

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatih AKYÜZ

**HORZUM-KOZAN (ADANA) BÖLGESİNDEKİ KARBONAT
KAYAÇLARDA OLUŞAN Pb-Zn CEVHERLEŞMELERİNİN
KÖKENİ**

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ADANA-2019

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HORZUM-KOZAN (ADANA) BÖLGESİNDEKİ KARBONAT
KAYAÇLARDA OLUŞAN Pb-Zn CEVHERLEŞMELERİNİN KÖKENİ**

Fatih AKYÜZ

YÜKSEK LİSANS

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 26/06/2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ Prof. Dr. Osman PARLAK Prof.Dr. Fevzi ÖNER
DANIŞMAN ÜYE ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2018-10434**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HORZUM-KOZAN (ADANA) BÖLGESİNDEKİ KARBONAT
KAYAÇLARDA OLUŞAN Pb-Zn CEVHERLEŞMELERİNİN KÖKENİ**

Fatih AKYÜZ

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ
Yıl: 2019, Sayfa: 109
Jüri : Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ
: Prof.Dr Osman PARLAK
: Prof.Dr Fevzi ÖNER

Adana ilinin kuzeydoğusunda, Kozan-Feke ilçeleri arasında kalan inceleme alanında, birbirleriyle stratigrafik ve tektonik ilişkili farklı yaş, ortam ve kayaçlarla temsil edilen allohton konumlu yapısal birimler bulunur. Cevherleşmeler dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kristalize kireçtaşlarından oluşan orta Kambriyen yaşlı Çaltepe formasyonuna ait açık renkli kireçtaşları içerisinde bulunmaktadır. Cevherleşmenin genel duruşu KD doğrultulu ve GD'ye eğimlidir. Cevherleşmede birincil sülfürlü mineraller; galenit, sfalerit, pirit ve çok az miktarda kalkopirittir. Oksitlenmiş cevher zonunda ise simitsonit, hidrozinkit, götit – limonit ve az miktarda serüzit minerallerini geliştirmiştir. Sülfid minerallerinden pirit, sfalerit, kalkopirit ve galene ait ³⁴S analiz sonuçları % 18.2 ile 26.1 aralığında saptanmıştır. Galen örneklerinden yapılan Pb izotop analiz sonuçlarında ²⁰⁶Pb / ²⁰⁴Pb değeri 17.88-18.54 aralığında, ²⁰⁷Pb / ²⁰⁴Pb değeri 15.62-15.70 aralığında ve ²⁰⁸Pb / ²⁰⁴Pb değerleri ise 37.94-39.20 aralığında saptanmıştır. Simitsonitlerden ¹³C ve ¹⁸O izotop analiz sonuçlarına göre ¹³C oranı % -6.68, -8.96 ile % -9.72 arasında değişmektedir. Oksijen izotop değerleri ise % -4.8, -5.46 ile % -0.95 arasında bulunmaktadır. Sfalerit minerallerinden yapılan sıvı kapanım çalışmalarında homojenleşme sıcaklığı ortalama 235 °C hesaplanmıştır. Mineralizasyonların ornatımla yerleşmesi, mineral birlikleri, ana-iz element içerikleri, sıvı kapanım verileri ve izotop çalışmaları cevherleşmenin gömülü intrüzifle ilişkili Karbonat Ornatım Tip olabileceğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Horzum, Ornatım Tip, Pb-Zn, Jeokimya, Sıvı kapanım, İzotop

ABSTRACT

MSc THESIS

ORIGIN OF Pb / Zn MINERALIZATIONS IN CARBONATE ROCKS IN HORZUM-KOZAN (ADANA) REGION

Fatih AKYÜZ

ÇUKUROVA UNIVERSITY
DEPARTMENT OF GEOLOGICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

Supervisor : Assoc. Prof. Mustafa AKYILDIZ
Year: 2019, Pages: 109
Jury : Assoc. Prof. Mustafa AKYILDIZ
: Prof.Dr Osman PARLAK
: Prof.Dr Fevzi ÖNER

In the study area located between Kozan-Feke districts in the northeast of Adana province, there are different allochthonous structural units represented by stratigraphic and tectonically related different age environments and rocks. The mineralizations are found in the light colored limestones of the Çaltepe formation, which are composed of dolomite, dolomitic limestone and occasionally crystallized limestones. The general stance of the mineralization is northeast oriented and inclined to southeast. The primary sulfur minerals in the mineralization are galenite, sphalerite, pyrite and rarely chalcopyrite. In the oxidized ore zone, simitsonite, hydrozinkite, goethite, limonite and a small amount of serusite minerals were occurred. The results of ^{34}S analysis of sulphide minerals pyrite, sphalerite, chalcopyrite and galena were determined in the range of ‰18.2 to 26.1. According to Pb isotope analysis results from galena samples $^{206}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$ ratio varies between 17.88-18.54. $^{207}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$ values were between 15.62-15.7 and $^{208}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$ values were determined in the range of 37.94-39.20. According to the results of ^{13}C and ^{18}O isotope analysis of Simithsonites, ^{13}C ratio ranges change between ‰-6.68, 8.96 and ‰-9.72. Oxygen isotope values are between ‰-4.8, 5.46 and ‰-0.955%. In the fluid inclusion studies made of sphalerite mineral, homogenization temperature data was calculated 235°C. Occurrence of mineralizations by replacement, mineral associations, main-trace element contents, fluid inclusion data and isotope studies indicate that mineralization may be associated with buried intrusive, Carbonate Replacement Type.

Key Words: Horzum, CRD, Pb-Zn, Geochemistry, Fluid fluid inclusion, Isotope

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Doğu Toroslar'ın batı bölümünde, Adana ilinin kuzeydoğusunda, Kozan-Feke ilçeleri arasında kalan inceleme alanında, birbirleriyle stratigrafik ve tektonik ilişkili farklı yaş, ortam ve kayaçlarla temsil edilen allokton konumlu farklı yapısal birimler bulunur. Bu birimler, Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı çökeller tarafından aşıl uyumsuz olarak örtülür.

Bölgede tektono-stratigrafik birimler alttan üste doğru; Geç Kretase yaşlı Kaotik Seri; İnfakambriyen-Paleosen (?) yaşlı Görbiyes Dağı Birliği; İnfakambriyen-Geç Kretase yaşlı, başlıca şelf tipi karbonat ve kırıntılı kayaları kapsayan Geyikdağı Birliği olarak sıralanır. Çalışma alanı istif alttan üste doğru Kaotik Seri ile Geyikdağı birliğine ait Çaltepe formasyonu ve Seydişehir formasyonundan oluşur.

Kaotik Seri içerisinde değişik boyutlarda metabazit blokları ile birimi kesen metagabro dayk ve siller, konumu net olarak belirlenemeyen ancak aplit ve/veya blok olabileceği düşünülen asidik kökenli granitler tespit edilmiştir. Granitlerin varlığı bölgede gömülü bir intrüzifin olabileceğine işaret ederken bölgedeki cevherleşmelerin tipinin karbonat ornatımlı olabileceğine güçlendirmektedir.

İnceleme alanı ve çevresinde etkin olan, B-D ve/veya KB-GD yönlü sıkışma hareketleriyle, birimler bölgesel ölçekte birbirleriyle bindirmeli tektonik hatlar kazanmış (naplar oluşmuş), ayrıca kendi içinde de önemli ölçüde kıvrımlanmış, ekaylanmış ve devrik yapılar da gelişmiştir. Sıkışmalı tektonik hareketler neticesinde kıvrımlanan Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe formasyonunun karbonatlarında da yırtılma fayları ve eğim atımlı fayların yoğun olarak meydana geldiği görülmüştür.

Cevherleşmenin genel duruşu KD doğrultulu ve GD'ye eğimlidir. Cevherleşmede birincil sülfürlü mineralleri; galenit, sfalerit, pirit ve çok az

miktarda kalkopirittir. Oksitlenmiş cevher zonunda; simitsonit, hidrozinke, göt - limonit, az miktarda serüzit minerallerini gelişmiştir.

Sfalerit örneklerinden yapılan ayrıntılı analizlerden Fe (%3.17), Cu (545 ppm), Ag (111 ppm) içeriklerinin MVT yataklarına göre yüksek olup Ornatım Tip yataklarla uyumluluk göstermektedir. Cd (1750 ppm), Co (<1ppm) ve Ni (5 ppm) konsantrasyonları önerilen MVT yataklar için düşüktür.

Sülfid minerallerinden pirit, sfalerit, kalkopirit ve galene ait ³⁴S analiz sonuçları % 18.2 ile 26.1 aralığında saptanmıştır. Örneklerin deniz suyu kısmına benzerlik göstermesi, deniz suyu sülfatları veya gözenek sıvısı gibi ağır izotop kaynaklarından veya her ikisinden de izotopik bir fraksiyon olduğunu göstermektedir.

Çalışılan yataklarda ²⁰⁶Pb / ²⁰⁴Pb (U-238 kaynaklı Pb-206'nın, Pb-204'e oranı) değerleri oldukça dar aralıkta (17.88-18.54) değişim göstermektedir. Bu aralık Missisipi Vadisi Tip yataklarda 18.55-22.00' dir. Horzum bölgesi cevherleşmelerinin Alt Kabuk bölgesinde yer aldığı belirlenmiştir.

Simitsonitlerden yapılan Karbon izotop değerleri karbonatlı cevher sınırları ile atmosferik karbon sınırları içerisinde yer almaktadır. Oksijen izotop kompozisyonlarının yer aldığı grafiklerde ise oksijenin kaynağı olarak kireçtaşları kısmı içerisinde yer almaktadır. ¹³C- ¹⁸O izotop diyagramında ise yönelimin magmatik etkinin olduğu alanlara doğru görülmektedir.

Sfaleritlerden yapılan sıvı kapanım çalışmalarında homojenleşme sıcaklığı verileri 170 °C ile 290 °C arasında olup ortalama 235 °C hesaplanmıştır. Bu sıcaklık verisi MVT yatakların oluşum sıcaklığına göre oldukça yüksek olup Ornatım Tip yataklarla uyumluluk göstermektedir.

Mineralizasyonların ornatımla yerleşmesi, mineral birlikleri, ana-iz element içerikleri, sıvı kapanım verileri ve izotop çalışmaları cevherleşmenin gömülü intrüzifle ilişkili Ornatım Tip yataklar olabileceğine işaret etmektedir.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tez çalışmamda, tez süresi boyunca beni yönlendiren, destekleyen ve değerli yorumlarını paylaşan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ' a teşekkürlerimi sunarım.

Jeoloji çalışmalarında bilgi, tecrübe ve görüşlerinden faydalandığım Jeoloji Yüksek Mühendisi Doğan USTA'ya (M.T.A), çalışma alanını yorumlanması ve sıvı kapanım çalışmasında desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Necati TÜYSÜZ'e, Doç. Dr. Gülten Yaylalı ABANOZ ve Doc. Dr. Nurullah HANİLÇİ ye, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Jeoloji Yüksek Mühendisi Oguzhan GÜMRÜK'e teşekkür ederim.

Horzum (Kozan-Adana) bölgesine yaptıkları arama ve araştırma yatırımlarıyla bölgeyi tekrar madencilğe kazandıran ve edinilen bilgileri paylaşmama katkı sağlayan, desteklerini esirgemeyen değerli Akmetal-Horzum Madencilik yöneticilerine teşekkür ederim.

Bugüne kadar bana her türlü maddi ve manevi destek olan aileme ve eşime teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİN	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVI
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3. MATERYAL VE METOD.....	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Karbonatlı Kayaçlardaki Pb-Zn Yatakları	17
3.1.1.1. Alpin Tip- İrlanda Tip Cevher Yatakları	18
3.1.1.2. Missisipi Vadisi Tip Cevher Yatakları (MVT)	18
3.1.1.3. Karbonat Ornatımlı Cevher Yatakları (CRD)	21
3.2. Metod	25
3.2.1. Arazi Çalışmaları	25
3.2.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	26
3.2.2.1. İnce Kesit ve Parlak Kesitlerin Hazırlanması	26
3.2.2.2. Kimyasal Analiz İçin Örnek Hazırlanması	26
3.2.3. Analitik Yöntemler	27
3.2.3.1. Atomik Absorbsiyon Spektrometresi (AAS)	27
3.2.3.2. İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-AES).....	28

3.2.3.3. Volumetrik (Titrasyon) Analiz:.....	30
3.2.3.4. Sıvı Kapanım Analiz Yöntemi	30
3.2.3.5. Duraylı İzotop Analizleri	31
3.2.3.6. Radyojenik İzotop Analizleri	31
3.2.4. Büro Çalışmaları	32
4. ARAŞTIRMA BULGULAR	33
4.1. Bölgesel Jeoloji	33
4.2. Stratigrafi	35
4.2.1. Kaotik Seri (Kkao).....	35
4.2.2. Görbiyes Dağı Birliği.....	38
4.2.3. Geyikdağı Birliği	38
4.2.3.1. İçmetepe Formasyonu (Ei).....	40
4.2.3.2. Zabuk formasyonu (Ez)	41
4.2.3.3. Çaltepe formasyonu (Eç)	42
4.2.3.4. Seydişehir formasyonu (EOs)	43
4.3. Yapısal Jeoloji ve Tektonik.....	45
4.4. Petrografi.....	48
4.4.1. Şeyl (Seydişehir Formasyonu)	48
4.4.2. Alacalı Kireçtaşı (Seydişehir Formasyonu)	49
4.4.3. Gri-Masif Kireçtaşı (Çaltepe Formasyonu)	50
4.4.4. Açık Gri Kireçtaşı (Çaltepe Formasyonu)	51
4.4.5. Rekrystalize Kireçtaşı (Çaltepe Formasyonu)	52
4.4.6. Dolomit (Çaltepe Formasyonu)	53
4.4.7. Konglomera (Kaotik Seri).....	54
4.5. Alterasyonlar.....	55
4.5.1. Rekrystalizasyon	55
4.5.2. Kalsit Damarları.....	57
4.5.3. Silisleşme	58

4.6. Maden Jeolojisi ve Mineralojisi.....	58
4.6.1. Horzum Yaylası Pb-Zn Cevherleşmesi.....	60
4.6.2. Pınargözü Pb-Zn Cevherleşmesi.....	64
4.6.3. Cevher Mineralojisi.....	67
4.6.3.1. Masif Kurşun Sülfür (Galenit).....	67
4.6.3.2. Masif Çinko Sülfür (Sfalerit).....	69
4.6.3.3. Çinko Karbonat (Simitsonit) 1.....	70
4.6.3.4. Çinko Karbonat (Simitsonit) 2.....	72
4.6.3.5. Çinko Karbonat (Simitsonit) 3.....	73
4.7. Cevherleşmelerin Jeokimyasal özellikleri.....	75
4.7.1. Ana Cevher Jeokimyası.....	75
4.7.2. İzotop Jeokimyası.....	86
4.7.2.1. $\delta^{34}\text{S}$ İzotop Analizleri.....	86
4.7.2.2. Pb İzotop Analizleri.....	88
4.7.2.3. Karbon-Oksijen İzotop Analizleri.....	92
4.7.3. Sıvı Kapanım Analizleri.....	94
4.7.3.1. Homojenleşme Sıcaklığı Ölçümleri (Th).....	95
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	97
KAYNAKLAR.....	103
ÖZGEÇMİŞ.....	109



ÇİZELGELER DİZİNİ**SAYFA**

Çizelge 3.1. AAS Analiz Yöntemine Ait Dedeksiyon Limitleri.....	28
Çizelge 3.2. ICP-AES Analiz Yöntemine Ait Dedeksiyon Limitleri.....	29
Çizelge 3.3. ICP-AES Dedeksiyon Limitleri	30
Çizelge 4.1. İnceleme alanında alınan 40 adet yan kayaç analizi	76
Çizelge 4.2. 40 adet Simitsonit numunesinin kimyasal analiz sonuçları	78
Çizelge 4.3. 50 adet Sfalerit numunesinin kimyasal analiz sonuçları.....	80
Çizelge 4.4. Yan kayaç, Simitsonit ve Sfalerit numunelerinin ortalama analiz sonuç tablosu	82
Çizelge 4.5. Zn/Cd oranlarına göre yatak tipleri karşılaştırılması	84
Çizelge 4.7. Horzum Bölgesinden alınan örneklerin S izotop sonuçları	87
Çizelge 4.8. Horzum Bölgesinden alınan örneklerin Pb izotop sonuçları	89
Çizelge 4.9. Doğu Toroslardaki Pb-Zn Yataklarının Kurşun İzotop bileşimleri	91
Çizelge 4.10. Horzum Bölgesinden alınan Simitsonitlere ait ¹³ C, ¹⁸ O izotop değerleri	92



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1.	İnceleme Alanı Yer Bulduru Haritası	2
Şekil 3.1.	Karbonatlı kayaçlar içerisindeki Pb/Zn yataklarının sınıflaması	17
Şekil 3.2.	MVT tip yatakların oluşum modeli	20
Şekil 3.3.	Karbonat ornatımlı yatakların basitleştirilmiş modeli	22
Şekil 3.4.	Gümüş içeriklerine göre maden yataklarının sınıflandırılması	22
Şekil 3.5.	CRD yataklarının oluşumunu gösteren basitleştirilmiş model.	24
Şekil 3.6.	Karbonat kayaçlarda bulunan Pb-Zn yataklarının Türkiye'deki dağılımı.....	25
Şekil 4.1.	İnceleme Alanının Jeoloji Haritası.....	34
Şekil 4.2.	Kaotik seriye ait genelleştirilmiş stratigrafi kesiti.....	36
Şekil 4.3.	Kaotik seri içerisindeki granitin arazideki genel görünümü.....	37
Şekil 4.4.	Çaltepe formasyonu ile Kaotik Seri arasındaki bindirmeli tektonik dokanağın arazideki görünümü (Pınargözü bölgesi 720 galeri girişi)	38
Şekil 4.5.	İnceleme alanındaki birimlerin tektono-stratigrafik haritası	39
Şekil 4.6.	Çalışma alanının stratigrafik kesiti.....	40
Şekil 4.7.	Orta kalın tabakalı gri kireçtaşları ve dolomitler (Çaltepe Formasyonu).....	42
Şekil 4.8.	Seydişehir formasyonundaki şeyllerin arazideki görünümü.	44
Şekil 4.9.	Seydişehir ile Çaltepe formasyonunun kontağının arazideki görünümü.....	44
Şekil 4.10.	Harap kayası mevki ile Pınargözü mahallesinin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası ve genelleştirilmiş stratigrafik enine kesiti (ölçeksiz).	45
Şekil 4.11.	a: Şeyl karot örneği. b: Şeyl ince kesit görünümü.....	49

Şekil4.12.	a: Alacalı Kireçtaşı karot örneği. b: Alacalı Kireçtaşı ince kesit görünümü	50
Şekil 4.23.	a: Gri- Masif kireçtaşı karot örneği. b: Gri- Masif kireçtaşı ince kesit görünümü	51
Şekil 4.14.	a: Açık gri kireçtaşı karot örneği. b: Açık gri kireçtaşı ince kesit görünümü	52
Şekil 4.15.	a: Rekritalize kireçtaşı karot örneği. b: Rekritalize kireçtaşı ince kesit görünümü	53
Şekil 4.18.	Koyu gri kireçtaşının içinde rekritalize kireçtaşının görünümü.....	56
Şekil 4.19.	Rekritalize kireçtaşının koyu gri kireçtaşına geçişinin karot görünümü	56
Şekil 4.20.	Mineralizasyon ile eş zamanlı gelişen kalsit damarları	57
Şekil 4.21.	Mineralizasyon ile eş zamanlı gelişen manganca zengin kalsit damarlarının ultraviyole ışık altında görünüşü.....	58
Şekil 4.22.	Horzum-Pınargözü cevherleşmesinde görülen sfalerit, galenit, simitsonit ve limonit.....	59
Şekil 4.23.	a. Masif sfalerit cevherleşmesi içerisinde lokal çinko karbonat cevherleri b. Karbonatlı cevher içerisinde korunmuş sfaleritler.....	59
Şekil 4.24.	Memişler, Arap ocakları, Kartal ocakları ve Ana ocaklar (Bahçeli galerisi) bölgelerine ait genel görünüm	60
Şekil 4.25.	Horzum ana ocaklar bölgesi üretimi tamamlanan ana cevher zonu (çinko karbonat ve çinko sülfür).....	61
Şekil 4.26.	Çaltepe formasyonundaki orta-kalın tabakalı gri kireçtaşları.....	62
Şekil 4.27.	Horzum sahası 1/2000 ölçekli jeoloji haritası ve cevherli bölgeler	62
Şekil 4.28.	Yüzeyde gözlenen cevherleşmeler; a-jasperoid damarları, b-hidrozinkit damarları ve c- masif karbonatlı cevherler.	63

Şekil 4.29. Cevherleşmenin açık gri kireçtaşlarında ve açık gri-alacalı kireçtaşı dokanağındaki görünümü.....	63
Şekil 4.30. Horzum bölgesinin üç boyutlu jeoloji haritası ve cevher zonları (Ana Ocak-Kartal ve Rüstem bölgesi)	64
Şekil 4.31. Pınargözü bölgesinin iki ve üç boyutlu jeoloji haritası	65
Şekil 4.32. a-Rekristalize kireçtaşlarında bulunan masif sfalerit b-simitsonit cevherleşmesi.	65
Şekil 4.33. Cevherleme ile kireçtaşı kontağı.	66
Şekil 4.34. Pınargözü cevherleşmesi üç boyutlu görünümü.....	66
Şekil 4.35. Pınargözü cevherleşmesinin basitleştirilmiş modeli.....	67
Şekil 4.36. Masif galenit örneğinin kimyasal analiz sonuçları	68
Şekil 4.38. Masif sfalerit örneğinin kimyasal analizi	69
Şekil 4.396. a: Sfaleritden hazırlanan ince kesitinin polarizan mikroskop çift nikoldeki genel görünümü. b: parlatılmış örneğin maden mikroskobundaki görünümü.....	70
Şekil 4.40. Smitsonit 1 örneğinin kimyasal analizi	71
Şekil 4.417. a: Smitsonit 1'den hazırlanan kesitinin polarizan mikroskop çift nikoldeki genel görünümü. b: parlatılmış örneğin tek nikoldeki görünümü	72
Şekil 4.42. Smitsonit 2 örneğinin kimyasal analizi	72
Şekil 4.43. a: Smitsonit 2'den hazırlanan kesitinin polarizan mikroskop çift nikoldeki genel görünümü. b: parlatılmış örneğin tek nikoldeki görünümü	73
Şekil 4.44. Smitsonit 3 örneğinin kimyasal analizi	74
Şekil 4.45. a: Smitsonit 3'den hazırlanan kesitinin polarizan mikroskop çift nikoldeki genel görünümü. b: parlatılmış örneğin teknikoldeki görünümü	74
Şekil 4.46. Sfaleritlerdeki Zn-Cd korelasyon grafiği.....	83

Şekil 4.47. Sfaloritlerdeki Ga/Ge oranına göre oluşum sıcaklıklarının saptanması	85
Şekil 4.48. Sülfürlü maden yataklarındaki $^{34}\delta S$ izotop değerleri	88
Şekil 4.49 Galenlerin a) $^{208}Pb/^{204}Pb$ 'e karşılık b) $^{206}Pb/^{204}Pb$ izotop oranlarındaki değişimin farklı alanlarla karşılaştırılması	90
Şekil 4.50. Doğada bulunan karbon izotop kompozisyon değişim aralıkları ve Horzum bölgesine ait ^{13}C sonuçları.....	93
Şekil 4.51. Horzum Zn-Pb yataklarındaki simitsonit örneklerine ait $\%^{18}O$ izotopu ile diğer kaynakların karşılaştırılması.....	93
Şekil 4.52. C-O izotop değerlerine göre magmatik etki olduğunu gösteren diyagram (Özbek, 2014'den değiştirilerek alınmıştır).	94
Şekil 4.53. Sfaloritlerde gözlenen iki fazlı kapanımlar (L+V)	95
Şekil 4.54. Karbonat Ornatımlı (CRD) cevherler ile MVT ve İrlanda Tipi Pb-Zn maden yataklarının gümüş ve homojenleşme sıcaklık değerlerine göre sınıflandırılması.....	96

SİMGELER VE KISALTMALAR

Gİ	: Galenit
Sf	: Sfalorit
Sm	: Simitsonit
Kp	: Kalkopirit
Ppm	: Milyonda bir birim
Th	: Homojenleşme Sıcaklığı
UV	: Ultraviyole
2D/3D	: 2/3 Boyutlu
MVT	: Missipi Vadisi Tipi Pb-Zn
CRD	: Karbonat Ornatımlı Pb-Zn
D-B	: Doğu-Batı K-G: Kuzey-Güney
M.T.A	: Maden Tetkik ve Arama
PDB	: Pee Dee formasyonu Belenmnite standart
V-SMOW	: Standart Ortalama Okyanus Suyu standart
AAS	: Atomik Absorbsiyon Spektrometresi
ICP-AES	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektrometresi
ICP-MS	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi
δ	: Analiz edilen örneğin ağır izotoplarının hafif izotoplarına olan oranın, standarda ait benzer orandan olan bağıl sapması



1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilimdalı'nda Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ danışmanlığında 'Horzum-Kozan (Adana) Pb-Zn Cevherleşmelerinin Kökeni ' konulu yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

İnceleme alanı, Adana ili sınırları içinde, M35-c1 ve M35 c4 1/25000'lik paftaları içerisinde, Adana il merkezinin 100 km kuzeybatısında olup, K o z a n ilçesine 30 km uzaklıkta bulunan, Horzum Yayla mevkiidir (Şekil 1.1).

Çalışma alanındaki maden sahalarının yatak tipleri geçmişten günümüze tartışma konusudur. Genel olarak Missisipi Vadi Tip (MVT) olarak adlandırılan Horzum bölgesi Pb-Zn cevherleşmesinin karbonat ornatımlı bir yatak olabileceği de düşünülmektedir. Hazırlanan Yüksek Lisans tezinde bölgedeki çalışmalar derlenerek yeni bulgularla cevherleşmenin oluşumuna yönelik daha net sonuçların ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

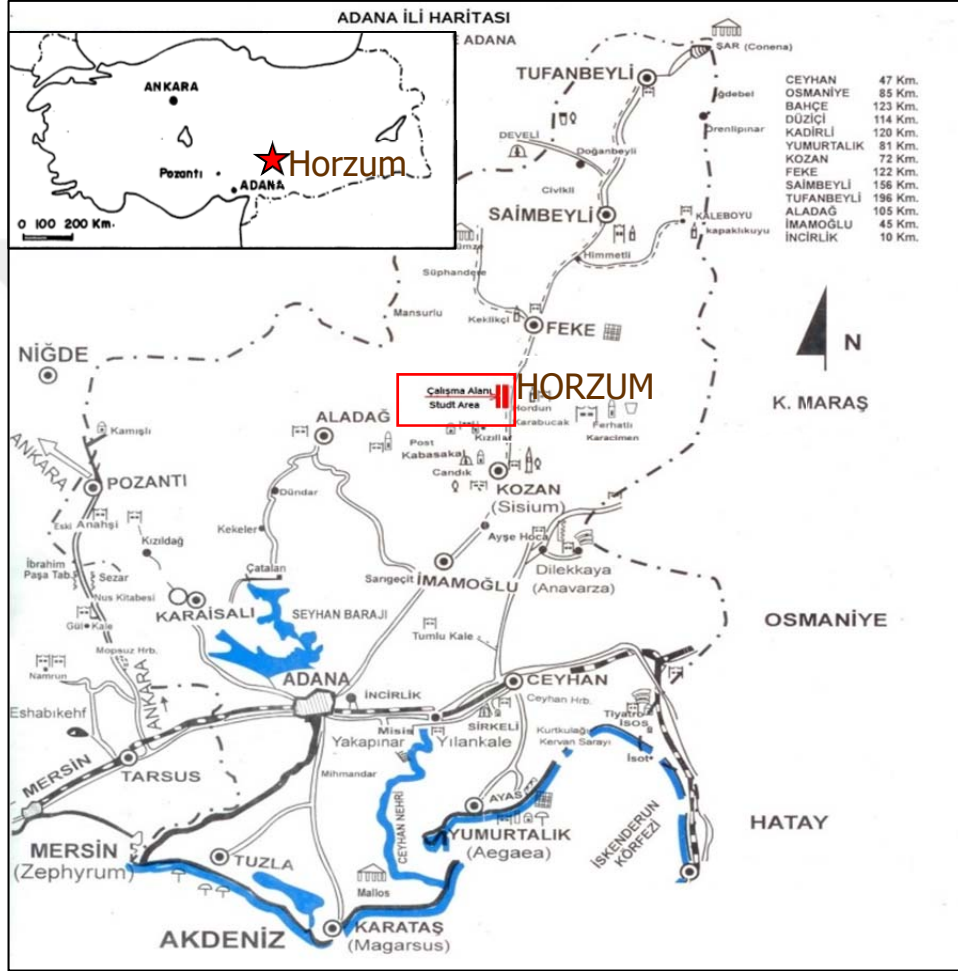
Geçmiş yıllarda yapılan madencilik çalışmaları derlenip üretilen cevher boyutları, cevher türleri ve cevher yan kayaç ilişkileri belirlenmiştir.

Horzum ve Pınargözü sahalarında bulunan kayaçlar ve cevherleşmeleri içeren örnekler alınıp Mineraloji-Petrografi incelemesi yapılmıştır. Bölgeden alınan karbonatlı ve sülfürlü cevher örneklerinden jeokimyasal analizleri yapılarak cevherleşmeler arasındaki benzerlik ve farklılıklar incelenmiştir.

Cevherleşmenin oluşum sıcaklığını belirlemek ve kökene yönelik daha sağlıklı yorum yapabilmek için sfalerit örneklerinden sıvı kapanım analizleri yapılmıştır.

İzotop çalışmalarında; sülfürlü cevherleşmelerden sülfür izotop analizi, karbonatlı cevherleşmelerden karbon-oksijen izotop analizleri ile galen örneklerinden kurşun izotop analizleri yapılmıştır.

Dünyadaki diğer karbonat ornatımlı kurşun çinko yatakları araştırılmış ve çalışma sahasında yapılan çalışmalarla benzerlik gösteren sahalara karşılaştırmalar yapılmıştır.



Şekil 1.1. İnceleme Alanı Yer Bulduru Haritası

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Uzun zamandan beri birçok araştırmacı bölgenin stratigrafisi, sedimantolojisi, tektoniği ve çeşitli lokasyonlarda gözlenen cevherleşmeler ve maden yatakları üzerinde de çalışmışlardır. Yapılan bu çalışmalardan bir kısmı özetle şu şekildedir:

Abdüsselamoğlu (1959), Bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını yapmış, Yukarı Seyhan Bölgesinde Göksu ırmağının doğusunda Paleozoyik yaşlı Metamorfitlerden, Graptolitli şistlerden, Devoniyen yaşlı kayaçların varlığından bahsederek, Eosen, Miyosen ve Pliyosen çökellerinin varlığını ortaya çıkarmıştır. Ancak bütün bu birimlerin birbirleri ile olan ilişkileri hakkında herhangi bir fikir ileri sürmemiştir.

Previtali (1966), Kisenit köyü (Feke-Adana) ve Karsantı civarında demir zuhuru üzerine yaptığı çalışmalar sonucunda kırıntılı ve karbonatlı kayaçların bünyesindeki cevherleşmelerin kuvars, pirit, barit parajenezine sahip olduğunu ve cevherleşmenin kökeninin muhtemelen pnömatolitik veya yüksek ısıda oluşmuş bir hidrotermal faza bağlanabileceğini belirtmiştir.

Demirtaşlı (1967), Toroslar'ın Orta ve Batı kesimlerinde; Pınarbaşı, Sarız, Mağara (Tufanbeyli) ilçelerinde, petrol aramaları sırasında bu bölgede ilk defa kaya stratigrafi birimlerini ayırtlayarak, Değirmentaş Kireçtaşı (Kambriyen), Armutludere Formasyonu (Ordovisiyen), Gümüşali Formasyonu (Üst Devoniyen), olarak adlandırmıştır.

Özgül (1971), Orta Torosların kuzey kesiminin yapısal gelişiminde blok hareketlerinin etkisini inceleyerek birbirleri ile tektonik sınırlı ve farklı havza ürünü olan birlikleri; Geyikdağı ve Hadim birliklerini otokton, Güney İç Anadolu Birliği ile Orta Toros Birliğini ise allokton olarak ayırtlamıştır.

Özgül ve ark. (1972), Tufanbeyli ilçesinin kuzeydoğu ve güneybatı kesimlerinde ilk defa Kambriyen yaşlı kireçtaşları (Değirmentaş kireçtaşı) üzerine uyumlu gelen trilobitli Alt Ordovisyen' birimini tanımlamışlar ve Doğu Toroslardaki Kambriyen yaşlı "Değirmentaş Kireçtaşı" nın Orta Toroslardaki Alt (?) -Orta Kambriyen yaşlı "Çaltepe kireçtaşı" na yakın benzerlik gösterdiklerini ileri sürmüşlerdir. "Emirgazi formasyonu" olarak adlandırılan ve "Değirmentaş kireçtaşı" nın tabanında yüzeyleyen şist ve kuvarsitlerin Toros orojenik kuşağındaki fosilli Alt Paleozoyik' in bilinen en alt düzeyini oluşturduğunu belirtmişlerdir,

Özgül ve ark. (1972), Doğu Toroslarda Tufanbeylinin Değirmentaş köyü yakınında Değirmentaş kireçtaşı ve bunun üzerine gelen Armutludere formasyonundan bahsetmişler ve kuvarsit ara katkılı şeylerden oluşan bu formasyonun alt seviyelere doğru Serizitli-Kloritli şistlere dereceli geçiş gösterdiklerinden, Silüriyen taban konglomerasının Armutludere Formasyonunun üzerine diskordans olarak geldiğini belirtmişlerdir.

Özgül ve ark. (1973), Tufanbeyli çevresinde Kambriyen, Ordovizyen, Silüriyen, Devoniyen, Alt Karbonifer, Permiyen, Triyas, Jura, Kretase, Eosen ve Pliyosen yaşlı birimleri ayırtlamışlardır. Üst Kretase yaşlı "Yanıktepe kireçtaşı" üzerinde tektonik dokanaklı olarak bulunan ve farklı bir havza ürünü olan Jura yaşlı "Soğanlıdağ formasyonu" şeklinde adlandırdıkları alloktan bir birim belirlemişlerdir.

Özgül ve ark. (1973), Bölgede geniş alanlar kaplayan Geyik Dağı Birliği Kozan- Feke- Tufanbeyli civarında Kambriyen, Ordovisiyen, Silüriyen, Devoniyen, Karbonifer, Permiyen, Triyas, Jura (Dogger, Malm), Kretase ve Tersiyer sistemlerini temsil eden başlıca şelf tipi karbonat ve kırıntılı kayaları kapsayan kaya stratigrafi birimlerini ayırtlamıştır.

