

**İKİNCİL JİPSLER VE TÜREDİKLERİ SÜLFÜRLÜ
CEVHERLEŞMELER ARASINDAKİ JEOKİMYASAL
İLİŞKİLER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Zehra KAYA**

**Anabilim Dalı: Maden Yatakları
Program: Jeokimya**

Danışman: Prof. Dr. Ahmet SAĞIROĞLU

Eylül -2014

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

**İKİNCİL JİPSLER VE TÜREDİKLERİ SÜLFÜRLÜ
CEVHERLEŞMELER ARASINDAKİ JEOKİMYASAL İLİŞKİLER**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zehra KAYA

(121116102)

Anabilim Dalı: Maden Yatakları

Program: Jeokimya

Danışman: Prof. Dr. Ahmet SAĞIROĞLU

Eylül -2014

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

**İKİNCİL JİPSLER VE TÜREDİKLERİ SÜRFÜRLÜ
ÇEVHERLEŞMELER ARASINDAKİ JEOKİMYASAL İLİŞKİLER**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zehra KAYA

(121116102)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10 Eylül 2014

Tezin Savunulduğu Tarih : 15 Eylül 2014

Tez Danışmanı:	Prof. Dr. Ahmet SAĞIROĞLU
Diğer Jüri Üyeleri:	Prof. Dr. Mehmet YAMAN
	Prof. Dr. Mehmet ERDEM
	Doç. Dr. Leyla KALENDER
	Doç. Dr. Dicle BAL AKKOÇA
	Yrd. Doç. Dr. Muharrem AKGÜL

Eylül -2014

ÖNSÖZ

‘İkincil jipsler ve türedikleri sülfürlü cevherleşmeler arasındaki jeokimyasal ilişkiler’ başlıklı bu çalışma 2012-2014 yılları arasında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği, Maden Yatakları-Jeokimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Bu çalışma, TÜBİTAK 1002 hızlı destek projesi (Proje No:113Y211) olarak desteklenmiştir.

Bu projenin hazırlanmasında, arazi ve büro çalışmalarında yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen her zaman yanımda olup beni destekleyen aynı zamanda bu proje kapsamında burs almamı sağlayan danışmanım Sayın Prof. Dr. Ahmet SAĞIROĞLU’na teşekkürlerimi sunarım. Mikroskop çalışmalarında yardımcı olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Melek Ural’a aynı zamanda çalışmalarım sırasında tavsiyelerini ve yardımlarını eksik etmeyen Sayın Arş. Gör. Hatice KARA’ya teşekkür ederim.

Tezin hazırlanması sürecinde yardımlarını gördüğüm Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği’nin tüm üyelerine ve Bölüm Teknisyenleri Fuat İSTEK ve Tuncay ÖZDEMİR’e teşekkür ederim.

Zehra KAYA

ELAZIĞ-2014

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET	IV
SUMMARY	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
TABLolar LİSTESİ	VIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
2. İKİNCİL JİPS OLUŞUMU	3
2.1. Jeokimyasal Prospeksiyon ve İkincil Jipsler ile Arasındaki İlişki	6
3. ÖRNEK ALIM YERLERİNİN JEOLojİSİ	7
3.1. Keban Cevherleşme Bölgesi	7
3.1.1. Genel Jeoloji.....	7
3.1.2. Keban Bölgesi Cevherleşmeleri	9
3.1.2.1. Doğu Fırat Cevherleşmeleri	9
3.1.2.2. Batı Fırat Cevherleşmeleri	9
3.1.3. Keban Bölgesi Örnek Alım Yerleri	10
3.2. Maden Bölgesi.....	12
3.2.1. Genel Jeoloji.....	12
3.2.2. Maden Bölgesi Cevherleşmeleri.....	15
3.2.3. Maden Bölgesi Örnek Alım Yerleri.....	15
3.3. Sedimanter Jips Örneklerinin Alındığı Deveci ve Tunceli Bölgesi.....	17
4. MATERYAL VE METOD	18
5. BULGULAR	19
5.1 Mikroskobik Çalışmalar.....	19
5.2. Jipslerin XRD (X Ray Difraktometre) Yöntemi İle İncelenmesi.....	24
5.3. Jipslerin XRF (X-Ray Fulöresans) Yöntemi İle Analizi.....	30
5.4. Ana Ve İz Element Jeokimyası	32
5.4.1. Ana Element Jeokimyası.....	32

5.4.2.	İz Element Jeokimyası	34
6.	TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	37
	KAYNAKLAR.....	40
	ÖZGEÇMİŞ	45

ÖZET

Sülfürlü cevherleşmelerin oksidasyon zonlarında ve maden işletme atıklarında; kükürdün oksidasyonu, sülfürik asit oluşturması ve Ca içeren litolojilerle etkileşimi şeklindeki zincirleme reaksiyonlar sonucu ikincil jipsler yaygın olarak oluşmaktadır.

Benzer oluşumlar yüzeylememiş sülfürlü oluşumlardan sızan asidik maden suları akış yolları boyunca da gözlenebilmektedir. Kuramsal olarak, ikincil jipslerin türedikleri cevherleşmelerin jeokimyasal izini taşıması ve bu özelliği nedeniyle prospeksiyon çalışmalarında kolay erişilebilir, düşük maliyetli ve yüzeylememiş cevherleşmeler için bir araç olması beklenir.

Bu tez çalışması kapsamında; başta Keban Batı Fırat sektöründe gözlenen geniş ikincil jips oluşumu olmak üzere, Keban Florit işletme alanlarında, Keban Doğu Fırat eski Pb-Zn işletmesi pasa ve galeri ağızı çevresinde, Maden Anayatak pasa alanlarında oluşmuş ikincil jipsler sistematik olarak örneklenmiştir. İkincil jipslerin mineralojisi ve jeokimyası; mikroskobik, XRD, XRF, ICP-MS, ICP-ES yöntemleri kullanılarak incelenmiştir.

Bu araştırma ikincil jipsler ve türedikleri cevherleşmeler arasındaki yakın jeokimyasal ilişkiler olduğunu kanıtlamaktadır. Pb-Zn cevherleşmelerinden türeyen ikincil jipslerde Pb, Zn, Ag ve Cd içerikleri sırasıyla Pb:739, Zn:2573, Ag:1.3, Cd:18 ppm kadar ulaşabilmektedir. Maden Bakır yatağındaki ikincil jipslerde Cu içeriği 275 ppm kadar yükselmektedir.

İkincil jipsler konusunda yapılan mevcut çalışmalar daha çok bunların çevreye etkileri konusundadır. Bu çalışma ikincil jipsleri jeokimyasal prospeksiyon aracı ve yöntemi olarak inceleyen ilk çalışma olacaktır.

Anahtar Kelimeler: İkincil jips, jeokimyasal prospeksiyon, iz element, sülfürlü cevherleşme, Keban- Elazığ, Oksidasyon zonu

SUMMARY

Geochemical And Isotopic Associations Between Secondary Gypsums And The Sulphide Mineralizations They Originated From

Secondary gypsums are quite common in the oxidation zone of sulphide mineralization and waste and rejects of sulphide deposit minings. In these environments the chain reaction; oxidization of sulphur, sulphric acide formation and acid-wall rock reaction results with the formation of secondary gypsum.

Similar secondary formations also occur along the pathway of acidic mine water drainage. In theory, the secondary gypsum should have the geochemical signature of the mineralizations they derived from and, from this reason they could be an effective prospecting tool what is cheap to collect and analyze and represent buried mineralizations.

The gypsum samples were collected from voluminous gypsum formation and fluorite mines of Keban West Fırat Sector, Pb-Zn mine gallery entrance and waste of East Keban Sector and mine wastes of Maden Anayatak Cu mine. Mineralogy, geochemistry of the secondary gypsums formations are studied using microscopic, XRD, XRF, ICP-MS and ICP-ES techniques and methods.

This research study proves that there are close geochemical correlations between secondary gypsums and the mineralization they originated. From Pb, Zn, Ag and Cd contents of the Pb-Zn mineralizations may reach up to Pb: 739, Zn: 2573, Ag: 1.3, Cd: 18 respectively. Cu contents can be as high as 275 ppm in the secondary gypsums of the Maden Cu mines.

Present studies on secondary gypsum investigates environmental impacts of these formations. This will be the first study which investigates secondary gypsums as a geochemical prospection tool and method.

Key Words: Secondary gypsum, geochemical prospection, trace element, sulphide mineralizations, Keban- Elazığ, oxidation zone

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Keban Doğu Fırat eski Pb-Zn işletmesi pasa ve galeri ağzı çevresinde bazik yarıderinlik kayaçları üzerinde gelişmiş ikincil jips (beyaz toprağımsı birikimler) oluşumları.....	4
Şekil 2.2.	İkincil jips oluşumu.....	4
Şekil 2.3.	Maden işletmelerinde sızıntılar çevresinde oluşan ikincil jipsler.....	5
Şekil 3.1.	Keban bölgesine ait dikme kesit (Akgül, 1987 den düzenlenmiştir ölçeksizdir).....	8
Şekil 3.2.	Keban örnek alım yerleri X işaretiyle belirtilmiştir.....	10
Şekil 3.3.	Keban Batı Fırat geniş jips oluşumu örnek alım yeri.....	11
Şekil 3.4.	Keban Doğu Fırat eski Pb-Zn işletmesi pasa ve galeri ağzı çevresinde oluşmuş ikincil jips (beyaz toprağımsı birikimler) oluşumları.....	11
Şekil 3.5.	Keban Fluorit işletme alanlarında gelişmiş ikincil jips-kalsit oluşumları (beyaz damarlar).....	12
Şekil 3.6.	Maden bölgesine ait dikme kesit.....	14
Şekil 3.7.	Maden örnek alım yeri X işareti ile belirtilmiştir.....	16
Şekil 3.8.	Maden Anayatak Bakır yatağı çevresinde gelişen ikincil jips oluşumları (Beyaz pudra şeklindeki örtü).....	16
Şekil 3.9.	Maden Anayatak Bakır yatağı pasalarında ikincil jips (Beyaz toprağımsı) oluşumları.....	17
Şekil 4.1.	Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde portatif XRF ile alınan örneklerin major ve iz element ölçüm çalışmaları.....	18
Şekil 5.1.	Tamamen eş boyutlu tanelerden oluşmuş ikincil jips kristalleri, XN, (KJ-3: Keban).....	19
Şekil 5.2.	Tamamen eş boyutlu tanelerden oluşmuş ikincil jips kristalleri, XN, (5.B KJ-4: Keban).....	20
Şekil 5.3.	Özşekilli ikincil jips kristelleri, tek nikol (KJ-25: Keban).....	20
Şekil 5.4.	Özşekilli ikincil jips kristelleri, XN, (KJ-25: Keban).....	21
Şekil 5.5.	İkincil olarak gelişmiş ince taneli jips matris içinde düzgün şekilli jips kristelleri, tek ve çift nikol görünümü (1.B KJ-2: Keban).....	21
Şekil 5.6.	Sedimanter jipste yeniden kristalleşme zonları, XN, (Deveci).....	22
Şekil 5.7.	Pudra görünümündeki ikincil jipslerin mikroskobik görünümü (Maden).....	22

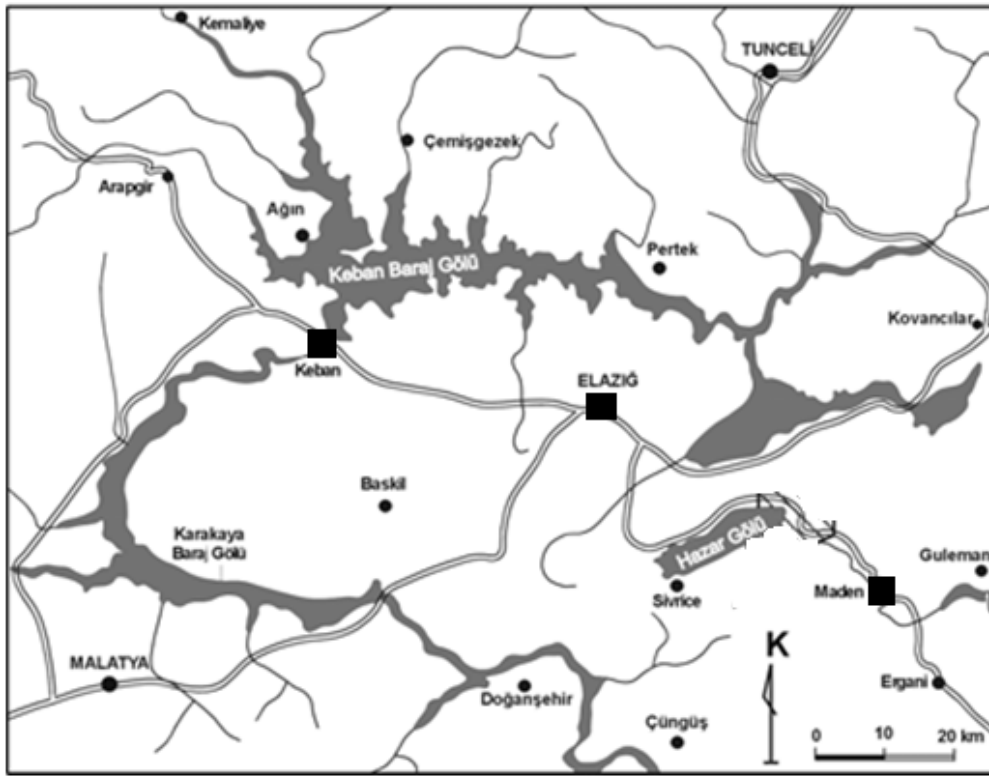
Şekil 5.8. Pudra görünümündeki ikincil jipslerin mikroskopik görünümü(Keban Eski Galeri Ağızı)	23
Şekil 5.9. Tunceli sedimanter jips öğütülmüş örneğinin toz kesit mikroskopik görünümü (Tunceli).....	23
Şekil 5.10. Keban Batı Fırat bölgesinden alınan kj-5 numaralı ikincil jips örneğinin XRD diyagramı	25
Şekil 5.11. Keban Batı Fırat bölgesinden alınan kj-24 numaralı ikincil jips örneğinin XRD diyagramı	26
Şekil 5.12. Keban Batı Fırat bölgesinden alınan 2.B kj-2 numaralı ikincil jips örneğinin XRD diyagramı	27
Şekil 5.13. Keban Doğu Fırat eski Pb-Zn işletmesi pasa ve galeri ağızı çevresinden alınan P1 numaralı ikincil jips örneğinin XRD diyagramı	29

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 5.1.	Araziden alınan jips örneklerinin portatif XRF ile yapılan analiz sonuçları	31
Tablo 5.2.	Araziden alınan jips örneklerinin ana oksit, iz element, toplam kükürt ve toplam karbon analizleri.....	33
Tablo 5.3.	Keban ve Maden bölgelerinden alınan ikincil jips örnekleri ile Deveci ve Tunceli bölgelerinden alınan sedimanter jips örneklerinin iz element içerikleri.....	36

1. GİRİŞ

Bu çalışma ikincil jipslerin jeokimyasını inceleyerek ikincil jips jeokimyasının prospeksiyonda kullanılabilirliğini irdelemektedir. Projeyi gerçekleştirmek amacıyla Keban cevherleşmeleri ve Maden cevherleşmeleri dolaylarından ikincil jips örnekleri derlenmiş ve değişik yöntemlerle mineralojisi ve jeokimyası incelenmiştir (Şekil 1.1). Ayrıca Deveci ve Tunceli sedimanter jips örnekleri de ikincil jipslerle kıyaslamak için incelenmiş ve analiz edilmiştir.



Şekil 1.1. Yer bulduru haritası

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı ikincil jips oluşumlarının jeokimyası incelenerek ilişkili oldukları cevherleşmelerin jeokimyası ile karşılaştırmaktır. Kuramsal olarak, ikincil jipslerin iz element içeriğinin türediği sülfürlü yatakların metal içeriğinden kaynaklanması beklenir ve eğer bu ilişki anlamlı derecelerde ise ikincil jipslerin iz element içeriğinden çıkarak türediği sülfürlü cevherleşmenin bileşimini ve türünü tahmin etmek mümkün olabilir.

