Texas, *Austin*, 193s.
- Yılmaz, F. K. & Kaymak, H. (2018). Şist ve Gnayslar Üzerindeki Arazi Kullanımına Alanya'nın Doğusu Örneği. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2745-2773.
- Zimmermann, R.A., 1976, Rhythmicity of barite-shale and of Sr in stratabound deposits of Arkansas In handbook of stratabound and stratiform ore deposits, V. 3, Ed., K.H. Wolf. *Elsevier* 339- 353.
- Anonim 1: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Jeokronoloji>. [Son Erişim Tarihi: 07.11.2022].

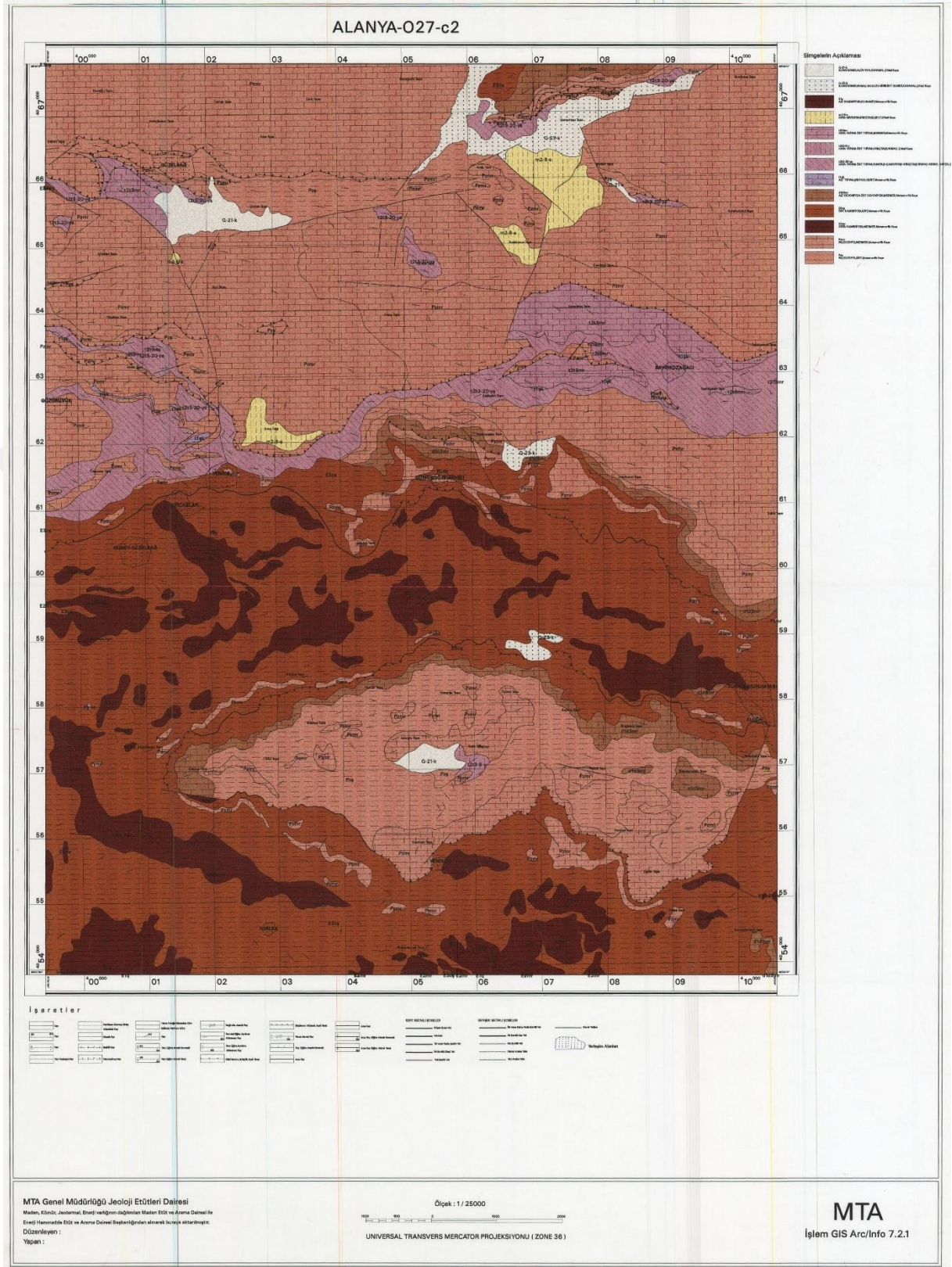


## EK-1

1:25.000 ölçekli P28-b1, O27-c2 M.T.A paftaları



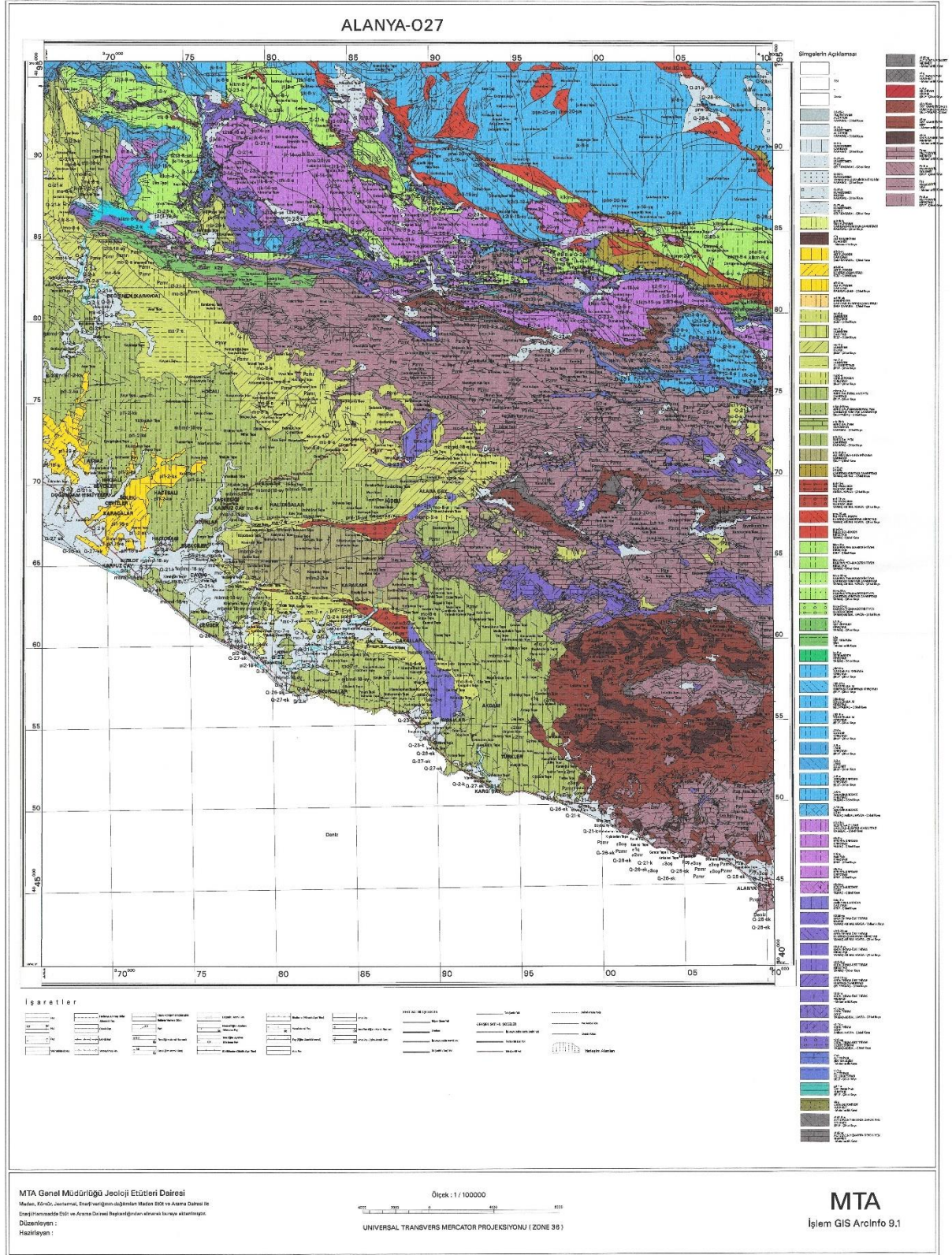






## EK-2

1:100.000 ölçekli O27, P28 M.T.A paftaları

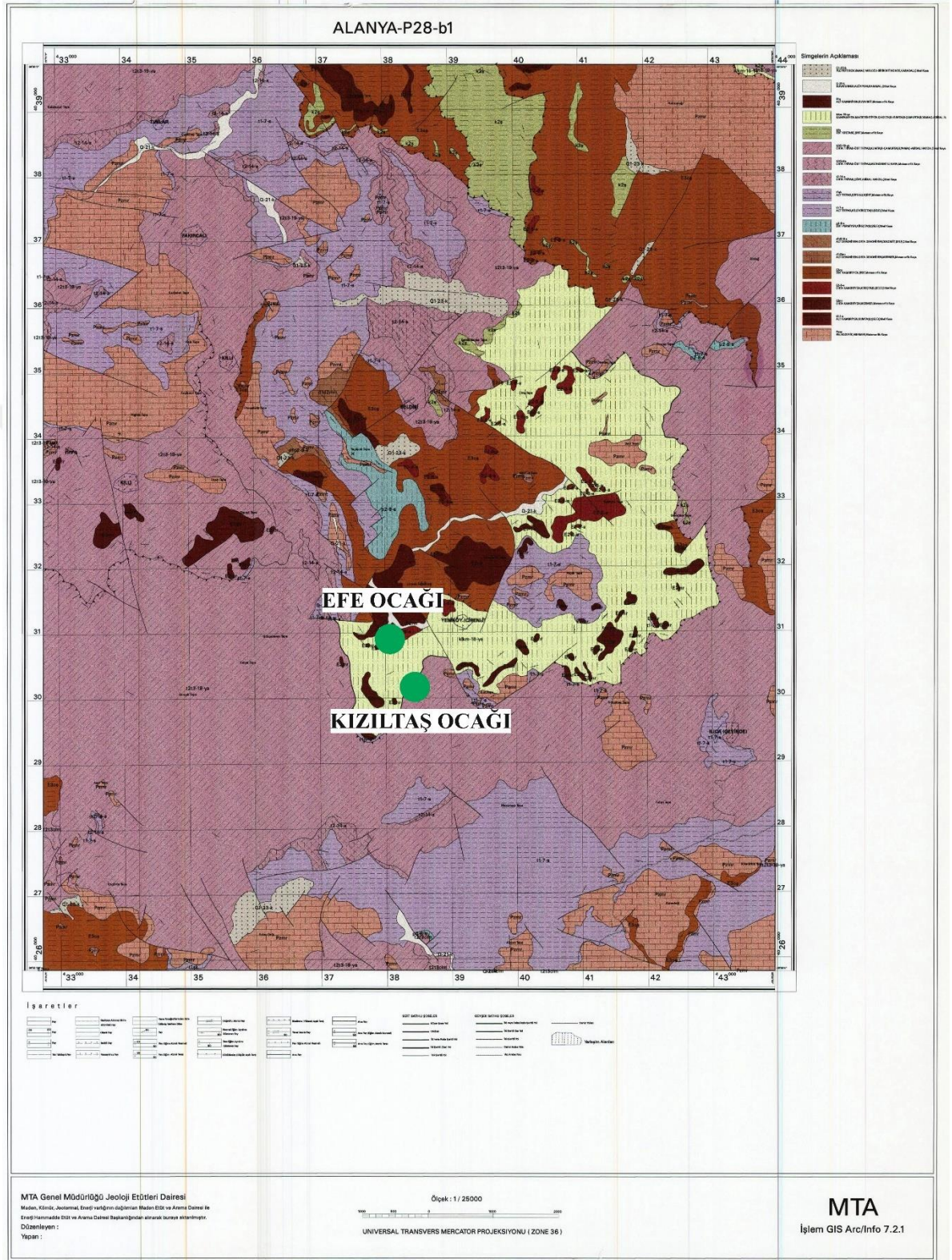








**EK-3** İnceleme alanı 1:25.000 ölçekli genel jeoloji haritaları (MTA paftaları)









## EK-4

## ICP-MS ve ICP-OES laboratuvar sonuçları



**T.C.  
ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI  
MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**  
Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı

Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No: 11 06530 Çankaya/ANKARA  
İletişim Tel: 0312 201 16 95 / 201 17 53 www.mta.gov.tr  
Faks: 0312 287 54 09 numune@mta.gov.tr

**ANALİZ/TEST RAPORU**  
**ANALYSIS/TEST REPORT**

MTA

MAT-22009662 -  
AJ-E

29.11.2022

**ANALİZ/TEST SONUÇLARI**  
**ANALYSIS/TEST RESULTS**

**Analiz/Test Kodu/Adı** : 35-30-AJ-43  
**Analiz/Test Metodu** : -  
**Numune Hazırlama Sorumlusu** : -  
 Person in Charge of Sample Preparation

| Numune Kayıt No.<br>Receipt No. of Sample | Numune İşareti<br>Sample Sign | B<br>(ppm) | Ba<br>(ppm) | Cr<br>(ppm) | Li<br>(ppm) | Mn<br>(ppm) | Rb<br>(ppm) | Sn<br>(ppm) | Sr<br>(ppm) | Te<br>(ppm) | W<br>(ppm) |
|-------------------------------------------|-------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 22-H-017680                               | BT-2                          | 16         | 3416        | 23          | <10         | 41          | <10         | <10         | 4508        | <10         | <10        |
| 22-H-017681                               | BT-4                          | 19         | 4003        | 33          | <10         | 46          | <10         | <10         | 3141        | <10         | <10        |
| 22-H-017682                               | BT-7                          | 18         | 3487        | 15          | <10         | 17          | <10         | <10         | 4217        | <10         | <10        |
| 22-H-017683                               | BT-8                          | 16         | 3113        | 16          | <10         | 22          | <10         | <10         | 5368        | <10         | <10        |
| 22-H-017684                               | BT-10                         | 19         | 3450        | 14          | <10         | 43          | <10         | <10         | 4960        | <10         | <10        |
| 22-H-017685                               | BT-12                         | 16         | 3539        | 16          | <10         | 17          | <10         | <10         | 4484        | <10         | <10        |
| 22-H-017686                               | BT-13                         | 20         | 3771        | 16          | <10         | 10          | <10         | <10         | 4348        | <10         | <10        |
| 22-H-017687                               | BT-15                         | 16         | 3887        | 16          | <10         | <10         | <10         | <10         | 3922        | <10         | <10        |
| 22-H-017688                               | BT-16                         | 20         | 4643        | 16          | <10         | <10         | <10         | <10         | 1414        | <10         | <10        |
| 22-H-017689                               | BT-18                         | 18         | 4789        | 17          | <10         | <10         | <10         | <10         | 1286        | <10         | <10        |
| 22-H-017690                               | BT-21                         | 17         | 4216        | 13          | <10         | <10         | <10         | <10         | 2109        | <10         | <10        |
| 22-H-017691                               | BT-23                         | 17         | 4154        | 12          | <10         | <10         | <10         | <10         | 2634        | <10         | <10        |
| 22-H-017692                               | BT-24                         | 16         | 4177        | 13          | <10         | <10         | <10         | <10         | 2384        | <10         | <10        |
| 22-H-017693                               | BT-26                         | 17         | 4405        | 14          | <10         | 12          | <10         | <10         | 1747        | <10         | <10        |
| 22-H-017694                               | BT-28                         | 17         | 4843        | 12          | <10         | 63          | <10         | <10         | 1222        | <10         | <10        |
| 22-H-017695                               | BT-30                         | 16         | 5403        | 14          | <10         | <10         | <10         | <10         | 1977        | <10         | <10        |

**Analiz/Test Kodu/Adı** : 35-30-AJ-53  
**Analiz/Test Metodu** : -  
**Numune Hazırlama Sorumlusu** : -  
 Person in Charge of Sample Preparation

| Numune Kayıt No.<br>Receipt No. of Sample | Numune İşareti<br>Sample Sign | Ba<br>(ppm) | Cr<br>(ppm) | Cs<br>(ppm) | Nb<br>(ppm) | Pb<br>(ppm) | Rb<br>(ppm) | Sr<br>(ppm) | Ta<br>(ppm) | Zr<br>(ppm) |
|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 22-H-017680                               | BT-2                          | 3415.9      | 23.0        | <0.1        | 0.1         | <0.1        | 0.5         | 4508.1      | <0.1        | <0.1        |
| 22-H-017681                               | BT-4                          | 4002.8      | 33.4        | <0.1        | <0.1        | 33.2        | 0.5         | 3140.5      | <0.1        | <0.1        |
| 22-H-017682                               | BT-7                          | 3486.5      | 15.2        | <0.1        | <0.1        | <0.1        | 0.2         | 4217.3      | <0.1        | <0.1        |
| 22-H-017683                               | BT-8                          | 3113.2      | 15.8        | <0.1        | <0.1        | 1.1         | 0.2         | 5367.5      | <0.1        | <0.1        |

**Analiz/Test Sorumlusu**  
Person in Charge of Analysis/Test

Blga Bilal MERT

Yüksek Temsilci



Rapor tamamen veya kısmen çoğaltılamaz/yayınlanamaz. E-imzalı rapor, 5076 sayılı Kanuna göre güvenli elektronik imza ile imzalanmaktadır. İmza ile onaylanmaz rapor.



**T.C.**  
**ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI**  
**MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**  
Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı

Çukurbaz Mahallesi Dumupınar Bulvarı No 11 06530 Çankaya/ANKARA  
İletişim Tel: 0312 201 16 95 / 201 17 53 www.mta.gov.tr  
Faks: 0312 287 54 09 numune@mta.gov.tr

**ANALİZ/TEST RAPORU**  
**ANALYSIS/TEST REPORT**

|                    |
|--------------------|
| MTA                |
| MAT-2209562 - AJ-E |
| 29.11.2022         |

**ANALİZ/TEST SONUÇLARI**  
**ANALYSIS/TEST RESULTS**

| Numune Kayıt No.<br>Receipt No. of Sample | Numune İşareti<br>Sample Sign | Ba<br>(ppm) | Cr<br>(ppm) | Cs<br>(ppm) | Nb<br>(ppm) | Pb<br>(ppm) | Rb<br>(ppm) | Sr<br>(ppm) | Ta<br>(ppm) | Zr<br>(ppm) |
|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 22-H-017604                               | BT-10                         | 3449.8      | 14.3        | <0,1        | <0,1        | 0,6         | 0,5         | 4860,1      | <0,1        | <0,1        |
| 22-H-017605                               | BT-12                         | 3539,3      | 17,6        | <0,1        | <0,1        | <0,1        | 0,3         | 4494,4      | <0,1        | <0,1        |
| 22-H-017606                               | BT-13                         | 3771,0      | 16,2        | <0,1        | <0,1        | <0,1        | 0,3         | 4347,9      | <0,1        | <0,1        |
| 22-H-017607                               | BT-15                         | 3886,7      | 17,6        | <0,1        | 0,2         | 3,6         | 0,4         | 3911,3      | <0,1        | 0,3         |
| 22-H-017608                               | BT-16                         | 4642,8      | 16,0        | <0,1        | <0,1        | <0,1        | 0,3         | 1414,4      | <0,1        | <0,1        |
| 22-H-017609                               | BT-18                         | 4788,9      | 16,9        | <0,1        | <0,1        | <0,1        | 0,8         | 1285,9      | 0,7         | 0,1         |
| 22-H-017690                               | BT-21                         | 4217,8      | 13,1        | <0,1        | <0,1        | 0,8         | 0,5         | 2109,3      | <0,1        | <0,1        |
| 22-H-017691                               | BT-23                         | 4153,5      | 12,3        | <0,1        | <0,1        | <0,1        | 0,9         | 2633,5      | <0,1        | <0,1        |
| 22-H-017692                               | BT-24                         | 4176,9      | 12,6        | <0,1        | 0,2         | <0,1        | 0,6         | 2392,8      | <0,1        | <0,1        |
| 22-H-017693                               | BT-26                         | 4405,3      | 13,8        | <0,1        | 0,4         | <0,1        | 0,5         | 1746,5      | 1,0         | <0,1        |
| 22-H-017694                               | BT-28                         | 4843,2      | 12,2        | <0,1        | <0,1        | <0,1        | 0,6         | 1222,2      | 2,8         | <0,1        |
| 22-H-017695                               | BT-30                         | 5402,5      | 14,3        | <0,1        | 0,2         | <0,1        | 0,3         | 1870,7      | <0,1        | <0,1        |

- Sonuçlar, müşteri tarafından teslim edilen/gönderilen numuneye aittir. Numune alma, müşterinin sorumluluğundadır.
- Analiz/Test Raporu'nda, müşteri tarafından verilen bilgiler hariç, diğer tüm bilgiler Laboratuvarın sorumluluğundadır.
- Feragat Beyanı; Müşteri tarafından verilen bilgiler, Analiz/Test İşlem süreçlerinde kullanılmadığından sonuçları etkilememiştir.