Özgül (1976), Toroslar'ın Kambriyen-Tersiyer zaman aralığında çökelmiş kaya birimlerinden oluştuğunu, kuşakta birbirinden değişik havza koşullarını

yansıtan " birliklerin " yer aldığını belirtmiştir. Bu birlikler yazar tarafından " Bolkar dağı Birliği, Aladağ Birliği, Geyik dağı Birliği, Alanya Birliği, Bozkır Birliği ve Antalya Birliği olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanımızın temelini oluşturan "Geyikdağı Birliği'nin diğer birlikler tarafından tektonik olarak örtüldüğünü belirtmiştir.

Özgül (1976), Toros orojenik kuşağının tümünü kapsayan birimleri Aladağ (Üst Devoniyen-Üst Kretase), Bolkardağı (Devoniyen-Paleosen), Geyikdağı (Orta Kambriyen-Üst Eosen), Alanya (Permien-Lütesiyen), Bozkır (Üst Jura-Alt Kampaniyen) ve Antalya (Ordovizyen-Kretase) olarak tanımlamış, birliklerin birbirleriyle tektonik konumlu, Geyikdağı birliğinin ise diğer allokton birimlerin temelini oluşturan otokton bir birlik olduğunu belirtmiştir.

Bingöl ve ark. (1978), Adana- Kozan-Horzum ve Pınargözü sahalarında Pb-Zn cevherleşmesi üzerine yaptıkları çalışmalarda cevherleşmenin sfalerit, galenit, pirit, kalkopirit, simitsonit, zinkit, limonit, kalsit, barit ve kuvars parajenezine sahip olduğunu ve Orta Kambriyen yaşlı kireçtaşı içerisinde D-B, KB-GD gidişli faylarda, tabaka aralarında, kırık ve karstik boşluklarda muhtemelen hidrotermal olarak yerleştiğini belirtmişlerdir.

Henden ve Önder (1980), Attepe'de (Mansurlu-Adana) demir cevherinin Kambriyen yaşlı kireçtaşları içerisinde bulunduğunu ve yapısal kontrolün cevherin yerleşmesinde önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir. Yazarlara göre cevher kırılma, faylanma ve litolojik kontrollerin etkisiyle meydana gelen bir "kapanda" yerleşmiştir. Cevher getirici eriyiklerin kaynağının mağmatik derin intrüzyonlar olduğunu ve KKB-GGD yönünde bu yapıları kesen faylar aracılığıyla eriyiklerin yüzeye kadar ulaştığı ve hidrotermal metasomatoz olarak kireçtaşları içerisine yerleştiği savunulmuştur.

Metin ve ark. (1982), Tufanbeyli, Sarız ve Saimbeyli yöresindeki çalışmalarında Kambriyen' den Kuvaterner' e kadar tüm birimleri haritalamışlardır. Yazarlar, Alp orojeneziiyle meydana gelen büyük kırık hatlarını haritalayarak otokton Geyikdağı birliği ile metamorfik kayalardan oluşan Alanya birliğini birbirinden ayıran hattın KD-GB doğrultulu bir bindirme fayı ve bölgenin tektonik çatışım oluşturan sıkıştırma larweüerinin GD-KB doğrultulu olduğunu ve etken basıncın GD' dan geldiğini savunmuşlardır.

Metin (1983/1984), Saimbeyli (Adana) ve Develi (Kayseri) arasında kalan bölgede otokton Toros istifinin yanı sıra otokton pelajik çökeller üzerinde allokton konumlu ofiyolitli melanjin bulunduğunu ve bu melanjin içerdiği allokton kütlelerin K-KB yönünden geldiğini ileri sürmüş ve allokton birimlerin yerleşim yaşının Üst Mastrihtiyen-Paleosen olarak belirtmiştir. **Aynı yazar (Metin, 1984)**, Armutalan (Saimbeyli) yöresinde en yaşlı tortul kaya birimleri olduğu belirtilen Alt Plaeozoyik (Kambro-Ordovizyen) yaşlı beş formasyondan oluşan ve Armutalan Grubu olarak adlandırılan kayaların stratigrafik özelliklerini de incelemiştir.

Ayhan (1983), Doğu Toroslar'da Kozan- Feka ilçeleri ve Mansurlu kasabası arasında yaptığı çalışmada alttan üste doğru Emirgazi, Değirmentaş ve Armutludere formasyonlarını ayırtlamıştır.

Metin ve ark. (1983), Sarız, Feka, Tufanbeyli ve Kozan sahalarındaki Doğu Toroslar otokton birliğinde Kambriyen'den Kuvaterner'e kadar tüm jeolojik sistemlerin var olduğunu, stratigrafik istifin genelde bol fosilli karbonatlar ve kırıntılılar litoloji özelliğinde gözlendiğini ve bölgede yaygın mostralalar şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Alt Karbonifer- Üst Permiyen, Alt Triyas- Jura ve Üst Kretase- Tersiyer formasyonları arasında açılı uyumsuzlukların varlığıyla birlikte kıvrım eksenlerinin ve önemli fayların KD-GB gidişli olduğunu saptamışlardır.

Özüş (1985), Akkaya köyü (Feka) ve çevresinde yaptığı çalışmalarda; Değirmentaş kireçtaşı, Armutludere formasyonu, Ayıtepesi formasyonu, Şafaktepe kireçtaşı, Gümüşali formasyonunu ayırtlamıştır. Tüm bu birimlerin üzerine ise

diskordansla Yığılıtepe kireçtaşının, bunun da üzerine Yanıktepe kireçtaşının geldiğini belirtmiştir. Fluoritlerde yaptıkları sıvı kapanım ve Nadir toprak element analizlerine göre yatağın hidrotermal bir mineralleşme sürecinden değil paylaşma katsayısı yüksek karbonatlı bir ortamdan türeyebileceğini vurgulamıştır. Fluorit-barit mineralleşmesi için sedimenter-diyajenez- remobilizasyon süreçlerini içeren epijenetik bir model önermiş, yataklanmanın kırık sistemlerini seçtiğini belirtmiştir.

Temur (1986), Yöredeki birincil sülfidli cevherlerin gömülü bir granitik sokulundan doğrudan veya dolaylı olarak beslenen cevherli çözeltilerle ilişkili olabileceğini belirtmiştir. Birincil cevher oluşumunun olası yaşı Paleosen-Alt Eosen'dir. Karbonatlı cevher oluşumları ise birincil cevherlerin Miyosen sonrasındaki oksidasyon zonu zenginleşmelerine bağlamaktadır.

Metin ve ark. (1987), Doğu Torosların batı kesimi olarak belirttikleri Sarız, Tufanbeyli, Saimbeyli, Feke, Kozan ve Göksun yörelerini kapsayan geniş bir alanı kapsayan bölgede başlıca tortul, metamorfik ve manto kökenli olmak üzere üç büyük kaya grubunun olduğunu ve bunların yapısal konumları ve özellikleri bakımından dört ana topluluk oluşturduklarını belirtmişlerdir. Bunları Göksun metamorfikleri, Andırın karmaşığı, Toros otokton istifi ve Kireçlikyayla karmaşığı olarak adlandırmışlardır. Yazarlar, bölgedeki iki değişik ofiyolitli karmaşığın (Kireçlikyayla ve Andırın) aynı kaynaklardan ve Maestrihtiyen-Paleosen ve Eosen sonu olmak üzere iki ayrı zamanda bölgeye yerleştiklerini öne sürmüşlerdir.

Dağhoğlu (1988), Geyikdağı Birliği'nde yaptıkları çalışmada; demir cevherleşmelerinin çökel özellik taşıdıklarını, esas cevherleşmelerin İnfrakambriyen birimleri içinde siderit, pirit, demirli kumtaşları olarak görüldüğünü daha sonra paleotopografik çukurlara yığıldıklarına işaret etmişlerdir. Ordovisyen şeylleri içinde yeni bir cevher seviyesinin olduğunu ve sonraki tektonik hareketler sonucunda bugünkü konumlarını aldıklarını belirtmişlerdir.

Yetiş (1988), Feke-Fekedağ (Adana) bölgesinde Paleozoyik ve Mesozoyik'e ait birimlerde stratigrafik çalışma yapmıştır. Bu birimler en yaşlıdan en gence doğru; Kambriyen yaşlı Değirmentaş formasyonu, Ordovisiyen yaşlı Armutludere formasyonu, Alt Silüriyen yaşlı Halityaylası formasyonu ve Pustçutepe formasyonu, Devoniyen yaşlı Yukarıyayla formasyonu, Şafaktepe formasyonu ve Gümüşali formasyonu, Üst Permiyen yaşlı Yığılıtepe formasyonu, Mesozoyik yaşlı Demirkazık formasyonudur.

Dean ve Monod (1990), Tufanbeyli ve Saimbeyli yörelerini kapsayan Doğu Toroslardaki Alt Paleozoyik yaşlı kayaçların düzeltilmiş stratigrafisi ile ilgili çalışmalarında, Emirgazi formasyonu yerine Zabuk formasyonu, Değirmentaş formasyonu yerine Çaltepe formasyonu, Armutludere formasyonu yerine de Seydişehir formasyonu adlamalarını önermişlerdir. Armutludere formasyonunun en üst kesimi için ilk defa Hakkari' de tanımlanan Şorttepe formasyonu adı önerilmiştir. Yazarlar ayrıca Tutkun (1984) tarafından Saimbeyli yöresi için verilen istifte Silüriyen yaşlı Puşçutepe şeyli ve Yukarıyayla formasyonlarının eksik olduğunu ve bunların gerçekte Saimbeyli bölgesinde bulunduğunu belirtmişlerdir.

Kozlu ve ark. (1990), Saimbeyli-Sarız-Gürün-Afşin çevresini kapsayan Doğu Toros bölgesinde Neo-Tetis' in konumu ile ilgili çalışmalarında bölgede geç Triyas' tan itibaren birbirinden aynı iki okyanus kolunun (kuzey ve güney) bulunduğunu ileri sürmüşlerdir. Kuzey Tetis kolunun kapanmasıyla güneye aktarılan ofiyolitler Doğu Toros Otoktonunun kuzey kenarı üzerine geç Kampaniyen sonu-geç Maestrihtiyen öncesi yerleşmişlerdir. Yazarlara göre ofiyolitler ve beraberindeki allokton dilimler, Mesozoyik platformunun üzerinden aşır da güneye geçmemiştir. Otoktonun güneyinde yer alan allokton dilimlerin bugünkü konumunu ise erken Eosen' de başlayan ve erken Miyosen' e kadar zaman zaman devam eden doğrultu atımlı fay tektoniği ile aldığını belirtmişlerdir.

Parlak (1990), "Kozan-Horzum (Adana) Arasındaki Bölgenin Jeolojisi ve Tektoniği" adlı master çalışmasında Paleozoyik ile Tersiyer zaman aralığında 11 formasyon ayırtlamıştır. Çalışmacı, Paleozoyik birimlerin Kaledoniyen ve Hersiniyen orojenez fazlarından, Mesozoyik birimlerin Erken Alpin Orojenez fazından, Tersiyer yaşlı birimler ise Orta Alpin Orojenez fazından etkilendiklerini belirtmiştir.

Yalçın (1991), Feke – Belenköy barit yataklarının köken sorunlarını araştırmış ve yatakların Emirgazi ve Değirmentaş formasyonları içinde gözlendiğini belirtmiştir. Yan kayaçlarda bulunan baryum anomalilerini belirlemiş ve Alt Kambriyen yaşlı birimlerde yüksek anomali tespit etmiştir. Hidrotermal oluşuma dair hiçbir veriye rastlamamış, mineralleşmenin kökeninin sedimenter – diyajenez- remobilizasyon süreçlerini içeren epijenetik bir model olarak düşünmüştür.

Transenergy geophysics (1992) Sahada düşey manyetik bileşen haritası ve PS etüdü yapmıştır. Kartal ocakta içinde mineralizasyon bulunan büyük fay zonunu ve piritli dolomitik zonları yansıtan anomaliler saptamıştır.

Bingöl (1994), Horzum çinko-kurşun sahasında etkin olan kırık sistemlerini incelemiş ve cevherleşme ile olan ilgisini yorumlamıştır. Yapısal analize göre, sahadaki kaya birimleri en az iki ayrı evrede kıvrımlanmıştır. İlk kıvrım eksenini yaklaşık K-G gidişli ve 8-10° açıyla G'e doğru dalımlıdır. Sahadaki kireçtaşlarında görülen egemen tabakalanmanın eğim yönü ve açısı da bununla uyumlu olarak 094/75 değerinde yoğunlaşmaktadır. Saha bölgesel ölçekli Göksu antiklinalinin D kanadında yer almaktadır. K-G ana kıvrım eksenlerine büyük ölçüde paralellik gösteren bindirme fayları ve /veya sağ verev faylar ile KB-GD (K125-130D) doğrultulu sağ verev ve yaklaşık D-B doğrultulu (G'e ve K'e eğimli) normal faylar, muhtemelen bu kıvrım yapılarıyla aynı (D-B yönlü) sıkışma gerilmelerinin eseridir. K125-130D doğrultulu faylar, şeyllerdeki kıvrım eksenlerinin kireçtaşlarındaki devamına karşılık geldiği şeklinde yorumlamıştır.

Güneyli (1995), Horzum (Kozan-Adana) bölgesinin jeolojisini ve tektoniğini araştırmıştır. Alt Kambriyen yaşlı Emirgazı formasyonu, sığ deniz fasiyesinde, daha derin kesimlerinde Orta Kambriyen yaşlı Değirmentaş formasyonu ve Ordovisiyen yaşlı Armutludere formasyonunun çökeldiğini, bu birimlerin birbirleriyle de uyumlu olduğunu belirtir.

Allen (1996), Horzum cevherleşmesinin, gömülü bir Tersiyer sokulumu üzerinde uzak (distal) veya yüksek seviye karbonat ornatımı (metasomatizması) ya da breş bacası tip cevherleşme olabileceğini öne sürmüştür. Bu görüşten hareketle de Horzum çinko yataklarına, onlarla mekansal ve zamansal olarak ilişkili epitermal veya mezotermal değerli metal ornatımı yataklarının eşlik edebileceğine dikkati çekmiştir.

Kuşcu ve Cengiz (2001), Araştırmacılar Orta Torosların farklı coğrafik kesimlerinde bulunan Pb-Zn yataklarının ^{34}S değerlerinin saptanarak kökenlerini yorumlamışlardır. Orta Toroslar'ın doğusunda bulunan yatakların ^{34}S oranlarının +3.9 ile +9.8 arasında olduğu belirlenmiştir. Yatakların çevresindeki Yahyalı graniti, granodiyoriti ve diyoriti ile Horoz granodiyoriti ve monzonitinin varlığı, cevherleşmelerin çoğunlukla mağmatik-hidrotermal eriyiklerden oluşmuş olduğunu yine de bu eriyiklere farklı kökenli eriyiklerin de karışmış olabileceğinin göstergesidir. Ermenek- Göktepe (Konya) yöresi Pb – Zn yataklarının ^{34}S değerlerinin ‰ -2.7 ile -12.5 arasında olduğu saptanmıştır. Bu bölgedeki yatakların negatif ^{-34}S değerleri, yatakların oluşumunda etkin olan hidrotermal eriyiklerin sadece mağmatik kökenli olmadığı farklı kökenli sular ile de karışmış olabileceğinin göstergesidir. Çarıksaraylar (Şarkikaraağaç- İsparta) Ba Pb cevherleşmesi gerek jeolojik konumu ve gerekse mineral parajenezi ile incelenen diğer yatlardan tamamıyla farklı bir konumdadır. Epijenetik damar ve merccek şekilli yataklanma gösteren zuhurdan alman galen örneğinde ^{34}S izotop oranı +13.9 ‰ bulunmuştur.

Özgül ve Kozlu (2002), Doğu Toroslar'ın batı kesiminde yer alan, Adana iline bağlı Kozan-Feke-Mansurlu yaylası arasını kapsayan bölgenin temel jeoloji özelliklerinin incelendiği çalışmalarında; bölgede stratigrafî, kaya türü, metamorfizma ve yapısal özellikleri açısından birbirlerinden farklı kaya birimi toplulukları yer alır. Farklı havza koşullarını yansıtan ve her biri ayrı bir tektonostratigrafik birlik niteliği taşıyan bu topluluklar, Görbiyes Dağı Birliği dışında, Orta Toroslar'da önceden tanımlanmış olan Geyik Dağı, Aladağ ve Bozkır birliklerinin devamını oluştururlar. Görbiyes Dağı Birliği ise ilk kez bu incelemede saptanmış ve tanımlanmıştır. Bu incelemede ilk kez tanımlanan Görbiyes Dağı Birliği, olasılıkla Jurasik-Geç Kretase aralığını temsil eden karbonat istifi ile onun üstünde çökel ilişkili olarak yer alan olistolit ve olistostromal oluşukları kapsayan olasılıkla Senoniyen yaşta kırıntılılardan oluştuğunu ve düşük derecede metamorfizma gösteren bu birliğin, Geyik Dağı Birliği'ne ait Mansurlu Dilimi içinde açılmış tektonik pencere ve yarı pencereler şeklinde yüzeylendiğini ifade etmişlerdir.

Uras (2002), Akkaya (Feke) ve Orta Anadolu (Kırşehir) bölgesinde yer alan fluoritlerin nadir toprak element içeriklerini incelemiş ve oluşum kökenlerini değerlendirmiştir. Akkaya (Feke) fluoritlerinin hafif nadir toprak elementi içeriklerinin, ağır nadir toprak elementi içeriklerine oranla daha fazla zenginleştiğini ve hidrotermal kökenli olduğunu belirlemiştir.

Ceylan (2003), Doğu Toroslardaki Pb-Zn yataklarının Kurşun izotop jeokimyası çalışmasında; Pb-izotop bileşimleri, Pb-izotop diyagramlarında, referans kabuksal gelişim eğrileri ve referans izokronlar temel alınarak incelenmiştir. U/Pb oranı ortalama kabuk değerlerinden yüksek (ve Batı Akdeniz Kabuk Gelişim Eğrisine yakın) değerler olup Pb için üst kabuk kaynağını işaret etmektedir. Ancak bazı yataklar (Afşin-Kahramanmaraş; Zamantı bölgesindeki Oreks, Dünderli, Ağcaşar ile Çadirkaya güneyindeki skarn tipi yataklar; Keban-Elazığ) magmatik katkı içermektedir. Yaşlı olan yataklar olasılıkla Paleozoyik

(Cafana-Malatya and Türksevin-Kahramanmaraş), Geç Paleozoyik-Erken Mesozoyik (KaleköyZamantı) ve Mesozoyik (Hakkari) yaşındadırlar. Diğer yataklar ise (Zamantı yataklarının çoğunluğu, Niğde, Kahramanmaraş, Elazığ ve Bitlis) olasılıkla Senozoyik yaşlıdırlar. Genel anlamda, Pb-izotop bileşimleri Akdeniz kuşağındaki diğer cevherleşmelerle benzerlik gösterdiğini belirtmektedir.

Hanlıcı ve Öztürk (2003), Aladağlar'da ki karbonatlar içindeki Pb-Zn yataklarında yaptıkları duraylı kükürt izotopu ile ilgili çalışmada yatakların farklı yaştaki kayaçlar içinde bulunması, farklı homojenleşme sıcaklıkları ve sıvı bileşimleri göstermesi bunun yanında farklı izotop değerleri göstermesi Pb-Zn yataklarının çok evreli bir oluşuma işaret ettiğini söylemektedir. Özellikle S (kükürt) izotop değerlerinin +7.55 ile + 12.19 arasındaki pozitif $\delta^{34}\text{S}$ değerleri nin deniz suyundan veya lokal evaporitler gibi daha ağır ^{34}S değerine sahip bir kaynaktan gelmiş olabileceğini ileri sürmektedir.

Hitzman ve diğ (2003), Sülfürsüz çinko cevher oluşumlarından (non-sulfide zinc deposits) bahsetmiş ve bunları süperjen ve hipojen oluşumlar olarak sınıflamıştır. Jenetik açıdan ana ve alt sınıflar detaylı olarak dünyadan örnekleri ile açıklanmış ve bu yatakların aranması konusu da ayrıca ele alınmıştır. Bu çalışmada Toros kuşağına yer verilmemiştir.

Usta ve ark. (2004), Kozan – Tufanbeyli (Adana) arasındaki yapısal birimlerin jeolojik özelliklerini belirlemiştirlerdir. İnceleme alanında, daha önce otokton kabul edilen kaya birimlerinde, birbirinden farklı üç yapısal birim saptanmıştır. Bunlar birbirleriyle tektonik ilişkili olup alttan üstte doğru Görbiyes, Kokarot ve Feke birimleri olarak tanımlanmıştır. Görbiyes biriminin, bölgenin en altyapısal birimi olan ve düşük derecede metamorfite kapsar. Görbiyes birimi üzerine tektonik olarak yer alan epimetamorfik karakterde olan Kokarot birimi ve bunun üzerine yapısal olarak sedimanter kökenli Feke biriminin ise geldiğini belirtmişlerdir.

Hanlı ve Öztürk (2005), Ayraklı ve Denizovası Zn-Pb yataklarını, sıvı kapanım karakteristiklerini kullanarak, Misisipi Vadi Tipi (MVT) ve Gays River yatakları arası bir tip olarak nitelemişlerdir.

Çiftçi ve ark. (2006), Bolkardağ ve Aladağlar'daki başlıca cevher oluşumlarının cevher mineral parajenezi, baz- değerli metal içerikleri, ana cevher minerallerinin eser element içerikleri ve kükürt izotop sonuçlarını bölgesel jeoloji ile yorumlayarak, Bolkardağ cevher oluşumlarının magmatik kaynağa nispeten daha yakın (proksimal), Aladağlardaki oluşumların ise çoğunlukla magmatik kaynağa nispeten uzak (distal), damar tipi magmatik hidrotermal yataklar olarak tanımlamışlardır.

Küpeli ve ark. (2006), Attepe (Feke – Adana) demir yataklarındaki siderit mineralizasyonunun C, O, S ve Sr izotop çalışmalarını yapmışlardır. Bu çalışmada Baritlerin 32,4 ile 38,3 ‰ arasında değişen $\delta^{34}\text{S}$; 12,2 ile 14,1 arasında değişen $\delta^{18}\text{O}$ oranlarına sahiptirler. Baritlerin stronsiyum izotop oranları (0,717169-0,718601) ile barit ve piritlerin kükürt izotop oranları cevher yapıcı çözeltilerin ne magmatik bir kaynakla ne de Prekambriyen yaşlı bitümlü şeyler içerisinde yer alan sedimanter kökenli pirit oluşumları ile doğrudan doğruya bir ilişkisinin olmadığını göstermektedir. Elde ettikleri saha ve izotop verilerine göre baritlerin sülfatça zengin meteorik sularla derin dolaşımli hidrotermal çözelti karışımları tarafından oluşturulmuş olduklarını belirtmişlerdir.

Dama (2007), Horzum bölgesinde yaptığı ayrıntılı yüzey ve yer altı jeoloji haritalama çalışması ile gri kireçtaşlarının Alacalı kireçtaşlarıyla olan dokanağına göre daha derin kesimlerde de cevherleşmelerin görüldüğünü açığa çıkarmıştır. Taşınmış (karbonatlı) cevherler ise, yumrulu kireçtaşı seviyesi hariç Harapıkayası formasyonunun diğer bütün seviyeleri içinde görülmektedir. Bu verilere dayanarak, altında ve üzerinde yer alan birimlere göre daha geçirgen olan gri veya masif kireçtaşları, cevher getiren akışkanların yukarı doğru göçüne elverişli bir kanal ve kapan görevi görmüştür. Çoğunlukla D-B doğrultulu fayları seçerek gelen

hidrotermal eriyiklerin bu faylar ve yakın çevresindeki uygun yantaşlar (karbonat kayaları) içerisinde Mississippi Vadisi Tipi (MVT) art-oluşumlu ve düşük sıcaklıklı (80-200 °C), tabakaya paralel (stratabound) cevherleşmeler oluşturdukları düşünülmektedir. Alt-Orta Kambriyen yaşlı Harapkayası formasyonuna ait gri kireçtaşları içerisindeki tabakaya uyumlu (K-G doğrultulu) cevherleşmeler, D-B gidişli faylarla arakesit zonlarında cevherleşmeler, GD'ya doğru dalımlı (140/63) hortum şekilli gövdeler halinde gövdeler oluşturmaktadır. Bu durum, sahadaki cevherleşmenin, stratigrafi yanı sıra jeolojik yapılar tarafından da kontrol edildiğini kanıtlamakta ve aramaları yönlendiren önemli kılavuzu olduğunu ifade etmiştir.

Demirören (2010), Bolkardağlar ve Aladağlar bölgesindeki Pb-Zn cevherleşmelerinde Pb izotop çalışması yaparak, Mississippi Vadisi Tipi (MVT) yataklara benzer önemli bir radyojenik kurşun zenginleşmesi, çalışılan yataklardan hiçbiri için tespit edilememiş olduğunu ve yataklanmaların Pb-Pb yöntemine göre (Zamantı-Niğde-Karaman-Mersin hattı boyunca gözlenen zühur ve yatakların ekseriyeti) Mesozoyik (202-254 My) yaşlı olduğunu belirlemiştir.

Allen (2012), Horzum Akkaya ve Pınargözü yatakları, çeşitli erozyon seviyeleri ile yatay ve dikey konumlanmış, muhtemelen içice, yüksek sıcaklıklı karbonat ornatımlı yataklar (CRD) ve skarn ile temsil edilebileceğini vurgulamıştır.

Tripathi (2014), Pınargözü (Kozan-Adana) yaptığı yapısal analiz çalışmasında pınargözündeki birimler genellikle kuzeydoğu- güneybatı doğrultulu ve güneydoğu'dan güney-güneydoğuya eğimli, bölgesel ölçekte litolojik birimler genellikle kuzey-güney yönlü olduğunu vurgulamış, tabaka düzlemleri ve makaslama düzlemlerinin güçlü paralel hareketlerin ancak iki şekilde mümkün olabileceğinden bahsetmiştir.

Özbek (2014), Orta ve Doğu Toroslarda bulunana Pb-Zn yataklarının duraylı izotop analizlerini yaparak; Karbon ve Oksijen izotop sonuçlarına göre bölgedeki cevherleşmelerin yankayacı olan kireçtaşlarının denizel şelf karbonatlarına ait olduğunu, karbonatlı cevherlere ait değerler ise bu minerallerin meteorik sularla izotopik denge oluşturmuş, ana kayadan çözünmüş HCO₃ bakımından zengin çözeltiler ile sülfürlü minerallerin etkileşimi sonucu oluşmuş olabileceğini belirtmiştir.

Megaw (2015), Bölgedeki cevherleşmelerin Ag (+400 g/t), Au, Zn, Pb, Cu, Mn, Mo, As, W, V, Cd varlığı çoklu mineralizasyonu, büyük ölçekli zonlanma, cevherleşmenin uyumsuz geometrisi, ornatım ve yüksek demir içerikli sfaleritlere dikkat çekerek çalışma sahasındaki cevherleşmelerin CRD (Karbonat Ornatımlı Pb-Zn Yatağı) olduğunu belirtmiştir.



3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Karbonatlı Kayaçlardaki Pb-Zn Yatakları

Karbonatlı kayaçlar içerisinde oluşan Pb-Zn yatakları Alpin Tip, İrlanda Tip, Mississippi Vadisi Tip yataklar şeklinde sınıflanmaktadır. (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Karbonatlı kayaçlar içerisindeki Pb/Zn yataklarının sınıflaması

Mississippi Vadisi Tip Yataklar ard-oluşumlu (tabakaya bağlı), Alpin tip yataklar diyajenezle eş oluşumlu, İrlanda tip yataklar ise kısmen eş oluşumlu, kısmen de ard-oluşumludur. Bu tür yataklar çoğunlukla, resifin bir bölümünü oluşturduğu düşünülen, karbonat kayaları içinde bulunur. Resiflerin oluşumu ve dağılımı zorunlu olarak paleocoğrafya (eski kıyı çizgileri, taban topografyaları ve iklim) tarafından kontrol edilir. Cevherler, çeşitli çökel yapılar ve daha sonraki karst boşluklarına yerleşmişlerdir.

3.1.1.1. Alpin Tip- İrlanda Tip Cevher Yatakları

Orta Avrupa'daki Alpin Mezosoyik jeosenkline içinde özellikle Doğu Alpler'de bulunan Zn-Pb yatakları 'Alpin Tip' yataklar olarak isimlendirilmiştir. Alpin tip yataklar karbonatlı kayalar içinde yer almaktadır. Damar dolgusu, breş çimentolanması ve ornatma türü cevherleşmeler gibi epijenetik özellik göstermektedir (Sangster, 1976). Tipik örnekleri olan Doğu Alpler'deki yataklar Orta Triyas yaşlıdır.

İrlanda tip cevher yatakları ise derin fay hatlarına bağlılıkları ile karakteristiktir.

3.1.1.2. Missisipi Vadisi Tip Cevher Yatakları (MVT)

Özellikle ABD'de yaygın olan MVT yatakları, genellikle yüzlerce kilometre kareden daha geniş alanları kapsayan gruplar şeklinde oluşur ve yaklaşık 500 milyon tona kadar cevher içerirler. Birçok yatak, sedimanter havzaların sınırlarında yer alır ancak bazıları havzanın merkez kısımlarındaki faylarla ilişkilidir. Her bir yatak tek başına, çoğunlukla bir milyon tondan az Zn+Pb içerir, ancak bazı cevher bölgelerinde on milyon tondan fazla metal içeriği bulunmaktadır. Geniş cevher bölgelerinde ortalama tenör %3-10 Pb+Zn arasında yer alırken, her bir cevher kütlesi veya zonu %50'ye kadar Pb+Zn içerebilmektedir (Sangster, 1990).

Önemli MVT yatakları Proterozoyik'den Kretase'ye kadar her yaşta kayalar içinde oluşur. Paleozoyik kayaları, özellikle de Kambriyen-Ordovisiyen ve Devoniyen-Karbonifer yaşlı olanlar, MVT yatakların en önemli kayalarından (Sangster, 1990).

MVT yataklarındaki cevherli akışkanların, metalleri çözünebilir klorit kompleksleri olarak taşınır. MVT yatağının oluşması için metal sülfidlerin çökmesi için, depolanma ortamındaki indirgen kükürt ile çözülmüş metal klorit kompleksleri tepkimeye girmektedir.

Missipi Vadisi Tipi Pb-Zn yatakları şelf bölgesinde veya kıta içi sedimanter havzaların kıyılarında ya da kıyı yakınlarında platform tipi karbonatlı (kireçtaşı, dolomit, dolomitik kireçtaşı) kayaçların içinde oluşur. Cevher oluşumu için uygun yerler, özellikle dolomit-kireçtaşı arayüzüdür.

Epijenetik kökenli cevherleşme, belirgin statigrafik düzlemler veya uygun katmanlar içerisinde kırıklar, faylar ve breşleşme ile kontrol edilen uyumsuz kütleler biçiminde görülürken, baskın olarak boşluk dolgusu şeklindedir. Mağmatik kayalar ile doğrudan ilişkili değildir ve kökensel bağlantıları yoktur.

MVT cevherleşme tipleri masif ile dissemine arasında değişmektedir. Baskın olarak, çözünme boşlukları, tansiyon çatlakları ve breşler içerisindeki parçalar arasındaki boşlukları dolduran boşluk dolgusu şeklinde görülür. Ana sülfür mineralleri sfalerit ve galenit, gang mineralleri ise florit, barit, dolomit ve kalsittir. Daha az miktarda bulunan silika mineralleri (kuvars, çört, jasperoyid) de yaygın olarak görülür. Diyajenetik kökenli dissemine Fe-sülfürler ana kayalar içinde yaygındır. Birçok bölge çok az miktarda bakır mineralleri içerir ya da hiç içermez.

Sfaleritlerin büyüme bantları, MVT yataklarının karakteristik bir özelliğidir. Sfaleritlerdeki Fe içeriği % 0.01 - % 4 arasında, Cd içeriği ise genellikle % 0.5' den büyük en fazla %3'e kadar ulaşmaktadır (Churnet ve Misra, 1983).

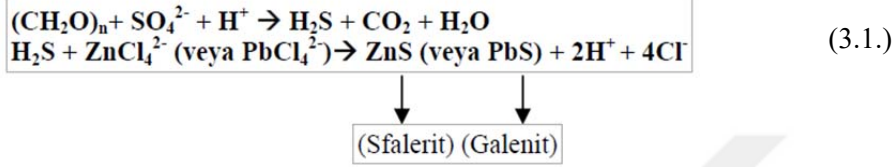
Homojenleşme sıcaklıkları (T_h) çoğunlukla 100-150°C arasında yer almaktadır. Tuzluluk genellikle %15-20 aralığındadır (Roedder, 1976, 1984).

MVT yataklarının jeolojik özelliklerindeki geniş farklılıklar sebebiyle kükürt izotop verilerinin kapsamlı bir yorumu pek gerçekçi görünmemektedir.

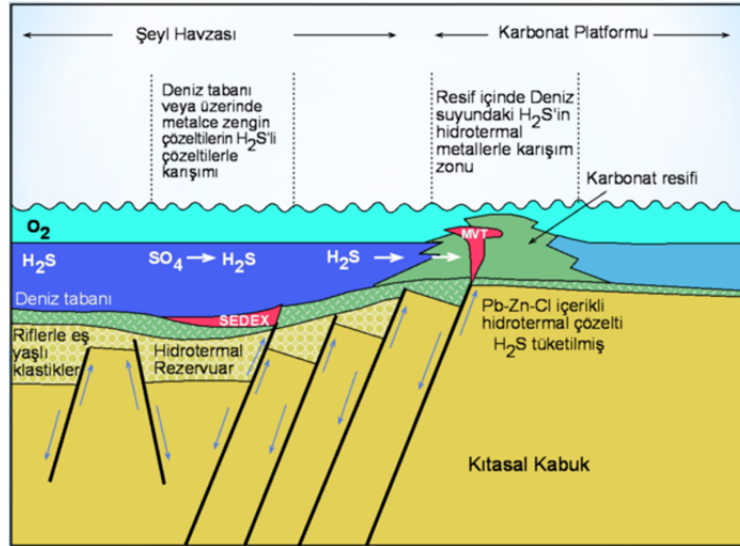
Dünyadaki MVT yataklarına ait kurşun izotop verileri kurşunun ve dolaylı olarak da ilişkili metallerin üst kabuksal kaynağı işaret etmektedir (Hely vd., 1974; Sanster 1986).