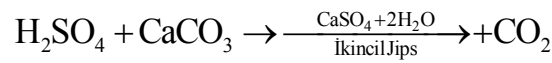
Daha da önemlisi; maden aramalarında yaygın, kolay erişilebilir, derlenmesi ve analizi kolay ve sonuçları güvenilir bir prospeksiyon aracı ve yöntemi olarak literatürüne kazandırılmış olabilir. İkincil jips oluşumlarının iz element içeriğinin jeokimyasal prospeksiyon amacıyla kullanılabilirliğini irdeleyen çalışmalar literatürde mevcut değildir bu nedenle çalışma bu anlamda bir ilk olacaktır.

2. İKİNCİL JİPS OLUŞUMU

Sülfürlü cevherleşmelerin oksidasyon zonlarında ve maden işletme atıklarında; kükürt atmosferdeki serbest oksijenle birleşerek SO₂ e dönüşür ve ortamda su varsa H₂SO₄ oluşur. H₂SO₄ ortamdaki Ca (karbontlar, feldispatlar, piroksenler) ile birleşerek jips (CaSO₄.2H₂O) oluşturur (Şekil 2.1). Karbonat kayaçlarının bozunumuna etki eden en önemli kirletici SO₂'dir. SO₂'nin karbonatlı kayaçlarla olan reaksiyonu jips (CaSO₄.2H₂O) oluşumuna neden olmaktadır. SO₂ ve diğer kirletici gazlar malzeme yüzeyleri üzerinde kuru ve yaş depolanma şeklinde birikirler. Bu iki farklı mekanizmayla (kuru ve yaş depolanma) malzeme yüzeyine ulaşan SO_x'ler karbonatlı kayaçların kimyasal bileşimine etki ederek bozunmasına neden olurlar. SO₂ ye maruz kalan karbonatlı kayaçlarda kalsiyum (Ca) kaybı ve SO₄ zenginleşmesi, bir çok araştırmacı tarafından belirlenmiştir (Steiger and Dannecker, 1993; Wittenburg and Dannecker, 1994).

Atmosferik SO₂ kuru ve yaş depolanma sırasında; çeşitli reaktif ve reaktif ara maddeleri yardımıyla, bazen de su damlacıkları içinde çözünmesiyle homojen veya heterojen olarak H₂SO₄ yükseltgenirler. H₂SO₄'e maruz kalan, ana bileşeni CaCO₃ olan karbonat kayaçların bozunma reaksiyonları aşağıdaki gibi gösterilebilir (Eggleson and Cox, 1978; Beilke and Gravenhorst, 1978).

Sülfat iyonları hidrasyon ürünleri ile reaksiyona girerek gözeneklerde, ikincil jips mineralleri oluşturur.



Bu tepkimede CaCO₃'ün bozularak sülfatlara (CaSO₄) dönüşmesinde biyolojik ve meteorolojik katalizörler ve malzemenin karakteristikleri rol oynamaktadır.

Sülfürik asit, sadece CaCO₃ kayaçlarla reaksiyona girerek ikincil jips oluşturmaz. Ortamda herhangi bir Ca kaynağı (feldispatlar, piroksen, granat, v.d.) varsa ikincil jips oluşumu gerçekleşir (Şekil 2.2).



Şekil 2.1. Keban Doğu Fırat eski Pb-Zn işletmesi pasa ve galeri ağzı çevresinde bazik yarıderinlik kayaçları üzerinde gelişmiş ikincil jips (beyaz toprağımsı birikimler) oluşumları.



Şekil 2.2. İkincil jips oluşumu

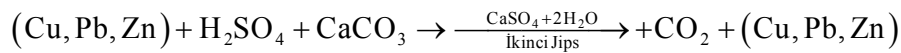
Benzer oluşumlar gömülü sülfürlü oluşumlardan sızan asidik maden suları akış yolları boyunca da gözlenebilmektedir. Ayrıca, değişik maden işletmelerinde atıklar veya sızıntılar çevresinde de ikincil jipsler görülmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Maden işletmelerinde sızıntılar çevresinde oluşan ikincil jipsler

İkincil jipslerin iz element içeriğinin türediği sülfürlü yatakların metal içeriğinden kaynaklanmasının beklendiği ve eğer bu ilişki önemli derecelerde ise ikincil jipslerin iz element içeriğinden çıkarak türediği sülfürlü cevherleşmenin bileşimini ve türünü tahmin etmenin mümkün olacağından daha önce bahsedilmiştir.

Böylece eğer ortamda Cu, Pb, Zn gibi metaller bulunuyorsa reaksiyonlar sonucu bunlarda taşınır ve ikincil jips oluşumlarının bünyesine girer ve prospeksiyon çalışmaları sırasında ikincil jipslerin iz element içeriğinden çıkarak bölgedeki cevherleşmelerin türü bulunabilir.



2.1. Jeokimyasal Prospeksiyon ve İkincil Jipsler ile Arasındaki İlişki

Maden yataklarının aranması (prospeksiyon) yer kabuğunda bulunan cevher zuhurlarının aranması, diğer bir deyişle cevherce ümitli bölgelerin incelenmesi, işletilebilir cevher konsantrasyonlarının bulunması ve bunların ekonomikliği konusunda gerekli verilerin sağlanmasını esas alan dönemdir.

Maden yataklarının en önemli prospeksiyon (ön arama) basamaklarından birisi olan jeokimyasal prospeksiyon, belirtken elementlerin cevher yatakları çevresinde göstermiş oldukları ve cevherleşme ile yakından ilişkili, normalden farklı dağılım özelliklerinin saptanmasına dayanmaktadır. Jeokimyasal arama yöntemlerinde, arazide maden yataklarının yerini saptamak amacıyla, kayalar, dere sedimanları, topraklar, bitkiler, sular ve gazların içerdiği elementlerin kimyasal özelliklerinin sistematik ölçümleri bir kılavuz olarak kullanılır.

İkincil jips oluşumlarının bir jeokimyasal prospeksiyon aracı olarak kullanılabilirliği ile ilgili hiç çalışma yapılmamıştır. Ancak ikincil jips oluşumlarının jeokimyası ile türedikleri birincil sülfür yatağının jeokimyası arasında ilişkilendirmeler yapılarak ikincil jipslerin iz element içeriğinin türediği sülfürlü yatakların metal içeriğinden kaynaklanıyor ise ikincil jipslerin iz element içeriğinden çıkarak türediği sülfürlü cevherleşmenin bileşimini ve türünü tahmin etmek mümkün olabilir. Böylece ikincil jipsler jeokimyasal prospeksiyonda çok önemli bir araç olabilir. Bu ilişkilendirme hem bilimsel açıdan hem de maden yataklarının aranması açısından çok önemli katkılar sağlayabilir.

3. ÖRNEK ALIM YERLERİNİN JEOLJİSİ

Bu çalışma ikincil jipsler ve cevherleşmeler arasındaki ilişkiyi görebilmek amacıyla Keban ve Maden cevherleşmeleri alanında bulunan ikincil jips örnekleri ile Deveci ve Tunceli'den alınan sedimanter jips örnekleri incelenmiştir.

3.1. Keban Cevherleşme Bölgesi

3.1.1. Genel Jeoloji

Jeolojik olarak Anadolu'nun Toros Tektonik Birliği'ne bağlı bulunan Keban Bölgesi'nin yakın çevresi Kipman (1976 ve 1982), Asutay (1988), Aktaş ve Robertson (1990), Yazgan ve Chessex (1991) ve Yılmaz (1993) tarafından ayrıntılı incelenmiştir.

Keban Bölgesi Karbonifer- Triyas yaşlı olup Asutay ve diğ. (1986) tarafından alt mermer, altşist, üstşist ve üstmermer şeklinde 4 üyeye ayrılmıştır. Yaşlıdan gence doğru Keban Metamorfikleri (Permokarbonifer), Keban magmatitleri (Üst Kretase) olmak üzere iki jeolojik birim yüzeylemektedir. Ancak bizim inceleme konumuz olan ikincil jipsler Keban Metamorfikleri içinde bulunmaktadır. **Keban Metamorfikleri:** Kalkşist, serizit klorit şist, gözenekli kireçtaşı, laminalı kireçtaşı, tabakalı kristalize kireçtaşı ve masif kristalize kireçtaşı olistolitlerinden oluşmaktadır (Şekil 3.1).

Keban Bölgesi, yüzyıllar öncesinden günümüze kadar bilinen simli kurşun yatakları, bakır-molibden-fluorit-volfram vanadyum cevherleşmeleri ve Keban ilçesinin hemen kuzeyinde yer alan Keban barajının mühendislik sorunları nedeniyle birçok yerbilimcinin araştırma ve çalışmalarına konu olmuştur.

Sülfürlü yatakların çevresinde yatak işletmelerinin atıklarında ikincil jips oluşumları yaygın olarak bulunmaktadır. Bu jips oluşumları ile çevre etkileşimi Genty ve diğ. (2011), Moon ve diğ. (2012), Abidi ve diğ. (2010), Ettler ve diğ. (2003) tarafından incelenmiştir. Ancak bu tez kapsamında çalıştığımız jips oluşumlarının jeokimyası ile türediği birincil sülfür yatağının jeokimyası arasında ilişkilendirmeler ve ikincil jips oluşumlarının iz element içeriğinin jeokimyasal prospeksiyon amacıyla kullanılabilirliği irdeleyen çalışmalar literatürde mevcut değildir bu nedenle çalışma bu anlamda bir ilk olmuştur.

Üst Sistem	Sistem	Grup	KAYAÇ TÜRÜ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	NEOJEN			Taraça ve alüvyon
	TERSİYER			Konglomera, kumlu kireçtaşı, marn ardalanması.
PALEOZOYİK-MESOZOYİK	ALT TRIYAS (?)	Keban Metamorfitleri		Kötü boylanmalı, eliptik çakıllı metakonglomera, rekristalize kireçtaşı bant ve mercekleri içeren iyi şistoziteli, mikrokıvrımlı kalkfillitler.
				Masif, karstik, çatlaklı, beyaz renkli mermer.
	PERMİYEN			Keban magmatitleri.
				Rekristalize kireçtaşı bant ve mercekler içeren gri, grimsi yeşil renkli, çatlaklı ve kırıklı kalkşistler.
MESOZOYİK	KRETASE	Elazığ Magmatiti		Andezit-bazalt ve kumtaşı-marndan oluşan karmaşık.

Şekil 3.1. Keban bölgesine ait dikme kesit (Akgül, 1987 den düzenlenmiştir ölçeksizdir).

3.1.2. Keban Bölgesi Cevherleşmeleri

Keban bölgesi Pb, Ag, Au, Cu, Mo, Zn ve Mn'ca zengin cevherleşmelerinin bulunması nedeniyle binlerce yıl öncesinden günümüze kadar madencilik faaliyetlerine sahne olmuştur. Keban maden yatağında, uzun süre ekonomik olarak işletilen Ag içerikli Pb cevherleşmeleri yanında değişik miktar ve kalitede Cu, Zn, Mn, Fe, V, Mo ve F elementlerini de içeren cevherleşmeleri bulunmaktadır. Bu nedenle Keban sahası 'Polimetallik Maden Ocağı' olarak adlandırılır. Keban cevherleşmeleri Doğu Fırat ve Batı Fırat cevherleşmeleri olmak üzere iki gruba ayrılarak incelenecektir.

3.1.2.1. Doğu Fırat Cevherleşmeleri

Nallıziyaret Tepe Cu mineralizasyonlarının esas mineral topluluğu pirit, kalkopirit, molibdenit, hematit, galen, sfalerit minerallerinden oluşmaktadır. Cevherleşme disemine olarak gelişmiştir. Pirit içeriği düşüktür. Bu cevherleşmenin porfirlerle ilişkili damar tipi cevherleşmeler olarak geliştiği düşünülüyor (Kalender, 2000).

Siftil Tepe civarı Au-Ag cevherleşmelerinde esas mineraller pirit, kalkopirit, az fluorit, kovellin, kalkozin, enarjit, arsenopirit, sfalerit, galen, nabit altın, oksit minerallerinden hematit ve limonit cevher parajenizi oluşturmaktadır. Au zenginleşmelerinin kuvars damarları içerisinde meteorik suların etkisiyle ikincil olarak zenginleştiği ve epitermel olduğu bilinmektedir (Kalender, 2000).

Derebaca ana ocak civarında yıllarca simli kurşun işletilmiştir. Birincil oluşumlu cevherlere özgü Ag-Pb-Zn gibi metaller siyenit porfirlerinin etkisiyle remobilize olarak bir kez daha zenginleşerek skarn mineralleri granat, piroksen, epidot, kaolin, jips, ile birlikte konumlanmıştır. Ayrıca Doğu Fırat Pb-Zn zenginleşmelerinin Keban Magmatitleri ile ilişkili skarn tipi cevherleşmeler olduğu bilinmektedir (Kalender, 2000).

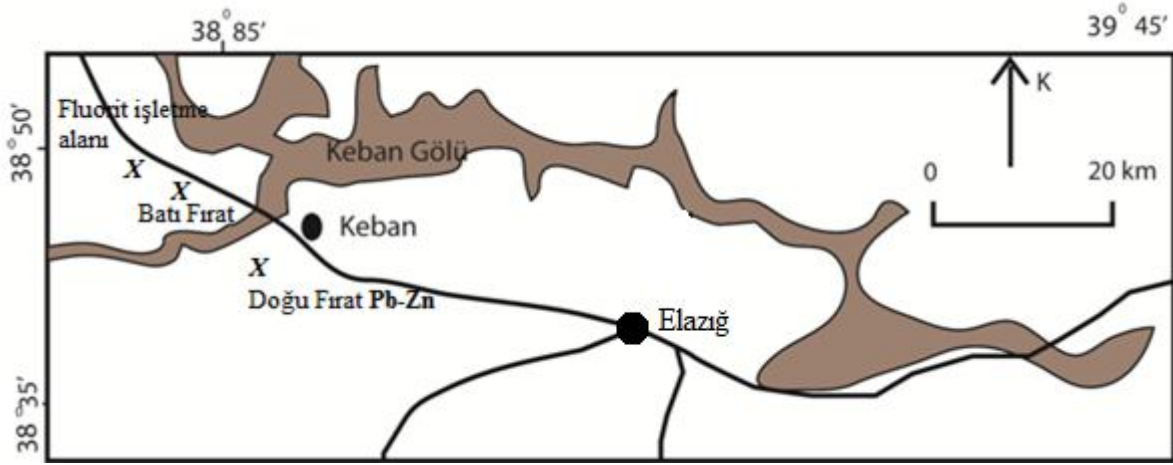
3.1.2.2. Batı Fırat Cevherleşmeleri

Batı Fırat cevherleşmeleri Doğu Fırat cevherleşmelerinin aksine yüksek Ag-Fe-Mn içerikleri ile ayrılmaktadır. Ayrıca Batı Fırat'taki kalk şistler içerisinde tabakaya uyumlu cevherleşmelerin yanal uzanımları daha büyüktür. En yaygın cevher mineralleri piroluzit, psilomelan, manganit ve limonittir. Bu sulu mineraller kolloform bir yapı sunar ve hep birlikte bulunurlar.

Karamağara Dere molibdenit-fluorit cevherleşmeleri ise 1 km²'lik bir alanda yayılım gösteren dört fluorit molibdenit mostrasından ikisi Keban-Arapkir yolu üzerinde yer almaktadır. Yankayacı rekristalize kırıntı ve kalkıştıdır. Fluorite kalkıştılar eşlik etmektedir. Fluorite metalik mineral olarak galen, sfalerit, pirit ve molibdenitle birlikte bulunmaktadır Hanelçi (1997). İtiryum, seryum, lantan gibi yüksek iz element değerleri cevherleşmelerin muhtemelen magmatik kökenli hidrotermel nitelikli olduğu ve bu hidrotermel sıvıların metamorfik kökenli olduğu belirtilmektedir (Öztunalı, 1989).