Analiz/Test Sorumlusu  
Person in Charge of Analysis/Testing

11/11/2022  
Bilge SİĞİRCİ  
Yüksek Kurul



Rapor taratmadan veya ırsimen doğrulamaya/ajayınlanamaz. Formzalı rapor, 5478 sayılı Kanuna göre girilen elektronik imza ile imzalanmaktadır. İmza, 5478 sayılı Kanunla değiştirilmiştir.

## EK-5

## Ana ve iz oksit içerikleri laboratuvar sonuçları



**T.C.  
ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI  
MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**  
Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı

Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No:11 06530 Çankaya/ANKARA  
İletişim Tel: 0312 201 16 95 / 201 17 53 www.mta.gov.tr  
Faks: 0312 287 54 09 numune@mta.gov.tr

**ANALİZ/TEST RAPORU**  
**ANALYSIS/TEST REPORT**

MTA

MAT-22009662 -  
AJ Rev-1

14.12.2022

**ANALİZ/TEST SONUÇLARI**  
**ANALYSIS/TEST RESULTS**

**Analiz/Test Kodu/Adı :** 35-30-AJ-54  
**Analiz/Test Metodu :** -  
**Numune Hazırlama Sorumlusu :** -  
 Person in Charge of Sample Preparation

| Numune<br>Kayıt No.<br>Receipt No. of<br>Sample | Numune<br>İşareti<br>Sample Sign | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(%) | BaO<br>(%) | CaO<br>(%) | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(%) | MgO<br>(%) | SO <sub>3</sub><br>(%) | SiO <sub>2</sub><br>(%) | SrO<br>(%) | TiO <sub>2</sub><br>(%) | ZrO <sub>2</sub><br>(%) |
|-------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|------------|------------|---------------------------------------|------------|------------------------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|
| 22-H-017680                                     | BT-2                             | 0.1                                   | 61.35      | 0.3        | 0.1                                   | 0.4        | 32.30                  | 1.8                     | 2.28       | <0.1                    | 0.02                    |
| 22-H-017681                                     | BT-4                             | 0.2                                   | 60.85      | 0.2        | 0.2                                   | 0.5        | 32.00                  | 3.2                     | 1.75       | <0.1                    | 0.01                    |
| 22-H-017682                                     | BT-7                             | 0.1                                   | 61.88      | <0.1       | <0.1                                  | 0.4        | 33.10                  | 1.3                     | 2.17       | <0.1                    | 0.02                    |
| 22-H-017683                                     | BT-8                             | <0.1                                  | 61.16      | 0.3        | <0.1                                  | 0.5        | 32.90                  | 1.1                     | 2.74       | <0.1                    | 0.02                    |
| 22-H-017684                                     | BT-10                            | <0.1                                  | 62.24      | <0.1       | 0.1                                   | 0.3        | 32.90                  | 0.7                     | 2.48       | <0.1                    | 0.02                    |
| 22-H-017685                                     | BT-12                            | 0.3                                   | 60.04      | <0.1       | <0.1                                  | 0.4        | 32.10                  | 3.6                     | 2.28       | <0.1                    | 0.01                    |
| 22-H-017686                                     | BT-13                            | 0.4                                   | 60.74      | 0.1        | 0.1                                   | 0.6        | 32.30                  | 2.4                     | 2.23       | <0.1                    | 0.02                    |
| 22-H-017687                                     | BT-15                            | 0.2                                   | 60.87      | <0.1       | 0.4                                   | 0.4        | 32.30                  | 2.7                     | 2.22       | <0.1                    | 0.02                    |
| 22-H-017688                                     | BT-16                            | 0.2                                   | 63.78      | <0.1       | <0.1                                  | 0.4        | 32.20                  | 1.4                     | 0.75       | <0.1                    | 0.01                    |
| 22-H-017689                                     | BT-18                            | 0.2                                   | 62.42      | <0.1       | 0.1                                   | 0.4        | 31.60                  | 3.0                     | 0.71       | <0.1                    | 0.01                    |
| 22-H-017690                                     | BT-21                            | 0.1                                   | 64.09      | <0.1       | <0.1                                  | 0.4        | 32.80                  | 0.8                     | 1.05       | <0.1                    | 0.01                    |
| 22-H-017691                                     | BT-23                            | <0.1                                  | 63.62      | <0.1       | <0.1                                  | 0.3        | 32.80                  | 0.4                     | 1.43       | <0.1                    | 0.01                    |
| 22-H-017692                                     | BT-24                            | <0.1                                  | 63.88      | <0.1       | <0.1                                  | 0.4        | 32.70                  | 0.5                     | 1.35       | <0.1                    | 0.01                    |
| 22-H-017693                                     | BT-26                            | <0.1                                  | 63.65      | 0.2        | <0.1                                  | 0.3        | 33.40                  | 0.6                     | 0.85       | <0.1                    | 0.01                    |
| 22-H-017694                                     | BT-28                            | <0.1                                  | 64.07      | 0.3        | 0.1                                   | 0.7        | 32.40                  | 0.6                     | 0.67       | <0.1                    | 0.01                    |
| 22-H-017695                                     | BT-30                            | <0.1                                  | 63.90      | <0.1       | <0.1                                  | 0.4        | 33.40                  | 0.8                     | 0.92       | <0.1                    | 0.01                    |

- Sonuçlar, müşteri tarafından teslim edilen/gönderilen numuneyle aittir. Numune alma, müşterinin sorumluluğundadır.

- Analiz/Test Raporu'nda, müşteri tarafından verilen bilgiler hariç, diğer tüm bilgiler Laboratuvarın sorumluluğundadır.

- Feragat Beyanı; Müşteri tarafından verilen bilgiler, Analiz/Test işlem süreçlerinde kullanılmadığından sonuçları etkilememiştir.

Analiz/Test Sorumlusu  
Person in Charge of  
Analysis/Test



Beşir ÖZTÜRK

Kimya Müh.

Mühür  
Seal



## EK-6

## Sıvı Kapanım Analizi Sonuçları

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|  | <b>T.C.</b><br><b>ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI</b><br><b>MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ</b><br>Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı<br>Çukurambar Mahallesi Dumkapınar Bulvarı No: 11 06530 Çankaya/ANKARA<br>İletişim Tel : 0312 201 16 95 / 201 17 53 www.mta.gov.tr<br>Faks : 0312 287 54 09 numune@mta.gov.tr | MTA<br>MAT-22006149 - MP<br>31/10/2022 |
|                                                                                   | <b>ANALİZ/TEST RAPORU</b><br><b>ANALYSIS/TEST REPORT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                        |
|                                                                                   | <b>ANALİZ/TEST SONUÇLARI</b><br><b>ANALYSIS/TEST RESULTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                        |

**Numune Kayıt No : 22.H.6524**  
**Numune İşareti: : BT-7**

**Analiz Test Adı : Işık Geçirgen Minerallerde Sıvı Kapanım Analizi**

Örnek genel olarak; şeffaf-yarı şeffaf kesimlerden ibarettir. Örneğin, şeffaf-yarı şeffaf (barit) kristallerinde, birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımları; iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar ve (çoğunlukla) tek fazlı kapanımlar oluşturmaktadır. Ayrıca iki fazlı (sıvı+gaz) ve tek fazlı ikincil kapanımlar da mevcuttur.

Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar genellikle mercek, üçgen, yuvarlak/elipsoidal ve düzensiz şekilli olup, boyutları; < 2-8.7 mikrometre; tek fazlı kapanımlar ise; dikdörtgen, kare, yuvarlak/elipsoidal, ve düzensiz şekilli olup boyutları < 1-11.2 mikrometre arasında değişmektedir.

İkincil kökenli kapanımlar; mercek, yuvarlak/elipsoidal, dikdörtgen ve düzensiz şekillerde olup boyutları <1-4.9 mikrometre arasında değişmektedir. İkincil kökenli kapanımların boyutları küçük olduğu için bileşimsel olarak tam anlamıyla sınıflandırılmamış olup mikrottermometrik ölçümler sırasında optik olarak gözlem yapılamamıştır.

Örnekte yapılan tüm incelemelerde (kapanımların az oranda olmaları ile birlikte yer yer yetersiz boyutlara sahip olmaları, yer yer ise hareketli olmalarından dolayı) ölçülebilecek nitelikte sıvı kapanıma rastlanmamıştır.

**Numune Kayıt No : 22.H.6525**  
**Numune İşareti: : BT-12**

**Analiz Test Adı : Işık Geçirgen Minerallerde Sıvı Kapanım Analizi**

Örnek genel olarak; şeffaf-(çoğunlukla) yarı şeffaf kesimlerden ibarettir. Örneğin, şeffaf-yarı şeffaf kristallerinde, birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımları; iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar ve tek fazlı (sıvı) kapanımlar ile tek fazlı (gaz) kapanımlar oluşturmaktadır. Ayrıca iki fazlı (sıvı+gaz) ve tek fazlı ikincil kapanımlar da mevcuttur.

Analiz Test Sorumlusu  
 Person in Charge of Analysis/Test  
 ALEK SANIN  
 Jeoloji Müh.

Rapor tamamen veya kısmen çoğaltılamaz/yayılanamaz. E-imzalı rapor, 5070 sayılı Kanuna göre güvenli elektronik imza ile imzalanmaktadır. İmzasız ve mühürlü rapor geçersizdir.





**T.C.  
ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI  
MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı**

Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No: 11 06530 Çankaya/ANKARA  
İletişim Tel : 0312 201 16 95 / 201 17 53 www.mta.gov.tr  
Faks : 0312 287 54 09 numune@mta.gov.tr

|                   |
|-------------------|
| MTA               |
| MAT-22006149 - MP |
| 31/10/2022        |

## ANALİZ/TEST RAPORU ANALYSIS/TEST REPORT

### ANALİZ/TEST SONUÇLARI ANALYSIS/TEST RESULTS

Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar genellikle merccek, üçgen, yuvarlak/elipsoidal ve düzensiz şekilli olup, boyutları; < 2-16.2 mikrometre; tek fazlı (sıvı) kapanımlar, yuvarlak/elipsoidal, dikdörtgen ve düzensiz şekilli olup boyutları < 1-3 mikrometre; tek fazlı (gaz) kapanımlar ise, yuvarlak/elipsoidal şekilli olup boyutları < 1-2.5 mikrometre arasında değişmektedir.

İkincil kökenli kapanımlar; merccek, yuvarlak/elipsoidal, dikdörtgen ve düzensiz şekillerde olup boyutları <1-4.9 mikrometre arasında değişmektedir. İkincil kökenli kapanımların boyutları küçük olduğu için bileşimsel olarak tam anlamıyla sınıflandırılmamış olup mikrotermometrik ölçümler sırasında optik olarak gözlem yapılamamıştır.

Örnekten yapılan tüm incelemelerde (kapanımların az oranda olmaları ile birlikte yer yer yetersiz boyutlara sahip olmaları, yer yer ise hareketli olmalarından dolayı) ölçülebilecek nitelikte sıvı kapanıma rastlanmamıştır.

**Numune Kayıt No : 22.H.6526**

**Numune İşareti: : BT-26**

**Analiz Test Adı : Işık Geçirgen Minerallerde Sıvı Kapanım Analizi**

Örnek genel olarak; şeffaf-yarı şeffaf kesimlerden ibarettir. Örneğin, şeffaf-yarı şeffaf kristallerinde, birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımlar; iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar ve tek fazlı (sıvı) kapanımlar ile tek fazlı (gaz) kapanımlar oluşturmaktadır. Ayrıca ikincil kapanımlar da mevcuttur.

Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar genellikle merccek, üçgen, yuvarlak/elipsoidal ve düzensiz şekilli olup, boyutları; < 2-10 mikrometre; tek fazlı (sıvı) kapanımlar, yuvarlak/elipsoidal, dikdörtgen ve düzensiz şekilli olup boyutları < 1-5.7 mikrometre; tek fazlı (gaz) kapanımlar ise, yuvarlak/elipsoidal şekilli olup boyutları < 1-1.8 mikrometre arasında değişmektedir. Kapanımların boyutları genel olarak küçük olduğundan yer yer bileşimsel olarak sınıflandırılmamış, mikrotermometrik ölçümler sırasında optik olarak gözlem yapılamamıştır.

İkincil kökenli kapanımlar; merccek, yuvarlak/elipsoidal, dikdörtgen ve düzensiz şekillerde olup boyutları <1-3 mikrometre arasında değişmektedir. İkincil kökenli kapanımların boyutları çok küçük olduğu için bileşimsel olarak tam anlamıyla sınıflandırılmamış olup mikrotermometrik ölçümler sırasında optik olarak gözlem yapılamamıştır.

**Analiz/Test Sorumlusu**

Person in Charge of  
Analysis/TEST

ALEK SAHİN  
Jeoloji Müh.







T.C.  
ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI  
MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı

Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No: 11 06530 Çankaya/ANKARA  
İletişim Tel : 0312 201 16 95 / 201 17 53 www.mta.gov.tr  
Faks : 0312 287 54 09 numune@mta.gov.tr

|                   |
|-------------------|
| MTA               |
| MAT-22006149 - MP |
| 31/10/2022        |

## ANALİZ/TEST RAPORU

### ANALYSIS/TEST REPORT

#### ANALİZ/TEST SONUÇLARI

#### ANALYSIS/TEST RESULTS

Örneğin bazı kristallerinde, boyunlanmış (necking down), uzamış şekilli kapanımlar izlenmiştir. Boyunlanmalar sonucu kapanımlar iki fazlı hale gelmiş olup, bu tür kapanımlarda doğru neticeler alınmayacağı için mikrottermometrik ölçümler yapılmamıştır.

Örnekta yapılan tüm incelemelerde (kapanımlar çoğunlukla yetersiz boyutlarda ve hareketli olmalarından dolayı) ölçülebilecek nitelikte sıvı kapanıma rastlanmamıştır.

Numune Kayıt No : 22.H.6527

Numune İşareti: : BT-30

Analiz Test Adı : Işık Geçirgen Minerallerde Sıvı Kapanım Analizi

Örnek genel olarak; şeffaf-yarı şeffaf kesimlerden ibarettir. Örneğin, şeffaf-yarı şeffaf kristallerinde, birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımları; iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar ve tek fazlı (sıvı) kapanımlar ile tek fazlı (gaz) kapanımlar oluşturmaktadır. Ayrıca ikincil kapanımlar da mevcuttur.

Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar genellikle mercek, üçgen, yuvarlak/elipsoidal ve düzensiz şekilli olup, boyutları; < 2-6.1 mikrometre; tek fazlı (sıvı) kapanımlar, yuvarlak/elipsoidal, dikdörtgen ve düzensiz şekilli olup boyutları < 1-4.1 mikrometre; tek fazlı (gaz) kapanımlar ise, yuvarlak/elipsoidal şekilli olup boyutları < 1-3.5 mikrometre arasında değişmektedir. Kapanımların boyutları genel olarak küçük olduğundan yer yer bileşimsel olarak sınıflandırlanmış, mikrottermometrik ölçümler sırasında optik olarak gözlem yapılamamıştır.

İkincil kökenli kapanımlar; mercek, yuvarlak/elipsoidal, dikdörtgen ve düzensiz şekillerde olup boyutları <1-3.3 mikrometre arasında değişmektedir. İkincil kökenli kapanımların boyutları çok küçük olduğu için bileşimsel olarak tam anlamıyla sınıflandırlanmış olup mikrottermometrik ölçümler sırasında optik olarak gözlem yapılamamıştır.

Örnekta yapılan tüm incelemelerde (kapanımlar çoğunlukla yetersiz boyutlarda ve genel olarak hareketli olduklarından) ölçülebilecek nitelikte sıvı kapanıma rastlanmamıştır.

Analiz/Test Sorumlusu

Person in Charge of

Analysis/Test

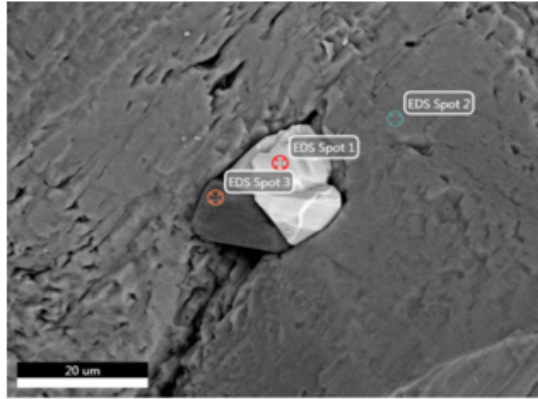
Alev KAHİN  
Jeolojik Müh.



Rapor tamamen veyâ kısmen çoğaltılamaz/ayrılanamaz. E-imzalı rapor, 5070 sayılı Kanuna göre güvenli elektronik imza ile imzalanmaktadır. İmzasız ve mührsüz rapor geçersizdir.