Cevher çökelişi işleminde etkin olan ana faktör, yan kayaçların organik madde açısından zengin olmasıdır. Böylesi bir ortamla karşılaşan çözeltilerdeki

sülfat iyonları ortamdaki organik maddenin bakteriyel parçalanmasına bağlı olarak sülfürlere (H_2S , HS^-) indirgenmiş, sınırlı da olsa sistemdeki çözülmüş oksijen tüketilerek, ortam kuvvetli indirgen bir özellik kazanmıştır. Bu süreçle ilgili cevher çökelim reaksiyonu aşağıdaki şekilde gerçekleşmiş olmalıdır;



Yan kayaçlardaki organik madde varlığına bağlı olarak çözelti niteliğinin hızla değişmesi (pH'nin artışı, Eh'nin düşmesi) ve böylelikle klorlü komplekslerin parçalanması, muhtemelen cevher çökeliminin ana mekanizmasını oluşturmuştur. Metalleri taşıyan yüksek orandaki klorun kaynağı hem deniz suyu hem de temel kayaçlar içerisindeki evaporitik çökeller olmalıdır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. MVT tip yatakların oluşum modeli (Brown, 1970)

3.1.1.3. Karbonat Ornatımlı Cevher Yatakları (CRD)

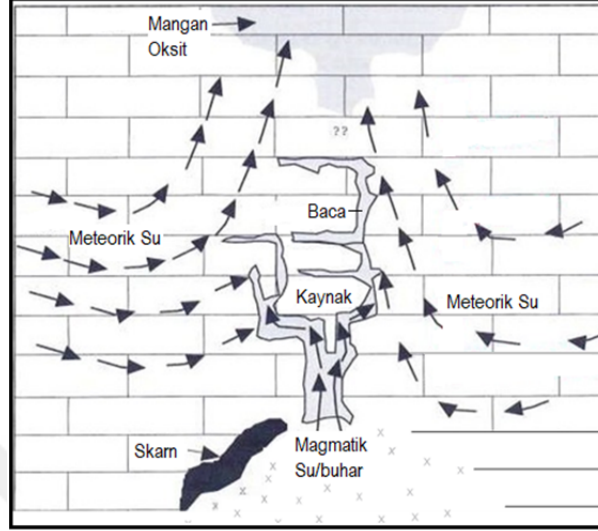
Karbonat ornatımlı yataklar, yüksek sıcaklıklı intrüf ile ilişkili Pb-Zn-Ag-Cu- sülfür yataklarının yüzlerce metreden binlerce metreye kadar uzanan kireçtaşı veya dolomitleri keserek içerisinde yerleşmesiyle oluşmaktadır.

Mineral parajenezleri çok miktarda sfalerit ve galenit, yaygın olarak pirit ve markazit, nadir olarak kalkopirit şeklindedir. Gang mineralleri barit, fluorit, kalsit ve kuvarstır.

Meteorik sıvılar ile plütonun üst kısmında baca/manto/damar şeklinde yataklanan, düşük sıcaklıklı (225⁰C-325⁰C) temel metal sülfürler hidrotermal Fe-Mn-Mg karbonatları ile birlikte Karbonat Ornatımlı Yataklar epijenetik olarak bulunur (Şekil3.3.). Bu yataklar alt seviyelerinde cevherli veya cevhersiz intrüf porfiri bakır sistemi ile ilişkili olabilir (Allen, 2012).

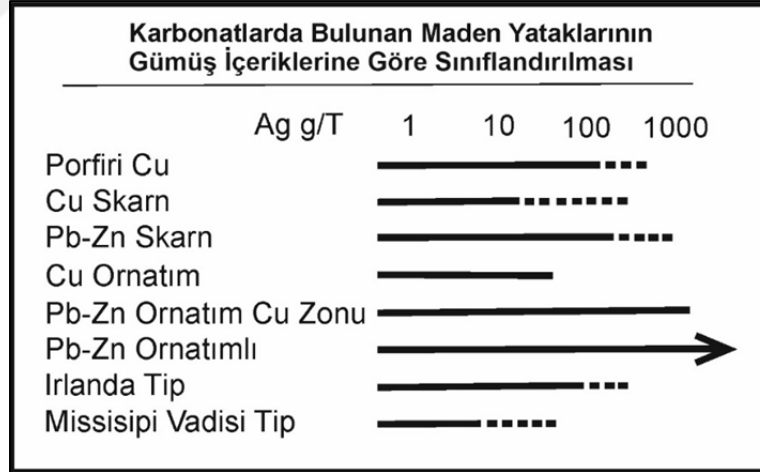
Bu cevherleşmelerde yüksek sıcaklıklı (325⁰C-425⁰C) eriyikler kayaç içerisinde karbonat ornatımlı tepkimelerle yerleşerek, sıvı ile taşınan Fe, Mg, Mn, Si ile kalsilika skarnı oluşturur. Fe, Mg, Mn gibi metallere ek olarak magmatik sülfür içerikli saçınımlı Zn, Pb, Cu, Ag mineralleride bulunmaktadır. Sistemin üst kesimlerinde ise soğumuş ve seyreltik magmatik sıvıların etkisi ile karbonatlar içerisinde Mn oksitler bulunmaktadır.

CRD/Skarn oluşumlarda zonlanma yakınından uzağa doğru, Cu (Au, W, Mo), Cu-Zn (Ag), Zn-Pb-Ag, Pb-Ag, Mn-Ag, Mn, Hg şeklindedir (Allen, 2012).



Şekil 3.3. Karbonat ornatımlı yatakların basitleştirilmiş modeli (Allen, 2012)

Ag değerleri Ornatım Tip Yataklarda 1000 ppm'in üzerine çıkabilirken, Missisipi Vadisi Tip yataklarda 40 ppm'e kadardır (Megaw, 2015) (Şekil 3.4).



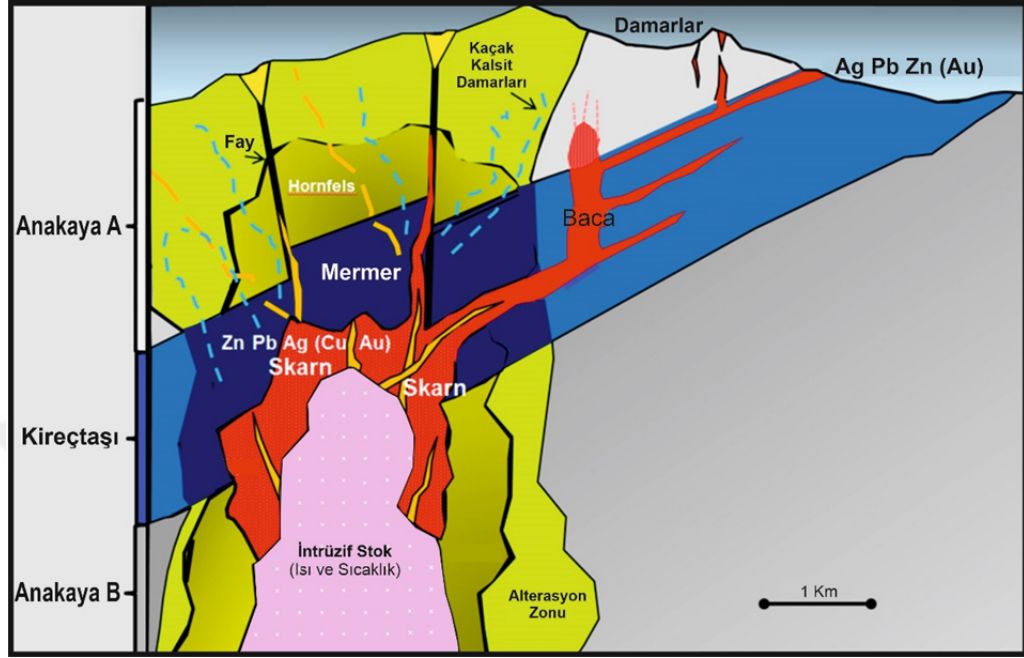
Şekil 3.4. Gümüş içeriklerine göre maden yataklarının sınıflandırılması (Megaw, 2015)

CRD/skarn yataklanma kesinlikle magmatik aktiviteyle ilişkilidir.

Genel olarak Karbonat Ornatımlı Pb-Zn Yatakları; karbonatlı istifin içerisinde (kireçtaşı ve dolomit) yüksek sıcaklıklı (> 250⁰C) Epijenetik, yüksek tenörlü sülfürler içeren polimetalik (Ag, Pb, Zn, Cu, Au) cevher damarlarının karbonatları ornatarak yatay ve dikey şekilde yerleşmesiyle oluşur.

Karbonat ornatımlı Pb-Zn yatakları 13 maddede ve alttaki basitleştirilmiş modelle özetlenmektedir (Megaw, 2015) (Şekil 3.5).

1. CRD kuşağını üzerinde bulunmak (Diğer CRD ler ile olan konumsal ilişkisi)
2. Multi element varlığı Ag (+400 g/t), Au, Zn, Pb, Cu, +Mn, As, W...
3. Birden fazla mineralizasyon ve alterasyon fazının görülmesi
4. Geniş ölçekli zonlanma
5. Karbonatlı kayaçların (kireçtaşı ve dolomit) bulunduğu bölgede yer almak
6. Felsik daykların varlığı
7. Skarn minerallerinin varlığı
8. Düzensiz cevher geometrisi (epijenetik)
9. Mineralizasyonların ornatımla yerleşmesi
10. Yüksek demir içerikli sfalerit varlığı
11. Piritlerin arsenopirite dönüşmesi
12. Molibden mineralizasyonunun varlığı
13. Granitin varlığı



Şekil 3.5. CRD yataklarının oluşumunu gösteren basitleştirilmiş model (Megaw, 2015)

Dünyadaki CRD örnekleri;

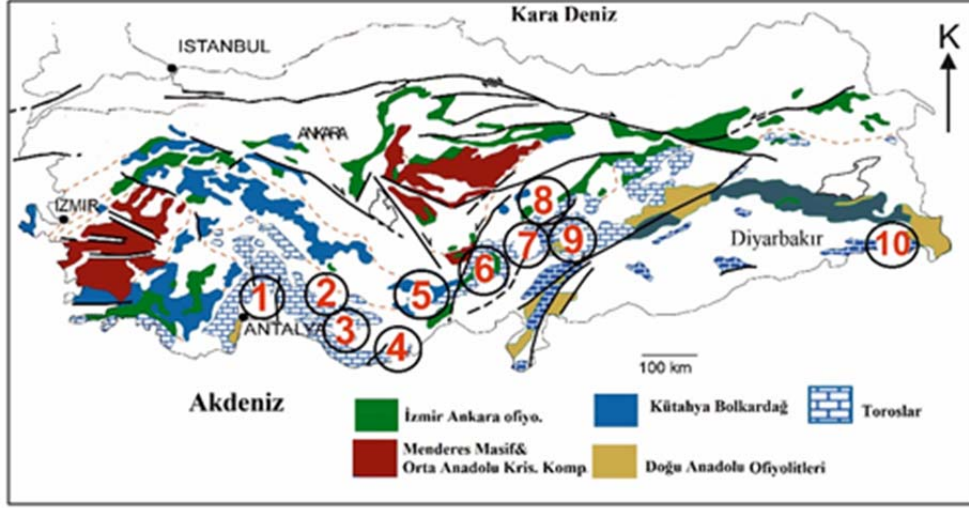
ABD: Bisbee, Magma, Tiger, Leadville-Gilman, Park City, Magdalena, Tombstone, Tintic, Bingham, Ely, Pioche

MEKSİKA: Santa Eulalia, Ojuela, Naica, Concepcion del Oro, Cinco de Mayo, Bismark, Charcas, San Martin, Cananea

G. AMERİKA: Cerro de Pasco, Uchuchaqua, Huanzala, Ica, Pachepaque, Santa Rita, Julcani

AVRUPA-ASYA-AFRİKA: Dalnegorsk, Madan, Trepca, Lavrion, Serifos, Yaogangxian.

Karbonat kayaçlarda bulunan Pb-Zn yataklarının Türkiye'deki dağılımı Şekil 3.6'de verilmiştir.



Şekil 3.6. Karbonat kayaçlarda bulunan Pb-Zn yataklarının Türkiye'deki dağılımı (Göncüoğlu, 2010).

1-Gazipaşa-Aydap (Antalya), 2- Ermenek-Göktepe (Konya), 3- Bozkır-Küçüksu, Hadim-Kızılgiriş (Konya), 4- Anamur-Ortakonuş (Mersin), 5- Ulukışla-Bolkardağı (Niğde), 6- Horzum (Adana), 7- Zamantı (Adana, Niğde, Kayseri ve Kahramanmaraş), 8- Keban (Elazığ), 9- Cafana (Malatya), 10- Hakkari

3.2. Metod

Tez çalışması arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç ana başlık altında gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Arazi Çalışmaları

Çalışma sahasında, cevherleşmelerin belirlenmesi, cevher yan kayaç ilişkilerinin incelenmesi, mineralizasyonlarla ilişkili yapıların tespit edilmesi, yan kayaçların jeolojik, mineralojik, stratigrafik ve yapısal özelliklerinin araştırılmasına yönelik yüzey ve yeraltı jeolojik haritalama işlemi yapılmıştır.

Yüzeysel jeoloji haritalamasında Maden Tetkik Arama tarafından hazırlanan 1/25000 ölçekli jeoloji haritası temel alınarak sahada cevher ihtiva edebilecek karbonatlı birime odaklanarak 1/2000 ölçekli yüzeysel jeoloji haritası hazırlanmıştır. Arazi çalışmaları sırasında bölgedeki kayaç birimlerinden ve cevher örneklerinden petrografik ve kimyasal analizler için örnekleme yapılmıştır. Örnek alımı petrografik ve kimyasal analiz çalışmaları; cevher mineral parajenezi, gang minerallerini ve minerallerin kimyasını ortaya koymak, sıvı kapanım ve izotop çalışmaları için yapılmıştır.

3.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

3.2.2.1. İnce Kesit ve Parlak Kesitlerin Hazırlanması

Arazi çalışmaları boyunca inceleme alanından ve sondajlardan alınan kayaç, karot örneklerinden mineralojik ve petrografik tayinlerin yapılabilmesi için 10 adet ince kesit, cevher parajenezini görmek amacıyla da 10 adet parlak kesit hazırlanmıştır. Argetest laboratuvarında hazırlanan ince kesitlerin üzeri cam lamelle kapatılmıştır. Bu kesitler polarizan mikroskopta incelenmiş; dokusal, mineralojik ve alterasyon mineralojisi açısından irdelenerek kayaç adlanması yapılmıştır. Ayrıca bu önemli özelliklerinin gösterilebilmesi için mikroskop görüntüleri çekilmiştir. Parlak kesit için seçilen örnekler amaca uygun olarak belirlenen boyutlarda kesilerek silindirik kalıplara dökülmüştür. Daha sonra parlak kesitler aşındırma tozları ile silinmiştir. Son olarak da 0,1 mikron alüminyum oksit tozu ile yüzeyleri parlatılmıştır. Parlak kesitler üstten aydınlatmalı cevher mikroskobu ile incelenerek, mineral parajenezi ve dizinimi belirlenmiş, gözlenen mineraller ve özellikleri fotoğraflanmıştır.

3.2.2.2. Kimyasal Analiz İçin Örnek Hazırlanması

İnceleme alanından derlenen 145 adet cevher ve yan kayaç örneğinde ana ve iz element analizi gerçekleştirilmiştir. Kimyasal analizlerde kullanılmak üzere

seçilmiş 300-400 gr kayaç örnekleri çeneli kırıcıdan geçirildikten sonra öğütücü ile 200 mesh tane boyutuna kadar öğütülmüş ve çeyrekleme yöntemiyle toz örnekler kimyasal analiz için ayrılmıştır.

Örneklerin değerli metal, ana ve iz element analizleri; SGS Laboratuvarında AAS, ICP-AES ve volumetrik analiz metodları kullanılarak yapılmıştır.

3.2.3. Analitik Yöntemler

Analiz yöntemleri; Atomik Absorbsiyon Spektrometresi (AAS), İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-AES) ve Volumetrik (Titrasyon) yöntemidir. Kullanılan analiz yöntemlerinin tamamı sıvı fazda gerçekleştirilmektedir.

3.2.3.1. Atomik Absorbsiyon Spektrometresi (AAS)

Işık enerjisinin atomlar tarafından absorplanması sistemine dayanan AAS analiz yöntemi; çoğunlukla eser elementlerin tayininde kullanılır ve diğer kullanılan analiz yöntemleri içinde maliyeti en düşük yöntemdir. Yaklaşık 60 adet element (Li, Be, B, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, La, Ht, Ta, W, Re, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Oy, Ho, Er, Tm, U) tek ölçümde; maksimum 10 element olarak ve yaklaşık 5-10 saniyede ölçülebilmektedir. Orta dedeksiyon limit aralığına sahip AAS analiz yönteminin alt ve üst dedeksiyon limit sınırları çizelge 3.1' de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. AAS Analiz Yöntemine Ait Dedeksiyon Limitleri

Ag	1-1500 ppm	Mn	0.01-50 %
Au	1-1500 ppm	Mo	0.001-10%
As	0.001-30 %	Ni	0.001-30%
Bi	0.001-30 %	Pb	0.001-20%
Cd	0.0005-10 %	S	0.01-10 %
Co	0.001-20 %	Zn	0.001-30 %
Cr	0.002-30 %		
Cu	0.001-40 %		
Fe	0.1-100%		
Mg	0.01-50		

3.2.3.2. İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-AES)

Atomik bir sistemin enerji alarak uyarılmasından sonra aldığı enerjiye eşdeğer ve atom için belirgin olarak yayılan ışınların ölçülmesine dayanan ICP-AES analiz yöntemi; bir dakikadan daha kısa bir sürede tek bir örneklemede 60'a kadar element için tarama yapabilir.

Ana ve iz elementleri aynı anda analiz edebilen bu yöntem orta-iyi dedeksiyon limit aralığındadır. Kullanım maliyetinin düşük olması, dedeksiyon limit aralığının iyi olması aynı anda hem iz hem de ana elementleri tek seferde 60'a kadar element ölçmesi özellikleri ile ICP-AES en çok kullanılan analiz yöntemidir. ICP-AES analiz yöntemine ait alt ve üst dedeksiyon limit çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. ICP-AES Analiz Yöntemine Ait Dedeksiyon Limitleri

Ag	0.5-100	Cr	1-10000	Na	0.1%-10%	Ti	0.1%-10%
Al	0.01%-50%	Cu	1-10000	Ni	1-10000	Tl	10-10000
As	5-10000	Fe	0.1%-50%	P	10-10000	U	10-1000
Ba	10-10000	Ga	10-10000	Pb	2-10000	V	1-10000
Be	0.5-1000	K	0.1%-10%	S	0.1%-10%	W	10-10000
Bi	2-10000	La	10-10000	Sb	5-10000	Zn	2-10000
Ca	0.01%-50%	Mg	0.1%-50%	Sc	1-10000		
Cd	05-1000	Mn	5-100000	Sr	1-10000		
Co	1-10000	Mo	1-10000	Th	20-10000		

ICP-AES analiz yönteminde; analizi yapılacak element derişimine bağı olarak örneğı sıvı faza geçirmede kullanılan çözelti bileşimi değıştirilerek alt ve üst dedeksiyon limitlerinde değışiklikler yapılabilir. Kullanılan çözeltiler ile belirlenen alt ve üst dedeksiyon limitleri çizelge 3.3' de yer almaktadır.

Çizelge 3.3. ICP-AES Dedeksiyon Limitleri

Ag	1-200	Cr	10-100000	Na	0.05%-30%	Ti	0.05%-30%
Al	0.05%-30%	Cu	10-100000	Ni	10-100000	Tl	50-50000
As	50-100000	Fe	0.05%-50%	P	50-100000	U	50-50000
Ba	50-50000	Ga	50-50000	Pb	20-370000	V	10-100000
Be	10-10000	K	0.1%-30%	S	0.05%-10%	W	50-50000
Bi	20-50000	La	50-50000	Sb	50-50000	Zn	20-370000
Ca	0.05%-50%	Mg	0.05%-50%	Sc	10-50000		
Cd	10-10000	Mn	10-100000	Sr	10-100000		
Co	10-50000	Mo	10-50000	Th	50-50000		

3.2.3.3. Volumetrik (Titrasyon) Analiz:

Volumetrik analizde, çözeltilerde derişimi bilinmeyen bir madde miktarının, konsantrasyonu kesin olarak bilinen bir çözeltili ile verdiği kimyasal tepkime sonrasında çözeltilinin harcanan hacminden faydalanarak miktarının bulunması yöntemidir.

AAS, ICP-AES ve ICP-MS analiz yöntemlerinin dedeksiyon limitleri dışında kalan yüksek tenörlü cevherlerin tayininde kullanılır. Genellikle 370000 ppm miktarından yüksek örneklerde daha tercih edilir.

3.2.3.4. Sıvı Kapanım Analiz Yöntemi

Sıvı kapanımları mineraller içerisinde safsızlıklar olarak kapanmış küçük miktar ve boyutlardaki sıvı, buhar veya bu fazların karışımıdır.

Sıvı kapanım çalışmalarında kullanılmak üzere hazırlanan çift tarafı parlatılmış kesitler için ~1 cm kalınlığında kesilen dilimler jel formda Cyanoakrilat

bileşimli yapıştırıcı (standart Japon yapıştırıcısı) ile 27*46 mm boyutlarındaki ince kesit camına yapıştırılmıştır. Parlatılmış ince kesit için uygulanan aşamalardan geçirilen örnekler ilk yüzeyin parlamasından sonra aseton içeren kaba konularak çözülmüştür. Daha sonra örneklerin parlamamış yüzeyleri üste gelecek şekilde yapıştırılarak nihai kalınlıkları 80-100 mikron olacak şekilde aynı aşamalardan tekrar geçildikten sonra parlatılmışlardır. Parlatılan örnekler tekrar aseton içine konarak yapıştırıcıdan ayrılmıştır.

Araziden alınan sfalerit örneklerden 24 adet sıvı kapanım kesiti Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında hazırlanmıştır. Sıvı kapanım ölçümleri Leica DM 2500 model polarizan mikroskop üzerine monte edilmiş Linkam THMG-600 ısıtma-soğutma ünitesi kullanılarak yapılmıştır. Sistem 600 °C ilâ -196 °C aralığında ısıtma ve soğutma yapabilmekte olup, ölçüm kontrolü elle yapılabildiği gibi, Linksys-32 DV yazılım programı yardımıyla bilgisayar ortamında da kontrol edilebilme, video görüntüleme sistemi yardımıyla bilgisayar ortamından izlenebilmektedir.

3.2.3.5. Duraylı İzotop Analizleri

Çalışma alanından alınan 12 adet sülfürlü cevher numunelerinin $\delta^{34}\text{S}$ izotop analizleri Queen's Üniversitesi (Kanada)'da yaptırılmıştır.

Sahadan alınan 3 adet simitsonit örneğinden Oksijen ve Karbon izotop analizleri ACTLAB (Kanada) laboratuvarında yaptırılmıştır.

3.2.3.6. Radyojenik İzotop Analizleri

Radyojenik izotoplar, iz sürücü olarak maddelerin kaynağı ve oluşum süreçleri hakkında kritik veriler sağladığı gibi radyometrik yaş tayininde de kullanılmaktadır. Radyojenik izotop oranların ölçümü, jeoloji, madencilik, petrol, nükleer enerji, çevre kirliliği kontrolü, adli tıp, ekoloji, antropoloji, arkeoloji, arkeometri vb. pek çok alan için önem teşkil etmektedir.

Radyojenik izotop analizleri kapsamında 5 adet galen örneğinde Kurşun izotop analizi Cenevre Üniversitesi Mineraloji Bölümü İzotop Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. Büro Çalışmaları

Yapılan çalışmalarla elde edilen jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal veriler 3D programlara aktarılmış ve birbirleri ile olan ilişkileri yorumlanmıştır. Arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları sonucunda elde edilen veriler birleştirilerek yorumlanmış ve tez yazımında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün tez yazım kurallarına uygun olarak tez yazımı tamamlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULAR

4.1. Bölgesel Jeoloji

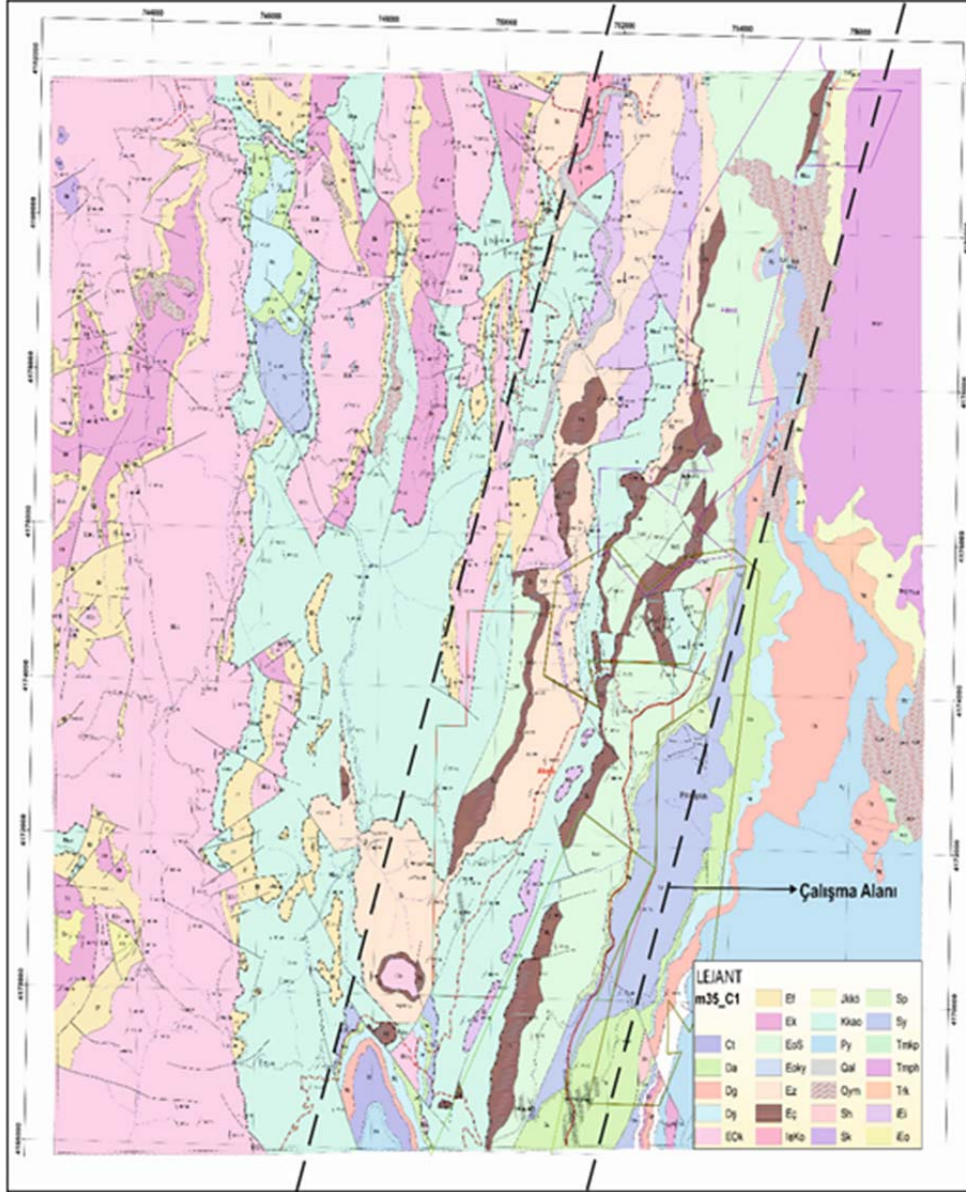
Doğu Toroslar'ın batı bölümünde, Adana ilinin kuzeydoğusunda, Kozan-Feke ilçeleri arasında kalan inceleme alanında, birbirleriyle stratigrafik ve tektonik ilişkili farklı yaş, ortam ve kayaçlarla temsil edilen allokton konumlu farklı yapısal birimler bulunur. Bu birimler, Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı çökeller tarafından açılmal uyumsuz olarak örtülür. Kozan-Feke-Mansurlu arasında; İnfraambriyen-Paleosen (?) yaşlı, Görbiyes Dağı Birliği ile İnfraambriyen-Geç Kretase yaşlı Geyikdağı Birliği bulunmaktadır (Özgül ve Kozlu, 2002; Usta ve ark. 2004, 2013) (Şekil 4.1).

Geyikdağı Birliği; birbirlerinden farklı stratigrafik ve yapısal özellikler gösteren, alttan üste doğru Katrantepe dilimi ve Feke birimi ile temsil edilir. Katrantepe dilimi alttan üste doğru; kumtaşı, siltaşı ve kiltaşından oluşan İnfraambriyen yaşlı Kozan formasyonu; İnfraambriyen (?) -Erken Kambriyen yaşlı İçmetepe formasyonu; kuvarsitlerden oluşan Erken Kambriyen yaşlı Zabuk formasyonu ile dolomit ve kireçtaşlarından oluşan Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe formasyonundan meydana gelir. Katrantepe dilimini tektonik olarak Feke birimi üzerler (Usta ve ark, 2013).

Katrantepe dilimini tektonik olarak üzerleyen Feke birimi çalışma alanında; kumtaşı, siltaşı, kiltası ve kuvarsitten oluşan İnfraambriyen yaşlı Kozan formasyonu; siltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kuvarsit, kireçtaşı ve dolomitten oluşan İnfraambriyen (?) -Erken Kambriyen yaşlı İçmetepe formasyonu; kuvarsitten oluşan Erken Kambriyen yaşlı Zabuk formasyonu; dolomit, dolomitik kireçtaşı ve yumrulu kireçtaşından oluşan Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe formasyonu; yumrulu görümlü alacalı kireçtaşı, siltaşı, kumtaşı ve şeyllerden oluşan Geç Kambriyen-Erken Ordovisiyen yaşlı Seydişehir formasyonu ile temsil edilir.

İnceleme alanında Geyikdağı Birliği ile Kokarot biriminin (Görbiyes Dağı Birliği) yan yana geldiği topoğrafik olarak daha alçak kesimlerinde, sedimanter bir hamur içerisinde çoğun Paleozoyik yaşlı, değişik kaya türlerinden oluşan dilim ve

blokların yer aldığı yer yer Geç Kretase yaşlı metadiyabaz, metagabro türü kayalık bloklarını da kapsayan Kaotik seri gözlenir (Usta ve ark, 2013).

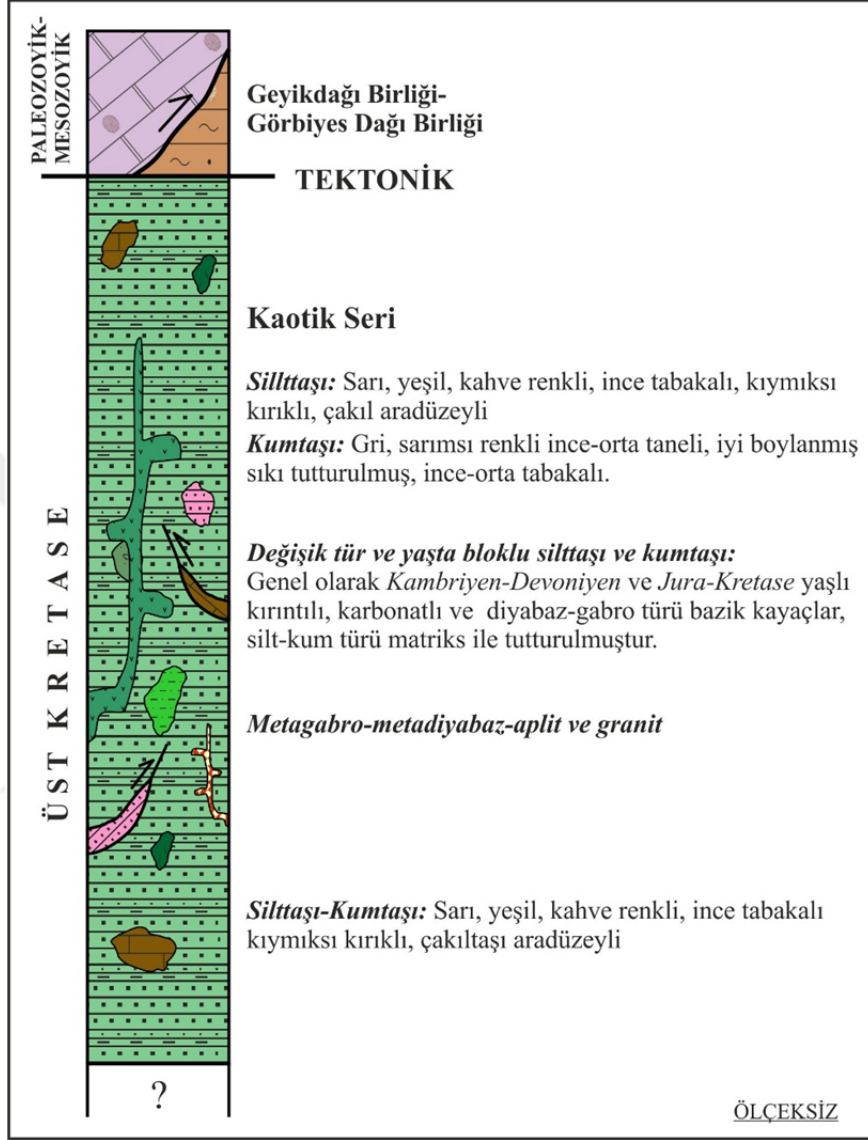


4.2. Stratigrafi

Bölgede ayırtman stratigrafi, yapı ve kayatürü özellikleri açısından, aralarında belirgin ayrımlar bulunan, birbirleriyle tektonik dokanaklı değişik tektono-stratigrafik birlikler gözlenir (Şekil 4.5). Bu tektono-stratigrafik birimler alttan üste doğru; Geç Kretase yaşlı Kaotik Seri; İnfakambriyen-Paleosen (?) yaşlı Görbiyes Dağı Birliği; İnfakambriyen-Geç Kretase yaşlı, başlıca şelf tipi karbonat ve kırıntılı kayaları kapsayan Geyikdağı Birliği olarak sıralanır. Tüm bu yapısal birimler Geç Kretase sırası veya sonrası gelişmiş olan bazik volkanizma tarafından kesilir (Usta ve ark, 2013).

4.2.1. Kaotik Seri (Kkao)

Usta ve ark. (2013) tarafından adlandırılan birim; silttaşı, kumtaşı, şeyl ve bunların içerisindeki kuvarsit, dolomit, kireçtaşı ve değişik türden bloklar ile bunları kesen dayk ve sillerden oluşur (Şekil 4.2). Birim; sarı, yeşil, kahve, kırmızı renkli, oldukça kıvrımlı ve kırıklı silttaşları ile başlar. Bu seviyelerde değişik yaşta silttaşı, kuvarsit ve metadiyabaz çakılları izlenir. Üstte; sarı, yeşil, kahve, sarımsı yeşil, tuğla renkli, yoğun demir içerikli, şeyl bantlı kuvarsit ve metakumtaşları gelir. Metakumtaşları; ince-orta taneli, kloritleşmiş-serizitleşmiş matris içinde başlıca ince kum tane boyunda orta boylanma ve kötü yuvarlaklaşma derecesine sahip kuvars mineralleri ile çok daha seyrek gözlenen plajiyoklaz mineralleri ve polikristalen kuvars minerallerinden oluşan bir mineralojik bileşime sahiptir. Bu düzeylerde boyu 1 cm ile 20 cm arasında değişen köşeli, yarı köşeli, yer yer az yuvarlanmış değişik türden çakıl ve bloklar; silt-kum matrisi içerisinde düzensiz bir yayılım gösterirler. Aşırı deformasyon izleri taşıyan birimde yer yer talklaşmalar gözlenir. Kaotik seri içerisinde çoğunlukla Erken Kambriyen yaşlı kuvarsit, Orta Kambriyen yaşlı dolomit, mermer, dolomitik kireçtaşı, Kambro-Ordovisiyen yaşlı silttaşı-metasilttaşı ve yumrulu kireçtaşı blokları ve dilimleri bulunur (Usta ve ark, 2013).