3.1.3. Keban Bölgesi Örnek Alım Yerleri

Keban Bölgesinde üç değişik lokasyonda örnekler alınmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Keban örnek alım yerleri X işaretiyle belirtilmiştir

1- Batı Fırat ikincil jips birikimi yaklaşık 65*100 m boyutlarında Keban Metamorfikleri üzerine gelmiş bir yığılımdır. Bu yığılımı oluşturan akış kanalları yığılımın üst kısımlarında açıkça gözlenebilmektedir. Daha önce Elazığ çimento fabrikası tarafından jips kaynağı olarak işletilmiştir. Bu yığılımda eski işletim basamaklarından 100 kadar örnek (KJ-1, 1.B KJ-1, 2.B KJ-1...5B KJ-1) şeklinde isimlendirilerek sistematik olarak derlenmiştir. (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Keban Batı Fırat geniş jips oluşumu örnek alım yeri

2- Doğu Fırat galeri ağzındaki ikincil jips oluşumları galeri çevresindeki cevherleşmeler ve galeri ağzında ki pasalar üzerinde pudra halinde gelişmiştir. İkincil jipsler sert fırçalar veya plastik spatulalarla üzerinde bulunduğu kayalardan sıyrılarak alınmış olup P-1, 2P-1, 2P-2, 2P-3, 2P-4 şeklinde isimlendirilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Keban Doğu Fırat eski Pb-Zn işletmesi pasa ve galeri ağzı çevresinde oluşmuş ikincil jips (beyaz toprağımsı birikimler) oluşumları

2- Keban Fluorit cevherleşmelerinin olduğu bölgedeki ikincil jipsler galeri ağzında pudralar halinde sıvanmış olarak ve yüzeye yakın damarlar da kalsitle birlikte jips dolgusu olarak bulunmaktadır (Şekil 3.5). Bu bölgeden çok sayıda ikincil jips örnekleri sert fırçalar ve plastik spatulalar yardımıyla alınmış olup (Kf-1, Kf-2, Kf-3) şeklinde isimlendirilmiştir.



Şekil 3.5. Keban Fluorit işletme alanlarında gelişmiş ikincil jips-kalsit oluşumları (beyaz damarlar)

3.2. Maden Bölgesi

3.2.1. Genel Jeoloji

Ergani- Maden bakır yatağından dolayı Maden bölgesi birçok araştırmacının dikkatini çekmiş ve bölgede genel jeoloji, tektonik, stratigrafik ve maden yatakları ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Özkan ve Öztunalı (1984), Bingöl (1986) bölgedeki kayaçların petrografisini çalışmışlardır. Göymen ve Aslaner (1969), Üstüntaş (1988) bölgedeki cevherleşmelerin mikroskobik incelemelerini, Çelebi ve Peker (1994) tarafından ise, Ergani-Maden (Elazığ) bakır yatağı cevherlerinin Bi, La, Ce, Th ve U eser elementleri incelenmiştir. Bal ve Çelebi (2000), Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağı üzerinde yer alan Ergani-Maden ve Madenköy-Siirt bakır yatakları Cu, Zn ve S ana bileşenlerini istatistiksel yöntemlerle karşılaştırmışlardır. Altunbey ve Çelik (2005) Maden (Elazığ) Anayatak'ın mineralojisini ve jeokimyasını incelemişlerdir. Araştırmacılar Anayatak'ın; pirit, manyetit, pirotin, kalkopirit, kromit, hematit, pentlandit, kübanit, markazit, sfalerit ve limonit mineral parajeneziyle temsil edildiğini belirtmektedirler.

Ergani-Maden bölgesindeki birimler yaşlıdan gence doğru; Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti, Maastrihtiyen-Alt Eosen yaşlı Hazar Grubu, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır (Şekil 3.6). Ergani-Maden bakır cevherleşmeleri içerisinde bulunduran Elazığ'ın Maden ilçesi ve çevresinde gözlenen Maden

Karmaşığını ilk defa ‘Maden Birimi ’ diye adlandıran araştırmacı Rigo de Righi ve Cortesini (1964) olmuştur. Aynı birimi daha sonra Özkaya (1978), “Sason-Baykan Grubu”; Açıkbay ve Baştuğ (1975), “Baykan Karmaşığı”; Erdoğan (1982), Yılmaz (1993), Maden Grubu”; Perinçek (1979), Perinçek ve Özkaya (1981), Yazgan (1983, 1984), Hempton (1984), Aktaş ve Robertson (1985), Yazgan ve Chessex (1991), “Yiğitbaş ve Yılmaz (1996), “Maden Karmaşığı” olarak isimlendirmişlerdir. Maden karmaşığı, tortul kayalara volkanitlerin ve kireçtaşı olistolitlerinin karışmasıyla düzensiz bir stratigrafi sunduğundan “karmaşık” olarak adlandırılmıştır.

Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı’nda yeralan Maden Karmaşığı’nın tektonik konumunu açıklamaya çalışan Yiğitbaş ve ark. (1993), “Maden Grubu” nun, üç yapısal kuşak olarak ayırt ettikleri Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının en kuzeyindeki “nap alanı” içinde bulunduğunu belirtmişlerdir. Maden Karmaşığı, Orta Eosen başındaki bir riftleşme ile gelişmiş olan bir havzada oluşmuş, daha sonraki naplaşma hareketlerinin başlamasıyla da olistolit ve olistostromlu seviyeler meydana gelmiştir (Yiğitbaş ve ark., 1993). Maden Karmaşığı’nın çökme ortamının sürekli yoğun tektonizma altında olması, ortamsal şartların sık sık değişimine sebep olduğundan, litolojik birimlerin yanal devamlılığına imkan tanımamıştır (Perinçek, 1979).

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	GRUP	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
MESOZOYİK	JURA - KRETASE	MAASTRIHTİYEN	HAZAR GRUBU	Celfan Fm.	>250		Gevşek yapılı, güncel alüvyonlar
							Sıkı yapılı, tabakalanması belirgin alüvyonlar
							Bazalt, andezit
							Kırmızı, pembe renkli kireçtaşı
							Yeşil, gri renkli kumtaşı-şeyl ardalanması
							Kireçtaşı olistolitleri
							Bol fosilli, gri renkli mikritik kireçtaşı
							Kireçtaşı blokları içeren volkanik ara katkılı kumtaşı-şeyl ardalanması
							Yer yer silisleşmiş çamurtaşı
							Manganlı Fe cevherleşmesi
SENOZOYİK	PALEOJEN	ORTA EOSEN	MADEN KARMAŞIĞI	Gehroz	>20		Bazalt, andezit türü volkanitler
							Çakıtaşı
							Gri, pembe renkli kireçtaşı
							Kumtaşı-çamurtaşı-marn ardalanması
							Koyu gri renkli kalın tabakalı kireçtaşı
							Kırmızı-yeşil-gri renkli kumtaşı-çamurtaşı-marn ardalanması
							Açık kahverenkli kumtaşı mercer ve tabakaları içeren yeşil, mavimsi-gri renkli çamurtaşı
							Kumtaşı-silttaşı
							Kırmızı renkli çakıtaşları
							Gabro
MESOZOYİK	JURA - KRETASE	MAASTRIHTİYEN	HAZAR GRUBU	Celfan Fm.	>250		Kromit parçaları ve mercikleri
							Bantlı gabbro, piroksenit
							Diyabaz daykları
							Dünit, verlit, serpantin
							Gabro
							Kromit parçaları ve mercikleri
							Bantlı gabbro, piroksenit
							Diyabaz daykları
							Dünit, verlit, serpantin
							Gabro

Şekil 3.6. Maden bölgesine ait dikme kesit (Kaya, 2004).

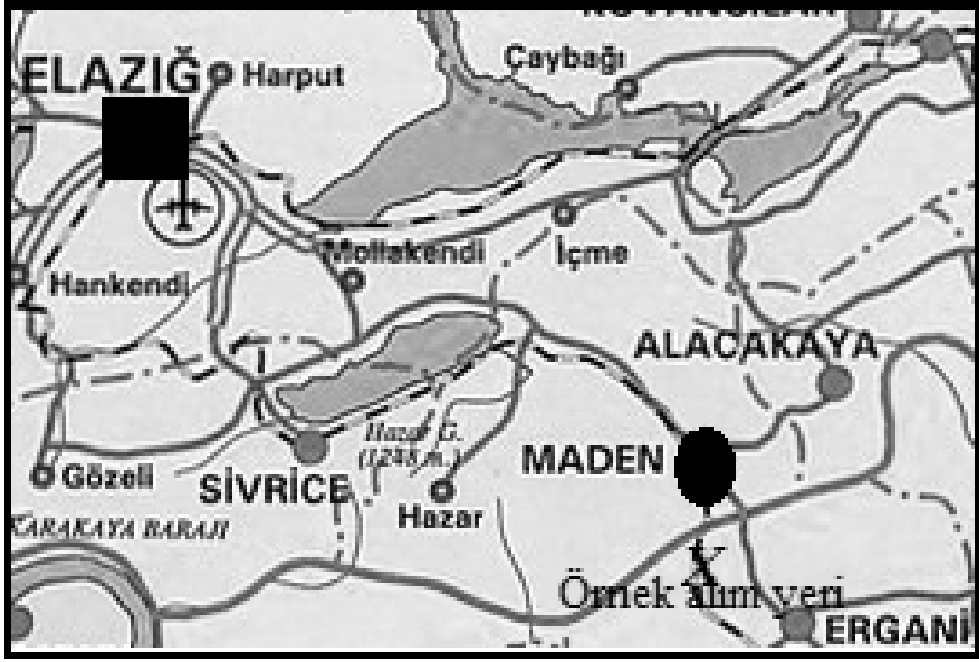
3.2.2. Maden Bölgesi Cevherleşmeleri

Maden ilçesindeki cevherleşmeler, Toros Tektonik Birliği'nin dokanağını oluşturan, Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı üzerinde yer alır. Bu Kuşak boyunca Maden Karmaşığı içerisinde çeşitli yörelerde, çok sayıda volkanik kökenli masif sülfid yatağı ve cevherleşmeleri yer alır. Bunlardan en iyi ve çok eskiden beri bilineni, Ergani – Maden Bakır Cevherleşmeleridir. Bölge en eski bakır madenciliği merkezlerinden biridir. Bazı yazarlara göre cevherleşme M.Ö. 2000 yılından beri bilinmektedir. Bölgede modern anlamda bakır üretimi 1939 yılında bir devlet kuruluşu olan Etibank'ın cevher çıkartmasıyla başlamıştır.

Maden Bakır Yatakları adı altında üç ayrı yatak bilinmektedir. Bunlar sırasıyla Ana yatak, Weiss ve Kısabekir zuhurlarıdır. Bu üç yatak mineralojik, jeolojik ve tektonik yapıları bakımından birbirlerine çok benzemektedirler. Bu yatakların kökenleri konusunda tartışmalar olmasına rağmen modern çalışmaların çoğu bu yatakların Kıbrıs Tipi Masif Sülfid tipinde olduğu konusunda birleşmektedirler (İleri ve ark., 1976). Ana yatak, Maden bakır yataklarını meydana getiren üç yataktan en büyüğüdür. Genel olarak sülfidli bakır mineralleri içeren bu cevherlerin içinde fazla miktarda Fe, Cu ve Zn yanında eser halde, sırasıyla As, Co, Ni, Au, Ag ve Mo bulunmaktadır. Ana yataktaki masif cevher sarı, siyah ve koloidal strüktürlü cevher tiplerine ayrılabilir (Helke, 1964).

3.2.3. Maden Bölgesi Örnek Alım Yerleri

Maden Bakır işletme sahasının çevresinden alınan ikincil jips örnekleri ve maden işletme atık suları kanalları boyunca ve pasalardan (M-1, M-2) şeklinde isimlendirilerek alınmıştır (Şekil 3.7). Her iki konumda da ikincil jips oluşumları beyaz pudra sıvamaları halinde bulunmaktadır (Şekil 3.8, 3.9).



Şekil 3.7. Maden örnek alım yeri X işareti ile belirtilmiştir



Şekil 3.8. Maden Anayatak Bakır yatağı çevresinde gelişen ikincil jips oluşumları (Beyaz pudra şeklindeki örtü)



Şekil 3.9. Maden Anayatak Bakır yatağı pasalarında ikincil jips (Beyaz toprağımsı) oluşumları

3.3. Sedimanter Jips Örneklerinin Alındığı Deveci ve Tunceli Bölgesi

Deveci jips örneği (D-1) şeklinde isimlendirilerek Hekimhan-Deveci yolu boyunca görünen Oligo-Miyosen Jipsli seriden alınmıştır. Bu jipsli seriler Adıyaman çimento Fabrikası için ham madde kaynağı olarak işletilmektedir.

Tunceli sedimanter jips örneği (T-1) Pertek'in doğusunda bulunan Alt Miyosen evoporitli sedimanter istiftten alınmıştır.

4. MATERYAL VE METOD

Proje çalışması toplam üç aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak büro çalışması ile bu konu hakkında daha önceden yapılmış olan çalışmalar derlenip değerlendirildikten sonra Keban Bölgesinde ve Maden Bakır yatağından ikincil jipslerin bulunduğu alanlar saptanıp ve o bölgede arazi çalışmaları yapıp örnekler alınmıştır ayrıca sedimanter jips örnekleri de Deveci ve Tunceli Bölgelerinden derlenmiştir. Laboratuar çalışmasında arazide alınan örneklerin ince kesit yapılarak mikroskopik çalışmalar yapılmıştır. Aynı zamanda Fırat Üniversitesi Metalurji Ve Malzeme mühendisliğinde bulunan XRD ile toplam 4 örnek incelenmiştir. Bu veriler elde edildikten sonra karşılaştırmalar yapılarak ikincil jips örneklerinin minerolojik ve dokusal özellikleri saptanmıştır.

Daha sonra araziden alınan örneklerden kimyasal analiz yaptırmak için Kanada ACME'ye major ve iz element çalışmaları için 19 örnek gönderilmiştir. Ayrıca bölümümüzde bulunan portatif XRF ile bütün örnekler major ve iz element bileşimleri aletin hassasiyet sınırları içinde ölçülmüştür (Şekil 4.1).



