



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

**AKPINARBELENİ (YILDIZELİ-SİVAS) ALTIN CEVHERLEŞMESİNİN  
JEOLOJİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Fulya Didem TAVŞANOĞLU  
(201192081013)**

**Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı  
Tez Danışmanı: Prof.Dr.Ahmet GÖKCE**

**SİVAS  
MART 2019**

**Fulya Didem TAVŞANOĞLU**'nun hazırladığı ve “**Akpınarbeleni (Yıldızeli/Sivas) Altın Cevherleşmesinin Jeolojisi**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**      **Prof. Dr. Ahmet GÖKCE** .....  
Cumhuriyet Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**      **Dr. Öğr. Üyesi Ahmet EFE** .....  
Cumhuriyet Üniversitesi

**Dr. Öğr. Üyesi Esra ÜNAL ÇAKIR** .....  
Bozok Üniversitesi

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

**Prof. Dr. İsmail ÇELİK**

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.

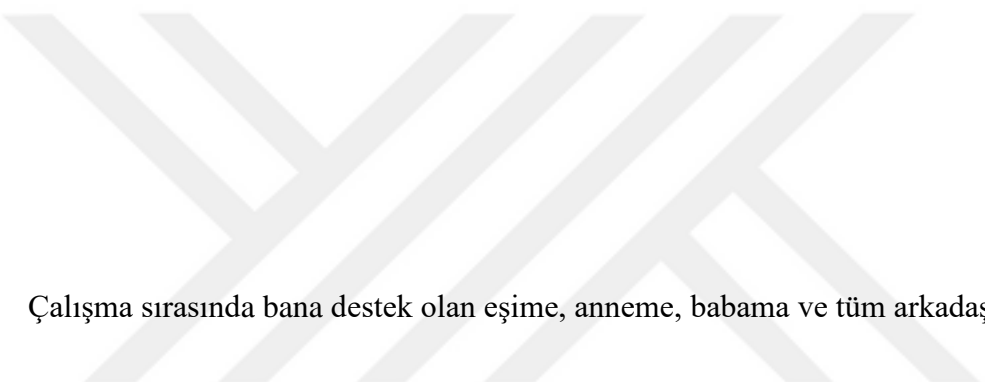




Bütün hakları saklıdır.  
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Fulya Didem TAVŞANOĞLU, 2019





Çalışma sırasında bana destek olan eşime, anneme, babama ve tüm arkadaşlarıma...

## ETİK

Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

21.03.2019

Fulya Didem TAVŞANOĞLU

## KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının her aşamasında bilgi ve tecrübelerinden yararlanma şansı bulduğum, değerli görüş ve önerileri ile beni yönlendiren danışman hocam Prof. Dr. Ahmet GÖKCE' ye (CÜ),

Petrografik incelemeler sırasındaki yardımları için Prof. Dr. Hüseyin YALÇIN' a (CÜ),

Cevher mikroskobisi incelemeleri sırasında yaptığı yardımlar için Dr. Öğr. Üyesi Ahmet EFE' ye (CÜ),

Çalışmalarım sırasında görüş ve önerileri ile beni yalnız bırakmayan Araş. Gör. Dr. Oktay CANBAZ' a (CÜ),

İnce kesitlerin yapılmasındaki katkılarından dolayı Jeoloji Mühendisliği incekesit laboratuvarı personeli Teknisyen Ufuk KUŞ'a,

Özverili arkadaşlığı, arazi ve laboratuvar çalışmalarındaki yardımları için yüksek lisans arkadaşım M. Selahaddin ÖZDEMİR' e,

Maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen anneme ve babama,

Ayrıca her zaman yanımda olduğunu bildiğim ve tezin her aşamasında yardımını esirgemeyen sevgili eşim Mehmet Akif TAVŞANOĞLU' na ve sevgili oğlum Rüzgar'a.

teşekkür ederim.