Şekil 4.2. Kaotik seriye ait genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Usta ve ark, 2013).

Birim oldukça kıvrımlı ve kırıklı olduğundan net bir kalınlık ölçümü yapılamamıştır. Ancak 300-500 metre arasında değişen kalınlık sunduğu söylenebilir. Kaotik seride bloklu düzeylerin yoğun olması nedeniyle yanal ve düşey değişim izlenememiştir.

Birim içerisinde değişik boyutlarda metabazit blokları ile birimi kesen metagabro dayk ve siller, konumu net olarak belirlenemeyen ancak aplit ve/veya blok olabileceği dűşünölen asidik kökenli granitler dikkati çeker (Őekil 4.3). Metagabrolar, alıŐma alanında yüzeyleyen Kaotik Serinin hemen her yüzeylemesinde görülür.



Şekil 4.3. Kaotik seri içerisindeki granitin arazideki genel görünümü

Kaotik Seri, Görbiyes Dağı birliği ve Geyikdağı birliği tarafından tektonik olarak üzerlenir (Şekil 4.4). Tektonizmanın oldukça etkin olduğu sığ denizel ortamda çökelen birim için Geç Kretase yaşı kabul edilmiştir (Usta ve ark, 2013).



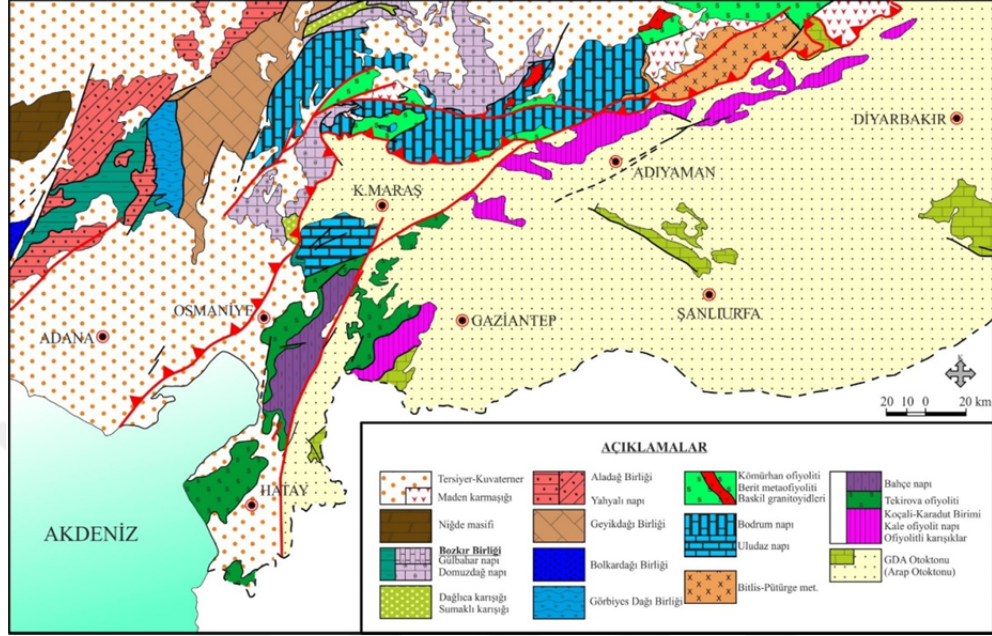
Şekil 4.4. Çaltepe formasyonu ile Kaotik Seri arasındaki bindirmeli tektonik dokanağın arazideki görünümü (Pınargözü bölgesi 720 galeri girişi)

4.2.2. Görbiyes Dağı Birliği

İnceleme alanında bulunan metamorfik kökenli kırıntılı ve karbonatlı kayalar Görbiyes Dağı Birliği (Özgül ve Kozlu, 2002) adı ile incelenmiştir. Alttan üste doğru Mansurlu birimi ve Kokarot biriminden oluşan (Usta ve ark, 2013) Görbiyes Dağı Birliği, Geyikdağı birliği tarafından bindirmeli tektonik dokanakla üzerlenmiştir.

4.2.3. Geyikdağı Birliği

Geyikdağı Birliği, adını Orta Toroslar'ın batı kesiminde yer alan Geyik dağından alır (Özgül, 1971, 1976). Doğu Toroslar'da Adana kuzeyinde Kozan, Feke, Saimbeyli, Tufanbeyli, Develi ve Pınarbaşı ilçeleri arasında geniş alanlar kaplayan Geyikdağı Birliği bu yörede Kambriyen'den Tersiyer'e kadar hemen bütün sistemleri temsil eden kaya birimlerini kapsayan, başlıca şelf tipi karbonat ve kırıntılı kayaları kapsar (Özgül ve ark, 1973; Özgül ve Kozlu, 2002; Bedi ve Usta, 2006).



Şekil 4.5. İnceleme alanındaki birimlerin tektono-stratigrafik haritası (Usta ve ark., 2015).

Kambriyen-Neojen aralığında çökelmiş kaya-stratigrafî birimlerini kapsayan Geyikdağı Birliği, Feke Dilimi ve Mansurlu Dilimi olmak üzere, birbirleriyle tektonik ilişkili iki tektonik dilimden oluştuğu ortaya konmuştur (Özgül ve Kozlu, 2002). İnceleme alanında, Geyikdağı Birliği (Özgül, 1976) olarak bilinen, Prekambriyen-Eosen zaman aralığında çökelmiş kaya birimleri Feke birimi olarak incelenmiştir (Şenel ve ark., 2002; Kop, 2003; Usta ve ark., 2004; Bedi ve Usta, 2006).

Özellikle çalışma alanında cevherli zonların bulunduğu hatlarda Zabuk formasyonu, İçmetepe formasyonu ve Kozan formasyonu gözlenmemektedir. Bu bölgelerde istif alttan üste doğru Kaotik Seri ile Geyikdağı birliğine ait Çaltepe formasyonu ve Seydişehir formasyonundan oluşur (Şekil 4.6).

MESOZOYİK	P A L E O Z O Y İ K		ÜST SİSTEM		FORMASYON	KALINLIK (m)	SİMGE	KAYATÜRÜ	LİTOLOJİ
	Kretase	Neo-Proterozoyik	Kambriyen	Ordovisiyen					
Üst	Kambriyen	İnfracambriyen	Alt	Alt	Seydişehir	1500	EOs		Silttaşı: Gri, yeşilimsi gri, sarı, kırmızı, kahve renkli, ince kumtaşı bandlı, 3-5 metre yumrulu kireçtaşı mercekli, üst seviyeleri cone in cone'lu, ince-çok ince tabakalı. Yumrulu kireçtaşı: Pembe renkli, silttaşı bandlı
			Orta	Üst					
Kaotik Seri	Kambriyen	İnfracambriyen	Zabuk	Çaltepe	700	275	Ez		Dolomit-Kireçtaşı: Çörtlü, keskin köşeli kırıklı, dolomitik kireçtaşı ara seviyeli, orta-kalın tabakalı. Yersel Uyumsuzluk
			İçmetepe	Eç					
Kkao	Kambriyen	İnfracambriyen	Kozan	İçmetepe	~1500	iEko		Kumtaşı: Gri, açık gri, yeşil, sarımsı ve kahve renkli, orta-kalın tabakalı Silttaşı: Sarı renkli, ince tabakalı Kiltaşı: Gri renkli, ince tabakalı, kıymıksı kırıklı	Çamurtaşı-silttaşı: Sarı, yeşil, kırmızı renkli, yer yer çakıllı, ince tabakalı, seyrek canlı izli Kireçtaşı-dolomit: Gri, pembe, bej renkli, stramatolitli, slamp yapılı, silttaşı bandlı, orta-kalın tabakalı.
									TEKTONİK Değişik tür ve yaşta blok ve dilimli metakumtaşı, metasilttaşı, metaşeyl ve yer yer bazik ve asidik kayaç dayk-sil ve/veya bloklu

Şekil 4.6. Çalışma alanının stratigrafik kesiti (Usta ve ark, 2013)

4.2.3.1. İçmetepe Formasyonu (Ei)

Başlıca kireçtaşı, silttaşı, kilttaşı, çamurtaşı, kuvarsit ve seyrek kumtaşlarından oluşan birim ilk defa Özgül ve Kozlu (2002) tarafından, Kozan formasyonu içerisinde üye mertebesinde incelenmiştir.

İçmetepe formasyonu bantlı kireçtaşı, silttaşı, kilttaşı, çamurtaşı, kumtaşı ve kuvarsitlerden oluşur. Kireçtaşları gri, açık/koyu gri, beyaz, sarımsı, pembemsi renkli, iri kristalli, çatlaklı, kalsit damarlı, yer yer spekülait ve limonit sıvımalı,

bantlı, stilolitli, ince silttaşı bantlı, orta-kalın tabakalıdır. Silttaşları genellikle yeşil, sarımsı yeşil, kahve renkli, mika pulcuklu, demir içerikli, ince-orta tabakalı, çamurtaşı ve karbonat çimentolu kumtaşı ara seviyelidir. Kilttaşları, genellikle gri, koyu gri renkli, kıymıksı kırıklı, ince tabakalıdır. Kireçtaşları arasında ince seviyeler halinde izlenir (Usta ve ark, 2013).

İçmetepe formasyonu inceleme alanında 700 metreden fazla kalınlık sunar. Yanal yönde fasiyes değişimi gözlenmez. İçmetepe formasyonu, Kozan formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir. Zabuk formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenir.

İnfrakambriyen-Erken Kambriyen yaşı kabul edilen birim sığ denizel ortamda çökelmiştir (Usta ve ark., 2013).

4.2.3.2. Zabuk formasyonu (Ez)

Doğu Toroslar'da Emirgazi formasyonu (Özgül ve diğ., 1973) olarak adlandırılan birim daha sonra Emirgazi gurubunun (Özgül ve Kozlu, 2002) içerisinde Koçyazı formasyonu olarak tanımlanmış, Doğu Toroslar'da benzer kayalardan oluşan birim için Zabuk formasyonu adlanması benimsenmiştir (Şenel ve ark, 2002, Usta ve ark, 2004; Kop, 2003; Bedi ve Usta, 2006).

Zabuk formasyonu, kuvarsit ve ince silttaşlarından oluşur. Kuvarsitler; genelde beyaz, sarı, sarımsı pembe, yeşil, mor renkli, orta-iri taneli iyi yuvarlaklaşmış, sıkı tutturulmuş, çapraz lamina ve tabakalanmalı, dalga kırışıklı (ripple mark), düzenli orta-kalın tabakalı, iyi boylanmış kuvars taneleri genelde silis çimento ile tutturulmuştur. Mor renkli kuvarsitler kuvars damarlı çoğun demir (spekülarit) içeriklidir. Silttaşları genelde yeşil renkli ince-çok ince tabakalıdır. Zabuk formasyonunun bazı seviyelerinde ise sarı, yeşil, beyaz renkli, genelde iyi yuvarlanmış, kaba taneli, sıkı tutturulmuş, silis çimentolu kuvars çakıllarından müteşekkil konglomeratik düzeyler dikkati çeker. 150-500 metre arasında değişen kalınlıklar sunan sığ plaj nitelikli birimin yaşı Erken Kambriyen olarak kabul edilmiştir (Usta ve ark, 2013).

4.2.3.3. Çaltepe formasyonu (Eç)

Kireçtaşı, dolomit ve dolomitik kireçtaşlarından oluşan birim Doğu Toroslar'da tanımlanan Değirmentaş kireçtaşına (Demirtaşlı, 1967; Özgül ve Kozlu, 2002) karşılık gelir. Dean ve Özgül (1979) tarafından Hadim-Seydişehir dolaylarında Çaltepe formasyonu olarak tanımlanmıştır.

Çaltepe formasyonu; dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kristalize kireçtaşlarından oluşur. Tabanda sarı, kahve renkli, iri kristalli, çatlaklı, kalsit dolgulu, çört yumrulu, yer yer ankeritik seviyeli, orta-kalın-masif tabakalı dolomitlerle başlar. 10 metre ile 25 metre kalınlık sunan bu dolomitlerin üzerine gri, beyaz, sarımsı pembe renkli, bol çatlaklı, kalsit dolgulu, düzensiz orta-kalın tabakalanmalı dolomitik kireçtaşları gelir. Çaltepe formasyonu daha çok beyaz, bej, pembe renkli, kalsit dolgulu, eklemli orta-kalın tabakalı, genelde masif mermer ve kireçtaşlarından oluşur (Şekil 4.7). Çaltepe formasyonu, en üstte sarı, pembe, yeşilimsi pembe renkli, kıvrımlı ve kırıklı, ince-orta tabakalı, 25 metre kalınlık sunan yumrulu kireçtaşları ile Seydişehir formasyonuna geçer.



Şekil 4.7. Orta kalın tabakalı gri kireçtaşları ve dolomitler (Çaltepe Formasyonu) (Horzum-Menteşe)

Çaltepe formasyonu tektonizmaya bağlı olarak 225-500 metre arasında kalınlık sunar. Dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşı arasında sıkça değişen yanal ve düşey geçişler izlenir.

Çaltepe formasyonu, Zabuk formasyonunu yersel uyumsuz olarak üzerler (Usta ve ark., 2013). Yer yer bu iki birim arasındaki dokanak oynamıştır. Seydişehir formasyonu ile uyumlu ve geçişli olup bu ilişki yer yer devriktir.

İnceleme alanında birime yaş verebilecek herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır. Stratigrafik konumu itibariyle Geç Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı Seydişehir formasyonu ile uyumlu ve geçişli olması, Toroslar'da yüzeyleyen Çaltepe formasyonu ile benzer özellikler sunması da dikkate alındığında birimin yaşının Orta Kambriyen olduğu söylenmektedir (Usta ve ark, 2013).

Yoğun olarak karbonatlardan oluşan birim genelde kıyıya yakın sıcak ve duraylı şelf ortamını karakterize eder. Ancak üst seviyelerde bulunan silttaşı arabantlı yumrulu kireçtaşları ortamın duraysız ve sığ olduğunu gösterir.

4.2.3.4. Seydişehir formasyonu (EOs)

Yumrulu kireçtaşı, kumtaşı, şeyl, silttaşı ardalanmasından oluşan birim adını Seydişehir dolaylarından alır (Blumenthal, 1947, Dean ve Monod, 1970). Doğu Toroslar'da Armutludere formasyonu (Demirtaşlı, 1967; Özgül ve ark., 1973; Özgül ve Kozlu, 2002) olarak bilinen birim daha sonraki çalışmalarda Seydişehir formasyonu (Usta ve ark., 2004; Bedi ve Usta, 2006) olarak yeniden adlandırılmıştır.

Seydişehir formasyonu; yumrulu kireçtaşı, şeyl, silttaşı, kumtaşı ve seyrek kuvarsitlerden oluşur. Seydişehir formasyonunun tabanında yer alan yumrulu kireçtaşlarının benzerleri, birimin ara seviyelerinde de merccek şeklinde gözlenir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Seydişehir formasyonundaki şeyllerin arazideki görünümü.

275 m ile 1000 m arasında kalınlık sunan (Usta ve ark, 2013) birimin tabanında bulunan yumrulu kireçtaşları yanıl ve düşey yönde, şeyl-silttaşı ardalanmasına geçer. Seydişehir formasyonu, Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe formasyonu ile uyumlu ve geçişlidir (Şekil 4.9).



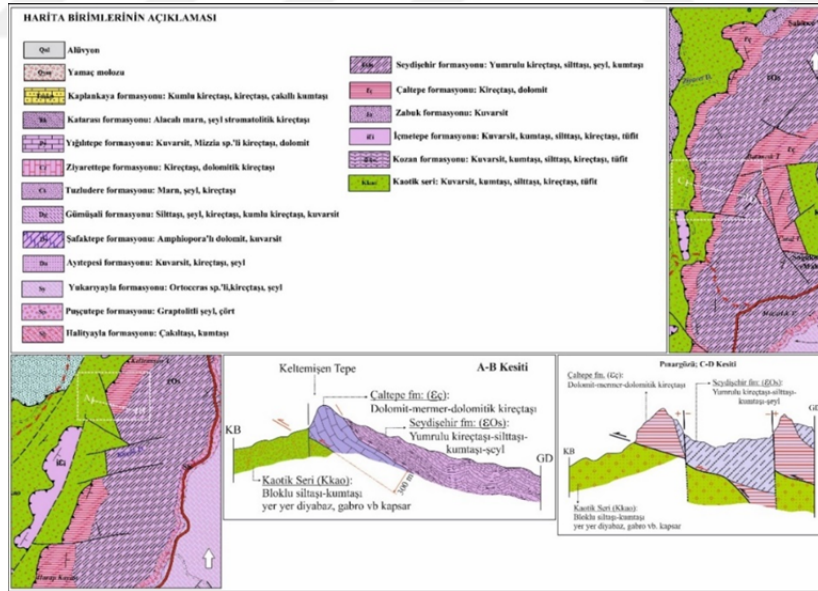
Şekil 4.9. Seydişehir ile Çaltepe formasyonunun kntağının arazideki görünümü.

Doğu Toroslar'da birime Geç Kambriyen-Ordovisiyen yaşı verilmiştir (Usta ve ark., 2004; Bedi ve Usta, 2006).

4.3. Yapısal Jeoloji ve Tektonik

İnceleme alanındaki farklı allohton konumlu yapısal kaya birimleri ile örtü birimleri, Geç Kretase, Lütesiyen sonu ve Geç Miyosen sonrasında sıkışmalı tektonik rejimin etkisinde kalmıştır. Gelişen bu tektonik olaylar sonucu tüm Toros kuşağında olduğu gibi Doğu Toroslar'ın batı bölümünde de naplı yapılar meydana gelmiştir. İnceleme alanındaki kaya birimleri Erken Kimmerid, Orta ve Geç Alpin orojenezlerinden yoğun bir şekilde etkilenmişlerdir (Usta ve ark., 2013).

İnceleme alanında erken Paleozoyik yaşlı çökel kayaların varlığı belirlenmiştir. Bunlar; siltaşı aradüzeyleli kuvarsitlerden oluşan Erken Kambriyen yaşlı Zabuk formasyonu; dolomit, mermer ve dolomitik kireçtaşıdan oluşan Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe formasyonu; yumru kireçtaşı, siltaşı, kumtaşı ve şeyllerden oluşan Geç Kambriyen-Erken Ordovisiyen yaşlı Seydişehir formasyonu ile temsil edilir. Bu temel kayalar, bölgenin genelinde Kaotik seri olarak bilinen karmaşık yapıdaki çökel kayaları bindirmeli tektonik dokanakla üzerlemiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Harap kayası mevki ile Pınargözü mahallesinin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası ve genelleştirilmiş stratigrafik enine kesiti (ölçeksiz).

Bölge, tektono-stratigrafik yapısı itibariyle Toroslar'ın en karmaşık yapıya sahip alanlarından biridir. İnceleme alanı ve çevresinde etkin olan, kabaca D-B ve/veya KB-GD yönlü sıkışma hareketleriyle, birimler bölgesel ölçekte birbirleriyle bindirmeli tektonik hatlar kazanmış (naplar oluşmuş), ayrıca kendi içinde de önemli ölçüde kıvrımlanmış, ekaylanmış ve devrik yapılar da gelişmiştir (Usta ve ark., 2013). Sıkışmalı tektonik hareketler neticesinde kıvrımlanan Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe formasyonunun karbonatlarında da yırtılma fayları ve eğim atımlı fayların yoğun olarak meydana geldiği görülmüştür.

Horzum, Pınargözü ve Akkaya mineralizasyonu, muhtemelen üçüncü derece orojenez (dağ oluşumu) ile ilgili fay ve makaslama zonları içerisinde barınmaktadır. Mesozoyik yaşlı karbonatlı kayalarda KB doğrultulu bindirme fayları ve kıvrımlanmalar Ecemiş Fay Zonunun iki yakasında da gözlenmektedir (Jaffey, 2001). Geç Eosen yaşlı K-G doğrultulu bindirme fayı da Toros dağlarını etkileyen bölgesel çarpışma deformasyonunun bir parçasıdır. Bu yapısalardaki tektonik açılma Mesozoyik dönemde başlayıp Geç Eosen döneminde kapanmıştır (Şengör, 1981; Moix, 2008). Horzum, Pınargözü ve Akkaya karbonatlı kayalarının tabanında görülen doğu-batı doğrultulu ve +/-30° G-GD ile G-GB yönlü eğimli bindirme fayı, K-KD, G-GB eğimli Geç Eosen yaşlı bindirme fayıyla benzer olduğu gözlenmiştir. Kapalı kompleks bir yapıya sahip olan 30° güneye eğimli bu bindirme fayı 50° den dik makaslama zonlarını belirlemektedir. Bu yapısalarda, Ecemiş fayı içerisinde Geç Oligosen-Orta Miyosen yaşlı KB-GD yönlü basınçlar ile daha fazla gelişmiştir (Jaffey, 2001).

Pınargözü mahallesinde, yeraltında gözlenen makaslama zonları, Ecemiş Fay Zonu boyunca ölçülen Geç Oligosen–Erken Miyosen yaşlı ters faylar ile uyumluluk göstermektedir (Jaffey, 2001).

Arazide ölçülen 219 / 45° ve 004 / 80°'lik bu iki majör makaslama doğrultusu, Geç Kretase döneminde mevcut K-KD, G-GB yönlü bölgesel basınç-sıkışma rejimi ile oluşmuştur (Jaffey, 2001). K-GD yönlü bindirme boyunca kademeli sıkışma ve gevşemeler ile makaslama düzlemi, Horzum ve Pınargözü

mahallesinde yapılan yeraltı gözlemlerine dayanılarak, mineralizasyonlu hidrotermal akışkanlar, ortalama 30° - 40°G (+/-30°) eğimli makaslama / bindirme zonlarına nüfuz ederek, düşük dereceli mineralizasyon düzlemini şekillendirmiştir. Yüksek dereceli mineralizasyonlar ise bindirme fayları / makaslama zonlarını dik kesen faylar ve makaslamalar ile oluşmuştur. Bunlar; Çinko ve Kurşun taşıyan karbonat ornatımlı akışkanlar, makaslama ile fay veya fay – fay kesişim noktalarında, hassas kimyasal hareketlerle kireçtaşlarını düzgün şekilde ezerek geçirgen silindirik şekilde zonlar oluşturmuştur ve bu öbekler kanallara (makaslama zonları veya fay veya bindirme fayının altında yatan eksen planı ile oluşan kanallar) bağlıdır.

Yüzeyde yapılan ölçümler göstermektedir ki; Pınargözü mahallesindeki birimler genellikle KD-GB doğrultulu ve G-GD'ya eğimli olup, bölgesel çerçevede bakıldığında ise bölgedeki kayastratigrafi birimleri kabaca K-G yönlü uzanım sunarlar.

Yeraltında yapılan yapısal harita esnasında düşük dereceli mineralizasyonların genellikle 138/ 45°-69° yönlü olduğu gözlenmiştir. Yüksek dereceli cevher kütlelerinin ise düşük dereceli bu kanalların kesişimleri ile D-B yönlü ve 43° güneyden 78°kuzeye eğimli makaslama düzlemleri boyunca ve dik D-KD yönlü makaslama zonları ile oluşmuştur. 184 / 43° eğimli ve 004 / 78° eğimli makaslamalar K-GD yönlü basınçlı deformasyon rejiminin altında gelişmiş, birleşik makaslama sistemini temsil etmektedir. Mineralizasyonlarda da görüldüğü üzere, neredeyse bütün makaslama doğrultuları geç tektonik olarak tanımlanabileceğini gösteriyor. Ayrıca mineralizasyon; önceden var olan faylar, mineralizasyonlu fay kanalları ve makaslama zonları ile taşınmıştır.

Birincil sülfüdlü cevher damarları yöredeki kıvrımlanma hareketinden geç, çekim fayları ve doğrultu atımlı faylardan daha erken oluşumludur (Temur, 1986).

4.4. Petrografi

Çalışma alanında cevherleşmeler Çaltepe formasyonu içerisinde bulunan rekristalize kireçtaşlarında bulunur.

Çaltepe formasyonunda bulunan karbonatlar 4 birime ayrılmaktadır. Bunlar; üstte açık gri kireçtaşları, orta kesimlerde rekristalize (mermer) kireçtaşları, alt kesimlerinde koyu gri kireçtaşları bulunur. Kireçtaşının tabanında dolomitik kireçtaşları ve dolomit bulunur.

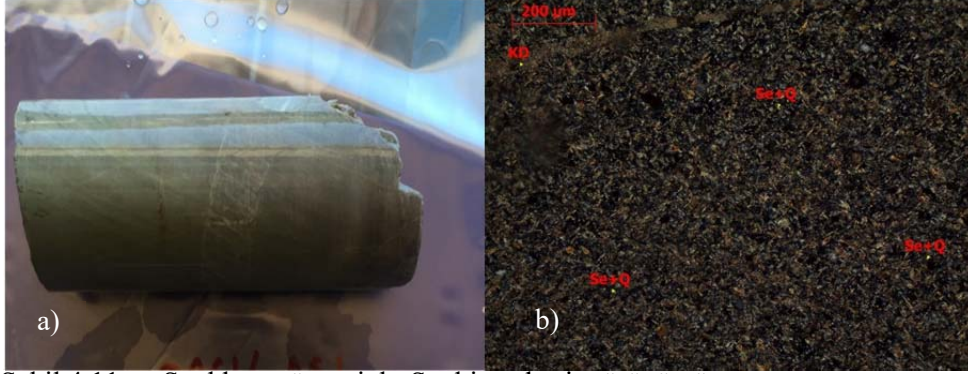
Seydişehir formasyonu; şeyl, yumrulu kireçtaşı ve kumtaşı-silttaşı ardalanmasından oluşur.

Kaotik birim; silttaşı, kumtaşı, şeyl ve bunların içerisindeki kuvarsit, dolomit, kireçtaşı ve değişik türden kayaçlar ile bunları kesen dayk ve sillerden oluşan birim tektonik melanj niteliğindedir.

Çalışma alanında formasyonları temsil eden numuneler ile cevherleşmelerle ilişkili olan karbonat kayaçlardan alınan örneklerin mineralojik ve petrografik özelliklerini belirlemek amacıyla ince kesit hazırlanmış ve polarizan mikroskopta incelenmiştir.

4.4.1. Şeyl (Seydişehir Formasyonu)

Bölgede genellikle yeşil renkli, belli yönlerde yönelme gösteren düşük metamorfizmaya uğramış, kırılğan şist ile kahverengi renkli, yeşil taze kırık yüzeye sahip, orta-kalın tabakalı, orta sertlikte, asitle az oranda tepkime veren şeyl gözlemlenmiştir. Çok ince taneli örnekte ana bileşeni çok küçük taneler halinde serizit ve kuvars oluşturmaktadır. Ayrıca daha az oranlarda da kalsit, klorit, illit, demir oksit ağırlıklı opak mineraller ve feldispat gözlenmiştir. Ana bileşeni oluşturan çok ufak taneli serizit ve kuvars karışımı (Se+Q) mineralleşmeler, serizitler ince çubukçuklar halinde canlı renklerde, kuvarslar ise gri-koyu gri tonlarında görülmektedir. (Şekil 4.11 a-b).

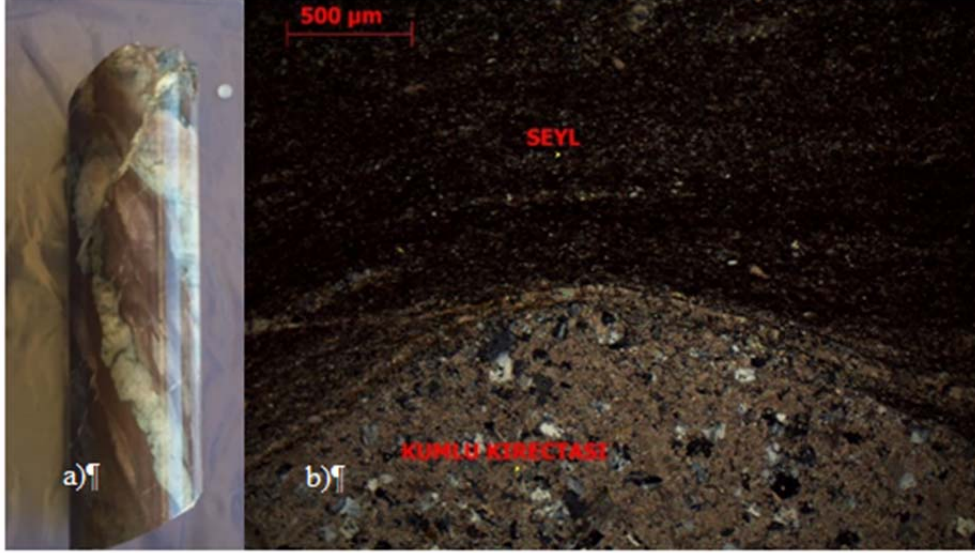


Şekil 4.11. a: Şeyl karot örneği. b: Şeyl ince kesit görünümü

4.4.2. Alacalı Kireçtaşı (Seydişehir Formasyonu)

Seydişehir formasyonunda bulunan Alacalı kireçtaşları Çaltape ile Seydişehir formasyonunun dokanaklarında, şeyllerin içerisine Çaltape formasyonunun karbonat parçalarını alarak oluşmuştur.

Örneğe ait ince kesitinde hematitle kırmızıya boyanmış ince taneli şeylden oluşan kesimlerle kumlu kireçtaşından oluşan kesimler ardalanmalı olarak bulunmaktadır. Şeylli kesimler ince taneli bir tabakalanma göstermektedir ve çok ufak taneli kalsit, kuvars, serizit klorit ve çok az feldispat içermektedir. Şeyl çok küçük taneli hematit kalıntıları içeren demir oksit boyanmalarına maruz kaldığından kırmızımsı renkte görülmektedir. Kireçtaşı kesiminde ise ana bileşen mikrokristalen kalsit kristalleridir. Karbonatlar bünyesinde kum boyutunda kuvars, feldispat ve serizit-muskovit mineralleri saçılı halde bulunmaktadır. Parlak kesitlerinde ise çok ufak taneli hematit kalıntıları ana cevher mineralini oluşturmaktadır. Hematitler çok ufak kalıntılar içeren kırmızı boyanmalar halinde de gözlenmektedir. Örneğin parlatmasında eser miktarlarda çok ufak taneli galenit, sfalerit ve rutil mineralleri saptanmıştır. Üstte demir oksitleriyle boyanmış ince taneli tabakalı şeyl, alttaki kumlu kireçtaşıyla ardalanmalar oluşturmaktadır (Şekil 4.12 a-b).

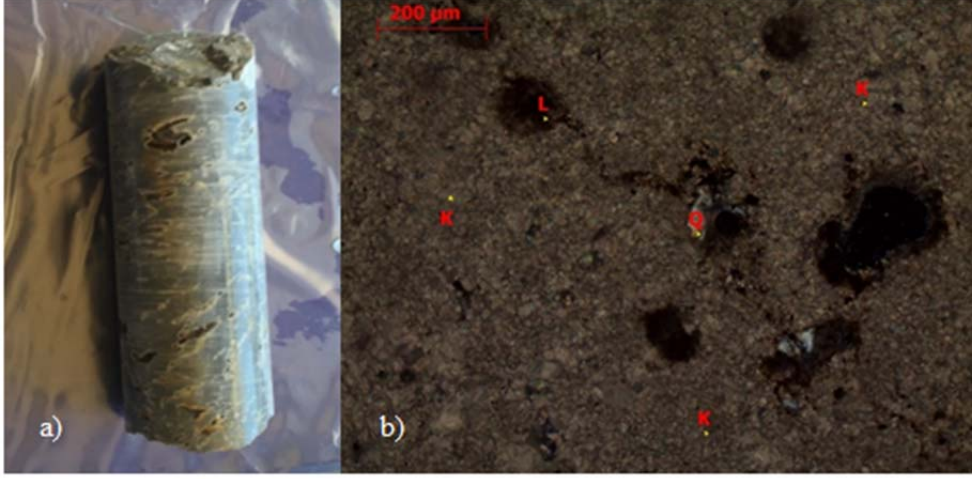


Şekil4.12. a: Alacalı Kireçtaşı karot örneği. b: Alacalı Kireçtaşı ince kesit görünümü

4.4.3. Gri-Masif Kireçtaşı (Çaltepe Formasyonu)

Genellikle orta sertlikte olup orta-kalın tabakalıdır. Tabaka eğim duruşları 100-130 / 45° - 68° aralığında ölçülmüştür.

Örnekte ana bileşeni tane boyutları 0.01-0.03 mm. arasında değişebilen rekristalize kalsit kristalleri oluşturmaktadır. Kayacın oldukça bol olan çatlak ve boşluklarına yerleşmiş kalsitlerin tane boyutları biraz daha iridir ve 0.05-0.1 mm. arasında değişebilmektedir. Örnekte çok az miktarda da kuvars tanecikleri ile ufak taneli limonit mineralleri ve boyanmaları gözlenmiştir. Ana bileşeni oluşturan kalsit (K) kristalleri, kayacın çok az miktarlarda gözlenen gri kuvars (Q) tanecikleri ve koyu renkli limonit (L) mineralleri ve boyanmaları gözlenmiştir (Şekil 4.13a-b).

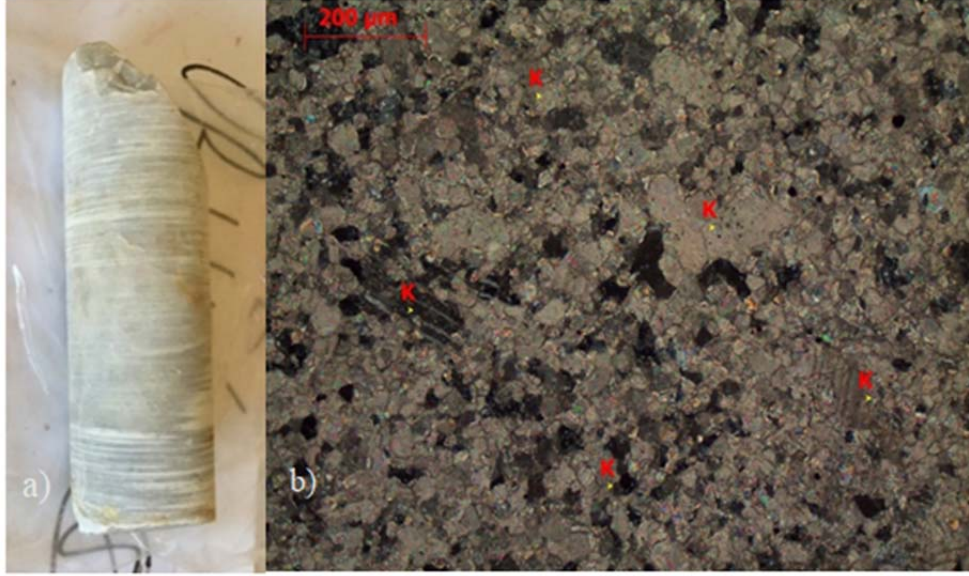


Şekil 4.23. a: Gri- Masif kireçtaşı karot örneği. b: Gri- Masif kireçtaşı ince kesit görünümü

4.4.4. Açık Gri Kireçtaşı (Çaltepe Formasyonu)

Çalışma sahasının güney kesimlerinde cevherleşmeleri barındıran açık gri kireçtaşı K135-150 / 45°-65° konumludur.