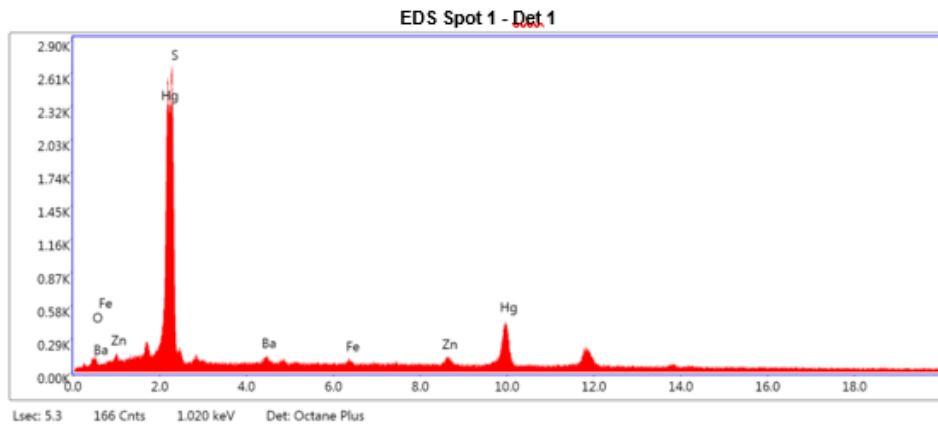
## EK-7 (SEM) Taramalı Elektron Mikroskobu Analizi Sonuçları

### BT-7-EDS1



#### EDS Spot 1

kV: 30 Mag: 4005 Takeoff: 34.7 Live Time(s): 5.3 Amp: Time(µs): 7.68 Resolution (eV): 125.6



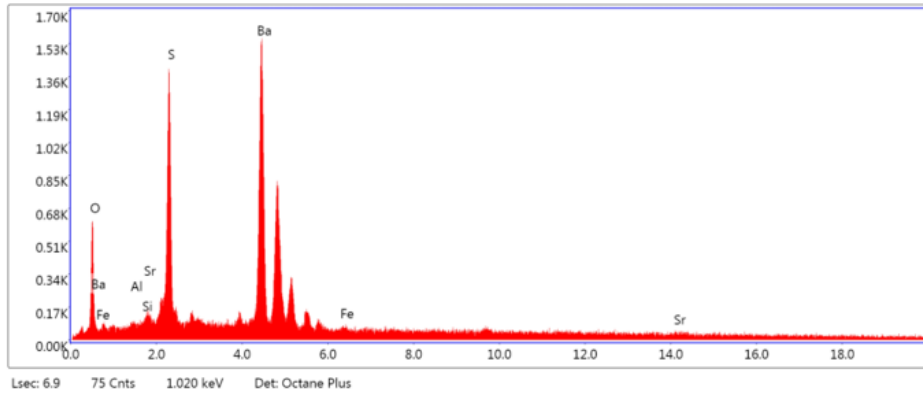
#### eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 11.90    | 42.47    | 189.45  | 17.18   | 0.0227 | 1.3294 | 0.1435 | 1.0000 |
| Zn      | 2.66     | 2.32     | 57.59   | 32.17   | 0.0127 | 1.0518 | 0.4524 | 1.0003 |
| S       | 20.23    | 36.02    | 2985.82 | 6.23    | 0.1411 | 1.2229 | 0.5680 | 1.0043 |
| Ba      | 0.41     | 0.17     | 16.26   | 63.48   | 0.0029 | 0.9023 | 0.7823 | 1.0072 |
| Fe      | 0.80     | 0.81     | 84.23   | 40.94   | 0.0083 | 1.0907 | 0.8238 | 1.1612 |
| Hg      | 63.99    | 18.21    | 1440.60 | 8.61    | 0.5503 | 0.8380 | 1.0270 | 0.9991 |

## EDS Spot 2

kV: 30 Mag:4005 Takeoff: 34.7 Live Time(s): 6.9 Amp Time(μs):7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 2 - Det 1



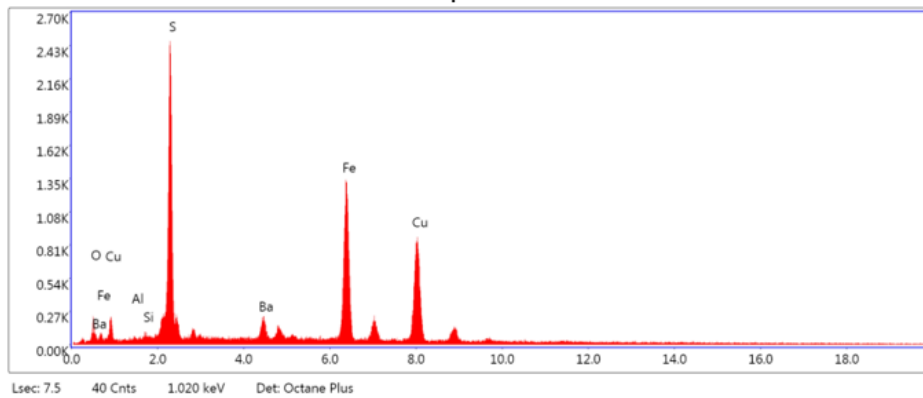
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 20.66    | 55.30    | 616.69   | 9.84    | 0.0710 | 1.2514 | 0.2747 | 1.0000 |
| Al      | 1.22     | 1.94     | 70.35    | 23.11   | 0.0029 | 1.1395 | 0.2094 | 1.0041 |
| Si      | 0.26     | 0.39     | 21.83    | 71.31   | 0.0009 | 1.1690 | 0.2909 | 1.0070 |
| S       | 17.11    | 22.85    | 2097.15  | 7.03    | 0.0952 | 1.1530 | 0.4757 | 1.0149 |
| Ba      | 57.89    | 18.05    | 2921.79  | 2.45    | 0.5074 | 0.8491 | 1.0330 | 0.9995 |
| Fe      | 0.23     | 0.18     | 19.10    | 80.64   | 0.0018 | 1.0247 | 0.7563 | 1.0141 |
| Sr      | 2.64     | 1.29     | 36.21    | 62.05   | 0.0293 | 0.9154 | 0.9829 | 1.2331 |

## EDS Spot 3

kV: 30 Mag:4005 Takeoff: 34.7 Live Time(s): 7.5 Amp Time(μs):7.68 Resolution:(eV)125.6

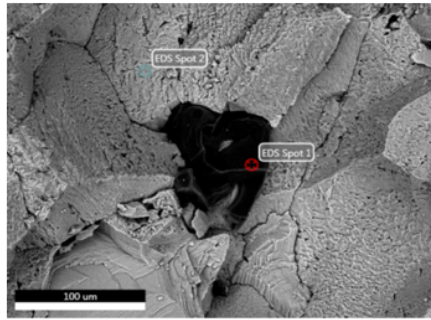
## EDS Spot 3 - Det 1



## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 8.79     | 22.62    | 178.28   | 13.17   | 0.0223 | 1.1836 | 0.2141 | 1.0000 |
| Al      | 0.51     | 0.77     | 27.35    | 40.39   | 0.0012 | 1.0757 | 0.2255 | 1.0024 |
| Si      | 0.40     | 0.59     | 32.92    | 43.66   | 0.0014 | 1.1029 | 0.3230 | 1.0041 |
| S       | 27.07    | 34.77    | 3324.72  | 5.89    | 0.1637 | 1.0866 | 0.5535 | 1.0056 |
| Ba      | 6.31     | 1.89     | 287.83   | 13.67   | 0.0542 | 0.7967 | 1.0629 | 1.0140 |
| Fe      | 27.40    | 20.21    | 2530.88  | 2.65    | 0.2599 | 0.9594 | 0.9417 | 1.0496 |
| Cu      | 29.52    | 19.13    | 1866.65  | 3.13    | 0.2559 | 0.9289 | 0.9204 | 1.0141 |

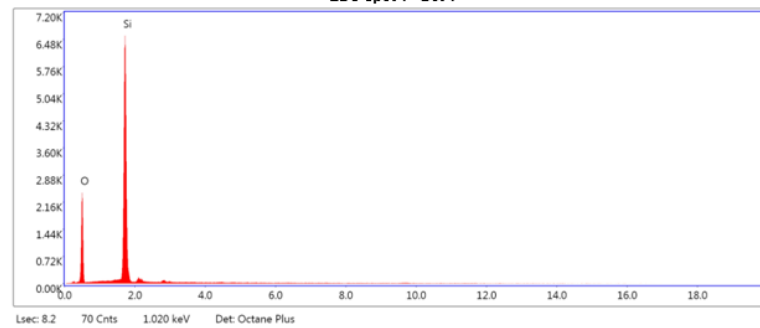
## BT-7-EDS2



## EDS Spot 1

kV: 20 Mag:1001 Takeoff: 35.1 Live Time(s): 8.2 Amp Time(µs): 7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 1 - Det 1



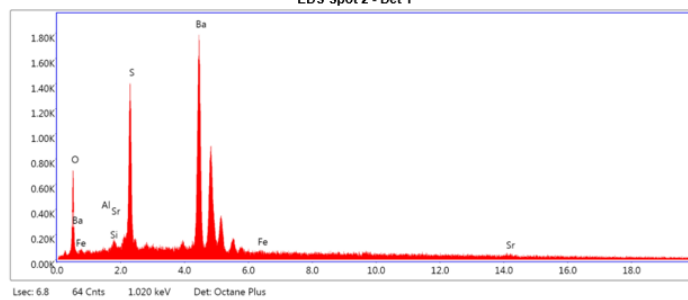
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight (%) | Atomic (%) | Net Int. | Error (%) | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 50.71      | 64.36      | 1770.01  | 8.36      | 0.1864 | 1.0444 | 0.3521 | 1.0000 |
| Si      | 49.29      | 35.64      | 6666.12  | 3.03      | 0.3937 | 0.9505 | 0.8401 | 1.0006 |

## EDS Spot 2

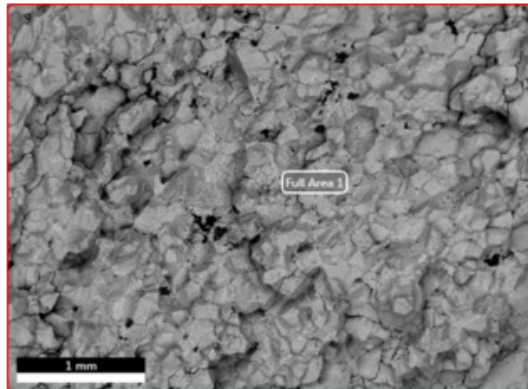
kV: 30 Mag:1001 Takeoff: 35.1 Live Time(s): 6.8 Amp Time(µs): 7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 2 - Det 1

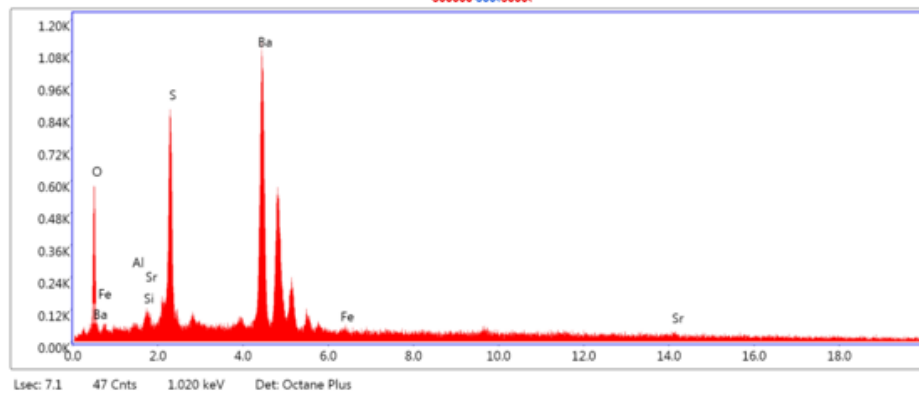


## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 20.95    | 56.46    | 709.59   | 9.72    | 0.0719 | 1.2541 | 0.2738 | 1.0000 |
| Al      | 0.94     | 1.50     | 61.75    | 23.45   | 0.0023 | 1.1419 | 0.2110 | 1.0040 |
| Si      | 0.30     | 0.46     | 29.23    | 69.26   | 0.0010 | 1.1715 | 0.2941 | 1.0068 |
| S       | 15.82    | 21.26    | 2155.12  | 7.14    | 0.0868 | 1.1555 | 0.4684 | 1.0147 |
| Ba      | 57.62    | 18.08    | 3282.14  | 2.36    | 0.5057 | 0.8510 | 1.0321 | 0.9995 |
| Fe      | 0.29     | 0.22     | 26.91    | 73.90   | 0.0023 | 1.0270 | 0.7590 | 1.0145 |
| Sr      | 4.08     | 2.01     | 62.63    | 43.05   | 0.0450 | 0.9179 | 0.9831 | 1.2221 |

**BT-7-EDS3****Full Area 1**

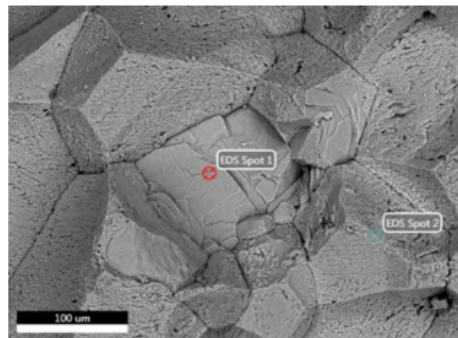
WV: 30 Mag: 80 Takeoff: 34.8 Live Time(s): 7.1 App Time(μs): 7.68 Resolution(eV): 125.6

**Full Area 1.- Det 1****eZAF Smart Quant Results**

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 24.82    | 60.79    | 548.51  | 9.71    | 0.0884 | 1.2321 | 0.2891 | 1.0000 |
| Al      | 1.63     | 2.37     | 67.94   | 20.57   | 0.0040 | 1.1220 | 0.2161 | 1.0041 |
| Si      | 1.06     | 1.48     | 64.33   | 21.47   | 0.0037 | 1.1510 | 0.2983 | 1.0069 |
| S       | 15.04    | 18.38    | 1304.99 | 7.33    | 0.0834 | 1.1351 | 0.4814 | 1.0148 |
| Ba      | 54.45    | 15.53    | 1044.81 | 2.88    | 0.4754 | 0.8355 | 1.0456 | 0.9995 |
| Fe      | 0.44     | 0.31     | 26.18   | 69.68   | 0.0035 | 1.0081 | 0.7708 | 1.0145 |
| Sr      | 2.55     | 1.14     | 24.51   | 62.91   | 0.0279 | 0.8980 | 0.9852 | 1.2361 |

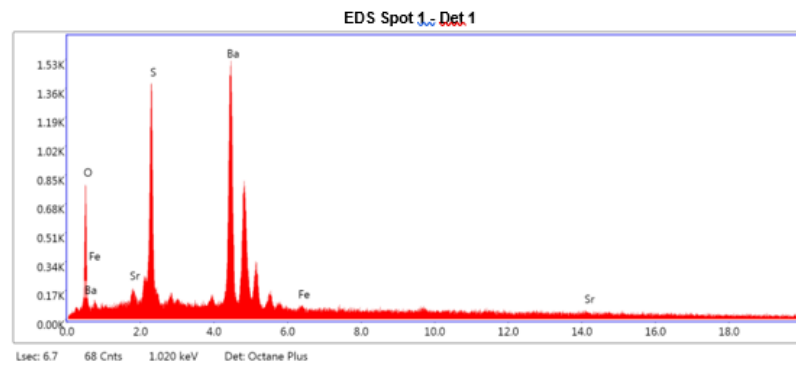


## BT-7-EDS4



## EDS Spot 1

kV: 30 Mag: 801 Takeoff: 34.8 Live Time(s): 6.7 Amp Time(µs): 7.68 Resolution (eV): 125.6

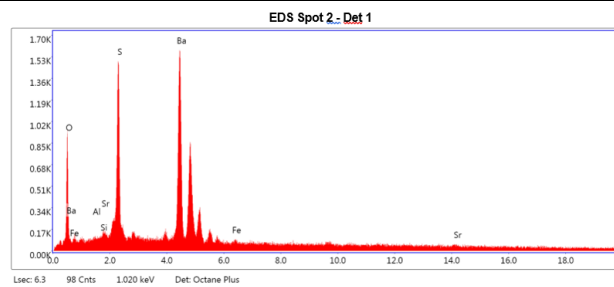


## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 24.32    | 61.11    | 799.51   | 9.45    | 0.0875 | 1.2383 | 0.2906 | 1.0000 |
| S       | 18.93    | 21.23    | 2238.97  | 8.82    | 0.0968 | 1.1410 | 0.4937 | 1.0152 |
| Ba      | 56.67    | 16.59    | 3000.14  | 2.56    | 0.4962 | 0.8400 | 1.0429 | 0.9995 |
| Fe      | 0.46     | 0.33     | 40.31    | 67.63   | 0.0036 | 1.0136 | 0.7635 | 1.0138 |
| Sr      | 1.81     | 0.74     | 23.16    | 62.42   | 0.0178 | 0.9040 | 0.9840 | 1.2419 |

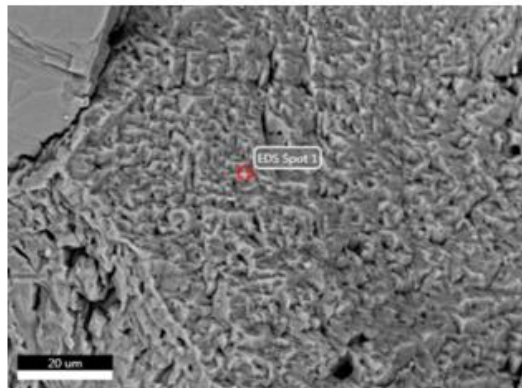
## EDS Spot 2

kV: 30 Mag: 801 Takeoff: 34.8 Live Time(s): 6.3 Amp Time(µs): 7.68 Resolution (eV): 125.6

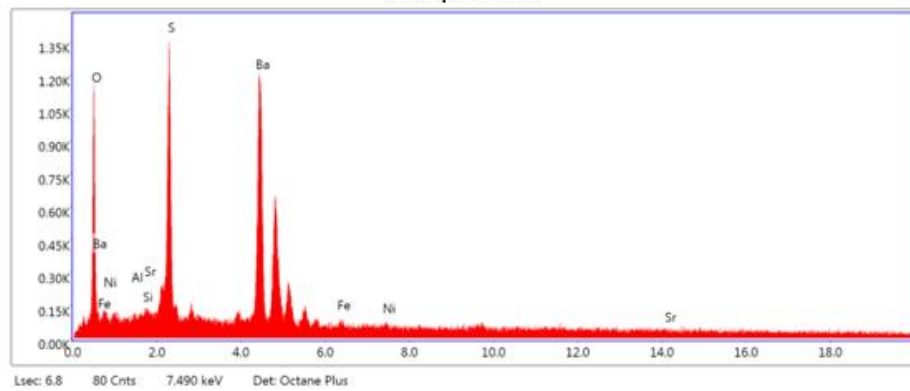


## eZAF Smart Quant Results

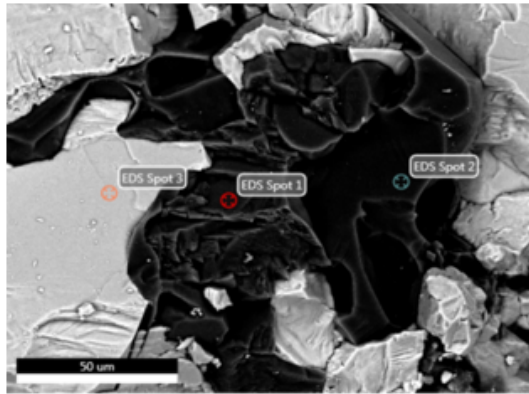
| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 26.48    | 62.30    | 980.87   | 9.42    | 0.0908 | 1.2211 | 0.2809 | 1.0000 |
| Al      | 1.54     | 2.15     | 114.50   | 18.01   | 0.0038 | 1.1119 | 0.2233 | 1.0040 |
| Si      | 0.34     | 0.46     | 36.95    | 49.11   | 0.0012 | 1.1406 | 0.3079 | 1.0067 |
| S       | 16.39    | 19.24    | 2509.91  | 6.82    | 0.0918 | 1.1248 | 0.4910 | 1.0141 |
| Ba      | 51.41    | 14.09    | 3182.60  | 2.75    | 0.4452 | 0.8277 | 1.0469 | 0.9995 |
| Fe      | 0.50     | 0.33     | 51.41    | 63.78   | 0.0039 | 0.9984 | 0.7804 | 1.0152 |
| Sr      | 3.34     | 1.43     | 55.31    | 58.69   | 0.0360 | 0.8879 | 0.9867 | 1.2317 |

**BT-7-EDS5****EDS Spot 1**

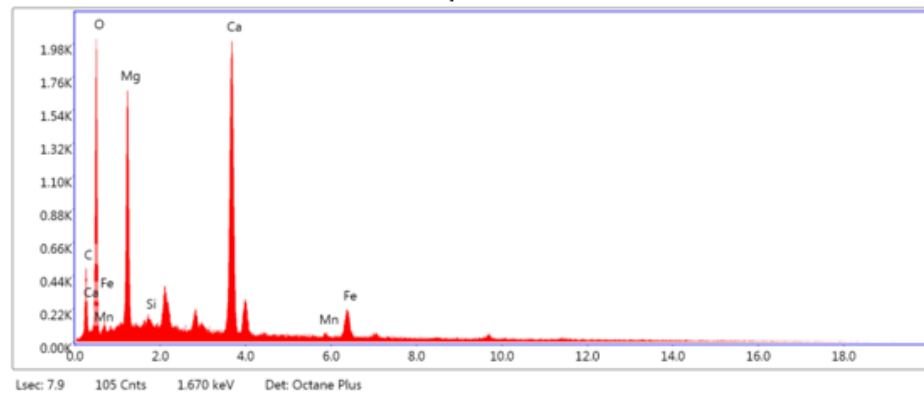
kV: 30      Mag:3004      Takeoff: 34.9      Live Time(s): 6.8      Amp Time(µs):7.68      Resolution:(eV)125.6

**EDS Spot 1 - Det 1****eZAF Smart Quant Results**

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 34.92    | 69.87    | 1167.73  | 8.88    | 0.1286 | 1.1816 | 0.3117 | 1.0000 |
| Al      | 2.21     | 2.62     | 142.21   | 15.86   | 0.0057 | 1.0754 | 0.2379 | 1.0041 |
| Si      | 0.69     | 0.79     | 63.88    | 26.99   | 0.0025 | 1.1030 | 0.3242 | 1.0089 |
| S       | 15.48    | 15.45    | 2070.33  | 6.61    | 0.0903 | 1.0875 | 0.5289 | 1.0141 |
| Ba      | 44.84    | 10.45    | 2303.49  | 3.46    | 0.3841 | 0.7992 | 1.0725 | 0.9995 |
| Fe      | 0.45     | 0.26     | 39.51    | 65.27   | 0.0036 | 0.9635 | 0.8094 | 1.0159 |
| Ni      | 0.24     | 0.13     | 19.58    | 66.36   | 0.0021 | 0.9799 | 0.8747 | 1.0285 |
| Sr      | 1.16     | 0.43     | 15.94    | 64.35   | 0.0124 | 0.8519 | 0.9911 | 1.2594 |

