

**T.C.**  
**YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ŞAPHANE (OĞUZLAR-ÇORUM) AU**  
**CEVHERLEŞMESİNDE SIVI KAPANIM İNCELEMELERİ**

**ÇAĞLAR KULAMAN**

**Tez Danışmanı**

**Dr. Öğr. Üyesi Esra ÜNAL ÇAKIR**

**YOZGAT - 2022**



**T.C.**  
**YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS**

**ŞAPHANE (OĞUZLAR-ÇORUM) AU**  
**CEVHERLEŞMESİNDE SIVI KAPANIM İNCELEMELERİ**

**ÇAĞLAR KULAMAN**

**Tez Danışmanı**

**Dr. Öğr. Üyesi Esra ÜNAL ÇAKIR**

**Bu çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi**  
**tarafından 6601a-FBE/21-449 kodu ile desteklenmiştir.**

**YOZGAT - 2022**

## TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan eder, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

11/02/2022

# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS

### ŞAPHANE (OĞUZLAR-ÇORUM) AU CEVHERLEŞMESİNDE SIVI KAPANIM İNCELEMELERİ

#### ÇAĞLAR KULAMAN

#### YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

#### JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

#### TEZ DANIŞMANI: Dr. Öğr. Üyesi Esra ÜNAL ÇAKIR

Çorum ili Türkiye'nin Kuzey-Orta kesiminde, farklı kıtasal blokların birleştiği bir bölge olan Orta-İç Karadeniz bölgesinde bulunmaktadır. Çalışma alanı yakın çevresinde Devecidağ Karışığı, Artova ofiyolitli karışığı, Alacahöyük, Bayat, Kızılırmak, Dodurga ve Bozkır formasyonlarına ait birimler ile Dededağ granitoyitine ait birimler ve kuvars damarları yüzeylenmektedir. Cevherleşmenin yakınında, bu birimlerin aşırı derecede altere volkanik kayaç, andezit-bazalt-trakit ve tüflerden oluştuğu görülmektedir. Cevherleşmenin ilişkili olduğu silis damarları Şaphane köyünün güneydoğusunda KD-GB uzanımlı olarak 700 metre kadar yüzeyde mostra vermektedir. Kuvars damarlarında cevher minerali olarak pirit, hematit, limonit ve altın gözlenmiştir.

Sıvı kapanım incelemelerinde hidrotermal çözeltiler içerisinde NaCl, CaCl<sub>2</sub> ve MgCl<sub>2</sub> gibi tuzların bulunduğu, tuzluluk değerlerinin %NaCl eşdeğeri olarak kuvarslarda %8 ile 0.5 aralığında, kalsitlerde ise %7.4 ile 1.4 aralığında değiştiği, çözeltilerin sıcaklığının ise 161 ile 395°C aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Element jeokimyası incelemelerinde göre örneklerin bazalt, bazaltik andezit, andezit ve dasit-riyolit alanlarına düştüğü görülmektedir. Tüm elementler için yapılan istatistik hesaplamalar sonucunda hazırlanan dendograma göre elementlerin temelde iki sınıfta altlarda ise çok daha fazla gruplarda toplandığı görülmektedir. Ayrıca örneklerde altın değerlerinin ise 21 ile 148 ppm arasında değiştiği ve SiO<sub>2</sub> oranına karşı altın değerlerinin arttığı da gözlenmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Çorum, Şaphane, Altın, Cevherleşme, Sıvı kapanım, Element jeokimyası

# ABSTRACT

## MASTER THESIS

### FLUID INCLUSION INVESTIGATIONS OF ŞAPHANE (OĞUZLAR-ÇORUM) AU MINERALIZATION

ÇAĞLAR KULAMAN

YOZGAT BOZOK UNIVERSITY  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF GEOLOGICAL ENGINEERING

SUPERVISOR: Asst. Prof. Dr. Esra ÜNAL ÇAKIR

The Çorum province, in the north-central part of Turkey, which is a region where the different continental blocks are located in the middle-inner Black Sea. Devecidağ Mixture, Artova ophiolite complex, Alacahöyük, Bayat, Kızılırmak, Dodurga and Bozkır formations units and Dededağ granitoid units and quartz veins are cropped out in the study area. Near the mineralization, these units are seen to consist of extremely altered volcanic rocks, andesite-basalt-trachyte and tuffs.

The silica veins associated with the mineralization outcrop at a surface of 700 meters in NE-SW direction southeast of Şaphane village. Pyrite, hematite, limonite and gold were observed as ore minerals in quartz veins.

Fluid inclusions data indicate that the ore forming fluids contain NaCl, CaCl<sub>2</sub> and MgCl<sub>2</sub> as salts, the salinity values (wt. % eq. NaCl) vary between 8% and 0.5% in quartz, 7.4 and 1.4% in calcite, and the temperature of the fluids varies between 161 and 395°C.

According to element geochemistry studies, samples fall into basalt, basaltic andesite, andesite and dacite-rhyolite areas. According to the dendrogram prepared as a result of the statistical calculations for all the elements, it is seen that the elements are gathered in basically two classes and in the lower groups much more. In addition, it was observed that the gold values in the samples varied between 21 and 148 ppm, and the gold values increased against the SiO<sub>2</sub> ratio.

**KEYWORDS:** Çorum, Şaphane, Gold, Mineralization, Fluid inclusion, Element geochemistry

## ÖNSÖZ

Bu çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı programında “Şaphane (Oğuzlar-Çorum) Au Cevherleşmesinde Sıvı Kapanım İncelemeleri” konulu yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez konusunun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazım aşamasında beni yönlendiren, tecrübelerini paylaşan ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Dr. Esra ÜNAL ÇAKIR’a,

Arazi çalışmaları sırasındaki yardımları için Jeoloji Yük. Mühendisi Korhan ÇAKIR’a,(MTA Genel Müdürlüğü)

Akademik çalışmalarımın her evresinde maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen Ailem’e teşekkür ederim.

Bu tez çalışması;

Yozgat Bozok Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi tarafından 6601a-FBE/21-449 nolu proje ile desteklenmiştir.

Çağlar KULAMAN

...../...../.....

## İÇİNDEKİLER

T.C. ....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
TEZ BEYANI .....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT .....	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ .....	1
1.1. AMAÇ VE KAPSAM .....	1
1.2. İNCELEME ALANININ TANITIMI .....	1
1.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ.....	7
2.1. BÖLGESEL JEOLJİ.....	7
2.2. YEREL JEOLJİ.....	9
2.3. PETROGRAFI .....	14
3. MADEN JEOLJİSİ.....	17
3.1. YATAKLANMA ŞEKLİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ .....	17
3.2. CEVHERLEŞMENİN MİKROSKOBİK ÖZELLİKLERİ.....	18
4. SIVI KAPANIM İNCELEMELERİ .....	22
4.1. ÖRNEK SEÇİMİ VE YÖNTEM.....	23
4.2. KAPANIMLARIN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ .....	24
4.3. İLK ERİME SICAKLIĞI ÖLÇÜMLERİ (T <sub>FM</sub> ) .....	30
4.4. SON BUZ ERİME SICAKLIĞI ÖLÇÜMLERİ (T <sub>MICE</sub> ).....	31
4.5. HOMOJENLEŞME SICAKLIĞI ÖLÇÜMLERİ (T <sub>H</sub> ).....	31
4.6. SIVI KAPANIM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ .....	33
5. ELEMENT JEOKİMYASI.....	35
5.1. GENEL BİLGİLER .....	35
5.2. ANALİZ SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME.....	35

<b>6. SONUÇLAR .....</b>	<b>45</b>
<b>7. KAYNAKÇA .....</b>	<b>46</b>
<b>8. EKLER.....</b>	<b>50</b>
<b>Ek 1. 1. Korelasyon Matrisi.....</b>	<b>50</b>
<b>9. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1. Yerbulduru haritası (Kuşçu vd, 2011) .....	2
Şekil 2. 1. İnceleme alanı bölgesel jeoloji haritası (MTA Çorum ili jeoloji haritası) .....	8
Şekil 2. 2. İnceleme alanı genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Kuşçu ve v.d., 2017'den alınmıştır).....	10
Şekil 2. 3. 1/1000 ölçekli detay jeoloji haritası .....	11
Şekil 2. 4. Bayat formasyonu andezit-trakiandezitlerinden bir görünüm.....	12
Şekil 2. 5. Kızıllırmak formasyonuna ait kırmızı renkli kumtaşlarından bir görünüm.....	13
Şekil 2. 6. Bozkır formasyonu jipslerinden bir görünüm.....	13
Şekil 2. 7. İnceleme alanı yakınında bulunan andezitlerin genel görünümü (plj:plajiyoklaz, cpx:klinoproksen, om: opak mineral).....	14
Şekil 2. 8. İnceleme alanı yakınında bulunan andezitlerin genel görünümü (plj:plajiyoklaz).....	15
Şekil 2. 9. İnceleme alanı yakınında bulunan altere-vulkanitlerin genel görünümü .....	15
Şekil 2. 10. Tüfler içinde gözlenen demir oksitli solüsyonlar.....	16
Şekil 2. 11. Tüflerde gözlenen ikincil silis damarları. ....	16
Şekil 3. 1. Cevherleşme ile ilişkili silis damarlarından görünüm.....	17
Şekil 3. 2. Kriptokristalen kuvars mineralleri.....	18
Şekil 3. 3. Boşlukların kenarında gözlenen kuvars dolguları (plj:plajiyoklaz, qz:kuvars) .....	19
Şekil 3. 4. Kuvarslarda gözlenen tarak dokusu(qz:kuvars).....	19
Şekil 3. 5. Kuvars damarlarında gözlenen özşekilli pirit kristalleri (py:pirit) .....	20
Şekil 3. 6. Kuvars damarlarında gözlenen hematit kristalleri .....	20
Şekil 3. 7. Kuvars damarlarında gözlenen altın kristali (Au:Altın, Qz:Kuvars).....	21
Şekil 4. 1. Sıvı kapanım türlerinin mikroskop altında görünümü (Gökce 2000'den alınmıştır).....	23
Şekil 4. 2. Hazırlanan iki yüzü parlak kesitlerden görünüm. ....	25
Şekil 4. 3. Sıvı kapanımları içinde gözlenen iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar .....	29
Şekil 4. 4. Kalsit kristalleri içinde gözlenen birincil kapanımlar.....	29
Şekil 4. 5. Kuvars kristalleri içinde gözlenen birincil kapanımlar.....	30
Şekil 4. 6. Kapanımlarda ölçülen son buz ergime sıcaklığı (Tmice) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği. ....	31

Şekil 4. 7. Kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklığı (TH) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği. ....	32
Şekil 4. 8. Sıvı kapanımlarının tuzluluk-homojenleşme sıcaklığı diyagramındaki dağılımı .....	33
Şekil 4. 9. Kuvars ve kalsitlerde ölçülen Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk değerlerinin dünyadaki çeşitli yataklarla karşılaştırılması (Wilkinson, 2001).....	34
Şekil 5.1. Kayaç örneklerinin Co-Th ikili diyagramı üzerindeki konumları (Hastie v.d. 2007).....	36
Şekil 5. 2. İnceleme alanından alınan kayaç örneklerine ait major element (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO, CaO, K <sub>2</sub> O, TiO <sub>2</sub> ) - SiO <sub>2</sub> değişim diyagramları.....	38
Şekil 5.3. İnceleme alanından alınan kayaç örneklerine ait eser elementlerin SiO <sub>2</sub> e karşı değişim diyagramları.....	40
Şekil 5. 4. Kondrite göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementlerin örümcek diyagramı (Boynton, 1984).....	43
Şekil 5. 5. Örneklerin kısmi ergime-fraksiyonel kristalleşme eğilimlerini gösteren La-La/Yb diyagramı (Huang v.d. 2012).....	43
Şekil 5.6. Cevherleşmeye ait tüm elementler için hazırlanan dendogram.....	44

## ÇİZELGE LİSTESİ

<b>Çizelge</b>		<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 4. 1.	Çorum-Şaphane cevherleşmesinden alınan farklı örnekler içerisindeki kuvars ve kalsit kristallerindeki sıvı kapanımlara ait ölçüm değerleri.....	26
Çizelge 5. 1.	Kayaç örneklerinin ana oksit içerikleri (%) .....	36
Çizelge 5. 2.	İnceleme alanındaki kayaç örneklerinin iz element içerikleri (ppm) .....	39
Çizelge 5. 3.	İnceleme alanındaki kayaç örneklerinin Nadir Toprak Element içerikleri (ppm) .....	42

# 1. GİRİŞ

## 1.1. AMAÇ VE KAPSAM

Ülkemiz birçok maden açısından oldukça zengin olmakla birlikte Çorum ili son zamanlarda yapılan maden arama çalışmaları nedeniyle madencilikte Türkiye'nin dikkat çeken bölgelerinden biri olmaya başlamıştır. Çorum ili, Orta Karadeniz'in İç Anadolu'ya açılan kapısıdır.

Yapılan bu tez çalışması kapsamında, cevherleşmenin çevresinde yüzeyleyen litostratigrafik birimlerin yayılım, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal bazı özelliklerinin ortaya konması ile cevherleşmeyi oluşturan sıvıların oluşum koşullarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma amacına uygun olarak yaklaşık 10 km<sup>2</sup> lik bir alanın 1/1000 ölçekli detay jeoloji haritası yapılmıştır. Çevrede yüzeyleyen kayaç türlerinden, cevherleşme ile ilişkili olduğu düşünülen silisifiye zonlardan ve MTA Genel Müdürlüğü Maden Etütleri Dairesi tarafından yapılan sondajlardan (3 adet sondajdan) örnekler alınmıştır. Alınan örneklerden incekesit ve parlatma blokları hazırlanmış, ince kesitler alttan aydınlatmalı, parlatma blokları ise üstten aydınlatmalı polarizan mikroskop yöntemleri ile incelenmiştir. İncelenen kesitlerden temsili örnekler seçilerek majör element oksit ve eser element içerikleri analiz edilerek element jeokimyası açısından değerlendirilmiştir.

Ayrıca iki yüzü parlatılmış sıvı kapanım kesitleri hazırlanarak mikrotermometrik incelemeler yapılmış, cevherleşmeyi oluşturan çözeltinin sıcaklık ve tuzluluk gibi özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Yapılan incelemeler sonucu elde edilen bilgi ve bulgular tablo ve şekiller ile değerlendirilerek rapor haline getirilmiş ve cevherleşmenin oluşumu ve kökeni açısından değerlendirilmeye çalışılmıştır.

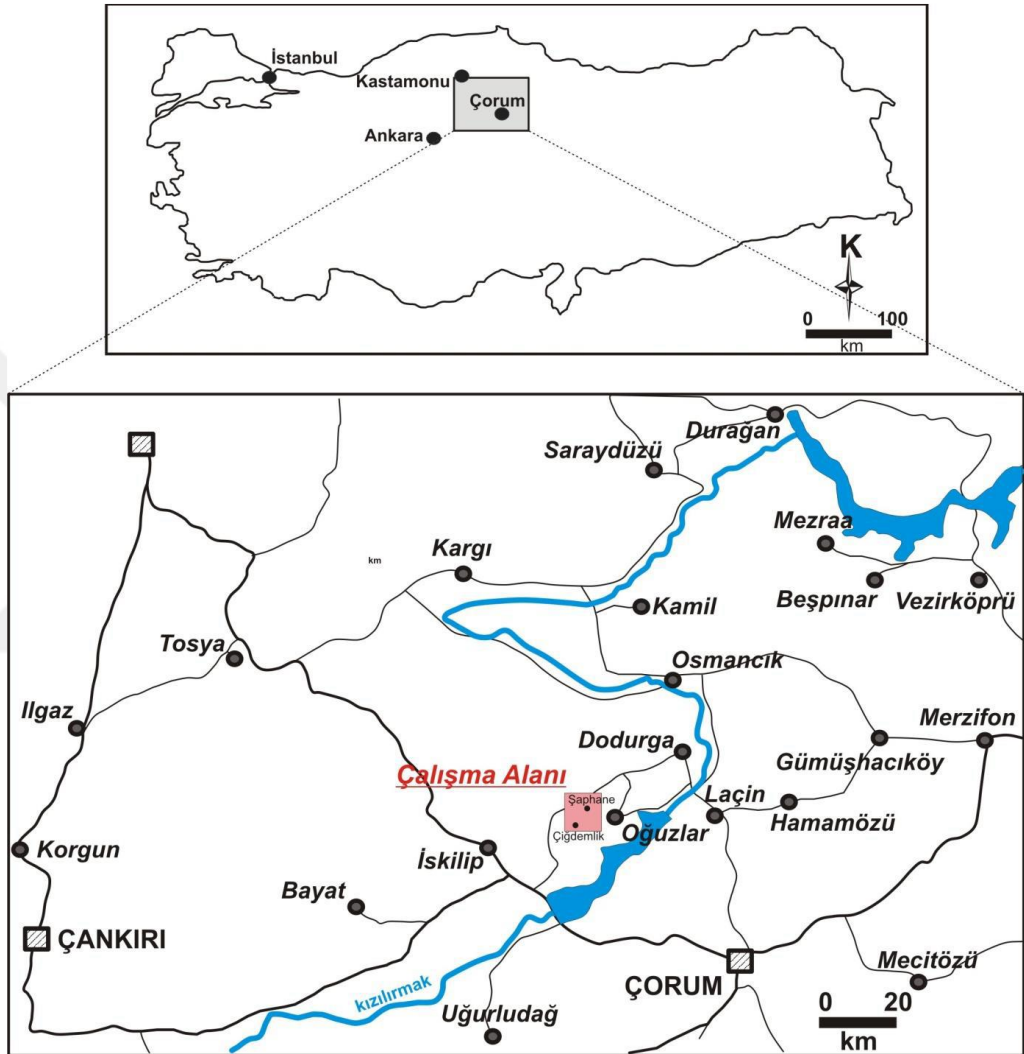
## 1.2. İNCELEME ALANININ TANITIMI

İnceleme alanı 1/25000 ölçekli Çorum G33 a3 paftası içinde, Çorum iline 72 km, Oğuzlar ilçesine 23 km uzaklıkta Şaphane (Eskiköy) köyü yakınında bulunmaktadır (Şekil 1.1).

Çorum Karadeniz ile İç Anadolu bölgelerinin bağlantı noktası olmakla birlikte Karadeniz'in az yükselteli dağlık alanı ile İç Anadolu'nun platoları arasında geçiş bölgesinde bulunmaktadır. Yükseltelerin 1000-2000 metre arasında değiştiği bölgede

Mağara tepe, Dedeavan tepe, Erenler tepe, Çatal tepe en yüksek, Akbayırın dere ve Karadudun dere ise en alçak yerlerdir.

İnceleme alanına ulaşım Çorum-İskilip/Çorum-Oğuzlar ile İskilip-Oğuzlar arasında bulunan karayolu ile bu yoldan Şaphane (Eskiköy) köyüne kadar devam eden asfalt yoldan sağlanmaktadır.



Şekil 1.1. Yerbulduru haritası (Kuşçu vd, 2011)

Bölgede bitki örtüsü çok az olmakla birlikte az bir alanda çam/meşe ormanları ve meyve-sebze bahçeleri ile meralar bulunmaktadır.

Karadeniz ikliminin etkisi görülmekle birlikte bölgede karasal iklim daha etkin durumdadır. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve kar yağışlı geçen bölgede en sıcak aylar Temmuz ve Ağustos ayları iken Ocak ve Şubat ayları en soğuk aylardır. Mayıs-Kasım ayları arazi çalışmaları için en uygun aylardır.

### 1.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İnceleme alanı ve yakın çevresinde yapılan genel jeoloji ve maden jeolojisi amaçlı çalışmalar aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

**Akarsu (1958)**, Çorum ilinde yaptığı çalışmanın araştırma raporunda, bölgenin Paleozoyik, Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı birimlerden oluştuğunu, Paleozoyik yaşlı birimlerin şistlerden, Mesozoyik yaşlı birimlerin ofiyolitli birimlere ait volkaniklerden, Tersiyer yaşlı birimlerin ise flişten meydana geldiğini belirtmektedir. Ayrıca Tersiyer yaşlı bazaltik ve andezitik volkanitlerin varlığından bahsetmektedir.

**Göktepeli (1967)**, Çorum Kargıda yaptığı çalışmada Akkaya, Tekkeşin ve Örencik köyleri (Kargı/Çorum) arasında izlenen yeşil şistler içinde bakır oluşumlarını incelemiştir. Araştırmacı, cevherleşmenin hem şistleşmeye paralel olduğunu hem de kalkopirit içeren kuvars adeselerine bağlı olduğunu belirterek, bölgenin bakır açısından potansiyel oluşturabileceğini ileri sürmüştür.