Örnekte ana bileşeni tane boyutları 0.02-0.2 mm. arasında değişebilen rekristalize kalsit kristalleri oluşturmaktadır. Kalsit kristallerinin bir kısmı basınç ikizlenmeleri göstermektedir. Kayacın çatlak ve boşluklarına yerleşmiş kalsitlerin tane boyutları biraz daha iridir. Örnekte çok az miktarda da kuvars tanecikleri gözlenmiştir. Ana bileşeni oluşturan kalsit (K) kristallerinin bazıları polisentetik basınç ikizlenmeleri göstermektedir (Şekil 4.14a-b).



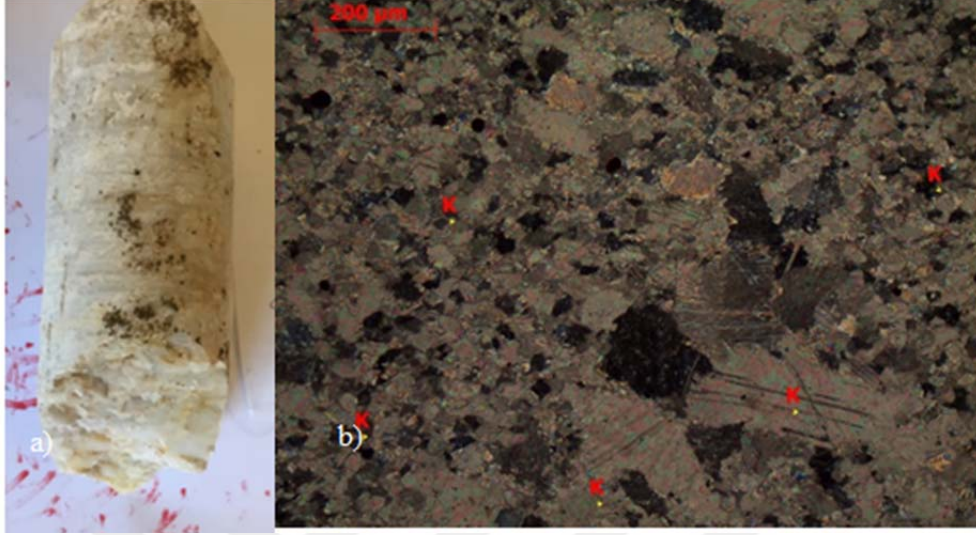
Şekil 4.14. a: Açık gri kireçtaşı karot örneği. b: Açık gri kireçtaşı ince kesit görünümü

4.4.5. Rekristalize Kireçtaşı (Çaltepe Formasyonu)

Kalınlıkları 5-50m arasında değişen, cevherleşmenin büyük kısmını barındıran rekristalize kireçtaşları 135°-155° / 35°-55° konumdadır. Tabanında ve tavanında gri kireçtaşı bulunan alterasyon ürünüdür.

Örnekte ana bileşeni tane boyutları 0.02-0.5 mm. arasında değişebilen rekristalize kalsit kristalleri oluşturmaktadır. Kalsit kristallerinin önemli bir kısmı basınç ikizlenmeleri göstermektedir. Kayacın çatlak ve boşluklarına yerleşmiş kalsitlerin tane boyutları biraz daha iridir. Örnekte çok az miktarda da kuvars tanecikleri ve opak mineraller gözlenmiştir. Ana bileşeni oluşturan kalsit (K) kristallerinin bazıları polisentetik basınç ikizlenmeleri göstermektedir (Şekil 4.15 a-b).

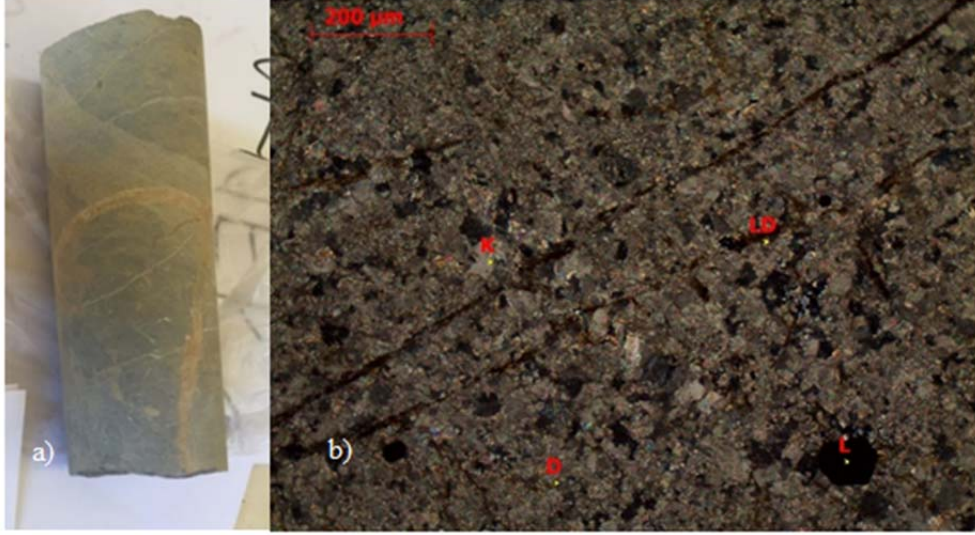
Bu kayaç karot örnekleri içerisinde mermere en yakın özellikler gösteren bir rekristalize kireçtaşıdır.



Şekil 4.15. a: Rekristize kireçtaşı karot örneği. b: Rekristize kireçtaşı ince kesit görünümü

4.4.6. Dolomit (Çaltepe Formasyonu)

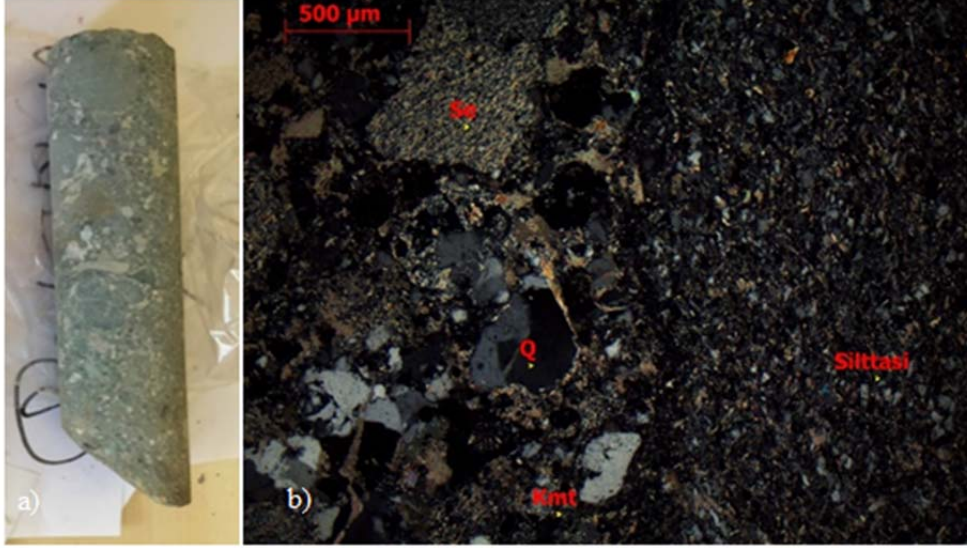
Dolomitik kireçtaşı ve dolomitler Çaltepe formasyonunun tabanı kesimlerinde bulunurlar ve cevher barındırmazlar. Yapılan petrografik analiz sonucunda ana bileşeni tane boyutları 0.005-0.1 mm. arasında değişebilen bol miktardaki dolomit ve az miktardaki kalsit kristalleri oluşturmaktadır. Bu karbonatlı minerallerden dolomitler genellikle daha ufak taneli, çatlak ve boşluk dolgusu halindeki kalsitler ise biraz daha iri taneli olarak gözlenmektedirler. Örnekte çok az miktarda da kuvars tanecikleri ile ufak taneli limonit mineralleri kalıntıları içeren damarcıklar izlenmiştir. Bazı limonitlerin pirit pseudomorfaları halinde bulunduğu saptanmıştır. Ana bileşeni oluşturan ufak taneli dolomit (D) kristalleri, daha iri taneli boşluk dolgusu kalsitler (K), kayaçta ince damarcıklar halinde bulunan limonitler (LD) ve pirit pseudomorfı olarak bulunan özşekli bir limonit (L) (Şekil 4.16 a-b).



Şekil 4.16. a: Dolomit kireçtaşı karot örneği. b: Dolomit kireçtaşı ince kesit görünümü

4.4.7. Konglomera (Kaotik Seri)

Birim genellikle çakıl daha az oranda da kum boyutunda olan bol miktardaki kayaç, daha az miktardaki mineral ve volkan camı parçaları genellikle kontak olarak birbirine kenetlenmiştir. Kayacı oluşturan bileşenler kısmen yuvarlak kısmen de yarı köşeli parçalardan oluşmaktadır. Örnekteki en yaygın bileşen olan kayaç parçaları, şeyl, kalsitli dolomit, kireçtaşı, kumtaşı, silttaşı, çört gibi sedimanter kayalardan, daha az oranda da bazik volkanik ve damar kayacı niteliğindeki kayalardan oluşmaktadır. Mineral parçaları olarak bol miktarda mono ve polikristalin kuvarslar, daha az miktarlarda da dolomit-kalsit, klorit, feldispat ve mika mineralleri saptanmıştır. Kayaçta gözlenen volkanik cam parçalarının bazılarında kloritleşmeler ve silisleşmeler izlenmiştir. Konglomerayı oluşturan parçalardan bazı örnekler, iri bir silttaşı, daha ufak boyutlu şeyl (Se) ve kumtaşı (Kmt) parçaları ve aralarda mono ve polikristalin kuvars (Q) mineralleri (Şekil 4.17 a-b).



Şekil 4.17. a: Konglomera karot örneği. b: Konglomera ince kesit görünümü

4.5. Alterasyonlar

Çalışma sahasında gözlenen alterasyonlar, hakim olarak rekristalizasyon, mangan içerikli kalsit damarları ve az oranda silişleşmedir.

4.5.1. Rekristalizasyon

Çaltepe formasyonu içerisindeki açık gri kireçtaşı (Rekristalize kireçtaşı) çalışma sahasında oldukça geniş alanlarda yüzeylemektedir. Lokal ve bölgesel haritalardaki stratigrafi ile uyumluluk göstermektedir. Rekristalize kireçtaşları ile mineralizasyon arasında oldukça iyi bir korelasyon vardır. Sahadaki cevherleşmeler rekristalize kireçtaşlarında bulunmaktadır.

Rekristalizasyon en iyi karbonat alterasyonu olarak çalışma sahasında gözlemlenmektedir. Mermerleşme ve açık gri kireçtaşı çok açık bir şekilde gri kireçtaşının rekristalizasyonu ile oluşmuş olup cevherden uzaklaştıkça bir hale şeklinde açıktan koyuya doğru renk değişimi sunmaktadır (Şekil 4.18-19). Bu değişim cevherleşme için iyi bir klavuz niteliğindedir. Bununla birlikte mermer ve açık gri kireçtaşlarını boş bir intrüziften beslenen yüksek ısılı akışkanların

oluşturduğu, bu kanalların daha sonra cevher taşıyan sıvılar tarafından kullanılmıŐ olabileceği sÖylenbilir. Rekristalize kireçtaşları anomalilerin belirlenmesi için bir kaynak olabilir, fakat cevher takibi için kesin bir kılavuz değildir.



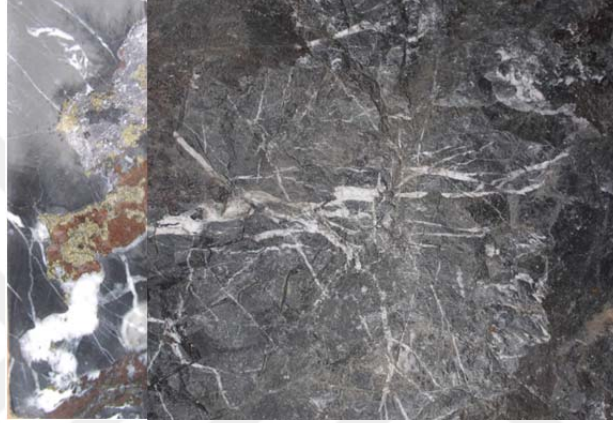
Şekil 4.18. Koyu gri kireçtaşının içinde rekristalize kireçtaşının görünümü



Şekil 4.19. Rekristalize kireçtaşının koyu gri kireçtaşına geçişinin karot görünümü

4.5.2. Kalsit Damarları

Bölge genelinde kalsit damarları mineralizasyon ile birlikte bulunabildiği gibi mineralizasyon içermeyen kalsit damarları da oldukça yaygın olarak bulunmaktadır. Damarlar tipik olarak 1mm-10cm aralığında genişliğe sahip ve gri kireçtaşlar ile breşik zonları keserek yerleşmiştir. (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Mineralizasyon ile eş zamanlı gelişen kalsit damarları

Erken ve mineralizasyon ile eş zamanlı oluşan kalsit damarları, mangan içeren kalsit damarlarıdır. Bu kalsit damar ve damarcıkları ultra viyole (UV) floresan ışık altında kırmızı renk vermektedir. Kritik seviyede mangan içeren kalsit damarlarının verdiği bu kırmızı renkli damarlar ancak manganca zengin akışkanların yukarı yönlü hareketi ile oluşabilir. Bu tip kalsit damarları Ornatım Tip yataklarda (CRD) karakteristiktir (Megaw, 2015) (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Mineralizasyon ile eş zamanlı gelişen manganca zengin kalsit damarlarının ultraviyole ışık altında görünüşü

4.5.3. Silisleşme

Silisleşmiş kireçtaşları, kuvars kristallerinin ornatımı ile gerçekleşmiş olup herhangi bir metal veya demir içermemektedir. Hacimsel olarak önem arz etmemekle beraber mineralizasyon ile bir ilişkisi de saptanamamıştır.

4.6. Maden Jeolojisi ve Mineralojisi

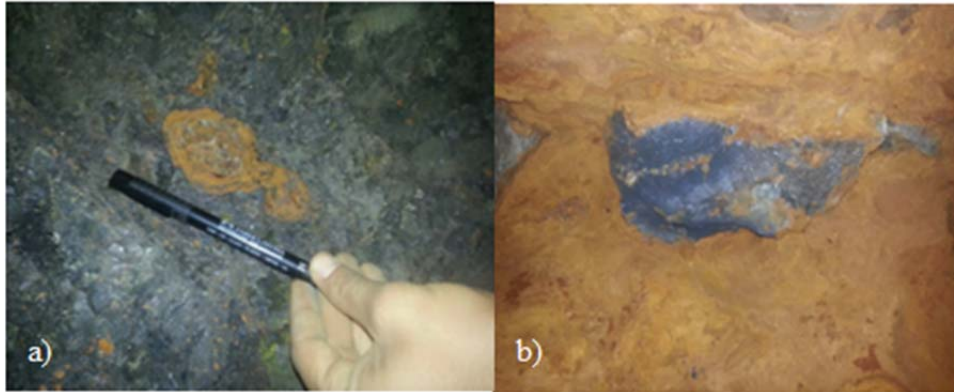
Bölgedeki cevherleşmeler Horzum-Akkaya arasında K-G hattı boyunca yaklaşık 20 km'lik alanda Horzum ve Pınargözü bölgelerinde görülmektedir. Çalışma alanında cevherleşmeler Çaltepe formasyonuna ait açık renkli kireçtaşları içerisinde strato-bound özellikte bulunmaktadır.

Cevherleşmenin genel duruşu KD-GB doğrultulu ve GD'ye eğimlidir. Cevherleşmede birincil sülfürlü mineralleri; sfalerit, galenit, pirit ve çok az miktarda kalkopiritir. Oksitlenmiş cevher zonunda; simitsonit, hidrozinkit, götit, limonit, az miktarda serüzit mineralleri gelişmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Horzum-Pınargözü cevherleşmesinde görülen sfalerit, galenit, simitsonit ve limonit

İlksel sülfürlü cevherleşme çoğunlukla yerinde oksidasyona uğramıştır. Oksitlenme sonrası karbonatlı cevher içerisinde korunmuş sfaleritler ve masif sfalerit cevherleşmesi içerisinde lokal çinko karbonat cevherleri gözlenmektedir (Şekil 4.23a-b).



Şekil 4.23. a. Masif sfalerit cevherleşmesi içerisinde lokal çinko karbonat cevherleri b. Karbonatlı cevher içerisinde korunmuş sfaleritler

Toroslar'da Alt Eosen'den daha genç magmatik faaliyetlerin bulunmaması (Özgül, 1984), cevherleşmenin kıvrımlanma hareketlerinden daha genç olması, cevher oluşumu sırasında ve daha sonraki oluşum evrelerinde sıkışma kuvvetlerinin etkin olması gibi özellikler yöredeki birincil mineralizasyonun Paleosen-Alt Eosen zaman aralığında oluştuğunu gösteren veriler olarak sayılabilir. Yöredeki birincil sülfürlü cevherlerin gömülü bir granitik sokulundan doğrudan veya dolaylı olarak beslenen cevherli çözeltilerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Birincil cevher oluşumunun olası yaşı Paleosen-Alt Eosen'dir. Karbonatlı cevher oluşumları ise, birincil cevherlerin Miyosen sonrasındaki oksidasyon zonu zenginleşmelerine bağlanmaktadır (Temur 1986).

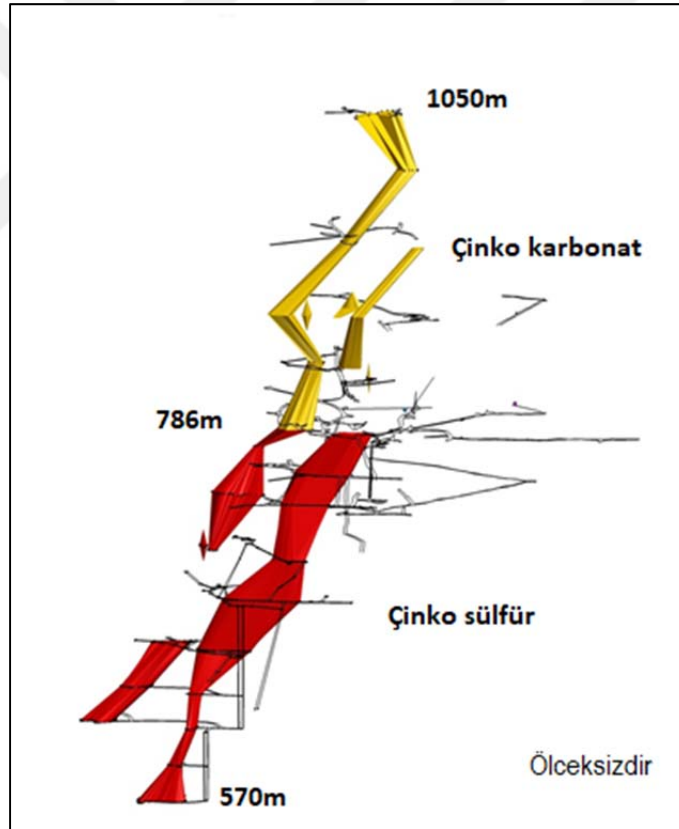
4.6.1. Horzum Yaylası Pb-Zn Cevherleşmesi

Horzum sahasında üretim çalışmaları 1970 yılında Adana madencilik A.Ş. tarafından başlatılmıştır. Bölgede güneyden kuzeye doğru tespit edilen cevherleşmeler; Suluhan, Horzum ocaklar (Keben, Memişler, Arap ocaklar, Kartal Bölgesi, Ana ocaklar bölgesi, Yaslankaya) ve Harap kayası bölgesidir. Çalışma alanı içerisinde cevherleşme genel olarak K20°D yönünde açık gri kireçtaşları içerisinde 9 km boyunca kesintili olarak devamlılık göstermektedir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Memişler, Arap ocakları, Kartal ocakları ve Ana ocaklar (Bahçeli galerisi) bölgelerine ait genel görünüm

Horzum bölgesindeki cevherleşmeler iki şekilde gözlenmektedir. Bunların birincisi Seydişehir-Çaltepe formasyonlarının dokanaklarında ve tabakaya uyumlu cevherlerdir. Bu oluşumlar ana cevher hattına göre nispeten daha küçük cevherleşmelerdir. İkinci tip cevherleşmeler ise genel olarak bölgede hakim ana yapısal hat olan K-G doğrultulu ana fayları kesen D-B ve KB-GD doğrultulu fayların kesişim bölgelerinde, huni şekilli geometriye sahip mercekler şeklinde gelişmiştir. Bölgede tespit edilmiş en büyük cevher zonu; 1050 m kotundan (yüzeyden) karbonatlı olarak başlar ve 786 m kotundan sonra 570 m kotuna kadar sülfürlü olarak devamlılık gösterir ve tektonik dokanakta sonlanır. Cevher zonu 550 m uzunluğunda ve yaklaşık 800 bin ton civarındadır (Şekil 4.25).

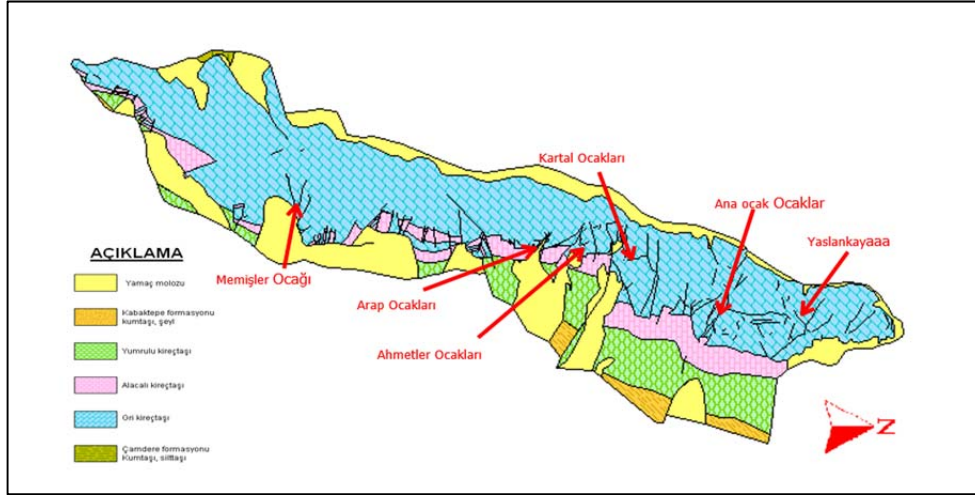


Şekil 4.25. Horzum ana ocaklar bölgesi üretimini tamamlanan ana cevher zonu (çinko karbonat ve çinko sülfür)

Cevherleşmeyi barındıran Çaltepe formasyonundaki gri kreçtaşları orta-kalın tabakalı 100-110 / 68° konumludur (Şekil 4.26-4.27).



Şekil 4.26. Çaltepe formasyonundaki orta-kalın tabakalı gri kreçtaşları



Şekil 4.27. Horzum sahası 1/2000 ölçekli jeoloji haritası ve cevherli bölgeler

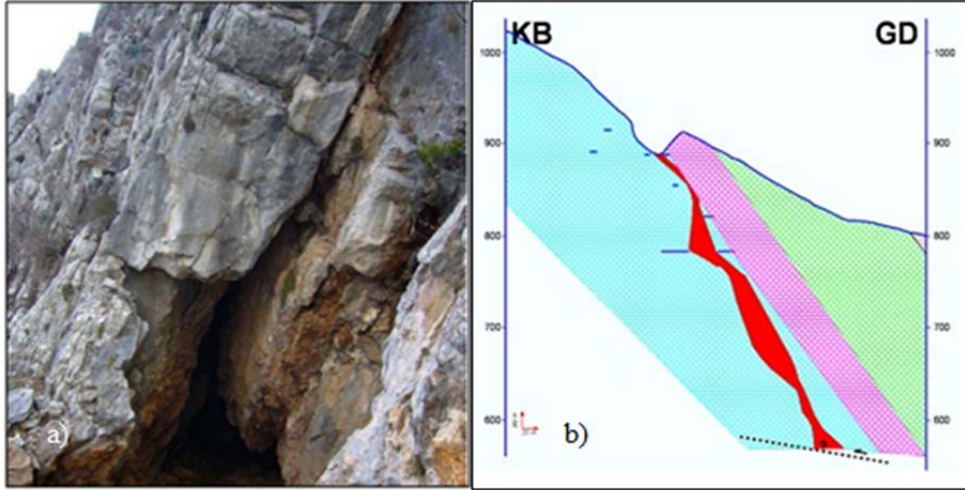
Cevherleşmeler genel olarak 130-160 / 55°-68° konumludur. Horzum bölgesi Pb-Zn yatakları oksitli-karbonatlı ve sülfürlü mineraller içermektedir. Birincil sülfürlü cevherleşmeler yüzeye yakın zonlarda cevher kütlesinin tamamen

oksidlenerek simitsonite ve az miktarda hidrozinkite dönüştüğü gözlenmiştir (Şekil 4.28a-b-c).

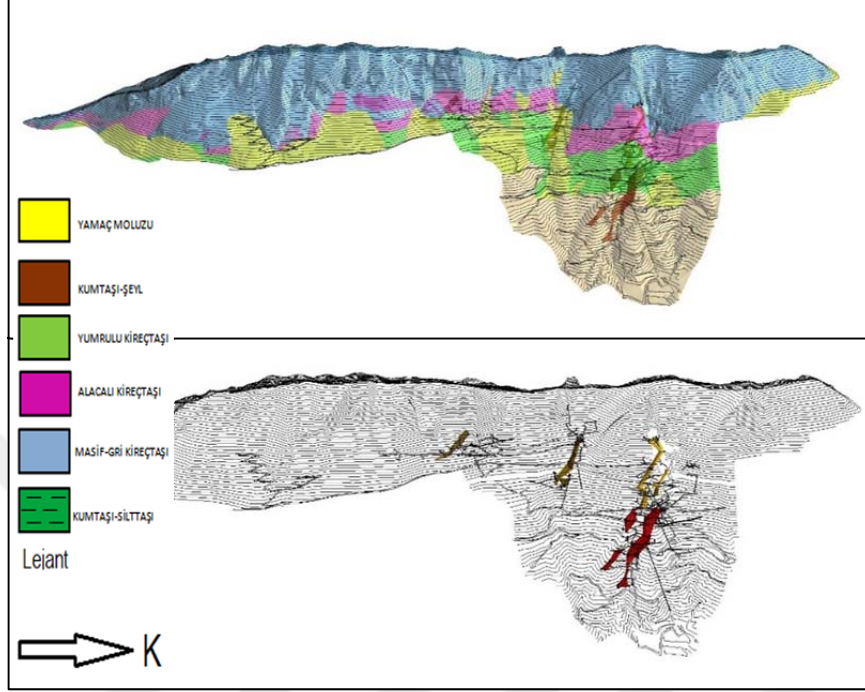


Şekil 4.28. Yüzye gözlenen cevherleşmeler; a-jasperoid damarları, b- hidrozinkit damarları ve c- masif karbonatlı cevherler.

Sahada yapılan arazi çalışmalarında cevherleşmenin, açık gri kireçtaşlarında ve açık gri-alacalı kireçtaşı dokanağında olduğu görülmüştür (Şekil 4.29-30)



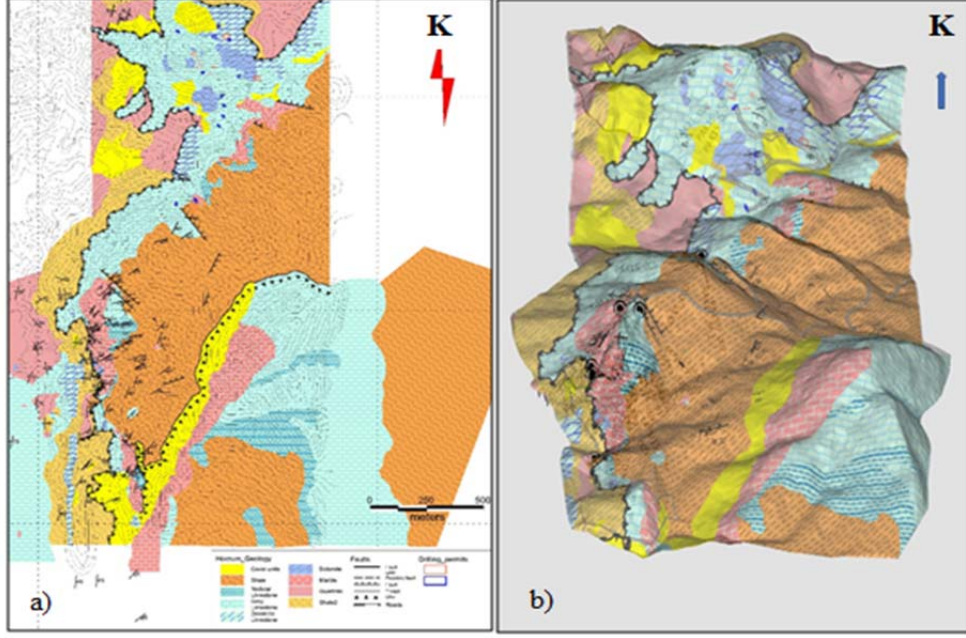
Şekil 4.29. Cevherleşmenin açık gri kireçtaşlarında ve açık gri-alacalı kireçtaşı dokanağındaki görünümü



Şekil 4.30. Horzum bölgesinin üç boyutlu jeoloji haritası ve cevher zonları (Ana Ocak-Kartal ve Rüstem bölgesi)

4.6.2. Pınargözü Pb-Zn Cevherleşmesi

Pınargözü sahasındaki cevherleşmeler Çaltepe formasyonundaki rekristalize kireçtaşlarında bulunur (Şekil 4.31). Cevher ihtiva eden kireçtaşlarının renkleri Horzum bölgesine göre daha açıktır.



Şekil 4.31. Pınargözü bölgesinin iki ve üç boyutlu jeoloji haritası

Pınargözü cevherleşmesi 810 m kotlarında başlayıp 670 m kotlarına kadar karbonatlı, 670 m ile 550 m arasında masif sülfürlü olarak devam etmektedir. Pınargözü sahasında cevherli zon karbonatlarda %30-35 sülfürlerde %45-55 Zn içermektedir (Şekil 4.32a-b).

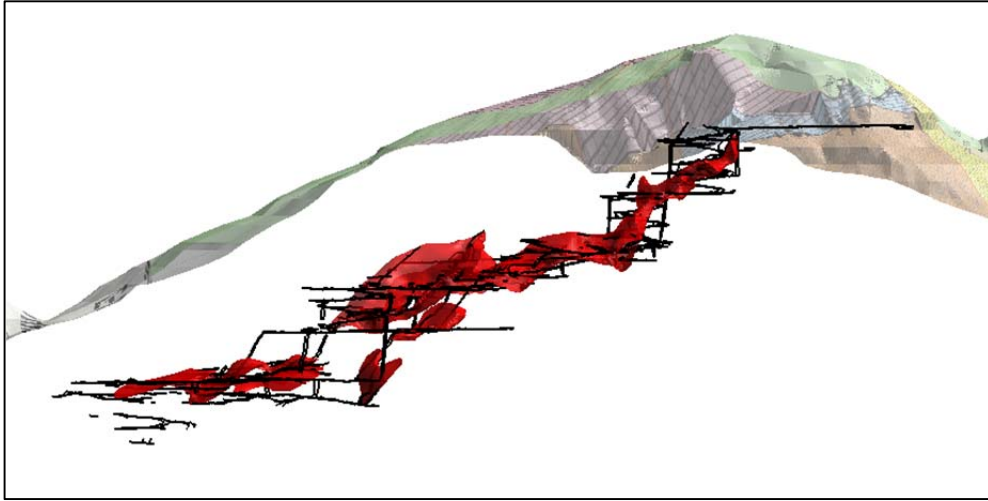


Şekil 4.32. a-Rekristalize kireçtaşlarında bulunan masif sfalerit b-simitsonit cevherleşmesi.

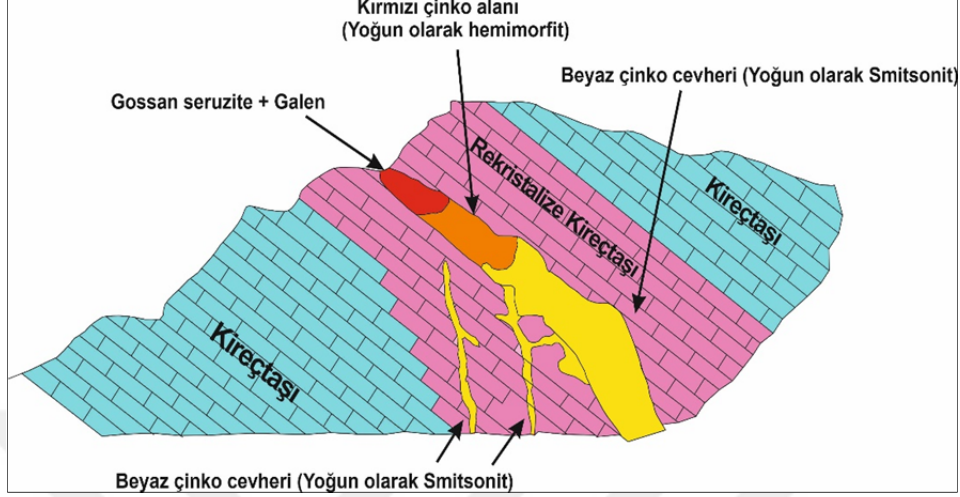
Kireçtaşlarının genel duruşu 140-160 / 45⁰-55⁰ dir. Cevherleşme de tabakalara uyumluluk sergilemektedir (Şekil 4.33-34-35).



Şekil 4.33. Cevherleme ile kireçtaşı kontağı.



Şekil 4.34. Pınargözü cevherleşmesi üç boyutlu görünümü



Şekil 4.35. Pinargozü cevherleşmesinin basitleştirilmiş modeli (Hitzman et al., 2003 Reichert, 2009).

4.6.3. Cevher Mineralojisi

Cevherleşme, ilksel olarak sülfürlü mineral parajenezine sahip (sfalerit, galenit, pirit, az kalkopirit) olan cevher gövdeleri oksitlenerek sfaleritler oksitli karbonatlı çinko minerallerinden smitsonit ve hidroznkite, galenitler kısmen seruzite, piritler ise götit-limonite dönüşmüştür. Cevher gövdelerinin genel olarak yerli yerinde oksitlendikleri veya ilksel cevher zonunun oksitlenmesi sürecinde oluşan ve muhtemelen ilksel zonun etrafında gelişen karstik alanlarda remobilizasyon yoluyla taşınarak depolanmışlardır.