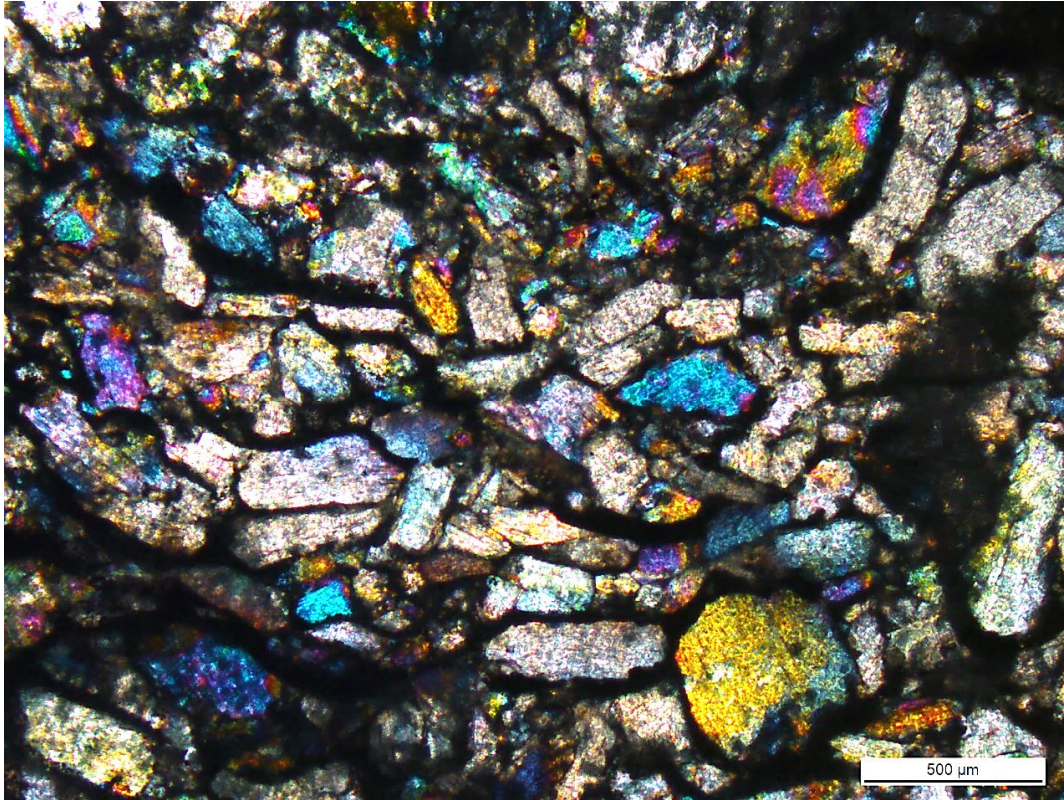
Şekil 4.1. Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde portatif XRF ile alınan örneklerin major ve iz element ölçüm çalışmaları

5. BULGULAR

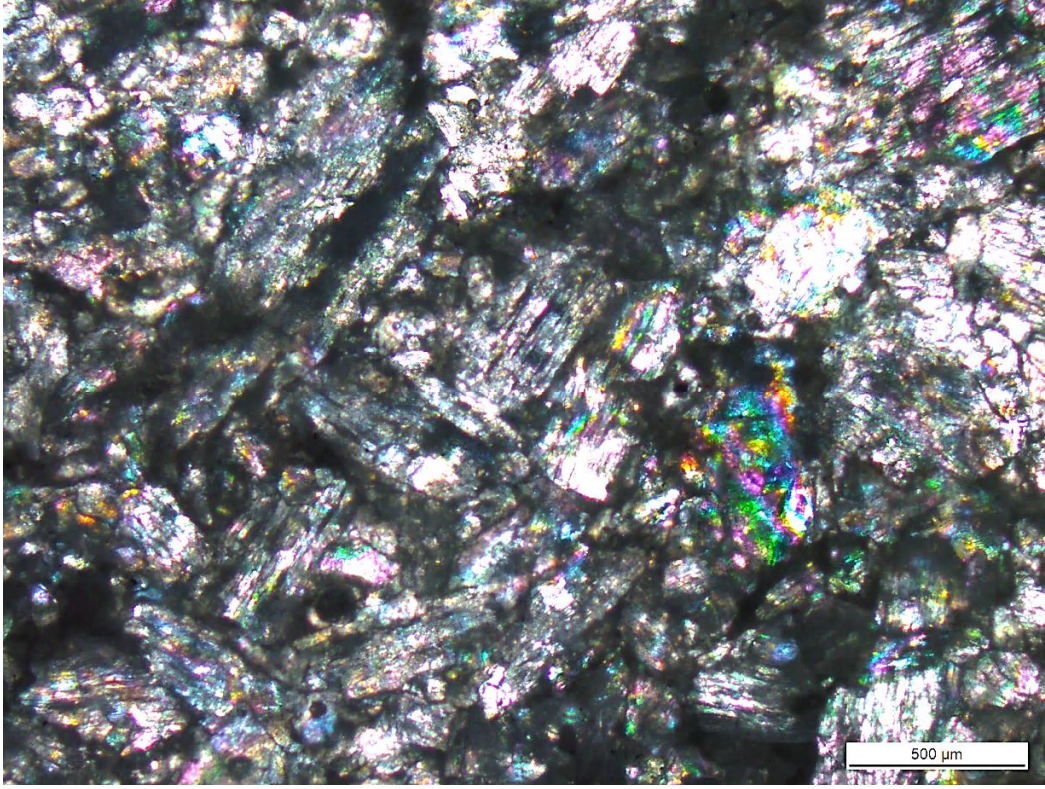
5.1 Mikroskopik Çalışmalar

Keban ve Maden bölgesinden alınan ikincil jips örnekleri ile Deveci ve Tunceli bölgesinden alınan sedimanter jips örneklerinin mineralojik ve dokusal özelliklerini araştırmak amacıyla ikincil jips ve sedimanter jipslerden alınan örneklerden 14 adet ince kesit ve pudra halinde bulunan jips örneklerinden 4 adet de toz kesitler hazırlanarak jips örneklerinin mineralojik ve petrografik özellikleri incelenmiştir. Mikroskopik çalışma bulguları doğrultusunda kimyasal analiz için örnek seçimi ve analiz yöntemleri saptanmıştır.

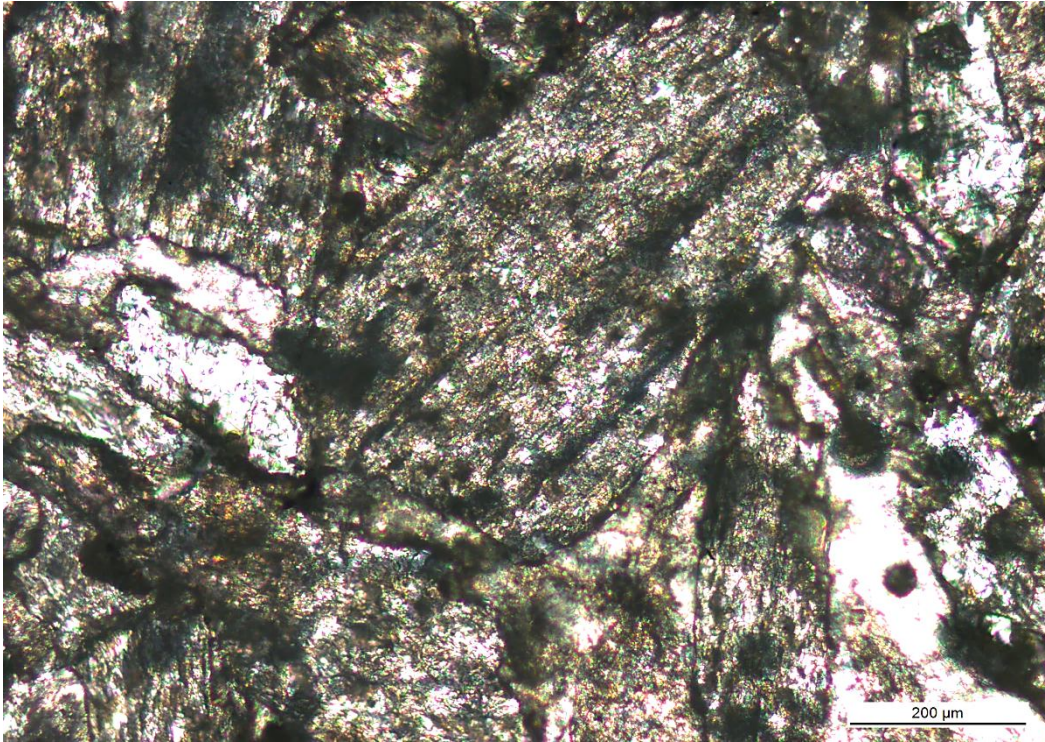
Mikroskopta incelenen ikincil jips örnekleri genel olarak öz şekilli kristallerden oluşmuştur (Şekil 5.1, 5.2, 5.3, 5.4). Bazı kesitlerde ise ince taneli jips matrisin içinde yine öz şekilli olarak gelişmiş jips kristalleri bulunmaktadır (Şekil 5.5). Deveciden alınan sedimanter jips örneğinde ise yeniden kristalleşme zonları görülmektedir (Şekil 5.6). Maden ve Keban eski galeri ağzından alınan pudra görünümlü jips örnekleri iğnemsî kristallerden oluşmuştur (Şekil 5.7, 5.8, 5.9).



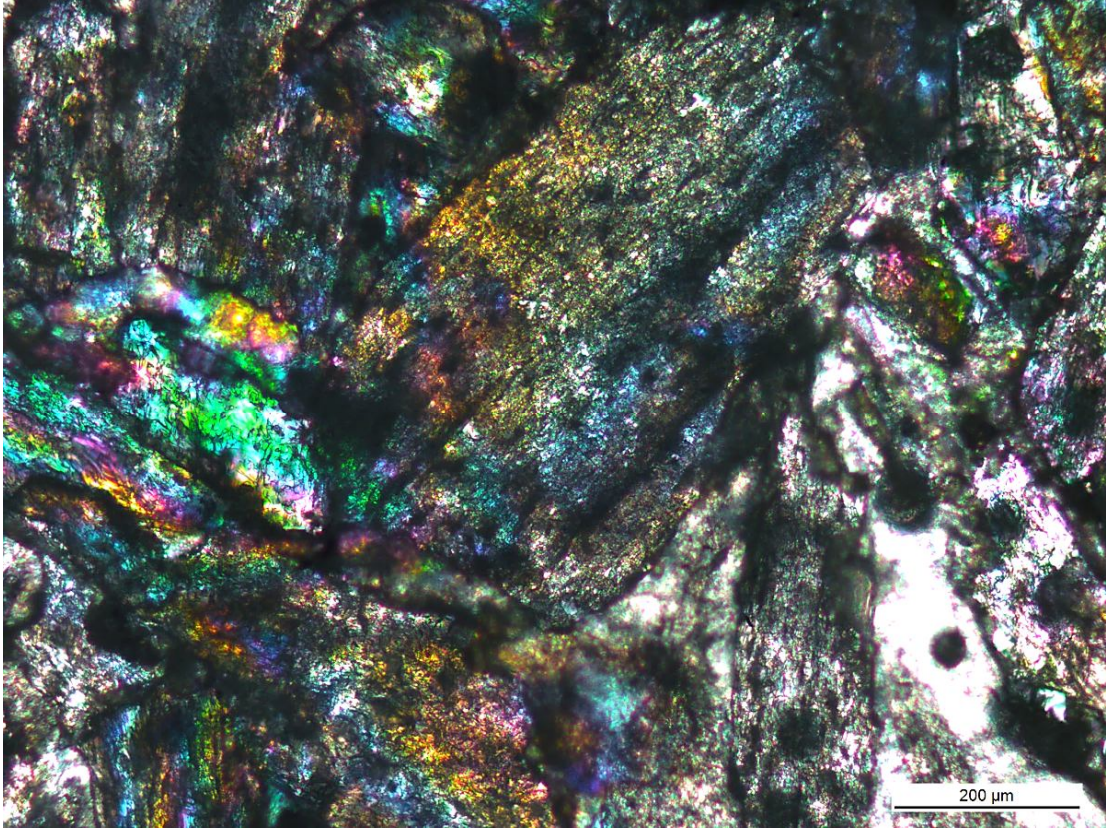
Şekil 5.1. Tamamen eş boyutlu tanelerden oluşmuş ikincil jips kristalleri, XN, (KJ-3:Keban)



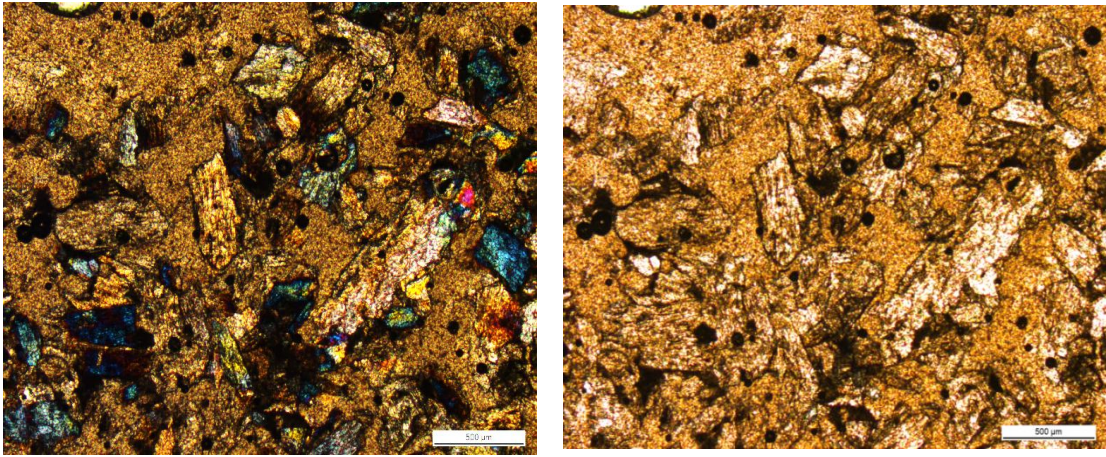
Şekil 5.2. Tamamen eş boyutlu tanelerden oluşmuş ikincil jips kristalleri, XN, (5.B KJ-4:Keban)



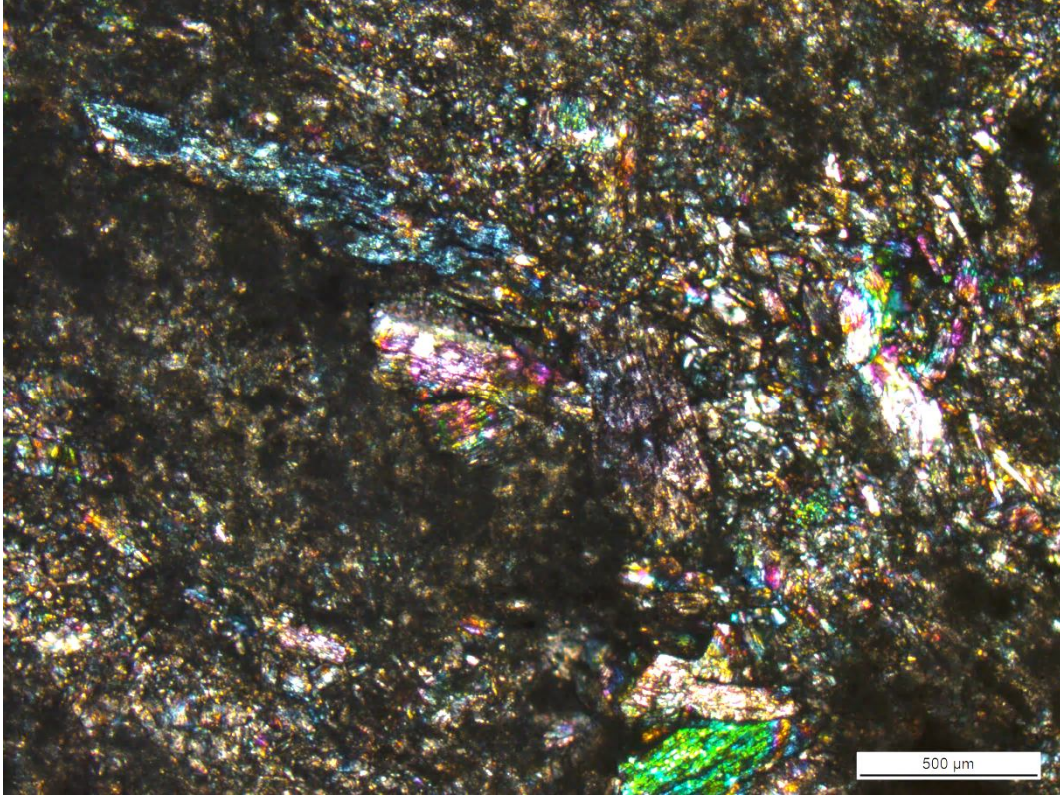
Şekil 5.3. Özşekli ikincil jips kristelleri, tek nikol (KJ-25: Keban)