**Alpan (1968)**, Bayat'ın kuzeybatısında yaptığı çalışmada bölgede Eosen birimlerinin Kretase birimleri üzerine transgersif olarak geldiğini belirtmektedir.

**Turhan (1972)**, Çorum Çağşak köyü (Merkez/Çorum) civarında ofiyolitik kayalar içinde izlenen bakır zuhurlarının jeolojik etüdünü yapmış ve cevherleşmenin Yozgat Çankırı arasındaki granit-granodiyorit batoliti ile ilgili olabileceğini ileri sürmüştür.

**Bamba ve Kılıç (1973)**, Çorum'un Çağşak sahasında yaptıkları çalışmada bölgede 3 lokasyonda Cu zuhurunun varlığını tespit etmişlerdir. Lokasyonlardaki Cu içeriklerinin %3.93, %4.41 ve %5.19 olduğunu belirtmektedirler.

**Takashima (1973)**, Çorum merkez Gökgözler köyü Alagöz Tepe (Oğuzlar/Çorum) civarında izlenen bakır cevherleşmesinin bazik-ultrabazik kayalarla, bunları kesen asidik intrüziflerle ilişkili olduğunu belirterek, cevherleşmenin ultrabazik kompleks ve bunları kesen intrüziflerle ilişkili olduğunu, breşleşmiş piritik cevher kütlesi içinde az miktarda kalkopirit ve sfalerit bulunduğunu söylemiştir.

**Bektaş (1974a)**, Kunduzlu köyünde (Bayat/Çorum) gözlenen bakır cevherleşmesinin Alt Kretase yaşlı ofiyolitik seri ile bunları kesen albit diyorit ve kuvars diyoritlerle ilişkili olduğunu, cevherleşmenin diyabaz-gabro dokanakları ile diyabazlar içinde saçınımlı ve küçük cepler şeklinde bulunduğunu belirtmiştir. Ayrıca cevherleşmenin pirit, kalkopirit ve daha az olarak manyetit, titanomanyetit ve hematitten oluştuğunu belirtmektedir.

**Bektaş (1974b)**, Çorum Görüklü Tepe mevkiinde (Oğuzlar/Çorum) ofiyolitik kayalardan elde edilen hava anomalisini kontrol etmek amacıyla, hem jeolojik hem de jeofizik çalışmaları gerçekleştirmiş ve bölgede bir cevher oluşumuna işaret sayılabilecek anomali tespit edilemediğini belirtmiştir.

**Şenocak (1974)**, Çatkara köyü (İskilip/Çorum) civarında Eosen yaşlı volkanik kayalar içinde yer alan bakır zuhurlarını incelemiş ve dasitik tüfler içinde düzensiz kılcal damarlar boyunca ornatım yolu ile oluşmuş zuhurların ekonomik açıdan önemsiz olduğunu belirtmiştir.

**Özgüneyli (1974)**, Gökgözler köyü Alagöz Tepedeki (Oğuzlar/Çorum) ofiyolitik kayalar ile asidik kayalarda (kuvars diyorit, granit) izlenen bakır zuhurlarını kontrol etmek amacıyla, daha önceden gerçekleştirilen jeofizik profillerini kullanarak detay maden jeolojisi etüdünü gerçekleştirmiş ve cevherleşmenin yersel ve küçük cepler şeklinde gerçekleştiğini belirlemiştir.

**Birgili v.d. (1975)**, Çankırı- Çorum havzasında yaptıkları çalışmada bölgenin jeolojik evrimi hakkında detaylı bilgiler verip aynı zamanda petrol olanaklarını da incelemişlerdir. İnceleme alanında temelde farklı yaşlarda ofiyolitler bulunduğunu, havzanın sediman kalınlığının 10000 metre civarında olmasının petrol yönünden ilgi çekici olduğunu belirtmektedirler.

**Bektaş (1976)**, Eşme köyü (Merkez/Çorum) kuzeyinde ofiyolitik kayalarda gözlenen bakır zuhurlarını incelemiş ve bu zuhurların ekonomik bir potansiyel içermediğini ifade etmiştir.

**Tüysüz (1985)**, Kargı (Çorum) civarında yaptığı çalışmada bölgenin temelinde gözlenen ofiyolitik istifin Paleotetis ürünü olduğunu, bu okyanusun güneye dalması ile kuzeyden güneye doğru ofiyolitik bir melanj, ada yayı ve yay ardı kenar havza birimlerinin geliştiğini belirtmektedir.

**Duru (1993)**, Çorum-Ortaköy ve çevresinde yaptığı çalışmada bölgede 5 litostratigrafik birimi formasyon mertebesinde ayırtlamış, bölgedeki litolojik birimlerin Permien sonu, Alt-Orta Jura ve Eosen transgresyonu olmak üzere üç ayrı zamanda açılan havzaya ait olduğunu belirtmiştir.

**Ersoy v.d. (1994)**, yapmış oldukları çalışmada Çorum ve civarında yer alan mangan, demir, bakır, krom ve kurşun sahalarını incelemişlerdir.

**Karadenizli ve Kazancı (2000)**, Çankırı-Çorum havzasında yaptıkları çalışmada Üst Eosen-Alt Miyosen aralığına ait istiflerin havzanın kuzey ve güneyinde farklılıklar

sunduğu, bu farklılıkların ise alt havzalarda depolanmadan kaynaklandığını ileri sürmektedirler

**Demiryürek (2006)**, Soğucak (İskilip/Çorum) Cu-Pb cevherleşmesinde yapmış olduğu çalışmada bölgede Bayat formasyonuna ait volkanik kayalar ile Kızılırmak ve Bozkır formasyonlarına ait sedimanlar olmak üzere iki farklı kayaç gurubunun varlığından bahsetmektedir. İnceleme alanındaki silisifiye zonlardan alınan örneklerde yaptığı sıvı kapanım çalışmalarına göre, mineralizasyonun epitermal koşulları karakterize eden sıcaklık aralığında oluştuğunu ileri sürmüştür.

**Zengin (2006)**, Osmancık-Çorum kuzeydoğusundaki volkaniklerin epitermal cevherleşme potansiyeli ve mavi kalsedon oluşumları ile ilgili yaptığı çalışmada silisli zonlardan ve volkanik breş ve aglomeralardan analizler yapmış kıymetli metal zenginleşmelerine rastlamamakla birlikte yan kayaç olarak bulunan kalsedonların süs taşı olarak değerlendirilebileceğini belirtmiştir.

**Tepecik (2007)**, Bayat civarında yaptığı çalışmada bölgenin KAF'ın kollarının etkisinde kalarak kalın bir Tersiyer istifi ile tuz domları ve diyapirlerini bulundurduğunu ifade etmektedir. Ayrıca bölgede kaynak ve örtü kayaların bulunmasının, antiklinal ve tuz domlarının varlığının petrol potansiyelini artırdığını belirtmektedir.

**Gündoğdu (2009)**, Çorum güneybatısındaki volkanik kayaçların jeolojik ve petrolojik özelliklerini incelediği çalışmada jeokimyasal özellikleri ve radyometrik yaş verilerine göre kayaçları, ojit andezit-I, riyodasit, diyorit pofir, hornblend andezit ve ojit andezit-II olarak adlandırmıştır. Mineralojik çalışmalar sırasında minerallerin gösterdikleri mineralojik ve dokusal özellikleri nedeniyle volkanik kayaçların oluşumunda magma karışımı süreçlerinin etkili olduğunu belirtmektedir.

**Küçük (2014)**, Burunköy (Çorum) bölgesinde yüzeylenen bazaltik kayaçların ve daykların petrografi ve mineral kimyasını inceleyip, kayaçları yüksek derecede yapraklanmış-ezilmiş metabazaltlar, bazaltlar ve doleritik dayklar olarak üç kategoriye ayırmıştır. Mineral kimyası verilerine göre kayaçların subalkalen ve alkalen arasında geçiş niteliği gösteren orojenik olmayan bir ortamdan türediğini, izotop verilerini de değerlendirdiğinde kayaçların alkalen karakterde, E-MORB ve OIB arasında geçiş ortamında oluştuğunu, DMM ve EM-I karışımından oluşan bir eriyikten türediğini belirtmektedir.

**Kuşçu v.d. (2017b)** Şaphane (Eskiköy)-Çiğdemlik (Oğuzlar-Çorum) bölgesinde yaptıkları çalışmada, bölgede kalınlıkları 4 metreye kadar çıkabilen beyaz-açık gri-gri renkli ince taneli, masif, yer yer ise breşik kuvars damar/damarcıkları bulunduğunu, bu

silisli zonların hem birbirlerini hem de yan kayacı kestiğini, bu damarcıkların cevherleşme yönünden önemli olduğunu belirtmektedirler. Bölgede yaptıkları jeokimyasal analizlere göre Şaphane-Çiğdemlik cevherleşmesinin epitermal koşulları yansıtan damar tipi kıymetli metal (Au) mineralizasyonu olarak tanımlandığını belirtmektedirler.

**Yalçın (2018)**, Gökçedoğan (Kargı) Cu-Zn cevherleşmesinde yaptığı çalışmada, bölgede Paleozoyik-Kuvaterner yaş aralığında farklı ortamları temsil eden allokton ve otokton karakterli litostratigrafik birimlerin bulunduğunu, inceleme alanında Stratiform ve damar tipi Cu-Zn cevherleşmeleri ile damar tipi Fe-Cu cevherleşmelerinin bulunduğunu söylemektedir. Cevher parajenezinde kalkopirit, sfalerit, pirit, hematit, bornit, kovellin, götit, malahit, limonit ve kuvars minerallerinin bulunduğu ayrıca damar tipi cevherleşmelerde piritlerin kükürt izotop değerlerine göre kükürtün magmatik kökenli olduğunu belirtmektedir.

## 2. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

### 2.1. BÖLGESEL JEOLJİ

İnceleme alanı, Çorum ilinin Oğuzlar ve İskilip ilçeleri arasına Sakarya kıtası ile Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı arasında geçiş bölgesinde bulunmaktadır. Çalışma alanı ve çevresinde Sakarya Zonu, Kırşehir Masifi ve ofiyolitik suture zonuna ait kayalar bulunur (Şekil 2.1).

Sakarya kıtası Biga yarımadasından başlayıp Kafkasya'ya kadar uzanır ve karmaşık bir şekilde deforme olmuş genellikle metamorfizma geçirmiş Jura öncesi bir temel ile daha az deformasyon içeren metamorfik olmayan Jura-Tersiyer yaşlı bir örtüden oluşur. Sakarya zonu temel kayaları Permo-Triyas yaşlı Karakaya kompleksinin birimleridir ve Permian yaşlı sığ denizel bir platform karbonat istif ile başlayıp üstte doğru volkanik arakatkılar içeren metamorfizmaya uğramış kırıntılı bir istifolistostromal seviyelerle devam eder ve üzerine düzenli bir kırıntılı, karbonat, lav ve piroklastik ardalanması gelir. Karakaya kompleksi üzerine açılacak şekilde Liyas-Üst Kretase yaşlı kalın bir istif gelir. İnceleme alanı civarında gözlenen Tersiyer öncesi birimler İzmir-Ankara-Erzincan suture zonu ofiyolitleridir ve kendi içinde dilimli bir yapıya sahiptir. İzmir-Ankara-Erzincan ofiyolitleri ile Sakarya zonundan ayrılan metamorfikler ile bunları üzerleyen okyanusal kayalar ve ikisini birden kesen magmatik kayalar topluluğu Kırşehir bloğu olarak tanımlanır. Üst Kretase-Üst Paleosen zaman aralığında Sakarya kıtasının aktif kıta kenarı üzerinde bir yayönü havzası olarak gelişen Çankırı-Çorum havzası Üst Paleosen-Alt Eosen sırasında Kırşehir bloğu ve Sakarya kıtasının çarpışması sonucu deforme olmuştur (Görür ve Şengör, 1986). Çankırı-Çorum havzasında farklı iki çökel istifleri vardır. Bunlardan biri transgresif seri ile onu izleyen regresif kırıntılı ve volkanitlerden oluşan bir istifken diğeri havzada geniş alanlar kapsayan kırıntılı ve evaporitik çökeltiler ile volkanik lav ve piroklastik kayalardır.



## 2.2. YEREL JEOLJİ

İnceleme alanı yakın çevresinde Triyas-Kuvaterner yaş aralığında Devecidağ Karışığı (Triyas), Artova ofiyolitli karmaşığı (Geç Kretase) ve bunların her ikisini birden kesen çökel ve magmatik kayaçlar (Eosen-Kuvaterner) bulunur. Bölgedeki örtü birimler Eosen yaşlı Alacahöyük ve Bayat formasyonları ile başlayıp, Miyosen yaşlı Kızılırmak, Dodurga ve Bozkır formasyonları ile devam edip Kuvaterner yaşlı alüvyon ile sona erer (Şekil 2.2 ve Şekil 2.3).

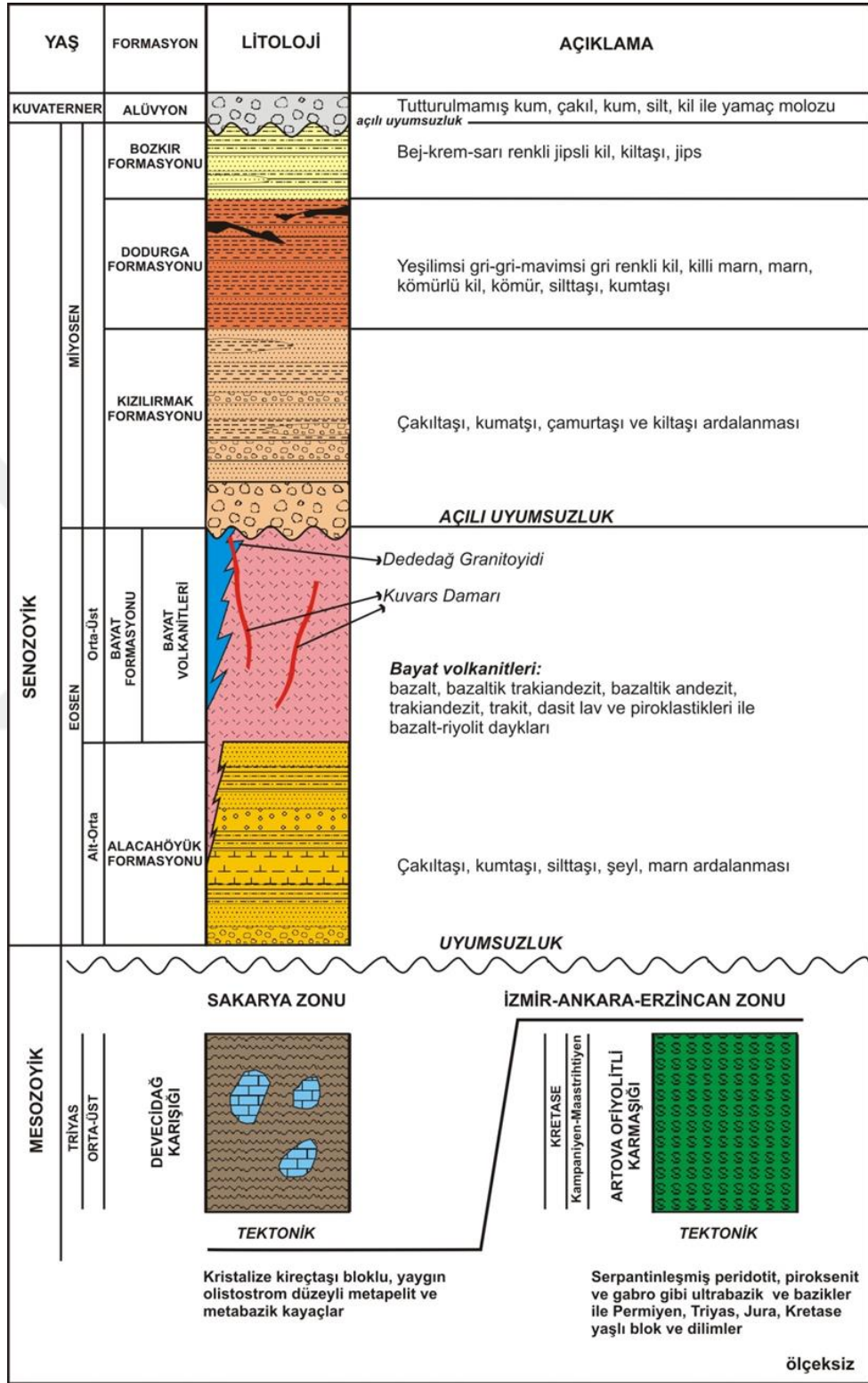
Devecidağ karışığı Özcan v.d. (1980) tarafından tanımlanmıştır ve Batı Pontidlerde tanımlanan Karakaya formasyonunun eşleneği olarak kabul edilmiştir (Genç ve diğ., 1991). Birim kireçtaşı bloklı meta-volkaniklastik kayaçlar ve metamorfik şistlerle temsil edilir. Daha önceki çalışmalarda birim içindeki kireçtaşlarından elde edilen fosillerden Karbonifer-Permiyen-Triyas (Özcan v.d., 1980) veya Permo-Triyas (Genç v.d., 1991) yaşları elde edilmiştir.

Artova Ofiyolitli Karışığı, İzmir-Ankara-Erzincan sütur zonu olarak bilinen kıtasal ve okyanusal birimlerin karışımından ibaret serpantinit, peridodit, gabro, diyabaz, yastık lav, çört, filiş gibi çökeller ile metamorfik kayaç bloklarından oluşan ofiyolitik kayaçlardır ve Özcan v.d. (1980) tarafından tanımlanmıştır. Karışığın içindeki kireçtaşı bloklarından elde edilen fosil verilerinden Artova ofiyolitli karışığının yerleşme yaşının Üst Kretase olduğu belirtilmiştir (Özcan v.d., 1980; Yılmaz ve Tüysüz, 1984).

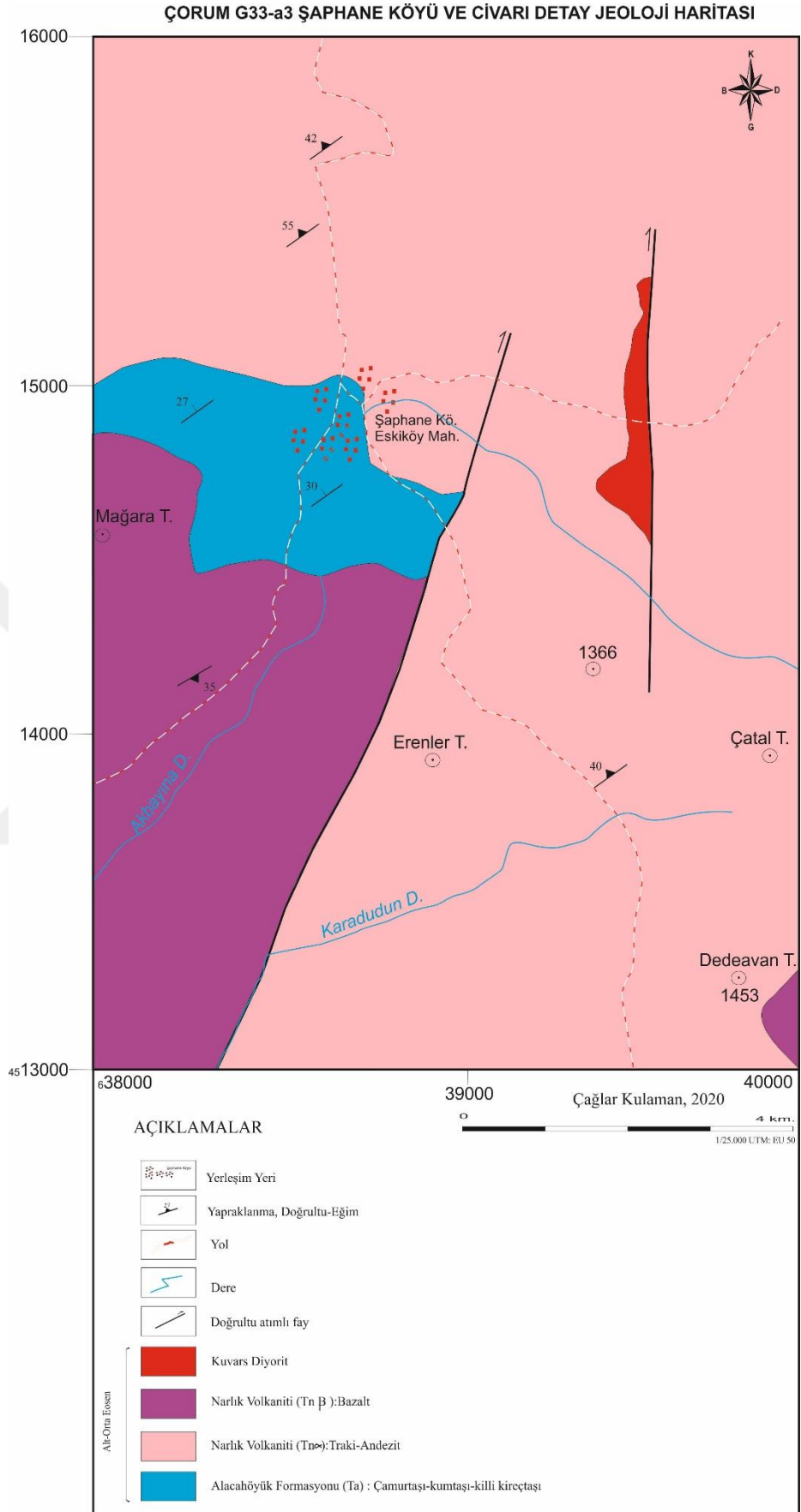
Alacahöyük formasyonu bölgede yaygın gözlenen Hacıhalil ve Yoncalı formasyonlarına karşılık gelir ve çakıltası, kumtaşı, silttaşı, şeyl, marn, çamurtaşı, kireçtaşı ve kumlu kireçtaşından oluşur. Bayat formasyonu ile düşey geçişli olan birimden Erken Eosen (İpresiyen) (Birgili v.d. 1975; Karadenizli, 1999), Orta Eosen (Lütesiyen) (Aziz, 1973) yaşları elde edilmiştir.