Çalışma alanından alınan masif sfalerit, galen ve 3 farklı smitsonit örneğinin kimyasal analizleri yapılmıştır.

4.6.3.1. Masif Kurşun Sülfür (Galenit)

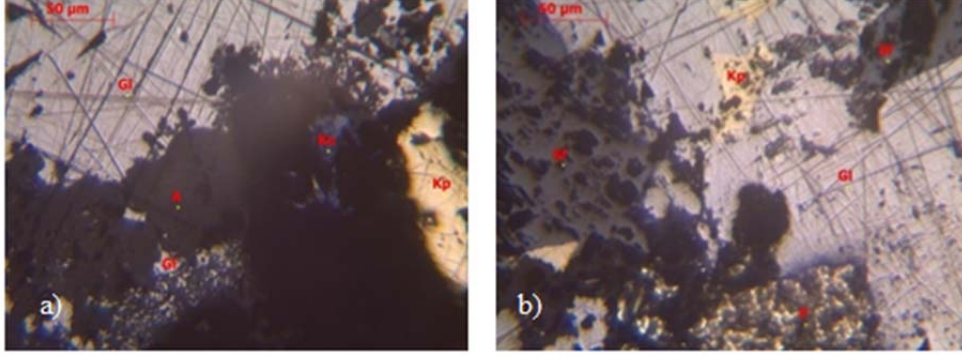
Örneğin ana cevher minerallerini kurşun sülfür minerali olan galenit (PbS) oluştururken, çok daha az oranlarda sfalerit (ZnS), anglesit (PbSO₄), pirit (FeS₂), götit (FeO(OH)) bileşimli demir oksit, kalkopirit (CuFeS₂) ve kovellin (CuS) ile seruzit (PbCO₃) minerali oluşturmaktadır (Şekil 4.36).



Galen							
Parametreler	Analiz Sonuçları	Birim	Deney Metodu	Parametreler	Analiz Sonuçları	Birim	Deney Metodu
SiO ₂	1,92	%	iİM	Zn	25040	PPM	iİM
Au	0,025	PPM	iİM	Ga	<5,000	PPM	iİM
Be	<1,000	PPM	iİM	As	104,8	PPM	iİM
Na	0,055	%	iİM	Ag	639,6	PPM	iİM
Mg	0,016	%	iİM	Ba	929,6	PPM	iİM
Al	0,020	%	iİM	Bi	<5,000	PPM	iİM
P	0,0086	%	iİM	Cd	177,1	PPM	iİM
S	7,83	%	iİM	Hg	<5,000	PPM	iİM
K	<0,010	%	iİM	La	<1,000	PPM	iİM
Ca	0,051	%	iİM	Mo	<1,000	PPM	iİM
Sc	<1,000	PPM	iİM	Pb	766800	PPM	iİM
Ti	<0,001	%	iİM	Sb	2110	PPM	iİM
V	3,25	PPM	iİM	Sn	<5,000	PPM	iİM
Mn	103,9	PPM	iİM	Sr	27,58	PPM	iİM
Fe	2,03	%	iİM	Th	<2,000	PPM	iİM
Co	4,20	PPM	iİM	Tl	<5,000	PPM	iİM
Ni	<1000	PPM	iİM	w	<5,000	PPM	iİM
Cu	6752	PPM	iİM	Zr	1,13	PPM	iİM

Şekil 4.36. Masif galenit örneğinin kimyasal analiz sonuçları

Galenit masif yarı özşekli kristaller halinde bulunmaktadır. Masif galenitlerin çatlaklarında genellikle anglesit ve çok ender olarak da seruzitler oluşmuştur. Kalınlıkları 0.01-0.3 mm arasında değişebilen anglesit ağırlıklı bu oksitli cevherleşmeler genellikle ufak galenit kalıntıları içermektedir. Örnekte galenitler ve piritlerle kenetli halde sfalerit mineralleşmeleri gözlenmiştir. Sfaleritlerin tane boyutları 0.02-1.5 mm arasında değişebilmektedir. Öz şekilli-yarı özşekli piritlerin tane boyutları 0.05-0.5 mm arasında değişebilmektedir. Götit mineralleşmeleri ve boyanmaları çatlak ve boşluk dolguları halinde gözlenmektedir. Örnekte gözlenen kalkopiritler genellikle galenit bünyesinde ve tane boyutları 0.01-0.5 mm arasında değişebilmektedir. Kalkopiritlere kıyasla daha az oranlarda gözlenen kovelinler ise tane boyutları 0.1 mm'den küçük oluşumlar halinde izlenmişlerdir. Masif galenitlerin (Gl) kenarlarından itibaren küçük galenit kalıntıları içeren oksitli anglesitlere (A) dönüşümü. Sağ tarafta kalkopirit (Kp) ve kovelin (Ko) bileşimli bakır sülfür mineralleri görülmektedir. B: masif galenitlerle (Gl) kenetli halde sfaleritler (Sf) ve piritler (P) görülmektedir. Ayrıca galenit bünyesinde sarı renkli kalkopirit (Kp) oluşumları izlenmektedir (Şekil 4.37a-b).



Şekil 4.37. a-b: Galenden hazırlanan kesitin polarizan mikroskop çift nikoldeki genel görünümü.

4.6.3.2. Masif Çinko Sülfür (Sfalerit)

Ana cevher minerallerini sfalerit (ZnS) oluşturmaktadır. Numunede çok daha az oranlarda da simitsonit ($ZnCO_3$), pirit (FeS_2), kalkopirit ($CuFeS_2$), kovellin (CuS) ve kalkozin (Cu_2S) saptanmıştır (Şekil 4.38).

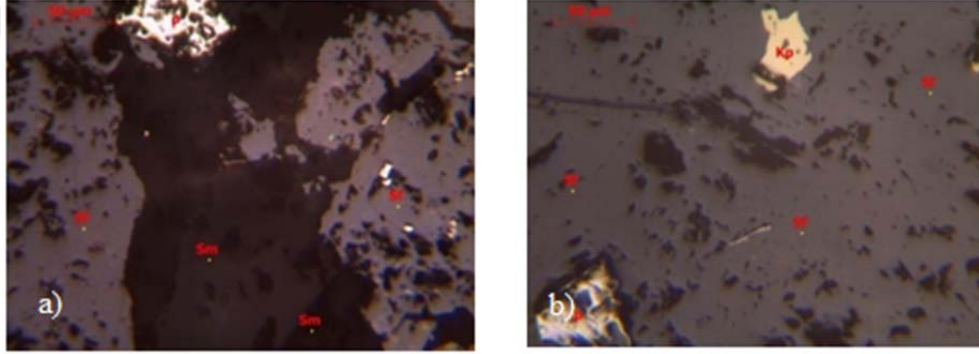


Sfalerit							
Parametreler	Analiz Sonuçları	Birim	Deneş Metodu	Parametreler	Analiz Sonuçları	Birim	Deneş Metodu
SiO ₂	0,92	%	İİM	Zn	589300	PPM	İİM
Au	0,016	PPM	İİM	Ga	<5,000	PPM	İİM
Be	<1,000	PPM	İİM	As	35,04	PPM	İİM
Na	0,043	%	İİM	Ag	84,12	PPM	İİM
Mg	0,035	%	İİM	Ba	317,6	PPM	İİM
Al	0,043	%	İİM	Bi	<5,000	PPM	İİM
P	0,0013	%	İİM	Cd	3403	PPM	İİM
S	8,10	%	İİM	Hg	<5,000	PPM	İİM
K	0,011	%	İİM	La	<1,000	PPM	İİM
Ca	0,18	%	İİM	Mo	<1,000	PPM	İİM
Sc	<1,000	PPM	İİM	Pb	2418	PPM	İİM
Ti	0,0018	%	İİM	Sb	<5,000	PPM	İİM
V	3,11	PPM	İİM	Sn	<5,000	PPM	İİM
Mn	68,47	PPM	İİM	Sr	6,70	PPM	İİM
Fe	2,61	%	İİM	Th	<2,000	PPM	İİM
Co	3,37	PPM	İİM	Ti	<5,000	PPM	İİM
Ni	<1,000	PPM	İİM	w	8,00	PPM	İİM
Cu	1402	PPM	İİM	Zr	2,05	PPM	İİM

Şekil 4.38. Masif sfalerit örneğinin kimyasal analizi

Örnekte sfalerit masif cevherleşmeler halindedir. Masif sfaleritlerin çatlaklarından itibaren yer yer karbonatlı çinko minerali olan simitsonitlere dönüştüğü gözlenmiştir. Bu oksitli oluşumların kalınlıkları 0.05-0.5 mm arasında değişebilmektedir. Örnekte sfaleritlerin bünyesinde sfaleritle kenetli halde

genellikle pirit ve kalkopirit, çok nadir olarak da galenit ve kovellin ve kalkozin mineralleşmeleri gözlenmiştir. Pirit minerallerinin boyutları 0.02-0.6 mm arasında tüm diğer sülfürlü bileşenlerin boyutları ise 0.005-0.1 mm arasında değişebilmektedir. Masif sfaleritlerin (Sf) çatlakları boyunca karbonatlı çinko minerali olan simitsonitlere (Sm) dönüşümü görülmektedir. Ayrıca sfalerit bünyesinde gözlenen ufak taneli piritler (P) izlenmektedir. Masif sfaleritlerin (Sf) bünyesinde gözlenen ufak taneli piritler (P) ve kalkopiritler (Kp) (Şekil 4.39a-b).



Şekil 4.39. a: Sfaleritden hazırlanan ince kesitin polarizan mikroskop çift nikoldeki genel görünümü. b: parlatılmış örneğin maden mikroskopundaki görünümü

4.6.3.3. Çinko Karbonat (Simitsonit) 1

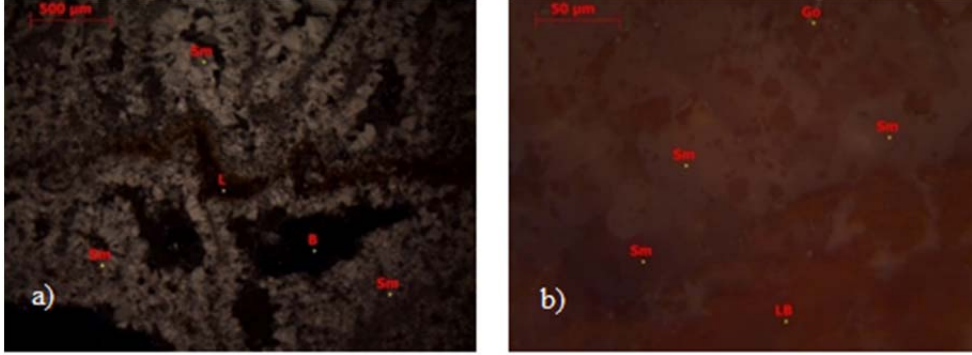
Üç farklı simitsonit örneği üzerinde inceleme yapılmıştır. Bu örneklerde ana cevher mineralini çinko karbonat minerali olan simitsonit ($ZnCO_3$) oluşturmaktadır. Örnekte çok az miktarda da, götit $FeO(OH)$ bileşimli demir oksit minerali saptanmıştır (Şekil 4.40).



Simitsonit 1							
Parametreler	Analiz Sonuçları	Birim	Deney Metodu	Parametreler	Analiz Sonuçları	Birim	Deney Metodu
SiO ₂	1,83	%	İİM	Zn	489700	PPM	İİM
Au	0,014	PPM	İİM	Ga	<5,000	PPM	İİM
Be	<1,000	PPM	İİM	As	8,63	PPM	İİM
Na	<0,010	%	İİM	Ag	6,95	PPM	İİM
Mg	0,035	%	İİM	Ba	3259	PPM	İİM
Al	0,045	%	İİM	Bi	15,10	PPM	İİM
P	<0,001	%	İİM	Cd	1736	PPM	İİM
S	0,16	%	İİM	Hg	<5,000	PPM	İİM
K	0,011	%	İİM	La	<1,000	PPM	İİM
Ca	0,96	%	İİM	Mo	<1,000	PPM	İİM
Sc	<1,000	PPM	İİM	Pb	901,9	PPM	İİM
Ti	<0,001	%	İİM	Sb	<5,000	PPM	İİM
V	1,63	PPM	İİM	Sn	<5,000	PPM	İİM
Mn	341,0	PPM	İİM	Sr	62,62	PPM	İİM
Fe	0,50	%	İİM	Th	<2,000	PPM	İİM
Co	<1,000	PPM	İİM	Ti	<5,000	PPM	İİM
Ni	<1,000	PPM	İİM	w	8,40	PPM	İİM
Cu	6,69	PPM	İİM	Zr	0,56	PPM	İİM

Şekil 4.40. Simitsonit 1 örneğinin kimyasal analizi

İnce kesitte ritmik sıralanmalı bantlar oluşturan çinko karbonat minerali olan simitsonitler çok daha net görülmektedir. Simitsonitlerin tane boyutları 0.05-0.2 mm. arasında değişebilmektedir ve bu mineraller ardarda yığılarak bantlanmalar oluşturmaktadır. Yuvarlak, yer yer de düzensiz şekilli boşluklar içeren örnekte çok az miktarda gözlenen götitler ise küçük kalıntılar ve limonit boyanmaları halinde izlenmektedir. Çinko karbonat minerali olan simitsonitlerin (Sm) ritmik bantlı sıralanmaları ve aralarındaki kırmızı limonit (L) oluşumları görülmektedir (ince kesitin çift nikoldeki görünümü). Ana bileşeni oluşturan simitsonitler (Sm), küçük götit (Go) kalıntıları ve kırmızımsı renkli limonit (L) boyanmaları (Şekil 4.41a-b).



Şekil 4.41. a: Smitsonit 1'den hazırlanan kesitin polarizan mikroskop çift nikoldeki genel görünümü. b: parlatılmış örneğin tek nikoldeki görünümü

4.6.3.4. Çinko Karbonat (Smitsonit) 2

Örneğin ana cevher mineralini çinko karbonat minerali olan simitsonit ($ZnCO_3$) oluşturmaktadır. Örnekte az miktarda da götit $FeO(OH)$ bileşimli demir oksit minerali saptanmıştır (Şekil 4.42).

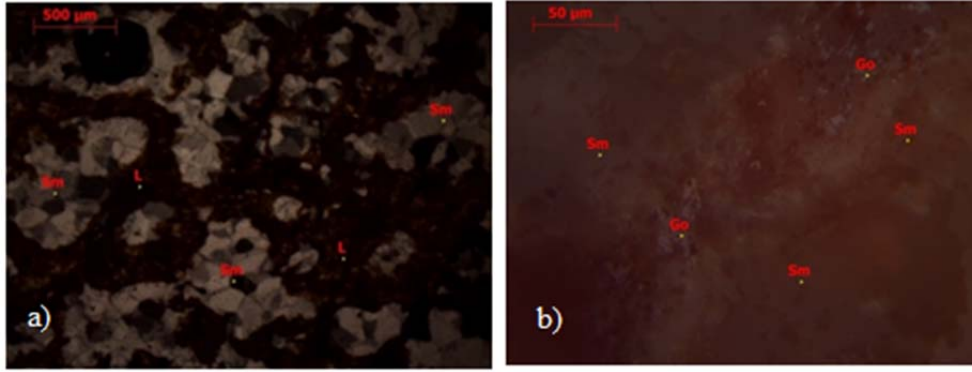


Simitsonit 2							
Parametreler	Analiz Sonuçları	Birim	Deney Metodu	Parametreler	Analiz Sonuçları	Birim	Deney Metodu
SiO ₂	1,29	%	iİM	Zn	468200	PPM	iİM
Au	0,016	PPM	iİM	Ga	<5,000	PPM	iİM
Be	<1,000	PPM	iİM	As	12,41	PPM	iİM
Na	<0,010	%	iİM	Ag	271,0	PPM	iİM
Mg	0,021	%	iİM	Ba	1864	PPM	iİM
Al	0,034	%	iİM	Bi	<5,000	PPM	iİM
P	0,0010	%	iİM	Cd	2126	PPM	iİM
S	0,32	%	iİM	Hg	<5,000	PPM	iİM
K	<0,010	%	iİM	La	<1,000	PPM	iİM
Ca	0,40	%	iİM	Mo	<1,000	PPM	iİM
Sc	<1,000	PPM	iİM	Pb	3889	PPM	iİM
Ti	0,0011	%	iİM	Sb	84,92	PPM	iİM
V	1,54	PPM	iİM	Sn	5,86	PPM	iİM
Mn	199,8	PPM	iİM	Sr	20,63	PPM	iİM
Fe	3,32	%	iİM	Th	2,82	PPM	iİM
Co	1,90	PPM	iİM	Tl	<5,000	PPM	iİM
Ni	<1,000	PPM	iİM	w	6,70	PPM	iİM
Cu	1137	PPM	iİM	Zr	7,54	PPM	iİM

Şekil 4.42. Smitsonit 2 örneğinin kimyasal analizi

Örnekten hem ince hem de parlak kesit hazırlanmıştır. Gözenekli dokuda ritmik sıralanmalı bantlar oluşturan çinko karbonat minerali simitsonitlerin arasında kahverengimsi kırmızı renklere limonitler görülmektedir. Simitsonitlerin

tane boyutları 0.04-0.25 mm arasında değişmektedir ve bu mineraller arasında bir önceki örneğe kıyasla daha yaygın olarak demir oksit mineralleri ve boyanmaları gözlenmiştir. Örneğin parlak kesitinde götit kalıntıları içeren bu oluşumlar daha net görülmektedir. Karbonat minerali olan simitsonitlerin (Sm) aralarını dolduran ve bünyelerinde siyah-opak götit kalıntıları içeren limonit (L) boyanmaları (ince kesitin çift nikoldeki görünümü. Ana bileşeni oluşturan simitsonitler (Sm) arasında küçük götit (Go) kalıntıları (Şekil 4.43a-b).



Şekil 4.43. a: Smitsonit 2'den hazırlanan kesitin polarizan mikroskop çift nikoldeki genel görünümü. b: parlatılmış örneğin tek nikoldeki görünümü

4.6.3.5. Çinko Karbonat (Simitsonit) 3

Ana cevher mineralini çinko karbonat minerali olan simitsonit ($ZnCO_3$) oluşturmaktadır. Örnekte simitsonitlerle ardalanmalı seviyeler halinde götit $FeO(OH)$ bileşimli demir oksitler saptanmıştır (Şekil 4.44).

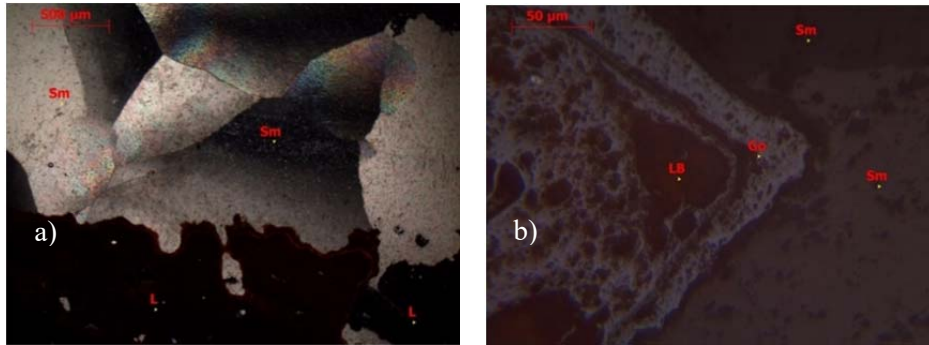


Smitsonit 3							
Parametreler	Analiz Sonuçları	Birim	Deneysel Metodu	Parametreler	Analiz Sonuçları	Birim	Deneysel Metodu
SiO ₂	3,10	%	İİM	Zn	373200	PPM	İİM
Au	0,012	PPM	İİM	Ga	6,27	PPM	İİM
Be	<1,000	PPM	İİM	As	199,2	PPM	İİM
Na	<0,010	%	İİM	Ag	20,82	PPM	İİM
Mg	0,020	%	İİM	Ba	1000	PPM	İİM
Al	0,11	%	İİM	Bi	19,02	PPM	İİM
P	<0,001	%	İİM	Cd	1200	PPM	İİM
S	0,18	%	İİM	Hg	<5,000	PPM	İİM
K	0,024	%	İİM	La	<1,000	PPM	İİM
Ca	0,18	%	İİM	Mo	<1,000	PPM	İİM
Sc	<1,000	PPM	İİM	Pb	5597	PPM	İİM
Ti	0,0056	%	İİM	Sb	<5,000	PPM	İİM
V	9,39	PPM	İİM	Sn	<5,000	PPM	İİM
Mn	72,77	PPM	İİM	Sr	6,31	PPM	İİM
Fe	14,61	%	İİM	Th	12,40	PPM	İİM
Co	4,14	PPM	İİM	Tl	<5,000	PPM	İİM
Ni	<1,000	PPM	İİM	w	9,1	PPM	İİM
Cu	246,8	PPM	İİM	Zr	7,41	PPM	İİM

Şekil 4.44. Smitsonit 3 örneğinin kimyasal analizi

Örnekten hem ince hem de parlak kesit hazırlanmıştır. Çok güzel ritmik sıralanmalı yığılımlar halindeki çinko karbonatlar (smitsonitler), kahverengimsi kırmızı renklerde götit bileşimli demir oksitlerle ardalanmalar oluşturmaktadırlar. Smitsonitlerin tane boyutları 0.2-2.5 mm arasında değişmektedir.

Örneğin parlak kesitinde, smitsonit minerallerinin yanısıra götit mineralleri ve çok küçük götit-hematit kalıntıları içeren limonit saptanmıştır. Çinko karbonat minerali olan smitsonitlerle (Sm) ardalanmalı seviyeler oluşturan limonitler(L). Smitsonitler (Sm) arasında götitli (Go) kesimler ve limonit boyanmaları (LB) (Şekil 4.45a-b).



Şekil 4.45. a: Smitsonit 3'den hazırlanan kesitin polarizan mikroskop çift nikoldeki genel görünümü. b: parlatılmış örneğin teknikoldeki görünümü

Farklı bölgelerden alınan 3 farklı simitsonit örneğinin ayrıntılı analizi yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Örneklerdeki demir ile çinko toplamı değişmezken (yaklaşık %50), içeriklerindeki hakim farklılığın demir oranı olduğu belirlenmiştir.

4.7. Cevherleşmelerin Jeokimyasal özellikleri

4.7.1. Ana Cevher Jeokimyası

İnceleme alanlarındaki yüzeyden ve sondajlardan derlenen 40 adet yan kayaç örneği, 40 adet karbonatlı (simitsonit) ve 50 adet sülfürlü (sfalerit) cevher örneği SGS Laboratuvar tarafından alevli AAS, ICP-AES ve volumetrik analiz (titrasyon) yöntemiyle analiz edilmiştir (Çizelge 4.1-4.2-4.3).

Çizelge 4.1. İnceleme alanında alınan 40 adet yan kayaç analizi

Örnek no:	Zn ppm	Pb ppm	Cu ppm	Fe %	Ag ppm	Al %	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
1	11	10	1	0.04	<0.5	0.02	10	<2	36.8	<0.5	3	0.13	420	<1	0.01	5	<10
2	10	<2	1	0.07	<0.5	0.03	10	<2	37.7	<0.5	5	0.12	463	1	0.02	4	30
3	9	<2	<1	0.04	<0.5	0.02	10	<2	37.8	<0.5	3	0.13	345	1	0.01	3	<10
4	5	<2	<1	0.03	<0.5	0.01	10	<2	37.3	<0.5	1	0.14	226	1	0.01	2	<10
5	21	9	5	0.1	<0.5	0.12	55	<2	28.7	<0.5	1	0.15	210	<1	0.02	6	<10
6	22	4	2	0.25	<0.5	0.32	40	<2	35.8	<0.5	5	0.69	450	<1	0.02	4	470
7	20	3	2	0.12	<0.5	0.04	30	<2	36.6	<0.5	4	0.32	642	<1	0.01	2	40
8	20	9	1	0.1	<0.5	0.02	10	<2	36	<0.5	4	0.58	502	1	0.01	4	10
9	15	4	1	0.09	<0.5	0.02	20	<2	36.6	<0.5	3	0.15	471	1	0.02	3	<10
10	23	8	5	0.08	<0.5	0.03	30	<2	37.5	<0.5	2	0.15	495	<1	0.02	5	<10
11	11	6	1	0.03	<0.5	0.02	10	<2	36.8	<0.5	2	0.15	233	<1	0.01	4	20
12	15	<2	2	0.41	<0.5	0.99	110	<2	32.2	<0.5	3	0.29	410	<1	0.05	4	230
13	15	2	1	0.12	<0.5	0.06	20	<2	35.1	<0.5	3	0.14	361	<1	0.01	1	30
14	8	3	1	0.04	<0.5	0.04	10	<2	36.1	<0.5	3	0.15	228	<1	0.01	5	10
15	13	2	2	0.32	<0.5	0.98	140	<2	33	0.5	5	0.28	426	<1	0.09	9	260
16	12	3	2	0.05	<0.5	0.03	10	<2	36.1	<0.5	5	0.13	323	<1	0.01	4	10
17	11	7	1	0.04	<0.5	0.01	30	<2	36.8	<0.5	3	0.15	332	<1	0.01	7	40
18	10	13	1	0.06	<0.5	0.05	20	<2	36.3	<0.5	4	0.15	336	<1	0.02	4	30
19	114	29	6	0.96	<0.5	0.02	10	<2	35.6	<0.5	3	0.11	418	<1	0.01	4	20
20	9	9	3	0.07	<0.5	0.05	70	<2	36.3	<0.5	2	0.12	430	<1	0.02	4	20

Çizelge 4.1. devamı

Örnek no:	Zn ppm	Pb ppm	Cu ppm	Fe %	Ag ppm	Al %	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
21	6	<2	1	0.05	<0.5	0.02	10	<2	37.3	<0.5	5	0.14	298	<1	0.01	4	<10
22	14	6	1	0.1	<0.5	0.03	60	<2	36.5	<0.5	1	0.13	491	<1	0.01	4	20
23	9	4	<1	0.05	<0.5	0.02	20	<2	37.5	<0.5	3	0.13	384	<1	0.02	4	10
24	7	3	<1	0.04	<0.5	0.02	180	<2	37.8	<0.5	1	0.12	417	<1	0.02	6	10
25	74	16	2	0.26	<0.5	0.12	30	<2	34.3	0.6	4	1.36	485	<1	0.02	5	30
26	61	11	2	0.23	<0.5	0.14	30	<2	34.2	<0.5	2	1.08	405	<1	0.02	3	20
27	4	<2	2	0.07	<0.5	0.04	20	<2	36.3	<0.5	3	0.13	373	<1	0.02	6	<10
28	7	3	7	0.05	<0.5	0.03	20	<2	36.1	<0.5	3	0.14	350	<1	0.01	5	40
29	7	3	1	0.03	<0.5	0.02	20	<2	36.4	<0.5	3	0.11	428	<1	0.01	3	<10
30	11	4	<1	0.05	<0.5	0.03	10	<2	36.2	<0.5	4	0.12	434	<1	0.01	5	<10
31	7	<2	1	0.04	<0.5	0.01	350	<2	36.9	<0.5	4	0.12	371	<1	0.02	4	<10
32	12	8	2	0.06	<0.5	0.02	20	<2	36.4	<0.5	3	0.15	345	<1	0.01	4	<10
33	10	4	1	0.07	<0.5	0.05	20	<2	37.5	<0.5	2	0.14	457	<1	0.02	3	<10
34	12	21	3	0.06	<0.5	0.03	10	<2	35.9	<0.5	2	0.12	441	<1	0.02	5	<10
35	9	12	2	0.07	<0.5	0.03	10	<2	36.6	<0.5	2	0.13	507	<1	0.01	5	20
36	12	6	1	0.35	<0.5	0.03	20	<2	31.6	<0.5	2	2.79	908	<1	0.02	6	10
37	16	4	2	0.99	<0.5	0.03	50	<2	26.7	<0.5	1	6.72	2050	<1	0.03	4	20
38	6	<2	1	0.08	<0.5	0.05	10	<2	36	<0.5	3	0.23	443	<1	0.01	4	<10
39	4	<2	1	0.03	<0.5	0.03	10	<2	35.9	<0.5	4	0.13	286	<1	0.01	7	<10
40	4	<2	1	0.03	<0.5	0.02	10	<2	36	<0.5	3	0.14	262	<1	0.01	4	<10
Ort:	16.75	5.92	1.3	0.143	<0.5	0.08	39.1	<2	35.86	<0.5	3	0.45	454	<1	0.018	4.37	

Çizelge 4.2. 40 adet Simitsonit numunesinin kimyasal analiz sonuçları

Örnek no	Zn %	Pb ppm	Cu ppm	Fe %	Ag ppm	Ba ppm	Al %	Cd ppm	Co ppm	Ni ppm	As ppm	Ca %	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Sb ppm	Sr ppm	V ppm	W ppm
1	32.70	522	205	10.8	91	400	1.39	1321	4	13	92	2.03	6	399	2	81	6.6	7	<10
2	27.60	1007	59.2	4.18	2	361	4.48	406	9	29	16	2.65	36	3229	3	23	32.6	55	238
3	43.10	1222	73.2	3.74	1	145	2.09	1111	5	16	19	0.72	12	1853	2	23	11.8	29	472
4	49.10	64	136	0.22	1	130	0.15	2208	<1	5	<3	2.17	2	1008	3	19	7.1	3	1300
5	44.80	88	14.6	0.63	1	627	0.39	1533	<1	6	11	5.15	3	2060	3	23	22.1	5	1170
6	47.20	2328	48.4	4.5	26	2179	0.07	1391	<1	5	30	0.4	3	744	<1	89	17	<2	<10
7	34.70	64	104	0.65	18	216	0.13	1103	<1	1	4	14.10	5	800	2	25	30.9	<2	936
8	40.30	963	89.9	0.53	9	1993	0.14	1807	<1	4	12	9.37	5	1201	2	24	63.9	2	1028
9	48.60	280	323	3.98	53	2455	0.03	1678	<1	5	54	1.19	2	588	3	31	26.9	<2	3480
10	30.30	41	16.7	0.17	1	621	0.15	1234	1	6	<3	14.90	3	2146	2	11	39.1	2	2186
11	44.00	315	114	1.18	21	1041	0.09	1682	<1	3	19	5.07	6	952	2	29	34.6	<2	719
12	28.30	4119	577	3.58	202	2222	0.08	1567	<1	4	19	0.12	4	261	1	62	1280	4	<10
13	43.70	40	578	3.27	49	487	0.16	1366	<1	3	24	5.00	2	2247	2	10	22.7	4	1509
14	27.80	78	10.1	0.29	1	99	0.19	843	<1	2	2	>15	<1	1345	3	5	63.9	3	771
15	26.60	1064	485	2.04	339	2544	0.02	1465	<1	3	13	0.10	3	265	1	48	1390	2	<10
16	22.30	52	91.9	8.59	6	363	<0.01	1809	1	4	53	>15	3	2615	<1	18	22.3	<2	405
17	39.90	41	64.4	1.18	1	409	0.17	1310	<1	4	4	6.96	4	1548	2	16	29.4	2	772
18	26.30	289	20.1	0.41	1	56	0.07	1479	<1	4	4	>15	4	854	2	17	67	<2	315
19	24.10	353	23.2	0.40	1	1861	0.41	1555	<1	6	10	>15	6	560	2	18	124	3	271
20	40.20	2150	1927	4.48	1240	265	0.72	1290	13	27	122	3.20	6	1017	2	148	18.2	8	746

4. ARAŞTIRMA BULGULAR

Fatih AKYÜZ

Çizelge 4.2. devamı

Örnek no	Zn %	Pb ppm	Cu ppm	Fe %	Ag ppm	Ba ppm	Al %	Cd ppm	Co ppm	Ni ppm	As ppm	Ca %	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Sb ppm	Sr ppm	V ppm	W ppm
21	45.60	1568	123	1.31	23	9517	0.35	1528	<1	5	12	0.75	5	1411	2	23	127	5	908
22	47.00	2801	89.7	3.34	70	2187	0.07	1807	<1	5	35	0.5	2	630	2	74	16.7	<2	<10
23	35.10	1083	1730	7.84	493	2859	2.92	2080	4	19	27	0.61	22	792	2	208	50	25	<10
24	32.80	327	76.3	1.29	5	2874	1.77	943	2	13	8	8.11	11	1631	2	18	62.7	18	<10
25	50.90	285	69.1	0.83	1	214	0.15	2621	<1	3	2	2.36	2	285	2	20	10.4	<2	24
26	45.80	2870	146	4.54	9	1612	0.11	1399	<1	6	32	0.72	<1	998	2	89	13.6	<2	<10
27	44.20	140	197	1.19	241	4019	0.19	1967	<1	4	8	1.36	3	851	1	39	63.1	4	348
28	41.80	82	99.5	1.28	18	4945	0.28	1785	<1	5	5	0.62	4	914	<1	21	1324	4	<10
29	50.20	1452	111	1.45	2	404	0.03	2316	<1	2	2	0.67	<1	201	<1	19	5.1	<2	92
30	38.60	1796	468	5.16	31	4863	0.18	1558	<1	5	65	0.57	2	998	4	47	935	<2	<10
31	40.00	511	221	10.6	99	338	0.96	1240	2	10	85	1.72	5	325	1	76	5.7	<2	<10
32	30.50	54	56.2	4.26	83	866	0.03	1051	<1	2	53	14.00	<1	2304	3	18	80.2	<2	881
33	47.10	107	72.5	5.64	59	3488	0.29	1751	<1	6	66	0.62	1	2631	3	23	63	<2	1861
34	47.70	2274	856	4.61	275	628	0.07	2636	<1	4	34	0.14	4	400	2	195	5.7	4	<10
35	30.00	250	379	11.50	65	704	2.32	1325	5	14	140	1.63	13	233	4	40	26.5	15	796
36	26.10	755	315	9.65	23	2994	0.08	690	<1	6	36	>15	1	1158	<1	41	43	<2	<10
37	40.20	933	568	3.61	446	6151	1.01	1189	<1	8	18	2.10	9	1022	2	45	676	11	529
38	35.00	170	26.4	1.08	2	374	0.06	1096	<1	5	3	10.50	2	1489	2	13	39.2	<2	487
39	38.10	830	271	7.6	620	1267	1.26	1161	4	12	77	1.21	8	1733	<1	34	18	6	<10
40	49.70	1064	172	1.8	10	663	0.02	1245	<1	2	15	0.38	<1	1034	1	22	4.3	<2	<10
Ort:	38.45	861	275	3.58	116	1736	0.59	1489	<1	7.2	32.4	3.47	5.97	1168	42.6	172	172	172	172