**BT-7-EDS6****EDS Spot 1**

kV: 20      Mag:2003      Takeoff: 34.7      Live Time(s): 7.9      Amp Time(µs):7.68      Resolution:(eV)125.6

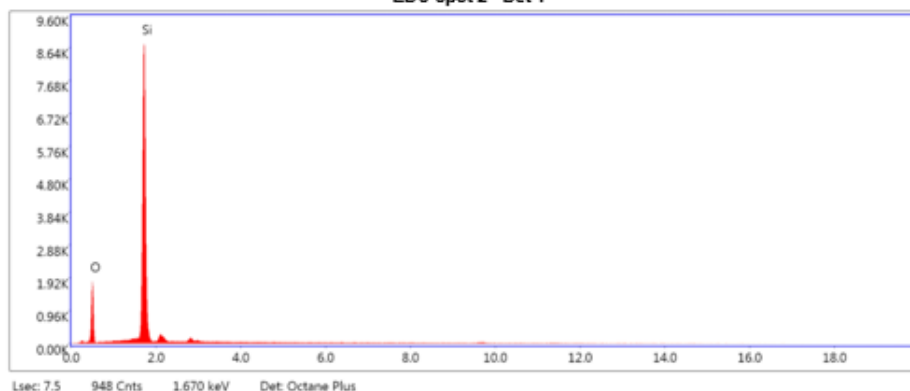
**EDS Spot 1 - Det 1****eZAF Smart Quant Results**

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| C       | 12.43    | 19.94    | 297.68   | 10.46   | 0.0422 | 1.0890 | 0.3117 | 1.0000 |
| O       | 47.94    | 57.73    | 1610.99  | 10.09   | 0.0964 | 1.0435 | 0.1926 | 1.0000 |
| Mg      | 12.51    | 9.91     | 1697.07  | 7.53    | 0.0556 | 0.9655 | 0.4601 | 1.0015 |
| Si      | 0.67     | 0.46     | 123.61   | 13.17   | 0.0041 | 0.9508 | 0.6454 | 1.0049 |
| Ca      | 20.84    | 10.02    | 2910.88  | 2.33    | 0.1880 | 0.8963 | 0.9923 | 1.0116 |
| Mn      | 0.41     | 0.14     | 30.92    | 57.42   | 0.0034 | 0.7891 | 0.9861 | 1.0469 |
| Fe      | 5.19     | 1.79     | 341.88   | 6.87    | 0.0428 | 0.8014 | 0.9929 | 1.0361 |

## EDS Spot 2

kV: 20 Mag:2003 Takeoff: 34.7 Live Time(s): 7.5 Amp Time(μs):7.68 Resolution:(eV) 125.6

## EDS Spot 2 - Det 1



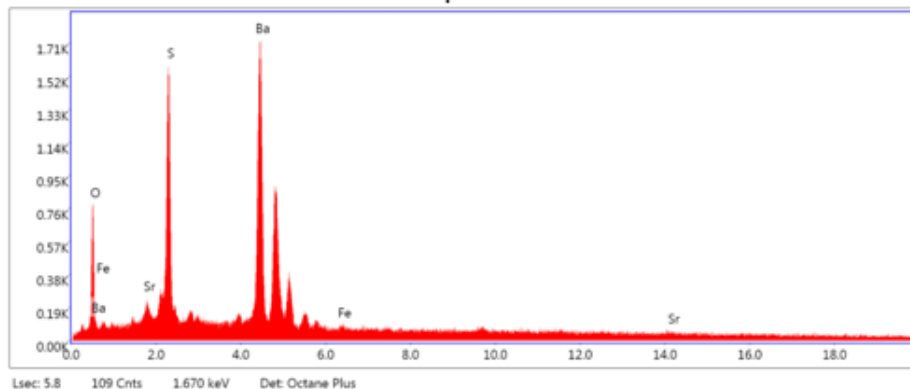
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 40.48    | 54.42    | 1403.11  | 9.01    | 0.1293 | 1.0543 | 0.3028 | 1.0000 |
| Si      | 59.52    | 45.58    | 9658.16  | 2.68    | 0.4987 | 0.9801 | 0.8887 | 1.0004 |

## EDS Spot 3

kV: 30 Mag:2003 Takeoff: 34.7 Live Time(s): 5.8 Amp Time(μs):7.68 Resolution:(eV) 125.6

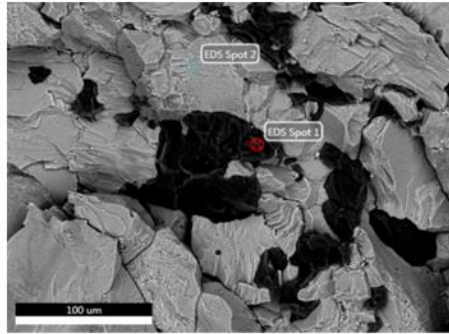
## EDS Spot 3 - Det 1



## eZAF Smart Quant Results

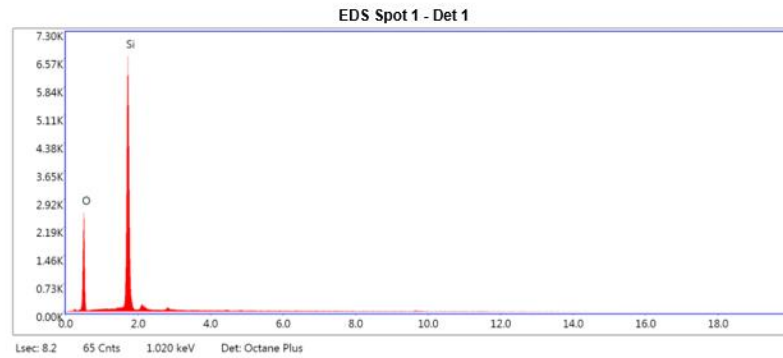
| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 23.30    | 59.62    | 911.22   | 9.62    | 0.0803 | 1.2417 | 0.2775 | 1.0000 |
| S       | 17.25    | 22.04    | 2790.93  | 6.87    | 0.0970 | 1.1441 | 0.4843 | 1.0147 |
| Ba      | 56.15    | 16.74    | 3688.33  | 2.65    | 0.4903 | 0.8424 | 1.0375 | 0.9995 |
| Fe      | 0.21     | 0.16     | 23.31    | 75.57   | 0.0017 | 1.0165 | 0.7630 | 1.0144 |
| Sr      | 3.09     | 1.44     | 54.79    | 60.93   | 0.0339 | 0.9069 | 0.9840 | 1.2308 |

## BT-12-EDS1



## EDS Spot 1

kV: 20 Mag:1001 Takeoff: 34.3 Live Time(s): 8.2 Amp Time(µs): 7.68 Resolution:(eV) 125.6

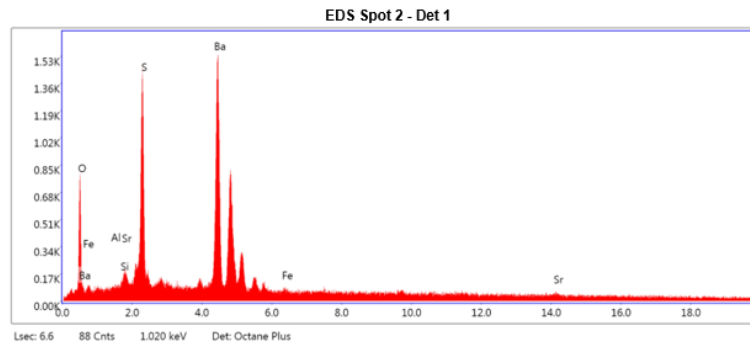


## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 51.76    | 65.32    | 1829.84  | 8.32    | 0.1912 | 1.0434 | 0.3541 | 1.0000 |
| Si      | 48.24    | 34.68    | 6583.60  | 3.09    | 0.3823 | 0.9495 | 0.8343 | 1.0006 |

## EDS Spot 2

kV: 30 Mag:1001 Takeoff: 34.3 Live Time(s): 6.6 Amp Time(µs): 7.68 Resolution:(eV) 125.6

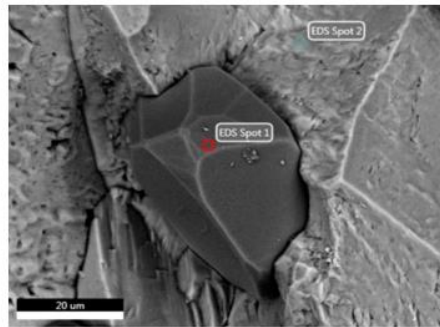


## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 24.62    | 60.16    | 813.20   | 9.54    | 0.0853 | 1.2302 | 0.2816 | 1.0000 |
| Al      | 1.30     | 1.88     | 83.78    | 20.60   | 0.0032 | 1.1202 | 0.2158 | 1.0041 |
| Si      | 0.55     | 0.76     | 51.86    | 29.02   | 0.0019 | 1.1491 | 0.2992 | 1.0070 |
| S       | 16.87    | 20.56    | 2300.33  | 6.95    | 0.0945 | 1.1333 | 0.4872 | 1.0146 |
| Ba      | 54.04    | 15.38    | 2992.10  | 2.77    | 0.4702 | 0.8341 | 1.0437 | 0.9995 |
| Fe      | 0.30     | 0.21     | 27.22    | 76.12   | 0.0023 | 1.0064 | 0.7692 | 1.0145 |
| Sr      | 2.33     | 1.04     | 34.90    | 61.39   | 0.0255 | 0.8962 | 0.9852 | 1.2386 |



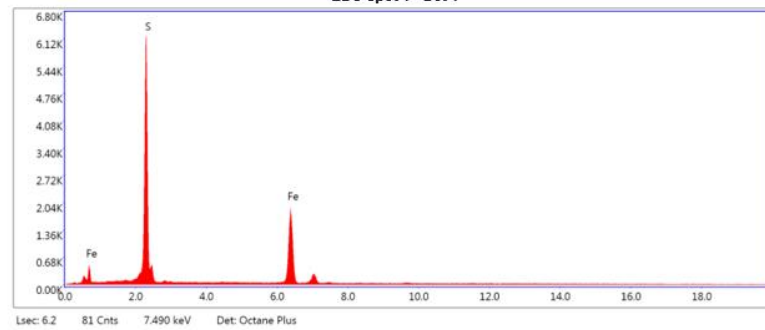
## BT-12-EDS2



## EDS Spot 1

kV: 30      Mag:4005      Takeoff: 34.3      Live Time(s): 6.2      Amp Time(μs):7.68      Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 1 - Det 1



Lsec: 6.2      81 Cnts      7.490 keV      Det: Octane Plus

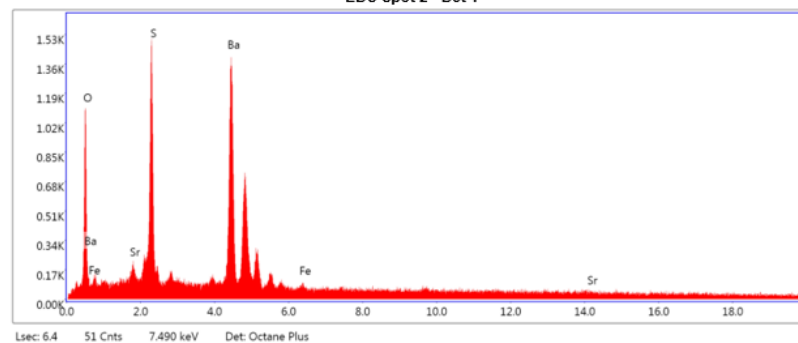
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| S       | 57.12    | 69.88    | 9980.20  | 3.89    | 0.4353 | 1.0519 | 0.7222 | 1.0034 |
| Fe      | 42.88    | 30.12    | 4176.38  | 2.30    | 0.3792 | 0.9260 | 0.9462 | 1.0092 |

## EDS Spot 2

kV: 30      Mag:4005      Takeoff: 34.3      Live Time(s): 6.4      Amp Time(μs):7.68      Resolution:(eV)125.6

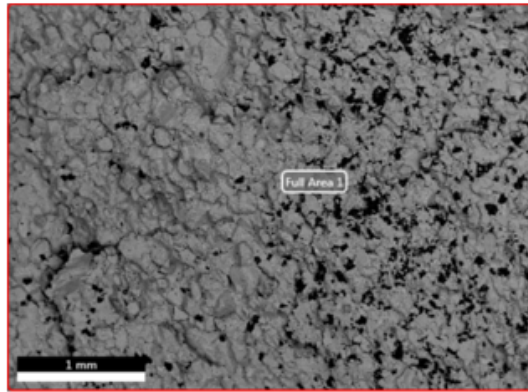
## EDS Spot 2 - Det 1



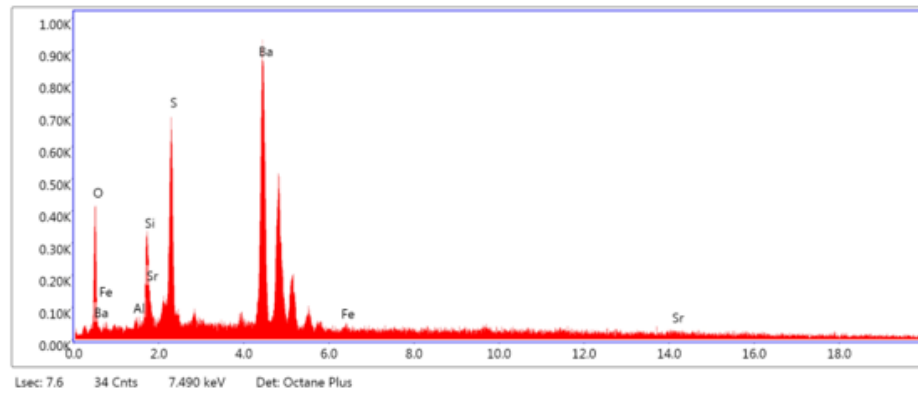
Lsec: 6.4      51 Cnts      7.490 keV      Det: Octane Plus

## eZAF Smart Quant Results

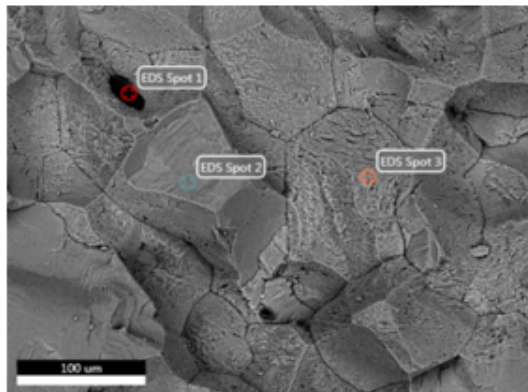
| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 33.04    | 69.96    | 1227.24  | 9.04    | 0.1183 | 1.1972 | 0.2990 | 1.0000 |
| S       | 15.95    | 16.86    | 2424.55  | 6.71    | 0.0915 | 1.1024 | 0.5131 | 1.0141 |
| Ba      | 47.61    | 11.74    | 2840.60  | 3.02    | 0.4103 | 0.8107 | 1.0634 | 0.9996 |
| Fe      | 0.53     | 0.32     | 53.27    | 55.79   | 0.0042 | 0.9776 | 0.7949 | 1.0156 |
| Sr      | 2.87     | 1.11     | 45.51    | 60.41   | 0.0305 | 0.8666 | 0.9892 | 1.2386 |

**BT-12-EDS3****Full Area 1**

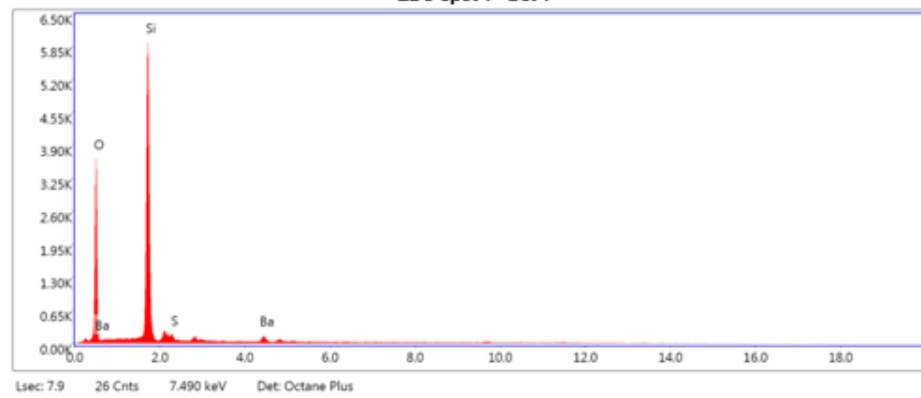
kV: 30      Mag:80      Takeoff: 34.3      Live Time(s): 7.6      Amp Time(μs):7.68      Resolution:(eV)125.6

**Full Area 1 - Det 1****eZAF Smart Quant Results**

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 22.19    | 55.28    | 391.15   | 10.28   | 0.0718 | 1.2314 | 0.2628 | 1.0000 |
| Al      | 1.23     | 1.82     | 47.38    | 23.93   | 0.0031 | 1.1213 | 0.2256 | 1.0039 |
| Si      | 5.84     | 8.29     | 327.96   | 11.15   | 0.0211 | 1.1503 | 0.3115 | 1.0061 |
| S       | 13.72    | 17.05    | 982.07   | 7.77    | 0.0707 | 1.1344 | 0.4480 | 1.0135 |
| Ba      | 51.45    | 14.93    | 1617.44  | 2.82    | 0.4453 | 0.8349 | 1.0372 | 0.9995 |
| Fe      | 0.39     | 0.28     | 20.50    | 81.14   | 0.0031 | 1.0072 | 0.7753 | 1.0158 |
| Sr      | 5.17     | 2.35     | 43.56    | 46.51   | 0.0557 | 0.8967 | 0.9861 | 1.2177 |

**BT-12-EDS4****EDS Spot 1**

kV: 20      Mag:801      Takeoff: 34.7      Live Time(s): 7.9      Amp Time(μs): 7.68      Resolution:(eV) 125.6

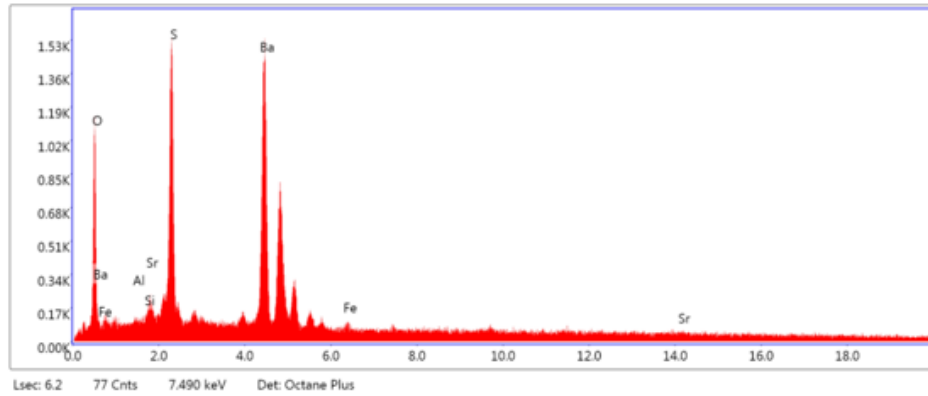
**EDS Spot 1 - Det 1****eZAF Smart Quant Results**

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 54.31    | 69.98    | 2852.91  | 7.78    | 0.2215 | 1.0584 | 0.3862 | 1.0000 |
| Si      | 37.52    | 27.53    | 6406.89  | 3.81    | 0.2777 | 0.9629 | 0.7674 | 1.0020 |
| S       | 2.62     | 1.69     | 312.98   | 9.55    | 0.0166 | 0.9435 | 0.6692 | 1.0045 |
| Ba      | 5.55     | 0.83     | 172.75   | 17.25   | 0.0394 | 0.6555 | 1.0850 | 0.9988 |

## EDS Spot 2

kV: 30 Mag:801 Takeoff: 34.7 Live Time(s): 6.2 Amp Time(μs):7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 2 - Det 1