Fulya Didem TAVŞANOĞLU

## ÖZET

### AKPINARBELENİ (YILDIZELİ/SİVAS) ALTIN CEVHERLEŞMESİNİN JEOLOJİSİ

Fulya Didem TAVŞANOĞLU

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet GÖKCE

2019, 59+xvii sayfa

Akpınarbeleni altın cevherleşmesi, Sivas'ın batısında bulunan Yavru ilçesinin yaklaşık 15 km kadar güneyinde, Akpınarbeleni Köyü çevresinde yer almaktadır.

Yörede, Akdağmadeni metamorfitelerine ait şist ve mermerler yüzeylemekte olup yerel olarak Akpınarbeleni şistleri ve Tepesidelik Tepe mermerleri şeklinde adlanmışlardır. Bu birimler, inceleme alanının güney kesimlerinde Tersiyer yaşlı Tokuş Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. İnceleme alanının doğusunda Davulalan Siyeniti, batısında ise Karapir-Ortaköy granitoidi bulunmaktadır. Fakat inceleme alanı içinde herhangi bir plutonik kayaç yüzeylememektedir.

İnceleme alanı D-B eksen doğrultulu bir antiklinal üzerinde bulunmakta olup birbirine paralel birkaç tane küçük antiklinal ve senklinal belirlenmiştir.

İnceleme alanı içinde; Akdağmadeni metamorfitelerine ait Akpınarbeleni şistleri ile Tepesidelik Tepe mermerlerinin dokanağında yerel yığılımlar ve mermerler içinde gelişmiş kırık zonları boyunca damar ve damarcıkları şeklinde cevherleşmeler gözlenmektedir.

Şistler ile mermerlerin dokanağında gözlenen yerel cevher oluşumlarında kolloform dokulu pirit ve fahlerz oluşumları gözlenmekte olup bu minerallerin şistlerin köken kayalarının çökeldiği metamorfizma öncesi sedimanter ortamda sin-sedimanter olarak oluştuklarına işaret etmektedir. Yine benzer şekilde, şist-mermer dokanağı boyunca gözlenen manyetit kafalarının metamorfizma öncesi sedimanter ortamda kimyasal sedimanter süreçlerle çökelmiş ve metamorfizma geçirmiş oluşumlar olmaları olasıdır.

Damar ve damarcıklar içindeki dolguların metamorfizmadan daha sonraki bir zamanda gelişmiş hidrotermal çözeltilerle faaliyetleri ile sıcak sular ile çözülüp faylar ve kırık çatlaklar boyunca çöktürülmeleri şeklinde oluşmuşlardır. Bu tip cevherleşmeler içinde; limonit dolguları ve nabit altın belirlenmiş olup birincil sülfürlü mineraller gözlenmemiştir. Kimyasal analizlerde bazı örneklerin; As, Cu, Fe, Mo, Pb, Zn, Sb ve W içerikleri yüksek olmakla birlikte bu elementlere ait minerallerin gözlenmemesi oluşmuş minerallerin yüzeysel koşullarda bozdukları şeklinde değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, cevher damar ve damarcıklarının; metamorfizma, kıvrımlanma ve kıvrımlanma sırasında oluşmuş kırık ve çatlakların oluşumundan daha sonra epijenetik olarak oluştuğu, derinlerde yerleşmiş olabilecek intrüziif sokulumların hidrotermal çözeltiler için ısı kaynağı olabilecekleri, magmatik kökenli veya ısınan yüzey kökenli suların metamorfik kayalardan çözdükleri; Au, As, Cu, Fe, Mo, Pb, Zn, Sb ve W gibi elementlere ait iyonları taşıyıp mermerler içindeki belirtilen kırık ve çatlaklar içinde çöktürdükleri, oluşan cevher minerallerinin yüzeysel koşullarda tamamen bozunarak yok oldukları, limonitik dolguların pirit, kalkopirit ve arsenopiritlerden serbestleşen Fe iyonlarının tutuklanması ile nabit altınların ise arsenopiritlerden serbestleşen altının tutuklanması sonucu oluştuğu değerlendirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** altın, maden yatakları, cevher mikroskobisi.