Çizelge 4.3. 50 adet Sfalerit numunesinin kimyasal analiz sonuçları

Örnek no	Zn %	Pb ppm	Fe %	Cu ppm	Au ppm	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Cd ppm	Co ppm	K %	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Sb ppm	Sr ppm	W ppm
1	56.40	119	1.18	669	<0.01	454	0.16	6	1183	1619	<1	0.04	0.06	648	2	6	58	8.4	1648
2	45.70	114	1.30	544	<0.01	124	0.74	9	881	1921	1	0.28	0.11	639	2	7	43	17.7	1355
3	48.00	336	1.76	328	<0.01	90	0.02	6	694	1451	<1	0.02	0.09	559	<1	3	39	28.7	239
4	50.20	154	2.38	940	<0.01	113	0.01	18	554	1989	<1	<0.01	0.09	557	1	4	31	70.8	151
5	39.90	30	6.74	354	<0.01	25	0.01	78	198	1522	<1	<0.01	0.23	805	<1	5	42	6	<10
6	52.00	21400	5.26	1054	<0.01	76	0.02	96	5668	2398	<1	<0.01	<0.01	184	4	12	84	79.9	<10
7	45.70	155000	2.59	1393	<0.01	165	<0.01	38	2211	1723	<1	<0.01	<0.01	328	2	6	544	36.4	<10
8	21.30	61900	3.54	469	<0.01	154	0.06	30	1776	691	<1	<0.01	0.68	1228	<1	6	98	220	<10
9	43.60	2178	9.55	399	<0.01	149	0.01	73	5284	2291	<1	<0.01	0.01	100	2	6	123	15.7	<10
10	52.9	1144	3.80	356	<0.01	27	0.03	38	388	1551	<1	<0.01	0.05	1369	1	4	47	4.7	<10
11	63.30	73	1.79	468	<0.01	91	0.13	7	321	2585	<1	0.04	0.02	296	1	2	79	2.8	<10
12	53.00	4400	2.43	817	<0.01	146	0.01	27	2534	2306	<1	<0.01	0.03	310	1	4	252	61.4	<10
13	20.40	3097	17.00	361	<0.01	61	0.14	42	1881	788	1	0.02	0.02	599	<1	13	206	9.9	<10
14	44.70	4279	3.60	457	<0.01	50	0.02	32	1473	1512	<1	<0.01	0.02	613	2	3	38	98.9	<10
15	45.70	3067	1.88	139	<0.01	31	0.2	23	626	1043	1	0.02	0.22	1581	2	5	122	4.2	<10
16	62.80	100	3.31	503	<0.01	24	<0.01	14	42	1537	1	<0.01	0.02	336	1	2	70	1.4	<10
17	49.70	113000	3.60	1270	<0.01	71	<0.01	59	398	1215	2	<0.01	<0.01	174	2	12	198	11.3	<10
18	40.60	170000	4.04	2973	<0.01	176	0.01	28	329	1388	2	<0.01	0.02	321	1	11	640	30.8	<10
19	49.8	194	3.05	71.4	<0.01	25	<0.01	16	539	1466	<1	<0.01	0.05	1923	1	4	45	45.4	<10
20	61.20	53400	3.44	1127	<0.01	137	0.06	22	886	1940	<1	0.01	0.03	576	2	8	194	30.3	<10
21	59.40	420	2.52	270	<0.01	27	<0.01	10	1127	2499	<1	<0.01	0.02	281	2	5	51	16.9	<10
22	52.80	2968	2.79	374	<0.01	36	0.1	27	1837	1827	<1	0.03	0.04	1250	4	5	63	27.9	<10
23	49.10	451	2.80	225	<0.01	295	<0.01	22	2905	3384	<1	<0.01	0.01	60	<1	4	89	216	<10
24	51.60	8545	2.32	506	<0.01	97	<0.01	14	2718	2337	<1	<0.01	1.2	994	2	4	64	51.7	<10
25	63.10	7797	3.01	515	<0.01	86	<0.01	23	273	2342	<1	<0.01	0.02	248	2	5	68	3.3	<10

Çizelge 4.3. devamı

Örnek no	Zn %	Pb ppm	Fe %	Cu ppm	Au ppm	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Cd ppm	Co ppm	K %	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Sb ppm	Sr ppm	W ppm
26	40.60	5306	2.79	442	<0.01	51	<0.01	45	118	1625	2	<0.01	1.04	577	2	6	100	40.1	<10
27	49.90	823	1.95	198	<0.01	14	0.01	17	1152	1408	<1	<0.01	0.05	1088	1	2	45	12.6	<10
28	45.80	2870	4.54	146	<0.01	9	0.11	32	1612	1399	<1	0.03	0.05	998	2	6	89	13.6	<10
29	61.20	325	2.53	106	<0.01	24	0.01	6	60	2353	<1	<0.01	<0.01	84	2	4	42	1	<10
30	46.80	2801	3.34	89.7	<0.01	70	0.07	35	2187	1807	<1	0.02	0.05	630	2	5	74	16.7	<10
31	48.30	1144	3.80	356	<0.01	27	0.03	38	388	1551	<1	<0.01	0.05	1369	1	4	47	4.7	<10
32	53.70	3215	3.03	174	<0.01	48	0.02	15	433	1988	<1	<0.01	0.51	771	1	4	76	16.7	<10
33	21.60	123	1.08	146	<0.01	82	0.02	10	576	734	<1	<0.01	0.07	501	<1	2	21	148	<10
34	59.50	290	3.00	500	<0.01	71	0.04	23	627	1647	<1	<0.01	0.35	509	<1	4	30	11.8	<10
35	41.10	123	1.04	73.6	<0.01	21	1.87	6	2581	1439	<1	0.67	0.17	1206	2	10	11	26.7	<10
36	45.00	548	2.29	285	<0.01	449	0.01	24	1127	1746	<1	<0.01	0.41	420	<1	5	65	151	<10
37	26.00	33	12.90	205	<0.01	53	<0.01	233	206	1073	2	<0.01	1.15	1291	<1	6	53	61.4	<10
38	59.29	23100	2.62	555	<0.01	176	<0.01	48	1414	2308	<1	<0.01	0.02	210	<1	7	103	29.8	<10
39	59.12	944	2.95	309	<0.01	99	0.01	24	453	2256	<1	<0.01	0.25	548	<1	4	29	8	<10
40	54.77	82	1.87	474	<0.01	395	<0.01	14	759	2311	<1	<0.01	0.02	206	<1	3	65	134	<10
41	59.72	211	2.77	250	<0.01	757	<0.01	41	1923	2328	<1	<0.01	0.02	195	<1	6	43	30.1	<10
42	18.70	270	0.81	323	<0.01	118	0.01	13	433	637	<1	<0.01	0.26	540	2	2	44	64	<10
43	53.71	193	1.38	120	<0.01	39	<0.01	32	300	1561	<1	<0.01	0.02	180	<1	2	19	28.4	<10
44	59.79	169	1.59	261	<0.01	26	0.02	8	116	1826	<1	<0.01	0.32	535	<1	3	22	2.8	<10
45	60.56	337	2.90	1166	<0.01	41	0.01	19	194	2063	<1	<0.01	0.19	234	<1	4	30	3.6	<10
46	50.04	15000	1.26	757	<0.01	57	<0.01	18	238	1634	<1	<0.01	0.02	40	1	5	43	87	<10
47	19.30	614	0.53	216	<0.01	81	0.09	6	394	541	<1	0.05	0.39	780	<1	2	21	117	<10
48	32.60	3104	0.64	372	<0.01	37	<0.01	3	520	735	<1	<0.01	0.26	451	<1	2	21	159	<10
49	58.85	219	1.99	2087	<0.01	173	<0.01	28	8	2003	1	<0.01	0.18	154	<1	3	50	8	<10
50	55.31	35	3.18	902	<0.01	89	0.12	43	52	1884	2	<0.01	0.75	372	2	3	73	38.8	<10
Ort:	48.1	13498	3.17	546	<0.01	111	<0.01	30	1064	1750	<1	<0.01	0.2	539.3	<1	5	90.5	44.2	

Cevherleşmenin yan kayaçı olan açık renkli kireçtaşlarından yapılan kimyasal analiz sonucunda ortalama Zn değeri 16.7 ppm, Pb değeri 5.92 ppm, Mn değeri 454 ppm, Cu değeri 1.3 ppm, Cd miktarı <0.5 ppm'dir.

Simitsonitlerden yapılan analizlerde ortalama Zn değeri %38.4, en yüksek %50.9 en düşük %22.3'dir. Pb ortalama 860.8 ppm, maksimum 4119 ppm ve minimum 40 ppm, Cu miktarı ise ortalama 275 ppm olarak bulunmaktadır. Çinko içerisindeki Cd oranları ise ortalama 1488 ppm, en yüksek 2636 ppm, en düşük ise 406 ppm'dir. Mn değerleri ortalama 1168 ppm, en yüksek 3229 ppm, en düşük ise 201 ppm olarak saptanmıştır. Ag değerleri ise ortalama 115.9 ppm'dir. Fe değeri ise ortalama %3.58, en yüksek %11.5 ve en düşük %0.17'dir.

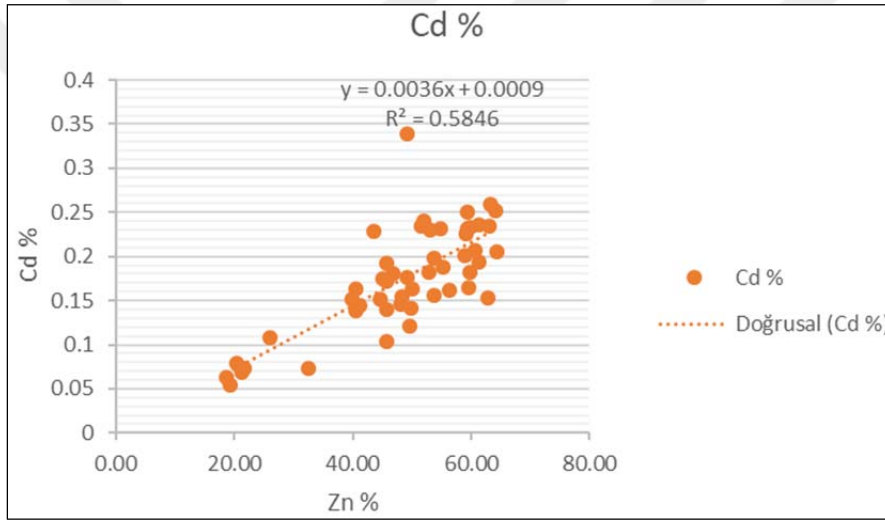
Sfaleritlerden yapılan analizlerde Zn değeri ortalama % 48.1, en yüksek % 63.3 en düşük %18.7 dir. Pb miktarı ortalama 13498 ppm, en yüksek değeri 170000 ppm ve en düşük değeri ise 30 ppm'dir. Fe miktarı ortalama %3.17 ve Cu miktarı ise ortalama 545 ppm olarak bulunmaktadır. Çinko içerisindeki Cd miktarları ortalama 1750 ppm, en yüksek değer 3384 ppm ve en düşük değer ise 541 ppm'dir. Mn değerleri ortalama 539.3 ppm, en yüksek 1923 ppm en düşük ise 40 ppm olarak saptanmıştır. Ag değerleri ise ortalama 111.34 ppm'dir. Co çoğunlukla (<1 ppm) dedeksiyon limitinin altında yer alıp 10 örnekte 1-2 ppm'dir.

Çizelge 4.4. Yan kayaç, Simitsonit ve Sfalerit numunelerinin ortalama analiz sonuç tablosu

Örnek	Zn %	Pb ppm	Cu ppm	Fe %	Ag ppm	Ba ppm	Cd ppm	Co ppm	Mn ppm	Ni ppm
Ort.Sfalerit	48.07	13498.4	545.5	3.17	111.3	1064	1750	<1	539.3	4.98
Ort.Simitsonit	38.45	860.8	275.1	3.58	115.9	1736	1488.6	<1	1168.4	7.15
Ort. Kireçtaşı	16.75 ppm	5.92	1.3	0.143	<0.5	39.1	<0.5	3	454	4.37

Yan kayaçlardan yapılan analizlerdeki ortalama %0.45 Mg oranı cevherleşmenin yan kayacında neredeyse hiç dolomit gözlenmemektedir.

Genel olarak sfaleritlere bağlı bir element olan Cd, oluşum sıcaklığı düşüktüğü artmaktadır (Wedepohl ve Brehler, 1969). Örneklerin Cd değeri nispeten düşük olup ortalama 1750 ppm'dir ve Zn değerleri ile pozitif korelasyonludur. Churnet ve Misra, 1983 tarafından MVT yataklar için verilen Cd değerlerine göre düşüktür.



Şekil 4.46. Sfaleritlerdeki Zn-Cd korelasyon grafiği

Örneklerin ortalama 111 ppm Ag değeri karbonat ornatımlı yataklara uyumluluk gösterirken MVT yataklar için verilen değerlere göre yüksektir (Megaw, 2015).

Örneklerin Co ve Ni miktarı (<1 ppm ve 5 ppm) MVT yataklar için verilen değerlere göre düşüktür (Sangster, 1990).

Örneklerin Fe miktarı ortalama % 3.17 ve Cu miktarı 545 ppm'dir. Oluşum sıcaklığı ile doğru orantılı artış gösteren Fe ve Cu değerleri MVT yataklara göre yüksektir.

W miktarı sülfürlü ve karbonatlı cevherlerde yapılan analizlerden 29 örnekte 24 ppm ile 3480 ppm arasında değişmeğe iken kalan örneklerde 10 ppm'in altında kalmıştır. W varlığı cevherleşmenin intrüzifle ilişkili olabileceği yönünde göstergedir (Megaw 2015).

Zn/(Zn+Pb) oranı ortalama 0.97'dir. Birçok Zn baskın Missisipi Vadisi Tipi (MVT) cevherleşmede Zn/(Zn+Pb) oranı 0.7'dir (Grundmann, 1977; Rogers ve Davis, 1977).

Sfaleritlerdeki Zn/Cd oranlarına göre yatak tipleri karşılaştırıldığında; Missisipi Vadisi Tipi (MVT) yataklarda bu oran 398 olup, çalışma alanında Zn/Cd oranı ortalama 275'dir. Bu sonuçlara göre Missisipi Vadisi Tipi cevherleşmeye yakınlık göstermemektedir (Çizelge 4.5.)

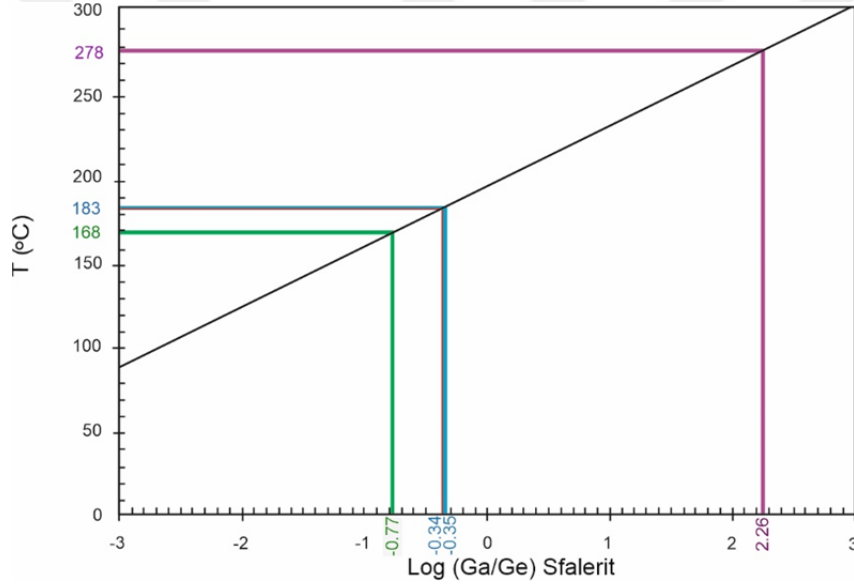
Çizelge 4.5. Zn/Cd oranlarına göre yatak tipleri karşılaştırılması

Sfaleritlerdeki Zn/Cd Oranına Göre Yatak Tiplerinin Karşılaştırılması			
Yatak Tipi	%Zn	%Cd	Zn/Cd
Missisipi vadisi Tip	61.1	0.15	398
Alpin Tip	61.95	0.2	315
Volkano Sedimanter Pb/Zn	58.4	0.11	531
Metamorfik Sedimanter Pb/Zn	55.16	0.22	252

Sfalerit içerisindeki Ga/Ge oranları kullanılarak hesaplanan sfalerit jeotermometresinde Ga/Ge oranı logaritmik -0.34 ile 2.26 arasındadır. Möller (1985) diyagramında yerleştirildiğinde, homojenleşme sıcaklığı 168 °C ile 278 °C arasında bulunmaktadır (Şekil 4.47).

Çizelge 4.6. Sfaleritlerdeki Ga/Ge analiz tablosu

Örnek No	Ge 73 Helium KED (ppb)	Ge (ppm)	Ga	Ga/Ge
Pınargözü 1	15.082	14.5355	6.4581	0.4443
Pınargözü3	0.787	0.7626	142.0637	186.2893
22 Sfalerit	40.953	39.7293	17.9936	0.4529
P7 galen	2.365	1.0799	-	-
Akıntı Galen	3.505	1.7066	0.2745	0.1609



Şekil 4.47. Sfaleritlerdeki Ga/Ge oranına göre oluşum sıcaklıklarının saptanması (Möller 1985)

Sfalerit jeotermometresinden alınan sonuçlar (168-278⁰C) sahada sfaleritlerden yapılan sıvı kapanım çalışmalarından elde edilen sıcaklık verisi ile örtüşmektedir.

4.7.2. İzotop Jeokimyası

4.7.2.1. $\delta^{34}\text{S}$ İzotop Analizleri

İzotop jeokimyası çalışmalarında yaygın olarak kullanılan S, atom numarası 16 olan ve atom ağırlıkları 32 ile 36 arasında değişen ve ^{32}S , ^{33}S , ^{34}S ve ^{36}S şeklinde dört önemli izotopu bulunan elementtir. Bu izotopların doğadaki ortalama bollukları sırasıyla % 95.02, % 0.75, % 4.21 ve % 0.02 şeklinde olup, ^{32}S ve ^{34}S izotopları diğerlerinden daha yaygın olarak bulunduğundan, S izotop çalışmalarında bu iki izotop kullanılmaktadır (Ohmoto ve Rye, 1979; Akçay, 2002, Demir, 2010). S izotop analizlerinde standart örnek olarak, Canyon Diablo Meteoritinin bileşiminde bulunan S'ün $^{34}\text{S} / ^{32}\text{S}$ oranı kullanılmaktadır. Duraylı izotop oranları en uygun ve en yaygın olarak binde bir anlamına gelen standart permil olarak sunulur ve δ simgesi ile ifade edilir (White, 2005).

Horzum Pb-Zn sahasından bulunan cevher minerallerini oluşturan kükürtün kaynağını belirleyebilmek için kükürt izotop analizleri yapılmıştır. Sülfid mineralleri olan pirit, sfalerit, kalkopirit ve galenin birlikte bulunduğu cevher örneklerinden, %100 veya ona çok yakın saflıkta ayrılan bu mineraller kükürt izotopu için analiz edilmişlerdir. Analiz sonuçları, örnek numarası ve mineral türü Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre pirit ^{34}S ‰ 26.1, kalkopirit ^{34}S ‰ 25.6, sfaleritlere ^{34}S ‰ 21.1 ile ‰ 25.7 arasında, galen örneklerinde ise ‰ 18.2 ile ‰ 20.9 arasında değişmektedir.

Bu sonuçlara göre pirit, kalkopirit, sfalerit ve galen sırasını izleyerek azalan izotopsal bileşim, Ohmoto ve Rye (1979) tarafından belirtilen izotopsal farklılaşma eğilimine uygunluk göstermektedir.

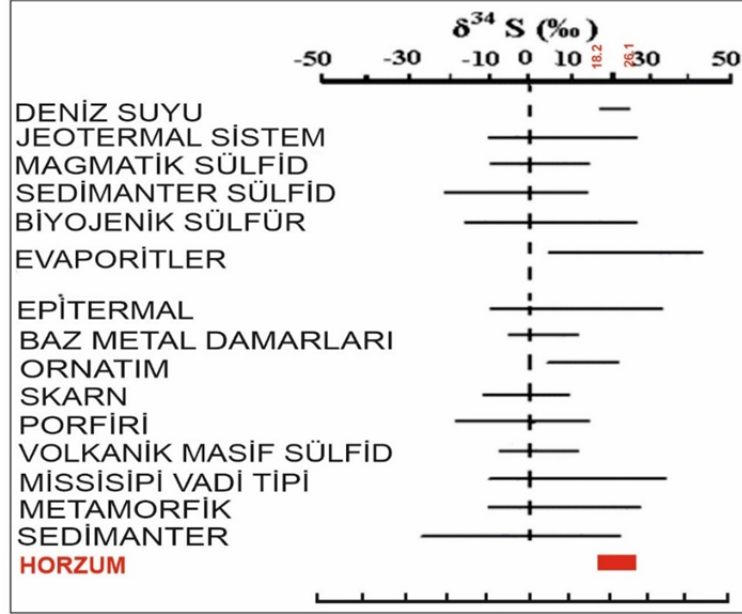
Asitik kayaçların ^{34}S değeri Holser ve Kaplan (1966) tarafından granitik kayaçlar için ± 10 ve kıtasal kabuğun ortalama bileşimi için de 6 ± 2.3 olarak verilmektedir. Bu verilerin çok az sayıdaki çalışmaya dayandığını ve bu çalışmalardaki asitik kayaçların ^{34}S bileşimi bakımından anormal bir şekilde zenginleşen granitik kayaçlardan etkilenmiş olabileceğini savunan Ohmoto ve Rye (1979) ise, mantodan itibaren oluşan kıtasal kabuğun, çok geniş bir izotopik

farklılaşmaya maruz kaldığını dikkate alarak kıtasal kabuğun ve asitik magmatik kayaçların ‰³⁴S bileşiminin ‰0 ±3 olduğunu belirtmektedir. Buna göre mantodan veya kabuktan itibaren kısmî ergime sonucu oluşan ergiyiklerin ‰³⁴S bileşimi birbiriyle aynı değerlerdedir. Mafik ve ultramafik kayaçların ‰³⁴S değeri de benzer şekilde Üst Manto'nun bileşimine uygun olarak -1 ilâ +3 arasında değişmektedir. Ancak mafik kayaçların ‰³⁴S değerinin anormal bir şekilde artış göstererek ‰ 5 ilâ 17 arasında değişebildiği gibi (Sasaki ve Ishihara, 1979), azalma göstererek ‰ -13.4'e kadar düştüğü de belirlenmiştir (Smitheringale ve Jensen, 1963). Bu anormal şekilde artış veya azalma Ohmoto ve Rye (1979)'a göre mantonun bileşimindeki farklılıktan çok, sedimanter kökenli sülfidlerin karışmasının sonucudur (Demir, 2010).

Çalışma alanına ait bu değerler, magmatik kaynaktan uzakta magmatik kaynaktan farklı çoklu kaynakları göstermektedir. Örneklerin deniz suyu kısmına benzerlik göstermesi, deniz suyu sülfatları veya gözenek sıvısı gibi ağır izotop kaynaklarından veya her ikisinden de izotopik bir fraksiyon olduğunu göstermektedir. Deniz suyu sülfatları, kükürtün ana kaynağı olarak tanımlana bilmektedir (Şekil 4.48).

Çizelge 4.7. Horzum Bölgesinden alınan örneklerin S izotop sonuçları

Örnek No			‰ ³⁴ S vs VCDT
1	X5	Galen	18.9
2	X6	Sfalerit	25.7
3	5.örnek	Galen	19.2
4	8.örnek	Sfalerit	25.3
5	X8	Sfalerit	20.9
6	S27	Kalkopirit	25.6
7	F5	Galen	18.2
8	F19	Galen	20.4
9	F19	Sfalerit	21.9
10	F16	Sfalerit	21.1
11	A1	Galen	20.9
12	X6	Pirit	26.1



Şekil 4.48. Sulfürlü maden yataklarındaki $\delta^{34}\text{S}$ izotop değerleri Veriler Kerridge ve ark. (1983), Ohmoto ve Rye (1979), Halbach ve ark. (1989), Naylor ve ark. (1989) ve Eldridge ve ark. (1988) çalışmalarını derleyen Rollinson, 1993'den alınmıştır.

4.7.2.2. Pb İzotop Analizleri

Doğada Pb'nun ^{208}Pb , ^{207}Pb , ^{206}Pb ve ^{204}Pb şeklinde dört izotopu vardır. Bu izotoplardan ilk üçünün miktarı jeolojik zamanlar boyunca sürekli olarak arttığı halde, ^{204}Pb 'ün miktarı hep aynı kalmıştır. Bundan dolayı bu izotopa "yaygın kurşun izotopu" denir. Yaygın kurşun izotopu haricindeki izotopların artış hızı zamana bağlı olduğuna göre, bu izotopların miktarları tespit edilirse içinde buldukları kayacın yaşı saptanabilmektedir.

Bu çalışmada Pb izotop bileşimleri iki temel amaç için analiz edilmiştir: (I) Pb metalinin kökeni ve varsa önerilen yataklanmalarla olan benzerliği ya da farklılığını ortaya koymak ve maden yataklarının çalışılması sırasında en önemli sorunlardan birisi cevherleşmeyi oluşturan minerallerin metal bileşenlerinin nereden kaynaklandığının belirlenmesidir. Kurşunun değişik jeolojik ortamlara

özgü izotopsal oranları söz konusudur. Ancak maden yataklarındaki kökensel ya da cevher petrolojisine yönelik kullanımı nispeten daha karmaşıktır. Bunun temel nedeni cevher oluşumunda özellikle ^{204}Pb 'un (adi kurşun) hakim bulunuşudur. Ancak yine de magmatik kökenli ve sedimanter kökenli yatakların kurşun izotop verileri arasında belirgin bir farklılık vardır. Sedimanter havzalarda, değişik kaynaklardan tuzlu sular tarafından çözülerek alınan ve yine gözenek suları tarafından taşınarak havzaların özellikle kenar kısımlarında masif sülfid yataklar olarak ortaya çıkan sedimanter yataklarda kurşun izotop oranları radyojenik bileşenlerce daha zengindir. Bu durum MVT yataklarda oldukça belirgindir (Demirören, 2010).

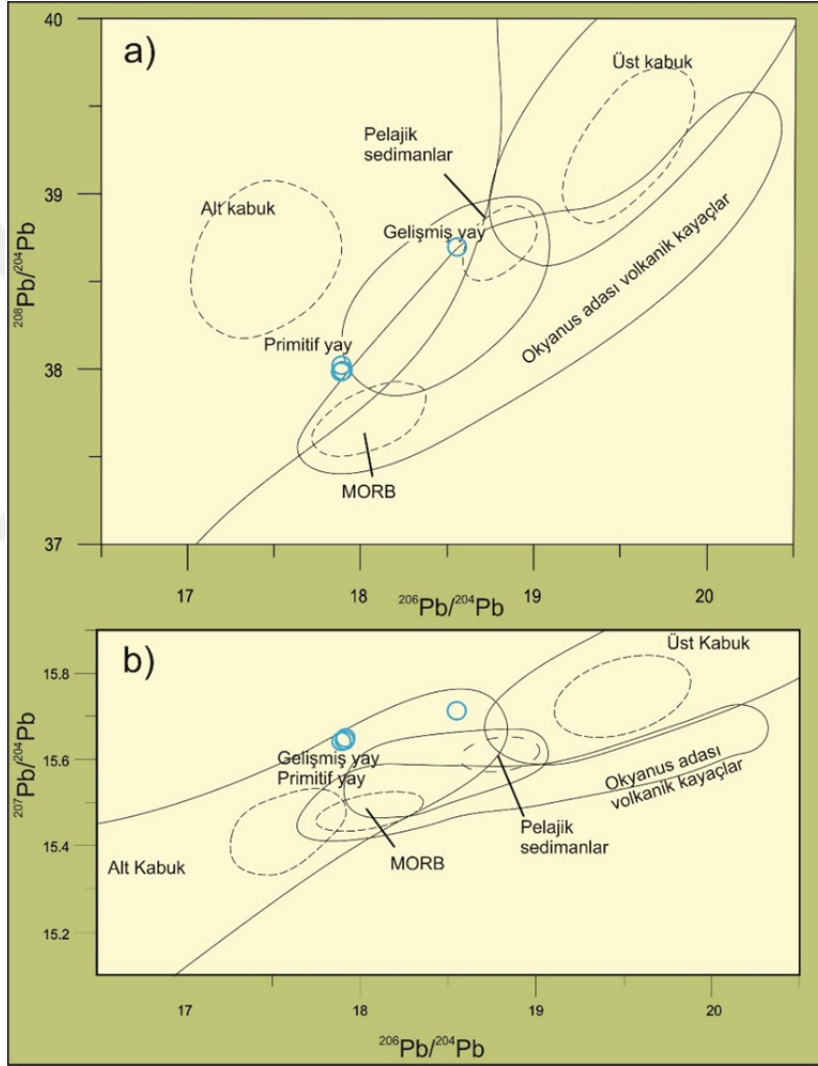
Çalışma sahasından alınan 5 adet cevher örneği üzerinden Pb izotop analizi yapılmış sonuçları Çizelge 4.8'de sunulmuştur.

Çizelge 4.8. Horzum Bölgesinden alınan örneklerin Pb izotop sonuçları

Örnek No:	Alındığı Bölge	^{205}Th	^{208}Pb	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
Pb10393	Horzum	11.81	18.82	17.8882	15.6254	37.9471
Pb10396	Horzum Güney	12.08	14.14	18.5493	15.6947	38.6442
Pb10397	Akyuz	12.42	19.81	17.8882	15.6256	37.9473
Pb10398	Akıntı	11.49	18.60	17.8924	15.6265	37.9548
Pb10394	Pınargözü	11.05	32.43	18.8410	15.7028	39.2079

Çalışılan yataklarda $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ oranları oldukça dar aralıkta (17.88-18.54) değişim göstermektedir. Bu aralık MVT yataklarda 18.55-22.00' dir. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ oranları da oldukça dar aralıkta (15.62-15.70) değişirken bu aralık MVT yataklarda nispeten daha geniştir (15.54-16.04). $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (^{232}Th kaynaklı ^{208}Pb (torojenik kurşun)'nın ^{204}Pb 'e oranı) değerleri 37.94-39.20 aralığında değişirken MVT yataklarına ait galenler nispeten torojenik karakter göstermektedir (37.84- 41.69). Değişim aralığı da oldukça geniştir.

Galen minerallerinin $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop oranları, Zartman ve Doe (1979) tarafından verilen farklı kaynak alanlarının izotop bileşimleri karşılaştırılması yapılmış ve Horzum bölgesi cevherleşmelerinin Alt Kabuk bölgesinde yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 4.49).



Şekil 4.49. Galenlerin a) $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 'e karşılık b) $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop oranlarındaki değişimin farklı alanlarla karşılaştırılması (Zartman ve Doe, 1979)

Horzum bölgesindeki Pb izotop sonuçlarını Ceylan (2003)'ün Doğu Toroslardaki Pb-Zn yataklarının Pb izotop değerleri ile karşılaştırıldığında bölgedeki MVT ve Ornatım Tipi yataklarla benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Doğu Toroslardaki Pb-Zn Yataklarının Kurşun İzotop bileşimleri

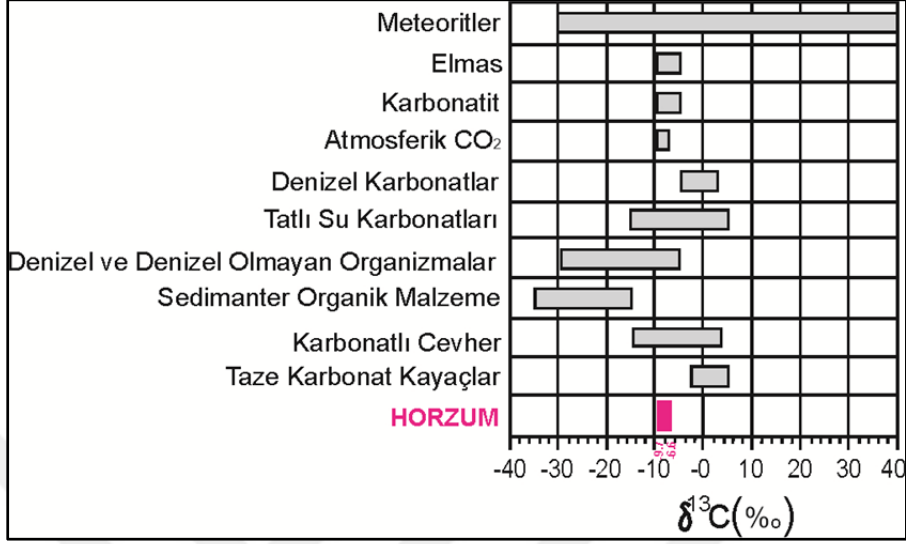
Bölge	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	Yan Kayaç	Yan Kayaç Yaş	Cevherleşme Tipi
Niğde - Celaller	18.771	15.695	38.975	Şist - Mermer	Erken Kretase	Skarn + CRD
Niğde	18.755	15.687	38.928	Mermer	Erken Kretase	Skarn + CRD
Kayseri (Yoncaliseki Zn-Pb-Fe)	18.637	15.697	38.784	Kireçtaşı	Geç Kretase	CRD
Kayseri-(Denizovaşısı Batısı)	18.827	15.720	38.962	Kireçtaşı	Devoniyen	CRD
Kayseri-(Aladağ-Delikkaya Pb-Zn)	18.695	15.719	38.891	Kireçtaşı	Geç Devoniyen - Jura	CRD
Kayseri-(Aladağ-Delikkaya Pb-Zn)	18.709	15.703	38.871	Kireçtaşı	Geç Devoniyen - Jura	CRD
Adana- Tufanbeyli-Bozcal	18.704	15.713	39.027	Dolomite	Devoniyen	MVT
Adana- Tufanbeyli-Akçal	18.635	15.698	38.916	Dolomite	Devoniyen	MVT
Malatya-Adatepe	19.228	15.623	39.191	Kireçtaşı	Permo-Karbonifer	CRD
Malatya-Cafana	18.097	15.66	38.279	Kireçtaşı	Permo-Karbonifer	CRD
Malatya-Cafana-Melet Deresi	18.086	15.651	38.240	Mermer	Paleozoik	CRD
Horzum Ana Ocaklar	17.888	15.625	37.947	Kireçtaşı	Orta Kambriyen	CRD
Horzum Güney	18.549	15.694	38.644	Kireçtaşı	Orta Kambriyen	CRD
Akyuz Bölgesi	17.888	15.625	37.947	Kireçtaşı	Orta Kambriyen	CRD
Akıntı Bölgesi	17.892	15.626	37.954	Kireçtaşı	Orta Kambriyen	CRD
Pınargözü Ocaklar	18.841	15.702	39.207	Kireçtaşı	Orta Kambriyen	CRD

4.7.2.3. Karbon-Oksijen İzotop Analizleri

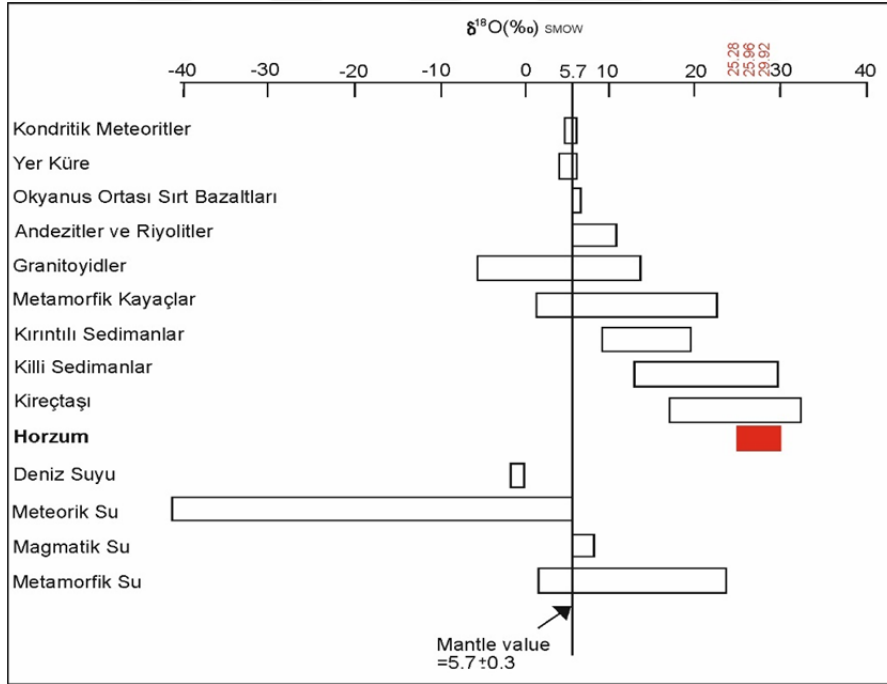
Parajeneze ait karbonatlı cevher minerallerinden simitsonite ait karbon ve oksijen izotop değerleri çizelge 4.10. da sunulmuştur. Simitsonitlerdeki $^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ oranı ‰ -6.68, -8.96 ile ‰ -9.72 arasında değişmektedir. Oksijen izotop değerleri ise ‰ -4.8, -5.46 ile ‰ -0.955 arasında bulunmaktadır (Çizelge 4.10). Karbon doğada, okside formda (CO_2 , karbonatlar, bikarbonatlar), indirgenmiş karbon şeklinde (metan ve organik karbon) ve elmas, grafit şeklinde bulunur. Şekil 4.59’da doğada bulunan karbon izotop kompozisyon değişim aralıkları özetlenmiştir. Bu sonuçlar Şekil 4.59’da karşılaştırıldığında karbonatlı cevher sınırları ile atmosferik karbon sınırları içerisinde yer almaktadır. $^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ izotop analizlerin de ise ‰0,955, ‰-4,8 ile -5,46 arasındadır. Farklı Oksijen izotop kompozisyonlarının yer aldığı Şekil 4.60 da oksijenin kaynağı olarak kireçtaşları kısmı içerisinde yer almaktadır. ^{13}C - ^{18}O izotop diyagramında ise yönelimin mağmatik etkinin olduğu alanlara doğru görülmektedir (Şekil 4.50-51-52).