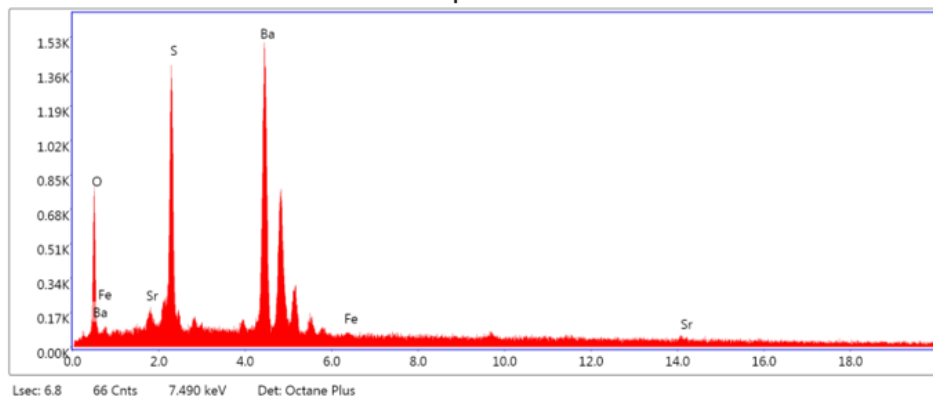
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 31.20    | 66.83    | 1201.18  | 9.19    | 0.1078 | 1.1981 | 0.2884 | 1.0000 |
| Al      | 1.71     | 2.17     | 134.80   | 17.47   | 0.0044 | 1.0907 | 0.2337 | 1.0039 |
| Si      | 0.46     | 0.56     | 52.92    | 37.18   | 0.0017 | 1.1188 | 0.3208 | 1.0066 |
| S       | 18.11    | 17.21    | 2576.79  | 6.76    | 0.0912 | 1.1032 | 0.5087 | 1.0136 |
| Ba      | 48.83    | 11.68    | 2967.37  | 3.04    | 0.4019 | 0.8112 | 1.0588 | 0.9995 |
| Fe      | 0.43     | 0.26     | 46.13    | 66.85   | 0.0034 | 0.9782 | 0.7980 | 1.0159 |
| Sr      | 3.26     | 1.27     | 54.78    | 58.62   | 0.0345 | 0.8669 | 0.9896 | 1.2363 |

## EDS Spot 3

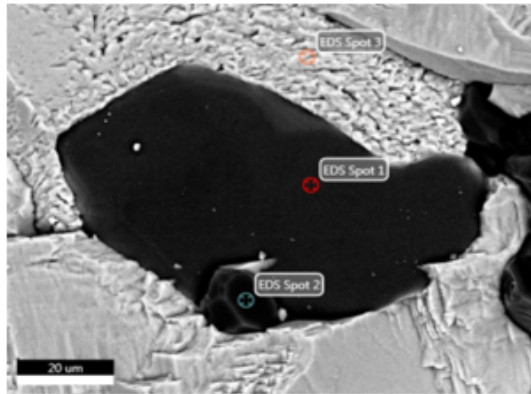
kV: 30 Mag:801 Takeoff: 34.7 Live Time(s): 6.8 Amp Time(μs):7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 3 - Det 1

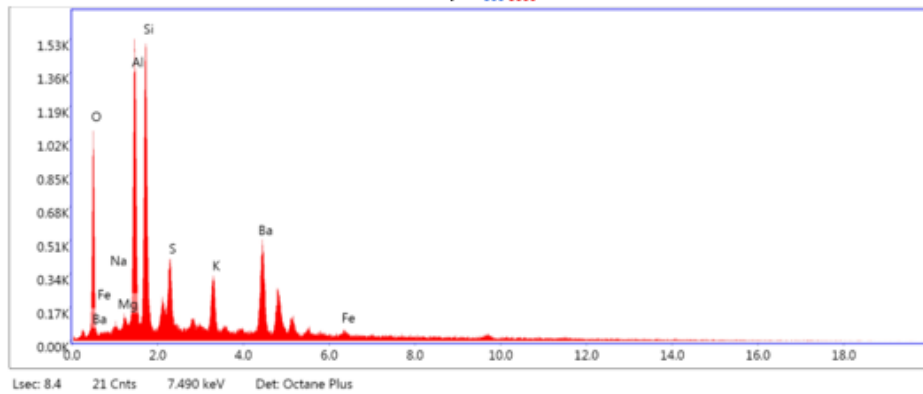


## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 25.52    | 62.40    | 784.32   | 9.57    | 0.0875 | 1.2313 | 0.2785 | 1.0000 |
| S       | 16.78    | 20.47    | 2136.32  | 6.90    | 0.0940 | 1.1344 | 0.4872 | 1.0143 |
| Ba      | 53.72    | 15.30    | 2774.73  | 2.70    | 0.4671 | 0.8350 | 1.0421 | 0.9995 |
| Fe      | 0.21     | 0.15     | 17.87    | 79.54   | 0.0016 | 1.0075 | 0.7716 | 1.0150 |
| Sr      | 3.77     | 1.68     | 52.23    | 59.59   | 0.0409 | 0.8975 | 0.9854 | 1.2268 |

**BT-12-EDS5****EDS Spot 1**

W: 20 Mag: 3004 Takeoff: 34.8 Live Time(s): 8.4 Amp Time(µs): 7.68 Resolution(eV): 125.6

**EDS Spot 1 Det 1****eZAF Smart Quant Results**

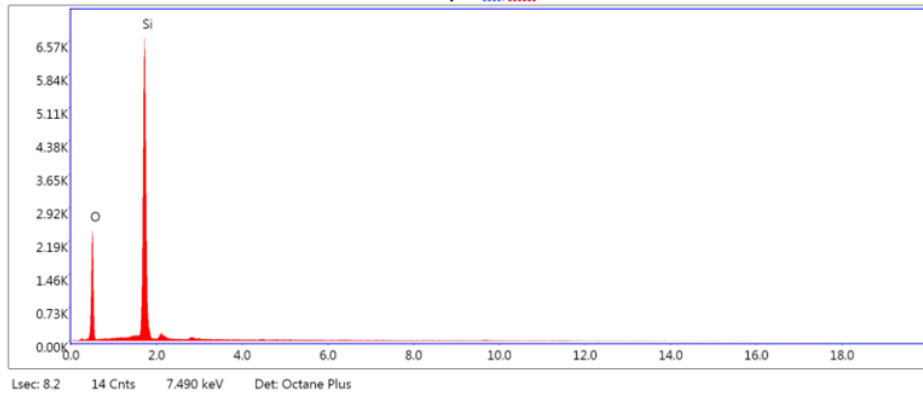
| Element | Weight % | Atomic % | Net Int | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 24.09    | 44.82    | 765.38  | 9.44    | 0.0843 | 1.1716 | 0.2988 | 1.0000 |
| Na      | 0.63     | 0.81     | 25.90   | 36.14   | 0.0020 | 1.0698 | 0.2939 | 1.0015 |
| Mg      | 1.33     | 1.63     | 91.57   | 14.64   | 0.0055 | 1.0898 | 0.3801 | 1.0027 |
| Al      | 17.19    | 18.97    | 1483.74 | 7.27    | 0.0891 | 1.0509 | 0.4916 | 1.0036 |
| Si      | 16.91    | 17.92    | 1507.66 | 7.07    | 0.0928 | 1.0754 | 0.5080 | 1.0042 |
| S       | 6.53     | 6.07     | 581.83  | 7.14    | 0.0439 | 1.0556 | 0.6305 | 1.0098 |
| K       | 4.24     | 3.22     | 368.36  | 8.58    | 0.0365 | 1.0025 | 0.8315 | 1.0327 |
| Ba      | 28.30    | 6.14     | 671.99  | 6.04    | 0.2175 | 0.7378 | 1.0425 | 0.9989 |
| Fe      | 0.78     | 0.42     | 29.51   | 50.36   | 0.0068 | 0.9170 | 0.9312 | 1.0194 |



## EDS Spot 2

kV: 20    Mag: 3004    Takeoff: 34.8    Live Time(s): 8.2    Amp Time(μs): 7.68    Resolution(eV): 125.6

## EDS Spot 2 - Det 1



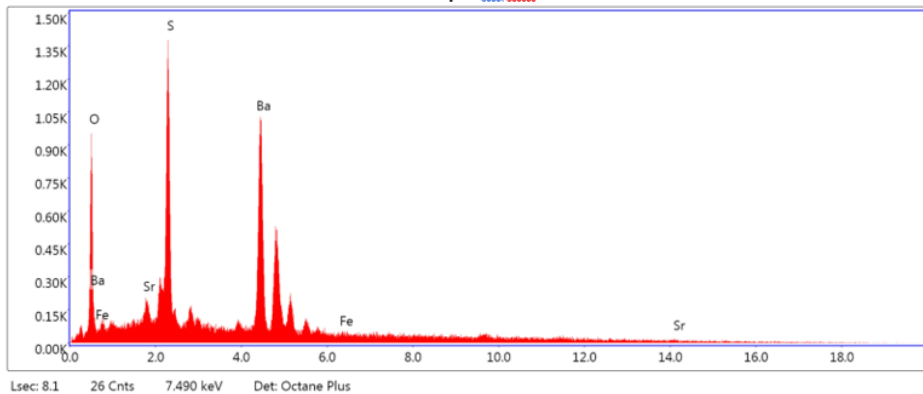
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 50.91    | 64.55    | 1786.57 | 8.36    | 0.1868 | 1.0442 | 0.3515 | 1.0000 |
| Si      | 49.09    | 35.45    | 6697.27 | 3.05    | 0.3912 | 0.9503 | 0.8382 | 1.0006 |

## EDS Spot 3

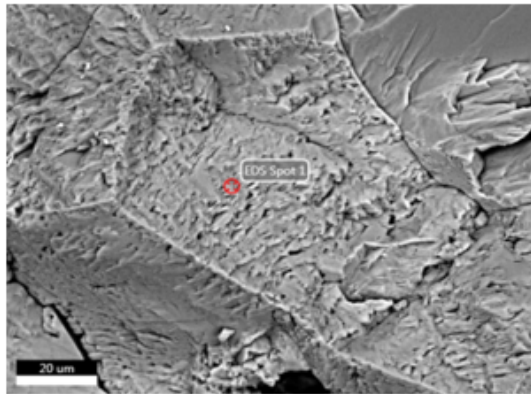
kV: 20    Mag: 3004    Takeoff: 34.8    Live Time(s): 8.1    Amp Time(μs): 7.68    Resolution(eV): 125.6

## EDS Spot 3 - Det 1

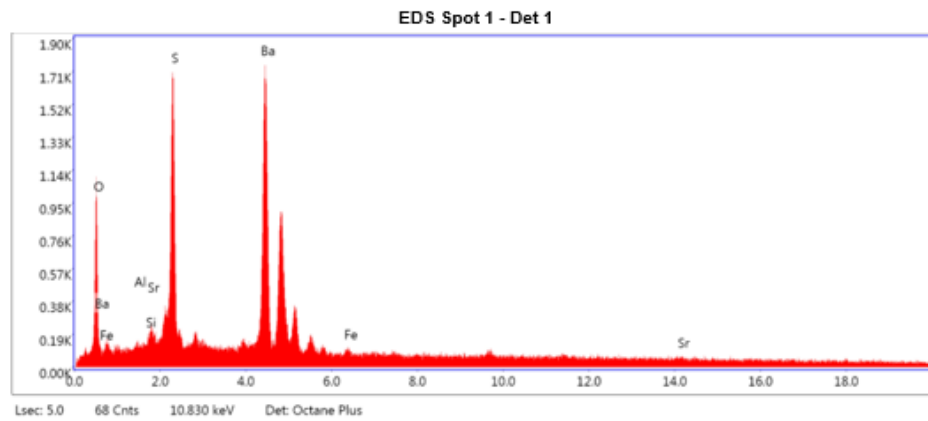


## eZAF Smart Quant Results

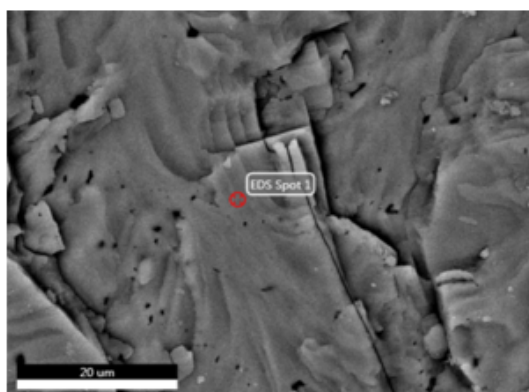
| Element | Weight % | Atomic % | Net Int | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 19.36    | 54.32    | 753.94  | 9.16    | 0.0851 | 1.3112 | 0.3352 | 1.0000 |
| Sr      | 3.30     | 1.69     | 146.02  | 9.30    | 0.0196 | 0.9279 | 0.6373 | 1.0018 |
| S       | 17.25    | 24.16    | 1725.95 | 5.79    | 0.1335 | 1.1881 | 0.6423 | 1.0138 |
| Ba      | 59.69    | 19.51    | 1537.53 | 3.61    | 0.5098 | 0.8362 | 1.0220 | 0.9995 |
| Fe      | 0.39     | 0.32     | 15.28   | 74.58   | 0.0036 | 1.0439 | 0.8646 | 1.0136 |

**BT-12-EDS6****EDS Spot 1**

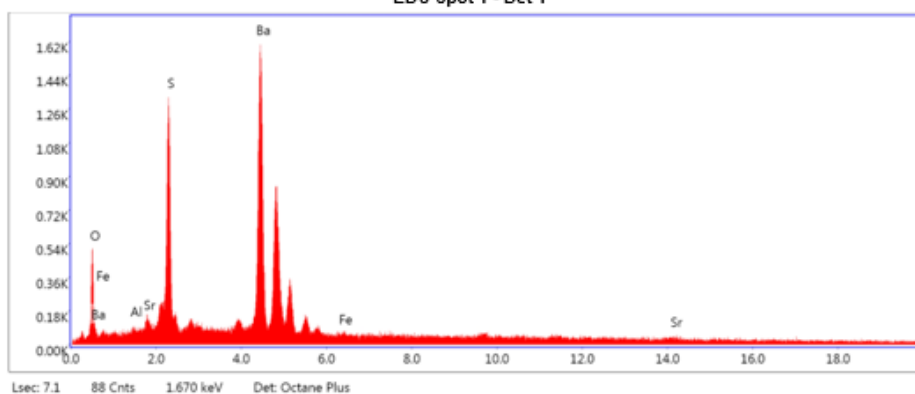
kV: 30      Mag:2503      Takeoff: 34.1      Live Time(s): 5      Amp Time(µs):7.68      Resolution:(eV)125.6

**eZAF Smart Quant Results**

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 27.73    | 63.06    | 1506.20  | 9.29    | 0.0943 | 1.2122 | 0.2806 | 1.0000 |
| Al      | 1.90     | 2.58     | 211.09   | 15.74   | 0.0047 | 1.1037 | 0.2249 | 1.0043 |
| Si      | 0.49     | 0.64     | 79.43    | 28.38   | 0.0017 | 1.1322 | 0.3084 | 1.0072 |
| Sr      | 2.87     | 1.19     | 243.26   | 10.66   | 0.0136 | 0.8950 | 0.5304 | 1.0016 |
| S       | 16.86    | 19.13    | 3864.40  | 6.73    | 0.0944 | 1.1165 | 0.4946 | 1.0137 |
| Ba      | 49.78    | 13.19    | 4595.65  | 2.87    | 0.4295 | 0.8213 | 1.0510 | 0.9995 |
| Fe      | 0.36     | 0.24     | 56.36    | 69.20   | 0.0029 | 0.9908 | 0.7833 | 1.0152 |

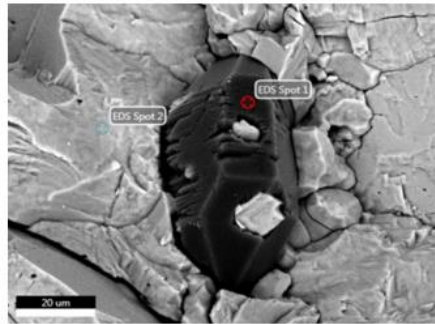
**BT-26-EDS1****EDS Spot 1**

kV: 30      Mag:5007      Takeoff: 34.9      Live Time(s): 7.1      Amp Time(µs):7.88      Resolution:(eV)125.6

**EDS Spot 1 - Det 1****eZAF Smart Quant Results**

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 17.57    | 50.84    | 468.44   | 10.58   | 0.0803 | 1.2689 | 0.2703 | 1.0000 |
| Al      | 1.34     | 2.30     | 68.13    | 20.88   | 0.0032 | 1.1554 | 0.2044 | 1.0041 |
| S       | 17.01    | 24.56    | 1845.08  | 7.13    | 0.0941 | 1.1691 | 0.4658 | 1.0151 |
| Ba      | 60.87    | 20.52    | 2755.35  | 2.35    | 0.5372 | 0.8813 | 1.0253 | 0.9995 |
| Fe      | 0.28     | 0.23     | 20.76    | 71.63   | 0.0022 | 1.0397 | 0.7467 | 1.0138 |
| Sr      | 2.92     | 1.54     | 36.12    | 60.40   | 0.0328 | 0.9311 | 0.9811 | 1.2288 |

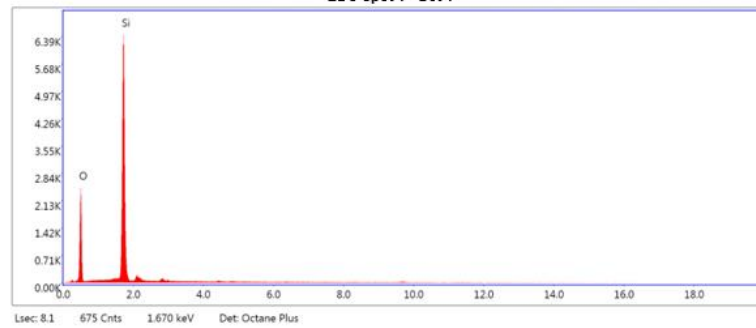
## BT-26-EDS2



## EDS Spot 1

kV: 20 Mag:3004 Takeoff: 34.9 Live Time(s): 8.1 Amp Time(µs):7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 1 - Det 1



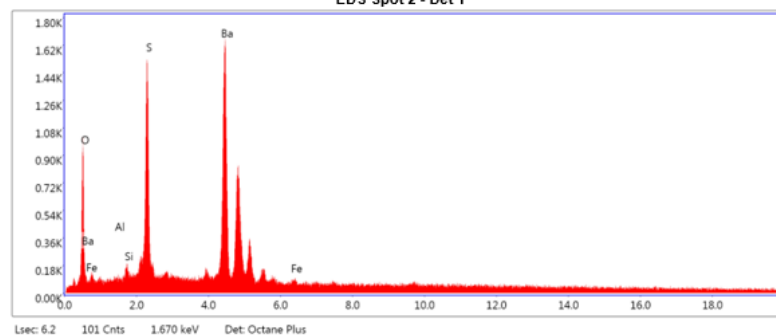
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 51.53    | 65.11    | 1809.87  | 8.32    | 0.1912 | 1.0436 | 0.3556 | 1.0000 |
| Si      | 48.47    | 34.89    | 6520.49  | 3.07    | 0.3855 | 0.9497 | 0.8371 | 1.0008 |

## EDS Spot 2

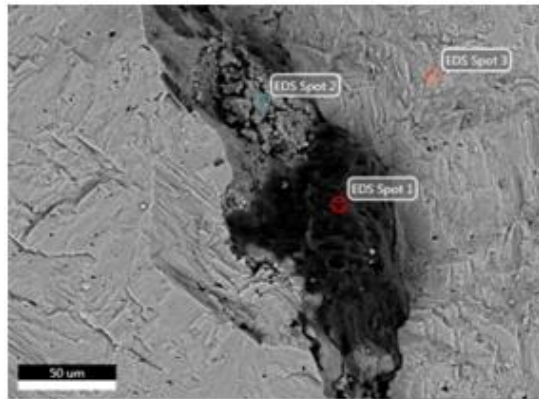
kV: 30 Mag:3004 Takeoff: 34.9 Live Time(s): 6.2 Amp Time(µs):7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 2 - Det 1