Bayat formasyonu, çakıltası ile başlayıp sığ denizel sedimanlar ile devam edip üst seviyelerde volkanik-volkanoklastik katmanlar içeren birim sedimanter ve volkanik olmak üzere farklı iki seviyeden oluşmaktadır. İnceleme alanı yakın civarında lav ve piroklastiklerden oluşan Bayat volkanitleri ile sedimanter Çatkara üyesi birimleri yaygın olarak gözlenmektedir. Bayat volkanitleri farklı evrelerde görülmekle birlikte inceleme alanı yakın çevresinde andezit-bazalt-bazaltik trakiandezit-trakiandezit ve trakiandezit-trakit türü kayaçlar yaygın gözlenmektedir (Şekil 2.4). Birimin üzerine Kızılırmak formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir ve kalınlığı hakkında net bir şey söylenememektedir ayrıca birimin içinde silisifiye zonlar yaygın olarak gözlenmektedir.

Birimin yaşı Orta Eosen (Lütesiyen) olarak belirtilmiştir (Birgili v.d., 1975; Genç v.d., 1991).



Şekil 2. 2. İnceleme alanı genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Kuşçu ve v.d., 2017'den alınmıştır).



Şekil 2. 3. 1/1000 ölçekli detay jeoloji haritası

Kızılırmak formasyonu, ilk kez Birgili v.d. (1975) tarafından tanımlanmıştır. Çakıltaşı, kumtaşı, siltaşı ve kıltaşı tabakalarından oluşmaktadır ve kendinden daha yaşlı birimler üzerine diskordanla gelmektedir. Birimin yaşı Miyosen (Birgili v.d., 1975; Hakyemez v.d., 1986) olarak belirtilmiştir (Şekil 2.5).

Dodurga formasyonu kil, marn, siltaşı ve kumtaşından oluşmaktadır ve Kızılırmak formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir.

Bozkır formasyonu jips, oolitik kireçtaşı, kıltaşı, kumtaşı, marn ve tuzdan oluşmaktadır ve Kızılırmak formasyonu ile yanall ve düşey geçişli olarak izlenmektedir ve Üst Miyosen yaşı belirtilmiştir (Birgili v.d., 1975; Hakyemez v.d., 1986) (Şekil 2.6).

Kuvaterner oluşukları ise alüvyon, yamaç molozu gibi güncel sedimanlardan oluşmaktadır.

Dededağ granitoyidi gabro, diyorit, granitporfir, ve aplitlerden oluşmaktadır ve inceleme alanında granitporfir ve diyortiporfir yaygın olarak gözlenmektedir.

Kuvars damarları 4 metre kalınlığa kadar ulaşabilmektedir (Şekil 2.4) ve Bayat volkanitleri, Çatkara üyesi ve diyoritporfiri kesmektedir.



Şekil 2. 4. Bayat formasyonu andezit-trakiandezitlerinden bir görünüm.



Şekil 2. 5. Kızılırmak formasyonuna ait kırmızı renkli kumtaşlarından bir görünüm.



Şekil 2. 6. Bozkır formasyonu jipslerinden bir görünüm.

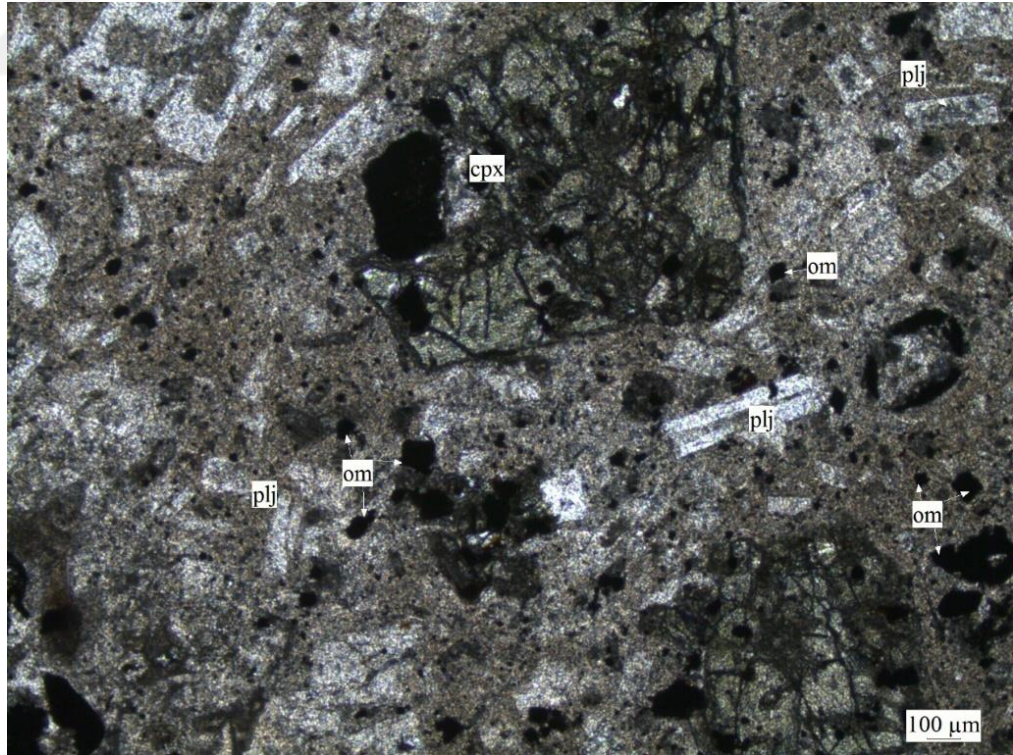
### 2.3. PETROGRAFİ

İnceleme alanı yakın civarı ve sondajlardan alınan kayaç örneklerinden yapılan ince kesitlerin petrografik incelenmesi sırasında örneklerin andezit, altere volkanik kayaç (bazalt?) ve kristal tüften oluştuğu gözlenmiştir.

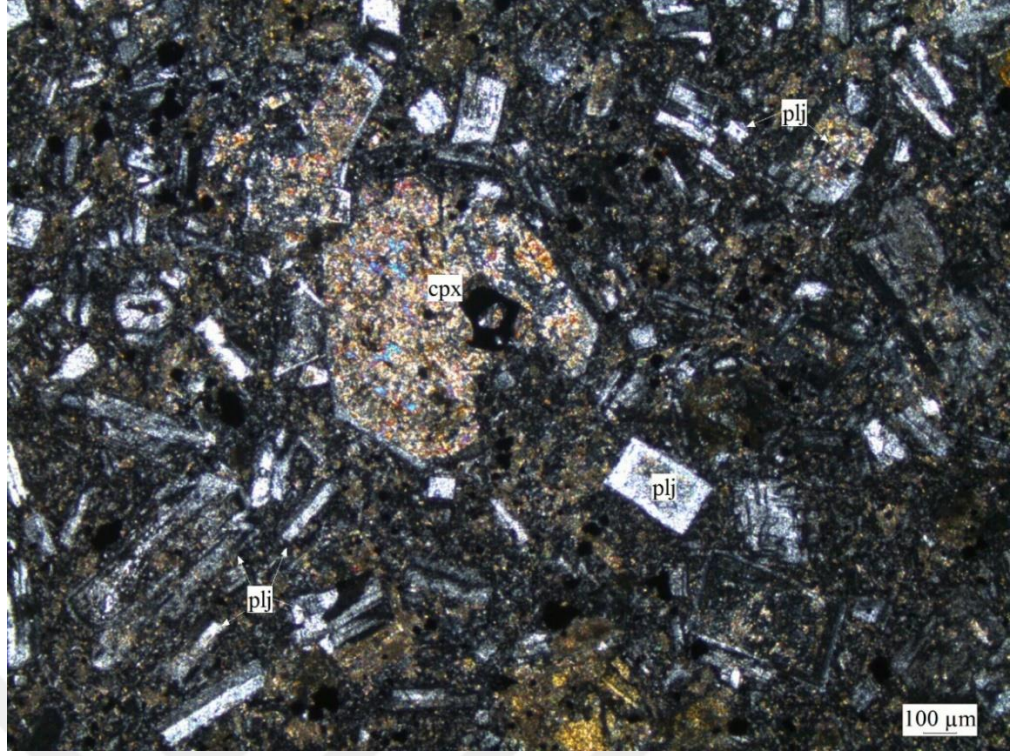
Andezitler hipo-kristalin porfirik dokulu olarak gözlenmektedir. Hamur farklı tane boylarında plajiyoklaz fenokristalleri ile plajiyoklaz mikrolitlerinden oluşmaktadır. Ayrıca ince kesitlerde klinopiroksen, biyotit ve saçınımlı opak mineralleri vardır (Şekil 2.7 ve 2.8). Hamurdaki boşlukların kuvars ile dolduğu gözlenmiştir.

Cevherleşmelerin yakınında sıklıkla bulunan bazaltlardan yapılan ince kesitlerin oldukça altere olduğu gözlenmiştir. Kayaçlar ileri derecede silisleşmiş, killeşmiş, serizitleşmiş ve opaklaşmıştır (Şekil 2.9). Ayrıca örneklerde karbonatlaşma ve silisleşme de yaygın olarak gözlenmiştir.

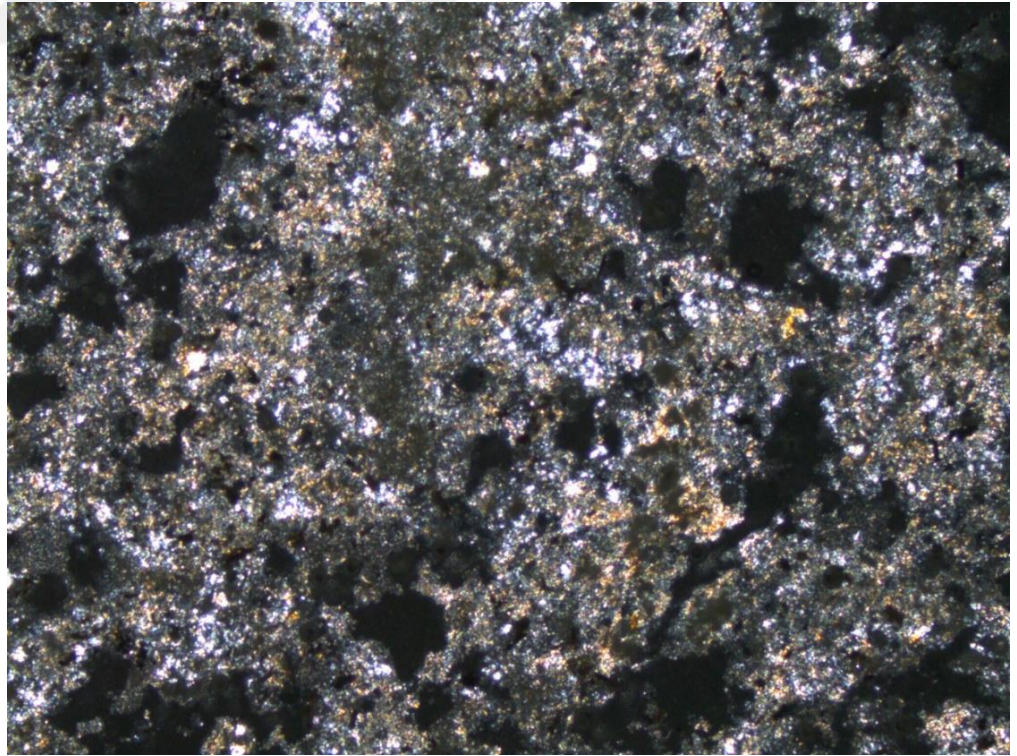
Tüflerde karbonatlaşma, silisleşme ve kloritleşme yaygın gözlenmekle birlikte demirli bakırlı solüsyonlar ve hidrotermal ikincil silis damarları gözlenmektedir (Şekil 2.10 ve 2.11).



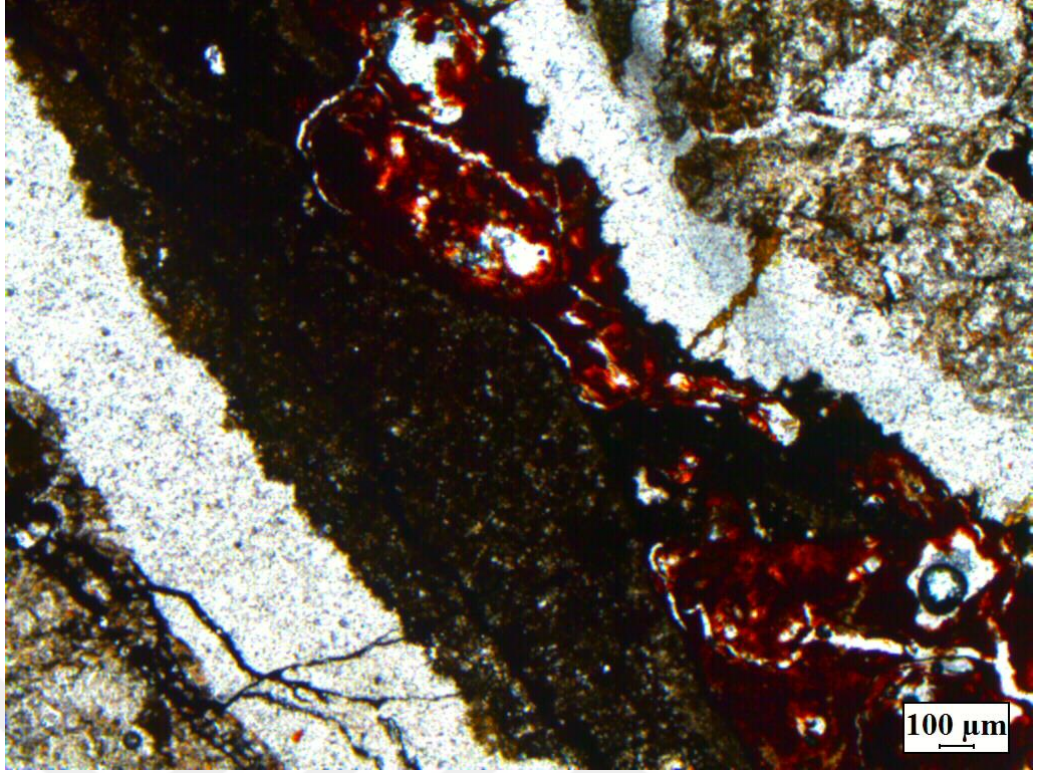
Şekil 2. 7. İnceleme alanı yakınında bulunan andezitlerin genel görünümü (plj:plajiyoklaz, cpx:klinoproksen, om: opak mineral).



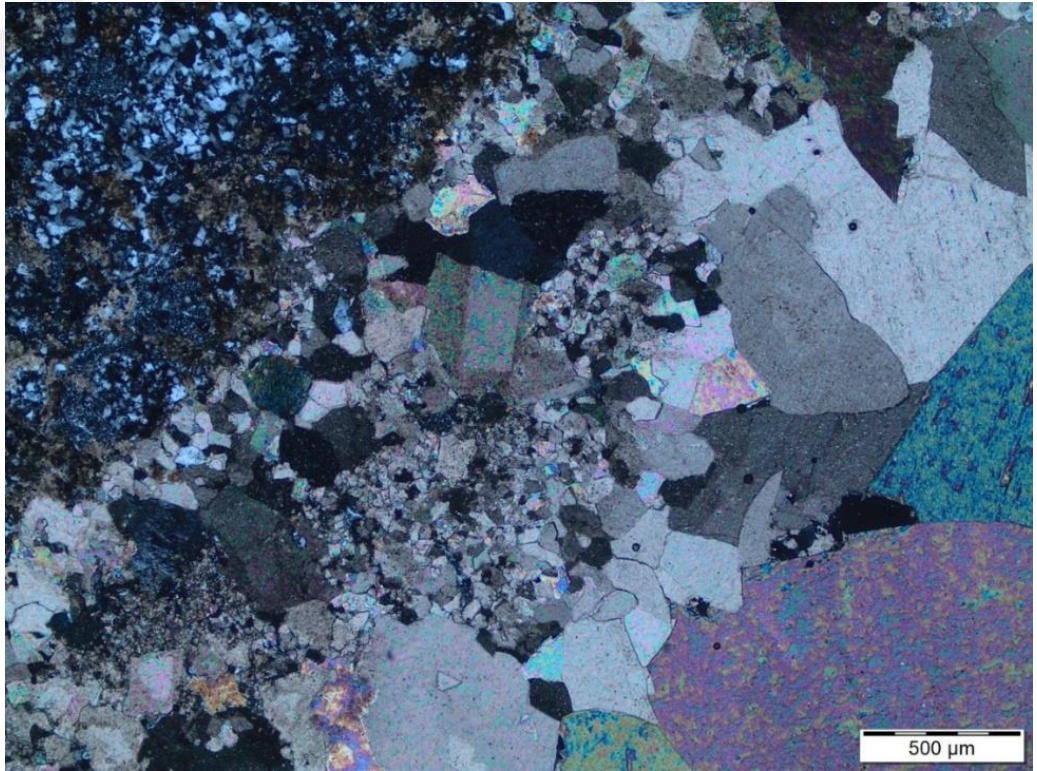
Şekil 2. 8. İnceleme alanı yakınında bulunan andezitlerin genel görünümü (plj:plajiyoklaz).



Şekil 2. 9. İnceleme alanı yakınında bulunan altere-volkanitlerin genel görünümü



Şekil 2. 10. Tüfler içinde gözlenen demir oksitli solüsyonlar.



Şekil 2. 11. Tüflerde gözlenen ikincil silis damarları.

### 3. MADEN JEOLJİSİ

#### 3.1. YATAKLANMA ŞEKLİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Çorum ili civarında çok sayıda stratiform ve damar tipi Cu-Pb-Zn-Fe cevherleşmeleri bulunmaktadır. Şaphane cevherleşmesi ise polimetalik bir cevherleşme olarak değerlendirilmektedir.

Cevherleşmenin ilişkili olduğu silis damarları Şaphane köyünün güneydoğusunda KD-GB uzanımlı olarak 700 metre kadar yüzeyde mostra vermektedir (Şekil 3.1).

Bayat volkanitlerine ait bazalt-bazaltik trakiandezit-trakiandezit-andezit-piroklastikler ile trakiandezit-trakit-piroklastikler bölgedeki kayaç birimlerini oluşturur. Yüzeydeki kuvars damarları K20-40°D 10°K dalımlı konumludur. Cevherli zon içindeki kuvars damarları arasındaki boşluklarda ise mm-cm kalınlığında hem birbirlerini hem de yan kayacı ağsal olarak kesen kuvars damarcıkları (stokvörk zonu) izlenir. Kuvars damarına yakın bölgelerde yoğun alterasyon ve stokvörk zonu görülür.