Çizelge 4.10. Horzum Bölgesinden alınan Simitsonitlere ait ^{13}C , ^{18}O izotop değerleri

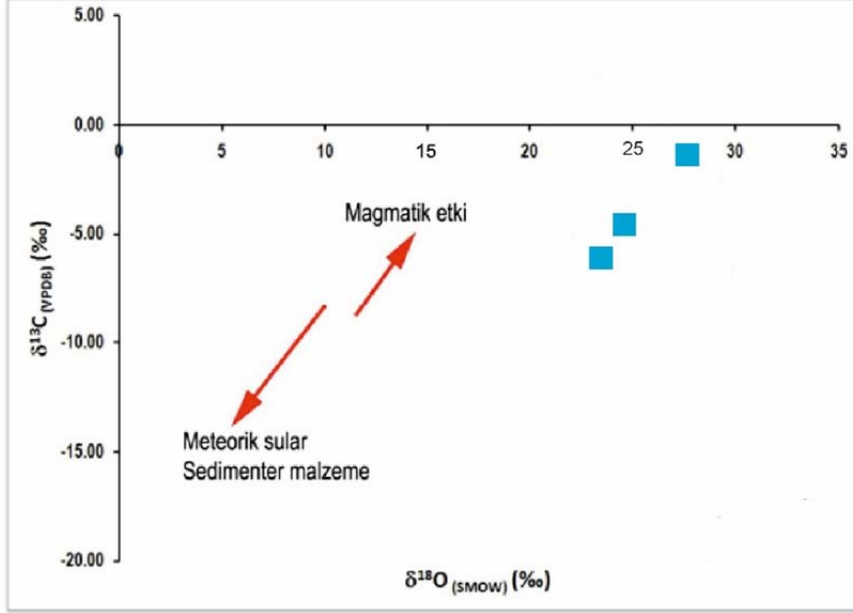
Analiz Sembol	$^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$	$^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$
Analiz metot	ISO	
Akyuz 1	-6,68	-0,955
Akıntı 2	-9,72	-5,46
Pınargözü 3	-8,96	-4,8



Şekil 4.50. Doğada bulunan karbon izotop kompozisyon değişim aralıkları ve Horzum bölgesine ait ¹³C sonuçları (Özbek, 2014'den alınmıştır).



Şekil 4.51. Horzum Zn-Pb yataklarındaki simitsonit örneklerine ait ‰ ¹⁸O izotopu ile diğer kaynakların karşılaştırılması



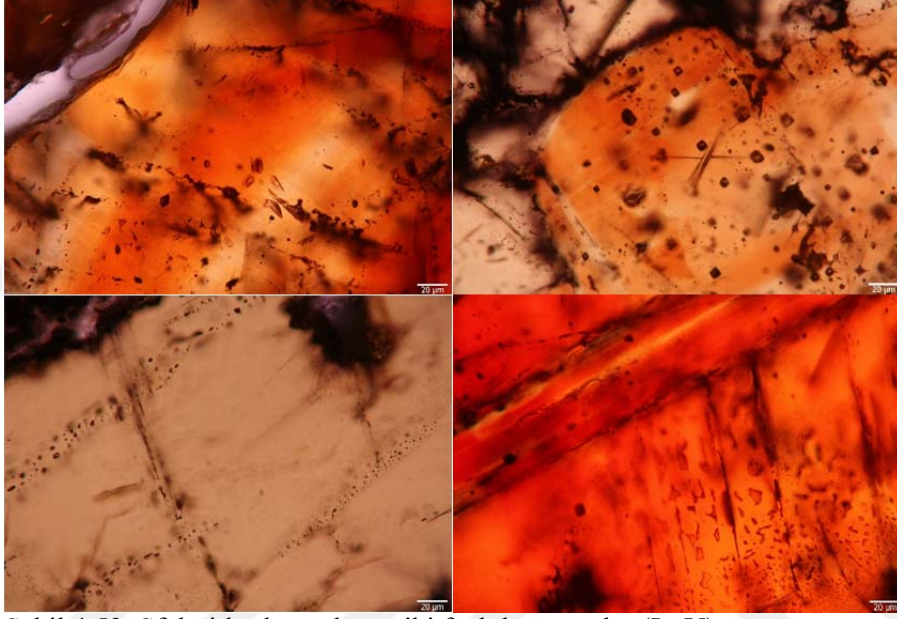
Şekil 4.52. C-O iztop değerlerine göre mağmatik etki olduğunu gösteren diyagram (Özbek, 2014'den değiştirilerek alınmıştır).

4.7.3. Sıvı Kapanım Analizleri

İnceleme alanına ait cevherleşmelerde sıvı kapanım ölçümleri, yüzey ve sondaj örneklerinden elde edilen sfalerit örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu örneklerden 24 adet iki yüzeyi parlatılmış sıvı kapanım kesitleri hazırlanmıştır. Hazırlanan kesitlerde tespit edilen sıvı kapanımlar Roedder (1984) ve Shepperd ve ark., (1985)'ne göre incelenmiş ve kapanım özellikleri belirlenmiştir. Daha sonra bu kapanımların homojenleşme sıcaklıkları ölçülmüştür.

İncelenen cevherleşmelerde bulunan sfalerit örneklerinde gözlemlenen kapanımlar, birincil ve ikincil kapanımlar şeklinde tespit edilmiştir. Bütün ölçümler iki fazlı (sıvı ve gaz içeren) kapanımlardan yapılmıştır. Sfaleritlerde iki fazlı ve genellikle 2-4 µm boyutlu birincil sıvı kapanımların yanında, kırık hatları boyunca dizilmiş farklı oranlarda sıvı-gaz içeren ve genellikle düzensiz şekilli ikincil kapanımlar da bulunmaktadır. Oval, elipsoidal ve damla şekilli kapanımların

baskın olduğu sfalerit minerallerinde az oranda düzensiz şekilli kapanımlar ve ince uzun şekilli kapanımlar bulunmaktadır (Şekil 4.53).

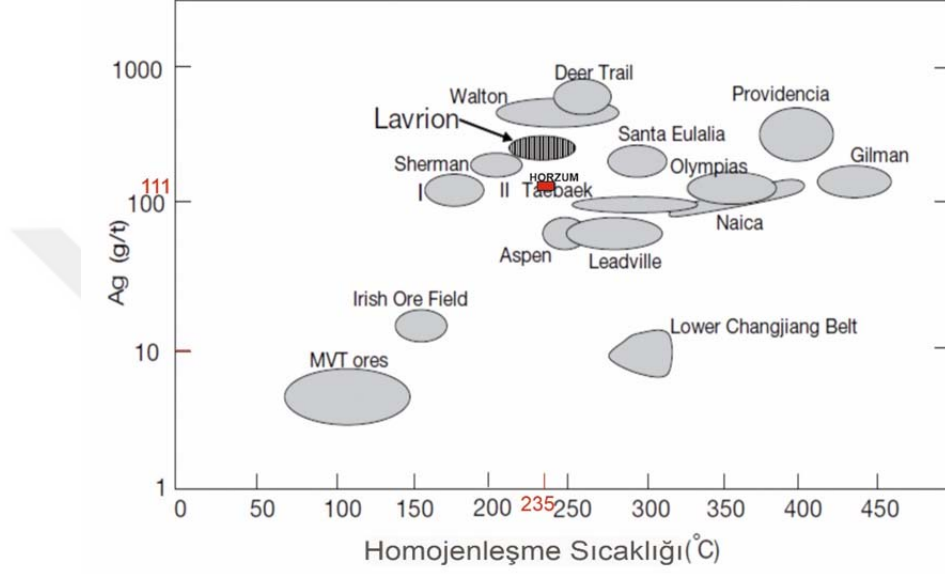


Şekil 4.53. Sfaleritlerde gözlenen iki fazlı kapanımlar (L+V)

4.7.3.1. Homojenleşme Sıcaklığı Ölçümleri (Th)

Yapılan incelemelerde sfaleritlerde birincil kökenli, sıvı ve gazdan oluşan kapanımlar tespit edilmiş ve mikrotermometrik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Mikrotermometrik ölçümlerde homojenleşme sıcaklığı (Th) değerleri elde edilmiştir. Sfaleritlerin kısmen koyu renkli olmaları mikrotermometrik ölçümlerde düşük sıcaklık faz değişimlerinin tespitini zorlaştırmış (Te ve Tm-ice) ve bu nedenle de çözelti bileşimini ve tuzluluğuna dair bir veri elde edilememiştir. Homojenleşme sıcaklığı verileri 170 °C ile 290 °C arasında tespit edilmiştir. Yapılan 14 ölçümde ortalama 235 °C hesaplanmıştır.

Sfaleritlerin homojenleşme sıcaklığı 235 °C ve Ag içeriği ortalama 111 ppm'dir. Bu sonuçları Bonsal (2008)' deki Şekil 4.53'e eklediğimizde Lavrion (CRD tip) ile benzerlik göstermektedir (Şekil 4.54).



Şekil 4.54. Karbonat Ornatımlı (CRD) cevherler ile MVT ve İrlanda Tipi Pb-Zn maden yataklarının gümüş ve homojenleşme sıcaklık değerlerine göre sınıflandırılması (Bonsal, 2008).

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Doğu Toroslar'ın batı bölümünde, Adana ilinin kuzeydoğusunda, Kozan-Feke ilçeleri arasında kalan inceleme alanında, birbirleriyle stratigrafik ve tektonik ilişkili farklı yaş, ortam ve kayaçlarla temsil edilen allokton konumlu farklı yapısal birimler bulunur. Bu birimler, Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı çökeller tarafından açısal uyumsuz olarak örtülür.

Bölgede tektono-stratigrafik birimler alttan üste doğru; Geç Kretase yaşlı Kaotik Seri; İnfakambriyen-Paleosen (?) yaşlı Görbiyes Dağı Birliği; İnfakambriyen-Geç Kretase yaşlı, başlıca şelf tipi karbonat ve kırıntılı kayaları kapsayan Geyikdağı Birliği olarak sıralanır. Özellikle çalışma alanında istif alttan üste doğru Kaotik Seri ile Geyikdağı birliğine ait Çaltepe formasyonu ve Seydişehir formasyonundan oluşur.

Kaotik Seri içerisinde değişik boyutlarda metabazit blokları ile birimi kesen metagabro dayk ve siller, konumu net olarak belirlenemeyen ancak aplit ve/veya blok olabileceği düşünülen asidik kökenli granitler tespit edilmiştir. Granitlerin varlığı bölgede gömülü bir intrüzifin olabileceğine işaret ederken bölgedeki cevherleşmelerin Ornatım Tip olabileceğini güçlendirmektedir.

Çalışma sahasında bulunan Pb-Zn cevherleşmeleri Horzum Kozan/Adana ve çevresinde yüzeylenen Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe formasyonuna ait rekristalize kireçtaşlarında bulunur. Rekristalizasyon en iyi karbonat alterasyonu olarak çalışma sahasında gözlenmektedir.

Rekristalize ve açık gri kireçtaşı gri kireçtaşının rekristalizasyonu ile oluşmuş olup cevherden uzaklaştıkça bir hale şeklinde açıktan koyuya doğru renk değişimi sunmaktadır. Bu değişim cevherleşme için iyi bir klavuz niteliğindedir.

Horzum bölgedeki cevherleşmeler açık gri renkli kireçtaşlarında bulunur. Pınargözü sahasında ise cevher ihtiva eden kireçtaşlarının renkleri Horzum

bölgesine göre daha açıktır. Bu durum Pınargözü Pb-Zn sahasının bölgede olası bir gömülü intrüzife Horzum sahasına göre daha yakın olduğunu işaret etmektedir.

Cevherleşmenin genel duruşu KD-GB doğrultulu ve GD'ya eğimlidir. Cevherleşmede birincil sülfürlü mineralleri; galenit, sfalerit, pirit ve çok az miktarda kalkopirittir. Oksitlenmiş cevher zonunda; simitsonit, hidrozinkit, götit, limonit, az miktarda serüzit mineralleri gelişmiştir.

Toroslar'da Alt Eosen'den daha genç magmatik faaliyetlerin bulunmaması (Özgül, 1984), cevherleşmenin kıvrımlanma hareketlerinden daha genç olması, cevher oluşumu sırasında ve daha sonraki oluşum evrelerinde sıkışma kuvvetlerinin etkin olması gibi özellikler yöredeki birincil mineralizasyonun Paleosen-Alt Eosen zaman aralığında oluştuğunu gösteren veriler olarak sayılabilir. Yöredeki birincil sülfürlü cevherlerin gömülü bir granitik sokulumdan doğrudan veya dolaylı olarak beslenen cevherli çözeltilerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Karbonatlı cevher oluşumları ise, birincil cevherlerin Miyosen sonrasındaki oksidasyon zonu zenginleşmelerine bağlanmaktadır (Temur 1986).

MVT yatalarda cevher oluşumu için uygun yerler kireçtaşı, dolomit, dolomitik kireçtaşı ve özellikle dolomit-kireçtaşı arayüzüdür. Horzum bölgesindeki cevherleşmenin yan kayacında neredeyse hiç dolomit bulunmamaktadır.

Mineralizasyon ile eşzamanlı oluşan kalsit damarları manganez içeren kalsit damarlarıdır. Horzum cevherleşmesinde ve yakın çevresinde gözlemlenen manganlı kalsit damarları yatağın karbonat ornatımlı olabileceğini yönünde iyi bir göstergedir.

Örneklerin Co (<1 ppm) ve Ni (5 ppm) miktarı MVT yataklar için verilen değerlere göre (Sangster, 1990) düşüktür.

Genel olarak sfaleritlere bağlı bir element olan Cd, oluşum sıcaklığı düşükçe artmaktadır. Örneklerin Cd değeri nispeten düşük olup ortalama 1750 ppm'dir ve Zn değerleri ile pozitif korelasyonludur. MVT yataklar için Churnet ve Misra, 1983 tarafından verilen Cd değerlerine göre düşüktür.

Genel olarak Missisipi Vadisi Tipi (MVT) cevherleşmelerde Zn/(Zn+Pb) oranı 0.7 iken (Grundmann, 1977; Rogers ve Davis, 1977) Horzum bölgesi cevherleşmelerde Zn/(Zn+Pb) oranı ortalama 0.97'dir.

Sfaleritlerdeki Zn/Cd oranlarına göre yatak tipleri karşılaştırıldığında; Missisipi Vadisi Tipi (MVT) yataklarda bu oran 398 olup, çalışma alanında Zn/Cd oranı ortalama 275'dir. Bu sonuçlara göre Missisipi Vadisi Tipi cevherleşmeye yakınlık göstermemektedir.

Örneklerin Fe miktarı ortalama % 3.17 ve Cu miktarı 545 ppm'dir. Oluşum sıcaklığı ile doğru orantılı artış gösteren Fe ve Cu değerleri MVT yataklara göre yüksek, Ornatım Tip yataklarla uyumludur.

W miktarı sülfürlü ve karbonatlı cevherlerde yapılan analizlerden 29 örnekte 24 ppm ile 3480 ppm arasında değişmeğe iken kalan örneklerde 10 ppm'in altındadır. W varlığı cevherleşmenin intrüzifle ilişkili olabileceği yönünde göstermektedir (Megaw 2015).

MVT yataklarda Ag oranı 40 ppm'e kadar iken Karbonat Ornatımlı Pb-Zn Yataklarında bu değer 1000 ppm'in üzerine çıkmaktadır (Megaw 2015). Horzum bölgesinde ortalama gümüş değeri (111.3 pmm) Ornatım Tip yataklara uyumluluk gösterirken MVT yataklar için verilen değerlere göre yüksektir.

Ga/Ge oranları kullanılarak sfalerit jeotermometresinde oluşum sıcaklığı 168-278⁰C aralığında bulunmuştur. Sahada sfaleritlerden yapılan sıvı kapanım çalışmalarından elde edilen sıcaklık verisi (170-290 °C) ile örtüşmektedir.

Sfaleritlerden yapılan sıvı kapanım çalışmalarında homojenleşme sıcaklığı (Th) değerleri ortalama 235 °C hesaplanmıştır. Tespit edilen homojenleşme sıcaklığı MVT yatakları için verilen değerlere göre yüksek olup, Ornatım Tip yataklarla uyumludur.

Horzum cevherleşmesi Ag (111 ppm) ve homojenleşme sıcaklık (235 °C) değerlerine göre karbonatlarda bulunan Pb-Zn yatakları ile kıyaslandığında Karbonat Ornatımlı Lavrion Pb-Zn yatağına benzerlik göstermektedir.

^{34}S analiz sonuçları; Sfalorit örneklerinde % 21.1 ile 25.7 arasında, Galen örneklerinde % 18.2 ile 20.9 arasında, Kalkopiritte 25.6 ve Piritte % 26.1 dir. Bu değerler, magmatik kaynaktan uzakta magmatik kaynaktan farklı çoklu kaynakları göstermektedir. Örneklerin Deniz suyu kısmına benzerlik göstermesi deniz suyu sülfatları veya gözenek sıvısı gibi ağır izotop kaynaklarından veya her ikisinden de izotopik bir fraksiyon olduğunu göstermektedir. Deniz suyu sülfatları, kükürtün ana kaynağı olarak tanımlanabilmektedir.

Çalışılan yataklarda $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (^{238}U kaynaklı ^{206}Pb 'nın, ^{204}Pb 'e oranı) değerleri oldukça dar aralıkta (17.88-18.54) değişim göstermektedir. Bu aralık MVT yataklarda 18.55-22.00'dır. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ değerleri de oldukça dar aralıkta (15.62-15.70) değişirken bu aralık MVT yataklarda nispeten daha geniştir (15.54-16.04). $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ değerleri 37.94-39.20 aralığında değişirken MVT yataklarına ait galenler nispeten torojenik karakter göstermektedir (37.84-41.69). Değişim aralığı da oldukça geniştir.

Dünyadaki MVT yataklarına ait kurşun izotop verileri kurşunun ve dolaylı olarak da ilişkili metallerin üst kabuksal kaynağı işaret etmektedir. Galen minerallerinin $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop oranları, farklı kaynak alanların izotop bileşimleri karşılaştırılması yapılmış ve Horzum bölgesi cevherleşmelerinin Alt Kabuk bölgesinde yer aldığı belirlenmiştir.

Simitsonitler deki $^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ oranı % -6.68, -8.96 ile % -9.72 arasında değişmektedir. Oksijen izotop değerleri ise % -4.8, -5.46 ile % -0.95 arasında bulunmaktadır. Karbon izotop değerleri karbonatlı cevher sınırları ile atmosferik karbon sınırları içerisinde yer almaktadır. Oksijen izotop kompozisyonlarının yer aldığı grafiklerde ise oksijenin kaynağı olarak kireçtaşları kısmı içerisinde yer almaktadır. ^{13}C - ^{18}O izotop diyagramında ise yönelimin magmatik etkinin olduğu alanlara doğru görülmektedir.

Mineralizasyonların ornatımla yerleşmesi, Mn içelikli kalsitlerin varlığı, sfaleritlerin içerisindeki yüksek Fe-Cu ve Ag değeri ile düşük Cd-Co ve Ni değeri içermesi, sfaleritlerdeki sıvı kapanımlarda ortalama 235⁰C homejenleşme sıcaklığın saptanması, Kaotik Seri içerisinde lokal granitlerin bulunması ile Pb izotop oranlarının Türkiye'deki benzer yataklarla uyumluluk göstermesi cevherleşmenin gömülü intrüzifle ilişkili Karbonat Ornatım Tip olabileceğine işaret etmektedir.





KAYNAKLAR

- Abdüselamoğlu, Ş., 1959, Yukarı Seyhan Bölgesinde Doğu Torosların Jeolojik Etüdü: MTA Rapor no: 2668, Ankara.
- Allen, C., 1996. Horzum-Pınargözü Bölgesine ait teknik rapor (Yayınlanmamış)
- Allen, C., 2012. Horzum Kurşun-Çinko Bölgesi Cevherleşmesinin oluşumuna ait Rapor (Yayınlanmamış)
- Ayhan, A., 1983. Aladağ (Yahyalı-Çamardı) yöresi karbonatlı çinko-kurşun yatakları, TJK bülteni. 26, 107-116.
- Ayhan, A., 1983. Doğu Toros Dağlarında, Kambro- Ordovisiyen kayalarının stratigrafisi ve yayılımı. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, sayı 4, 17-20. Ankara
- Ayhan, A. ve Erbayar, M., 1985. Batı Zamantı (Aladağlar-Yahyalı) karbonatlı Pb-Zn yataklarının jeokimyasal prospeksiyonu. MTA Dergisi, 105, 75-84.
- Bingöl, N., ve Yıldırım, R., 1983. Adana Kozan Horzum çinko madeninde yer altı sondajlı çalışma raporu: MTA.
- Bonsall, T.A., 2008. The geochemistry of carbonate-hosted Pb-Zn-Ag mineralization in the Lavrion District, Attica, Greece: fluid inclusion, stable isotope, and rare earth element studies, Iowa State University.
- Ceyhan, N., 2003. Lead isotope geochemistry of pb-zn deposits from eastern taurides, Yüksek Lisans tezi O.D.T.Ü.
- Çiftçi, E., ve Demirören, S.S., 2011. "Orta Toroslar Pb-Zn Damar Yataklarının Kurşun İzotop Karakteristikleri". TUBITAK Projenno: ÇAYDAG-110Y016, Ankara
- Dama, 2007. Horzum (Kozan Adana) Çinko yatağı Maden Jeolojisi Etüt Raporu (Yayınlanmamış)
- Dağlıoğlu, C., 1988. Kozan-Feke Saimbeyli-Tufanbeyli (Adana) İlçeleri ile Sarız (Kayseri) İlçesi Dolayının Demir Cevherleşmeleri Prospeksiyonu Jeoloji Raporu. MTA Raporu Arşiv No: 9215

- Demirtaşlı, E., 1967. Pınarbaşı-Sarız-Mağara ilçeleri arasındaki sahanın litostatigrafi birimleri ve petrol imkanları. MTA Rapor no:4389, ANKARA.
- Demir. Y., 2010. Kabadüz (Ordu, Kd-Türk_Ye) Yöresi Pb-Zn-Cu Cevherlerinin Jeolojik, Mineralojik, Jeokimyasal ve Kökensele İncelenmesi. KTÜ Doktora tezi
- Göncüoğlu, M.C., 2010. Introduction to the Geology of Turkey- Geodynamic Evolution of the Pre-Alpine and Alpine Terranes: Monography series 5, General Directorate of Mineral Research and Exploration, 66p.
- Güneyli, H., 1995. Horzum (Kozan – Adana) bölgesinin jeolojisi ve tektoniği, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Master tezi, Adana
- Hanılçı, N., ve Öztürk, H., 2003. Aladağlarda karbonatlar içindeki Pb-Zn yataklarında duraylı kükürt izotopu ve mikrometrik incelemeler, Doğu Toroslar, Türkiye. 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri özleri kitabı s.112-113, Ankara.
- Hanılçı, N., ve Öztürk, H., 2005. Aladağ-Zamantı (Doğu Toroslar) Bölgesinde misisipi vadisi tipi (MVT) Zn-Pb Yatakları İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C. 18, S. 2, SS. 23-43, Y.
- Hanılçı, N. ve Öztürk, H., 2005. Ayraklı ve Denizovası Zn-Pb Yatakları (Aladağlar-Zamantı Bölgesi), İ.T.Ü. Yerbilimleri Dergisi.
- Henden, İ., Önder, E., 1980. Attepe (Mansurlu) demir madeninin jeolojisi. TJK Bülteni, 23, 2, s. 153 – 163.
- Hitzman, M. W., Reynolds, N. A., Sangster D. F., Allen C. R. ve Carman, C. E., 2003. Classification, Genesis, and Exploration Guides for Nonsulfide Zinc Deposits. Economic Geology Vol. 98, pp. 685–714.
- Hoefs, J., 2004. Stable isotope Geochemistry, Fifth revised and updated edition, Springer- Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 244 s.
- Karakaya, M., 2008, Duraylı izotopların jeolojide kullanımı, Yüksek Lisans tezi A.Ü.

- Kuşçu, M., ve Cengiz, O., 2001. Karbonatlı kayaçlara bağlı Orta Toroslar Zn-Pb cevherleşmelerinin kükürt izotopları incelemesi. TJK Bülteni, 44, 3, 59-73
- Kozlu, H., 2002. Kozan-Feke (Doğu Toroslar) Yöresinin Stratigrafisi ve Yapısal Konumu ile İlgili Bulgular. TPJD Bülteni, Cilt 14, Sayı 1, Sayfa 1-36.
- Megaw, P.K.M., 1999. The high-temperature, Ag-Pb-Zn-(Cu) carbonate-hosted replacement deposits of central Mexico. *In* VMS and Carbonate-Hosted Polymetallic Deposits of Central Mexico. (J.J. Jambor, ed.). British Columbia and Yukon Chamber of Mines, Cordilleran Roundup, 1999, 25-44.
- Megaw, P.K.M., Ruiz, J., & Tittley, S.R., 1988. High-temperature, carbonate-hosted, Pb-Zn-Ag massive sulfide deposits of Mexico: An overview. *Econ. Geol.* 83, 1856-1885
- Megaw, P., 2015, Horzum Çinko-Kurşun Bölgesi Cevherleşmesinin oluşumuna ait Rapor (Yayınlanmamış)
- Metin, S., Papak, İ., Keskin, H., Özsoy, İ., Polat, N., Altun, İ., Haznedar, H., Karabalık N.N. Ve Konuk, O., 1982. Tufanbeylisarız-Göksun ve Saimbeyli Arasının Jeolojisi (Doğu Toroslar); Mta Enst. Raporu, Rap No: 7129, 123 S. (Yayınlanmamış).
- Metin, S., Demirtaşlı, E., Ayhan, A., 1983. Autochthons, Parautochthons And Ophiolites Of The Eastern Taurus And Amanos Mountains. International Symposium On The Geology Of The Taurus Belt, Field Guide Book, Pp. 7-17. 120
- Metin, S., 1984. Doğu Toroslar'da Derebaşı (Develi)-Armutalan ve Gedikli (Saimbeyli) Köyleri Arasının Jeolojisi: İstanbul Üni. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, Cilt 4, Sayı: 1-2, Sayfa: 45-66.
- Metin, S., Ayhan, A., Papak, İ., 1986. Doğu Torosların Batı Kesiminin jeolojisi (GGD TÜRKİYE), MTA Dergisi, s. 107, 1- 11.

- Möller, P., 1985. Development and Application of the Ga/Ge-Geothermometer for Sphalerite from Sediment-hosted Deposits. Monograph Series on Mineral Deposits 25: 15—30
- Ohmoto, H., ve Rye, R.O., 1979. Isotopes of sulphur and carbon: in barnes, H.L. (ed.) Geochemistry of Hydrothermal ore deposits, 2nd ed., p. 509-567, John Wiley & Sons, New York.
- Özbek, A.C., 2014. Orta ve Doğu Toroslarda bulunan karbonat yankayaçlı pb zn cevher oluşumlarının alterasyon mineralojisi ve duraylı izotop nitelikleri. Yüksek Lisans tezi. İTÜ
- Özgül, N., 1971. Orta Torosların kuzey kesiminin yapısal gelişiminde blok hareketlerinin önemi. TJK Bul., 14, 75-87.
- Özgül, N., 1976. Torosların bazı temel jeoloji özellikleri, TJK Bülteni, 19/1, 65-78.
- Özgül, N., 1984. Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides. Geology of the Taurus belt, proceedings, 77-90, MTA.
- Özgül, N. ve Kozlu, H., 2002. Kozan-Feke (Doğu Toroslar) Yöresinin Stratigrafisi ve Yapısal Konumu ile İlgili Bulgular. TPJD Bülteni, Cilt 14, Sayı 1, Sayfa 1-36.
- Özgül, N. ve Gedik, I., 1973. Orta Toroslar' da Alt Paleozoik yaşta Çaltepe kireçtaşı ve Seydişehir formasyonunun stratigrafisi, konodort faunası hakkında yeni bilgiler. TJK Bülteni, 16, 39-52.
- Özüş, A.S., 1985. Akaya köyü (Feke – Adana) Florit – Barit mineralleşmesinin metalojenik incelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Master tezi, 70s, Adana
- Parlak, O., 1990. Kozan – Horzum (Adana) Arasındaki Bölgenin Jeolojisi ve Tektoniği, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, 105s. Adana
- Previtali, F., 1966. Kisenit Köyü (Feke – Adana) Civarındaki Demir Yatakları. Mta Raporu, 4033, Ankara.
- Rollinson, H., 1993. Using geochemical data; evolution, prestatation, interpretation. Longman Scientific&Technical UK. ISBN. 0582067014 New York, 352 p.

- Rye, R. O., Ve Ohmoto, H., 1974. Sulphur And Carbon İsoptes And Ore Genesis: A Review, Econ. Geol., 69, 826-842 P.
- Temur, S., 1996. Horzum (Kozan-Adana) ve Bolkardağı (Ulukışla/Niğde) yöreleri Pb- Zn yataklarına ait piritlerin iz element konsantrasyonlarının karşılaştırılması, KTÜ, Jeoloji Müh. Böl. 30. yıl Sempozyum Bildirileri, 67-81, Trabzon.
- Temur, S., 1986. Horzum (Kozan-Adana) piritli çinko-kurşun yataklarının jenetik incelemesi: Hacettepe Üniv. Yerbilimleri Derg., 13, 31- 48.
- M.T.A., 1993. Türkiye Kurşun-Çinko envanteri. MTA genel müdürlüğü yayın no: 199.
- Tripathi, A., 2014. Pınargözü (Kozan-Adana) Yapısal analiz raporu (Yayınlanmamış)
- Uras, Y., 2002. Feke (Adana) ve Bayındır (Kaman) Fluoritlerinin Nadir Toprak Elementlerinin Karşılaştırılması, Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora tezi, 86s.
- Usta, D., 2012. Adana İli Jeolojik Özellikleri, MTA Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü- Adana.
- Usta, D., Şenel, M., Metin, Y., Bedi, Y., Vergili, Ö., Usta, M., Balcı, V., Kuru, K., Tok, T., Özkan, M. K. Ve Kop, A., 2004. Kozan-Tufanbeyli (Adana) Arasındaki Yapısal Birimlerin Jeolojik Özellikleri, 57. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, s. 275-276.
- Usta, D., Usta, M., Balcı, V., Kop, A., 2013. Doğu Toroslar'ın Jeolojisi ve Metalojeni (Kozan/Feke/Adana) MTA Raporu. Ankara
- Yalçın, M.G., 1991. Feke – Belenköy barit yatakları ve köken sorunları, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 66s, (yayımlanmamış).
- Zartman, R.E., ve Doe, B.R., 1981. Plumbotectonics-The model, Tectonophysics, 75, 135-162.
- Yetiş, C., 1988. Feke – Fekedağ (Adana) bölgesinde Paleozoyik – Mesozoyik stratigrafisi (Doğu Toroslar) Geosound No: 29 – 51 s. Adana.

Win Khant, W., Warmada, W., Idrus, A., Setijadji, L.D., ve Watanabe, K., 2012
Sphalerites' mineral chemistry and sulphidation state of polymetallic
epithermal quartz veins at soripesa prospect area, sumbawa island,
indonesia. Journal of Southeast Asia Applied Geology, Vol. 4(1) pp,1-14



ÖZGEÇMİŞ

Fatih AKYÜZ 01.07.1984 tarihinde Trabzon ili aykara ilçesinde doğdu. Liseyi Trabzon Fatih Lisesi'nde bitirdi. Lisans eğitimine Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik– Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde başladı. Lisans eğitimini 2010 yılında tamamladı. 2011 yılında Akmetal Madencilik A.Ş. (Kurmel Grup) de arama jeoloğu olarak göreve başladı. Adana / Kozan - Feke (Horzum-Pınargözü-Akkaya-Kısacıklı) Pb/Zn sahalarında, Adana – Karaisalı / Etekli Pb/Zn sahasında ve Adana - Aladağlar Pb/Zn / Krom sahalarında maden arama ve geliştirme projelerinde çalıştı. Yüksek Lisans çalışmasına 2017 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Maden Yatakları ve Jeokimya Ana Bilim Dalı'nda başlayan Akyüz, halen Akmetal Madencilikte Arama Müdürü olarak çalışmaktadır.