## **ABSTRACT**

### **AKPINARBELENİ (YILDIZELİ/SİVAS) GEOLOGY OF GOLD MINERALIZATION**

**Fulya Didem TAVŞANOĞLU**

**Master of Science Thesis**

**Department of Geological Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Ahmet GÖKCE**

**2019, 59+xvii pages**

Akpınarbeleni gold mineralization is located around Akpınarbeleni Village, about 15 km south of Yavu district at the west of Sivas.

In the region, the schists and marbles of the Akdağmadeni metamorphics are exposed and are locally named as Akpınarbeleni schists and Tepesidelik Tepe marble. These units are unconformably covered by the sediments of Tertiary aged Tokuş Formation in the southern parts of the study area. Davulalan Siyenite and Karapir-Ortaköy granitoid crop out on the east and in the west of the study area, respectively. However, no plutonic rock was observed in the study area.

The study area is located on the axis of an anticline oriented E-W direction which includes several small anticlines and synclines.

Within the study area; ore occurrences are observed as small aggregations along the contact between Akpınarbeleni schists and Tepesidelik Hill marbles and as veins and veinlets within the fractures and fissures developed within the Tepesidelik Hill marbles.

Pyrite and fahlerz with colloform texture within the ore small aggregations occurred along the contact between Akpınarbeleni schists and Tepesidelik Hill marbles indicate that this type of ore occurred by syn-sedimentary processes within the sedimentary environment where the original rocks of the schists and marbles were deposited. Similarly, it is possible that the magnetite heads observed along the schist-marble

contact were deposited by sedimentary processes in the pre-metamorphic sedimentary environment and were metamorphosed.

The fillings in the veins and veinlets were formed by post-metamorphic hydrothermal activities which dissolved the metallic ions from the metamorphics and precipitated through faults and fractures. In this type of mineralizations; limonite fillings and native gold were determined, but primary sulfide minerals were not observed. Although the contents of As, Cu, Fe, Mo, Pb, Zn, Sb and W are high in some of the samples chemically analysed, the absence of ore minerals may be explained as weathering of these minerals at surficial environment.

As a conclusion, ore veins and veinlets were epigenetically occurred in host marbles later than metamorphism, folding and fold related fractures, deep seated possible intrusive rocks have acted as heat source for hydrothermal fluids with magmatic or surface-origin, these hydrothermal fluids dissolved; Au, As, Cu, Fe, Mo, Pb, Zn, Sb and W from metamorphic rocks and carried and precipitated along the mentioned fractures and fissures. The precipitated primary minerals of these elements weathered in surficial conditions and limonite and native gold were formed by the reprecipitation of iron and gold ions released from pyrite, chalcopyrite and arsenopyrite.

**Key Words:** gold, ore deposits, ore microscopy.

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

<b>KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÖZET .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ .....</b>	<b>xvi</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ .....</b>	<b>xvii</b>
<b>1.GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Amaç ve Kapsam .....	1
1.2. İnceleme Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri .....	1
1.3. Yapılan İncelemeler ve Kullanılan Yöntemler .....	3
1.4. Önceki Çalışmalar .....	5
<b>2. GENEL JEOLJİK ÖZELLİKLER.....</b>	<b>10</b>
2.1. Bölgesel Jeoloji .....	10
2.2. Yerel Jeoloji .....	14
2.2.1. Akdağmadeni Metamorfikleri .....	14
2.2.2. Örtü Birimleri .....	25
2.3. Tektonik .....	25
<b>3. MADEN JEOLJİSİ .....</b>	<b>27</b>
3.1. Cevherleşme Belirtileri ve Makroskobik Özellikleri .....	27
3.2. Şist-Mermer Dokanağı Yakınlarından Alınmış Örneklerin Mikroskobik Özellikleri.....	38
3.3. Cevher Damar ve Damarcıklarının Mikroskobik Özellikleri.....	39
3.4. Cevher Damar ve Damarcıklarının Kimyasal Özellikleri .....	43
3.5. Elektron Mikroskop Verileri .....	48
3.6. Cevherleşmelerin Oluşumu .....	50
<b>4. SONUÇLAR .....</b>	<b>54</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>56</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>59</b>