Şekil 3. 1. Cevherleşme ile ilişkili silis damarlarından görünüm

### 3.2. CEVHERLEŞMENİN MİKROSKOBİK ÖZELLİKLERİ

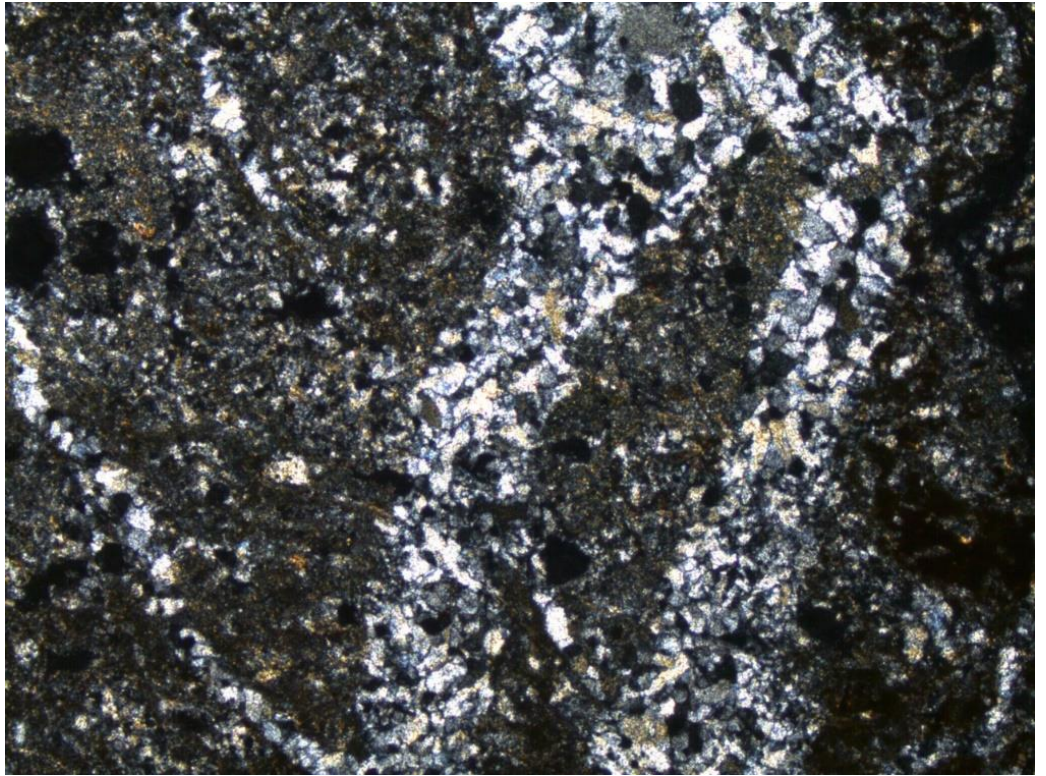
Kuvars damarından alınan örneklerin ince kesitleri alttan aydınlatmalı polarizan mikroskobu ile incelenmiş ve yarı özşekilli-özşekilsiz kriptokristalen kuvars minerallerinden oluştuğu görülmüştür. Kayaçların hamurunda kriptokristalen kuvarslar yaygın izlenirken boşlukların kenarlarında yarı özşekilli ve özşekilsiz kuvarslar gözlenmektedir (Şekil 3.2 ve 3.3). Ayrıca kuvarslarda yaygın gözlenen tarak dokusu da örneklerde gözlenmiştir (Şekil 3.4)

Kuvars damarlarından yapılan parlak kesitler üstten aydınlatmalı polarizan mikroskobunda incelendiğinde cevher minerali olarak pirit, hematit, limonit ve eser miktarda nabit altın tanımlanmıştır (Şekil 3.5 ve Şekil 3.7.).

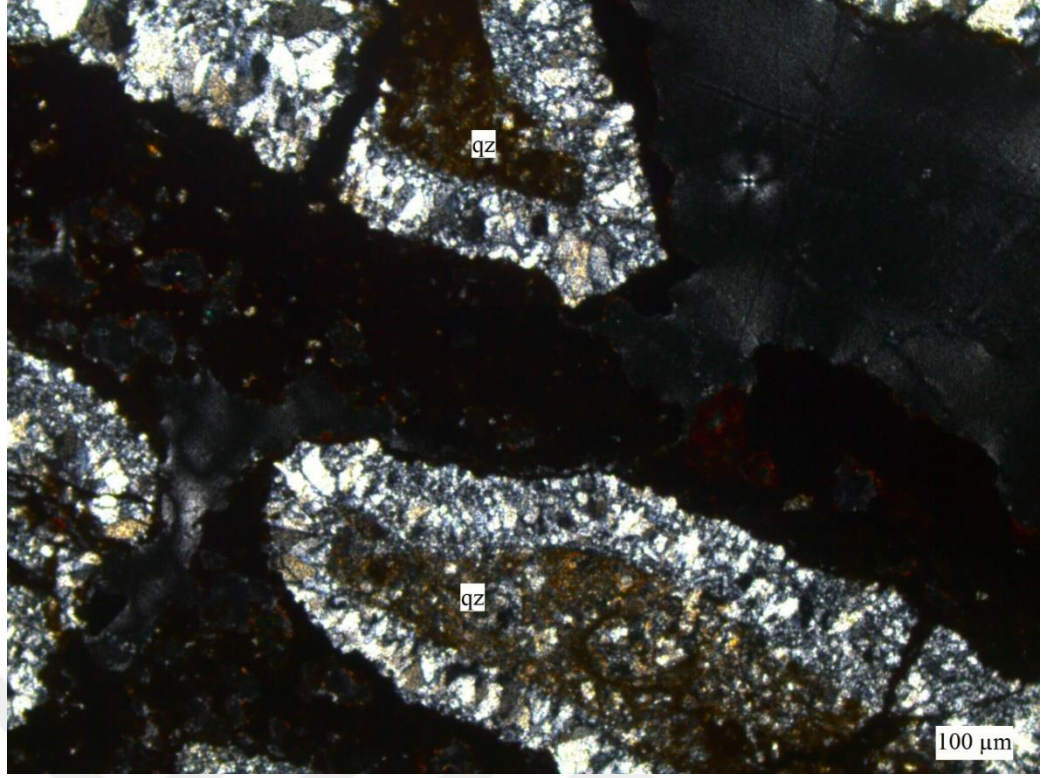
Piritler sarı renkli genelde ince taneli olup, özşekilli-yarı özşekilli kristaller halinde gözlenmektedir (Şekil 3.5).

Hematit mavimsi gri renkli özşekilsiz-yarı özşekilli olarak gözlenmektedir (Şekil 3.6).

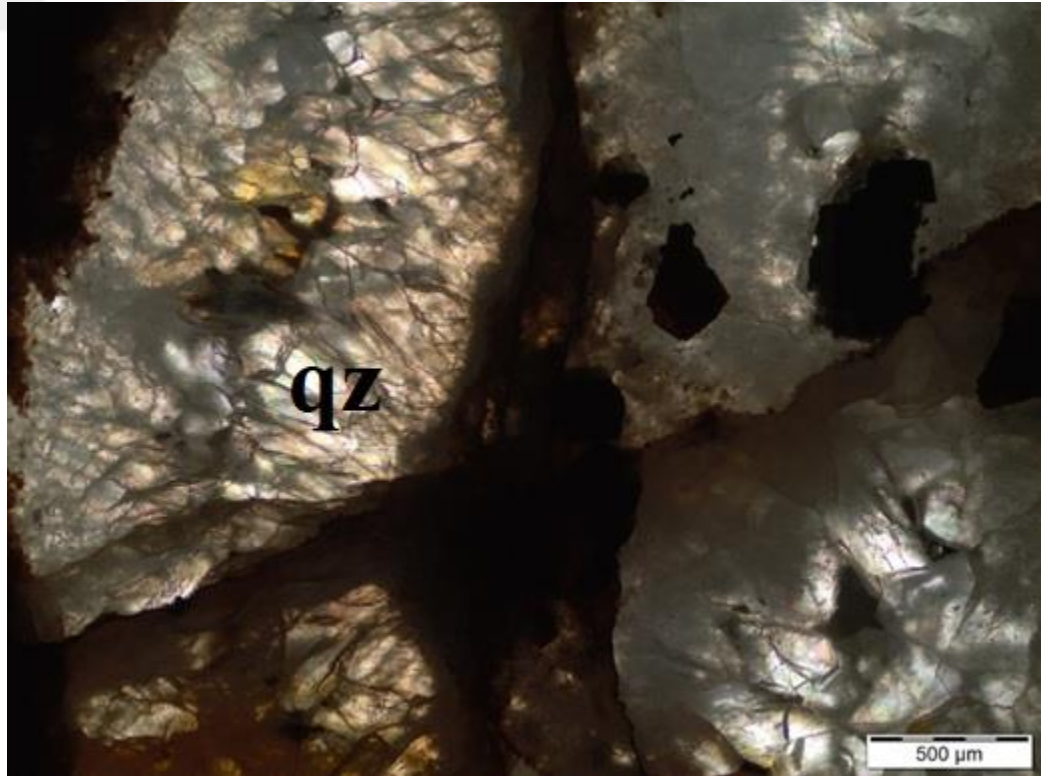
Altın taneleri çok küçük boyutlu ve eser miktarda bulunmaktadır (Şekil 3.7).



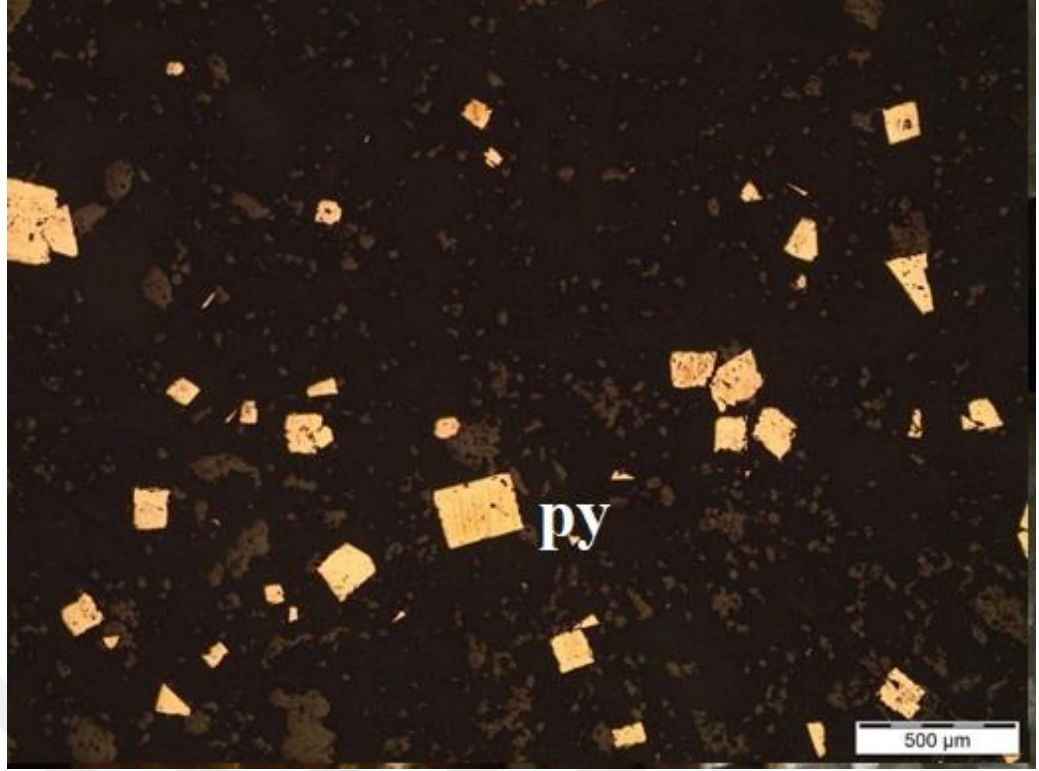
Şekil 3. 2. Kriptokristalen kuvars mineralleri



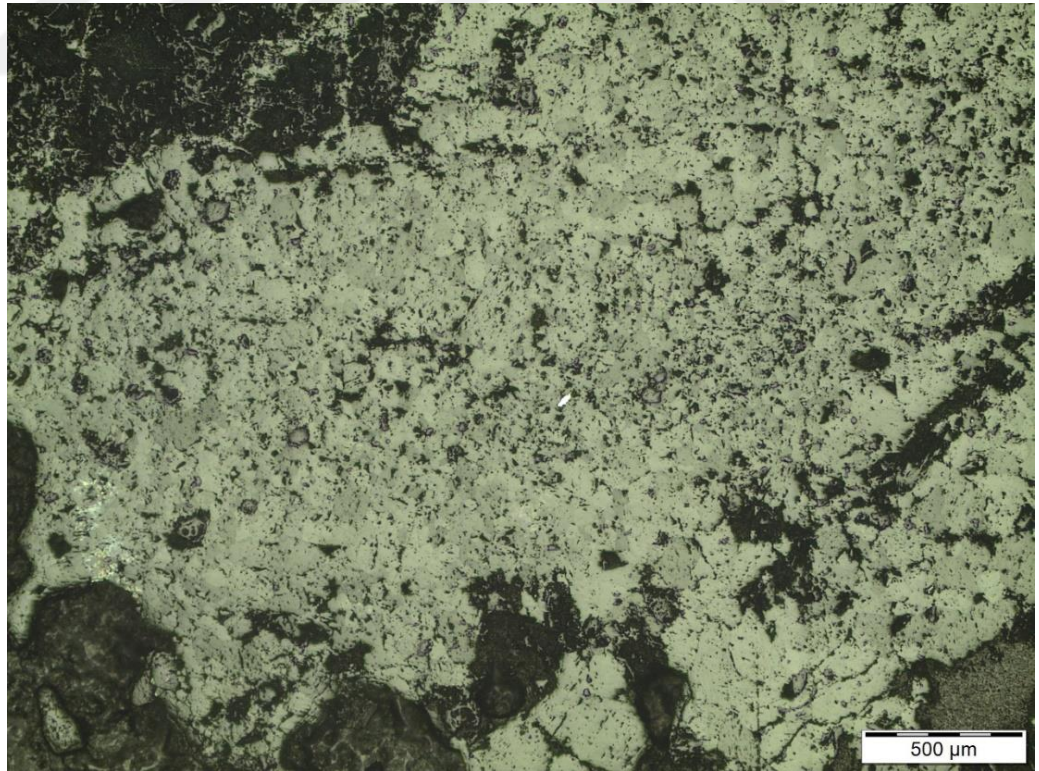
Şekil 3. 3. Boşlukların kenarında gözlenen kuvars dolguları (plj:plajiyoklaz, qz:kuvars)



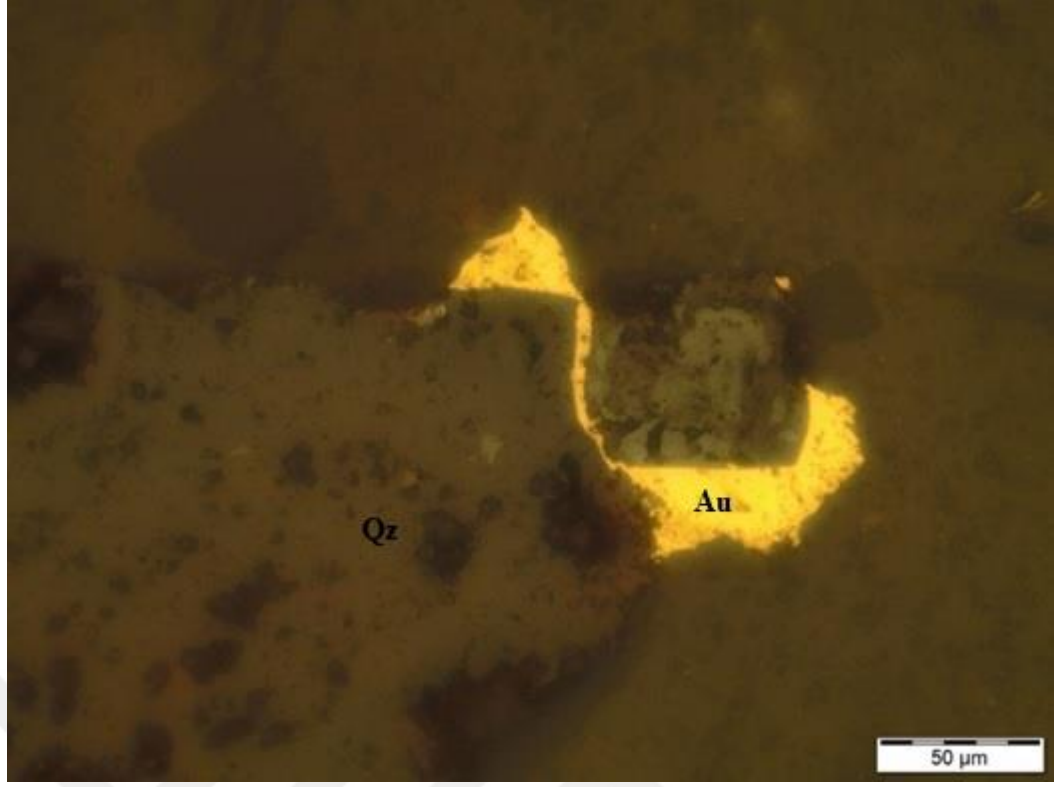
Şekil 3. 4. Kuvarlarda gözlenen tarak dokusu(qz:kuvars)



Şekil 3. 5. Kuvars damarlarında gözlenen özşekilli pirit kristalleri (py:pirit)



Şekil 3. 6. Kuvars damarlarında gözlenen hematit kristalleri



Şekil 3. 7. Kuvars damarlarında gözlenen altın kristali (Au:Altın, Qz:Kuvars)

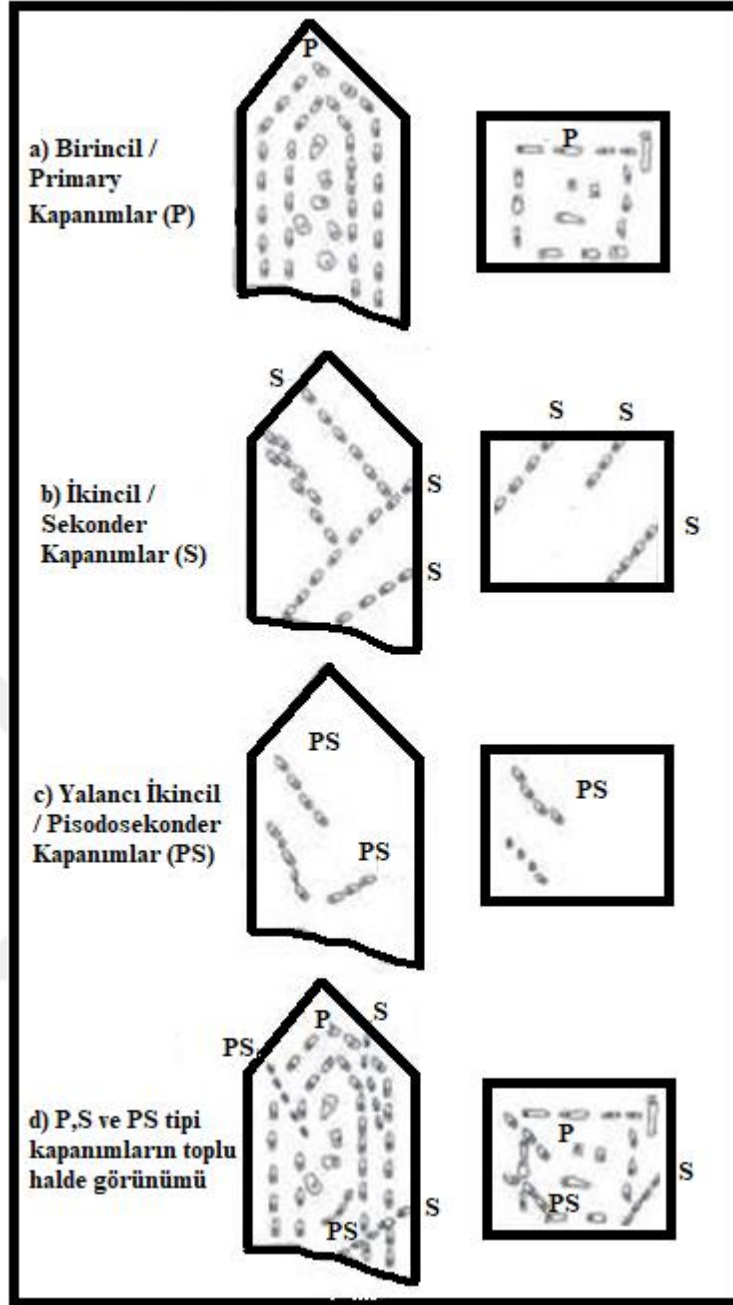
## 4. SIVI KAPANIM İNCELEMELERİ

Hem derin ortam hem de yüzeysel ortam koşullarında oluşan maden yataklarının büyük bir kısmı sıcak veya soğuk sulu çözeltilerden oluşmaktadır. Sıvı kapanımları minerallerin oluşumu esnasında kristal yapı içerisine hapsolmuş çözeltiler damlacıklarıdır. Mineral oluşturuç çözeltileri temsil ettikleri için sıcak ve soğuk sulu çözeltilerden itibaren oluşmuş minerallerin ve cevherleşmelerin oluşum koşulları ve kökenlerinin araştırılmasında sıklıkla kullanılmaktadırlar. Maden yataklarını oluşturan çözeltilerin bileşimi, yoğunluğu, oluşum sıcaklığı ve basınç koşulları gibi bilgiler sıvı kapanımlarından elde edilebilmektedir.