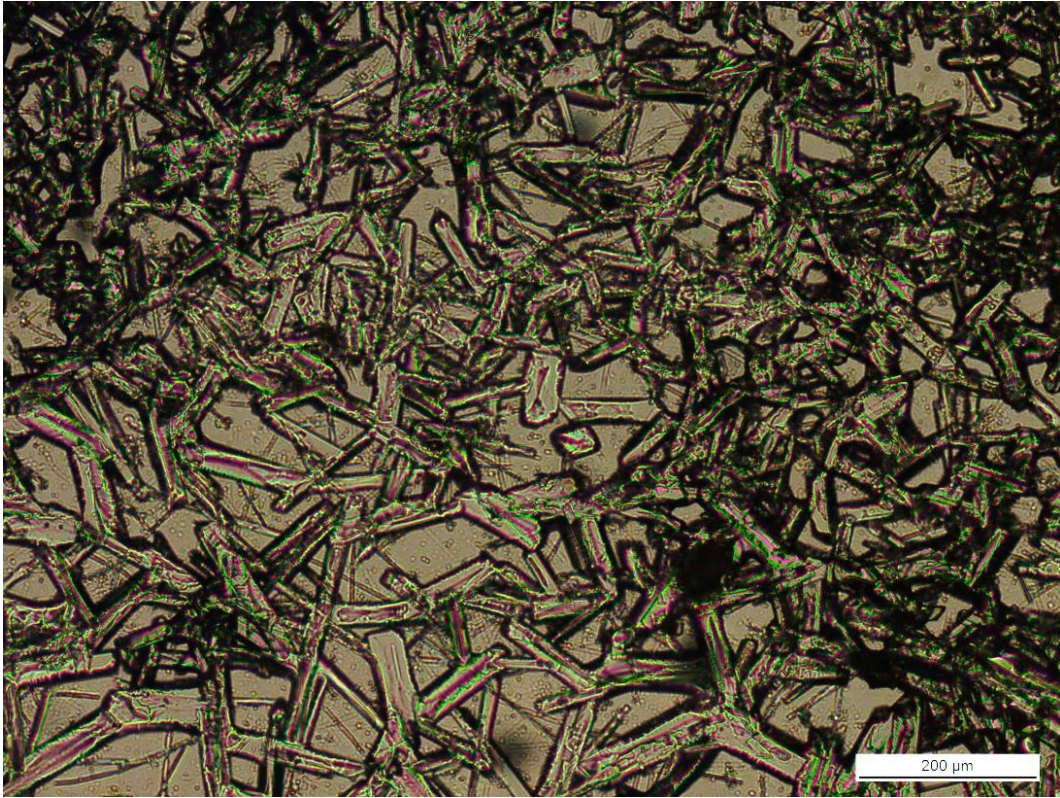
Şekil 5.4. Özşekilli ikincil jips kristelleri, XN, (KJ-25: Keban)



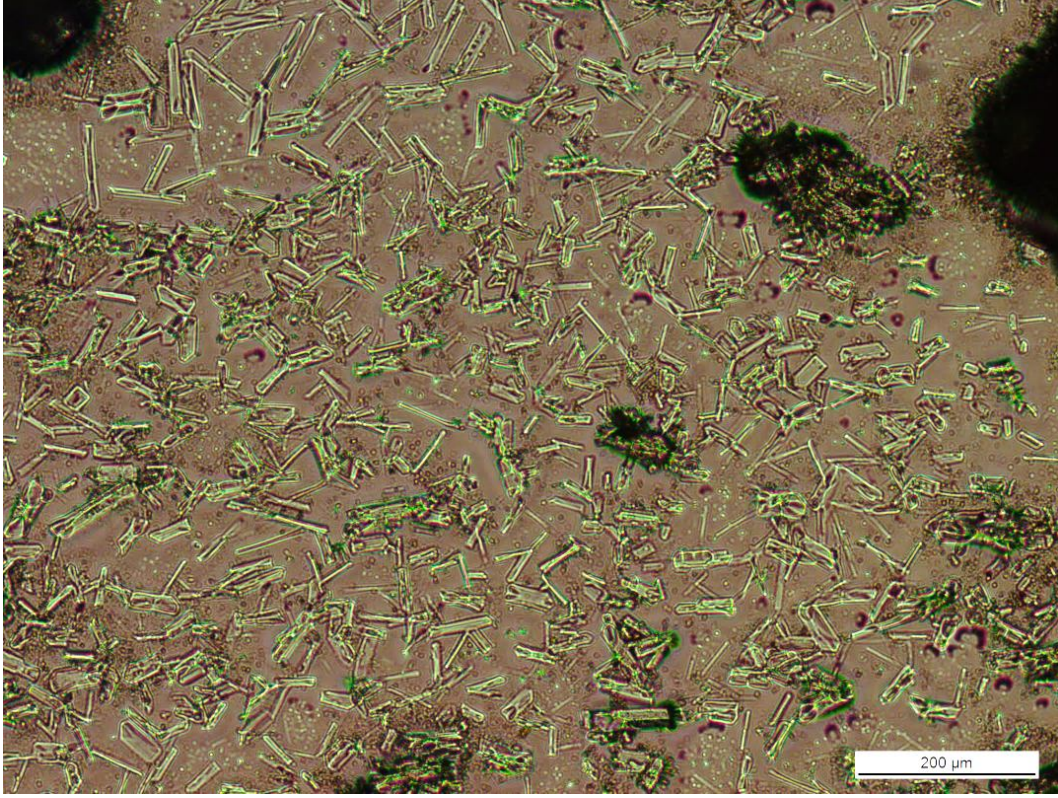
Şekil 5.5. İkincil olarak gelişmiş ince taneli jips matris içinde düzgün şekilli jips kristelleri, tek ve çift nikel görünümü (1.B KJ-2: Keban)



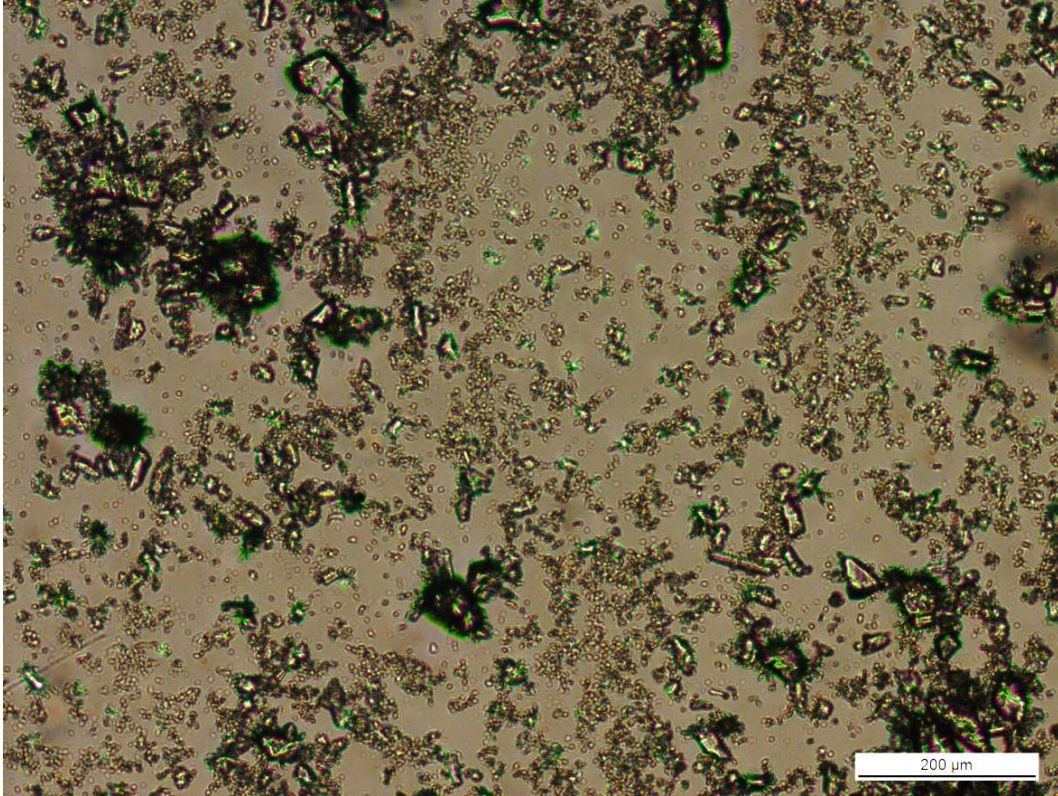
Şekil 5.6. Sedimanter jipste yeniden kristalleşme zonları, XN, (Deveci)



Şekil 5.7. Pudra görünümündeki ikincil jipslerin mikroskopik görünümü (Maden)



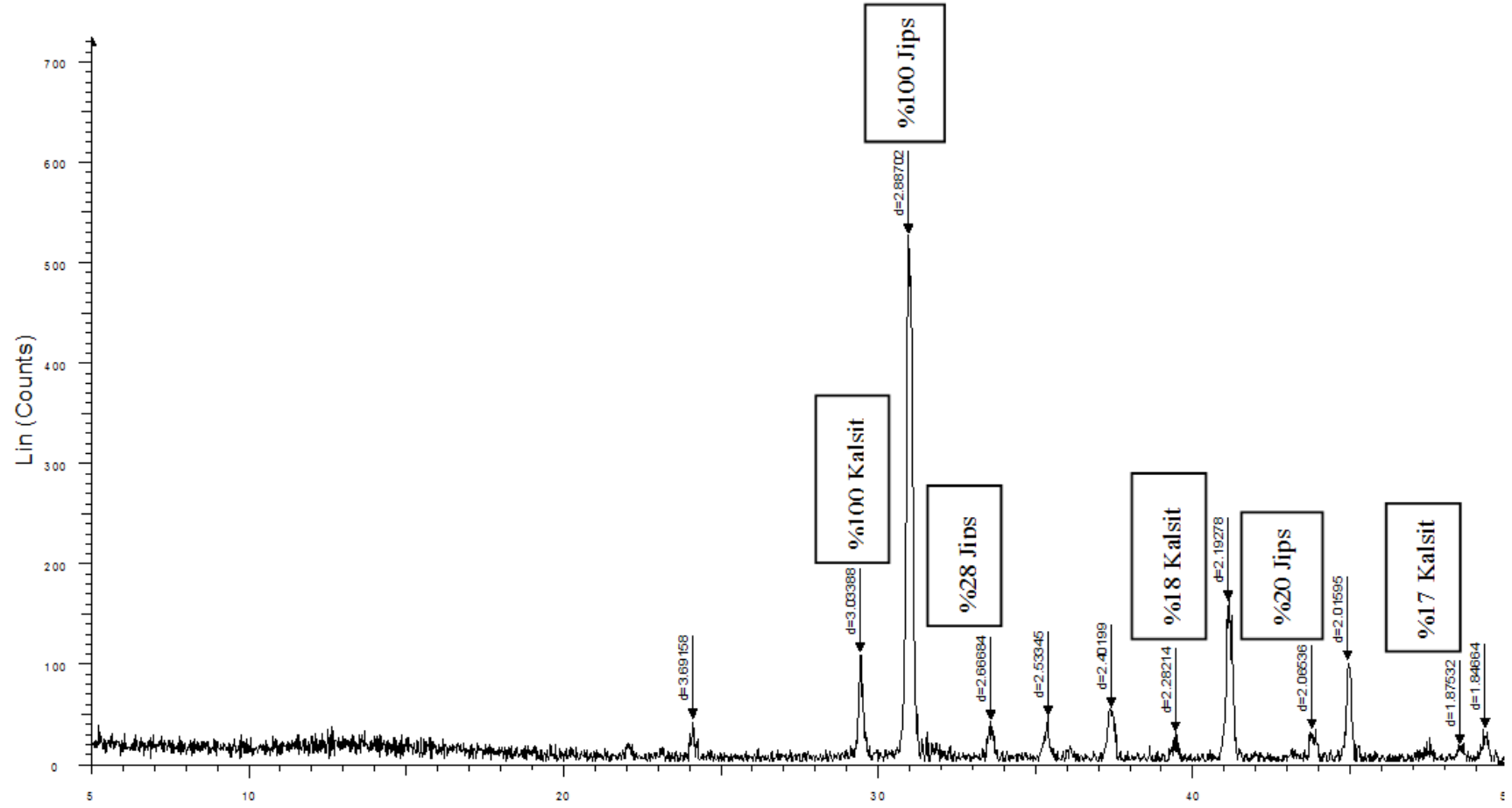
Şekil 5.8. Pudra görünümündeki ikincil jipslerin mikroskopik görünümü(Keban Eski Galeri Ağızı)



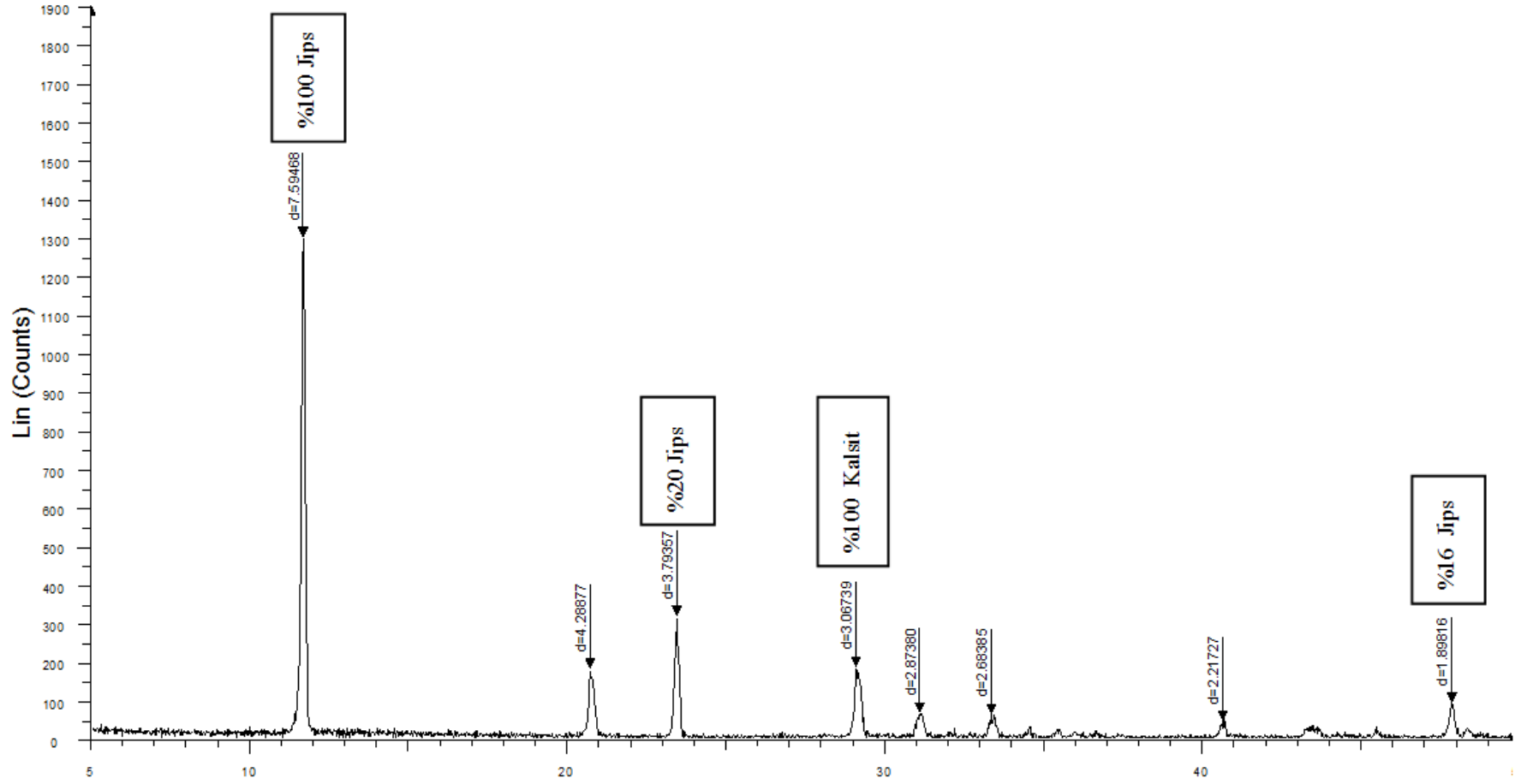
Şekil 5.9. Tunceli sedimanter jips öğütölmüş örneğinin toz kesit mikroskopik görünümü (Tunceli)