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

<b>Şekil 1.1.</b> İnceleme alanının yer bulduru haritası. ....	2
<b>Şekil 2.1.</b> İnceleme alanının Türkiye'nin tektonik birlikleri haritası (Okay ve Tüysüz, 1999) üzerindeki konumu (a) ve bölgesel jeoloji haritası (b) (MTA, 2002; 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası'ndan). ....	12
<b>Şekil 2.2.</b> İnceleme alanı ve çevresinde yapılmış jeolojik incelemelerden yararlanılarak hazırlanmış karşılaştırmalı stratigrafik kesitler. ....	13
<b>Şekil 2.3.</b> İnceleme alanı çevresinin jeoloji haritası. ....	15
<b>Şekil 2.4.</b> Alt seviyelerde gözlenen Akpınarbeleni şistleri ve üst seviyelerde gözlenen Tepesidelik Tepe mermerleri (Tepesidelik Tepe batısı). ....	16
<b>Şekil 2.5.</b> Akpınarbeleni şistlerinde iyi gelişmiş şistozite düzlemleri (Akpınarbeleni Köyü girişi, batıya bakış). ....	16
<b>Şekil 2.6.</b> Tepesidelik Tepe mermerlerinin masif ve bol kırıklı çatlaklı yüzlekleri. ....	18
<b>Şekil 2.7.</b> Mermerlerin çatlak ve boşluklarında gözlenen limonitik dolgular (AB-86 nolu gözlem noktası). ....	18
<b>Şekil 2.8.</b> Kuvars-mika şistlerde gözlenen kuvars (Qz), biyotit (Bt), muskovit (Ms) ve yönlendirmenin belirgin olduğu lepidoblastik doku (Örnek No: AB-167, ÇN). ....	19
<b>Şekil 2.9.</b> a-b: Kuvars-amfibol şistlerde gözlenen şistozite düzlemi, hornblend (Hbl), kuvars (Qz)(Örnek No: AB-161, ÇN). ....	19
<b>Şekil 2.10.</b> Kuvars-amfibol şistlerde gözlenen kuvars (Qz), hornblend (arfvedsonit) (Hbl) ve epidotlar (Ep) (Örnek No: AB-161, ÇN). ....	20
<b>Şekil 2.11.</b> Kuvars-amfibol şistlerde gözlenen nematoblastik doku, Hbl: hornblend, Ep: epidot, Qz: kuvars (Örnek No: AB-161, ÇN). ....	20
<b>Şekil 2.12.</b> Kuvars-klorit şistlerde gözlenen kuvars (Qz), klorit (Chl), epidot (Ep) ve kalsitler (Cal) (Örnek No: AB-117, ÇN). ....	21
<b>Şekil 2.13.</b> Kuvars-klorit şistlerde gözlenen şistozite düzlemi, Qz: kuvars, Ep: epidot, Bt: biyotit, Chl: klorit (Örnek No: AB-117, ÇN). ....	21
<b>Şekil 2.14.</b> Kalkşistlerde gözlenen kalsit (Cal), kuvars (Qz) ve epidotlar (Ep) (Örnek No: AB-36, ÇN). ....	22
<b>Şekil 2.15.</b> Metaserpantinitler de gözlenen olivin (Ol), turmalin (Tur), piyemontit (Pmt) ve muskovitler (Ms) (Örnek No: AB-175, ÇN). ....	23
<b>Şekil 2.16.</b> Metaserpantinitler de gözlenen yoğun serpantinleşme ve olivin (Ol), muskovit (Ms) ve opak mineraller (Opq) (Örnek No: AB-38, ÇN). ....	23
<b>Şekil 2.17.</b> Akdağmadeni mermerlerinde gözlenen granoblastik doku ve kalsit (Cal) ve kuvarslar (Qz) (Örnek No: AB-96c, ÇN). ....	24
<b>Şekil 2.18.</b> Akdağmadeni mermerlerinde (rekristalize kireçtaşı) gözlenen kalsit kristalleri (Cal) birbirine 120 °'lik köşe açılarıyla birleşmektedir (Örnek No: AB-174, ÇN). ....	24