Sıvı kapanımları oluşurken kapanım hacmi tamamen dolacak şekilde homojen bileşimde kapanlanma olmaktadır. Fakat ortam sıcaklığındaki düşmeye bağlı olarak katı fazlarda sıvı ve gaz fazlara oranla hacim azalması daha az olduğu için kapanım içinde sıvı ve gaz fazdan kaynaklanan bir boşluk oluşur ve sıvı içindeki çözümlü gaz fazı zamanla ayrılarak bu boşlukta toplanır.

Sıvı kapanımlar kökenlerine göre; birincil (primary), ikincil (secondary) ve yalancı ikincil (pseudosecondary) olmak üzere üç guruba ayrılırlar. Kapanımlar mineral kristallenirken, kristaller içinde gelişigüzel veya kristal kenarına (büyüme zonlarına) paralel kapanlanmıssa birincil kapanımlar olarak tanımlanırlar. Kristal kenarından dışarı çıkan kılcal çatlaklar boyunca (kristal büyüme zonlarını ve kristalin kenarını keserek) çizgisel dizilimler gösteren kapanımlar ikincil kapanımlar olarak tanımlanmaktadır. Kristal kenarından dışarı çıkmayan, kristalin büyüme zonlarının kenarlarında sonlanan, fakat bunları kesmeyecek şekilde gelişen kapanımlar ise yalancı ikincil kapanımlar olarak tanımlanmaktadır (Şekil 4.1).

Shepherd v.d. (1985) kapanımları bileşimlerine göre 6 farklı tipe ayırmışlardır. Tamamı sıvı ya da gaz faz ile dolu olan kapanımları “L” veya “V” tipi kapanımlar olarak adlandırmış ve bunları monofaz kapanımlar olarak; iki fazlı kapanımları sıvı ve gaz fazın oranlarını dikkate alarak sıvı faz fazla ise “LV” gaz faz fazla ise “VL” olarak tanımlamışlardır. Sıvı ve gaz fazın yanında katı fazında bulunduğu kapanımlar “multifaz kapanımlar” olarak tanımlanmıştır ve bu kapanımlar genellikle halit veya silvit gibi daughter mineral içerirler. Ayrıca genellikle biri H<sub>2</sub>O’ca, diğeri de CO<sub>2</sub>’ce zengin fazlı karışmaz iki farklı sıvı faz içeren kapanımları da “karışmaz iki sıvı fazlı kapanımlar” olarak tanımlamışlardır.



Şekil 4. 1. Sıvı kapanım türlerinin mikroskop altında görünümü (Gökce 2000'den alınmıştır).

#### 4.1. ÖRNEK SEÇİMİ VE YÖNTEM

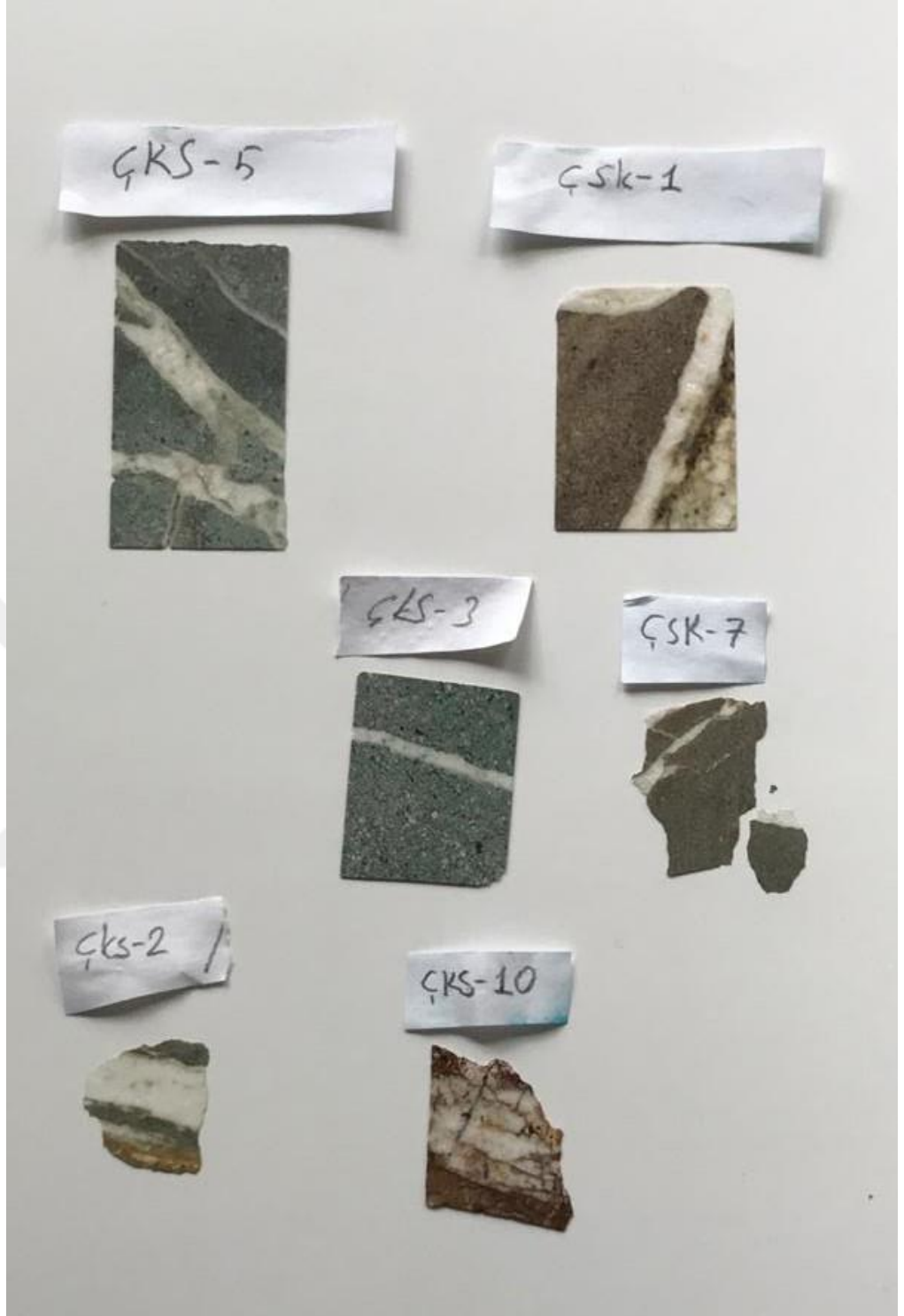
Sıvı kapanım incelemeleri, cevherleşme ile ilişkili olan kuvars damarlarından ve sondajlardan alınan örneklerdeki kuvars ve kalsit kristalleri üzerinde yapılmıştır.

Sıvı kapanım incelemeleri Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ndeki Sıvı Kapanım Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanındaki cevher damarlarına ait sondajlardan alınan örneklerdeki gang minerallerince zengin

kısımlardan yaklaşık 100 µm kalınlığında 7 adet iki yüzü parlatılmış kesit hazırlanmıştır (Şekil 4.2). Hazırlanan iki yüzü parlak kesitlerde öncelikle sıvı kapanım birlikleri (FIA) belirlenmiş ve bu kesitler üzerinde mikrotermometrik incelemeler yapılmıştır. Ölçümlerde Olympos Bx51 model polarize mikroskoba entegre edilmiş Linkam THMS-600 ve LNP-95 tipi ısıtma ve soğutma sistemi kullanılmış olup, ölçümlerde homojenleşme sıcaklıkları ( $T_H$ ), ilk buz ergime ( $T_{FM}$ ) ve son buz ergime ( $T_{MICE}$ ) sıcaklık değerleri belirlenmiştir. Isıtma ve soğutma düzeneği, Leoben Üniversitesi tarafından hazırlanmış olan sentetik sıvı kapanımı standartları ( $H_2O-NaCl$ ; Saf su;  $H_2O-CO_2$ ) kullanılarak kalibre edilmiştir. Standartlardan yapılan ölçümlerde saf suyun homojenleşme sıcaklığı ( $T_{H-H_2O}$ )  $\pm 2,0$  °C, son buz ergimesi ise ( $T_{FM-H_2O}$ )  $\pm 0,1$  °C;  $H_2O-NaCl$  standardının ötektik sıcaklığı ( $T_e$ )  $\pm 0,2$  °C doğrulukta;  $H_2O-CO_2$  standardının  $T_e-CO_2$  değeri  $\pm 0,1$  °C,  $T_m-clth$  ise  $\pm 0,2$  °C doğrulukta ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları Çizelge 4.1’ de toplu halde görülmektedir. Her üç ölçümde de hata payı  $\pm 0.5$  °C’den daha azdır. Buz ergime sıcaklığı ölçümleri esnasında kapanımı soğutmak için nitrojen (sıvılaştırılmış azot) kullanılmıştır.

#### **4.2. KAPANIMLARIN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

Hazırlanan iki yüzü parlatılmış kesitlerde tespit edilen sıvı kapanımlarının petrografisi; Van den Kerkhof ve Hein (2001) ile Goldstein (2003) tarafından belirtilen kriterler göz önüne alınarak yapılmıştır. Sıvı kapanımı petrografisi incelemelerinde kuvars ve kalsit minerallerinde oda sıcaklığında sıvı ve gaz içeren LV-tip ile sadece sıvı içeren V-tipi kapanımlar tespit edilmiştir (Şekil 4.3, 4.3 ve 4.5). Sıvı kapanımlar kökensel olarak birincil, ikincil ve yalancı ikincil olarak ayırt edilmiştir. Ölçümlerin tamamı birincil kapanımlarda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. 2: Hazırlanan iki yüzü parlak kesitlerden görünüm.

Çizelge 4. 1. Çorum-Şaphane cevherleşmesinden alınan farklı örnekler içerisindeki kuvars ve kalsit kristallerindeki sıvı kapanımlara ait ölçüm değerleri.

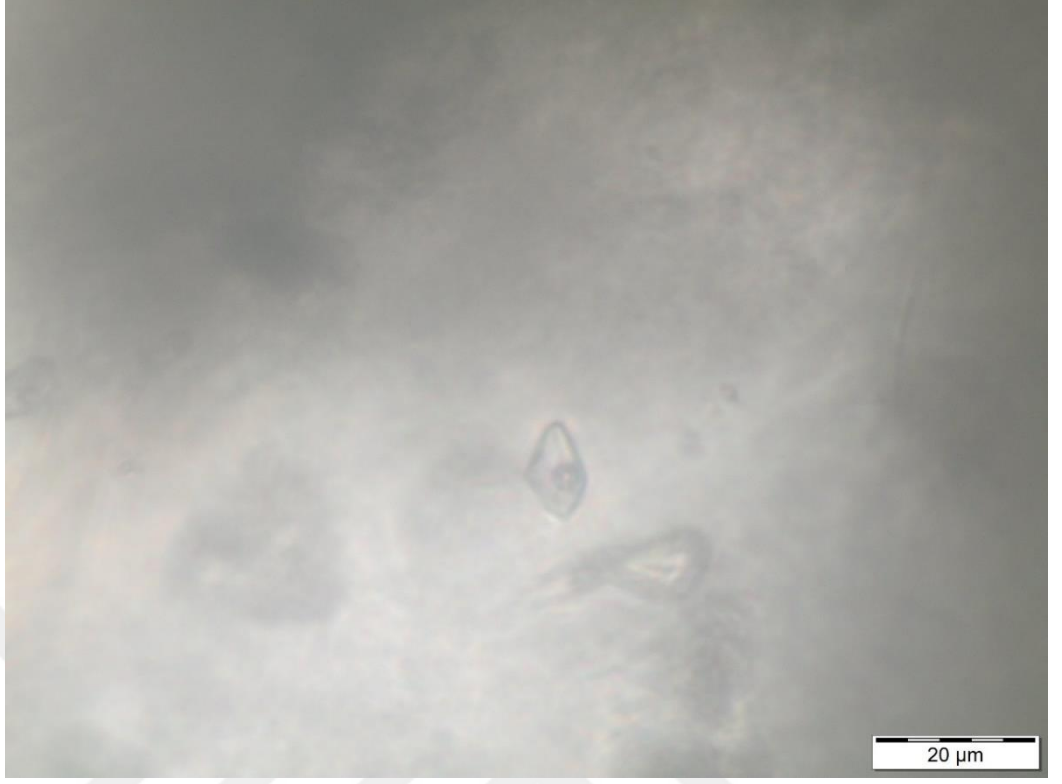
Örnek No	Mineral	T <sub>mICE</sub>	T <sub>H</sub>	%NaCl Tuzluluk
ÇŞK-1	Kalsit	-2,5	180	4,182
ÇŞK-1	Kalsit	-2	312	3,388
ÇŞK-2	Kuvars	-3	217	4,957
ÇŞK-2	Kuvars	-2,9	202	4,804
ÇŞK-2	Kuvars	-2,5	210	4,182
ÇŞK-2	Kuvars	-2,3		3,867
ÇŞK-5	Kalsit	-4,7	190	7,447
ÇŞK-5	Kalsit	-2,1	200	3,548
ÇŞK-5	Kalsit	-2,7	165	4,495
ÇŞK-6	Kuvars	-1,4	200	2,407
ÇŞK-6	Kuvars	-2,4	210	4,025
ÇŞK-6	Kuvars	-2	242	3,388
ÇŞK-6	Kuvars		355	
ÇŞK-6	Kuvars	-2,2	335	3,708
ÇŞK-6	Kuvars	-1	255	1,736
ÇŞK-6	Kuvars	-1,2	260	2,073
ÇŞK-6	Kuvars	-2,1		3,548
ÇŞK-6	Kuvars	-2		3,388
ÇŞK-7	Kalsit	-2	295	3,388
ÇŞK-7	Kalsit	-1,9	220	3,226
ÇŞK-7	Kalsit	-2	287	3,388
ÇŞK-7	Kalsit		219	

Çizelge 4. 1. Devam ediyor

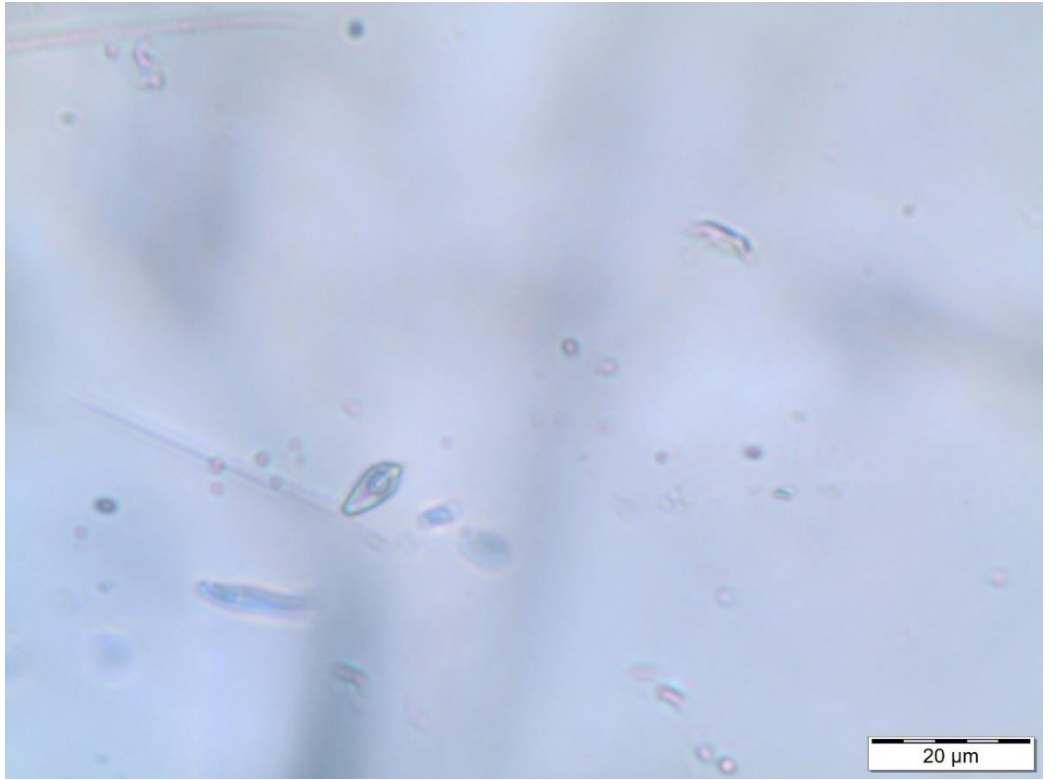
ÇŞK-7	Kalsit	-2,4	215	4,025
ÇŞK-7	Kalsit	-0,8		1,396
ÇŞK-7	Kalsit	-1,9	227	3,226
ÇŞK-10	Kuvars	-0,8	208	1,396
ÇŞK-10	Kuvars	-2,7	209	4,495
ÇŞK-10	Kuvars	-2	195	3,388
ÇŞK-10	Kuvars	-3	190	4,957
ÇŞK-10	Kuvars	-3,5	186	5,712
ÇŞK-10	Kuvars	-3,2	207	5,262
ÇŞK-10	Kuvars	-1,7	161	2,901
ÇŞK-10	Kuvars	-1,3	230	2,241
ÇŞK-10	Kuvars	-1,6	224	2,737
ÇŞK-10	Kuvars	-1,5	220	2,572
ÇŞK-10	Kuvars	-1	220	1,736
ÇŞK-10	Kuvars	-0,8	230	1,396
ÇŞK-10	Kuvars	-1,7	198	2,901
ÇŞK-10	Kuvars	-1,6	218	2,737
ÇŞK-10	Kuvars	-0,6	227	1,052
ÇŞK-10	Kuvars	0,8	198	1,396
ÇŞK-10	Kuvars	-1,5	205	2,572
ÇŞK-10	Kuvars	-1,8	217	3,064
ÇŞK-10	Kuvars	-1,4	220	2,407
ÇŞK-13	Kuvars	-0,3	245	0,53
ÇŞK-13	Kuvars	-0,3	395	0,53

Çizelge 4. 1. Devam ediyor.