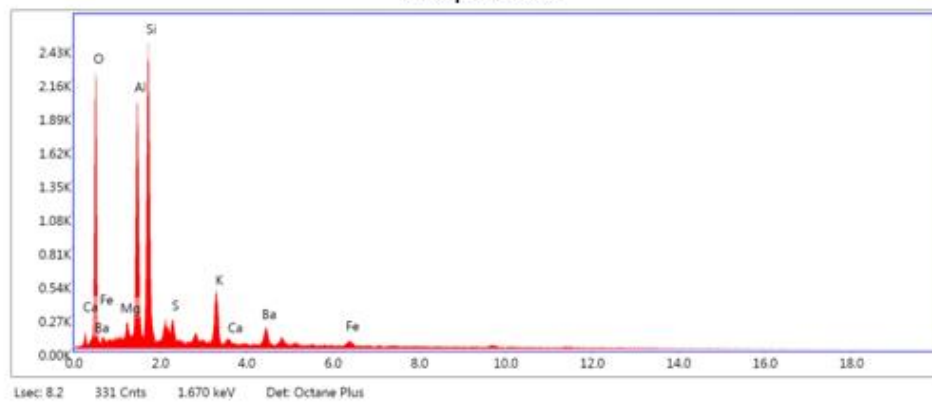


## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 26.92    | 62.17    | 1089.85  | 9.14    | 0.0987 | 1.2167 | 0.3013 | 1.0000 |
| Al      | 1.66     | 2.27     | 123.91   | 17.88   | 0.0041 | 1.1079 | 0.2205 | 1.0044 |
| Si      | 1.74     | 2.29     | 189.80   | 13.26   | 0.0061 | 1.1365 | 0.3040 | 1.0073 |
| S       | 16.29    | 18.77    | 2812.32  | 6.67    | 0.0937 | 1.1208 | 0.5056 | 1.0152 |
| Ba      | 53.05    | 14.27    | 3356.43  | 2.82    | 0.4605 | 0.8246 | 1.0535 | 0.9994 |
| Fe      | 0.33     | 0.22     | 35.06    | 69.30   | 0.0026 | 0.9947 | 0.7784 | 1.0138 |

**BT-26-EDS3****EDS Spot 1**

KV: 20      Mag:1202      Takeoff: 35      Live Time(s): 8.2      Amp Time(µs):7.68      Resolution:(eV) 125.6

**EDS Spot 1 - Det 1****eZAF Smart Quant Results**

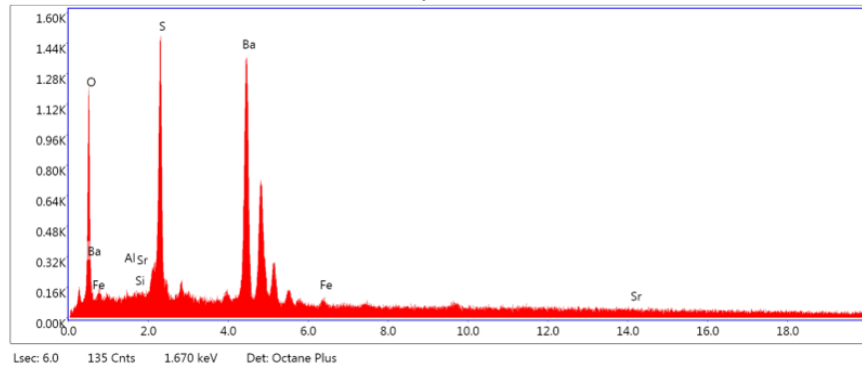
| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 43.82    | 61.34    | 1698.02  | 8.79    | 0.1495 | 1.0817 | 0.3154 | 1.0000 |
| Mg      | 1.97     | 1.81     | 200.52   | 10.12   | 0.0097 | 1.0022 | 0.4905 | 1.0035 |
| Al      | 15.86    | 13.17    | 1965.21  | 5.93    | 0.0946 | 0.9656 | 0.6150 | 1.0039 |
| Si      | 20.42    | 16.28    | 2490.14  | 5.88    | 0.1228 | 0.9873 | 0.6073 | 1.0028 |
| S       | 3.33     | 2.33     | 365.61   | 9.36    | 0.0221 | 0.9677 | 0.6820 | 1.0065 |
| K       | 5.38     | 3.08     | 556.61   | 6.02    | 0.0442 | 0.9170 | 0.8796 | 1.0170 |
| Ca      | 0.05     | 0.03     | 4.83     | 99.99   | 0.0005 | 0.9340 | 0.8955 | 1.0245 |
| Ba      | 7.21     | 1.18     | 200.13   | 15.08   | 0.0519 | 0.6729 | 1.0690 | 1.0001 |
| Fe      | 1.95     | 0.78     | 89.34    | 19.01   | 0.0165 | 0.8342 | 0.9821 | 1.0365 |



## EDS Spot 2

kV: 30 Mag:1202 Takeoff: 35 Live Time(s): 6 Amp Time(μs):7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 2 - Det 1



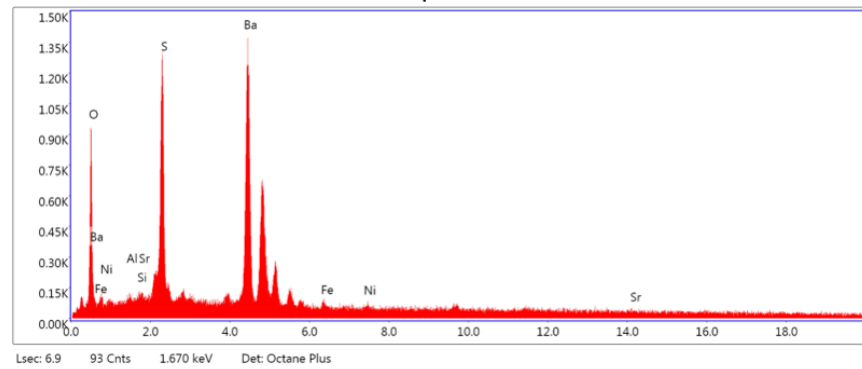
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 33.62    | 68.82    | 1410.41  | 8.91    | 0.1222 | 1.1872 | 0.3062 | 1.0000 |
| Al      | 2.14     | 2.60     | 174.54   | 15.79   | 0.0055 | 1.0806 | 0.2365 | 1.0041 |
| Si      | 0.54     | 0.63     | 63.69    | 27.79   | 0.0019 | 1.1084 | 0.3226 | 1.0069 |
| S       | 15.67    | 16.01    | 2649.15  | 6.53    | 0.0910 | 1.0928 | 0.5240 | 1.0141 |
| Ba      | 45.63    | 10.88    | 2979.07  | 3.06    | 0.3914 | 0.8033 | 1.0685 | 0.9996 |
| Fe      | 0.83     | 0.49     | 91.39    | 33.41   | 0.0066 | 0.9684 | 0.8060 | 1.0154 |
| Sr      | 1.57     | 0.59     | 27.25    | 62.41   | 0.0167 | 0.8570 | 0.9905 | 1.2537 |

## EDS Spot 3

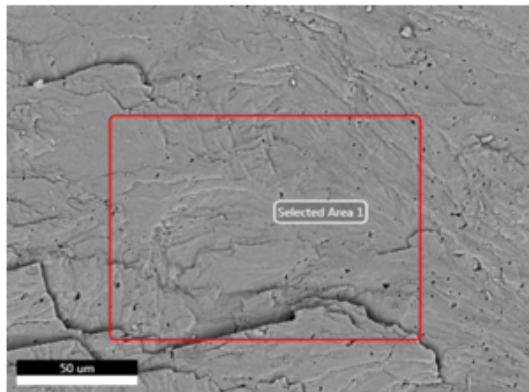
kV: 30 Mag:1202 Takeoff: 35 Live Time(s): 6.9 Amp Time(μs):7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 3 - Det 1

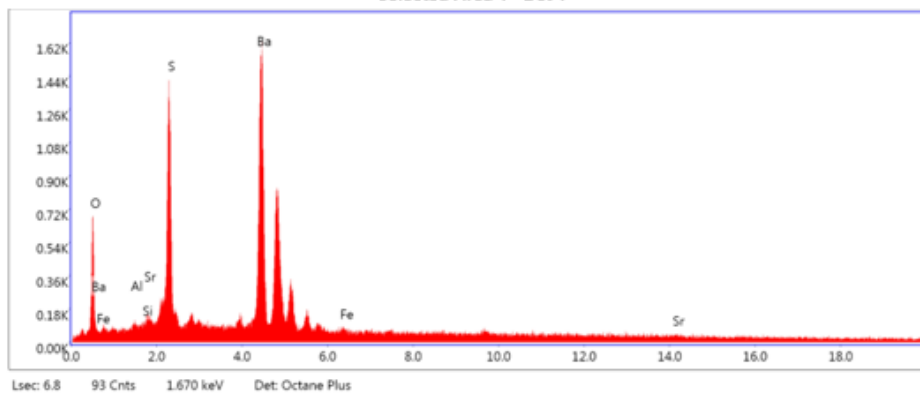


## eZAF Smart Quant Results

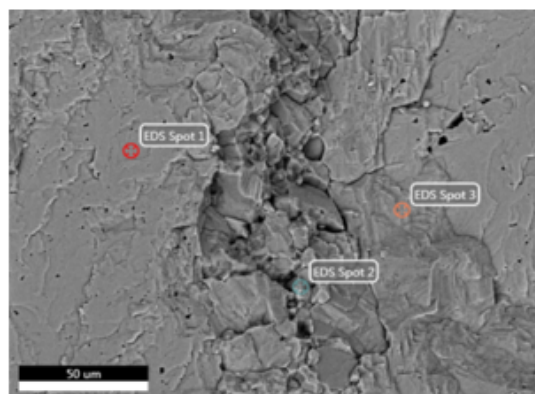
| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 29.51    | 65.09    | 911.26   | 9.24    | 0.1050 | 1.2056 | 0.2951 | 1.0000 |
| Al      | 2.07     | 2.70     | 124.51   | 16.21   | 0.0052 | 1.0977 | 0.2285 | 1.0041 |
| Si      | 0.57     | 0.72     | 49.58    | 28.18   | 0.0020 | 1.1260 | 0.3125 | 1.0069 |
| S       | 16.13    | 17.75    | 2021.06  | 6.80    | 0.0923 | 1.1103 | 0.5082 | 1.0143 |
| Ba      | 49.36    | 12.68    | 2437.26  | 3.30    | 0.4257 | 0.8166 | 1.0570 | 0.9995 |
| Fe      | 0.30     | 0.19     | 25.25    | 69.47   | 0.0024 | 0.9848 | 0.7908 | 1.0153 |
| Ni      | 0.19     | 0.11     | 14.63    | 74.00   | 0.0017 | 1.0020 | 0.8610 | 1.0279 |
| Sr      | 1.87     | 0.75     | 24.68    | 63.39   | 0.0201 | 0.8739 | 0.9883 | 1.2468 |

**BT-26-EDS4****Selected Area 1**

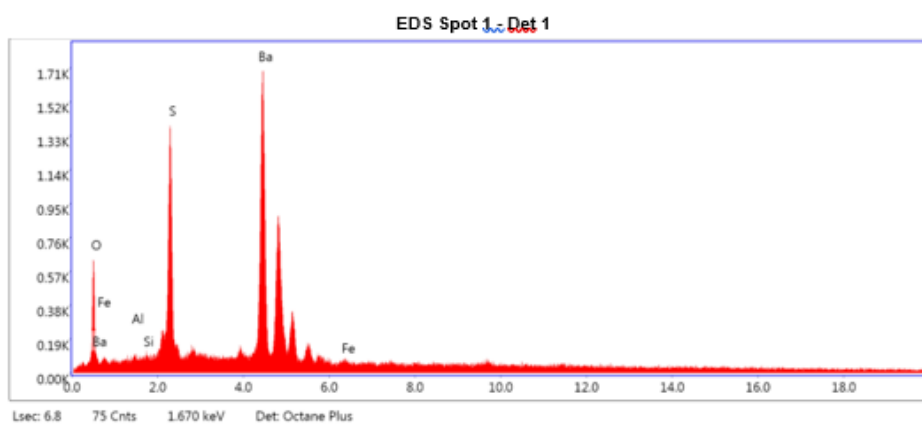
kV: 30      Mag:1502      Takeoff: 35.1      Live Time(s): 6.8      Amp Time(µs):7.68      Resolution:(eV)125.6

**Selected Area 1 - Det 1****eZAF Smart Quant Results**

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 21.71    | 56.39    | 700.07   | 9.75    | 0.0738 | 1.2441 | 0.2733 | 1.0000 |
| Al      | 1.65     | 2.54     | 105.73   | 18.13   | 0.0041 | 1.1329 | 0.2158 | 1.0040 |
| Si      | 0.41     | 0.60     | 38.08    | 38.09   | 0.0014 | 1.1622 | 0.2974 | 1.0088 |
| S       | 16.84    | 21.83    | 2235.80  | 6.94    | 0.0937 | 1.1462 | 0.4784 | 1.0145 |
| Ba      | 55.91    | 16.92    | 3045.48  | 2.65    | 0.4879 | 0.8439 | 1.0348 | 0.9995 |
| Fe      | 0.24     | 0.18     | 21.40    | 83.02   | 0.0019 | 1.0184 | 0.7849 | 1.0145 |
| Sr      | 3.24     | 1.53     | 47.59    | 80.72   | 0.0356 | 0.9086 | 0.9842 | 1.2298 |

**BT-26-EDS5****EDS Spot 1**

30 Mag: 1602 Takeoff: 34.9 Live Time(s): 6.8 Ann Time(µs): 7.68 Resolution(eV): 125.6

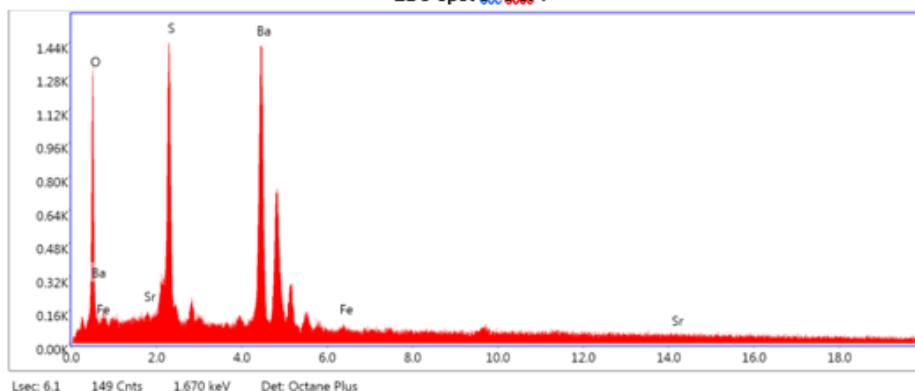
**eZAF Smart Quant Results**

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 19.83    | 53.78    | 629.38   | 9.68    | 0.0721 | 1.2549 | 0.2899 | 1.0000 |
| Al      | 1.76     | 2.83     | 99.57    | 18.48   | 0.0041 | 1.1427 | 0.2051 | 1.0044 |
| Si      | 0.77     | 1.18     | 63.45    | 18.04   | 0.0026 | 1.1723 | 0.2834 | 1.0074 |
| S       | 16.93    | 22.91    | 2119.60  | 6.99    | 0.0962 | 1.1563 | 0.4839 | 1.0158 |
| Ba      | 60.48    | 19.11    | 3070.28  | 2.50    | 0.5331 | 0.8516 | 1.0358 | 0.9994 |
| Fe      | 0.24     | 0.19     | 20.14    | 78.41   | 0.0019 | 1.0278 | 0.7511 | 1.0130 |

## EDS Spot 2

W: 30 Mag: 1602 Takeoff: 34.9 Live Time(s): 6.1 App Time(μs): 7.68 Resolution (eV): 125.6

## EDS Spot 2 - Det 1



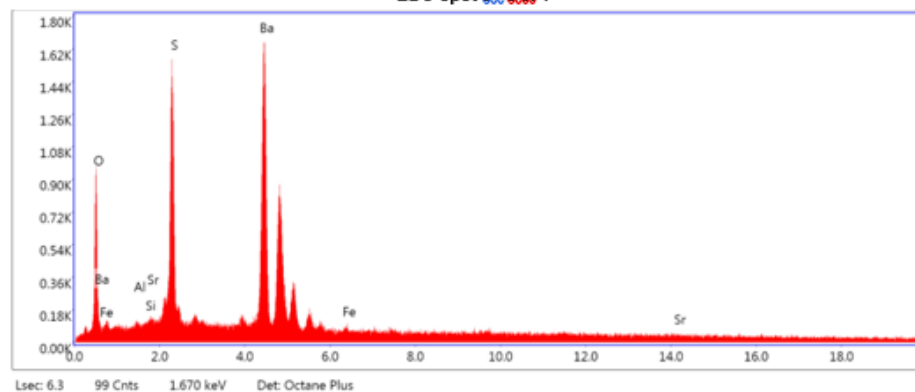
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 35.96    | 72.61    | 1529.49 | 8.72    | 0.1357 | 1.1861 | 0.3181 | 1.0000 |
| S       | 15.56    | 15.67    | 2613.38 | 6.44    | 0.0919 | 1.0920 | 0.5330 | 1.0146 |
| Ba      | 46.62    | 10.96    | 2983.34 | 3.19    | 0.4011 | 0.8028 | 1.0722 | 0.9995 |
| Fe      | 0.35     | 0.20     | 37.40   | 66.56   | 0.0027 | 0.9679 | 0.8036 | 1.0154 |
| Sr      | 1.51     | 0.56     | 25.63   | 60.80   | 0.0161 | 0.8567 | 0.9904 | 1.2538 |

## EDS Spot 3

W: 30 Mag: 1602 Takeoff: 34.9 Live Time(s): 6.3 App Time(μs): 7.68 Resolution (eV): 125.6

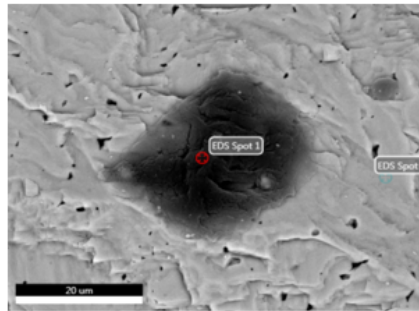
## EDS Spot 3 - Det 1



## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 26.81    | 62.93    | 991.39  | 9.34    | 0.0941 | 1.2214 | 0.2876 | 1.0000 |
| Al      | 1.40     | 1.94     | 100.26  | 20.00   | 0.0035 | 1.1122 | 0.2216 | 1.0041 |
| Si      | 0.27     | 0.36     | 28.24   | 69.30   | 0.0009 | 1.1409 | 0.3064 | 1.0069 |
| S       | 16.40    | 19.21    | 2470.31 | 8.85    | 0.0929 | 1.1251 | 0.4965 | 1.0145 |
| Ba      | 52.39    | 14.33    | 3158.02 | 3.14    | 0.4544 | 0.8279 | 1.0484 | 0.9995 |
| Fe      | 0.22     | 0.15     | 21.86   | 70.53   | 0.0017 | 0.9987 | 0.7787 | 1.0148 |
| Sr      | 2.52     | 1.08     | 40.81   | 60.26   | 0.0274 | 0.8883 | 0.9865 | 1.2384 |

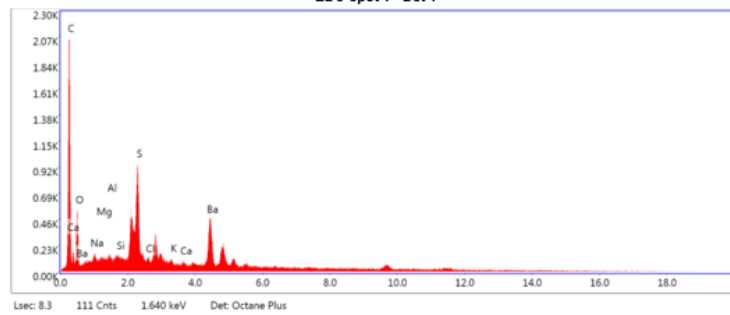
## BT-26-EDS6



## EDS Spot 1

kV: 20 Mag:5007 Takeoff: 34.2 Live Time(s): 8.3 Amp Time(µs):7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 1 - Det 1