5.2. Jipslerin XRD (X Ray Difraktometre) Yöntemi İle İncelenmesi

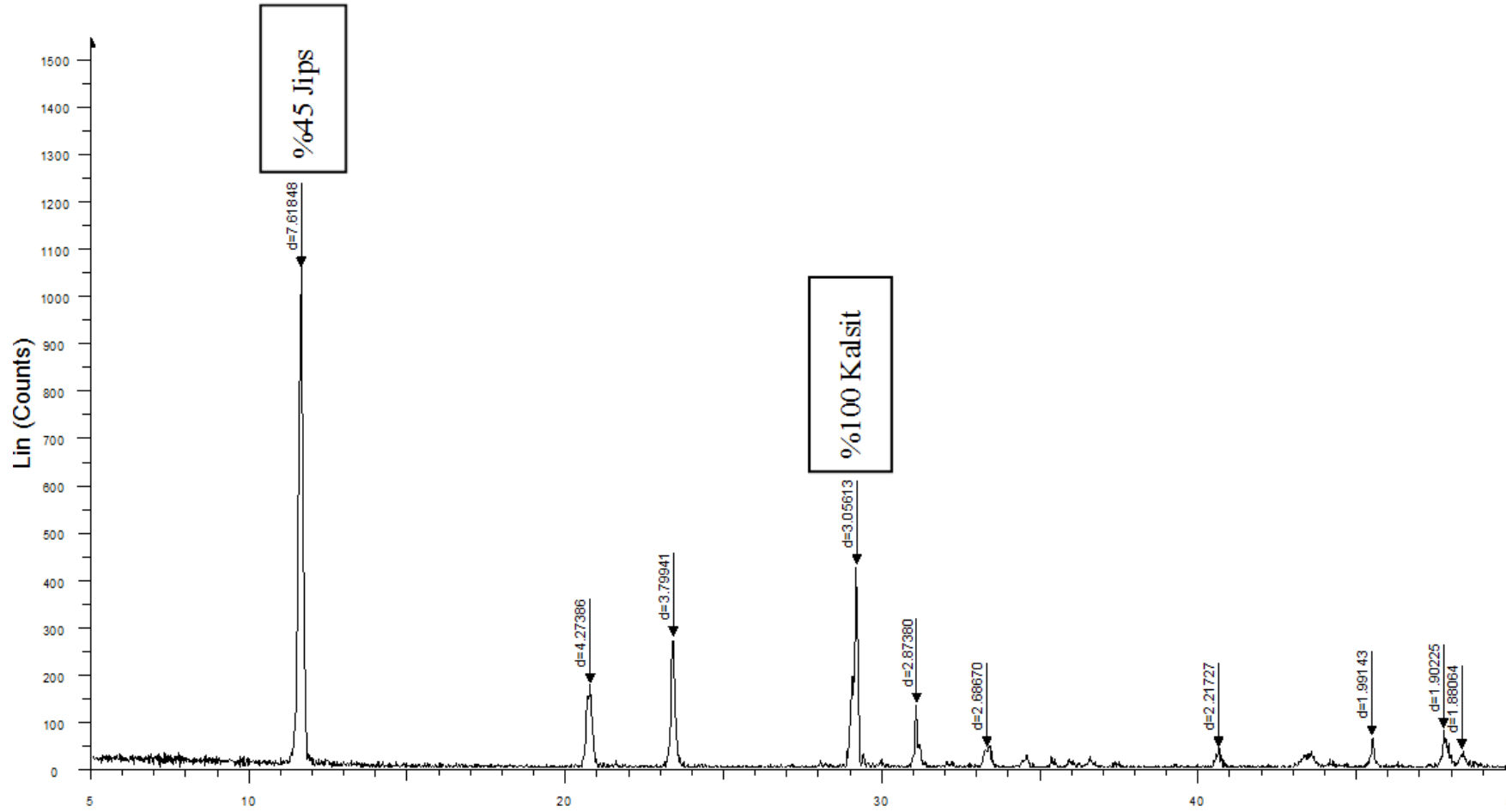
Laboratuvar çalışmaları ile araziden alınan 4 adet jips örneği; KJ-5, KJ-24, 2.B KJ-2, P-1 XRD (X Ray Difraktometre) metodu ile analizleri yapılarak mineralojik özellikleri ve kabaca bağlı mineral çoklukları saptanmıştır. Yapılan XRD analizi sonucuna göre örneklerin hemen hemen tamamı çoğunlukla jips az miktarda da kalsitten oluşmaktadır. Alınan örneklerin %100 pik değerleri dikkate alınıp birbirine oranlandığında çok kabaca örneklerin çoğunluğunun %80 jips %20 kalsitten oluştuğu anlaşılmaktadır (Şekil 5.10, 5.11, 5.12). Daha az oranlarda bulunabilecek minerallerin pikleri background değerleri içerisinde kaybolmaktadır. Pudra halindeki oluşumların örnek derlenmesi sırasında kayalarından örneğe geçen mineraller nedeniyle bu örneklerin XRD profilleri daha karmaşık bir mineraloji sunmaktadır (Şekil 5.13).



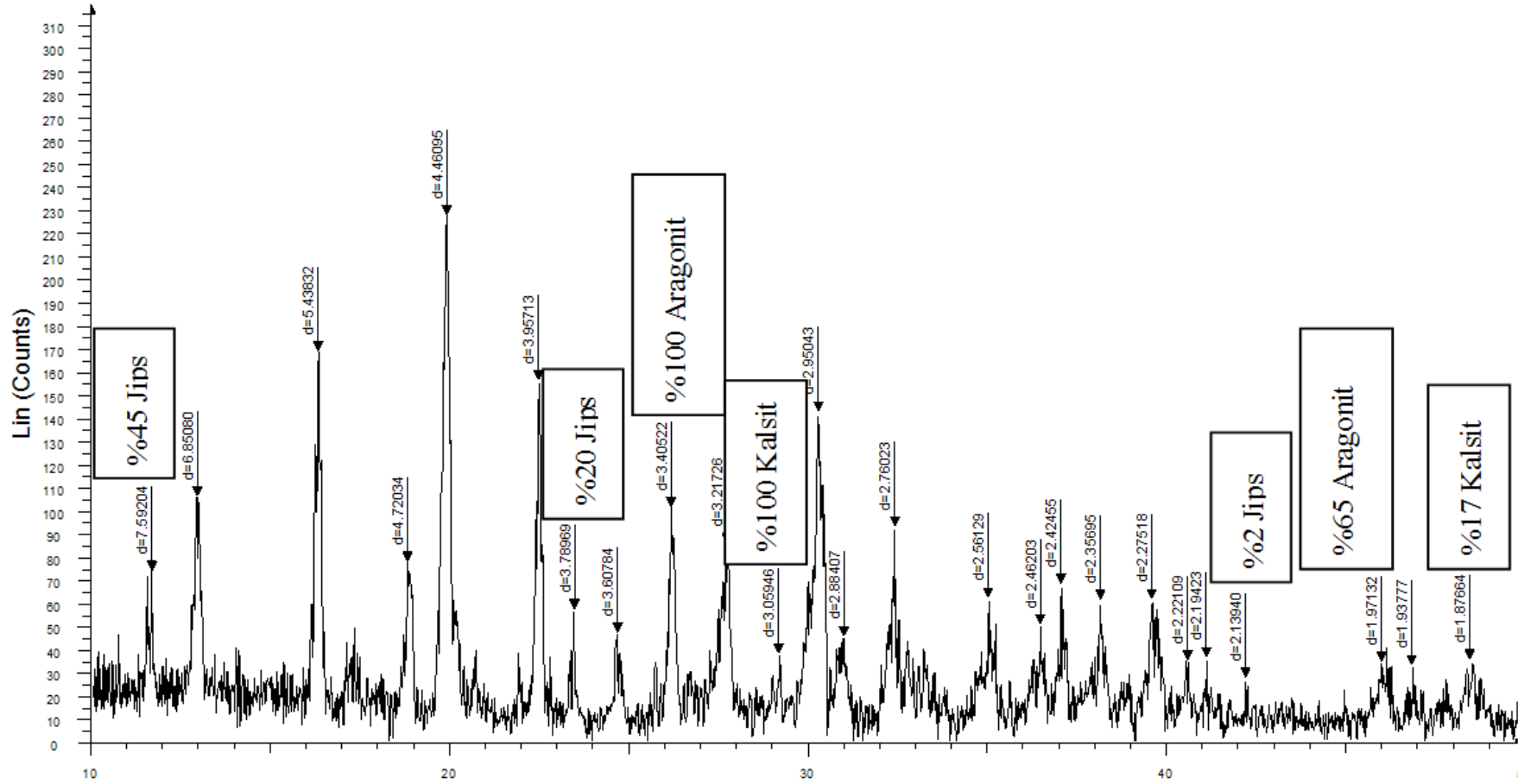
Şekil 5.10. Keban Batı Fırat bölgesinden alınan kj-5 numaralı ikincil jips örneğinin XRD diyagramı



Şekil 5.11. Keban Batı Fırat bölgesinden alınan kj-24 numaralı ikincil jips örneğinin XRD diyagramı



Şekil 5.12. Keban Batı Fırat bölgesinden alınan 2.B kj-2 numaralı ikincil jips örneğinin XRD diyagramı



Şekil 5.13: Keban Doğu Fırat eski Pb-Zn işletmesi pasa ve galeri ağızı çevresinden alınan P1 numaralı ikincil jips örneğinin XRD diyagramı

5.3. Jipslerin XRF (X-Ray Fulöresans) Yöntemi İle Analizi

Araziden alınan jips örneklerinin tamamı Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan OXFORD ENST. Marka portatif XRF (X-Ray Fulöresans) aleti ile analizleri yapılarak ana ve iz element içerikleri saptanmıştır (Tablo 5.1). Elde edilen analiz sonuçlarında ikincil jips örneklerinin Ca içeriği %26.88-%52.31 arasında değişmektedir. Deveciden alınan sedimanter jips örneğinde Ca değeri %43.18 dir. Ca değerlerinin bu civarlarda olması örneklerin çoğunlukla jipsten oluştuğunun bir başka kanıtıdır. Aynı zamanda analiz sonuçlarında görülen Fe, Al, Zn, Cu, P, K, gibi elementlerin varlığı ikincil jipslerin çevrede bulunan cevherleşmelerin jeokimyasal izlerini taşıdığını gösterir. Fakat portatif XRF yöntemi iz element içeriklerini çok kaba olarak vermektedir. İkincil jipslerin iz element içeriklerinin değerlendirmelerinde temel olarak ICP yöntemleri ile yapılan analizler kullanılmıştır.

Tablo 5.1. Araziden alınan jips örneklerinin portatif XRF ile yapılan analiz sonuçları

Keban Batı Fırat Jips Örnekleri												Keban Doğu Fırat Jips Örneği	Deveci Jips Örneği
Örnek	KJ-5	KJ-11	KJ-14	KJ-24	1 B KJ-3	2 B KJ-8	2 B KJ-11	3 B KJ-2	3 B KJ-7	4 B KJ-6	5 B KJ-2	P-1	D-1
Ca%	44.61	44.39	43.12	26.88	34.46	43.77	42.41	44.08	44.10	42.93	43.58	52.31	43.18
Fe%	0.11	0.10	0.17	1.69	1.30	0.26	0.47	0.18	0.07	0.15	0.21	0.21	0.07
Sr%	0.67	0.65	0.67	0.35	0.19	1.76	0.37	0.73	0.72	0.56	0.99	0.01	
Zr%	0.01		0.01		0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
Zn%				0.02	0.03			0.00				0.01	
Cd%								0.00		0.02			
Mn%				0.21	0.02							0.02	
Pb%				0.03	0.04	0.01						0.00	
P%					0.09					0.12	0.14	0.09	
Si%	0.46	0.32	0.74	10.13	6.60	1.96	2.38	0.85	0.46	0.76	0.93	2.20	0.16
S%	24.67	24.82	25.97	7.32	7.4	20.82	19.98	24.29	25.48	26.17	22.86	0.49	26.79
Cl%	0.97	1.46	1.1	0.80	0.70	1.27	1.14	1.13	0.87	1.13	1.33	0.43	
Al%				6.14	2.16		1.26				0.65	1.72	
K%				2.49	1.44		0.71						
Ti%				0.29	0.09		0.07					0.02	
Mg%				2.62	6.97							4.52	

5.4. Ana Ve İz Element Jeokimyası

Keban ve çevresinden alınan örneklerin major ve iz element analizleri Kanada ACME laboratuvarlarında ICP–MS ve ICP-ES yöntemleri kullanılarak yaptırılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

5.4.1. Ana Element Jeokimyası

Arazi çalışmaları sırasında aldığımız jips örnekleri; KJ-11, D-1, T-1, 2.B KJ-11, 3.B KJ-7, 4.B KJ-6, 2P-1, 2P-2, 2P-3, 2P-4, KF-1, KF-2, KF-3 ana oksitler; SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , Cr_2O_3 , Ba, Ni, Sr, Zr, Y, Nb, Sc ve TOT/S, TOT/C, LOI için analiz edilmiştir (Tablo 5.2).

Tabloda görüldüğü gibi jipsler ağırlıklı olarak CaO ve S ten oluşmaktadır. Kalsit safsızlıklar olduğunda CaO oranı arttığından dolayı genel olarak CaO oranı örneklerde yüksek olup 0.96-54.24 değerleri arasındadır. Fakat Doğu Fırat eski Pb-Zn işletmesi pasa ve galeri ağzı çevresinden alınan 2P-2 ve 2P-4 numaralı örneklerde CaO değeri diğer örneklerle göre fark edilir derecede düşük olup buna karşın MgO değerlerinin (parantez içinde) diğer örneklerle göre yüksek olması (2P-2: 17.66, 2P-4: 17.23) bu örneklerde dolomit olduğuna işaret ediyor. CaO oranı aynı şekilde sedimanter jips örneklerinde de yüksek değerlerdedir. Deveciden alınan sedimanter jips örneğinde CaO oranı 33.19, Tunceli’den alınan sedimanter jips örneğinde ise 32.56 değerindedir. İkincil jipslerdeki SiO_2 içeriği 0.27-35.20 ve Al_2O_3 içeriği 0.04-8.51 arasında olması örneklerle geçen kayaç kökenli safsızlıklardan kaynaklanmıştır. Çünkü kayaç kökenli safsızlıklar yüksek SiO_2 ve Al_2O_3 oranlara neden olmaktadır (bkz KF1, KF2 ve KF3). Genel olarak bakıldığında major element içerikleri açısından ikincil jipsler sedimanter jipslerle oldukça benzeştiği görülmektedir (Tablo 5.2).

Tablo 5.2. Araziden alınan jips örneklerinin ana oksit, iz element, toplam kükürt ve toplam karbon analizleri (Ana oksitler % ağırlık, İz elementler ppm cinsinden verilmiştir)

	Keban Batı Fırat Jips Örnekleri				Keban Doğu Fırat Jips Örnekleri				Keban Fluorit İşletmesinden Alınan Jips Örnekleri			Deveci Sedimenter Jips Örneği	Tunceli Sedimenter Jips Örneği
Oksitler %	KJ-11	2.B KJ-11	3.B KJ-7	4.B KJ-6	2P-1	2P-2	2P-3	2P-4	KF-1	KF-2	KF-3	D-1	T-1
SiO ₂	1.13	0.27	1.52	0.95	6.61	1.17	2.06	1.22	28.64	35.20	28.84	0.10	0.17
TiO ₂	0.01	<0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.05	0.02	0.15	0.20	0.16	<0.01	<0.01
Al ₂ O ₃	0.18	0.04	0.33	0.20	1.42	0.34	1.00	0.32	8.02	8.51	7.23	<0.01	0.02
Fe ₂ O ₃	0.11	<0.04	0.22		0.39	0.34	0.39	0.27	1.12	1.03	0.87	0.08	0.12
MgO	0.91	0.74	5.06	1.05	0.43	17.66	0.51	17.23	0.49	0.55	0.60	0.05	0.37
CaO	32.32	32.44	32.06	32.14	29.37	0.96	54.24	1.56	29.99	25.80	30.33	33.19	32.56
Na ₂ O	0.06	<0.01	0.01	0.03	0.08	0.04	0.06	0.04	0.43	0.56	0.44	<0.01	<0.01
K ₂ O	0.06	0.02	0.15	0.09	1.04	0.06	0.08	0.05	4.62	4.78	3.99	<0.01	<0.01
P ₂ O ₅	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	0.05	0.05	0.08	<0.01	<0.01
Cr ₂ O ₃	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.003	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Ba	12	<5	36	16	349	74	63	97	2462	2250	1900	51	<5
Ni	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sr	2375	2005	2443	2172	1114	17	148	18	476	519	514	6443	1015
Zr	<5	<5	<5	<5	28	6	12	6	179	247	188	<5	<5
Y	<3	<3	<3	<3	<3	<3	3	<3	16	15	18	<3	<3
Nb	<5	<5	<5	<5	<5	5	<5	<5	18	31	23	<5	<5
Se	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2	<1	1	1	1	<1	<1
TOT/S	17.20	16.40	13.60	17.00	16.03	13.09	0.47	12.82	0.12	0.08	0.06	17.40	17.40
TOT/C	0.38	0.39	2.93	0.52	0.21	0.29	11.69	0.41	6.94	5.68	6.63	0.03	0.19
LOI	21.3	21.4	25.9	21.6	20.5	78.9	41.4	76.8	26.0	22.9	26.8	20.06	21.3

5.4.2. İz Element Jeokimyası

Keban ve Maden alınan toplam 17 adet ikincil jips örneğinin (KJ-5, KJ-14, KJ-24, P-1, M-1, M-2, 1.B KJ-3, 2.B KJ-8, 3.B KJ-2, 5.B KJ-2, 2P-1, 2P-2, 2P-3, 2P-4, KF-1, KF-2, KF-3) ayrıca Deveci ve Tunceli'den alınan 2 adet sedimanter jips örneğinin (D-1, T-1) iz element analizi yaptırılmıştır (Tablo 5.3).