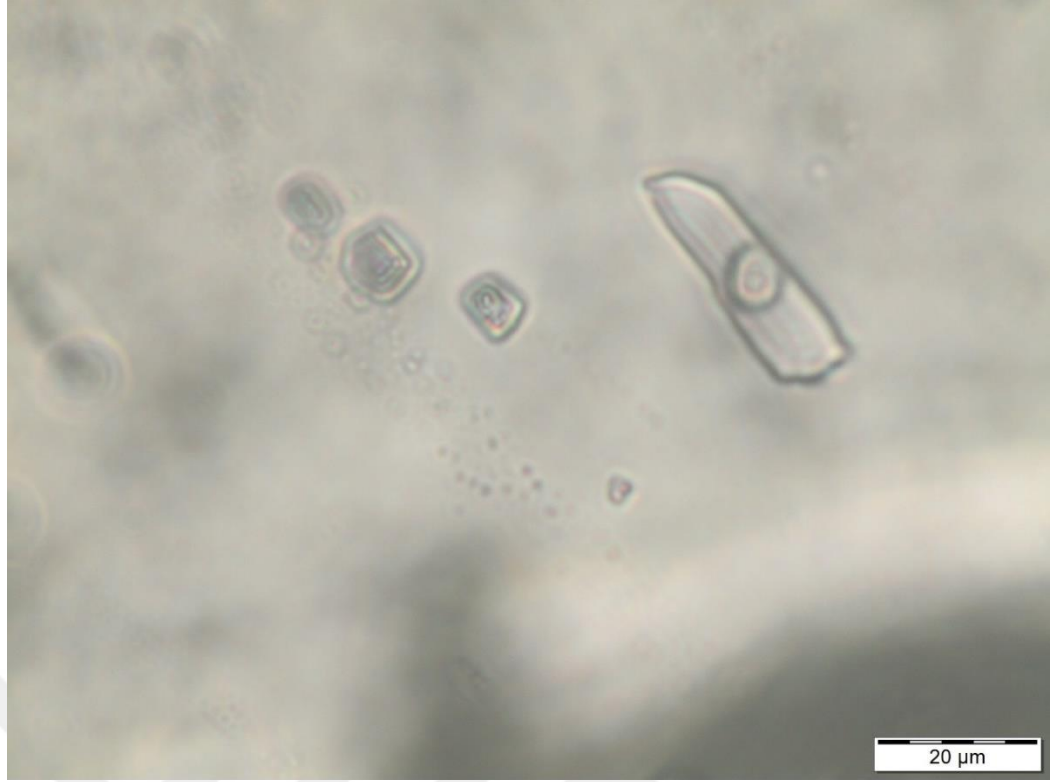
ÇŞK-13	Kuvars	-0,5	221	0,897
ÇŞK-13	Kuvars	-4,7	240	7,447
ÇŞK-13	Kuvars	-0,5	250	0,879
ÇŞK-13	Kuvars	-0,7	220	1,225
ÇŞK-13	Kuvars	-1,4	240	2,407
ÇŞK-13	Kuvars	-0,8	227	1,396
ÇŞK-13	Kuvars	-0,4	232	0,705
ÇŞK-13	Kuvars	-1	250	1,736
ÇŞK-13	Kuvars	-0,9	256	1,567
ÇŞK-13	Kuvars	-1,1	237	1,905
ÇŞK-13	Kuvars	-0,8	249	1,396
ÇŞK-13	Kuvars	-0,5	260	0,879
ÇŞK-13	Kuvars	-1,5	335	2,572
ÇŞK-13	Kuvars	-0,5	210	0,879
ÇŞK-13	Kuvars	-0,7	242	1,225
ÇŞK-13	Kuvars	-0,7	222	1,225
ÇŞK-13	Kuvars	-0,7	260	1,225
ÇŞK-13	Kuvars	-0,6	258	1,052
ÇŞK-13	Kuvars	-7,2	267	10,733
ÇŞK-13	Kuvars	-0,8	308	1,396
ÇŞK-13	Kuvars	-1,3	258	2,241
ÇŞK-13	Kuvars	-1,1	262	1,905
ÇŞK-13	Kuvars	-1,1	235	1,905



Şekil 4. 3. Sıvı kapanımları içinde gözlenen iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar



Şekil 4. 4. Kalsit kristalleri içinde gözlenen birincil kapanımlar



Şekil 4. 5. Kuvars kristalleri içinde gözlenen birincil kapanımlar

İki fazlı gaz içeren kapanımlarda gaz sıvı oranı %60-75 gaz %40-25 sıvı olarak belirlenmiştir. Kapanımların boyutları 5-40  $\mu$  arasında değişmekte olup, genellikle yuvarlak, elipsoidal ve çoğunlukla düzensiz şekillidir. Petrografik incelemeler esnasında kuvarsların ve kalsitlerin geç evrede oluştuğu belirlenmiştir.

#### 4.3. İLK ERİME SICAKLIĞI ÖLÇÜMLERİ ( $T_{FM}$ )

Her iki kapanım türünde de  $-55.0^{\circ}\text{C}$  ile  $-43^{\circ}\text{C}$  arasında değişen  $T_{FM}$  değerleri ölçülmüştür. Ölçülen bu sıcaklık değerleri, çeşitli su-tuz sistemlerinin ötektik sıcaklıkları ile karşılaştırıldıklarında, çözelti içinde  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$  ve  $\text{MgCl}_2$  gibi tuzların bulunduğu işaret etmektedir ( $\text{H}_2\text{O} - \text{NaCl} - \text{CaCl}_2$  sistemi için ötektik sıcaklık;  $-55.0$  veya  $-52.0^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{H}_2\text{O} - \text{MgCl}_2 - \text{CaCl}_2$  sistemi için ötektik sıcaklık;  $-52.2^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{H}_2\text{O} - \text{CaCl}_2$  sistemi için ötektik sıcaklık;  $-49.5^{\circ}\text{C}$ ; Shepherd ve diğ.'den, 1985).

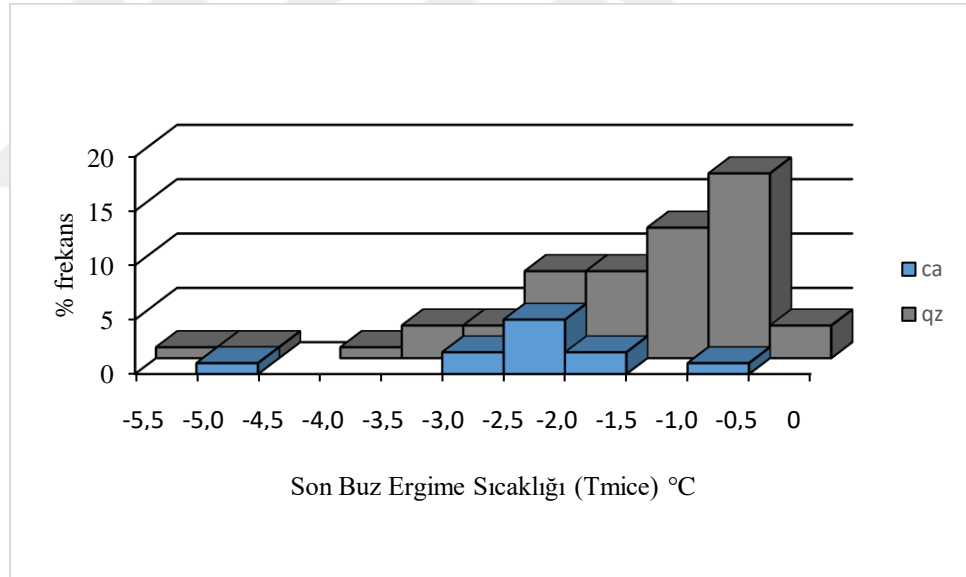
#### 4.4. SON BUZ ERİME SICAKLIĞI ÖLÇÜMLERİ (T<sub>MICE</sub>)

Sıvı kapanımlarında ölçülen T<sub>MICE</sub> değerlerinin istatistiksel dağılım grafikleri Şekil 4.6' te görülmektedir.

Kuars kristalleri içindeki kapanımlarda ölçülen son buz erime sıcaklık değerleri -5,2 °C ile -0,3 °C (ortalama -1,5 °C) arasında, kalsit kristalleri içindeki kapanımlarda ise -4,7 °C ile -0,8 °C (ortalama -2,3 °C) arasında değişmektedir. Elde edilen son buz erime sıcaklığı değerlerinden Bodnar (1993) tarafından geliştirilmiş.

$$\text{Tuzluluk \% NaCl} : (-1.78 \times T_m) - (0.0442 \times (T_m)^2) - (0.000557 \times (T_m)^3)$$

eşitliği yardımıyla belirtilen sınır değerleri için tuzluluk (% NaCl eşdeğeri) değerleri hesaplanmış olup, kuvars kristalleri içerisindeki kapanımlarda tuzluluğun; % 8 ile 0,5 aralığında (n =57, Ort = 2,5 % ) değiştiği, kalsit kristalleri içerisindeki kapanımlarda tuzluluğun; % 7,4 ile 1,4 aralığında (n =11, Ort = 3,8 % ) değiştiği belirlenmiştir.

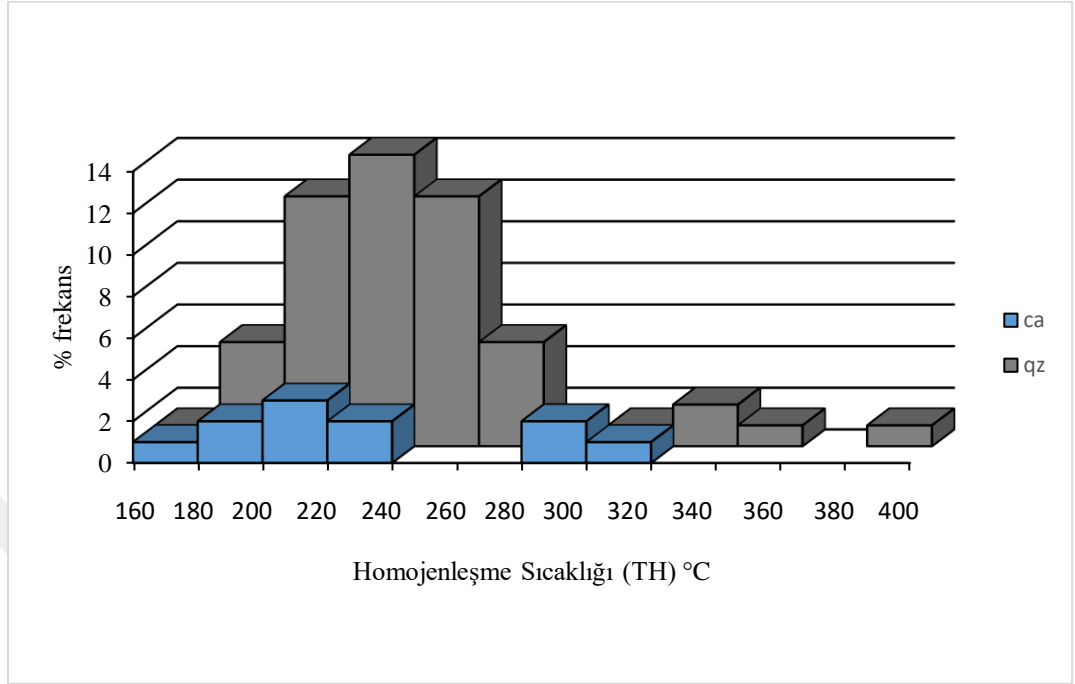


Şekil 4. 6. Kapanımlarda ölçülen son buz ergime sıcaklığı (T<sub>mice</sub>) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği.

#### 4.5. HOMOJENLEŞME SICAKLIĞI ÖLÇÜMLERİ (T<sub>H</sub>)

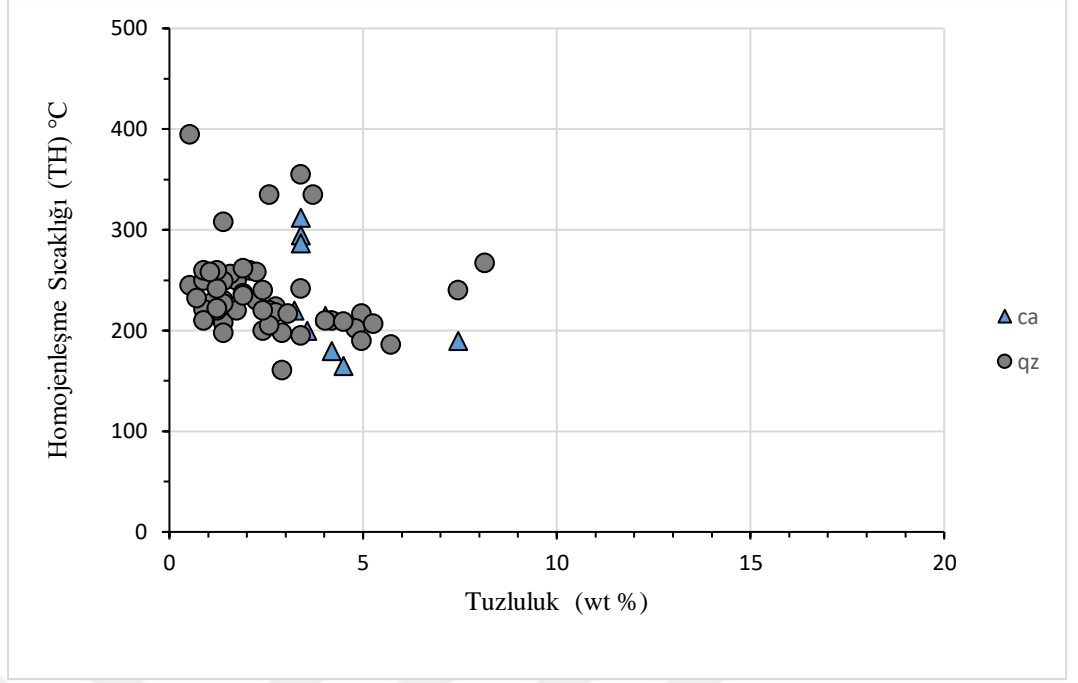
Kuars ve kalsit kristalleri içinde hapsolan sıvı kapanımlarında ölçülen homojenleşme sıcaklığı değerlerinin istatistiksel değerlendirme grafiği Şekil 4.7' de görülmektedir.

Kuvarlar içerisindeki kapanımlarda; 161 °C ile 395 °C (n = 54, ort = 238 °C) arasında değişen, kalsitler içerisindeki kapanımlarda ise 165 °C ile 312 °C (n= 11, ort= 228 °C) arasında değişen TH değerleri ölçülmüştür.



Şekil 4. 7. Kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklığı (TH) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği.

Hem homojenleşme sıcaklığı hemde son buz erime sıcaklığı ölçülebilen sıvı kapanımlarında tuzluluk ve homojenleşme sıcaklığı ilişkisi incelendiğinde, örneklerin grafikte düştükleri alanın yoğunluğuna göre, çözeltilerin ortalama 200 ile 260 °C homojenleşme sıcaklığı ile ortalama %1 ile %5 arasında değişen tuzluluk değerlerinin olduğu görülmektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4. 8. Kuvars ve Kalsit minerallerinde ölçülen Sıvı kapanımlara ait tuzluluk-homojenleşme sıcaklığı diyagramındaki dağılımı

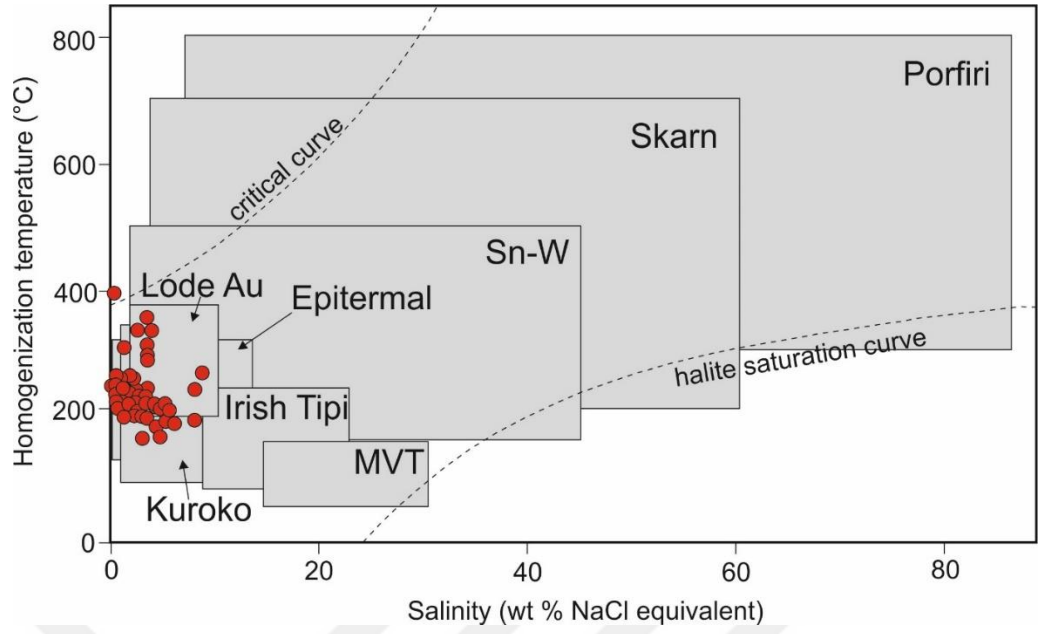
#### 4.6. SIVI KAPANIM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Kuvars ve kalsit kristalleri içindeki sıvı kapanımlarında yapılan mikrotermometrik ölçümler sonucu;  $TF_M$  değerlerinden elde edilen verilere göre çözelti içinde  $CaCl_2$  ve  $MgCl_2$  gibi tuzların bulunması hidrotermal çözeltilerin doğrudan veya dolaylı olarak deniz suyu ile ilişkili olduklarına veya denizel çökeller içinde sirkülasyon yaptıklarına işaret sayılabilir.

$T_{mICE}$  değerlerine karşılık gelen % NaCl tuzluluk değerlerine göre kalsitlerde tuzluluk değeri çok fazla değişmezken, kuvarslarda kalsitlere nazaran daha geniş bir aralıkta değişmektedir. Fakat bu aralık hidrotermal çözeltinin tuz bileşiminin değişimi olarak açıklanamaz.

TH değerleri geniş bir aralıkta değişmekte olup, ortamda sıcaklığı ortalama 230 °C ve 330 °C civarında olan iki ayrı çözeltinin etkin olduğu düşünülebilir. Sıcaklık değerleri cevherleşmenin epitermal-mezotermal koşullarda oluştuğuna işaret etmektedir.

Şaphane cevherleşmesine ait homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluk değerleri dünyadaki çeşitli yatak tiplerinden elde edilen veriler ile karşılaştırıldığında epitermal yataklara benzer özellikte olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4. 9. Kuvars ve kalsitlerde ölçülen Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk değerlerinin dünyadaki çeşitli yataklarla karşılaştırılması (Wilkinson, 2001).

## 5. ELEMENT JEOKİMYASI

### 5.1. GENEL BİLGİLER

Yeryüzünü veya yerkabuğunu teşkil eden elementleri jeokimyasal açıdan Birincil (majör) elementler, İkincil (minör) elementler ve İz (trace) elementler olmak üzere üç büyük grup altında toplayabiliriz. Birincil (Majör) elementler yerkabuğunu teşkil eden kayaçların esasını oluştururlar. Bunlar; Al, Si, Fe, Mg, Ca, K, Na elementleridir ve yapısal olarak oksijenle bileşik oluşturduklarından oksit yapısıyla tayin edilirler ve % oksit cinsinden ifade edilirler. İkincil (Minör) elementler litosferi teşkil eden kayaçlar içinde %0,01-2 arasında bulunurlar. Bunlar, Ti, Mn, P, Cl, Rb, Sr, Ba, Zr, V, Cr, F, S, H ve C elementleridir. Miktarları daha çok % ve ppm seviyelerinde ifade edilir. İz (Trace) elementler kayaçlar içinde (litosferi teşkil eden) genellikle miktarca %0,01'den az bulunan ve normalin dışında konsantrasyonlar meydana getiren elementlerdir. Miktarları daha çok ppm ve ppb seviyelerinde ifade edilir.

İnceleme alanında 4 adet yüzeyden ve 3 adet sondajdan alınan kayaç örneklerinden seçilmiş temsili örnekler doğrudan öğütülüp toz haline getirilerek analiz edilmişlerdir. Bu analizler için örnekler, 200 mesh'in altına geçecek şekilde öğütülmüştür. Kayaç örnekleri Yozgat Bozok Üniversitesi BİLTEM Laboratuvarlarında analiz ettirilmiştir. Analizlerde ana oksit element içerikleri WD-XRF ile eser element ve içerikleri ise ICP-MS yöntemiyle belirlenmiştir.

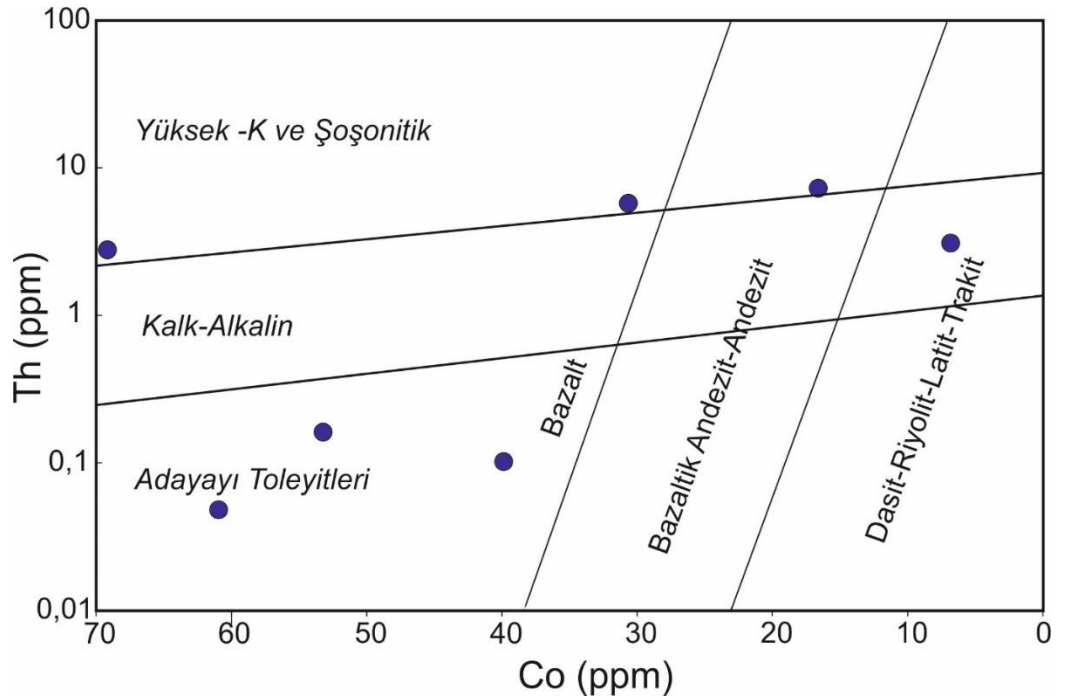
### 5.2. ANALİZ SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

Kayac örneklerinin ana oksit içerikleri Çizelge 5.1' de verilmiştir. Tüm bu verilerden yararlanılarak bölgedeki cevherleşmelerin oluşumlarıyla kökenlerine ilişkin verilere ulaşabilmek için diyagramlar çizilerek yorumlamaları yapılmıştır.

SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O ikili diyagramında örneklerin çok geniş bir aralıkta değiştiği, bazalt, bazaltik andezit, andezit ve dasit-riyolit alanlarına örneklerin düştüğü görülmüştür. Hastie ve diğ. (2007) tarafından önerilen Co-Th diyagramında 5 örneğin bazalt, birer örneğin ise bazaltik andezit-andezit, dasit-riyolit-latit-trakit alanlarına düştüğü; bazaltlardan üçünün toleyitik, ikisinin yüksek K ve şoşonitik; bazaltik andezit-andezit alanına düşen örneğin yüksek K-şoşonitik; dasit-riyolit-latit-trakit alanına düşen örneğin ise kalk-alkalen karakterli olduğu görülmüştür (Şekil 5.1).

Çizelge 5. 1. Kayaç örneklerinin ana oksit içerikleri (%)

Örnek No	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	LOI
ÇŞK-1	34,77	16,46	8,44	7,85	7,69	1,09	0,60	0,32	22,37
ÇŞK-5	54,73	17,12	0,54	3,98	14,33	2,27	0,34	0,08	6,2
ÇŞK-8	63,46	7,67	1,23	12,51	2,63	0,64	0,14	0,47	10,87
ÇŞK-10	80,17	11,65	0,06	3,88	0,19	0,19	0,22	0,002	3,19
ÇŞK-11	94,59	2,65	0,04	1,02	0,07	0,10	0,04	0,002	1,3
ÇŞK-13	58,10	22,33	0,16	9,48	0,60	1,32	0,57	0,01	6,53
ÇŞK-18	77,11	11,94	0,64	3,60	0,91	2,35	0,44	0,01	3,0



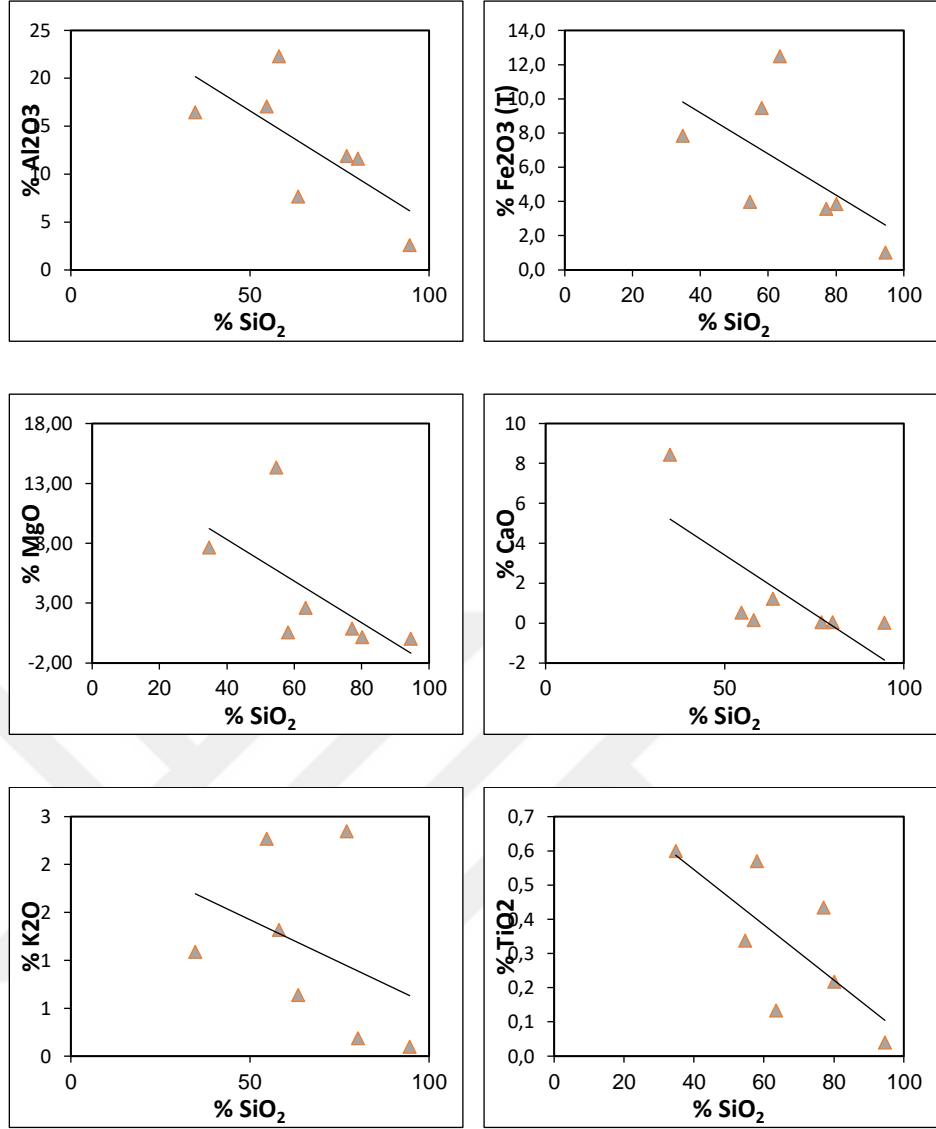
Şekil 5. 1. Kayaç örneklerinin Co-Th ikili diyagramı üzerindeki konumları (Hastie v.d. 2007).

Eriyik, fraksiyonel kristallenme süreçlerinde ilk önce, ilk ayrılan minerallerin bünyesinde bulunan MgO, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> ve MnO bakımından fakirleşirken SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve K<sub>2</sub>O bakımından zenginleşir. Fakat hem hidrotermal hem de yüzeysel alterasyonlar beklenen bu dengede farklılıklara sebep olabilir. SiO<sub>2</sub> artışına bağlı olarak beklendiği gibi MgO, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> ve MnO değerlerinde azalma (negatif ilişki) söz konusu iken Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve K<sub>2</sub>O değerlerinde beklenenin aksine artış gözlenmemiştir (Şekil 5.2). Buda bölgede yaygın gözlenen alterasyonların bir sonucu olarak düşünülebilir.

Örneklerin eser element içerikleri Çizelge 5.2' de görülmektedir. Eser elementlerin davranışları SiO<sub>2</sub>'e karşılık çizilen diyagramlar ile incelenmiş ve Sc, Co, Cs, Nb, Pb, Mo, As, Sb, Ag ve Au değerlerinde artış görülmekte iken Ba, Rb, Sr, Th, Ti, U, V, Y, Ni ve Zr değerlerinde azalma görülmektedir (Şekil 5.3). Fraksiyonel kristallenme sürecinde Ba, Rb, Zr, Th, U gibi elementler genellikle daha geç kristalleşen minerallerin bünyesinde bulunup SiO<sub>2</sub> ye karşı pozitif trend gösterirler fakat beklenen trend burada gözlenmemiştir bu da fraksiyonel kristallenmenin iyi gelişmediğini göstermektedir.

Cevher örneklerine ait nadir toprak element içerikleri Çizelge 5.3' te görülmektedir. Nadir toprak elementleri, benzer fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olduklarından jeolojik olaylar sırasında dağılım beraberlikleri göstermektedirler. Miktarlarında azalma veya çoğalma olmakla birlikte oransal bollukları ve/veya dağılım grafikleri, kaynak malzeme içine benzediği için özellikle maden yataklarındaki mineralleri oluşturan elementlerin kökenlerinin araştırılmasında oldukça yararlı olabilmektedir. NTE analiz sonuçları değerlendirilirken, genellikle kondrit örneklerine göre veya bazı temel kayalara ait değerlere göre normalize edilmekte ve sonuçlar X ekseninde elementlerin atom numaralarına göre dizildiği, Y ekseninde ise logaritmik olarak normalize edilmiş değerlerin bulunduğu X-Y dağılım diyagramları hazırlanmıştır

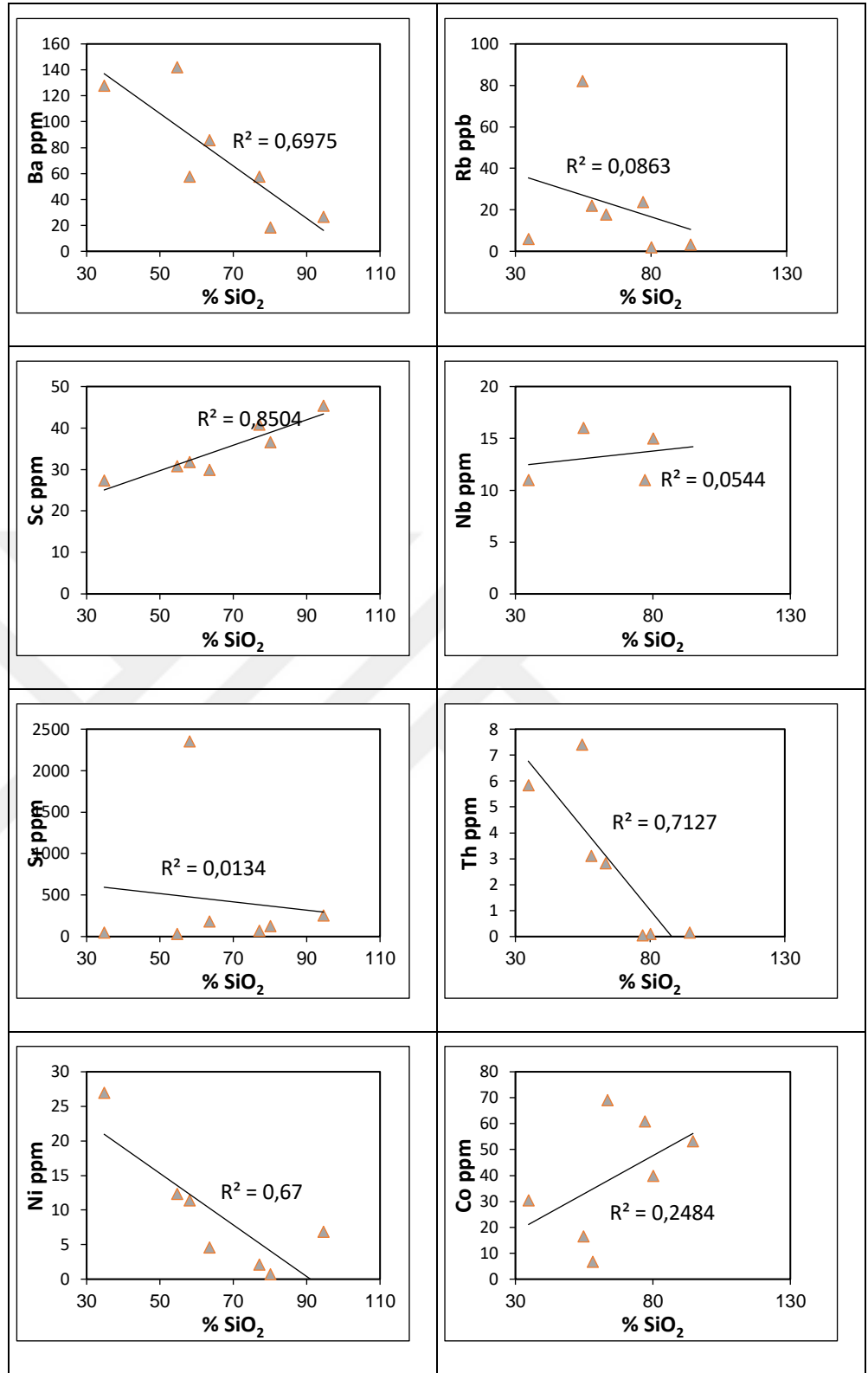
İnceleme alanından alınan örneklerin NTE değerleri, Boynton (1985) tarafından belirlenmiş Cl kondrit ortalaması (Avg. Cl Chondrite) değerlerine göre normalize edilmiş olup, NTE değerlerinin atom numarasına karşılık logaritmik dağılım diyagramları Şekil 5.4' te görülmektedir. Farklı örneklere ait dağılım eğrilerinin gidişleri basitçe; bir örnek haricinde negatif Eu anomalilerine sahip, birbirlerine benzer ve/veya paralel gidişli eğriler şeklindedir. Ayrıca hafif nadir toprak elementlerden ağır nadir toprak elementlere doğru gidildikçe elementlerin uyumsuzluk dereceleri ve hareketlilikleri azalmaktadır.



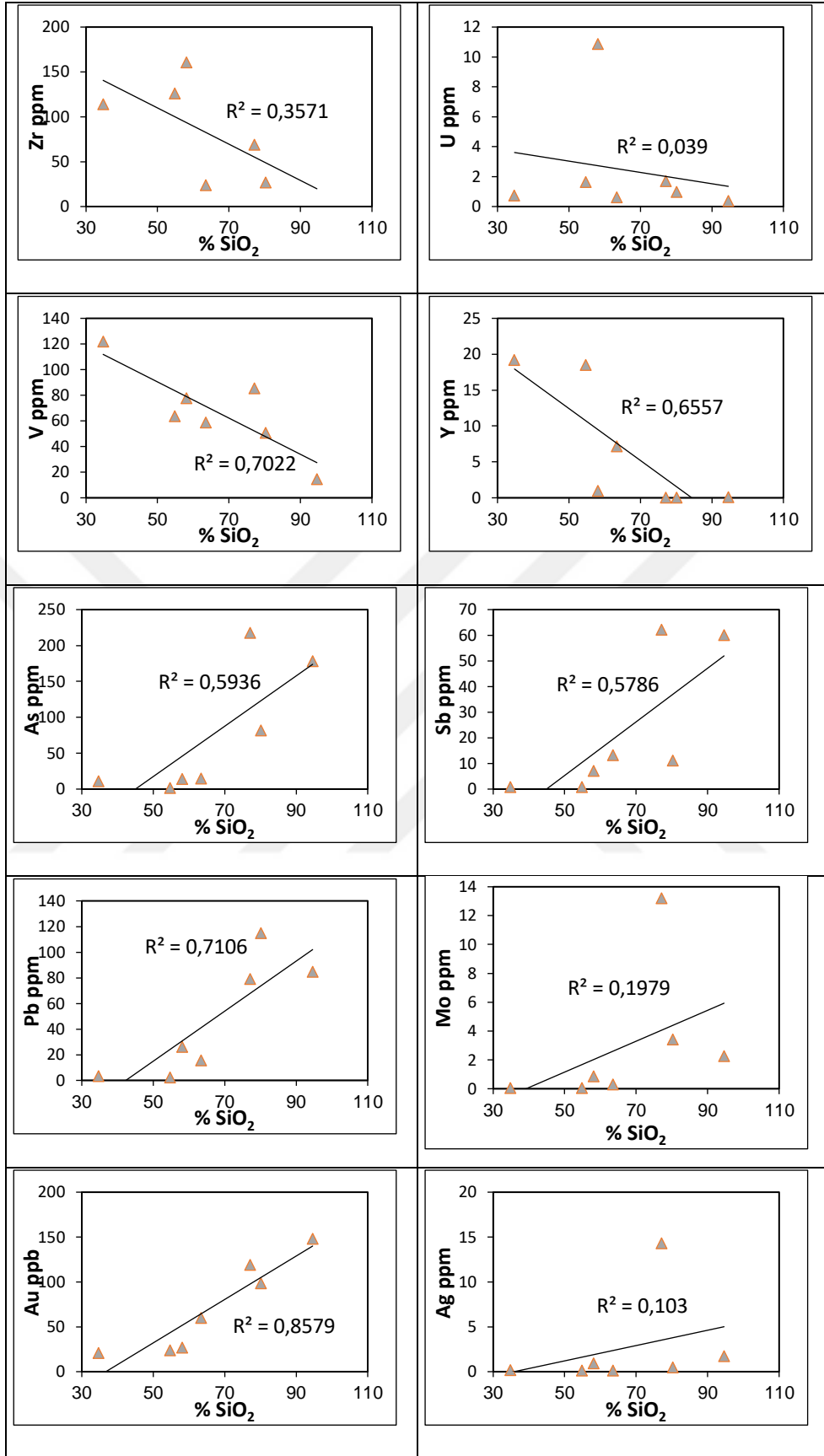
Şekil 5. 2. İnceleme alanından alınan kayaç örneklerine ait major element (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>) - SiO<sub>2</sub> değişim diyagramları.

Çizelge 5. 2. İnceleme alanındaki kayaç örneklerinin iz element içerikleri (ppm, \*ppb)

Sample	Ba	Be	Co	Cs	S	Ga	Rb*	Sn	Sr	Sc	Th	U	V	Y	Mo	Ni
ÇŞK-1	127,87	0,59	30,45	0,10	27,36	7,51	5,94	521,43	48,68	27,36	5,84	0,75	122,02	19,21	0,06	26,95
ÇŞK-5	142,06	0,51	16,45	4,63	30,80	5,46	82,01	333,41	31,50	30,80	7,40	1,65	63,65	18,54	0,05	12,34
ÇŞK-8	85,69	0,33	69,11	1,59	29,94	2,15	17,69	174,07	183,67	29,94	2,82	0,62	58,84	7,20	0,32	4,59
ÇŞK-10	18,30	0,18	39,79	0,38	36,61	3,44	1,93	126,47	124,87	36,61	0,10	0,98	50,72	0,04	3,43	0,71
ÇŞK-11	26,65	0,38	53,13	3,04	45,38	0,80	3,35	34,18	252,56	45,38	0,15	0,39	14,67	0,12	2,27	6,86
ÇŞK-13	57,64	0,56	6,70	1,95	31,80	6,77	21,92	456,05	2350,84	31,80	3,11	10,88	77,72	0,98	0,86	11,42
ÇŞK-18	57,48	0,23	60,87	1,58	40,82	5,08	23,82	264,35	69,82	40,82	0,05	1,71	85,57	0,07	13,20	2,09
Sample	Cu	Pb	Zn	As*	Cd	Sb	Hg	Ag	Au*	Tl	Pd*	Pt*	Rh*	Ru*	Nb	Zr
ÇŞK-1	53,03	3,12	63,04	10,62	12,88	0,81	3,95	0,21	21	0,17	170,25	17,14	3,02	4,62	11	114
ÇŞK-5	2,01	2,19	38,97	1,36	7,28	0,83	3,22	0,16	24	0,36	129,66	14,83	1,43	1,35	16	126
ÇŞK-8	45,36	15,33	52,47	14,91	35,11	13,26	23,77	0,15	60	0,15	151,03	3,11	5,67	3,03	n.d	24
ÇŞK-10	38,30	114,72	13,28	81,66	n.d	11,14	22,64	0,51	98,5	0,05	67,36	n.d	4,46	1,23	15	27
ÇŞK-11	15,06	84,71	15,91	178,42	56,89	59,98	18,19	1,73	148,1	4,39	117,08	n.d	6,02	1,05	n.d	n.d
ÇŞK-13	109,12	26,17	44,93	14,01	119,52	7,12	3,40	0,96	27	0,38	1267,6	26,17	60,02	10,06	n.d	161
ÇŞK-18	33,59	78,99	18,31	217,32	54,31	62,19	19,87	14,34	119,1	0,53	34,39	8,50	2,96	n.d	11	69