<b>Şekil 2.19.</b> Akdağmadeni mermerlerinde gözlenen kalsitlerde (Cal) gelişen polisentetik ikizlenme. Ayrıca çatlaklarda bol miktarda demiroksit (Fo) oluşumları gelişmiştir (Örnek No: AB-37, ÇN). .....	25
<b>Şekil 3.1.</b> Tepesidelik Tepe çevresinin jeolojik haritası, cevher damarlarının dağılımı, gözlem ve örnek yerleri. ....	28
<b>Şekil 3.2.</b> Şekil 3.1'deki A-A' ve B-B' hatları boyunca hazırlanmış jeolojik kesitler. ...	29
<b>Şekil 3.3.</b> Mermerler içinde, faylar boyunca damarlar ve kılcal çatlaklar boyunca damarcıklar halinde gözlenen cevherleşme belirtileri (Tepesidelik Tepe civarı). .....	30
<b>Şekil 3.4.</b> Fay zonları içinde, breşleşmiş yan kayaç kırıntıları ve aralarında sarı-kahverengi renkli dolgular (D-1 Damarı üzerinde AB-114 no'lu gözlem noktası civarı). .....	30
<b>Şekil 3.5.</b> Fay zonları içinde, breşleşmiş yan kayaç kırıntıları ve aralarında sarı-kahverengi renkli dolgular (D-3 Damarı üzerinde AB-46 no'lu gözlem noktası civarı). .....	31
<b>Şekil 3.6.</b> Mermerlerde gözlenen ağsı (stockwork) yapıları damarcıklar (AB-51 no'lu gözlem noktası civarı). .....	32
<b>Şekil 3.7.</b> Mermerlerde gözlenen manyetitli silisli dolgular (AB-48-2 no'lu damar). ...	33
<b>Şekil 3.8.</b> Tepesidelik Tepe'nin 20 m kadar batısında şist-mermer dokanağı üzerinde kalınlıkları 1 m'yi bulan manyetitli cevher kafaları. ....	34
<b>Şekil 3.9.</b> İnceleme alanı içinde manyetitli blokların yakından görünümü (AB-173). ..	34
<b>Şekil 3.10.</b> Tepesidelik Tepe civarında açılmış kuyu (Y:263447, X:4395863). .....	35
<b>Şekil 3.11.</b> D-1 damarı üzerinde açılmış bir nefeslik. ....	36
<b>Şekil 3.12.</b> İnceleme alanının güney kesiminde, D-3 no'lu damar zonu üzerinde açılmış (günümüzde göçük) bir galeriye ait başyukarı çıkışı (AB-73 no'lu gözlem noktası civarı, Y: 263465, X: 4395267). .....	37
<b>Şekil 3.13.</b> Şekil 3.12' deki başyukarı içinde cevher zonu yakından görünüşü. ....	37
<b>Şekil 3.14.</b> Şist-mermer dokanağından alınmış örneklerde cevher mineralleri: (a) Maghemitleşmiş manyetitler (Mgh) Örnek No: AB-20, parlatma, TN, (b) pirit (Py) ve fahlerz (Fahl)'lerin oluşturduğu kolloform doku, D-2 Damarı, Örnek No: AB-74, Parlatma, TN, (c) ve (d) kılcal çatlaklarda nabit altın (Au) oluşumları, Örnek No: AB-33, Parlatma, TN. ....	38
<b>Şekil 3.15.</b> Cevher damar ve damarcıklarında gang minerali olarak gözlenen kalsit ve kuvarslar (Örnek No: AB-5-b, İncekesit, (a) TN, (b) ÇN, Cal: kalsit, Qz: kuvars). ....	39
<b>Şekil 3.16.</b> Cevher damarlarında gözlenen cevher mineralleri: (a) kalkopirit (Ccp) ve bornit (Bn), D-2 Damarı, Örnek No: AB-17, Parlatma, TN, (b) limonitleşmiş pirit (Lm-Py, Py) ve limonitleşmiş kalkopiritler (Lm-Ccp), Örnek No: AB-8, Parlatma, TN, (c) limonitleşmiş piritler (L-Py), Örnek No: AB 9, Parlatma, TN, (d) çatlaklarda limonitleşmiş kalkopiritler (L-Ccp), D-2 Damarı, Örnek No: AB-27, Parlatma, TN, (e) Çatlakların farklı focus seviyelerinde zenginleşmiş nabit altın (Au), Örnek No: AB 87-b, Parlatma, TN, (f) limonitleşmiş kalkopirit (Lm-Ccp) ve limonitleşmiş bornit (Lm-Bn), Örnek No: AB-36, Parlatma, TN. ....	40