Yapılan analiz sonucuna göre ikincil jipslerin Pb, Zn, Cu, Ag, Au, U, Sr, Cd, Sb, Bi, Ba, ve Hg içerikleri denizel evaporitik jipslere göre oldukça yüksek çıkmıştır. Bu iz elementlerin ikincil jipslerdeki en yüksek değerleri ve denizel jipslerdeki ortalama değerleri (parantez içinde) ppm olarak Pb:739 (0,43), Zn:2573(7), Cu:275 (0.17), Ag:1.3 (nd), Au:0.025(nd), U:17(nd), Sr:2925(1550), Cd:18(nd), Sb:10(nd), Bi:8(nd), Ba:1370 (8) ve Hg:2.4 (nd) ppm dir. Özellikle Keban Doğu Fırat eski Pb-Zn işletmesi pasa ve galeri ağzı çevresinden ve Keban Fluorit işletme alanından alınan jips örneklerinde Cu, Ag, Zn, Pb içerikleri sedimanter jipslere göre oldukça yüksektir. Örneğin Cu, Ag, Zn, Pb değerleri Doğu Fırat'tan alınan P-1 numaralı örnekte sırasıyla Cu:20.27 ppm, Ag:6127 ppb, Zn:570.9 ppm, Pb:2209.18 ppm değerinde iken Deveciden alınan D-1 numaralı örnekte Cu:0.25, Ag:<2 ppb, Zn:12.2 ppm, Pb:0.72 ppm değerindedir. Aynı şekilde Maden bakır yatağından alınan ikincil jips örneklerinin iz element içerikleri sedimanter jipslere göre çok yüksek değerler göstermektedir. Maden bölgesinden alınan M-1 numaralı örneğin Cu değeri 275.30 ppm değerindedir fakat Tunceli'den alınan sedimanter jips örneğinde bu değer 0.19 ppm dir. Görüldüğü gibi ikincil jipslerin iz element içerikleri denizel jipslerin iz element içeriklerinden onlarca ve bazı elementlerde yüzlerce kat daha fazladır. Bu değerler ikincil jipslerin türediği cevherleşmelerin jeokimyasını yansıtmaktadır.

Keban Batı Fırat bölgesinden alınan ikincil jips örneklerinin iz element içerikleri Keban Doğu Fırat ve Keban Fluorit işletme alanından alınan ikincil jipslere göre düşük değerler göstermesine rağmen sedimanter jipslere göre yine çok yüksek değerler göstermektedirler. Batı Fırat bölgesinden alınan 3.B KJ-2 numaralı örneğin Cu, Ag, Zn ve Pb içeriği sırasıyla Cu:0.62 ppm, Ag:3 ppb, Zn:46.9 ppm, Pb:0.45 ppm dir. Doğu Fırat Bölgesinden alınan 2P-2 numaralı örneğin Cu, Ag, Zn ve Pb içeriği ise sırasıyla Cu:3.87 ppm, Ag:519 ppb, Zn:693.3 ppm, Pb:203.21 ppm dir. Keban Fluorit işletme alanından alınan KF-1 numaralı örneğin Cu, Ag, Zn ve Pb içeriği sırasıyla Cu:40.58 ppm, Ag:946 ppb, Zn:428.9 ppm, Pb: 471.02 ppm olup Batı Fırat'tan alınan örneklere göre Doğu Fırat ve fluorit işletme alanından alınan ikincil jips örneklerinin değerleri oldukça yüksektir. Fakat Tunceli'den alınan sedimanter jips

örneğinin Cu, Ag, Zn ve Pb içeriği ise sırasıyla Cu:0.19 ppm, Ag:<2 ppb, Zn:1.8 ppm ve Pb:0.13 ppm olup değerleri Batı Fırat ikincil jips örneklerine göre oldukça düşüktür. Bütün bu değerler dikkate alındığında sülfürlü cevherleşmelerden türeyen ikincil jipsler türediği cevherleşmelerin metallerini yüksek oranda içerdiği anlaşılmaktadır.

Tablo 5.3. Keban ve Maden bölgelerinden alınan ikincil jips örnekleri ile Deveci ve Tunceli bölgelerinden alınan sedimanter jips örneklerinin iz element içerikleri (ppm, ppb**)

	Keban Batı Fırat Jips Örnekleri							Keban Doğu Fırat Jips Örnekleri					Keban Fluorit İşletmesinden Alınan Jips örnekleri			Maden Bakır Yatağından Alınan Jips örnekleri		Deveci Jips Örneği	Tuncel i Jips Örneği		
Örnek	KJ-5	KJ-14	KJ-24	1.B KJ-3	2.B KJ-8	3.B KJ-2	5.B KJ-2	P-1	2P-1	2P-2	2P-3	2P-4	KF-1	KF-2	KF-3	M-1	M-2	D-1	T-1	Keban Cev. ¹	Maden Cev. ²
Mo	0.77	0.80	1.03	0.79	0.60	1.43	0.31	2.71	93.85	1.78	0.68	0.20	19.92	87.41	101.94	0.17	0.08	0.06	0.07	77	n.a
Cu	0.55	0.55	0.25	1.73	0.72	0.62	0.84	20.27	3.56	3.87	16.02	4.03	40.58	18.73	23.62	275.30	22.44	0.25	0.19	119	4000
Zn	3.4	3.4	9.7	18.6	8.5	46.9	3.2	570.9	46.1	693.3	257.6	538.3	428.9	151.7	257.3	66.6	14.4	12.2	1.8	8100	600
Ag**	<2	2	5	16	<2	3	<2	6127	163	519	844	598	946	1173	1293	107	60	<2	<2	56	n.a
Ni	1.4	0.4	0.3	3.1	1.4	1.6	0.3	3.4	3.5	4.0	6.8	3.8	4.1	1.9	1.8	27.3	58.1	1.2	4.8	30	200
Co	0.5	0.4	0.1	1.0	0.3	0.4	.04	2.2	1.1	0.6	.09	0.6	1.8	1.7		66.3	18.9	0.2	0.4	10	400
Mn	10	10	12	18	5	11	7	423	471	137	40	109	12	13	12	249	142	3	10	%12*	n.a
As	0.7	0.6	1.7	1.2	0.5	1.3	1	219.3	19.4	24.8	58.3	18.9	102.6	121.8	74.6	<0.1	0.9	0.6	0.4	325	80
U	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.4	6.9	13.53	0.15	2.40	0.09	9.82	11.90	17.10	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	n.d	n.a
Au**	0.4	0.6	0.7	1.4	<0.2	0.5	<0.2	31.7	92.4	4.9	9.1	4.6	27.9	22.8	25.4	2.2	0.7	0.2	<0.2	2.28	n.a
Th	0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	28.4	2.1	0.3	0.9	0.2	25.5	27.8	34.8	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	n.d	40
Sr	2179.8	2277.5	1987.3	2925.8	2632.4	2697.1	2449.6	194.7	915.0	14.0	139.2	11.1	252.6	307.0	338.5	137.8	5209	2391.8	749.0	3000	n.a
Cd	<0.001	<0.001	0.06	0.08	0.03	<0.01	<0.01	1.62	0.09	0.68	0.81	1.35	12.51	11.95	17.73	0.16	0.05	0.03	<0.01	n.a	n.a
Sb	<0.02	<0.02	0.31	0.10	0.03	0.03	<0.02	9.94	0.87	1.09	1.30	1.30	2.60	4.26	4.60	0.08	0.04	0.03	<0.02	n.a	7
Bi	0.02	0.08	0.05	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	1.91	0.25	<0.02	0.28	0.02	3.10	6.80	7.92	0.23	0.12	<0.02	<0.02	n.a	19
V	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	7	4	2	9	2	7	15	13	4	9	<2	<2	16	n.a
Sc	0.3	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	1.2	0.6	<0.1	1.5	<0.1	0.4	0.9	1.0	0.6	2.2	0.1	0.2	n.a	n.a
Cr	<0.5	<0.5	<0.5	3.3	1.1	1.2	0.6	5.4	3.6	2.1	40.0	2.5	1.5	1.2	1.2	5.3	86.1	<0.5	1.2	30	290
Ba	18.5	20.1	3.8	33.6	5.4	22.8	17.3	8.8	37.6	8.4	58.2	8.6	1370.5	1228.8	943.0	5.1	12.5	15.6	1.2	%0.10 *	n.a
B	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2	1	<1	5	<1	2	7	4	<1	2	2	<1	n.a	n.a
W	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.5	0.20	0.53	0.24	0.50	1.43	1.60	1.37	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	n.a	n.a
Hg**	<5	<5	<5	6	<5	<5	<5	101	<5	7	13	<5	789	2379	1769	<5	<5	<5	<5	n.a	n.a
Se	0.2	0.2	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	3.0	0.2	0.2	<0.1	0.4	0.8	0.5	4.3	0.5	0.3	<0.1	n.a	n.a
Te	0.09	0.13	0.06	0.14	0.19	0.14	0.10	0.05	0.33	<0.02	0.25	<0.02	0.22	0.22	0.25	0.03	<0.02	0.07	0.05	n.a	n.a
Ga	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.6	0.5	0.1	0.1	0.1	1.3	5.2	5.1	0.2	5.0	<0.1	<0.1	10	n.a
Tl	<0.02	<0.02	<0.02	0.03	0.09	<0.02	<0.02	0.99	0.30	0.05	0.10	0.05	2.51	6.71	6.25	0.06	0.03	<0.02	<0.02	n.a	n.a
Pb	0.66	0.36	2.75	3.35	0.51	0.45	0.39	2209.18	8.73	203.21	243.06	162.61	324.28	471.02	739.44	3.52	1.95	0.72	0.13	%2.17	275

1 Çelebi 1997 K14-17 örnekleri ortalaması, Kalenderve Hanelçi 2011 ortalama değerleri *% oksit olarak n.d: dedeksiyon limitinin altında, n.a: değer yok

2: Maden dere sedimanları Kırat ve Bölücek 2010 ortalama değerler

6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Sülfürlü maden yataklarının pasa, cevherleşme ve sızıntı yolları boyunca yoğun olarak ikincil jipsler gelişmektedir. Bu oluşumlar genellikle ince toz/pudra halinde yüzey sıvamaları şeklindedir. Projemizi gerçekleştirmek amacıyla Keban ve Maden bölgesinden ikincil jips, Deveci ve Tunceli'den ise sedimanter jips örnekleri alınmıştır.

Keban bölgesinde üç değişik bölgeden ikincil jips örnekleri alınmıştır. İlk çalışma alanı olan Batı Fırat Bölgesinde 100'e yakın, Doğu Fırat eski Pb-Zn işletmesi pasa ve galeri ağızı çevresinde pudra halinde 5 tane son olarak da Keban Fluorit işletme alanında yine pudra halinde 5'e yakın ikincil jips örnekleri alınmıştır. Maden bakır yatağı çevresinde ve sızıntı sularının etrafında oluşmuş olan ikincil jipslerden toplam 4 tane örnek alınmıştır. Alınan ikincil jips örneklerinin yanında Deveci ve Tunceli bölgelerinden ise sedimanter jips örnekleri alınmıştır.

Keban, Maden Bölgelerinden alınan ikincil jips örnekleri ile Deveci ve Tunceli Bölgelerinden alınan sedimanter jips örnekleri üzerinde ana ve iz element analizleri yapılmıştır. Alınan bazı örneklerin ince kesitleri yapıp kayaç bileşenleri tanınmaya çalışılmıştır. İncelen kesitlerde jips örnekleri genel olarak öz şekilli olarak görülmüştür (Şekil 5.2). Bazı kesitlerde ise ince taneli matris içinde gelişmiş yine öz şekilli jips kristalleri bulunmaktadır (Şekil 5.1). İncelenen bu kesitlerde Maden, Tunceli ve eski galeri ağızlarındaki jips örnekleri iğnemi şekilde görülmektedir (Şekil 5.7, 5.8, 5.9).

Laboratuar çalışmaları ile araziden alınan 4 adet jips örneği XRD (X Ray Difraktometre) metodu ile analizleri yapılarak mineral türleri ve kabaca bağl mineral çoklukları saptanmıştır. Analiz sonucuna göre örneklerin hemen hemen tamamı çoğunlukla jips az miktarda da kalsitten oluşmaktadır. Alınan örneklerin %100 pik değerleri dikkate alındığında çok kabaca örneklerin çoğunluğunun %80 jips %20 kalsitten oluştuğu sonucuna varılmıştır (Şekil 5.10). Daha az oranlarda bulunabilecek minerallerin piklerin background değerleri içerisinde kaybolmaktadır. Aynı şekilde yapılan XRF analiz sonuçlarına göre örneklerin büyük bir çoğunluğunda Ca değerinin % 40 civarında çıkmıştır (Tablo 5.1). Ca değerinin bu civarda olması örneklerin çoğunlukla jipsten oluştuğunun bir göstergesidir. Aynı zamanda analiz sonuçlarında görülen Fe, Al, Zn, Cu, P, K, gibi elementlerin varlığı ikincil jipslerin çevrede bulunan cevherleşmelerin jeokimyasal izlerini taşıdığını gösterir.

İncelenen örneklerin ana element içeriklerine bakıldığında ağırlıkla CaO ve S ten oluştuğu görülmektedir. Kalsit safsızlıklar CaO oranı arttırmaktadır. Bu yüzden CaO oranı hem ikincil jipslerde hem de sedimanter jipslerde yüksek ve birbirine yakın değerlerdedir. Doğu Fırat eski Pb-Zn işletmesi pasa ve galeri ağzı çevresinden alınan 2P-2 ve 2P-4 numaralı örnekler dolomit içeriğinden dolayı CaO değeri yerine MgO değerleri (parantez içinde) daha yüksektir (2P-2: 17.66, 2P-4: 17.23). Örnekler geçen kayaç kökenli safsızlıklar ise yüksek SiO₂ ve Al₂O₃ oranlara neden olmaktadır (bkz KF1, KF2 ve KF3). Keban ve Maden ikincil jips örnekleri ile Deveci ve Tunceli'den alınan sedimanter jips örneklerine yapılan analiz sonucunda major element içerikleri açısından ikincil jipsler sedimanter jipslerle oldukça benzeştiği görülmektedir (Tablo 5.2)

Arazi çalışmaları ile Keban, Maden, Tunceli ve Deveci bölgelerinden alınan jips örneklerine iz element analizi yaptırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda göre ise İkincil jipslerin (Pb, Zn, Cu, Ag, Au, U, Sr, Cd, Sb, Bi, Ba, ve Hg) iz element içerikleri denizel evaporitik jipslere göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 5.3). Bu iz elementlerin en yüksek değerleri ve denizel jipslerdeki ortalama değerleri (parantez içinde) sırasıyla 739 (0,43) 2573(7), 275 (0.17), 1.3 (nd), 0.025(nd), 17(nd), 2925(1550), 18(nd), 10(nd), 8(nd), 1370 (8) ve 2.4 (nd) ppm dir. Görüldüğü gibi ikincil jipslerin iz element içerikleri denizel jipslerin iz element içeriklerinden onlarca ve bazı elementlerde yüzlerce kat daha fazladır. Özellikle Keban Doğu Fırat eski Pb-Zn işletmesi pasa ve galeri ağzı çevresinden alınan ikincil jips örneklerinde ve Keban Florit işletme alanlarından alınan ikincil jips örneklerinde özellikle Pb, Zn, Ag, Cu, Sr içerikleri sedimanter jipslere göre oldukça yüksek değerlerde çıkıp türedikleri cevherden izler taşımaktadırlar. Aynı zamanda Maden bakır yatağından alınan ikincil jips örneklerinde Cu içeriğinin sedimanter jipslere oldukça yüksek çıkması ikincil jipslerin türediği cevherleşmelerin jeokimyasını yansıttığını gösterir.