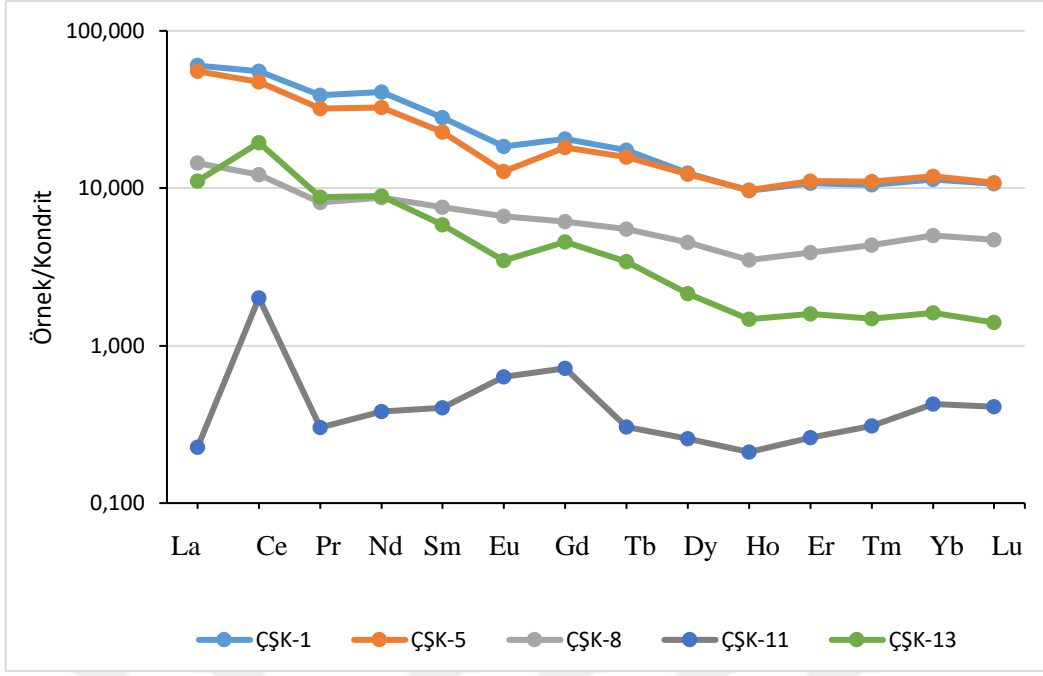
Şekil 5. 3. İnceleme alanından alınan kayaç örneklerine ait eser elementlerin SiO<sub>2</sub>'e karşı değişim diyagramları



Şekil 5. 3: Devam ediyor

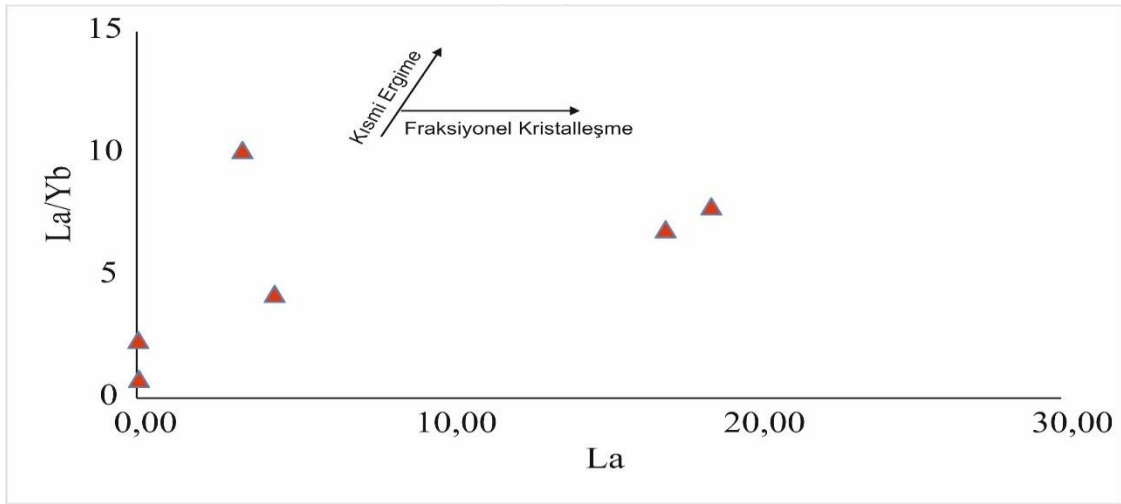
Çizelge 5. 3. İnceleme alanındaki kayaç örneklerinin Nadir Toprak Element içerikleri (ppm)

Sample	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
ÇŞK-1	18,64	44,8	4,76	24,59	5,49	1,36	5,34	0,83	4,04	0,69	2,25	0,34	2,37	0,34
ÇŞK-5	17,16	38,4	3,93	19,58	4,44	0,94	4,71	0,75	3,97	0,70	2,33	0,36	2,48	0,35
ÇŞK-8	4,48	9,85	0,99	5,23	1,47	0,49	1,59	0,26	1,45	0,25	0,82	0,14	1,05	0,15
ÇŞK-10	n.d	n.d	n.d	0,02	n.d	0,02	0,10	n.d	n.d	n.d	0,01	n.d	0,01	n.d
ÇŞK-11	0,07	1,62	0,04	0,23	0,08	0,05	0,19	0,01	0,08	0,02	0,05	0,01	0,09	0,01
ÇŞK-13	3,43	15,75	1,07	5,35	1,14	0,25	1,18	0,16	0,69	0,11	0,34	0,05	0,34	0,05
ÇŞK-18	0,05	0,02	n.d	n.d	n.d	0,07	0,32	n.d	n.d	n.d	0,01	n.d	0,02	n.d



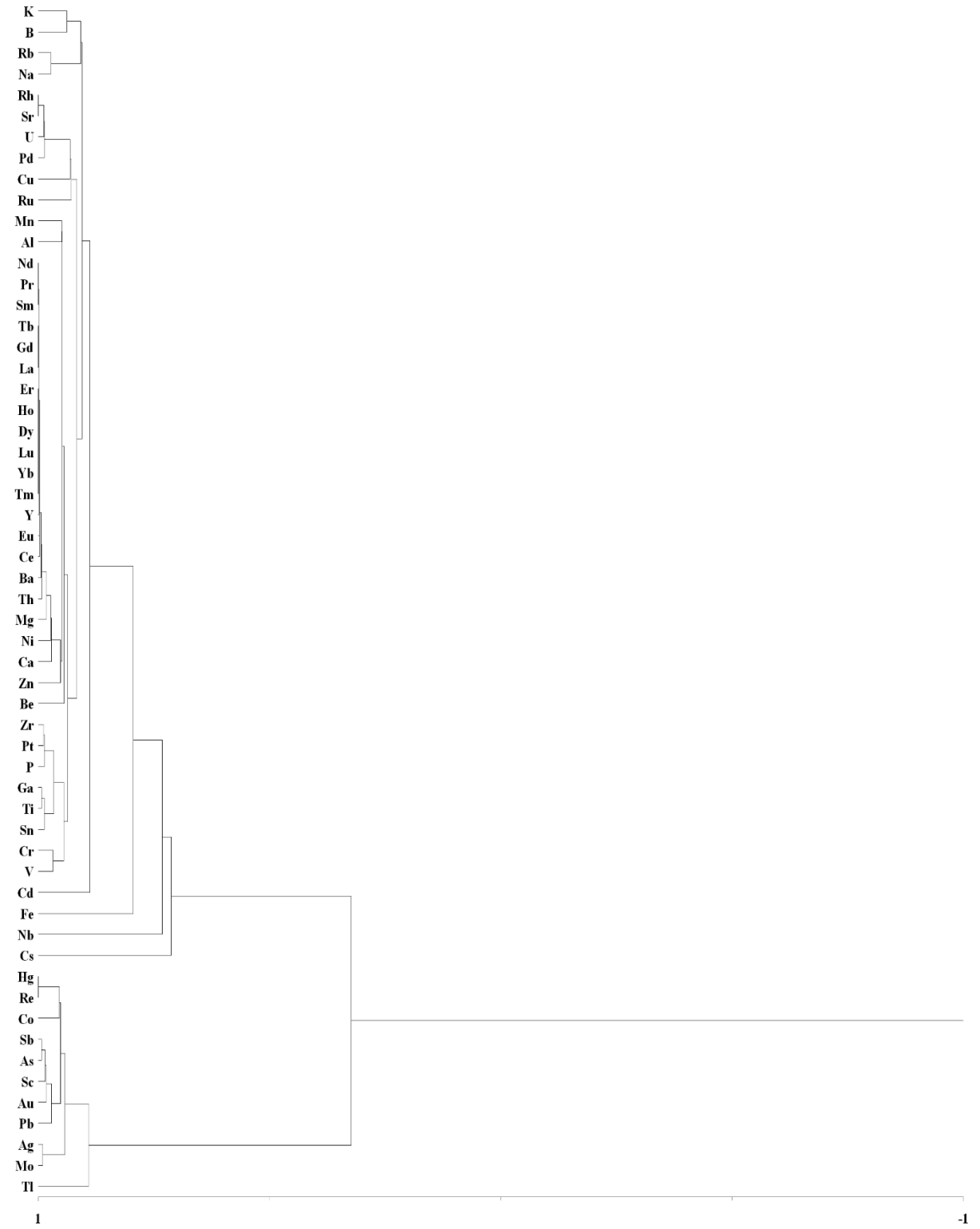
Şekil 5. 4. Kondrite göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementlerin örümcek diyagramı (Boynton, 1984).

La-La/Yb diyagramı kısmi ergime derecesinin belirlenmesinde kullanılan önemli diyagramlardan biridir (Şekil 5.5). Örneklerin diyagrama yerleştirilmesi ile fraksiyonel kristalleşme eğiliminde değil kısmi ergime eğiliminde olduğu görülmektedir. Hem eser elementlerin SiO<sub>2</sub>' ye karşılık durumları hem de La-La/Yb diyagramındaki durum fraksiyonel kristalleşmenin iyi gelişmediğini desteklemektedir.



Şekil 5. 5. Örneklerin kısmi ergime-fraksiyonel kristalleşme eğilimlerini gösteren La-La/Yb diyagramı (Huang v.d. 2012).

Tüm elementler için yapılan istatistik hesaplamalar sonucunda hazırlanan dendograma göre elementlerin temelde iki sınıfta topladığı görülmektedir (Şekil 5.6). Au, Ag, Pb, Sb, As, Sc,Mo, Hg, Re, Co ve Tl benzer özellikler gösteren bir grup diğer elementlerin ikinci bir grup olduğu belirlenmiştir.



Şekil 5.6. Cevherleşmeye ait tüm elementler için hazırlanan dendogram

## 6. SONUÇLAR

Şaphane altın cevherleşmesi Orta-İç Karadeniz bölgesinde Çorum ilinde bulunan bir cevherleşmedir. Bölgede Devecidağ Karışığı, Artova ofiyolitli karışığı, Alacahöyük, Bayat, Kızılırmak, Dodurga ve Bozkır formasyonlarına ait birimler ile Dededağ granitoyitine ait birimler ve kuvars damarları yüzeylemektedir. Cevherleşme ileri derecede altere olmuş volkanik kayalar içerisinde bulunan kuvars damarları ile ilişkilidir ve bu damarlar KD-GB uzanımlı olarak 700 metre kadar yüzeyde mostra vermektedir.

Kuvars damarlarından alınan örneklerin incelenmesi sonucu cevher minerali olarak pirit, hematit, limonit ve eser miktarda nabit altın; gang minerali olarak ise kuvars ve kalsit tanımlanmıştır.

Sıvı kapanım incelemelerinde ilk erime sıcaklığı ölçümlerine göre hidrotermal çözelti içerisinde NaCl, CaCl<sub>2</sub> ve MgCl<sub>2</sub> gibi tuzların bulunduğu belirlenmiştir. Son buz erime sıcaklığı değerlerinden yararlanılarak hesaplanan tuzluluk değerleri, %NaCl eşdeğeri olarak, kuvarslarda %8,0 ile 0,5 aralığında, kalsitlerde ise %7,4 ile 1,4 aralığında değişmektedir. Homojenleşme sıcaklığı ölçümleri ile çözeltilerin sıcaklığının kuvarslarda ortalama 238°C, kalsitlerde ise 228°C olduğu belirlenmiştir. Ayrıca TH değerleri geniş bir aralıkta değişmekte olup, ortamda sıcaklığı ortalama 230 °C ve 330 °C civarında olan iki ayrı çözeltinin etkin olduğu düşünülebilir.

Element jeokimyası verilerine göre SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O ikili diyagramında örneklerin çok geniş bir aralıkta değiştiği, bazalt, bazaltik andezit, andezit ve dasit-riyolit alanlarına düştüğü görülmüştür. Eser elementlerin davranışlarının SiO<sub>2</sub>'e karşılık çizilen diyagramlar ile incelenmesinde fraksiyonel kristallenmenin iyi gelişmediği belirlenmiştir. Ayrıca NTE incelendiğinde, hafif nadir toprak elementlerden ağır nadir toprak elementlere doğru gidildikçe elementlerin uyumsuzluk dereceleri ve hareketliliklerinin azaldığı gözlenmiştir.

Sonuç olarak yöredeki cevherleşmenin, kuvars damarları ile ilişkili bir cevherleşme olduğu artan silis içeriğine bağlı olarak altın değerlerinin arttığı, 161 ile 395°C aralığında epitermal-mezotermal koşullarda oluşmuş bir cevherleşme olduğu belirlenmiştir.

## 7. KAYNAKÇA

- Akarsu, İ. (1958). Çorum Bölgesinin Jeolojisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 7(1), 19-29.
- Alpan, T. (1968). Bayat (Çorum) Kuzeybatısının Jeoloji Etüdü, MTA Derleme Raporları, No: 6822, Ankara.
- Aziz, A. (1973). İskilip Civarı İle Güney ve Güneybatısının Detay Jeolojisi ve Petrol Olanakları, MTA Derleme Raporları, No: 6132, Ankara.
- Bamba, T. ve Kılıç, M. (1973). Orta Anadolu'da Çorum'un Çağşak Sahasında Bakır Belirtileri Hakkında Kısa Rapor, MTA Derleme Raporları, No: 4990, Ankara.
- Bektaş, O. (1974b). Çorum Görüklü Tepe Mevkiine Ait (Cu) Etüdü, MTA Derleme Raporları, No:5231, Ankara.
- Bektaş, O. (1974a). Çorum İli Bayat İlçesi Kunduzlu Köyü'ne Ait T.29 B Anomalisinin Jeolojik Raporu, MTA Derleme Raporları, No: 5232, Ankara.
- Bektaş, O. (1976). Çorum-Çağşak ve Eşme Sahalarının Bakır Olanakları Hakkında Rapor, MTA Derleme Raporları, No: 3281, Ankara.
- Birgili, Ş., Yoldaş, R. ve Ünalın, G. (1975). Çankırı-Çorum Havzasının Jeolojisi ve Petrol Olanakları, MTA Derleme Raporları, No: 5621, Ankara.
- Bodnar, R.J. (1993) Revised Equation And Table For Determining The Freezing Point Depression Of H<sub>2</sub>O-NaCl Solutions, *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 57, 683-684.
- Boynton, W.V., 1984, Cosmochemistry of The Rare Earth Elements: Meteorite Studies, Rare Earth Element Geochemistry, ed: Henderson, P. Amsterdam, Elsevier, 63-114.
- Demiryürek, E. (2006). *Soğucak (İskilip-Çorum) Cu-Pb-Zn Cevherleşmeleri ve Kökeni* (Yüksek Lisans Tezi), 1-97, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Duru, M. (1993). *Ortaköy (SE Çorum) Yöresinin Jeolojik İncelenmesi* (Doktora Tezi), 1-284, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Ersoy, H., Katipoğlu, B., Hazinedar, H. ve Sarı, İ. (1994). Çorum Yöresi Maden Envanteri Etütleri Jeoloji Raporu, MTA Derleme Raporları, No: 9743, Ankara.

- Genç, Ş., Kurt, Z., Küçümen, Ö., Cevher, F., Saraç, G., Acar, Ş., Bilgi, C., Şenay, M. ve Poyraz, N. (1991). Merzifon (Amasya) Dolayının Jeolojisi, MTA Derleme Raporları, No: 9527, Ankara.
- Goldstein, R.E. (2003). Petrographic Analysis Of Fluid İnclusions, Fluid İnclusions: Analysis and Interpretation, Short Course 32 (ed.), *Mineralogical Association of Canada*, 9- 53.
- Göktepelı, A. (1967). Çorum-Kargı Bakır Prospeksiyonu, MTA Derleme Raporları, No: 106, Ankara.
- Görür, N. ve Şengör, A.M.C. (1986). İç Anadolu Havzalarının Jeolojisi, Tübitak, Türkiye Birinci Jeotravers Projesi, 1. Workshop, Gebze.
- Gündoğdu, E.A. (2009). *Çorum Güneybatısındaki Volkanik Kayaçların Jeolojik ve Petrolojik Özellikleri ve Alaca Höyük Kazısında Jeoarkeolojik Çalışmalar* (Doktora Tezi), 1- 194, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Hakyemez, Y., Barkut, M.Y., Bilginer, E., Pehlivan, Ş., Can, B., Dağır, Z. ve Sözeri, B. (1986). Yapraklı-Ilgaz-Çankırı-Çandır Dolayının Jeolojisi, MTA Derleme Raporları, No: 7966, Ankara.
- Hastie, A. R., Kerr, A.C., Pearce, J. A. ve Mitchell, S. F. (2007). Classification of Altered Volcanic Island Arc Rocks using Immobile Trace Elements: Development of the Th-Co Discrimination Diagram. *Journal of Petrology*, 48(12), 2341-2357.
- Huang, H., Zhang, Z., Kusky, T., Santosh, M., Zhang, S., Zhang, D., Liu, J. ve Zhao, Z. (2012). Continental Vertical Growth İn The Transitional Zone Between South Tianshan And Tarim, Western Xinjiang, Nw China: İnsight From The Permian Halajun A1- Type Granitic Magmatism. *Lithos*, 155, 49-66.
- Karadenizli, L. (1999). *Çankırı-Çorum Havzasındaki Orta Eosen-Erken Miyosen Tortullarının Sedimentolojisi* (Doktora Tezi), 1-189, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Karadenizli, L. ve Kazancı, N. (2000). Çankırı-Çorum Havzasındaki Paleoyükselti ve Alt Havzalar, Cumhuriyet'in 75.Yıldönümü Yerbilimleri Ve Madencilik Kongresi Bildirileri, MTA, Ankara.
- Kuşcu, E., Urkan, V. ve Çelik, Y. (2017). Şaphane (Eskiköy)-Çiğdemlik (Oğuzlar/Çorum) Ruhsatı (Ar:201300657) Maden Jeolojisi Final Raporu, MTA Derleme Raporları, No: 13601, Ankara

- Küçük, A. (2014). *Türkiye Burunköy (Çorum) Bölgesinde Yüzeyleyen Bazaltik Kayaçların ve Daykların Petrografisi ve Mineral Kimyası* (Yüksek Lisans Tezi), 1-165, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Oral, A., Özer, S., Sümence, M. ve Tekeli, O. (1980). Kuzey Anadolu Fayı ile Kirşi Masifi Arasında Kalan Alanın Temel Jeolojisi, MTA Derleme Raporları, No: 6722, Ankara.
- Özgüneyli, A. (1974). K.B.İ. Ruhsat Sahalarından Çorum G33-C1 Paftası Alagöz Tepe Anomalisine Ait Rapor, MTA Derleme Raporları, No: 5229, Ankara.
- Shepherd, T.J., Rankin, A.H. ve Alderton, D.H.M. (1985). *A Practical Guide To Fluid Inclusion Studies*, 1-239, Blackie-Glasgow.
- Şenocak, H. (1974) Çorum-İskilip-Çatkara Cu Etüdüleri, MTA Derleme Raporları, No: 5251, Ankara.
- Takashima, K. (1973). Çorum Sahasında Yapılan Jeolojik Etütlere İlişkin Ön Rapor, MTA Derleme Raporları, No: 1582, Ankara.
- Tepecik, A. (2007). *Bayat (Çankırı-Çorum Havzası) Dolaylarının Jeolojisi ve Tuzpetrol İlişkilerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), 1-147, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Turhan, K. (1972). Çorum-Çağsak Köyü Bakır Sahası Raporu, MTA Derleme Raporları, No: 1523, Ankara.
- Tüysüz, O. (1985). *Kargı Masifi ve Dolayındaki Tektonik Birliklerin Ayrıldı ve Araştırılması (Petrolojik İnceleme) (Monografi)*, İstanbul Üniversitesi Matb., İstanbul.
- Van den Kerkhof, A.E. ve Hein, U.F. (2001). Fluid Inclusion Petrography. *Lithos*, 55(1), 27-47.
- Willkinson, J.J. (2001). Fluid Inclusions İn Hydrothermal Ore Deposits. *Lithos*, 55 229 – 272.
- Yalçın, C. (2018). *Gökçedoğan (Kargı-Çorum) Cu Zn Cevherleşmesinin Jeolojisi ve Oluşumu* (Doktora Tezi), 1-301, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Yılmaz, Y. ve Tüysüz, O. (1984). Kastamonu-Boyabat-Vezirköprü-Tosya Arasındaki Bölgenin Jeolojisi (Ilgın-Kargı Masiflerinin Etüdü), MTA Derleme Raporları, No:257, Ankara.

Zengin, M. (2006). *Osmancık (Çorum) Kuzeydoğusunda Yer Alan Volkaniklerin Epitermal Cevherleşme Potansiyeli ve Mavi Kalsedon Oluşumu* (Yüksek Lisans Tezi), 1-106, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.