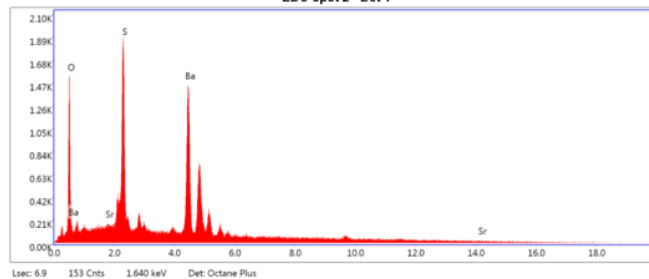
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| C       | 80.35    | 79.35    | 1634.90  | 9.02    | 0.2215 | 1.0770 | 0.3408 | 1.0000 |
| O       | 13.25    | 13.08    | 355.47   | 13.80   | 0.0202 | 1.0327 | 0.1477 | 1.0000 |
| Na      | 1.42     | 0.97     | 119.85   | 15.22   | 0.0047 | 0.9400 | 0.3524 | 1.0013 |
| Mg      | 0.77     | 0.50     | 109.84   | 14.08   | 0.0034 | 0.9567 | 0.4635 | 1.0023 |
| Al      | 0.53     | 0.31     | 93.74    | 15.53   | 0.0029 | 0.9218 | 0.5934 | 1.0042 |
| Si      | 0.43     | 0.24     | 91.62    | 20.26   | 0.0029 | 0.9426 | 0.7138 | 1.0089 |
| S       | 7.07     | 3.48     | 1508.11  | 4.42    | 0.0583 | 0.9241 | 0.8810 | 1.0130 |
| Cl      | 0.18     | 0.08     | 33.94    | 9.75    | 0.0014 | 0.8795 | 0.8781 | 1.0207 |
| K       | 0.36     | 0.14     | 61.53    | 25.17   | 0.0031 | 0.8760 | 0.9530 | 1.0458 |
| Ca      | 0.18     | 0.07     | 27.01    | 63.91   | 0.0016 | 0.8924 | 0.9737 | 1.0653 |
| Ba      | 15.48    | 1.78     | 670.66   | 8.22    | 0.1112 | 0.6432 | 1.1174 | 0.9999 |

## EDS Spot 2

kV: 20 Mag:5007 Takeoff: 34.2 Live Time(s): 6.9 Amp Time(µs):7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 2 - Det 1

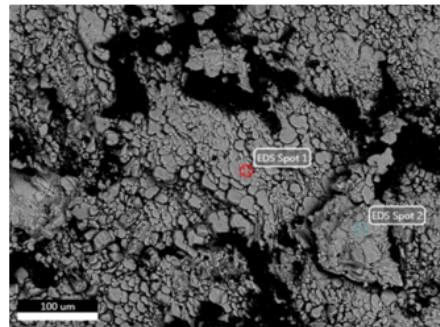


## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 21.82    | 57.92    | 1481.67  | 8.66    | 0.0965 | 1.2981 | 0.3513 | 1.0000 |
| Sr      | 1.23     | 0.60     | 90.74    | 9.63    | 0.0072 | 0.9186 | 0.6365 | 1.0019 |
| S       | 17.41    | 23.07    | 2874.95  | 5.54    | 0.1359 | 1.1761 | 0.6542 | 1.0148 |
| Ba      | 59.54    | 18.42    | 2581.17  | 3.42    | 0.5057 | 0.8275 | 1.0271 | 0.9994 |

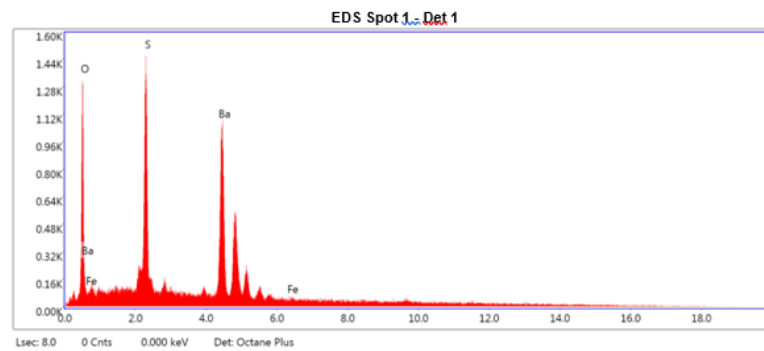


## BT-30-EDS1



## EDS Spot 1

kV: 20 Mag: 601 Takeoff: 35.2 Live Time(s): 8 Amp Time(µs): 7.68 Resolution (eV): 125.6

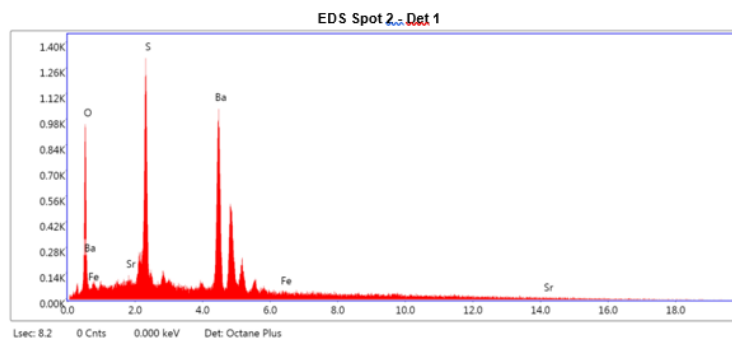


## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 23.55    | 60.59    | 1094.88  | 8.51    | 0.1139 | 1.2912 | 0.3743 | 1.0000 |
| S       | 16.55    | 21.24    | 1832.15  | 5.55    | 0.1313 | 1.1698 | 0.6680 | 1.0152 |
| Ba      | 59.38    | 17.79    | 1638.37  | 3.79    | 0.5033 | 0.8229 | 1.0305 | 0.9995 |
| Fe      | 0.52     | 0.38     | 21.25    | 68.47   | 0.0047 | 1.0268 | 0.8700 | 1.0130 |

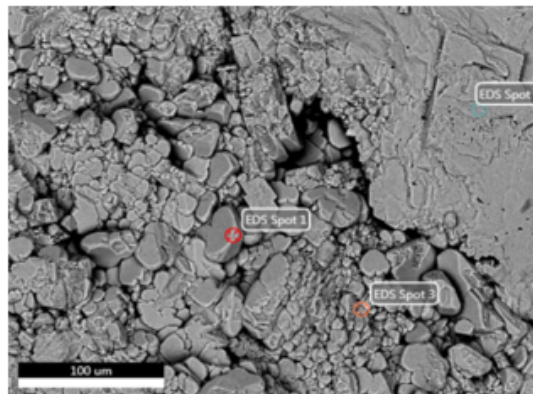
## EDS Spot 2

kV: 20 Mag: 601 Takeoff: 35.2 Live Time(s): 8.2 Amp Time(µs): 7.68 Resolution (eV): 125.6

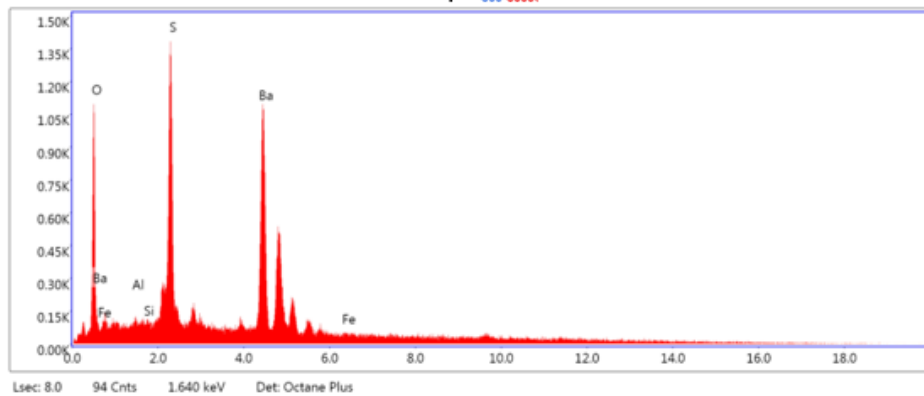


## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 19.83    | 55.48    | 819.98   | 8.88    | 0.0923 | 1.3124 | 0.3548 | 1.0000 |
| Sr      | 1.32     | 0.68     | 57.88    | 11.27   | 0.0078 | 0.9288 | 0.6307 | 1.0019 |
| S       | 16.80    | 23.45    | 1702.45  | 5.81    | 0.1322 | 1.1892 | 0.6517 | 1.0148 |
| Ba      | 61.85    | 20.09    | 1587.71  | 3.89    | 0.5282 | 0.8371 | 1.0241 | 0.9995 |
| Fe      | 0.39     | 0.31     | 14.95    | 80.67   | 0.0036 | 1.0451 | 0.8634 | 1.0130 |

**BT-30-EDS2****EDS Spot 1**

Mag: 901 Takeoff: 35.2 Live Time(s): 8 Acq. Time(µs): 7.68 Resolution(eV): 125.6

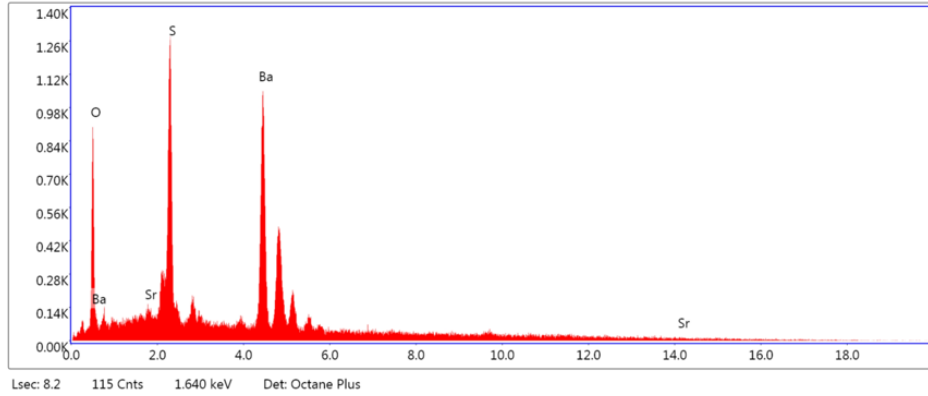
**EDS Spot 1 - Det 1****eZAF Smart Quant Results**

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 20.18    | 54.12    | 928.54  | 8.77    | 0.0939 | 1.2990 | 0.3580 | 1.0000 |
| Al      | 1.77     | 2.81     | 127.97  | 14.54   | 0.0071 | 1.1890 | 0.3428 | 1.0042 |
| Si      | 0.86     | 1.32     | 82.05   | 14.28   | 0.0047 | 1.1970 | 0.4483 | 1.0071 |
| S       | 17.03    | 22.79    | 1816.88 | 5.65    | 0.1338 | 1.1789 | 0.6576 | 1.0149 |
| Ba      | 59.78    | 18.87    | 1897.57 | 3.68    | 0.5079 | 0.8280 | 1.0268 | 0.9994 |
| Fe      | 0.38     | 0.29     | 16.02   | 78.72   | 0.0034 | 1.0333 | 0.8677 | 1.0130 |

## EDS Spot 2

kV: 20      Mag: 901      Takeoff: 35.2      Live Time(s): 8.2      Amp Time(μs): 7.68      Resolution (eV): 125.6

## EDS Spot 2 - Det 1



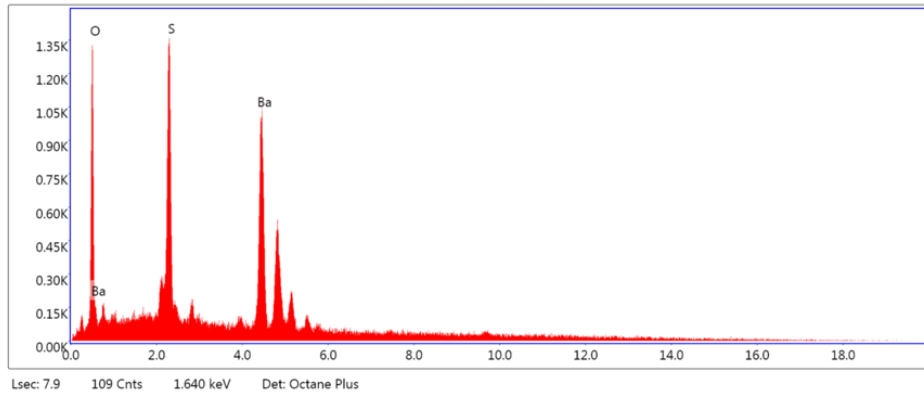
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 18.52    | 53.05    | 709.43   | 9.15    | 0.0833 | 1.3170 | 0.3413 | 1.0000 |
| Sr      | 2.11     | 1.11     | 89.29    | 8.57    | 0.0125 | 0.9320 | 0.6321 | 1.0019 |
| S       | 17.68    | 25.27    | 1713.49  | 5.78    | 0.1385 | 1.1934 | 0.6472 | 1.0144 |
| Ba      | 61.68    | 20.58    | 1526.20  | 3.99    | 0.5288 | 0.8401 | 1.0211 | 0.9994 |

## EDS Spot 3

kV: 20      Mag: 901      Takeoff: 35.2      Live Time(s): 7.9      Amp Time(μs): 7.68      Resolution (eV): 125.6

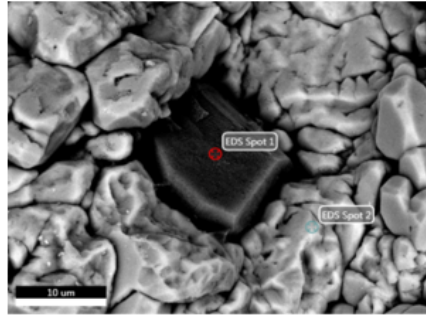
## EDS Spot 3 - Det 1



## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 24.44    | 61.45    | 1144.18  | 8.51    | 0.1170 | 1.2848 | 0.3726 | 1.0000 |
| S       | 17.07    | 21.41    | 1923.74  | 5.50    | 0.1355 | 1.1639 | 0.6720 | 1.0151 |
| Ba      | 58.49    | 17.13    | 1634.02  | 4.06    | 0.4934 | 0.8185 | 1.0311 | 0.9994 |

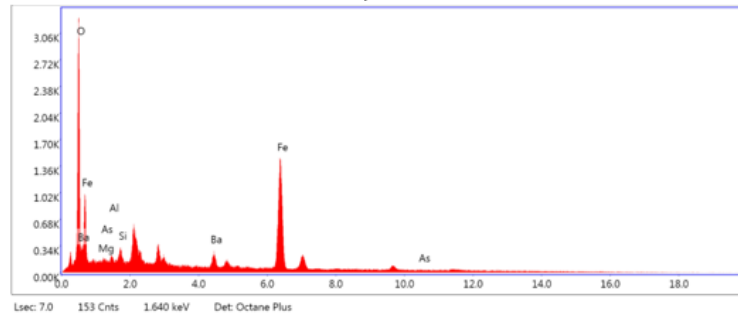
## BT-30-EDS3



## EDS Spot 1

kV: 20 Mag:7009 Takeoff: 35.2 Live Time(s): 7 Amp Time(µs):7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 1 - Det 1



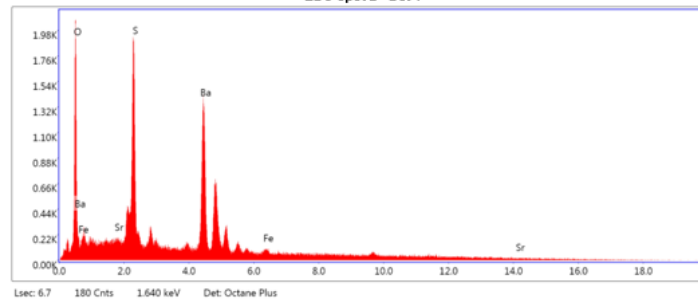
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 36.22    | 66.29    | 3561.07  | 6.24    | 0.2290 | 1.1805 | 0.5447 | 1.0000 |
| Mg      | 0.83     | 0.76     | 53.30    | 33.46   | 0.0019 | 1.0789 | 0.2752 | 1.0012 |
| Al      | 2.05     | 2.22     | 238.03   | 11.69   | 0.0084 | 1.0403 | 0.3923 | 1.0023 |
| Si      | 2.56     | 2.66     | 386.95   | 10.11   | 0.0140 | 1.0844 | 0.5113 | 1.0037 |
| Ba      | 8.39     | 1.79     | 360.18   | 16.53   | 0.0984 | 0.7295 | 1.0954 | 1.0201 |
| Fe      | 50.04    | 26.23    | 3328.74  | 2.84    | 0.4512 | 0.9083 | 0.9884 | 1.0065 |
| As      | 0.11     | 0.04     | 1.69     | 82.70   | 0.0009 | 0.8126 | 0.9829 | 1.0665 |

## EDS Spot 2

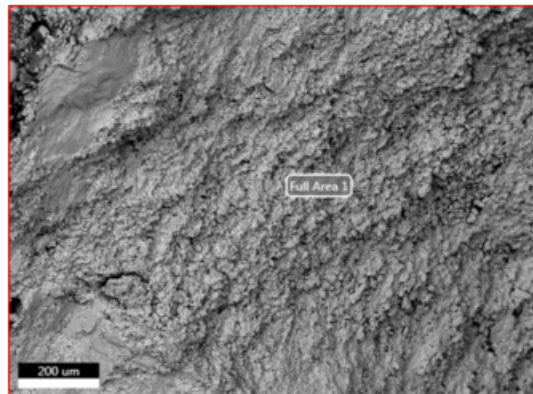
kV: 20 Mag:7009 Takeoff: 35.2 Live Time(s): 6.7 Amp Time(µs):7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 2 - Det 1

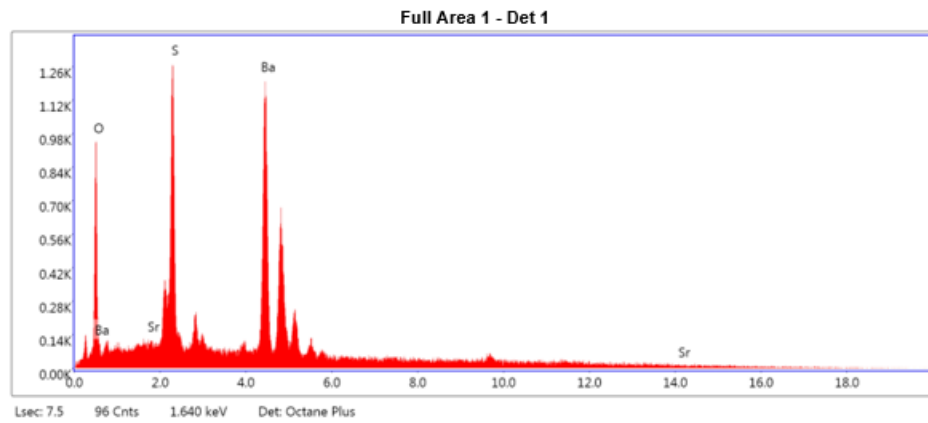


## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 26.95    | 64.07    | 2230.75  | 8.28    | 0.1258 | 1.2678 | 0.3683 | 1.0000 |
| Sr      | 1.66     | 0.72     | 147.58   | 7.87    | 0.0099 | 0.8968 | 0.6645 | 1.0018 |
| S       | 16.48    | 19.55    | 3328.25  | 5.37    | 0.1293 | 1.1481 | 0.6740 | 1.0140 |
| Ba      | 53.78    | 14.89    | 2604.62  | 3.47    | 0.4487 | 0.8069 | 1.0343 | 0.9997 |
| Fe      | 1.13     | 0.77     | 85.31    | 30.07   | 0.0101 | 1.0062 | 0.8814 | 1.0138 |

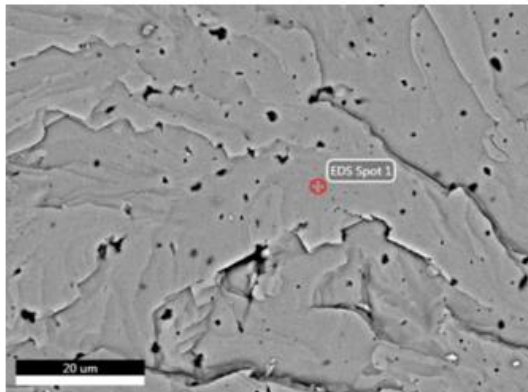
**BT-30-EDS4****Full Area 1**

kV: 20      Mag: 250      Takeoff: 34.2      Live Time(s): 7.5      Amp Time(μs): 7.68      Resolution:(eV)125.6