Keban Batı Fırat sektöründe geniş yayılım halinde bulunan ikincil jipslerin iz element içeriği pudra halinde gelişmiş ikincil jipslere göre fark edilir oranda düşüktür. Fakat sedimanter jipslere göre oldukça yüksek değerler gösterir (Tablo 5.3). Batı Fırat bölgesinden alınan ikincil jips örneklerinin en yüksek değerleri ve denizel jipslerdeki değerleri (parantez içinde) Pb:3.35 (0.13) ppm, Cu:1.73 (0.19) ppm, Zn:46.9 (1.8) ppm, Ag:16 (<2) ppb, Sr:2925.8 (749.0) ppm dir. Batı Fırat ikincil jips örneklerinin pudra halinde alınan ikincil jipslere göre düşük değerler göstermesine rağmen denizel jipslere göre değerlerinin çok yüksek olduğu açıkça görülmektedir.

Batı Fırat bölgesinden alınan örneklerin pudra halindeki jipslere göre daha az iz element içermesinin nedenleri şunlar olabilir: Bu geniş ikincil jips kütlesi kaynak cevherleşmeden uzakta çökeldiği için iz element içeriği seyrelmiş olabilir veya bu ikincil jips birincil sedimanter jipslerden türemiş ve akış yönü boyunca metal iz elementlerce kirlenmiştir. Bölgede birincil jips oluşumlarına rastlanmadığından birinci olasılık daha geçerli gibidir.

Genel olarak sülfürlü cevherleşmelerden türeyen ikincil jipsler türediği cevherleşmelerin metallerini yüksek oranda içermektedirler. İkincil jips oluşumları kaynak cevherleşmelerden çok uzaklarda da gözlenebilmektedir. Diğer bir deyişle bunların jeokimyasal dispersiyonu geniş alanlar kapsamaktadır. Dolayısı ile örtülü cevherleşmelerin prospeksiyonunda önemli ve kullanılabilir bir jeokimyasal prospeksiyon gereği olabilirler.

KAYNAKLAR

- Abidi, R., Slim-Shimi, N., Somarin, A., Henchiri, M., 2010.** Mineralogy and fluid inclusions study of carbonate-hosted Mississippi valley-type Ain Allega Pb–Zn–Sr–Ba ore deposit, Northern Tunisia, *Journal of African Earth Sciences*, V.57, 262–272.
- Açıkbaş, D. ve Baştuğ, C. 1975.** Cacaş-Hani Bölgesinin Kuzeyindeki Alanların Petrol İmkanları ve Jeolojik Raporu. TPAO Arşivi (yayınlanmamış), Rapor No: 971.
- Akgül, B., 1987.** Keban Yöresi Metamorfik Kayaçların Petrografik İncelenmesi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, (Yayınlanmamış).
- Aktaş, G. ve Robertson, A.H.F., 1990.** Tectonic evolution of the tethys suture zone in SE Turkey: Evidence from the petrology and geochemistry of late Cretaceous and Middle Eocene extrosives. MALPAS, E.M.. (ed.), 1990: Ophiolites oceanic crustal analogues, proceeding of the symp. Troodos 1987, Lefkoşe, 311-328.
- Asutay, H.J., 1988.** Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojisi ve Baskil Magmatitlerinin petrolojisi. MTA Der. 107, 25 - 34.
- Altunbey, M., Çelik, S., 2005.** Anayatak (Maden -Elazığ) Bakır cevherleşmesinin Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri. *Geosound/Yerbilimleri*, **47**, 63-90.
- Bal, D., Çelebi, H., 2000.** Ergani-Maden ve Madenköy-Siirt bakır yatakları Cu, Zn ve S elementlerinin istatistiksel analizlerle karşılaştırılması. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi*, **12**(1), 155–165.
- Bielke, S., Gravenhorst, G. 1978.** Heterogeneous SO₂-Oxidation in the Droplet Phase. *Atmospheric Environment*, V.12, 231-239.
- Bingöl A. F., 1984.** “Geology of Elazığ Area in the Eastern Taurus region” In O. Tekeli and C. Göncüoğlu (Eds)., **Geology of the Taurus Belt., Proceedins International Symposium**, MTA, Ankara, 209-216.
- Bingöl, A. F., 1986.** Petrographic and petrologique characteristics of the Guleman Ophiolite (Eastern Taurus-Turkey). *Geosound / Yerbilimcinin sesi*, **13**(14), 41-57.
- Buyalov, N.I. and Shvyryayeva, A.M., 1955.** Geobotanical methods in prospecting for salts of boron. *Int.Geol.Rev*, 3: 619-625.
- Cannon, H.L., 1957.** Description of indicator plants and methods of botanical prospecting for uranium deposits on the Colorado Plateau. *U.S.Geol. Survey Bull.* 1030-M, 399-516.
- Cannon, H.L., 1960.** Botanical prospecting for ore deposits. *Science* 132 (3427):591-598
- Çakır, S., 1988.** Hava Kirliliğinden Kaynaklanan Asit Depolanması ve Çevrede Yaratacağı Olumsuz Etkileri, *Çevre*, 5, s. 35-44.

- Çelebi, H., Peker, İ., 1994.** Ergani-Maden (Elazığ) bakır yatağı cevherlerinin Bi, La, Ce, Th ve U eser elementleri. TJK Bülteni, **37(2)**, 149-154.
- Çelebi, HÇ, 1997.** Keban (Elazığ) simli kurşun yatağı Batı Fırat Sahası gümüşlü mangan cevherlerinin jeokimyası. Türkiye Jeoloji Bülteni. C. 40, s. 19-36.
- Eggleton, A. E. J. and Cox, R. A., 1978.** Homogeneous Oxidation of Sulphur Compounds in the Atmosphere, Atmospheric Environment V. 12, 221-230.
- Erdoğan, B., 1982.** Ergani-Maden Yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağının Jeolojisi ve Volkanik Kayaları. Türk. Jeol. Kur. C. 25, 49-59.
- Garland, J. A., 1978.** Dry and Wet Removal of Sulphur From the Atmosphere, Atmospheric Environ, V.12, 349-362.
- Genty, T., Bussie`re, B., Potvin, R., Benzaazoua, M., Zagury, G.J., 2011.** Dissolution of calcitic marble and dolomitic rock in high iron concentrated acid mine drainage: application to anoxic limestone drains, Environ Earth Sci, V.66, 2387–2401.
- Govett, G.T.S., Chork, C.Y., 1977.** Detection of deeply buried sulfide deposits by measurement of organic carbon, hydrogen ion and conductance in surface soils, in Prospecting in Areas of Glaciated Terrain, Institution of Mining and Metallurgy, London, 49-55.
- Göymen, G., Aslaner, M., 1969.** Doğu Anadolu’da bulunan Ergani-Maden Bakır yatağının ve bilhassa yataşlarının maden mikroskopik incelenmesi. *MTA Dergisi*, **72**, 176-188.
- Guidobaldi F. and Mecci, A. M., 1993.** Corrosion of Ancient Marble Monuments by Rain:Evaluation of Pre-Industrial Recession Rates by Laboratory Simulations, Atmos Environ V. 27B, 339-351.
- Gürpınar, T., 1986.** Ormanları Kim Öldürüyor”, Çevre ve İnsan Sayı 1, s. 23-27.
- Hales, J. M., 1978.** Wet Removal of Sulphur Compounds from the Atmosphere, Atmospheric Environ. V. 12, s, 389-399.
- Hanelçi, Ş., 1997.** Karamağara Dere magmatitlerinin jeokimyası ve cevherleşme ile ilişkisinin incelenmesi
- Hawkes, H.E., 1977.** Exploration geochemistry bibliography, 1972-1976. Geol. Bull. 56, 2268-2270.
- Helke, A., 1964.** Die Kupfererzlagertstätte Ergani Maden in der Türkei. *N. Jb. Miner. Abh.*, 101, 233-270.
- Hempton, M. R., 1984.** “Result of Detailed Mapping near Lake Hazar (Eastern Taurus Mountains)” In O. Tekeli and C. Göncüoğlu (Eds)., **Geology of the Taurus Belt. Proceedins International Symposium**, MTA, Ankara, 223-228.

- İleri, S., Salancı, B., Bitem, M., Doğan, R., 1976.** Ergani (Maden) bakır yatağı ve plaka tektoniği; TJK Bülteni, C 19, S.133-142.
- Kalender, L., 2000.** Keban (Elazığ) Doğu Fırat Keban Dere civarı bakır oluşuklarının jeolojisi kökeni ve ekonomik önemi, Doktora Tezi: Proje No: 186, FÜBAP (Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri).
- Kalender, L., Hanelçi, Ş., 2001.**Keban (Elazığ) Civarı Eski imalat Paşalarında Au, Ag, Pb,Zn Cevherleşmelerinin Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni. Cilt 44, Sayı 2.
- Kaya, A., 2004.** Gezin (Maden-Elazığ) Çevresinin Jeolojisi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 41-50 s., Denizli.
- Kırat, G., Bölücek, C., 2010.** Maden (Elazığ) Çevresinde Dere Sedimentlerindeki Metal Dağılımına Çözünmenin Etkisi. Fırat Üniv. Mühendislik Bilimleri Dergisi. C. 22 (2), 147-155.
- Kipman, E., 1976.** Keban'ın jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi. Doktora tezi (yayınlanmamış), İÜ, 91 s.
- Kipman, E., 1982.** Keban volkanitlerinin petrolojisi. İÜ Yerb. Derg. 3-4, 205 - 230.
- Köksoy, M., 1991.** Uygulamalı Jeokimya. Hacettepe Yayınları, 368 s., Ankara.
- Malyuga, D.P., 1964.** Biochemical methods of prospecting. Consultants Bureau, NewYork, 205 pp.
- Mc Elvain, R.C., 1963.** What do near surface signs really mean in oil finding? Oil and Gas J., February 18 and 25, 9 pp.
- Moon, Y., Zhang, Y.S., Song, Y., Park, E., Moon, H.S, 2012.** Multivariate statistical analysis and 3D-coupled Markov chain modeling approach for the prediction of subsurface heterogeneity of contaminated soil management in abandoned Guryong Mine Tailings, Korea, Environ Earth Sci, V.68, 1527–1538.
- Özkaya, İ., 1978.** Ergani-Maden Yöresi Stratigrafisi. Türk. Jeol. Kur. Bült., 21, 129-139.
- Özkan, Y. Z., Öztunalı, Ö., 1984.** Petrology of the magmatic rocks of Guleman Ophiolite, In: The Geology of the Taurus Belt, International Symposium Proceedings; O. Tekeli and M. C. Göncüoğlu (Eds.), 26-29 September 1983, Ankara-Turkey, 285-293.
- Öztunalı, Ö., 1989.** Keban maden sahaları durum tespit raporları, 1985-89. (yayınlanmamış). Etibank Maden Müdürlüğü Ankara 30s.
- Perinçek, D., 1979.** The geology of Hazro-KorudağÇüngüş- Maden- Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya Region. Guid book, Geol. Soc. of Turkey, Spec. Publ., 33.
- Perinçek, D. ve Özkaya, İ. 1981.** Arabistan Levhası Kuzey Kenarının Tektonik Evrimi, Yerbilimleri, 8, 91-101.

- Righi, R. and Cortesini, A., 1964.** Gravity tectonics in foothills structure belt of Southeast Turkey: Amer, Assoc, Petroleum Geologists Bull. 48, 12, 1911-1937.
- Romieux, J., 1941.** Rapport d'ensemble geologique et minier sur les gisements d'Ergani Maden et des environs. *Etibank Raporu* (yayınlanmamış), Ankara.
- Rose, A.W., Hawkes, H.E., Webb, J.S., 1979.** Geochemistry in mineral Exploration, 2nd ed. Academic Press, p.657, New York.
- Sağiroğlu, A., 2014.** Hidrotermal çözeltiler; Kökenleri ve içerikleri. Uluslararası Katılımlı 6. Jeokimya sempozyumu Bildiriler Kitabı, Mersin 12-14.
- Siegel, F.R., 1974.** Applied geochemistry. Wiley-Interscience, New York, 353 pp.
- Spiker, E.C., Comer, V. J., Hosker, R. P., Sherwood, S. I., 1992.** Dry Deposition of SO₂ on Limestone and Marble: Role of Humidity, International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, Lausanne, V. 1, 15-18 June, 397-406.
- Steiger, M., Wolf, F., Dannecker, W., 1993.** Deposition and Enrichment of Atmospheric Pollutants on Building Stones as Determined by Field Exposure Experiments, Conservation of Stone and Other Materials, Proceedings of The International Congress, RILEM/UNESCO Paris V. 2, 35-42.
- Üstüntaş, A., 1988.** Zahuran-Maden-Elazığ pikritik Cu cevherleşmeleri. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniv. Fen Bil. Enst., 58s (Yayınlanmamış).
- Warren, H.V. , Delavault, R.E. and Barakso, J., 1964.** The role of arsenic as a pathfinder in biochemical prospecting. Econ.Geol., 59: 1381 – 1386
- Weber, J., 1985.** Natural and Artificial of Austrian Building Stones Due to Air Pollution”, Vth. International Congress on Deterioration and Conservation of Stone. V. 1, 527-533.
- Wittenburg, C., Dannacker, W., 1994.** Salt Enrichment in Building Stones by Deposition of Sulphur and Nitrogen Containing Species from Urban Atmospheres, III. International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin Edited by. V.Fassina. H. Venice, 22-25 June.
- Yazgan, E. 1983.** A geotraverse Between the Arabian Platform and the Munzur Nappes. Geology of the Taurus Belt, Int. Symp. Guide Book for Excursion V., 17, MTA Ankara.
- Yazgan, E., 1984.** “Geodynamics Evolution of the Southern Taurides in the Region” In: O. Tekeli and M. C. Göncüoğlu (Eds.), **Geology of the Taurus Belt, Int. Symp.**, Proceedings, 199-208
- Yazgan, E., ve Chessex, R., 1991.** Geology and tectonic evolution of the Southeastern Taurides in the region of Malatya. TPJD. Bült., 3,1,1-41.

- Yılmaz, Y., 1993.** New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolia orogen. Geol. Soc. Am. Bull. 105,251-171.
- Yiğitbaş, E., Genç, Ş. C. ve Yılmaz, Y., 1993.** “Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağında Maden Grubu’nun Tektonik Konumu ve Jeolojik Önemi” **A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu.** Bildiriler Kitabı, 251-264, 2-5 Eylül 1993, Ankara.
- Yiğitbaş, E. and Yılmaz, Y. 1996.** New Evidence and Solution to the Maden Complex Controversy of the Southern Anatolia orogenic Belt (Turkey). Geol. Rundsch, 85, 250-263.

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Elazığ'da doğdum. İlköğretim ve lise eğitimimi Elazığ'da tamamladım. 2008 yılında girdiğim Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden 2012 yılında mezun oldum. Mezun olduğum yıl Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Maden Yatakları-Jeokimya Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Eğitimine başladım. 2013 yılında başvurduğum YLSY(Yurt Dışına Lisansüstü Öğrenim Görmek Üzere Gönderilecek Adayları Seçme ve Yerleştirme) bursunu kazandım. Kazandığım burs sayesinde yurt dışında Orman Ve Su İşleri Bakanlığı adına doktora eğitimi alıp ülkeme geri döndükten sonra Orman Ve Su İşleri Bakanlığında göreve başlayacağım.