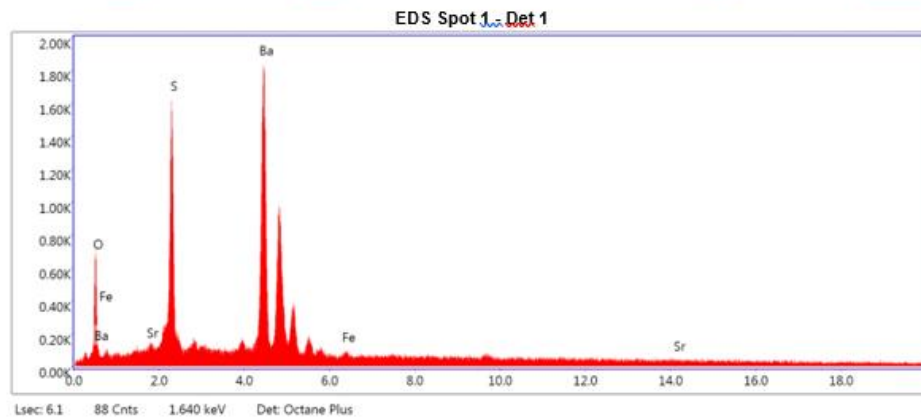
**eZAF Smart Quant Results**

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 17.95    | 53.14    | 859.50   | 8.96    | 0.0836 | 1.3286 | 0.3505 | 1.0000 |
| Sr      | 1.27     | 0.69     | 63.80    | 9.57    | 0.0073 | 0.9403 | 0.6122 | 1.0019 |
| S       | 16.16    | 23.88    | 1899.38  | 5.86    | 0.1257 | 1.2041 | 0.6361 | 1.0152 |
| Ba      | 64.82    | 22.29    | 1872.40  | 3.28    | 0.5597 | 0.8480 | 1.0219 | 0.9994 |

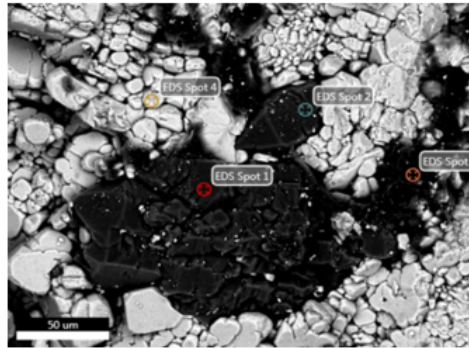


**BT-30-EDS5****EDS Spot 1**

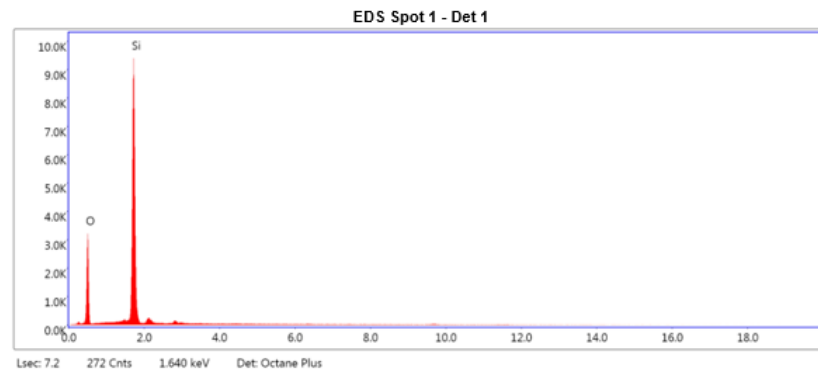
Mag: 4005 Takeoff: 34.9 Live Time(s): 6.1 Amp: Time(µs): 7.68 Resolution(eV): 125.6

**eZAF Smart Quant Results**

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 19.89    | 55.31    | 784.35   | 9.66    | 0.0711 | 1.2614 | 0.2833 | 1.0000 |
| S       | 17.24    | 23.91    | 2722.34  | 6.98    | 0.0976 | 1.1623 | 0.4798 | 1.0158 |
| Ba      | 61.04    | 19.77    | 3929.69  | 2.38    | 0.5389 | 0.8561 | 1.0319 | 0.9995 |
| Fe      | 0.28     | 0.22     | 29.06    | 78.73   | 0.0022 | 1.0334 | 0.7479 | 1.0134 |
| Sr      | 1.55     | 0.79     | 27.28    | 63.27   | 0.0174 | 0.9248 | 0.9813 | 1.2391 |

**BT-30-EDS6****EDS Spot 1**

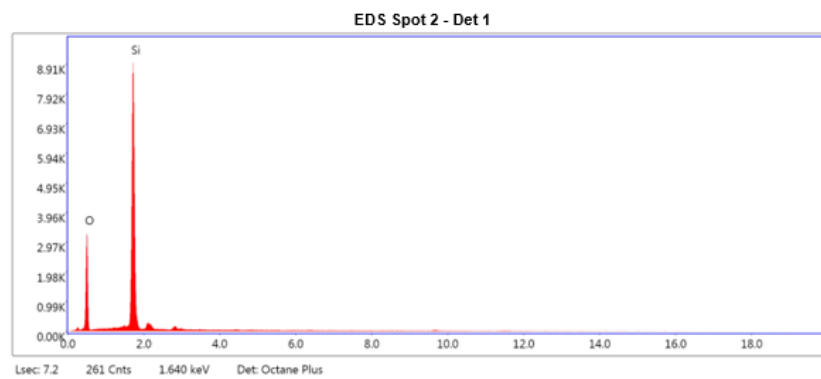
kV: 20      Mag: 1302      Takeoff: 35.2      Live Time(s): 7.2      Amp Time(µs): 7.68      Resolution:(eV)125.6

**eZAF Smart Quant Results**

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 49.77    | 63.50    | 2841.49  | 8.29    | 0.1808 | 1.0453 | 0.3471 | 1.0000 |
| Si      | 50.23    | 36.50    | 10509.26 | 2.93    | 0.4033 | 0.9514 | 0.8431 | 1.0008 |

**EDS Spot 2**

kV: 20      Mag: 1302      Takeoff: 35.2      Live Time(s): 7.2      Amp Time(µs): 7.68      Resolution:(eV)125.6

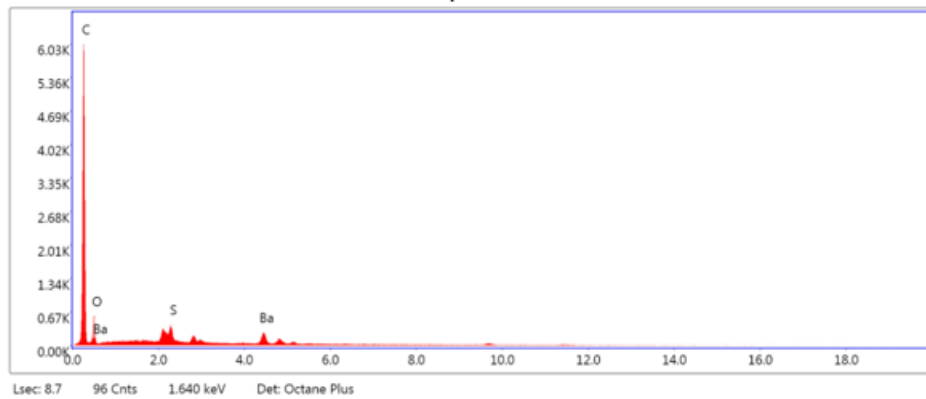
**eZAF Smart Quant Results**

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 50.63    | 64.29    | 2777.51  | 8.23    | 0.1861 | 1.0445 | 0.3519 | 1.0000 |
| Si      | 49.37    | 35.71    | 10494.72 | 2.97    | 0.3945 | 0.9505 | 0.8404 | 1.0008 |

## EDS Spot 3

kV: 20 Mag:1302 Takeoff: 35.2 Live Time(s): 8.7 Amp Time(μs):7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 3 - Det 1



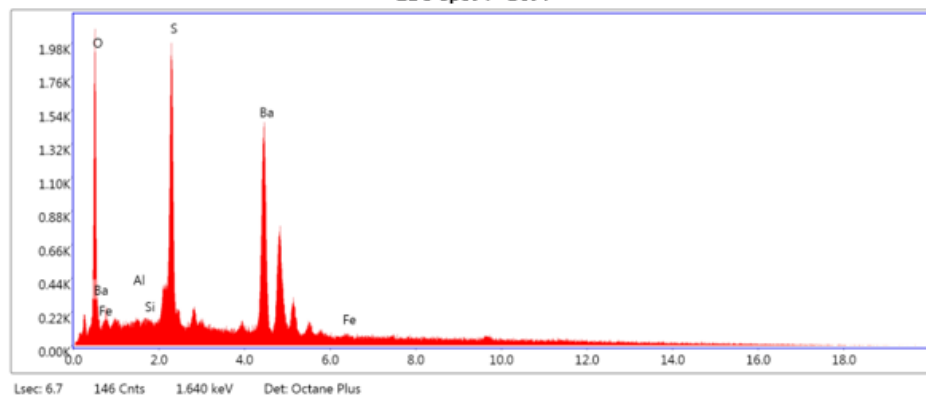
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| C       | 78.07    | 87.53    | 4150.32  | 5.52    | 0.4831 | 1.0310 | 0.6001 | 1.0000 |
| O       | 12.83    | 10.80    | 326.40   | 15.28   | 0.0161 | 0.9863 | 0.1271 | 1.0000 |
| S       | 2.43     | 1.02     | 612.66   | 4.91    | 0.0208 | 0.8780 | 0.9806 | 1.0150 |
| Ba      | 6.67     | 0.65     | 319.72   | 11.38   | 0.0465 | 0.6095 | 1.1435 | 1.0016 |

## EDS Spot 4

kV: 20 Mag:1302 Takeoff: 35.2 Live Time(s): 6.7 Amp Time(μs):7.68 Resolution:(eV)125.6

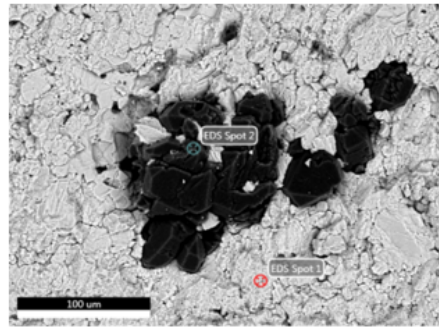
## EDS Spot 4 - Det 1



## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 25.55    | 60.93    | 2125.24  | 8.27    | 0.1204 | 1.2676 | 0.3717 | 1.0000 |
| Al      | 1.90     | 2.69     | 251.01   | 11.84   | 0.0078 | 1.1404 | 0.3578 | 1.0042 |
| Si      | 1.01     | 1.38     | 174.54   | 12.00   | 0.0055 | 1.1677 | 0.4648 | 1.0070 |
| S       | 16.49    | 19.62    | 3312.66  | 5.34    | 0.1293 | 1.1478 | 0.6733 | 1.0145 |
| Ba      | 54.80    | 15.22    | 2732.12  | 3.66    | 0.4569 | 0.8067 | 1.0342 | 0.9994 |
| Fe      | 0.24     | 0.17     | 18.36    | 77.16   | 0.0022 | 1.0059 | 0.8797 | 1.0136 |

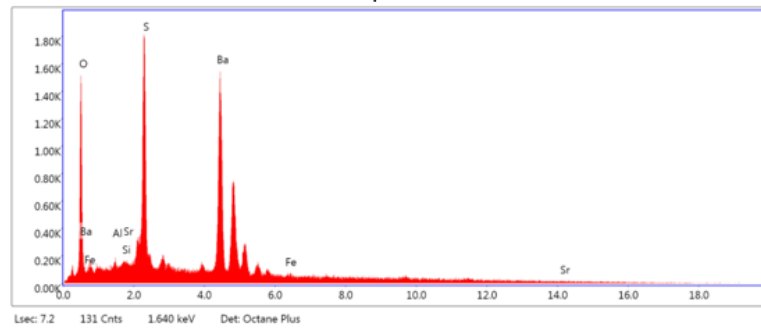
## BT-30-EDS7



## EDS Spot 1

kV: 20 Mag:1001 Takeoff: 35.6 Live Time(s): 7.2 Amp Time(µs):7.68 Resolution:(eV)125.6

## EDS Spot 1 - Det 1



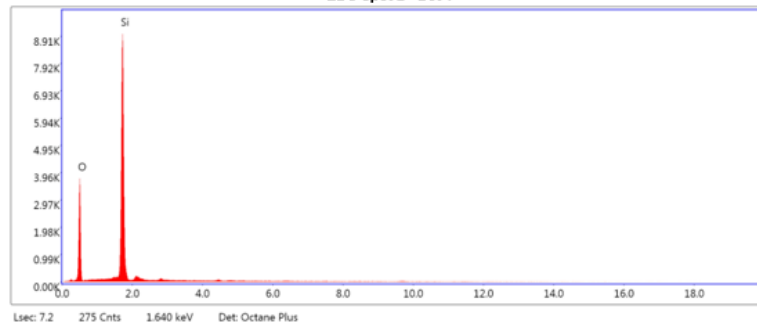
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 20.56    | 55.38    | 1443.84  | 8.57    | 0.0961 | 1.3018 | 0.3593 | 1.0000 |
| Al      | 1.61     | 2.57     | 177.62   | 14.46   | 0.0085 | 1.1714 | 0.3438 | 1.0042 |
| Si      | 0.48     | 0.73     | 69.12    | 25.62   | 0.0026 | 1.1998 | 0.4503 | 1.0071 |
| Sr      | 0.97     | 0.48     | 71.16    | 14.01   | 0.0057 | 0.9212 | 0.6328 | 1.0018 |
| S       | 16.24    | 21.83    | 2762.13  | 5.56    | 0.1273 | 1.1794 | 0.6549 | 1.0147 |
| Ba      | 59.84    | 18.78    | 2579.10  | 3.24    | 0.5094 | 0.8299 | 1.0262 | 0.9994 |
| Fe      | 0.31     | 0.24     | 19.78    | 77.85   | 0.0028 | 1.0357 | 0.8686 | 1.0132 |

## EDS Spot 2

kV: 20 Mag:1001 Takeoff: 35.6 Live Time(s): 7.2 Amp Time(µs):7.68 Resolution:(eV)125.6

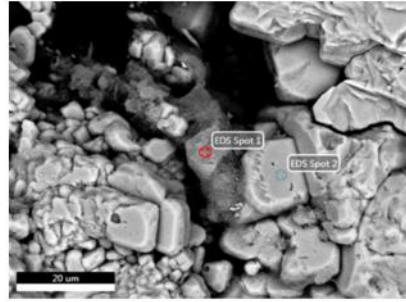
## EDS Spot 2 - Det 1



## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 52.73    | 66.20    | 3118.74  | 8.05    | 0.2007 | 1.0424 | 0.3651 | 1.0000 |
| Si      | 47.27    | 33.80    | 10340.50 | 3.02    | 0.3749 | 0.9486 | 0.8358 | 1.0006 |

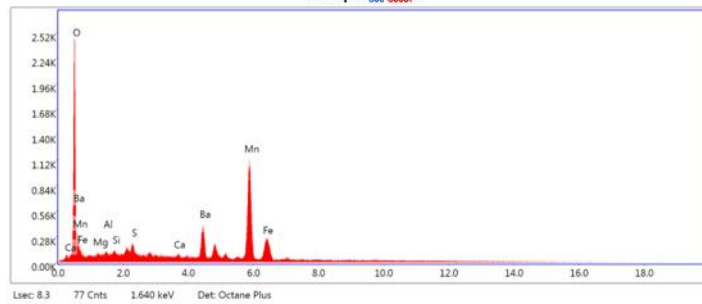
## BT-30-EDS8



## EDS Spot 1

20 Mag:4005 Takeoff: 35.6 Live Time(s): 8.3 Acc Time(us):7.68 Resolution (eV):125.6

## EDS Spot 1.- Det 1



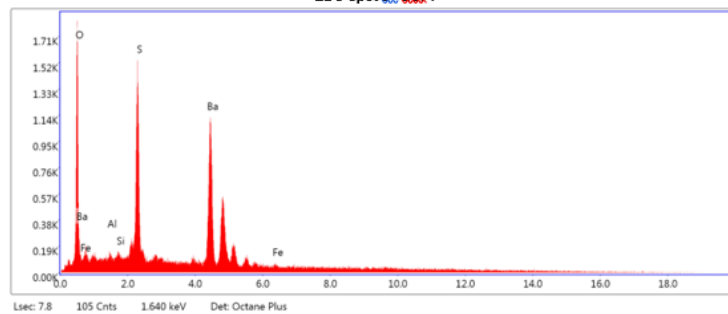
## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 31.07    | 62.87    | 2040.09  | 6.51    | 0.2009 | 1.2031 | 0.5375 | 1.0000 |
| Mg      | 1.70     | 2.28     | 98.79    | 15.90   | 0.0053 | 1.1198 | 0.2781 | 1.0018 |
| Al      | 1.09     | 1.31     | 83.57    | 17.85   | 0.0045 | 1.0798 | 0.3842 | 1.0029 |
| Si      | 0.71     | 0.82     | 71.72    | 24.57   | 0.0040 | 1.1051 | 0.5051 | 1.0049 |
| S       | 2.17     | 2.19     | 252.30   | 10.27   | 0.0172 | 1.0851 | 0.7220 | 1.0127 |
| Ca      | 0.46     | 0.37     | 44.22    | 35.38   | 0.0048 | 1.0509 | 0.9311 | 1.0853 |
| Ba      | 19.14    | 4.51     | 547.38   | 8.48    | 0.1800 | 0.7591 | 1.0842 | 1.0155 |
| Mn      | 38.90    | 22.92    | 1920.17  | 3.16    | 0.3485 | 0.9282 | 0.9575 | 1.0079 |
| Fe      | 4.78     | 2.78     | 207.53   | 13.96   | 0.0434 | 0.9439 | 0.9588 | 1.0089 |

## EDS Spot 2

20 Mag:4005 Takeoff: 35.6 Live Time(s): 7.8 Acc Time(us):7.68 Resolution (eV):125.6

## EDS Spot 2.- Det 1



## eZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Net Int. | Error % | Kratio | Z      | A      | F      |
|---------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| O       | 28.06    | 64.24    | 1566.63  | 8.17    | 0.1367 | 1.2578 | 0.3874 | 1.0000 |
| Al      | 1.85     | 2.51     | 161.93   | 13.50   | 0.0076 | 1.1315 | 0.3631 | 1.0041 |
| Si      | 1.07     | 1.39     | 121.62   | 12.21   | 0.0059 | 1.1588 | 0.4712 | 1.0069 |
| S       | 15.20    | 17.37    | 2011.95  | 5.50    | 0.1193 | 1.1388 | 0.6791 | 1.0147 |
| Ba      | 53.47    | 14.26    | 1746.45  | 4.17    | 0.4437 | 0.8000 | 1.0378 | 0.9994 |
| Fe      | 0.36     | 0.23     | 17.61    | 70.36   | 0.0032 | 0.9974 | 0.8847 | 1.0138 |



## ÖZGEÇMİŞ

**Betül KURŞUN**

### ÖĞRENİM BİLGİLERİ

|                   |                                                                  |
|-------------------|------------------------------------------------------------------|
| Doktora           | Akdeniz Üniversitesi                                             |
| 2018-Devam Ediyor | Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği A.B.D.,<br>Antalya |
| Yüksek Lisans     | Akdeniz Üniversitesi                                             |
| 2015-2017         | Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği A.B.D.,<br>Antalya |
| Lisans            | Akdeniz Üniversitesi                                             |
| 2010-2014         | Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,<br>Antalya   |

### MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

|                   |                                |
|-------------------|--------------------------------|
| Jeoloji Mühendisi | Antalya Büyükşehir Belediyesi  |
| 2015-Devam Ediyor | Kent Estetiği Daire Başkanlığı |

### ESERLER

#### Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1- Kursun. G.B., Yalcin. M.G., 2020. Origin of barite deposits in dolomite-limestone units Gazipasa Eastern of Antalya. geology, geochemistry, statistics, sulfur isotope composition. Mining of Mineral Deposits Volume 14 (2020), Issue 1, 62-71. doi: [10.33271/mining14.01.062](https://doi.org/10.33271/mining14.01.062)