<b>Şekil 3.17.</b> Cevher damarları içindeki kahverengi-siyah renkli dolgularda maghemitleşmiş manyetitler (Mgh) ve hematitler (Hem): (a) (D-1 Damarı, Örnek No: AB-23, Parlatma, TN), (b) D-3 Damarı, Örnek No: AB-159, Parlatma, TN.....	41
<b>Şekil 3.18.</b> Metabazitler içinde kalkopirit ve pendlanditler (Örnek No: AB 75, parlatma, Pn: pendlandit, Ccp: kalkopirit).....	42
<b>Şekil 3.19.</b> İnceleme alanındaki damarlar üzerinden numune alınması için açılan kanallardan bir görünüm (CH.13).....	46
<b>Şekil 3.20.</b> İnceleme alanında açılan kanallardan bir görünüm (CH.1). ....	47
<b>Şekil 3.21.</b> İnceleme alanında açılması planlanan kanallardan bir görünüm (CH.1). ....	47
<b>Şekil 3.22.</b> AB-33b no'lu örnekte bir alanın morfolojik görünümü ve element dağılım haritaları; (a) morfolojik görünümü, (b) Au, (c) Cu, (d) W, (e) As ve (f) Sn dağılım haritası.....	49
<b>Şekil 3.23.</b> AB-33 (b) no'lu örnekte Cu ve Au varlığına işaret eden pikler. ....	50



## ÇİZELGELER DİZİNİ

**Çizelge 3.1.** Kimyasal analizi yapılan örneklerin eser element içerikleri ve Kıtasal Kabuk Ortalama (KKO) değerlerine göre zenginleşme durumları.....45

**Çizelge 3.2.** Örneklerde incelenen alanların % ağırlık türünden element dağılımı.....48



## KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Ag</b>	: Gümüş
<b>As</b>	: Arsenik
<b>Au</b>	: Altın
<b>Ba</b>	: Baryum
<b>Bi</b>	: Bizmut
<b>Bn</b>	: Bornit
<b>Bt</b>	: Biyotit
<b>Cal</b>	: Kalsit
<b>Ccp</b>	: Kalkopirit
<b>Cd</b>	: Kadmiyum
<b>Chl</b>	: Klorit
<b>Cu</b>	: Bakır
<b>CÜ</b>	: Cumhuriyet Üniversitesi
<b>Ep</b>	: Epidot
<b>Fahl</b>	: Fahlerz
<b>Fe</b>	: Demir
<b>Fo</b>	: Demir Oksit
<b>Hbl</b>	: Hornblend
<b>Hem</b>	: Hematit
<b>Hg</b>	: Civa
<b>KKO</b>	: Kıtasal Kabuk Ortalaması
<b>L-Bn</b>	: Limonitleşmiş Bornit
<b>L-Ccp</b>	: Limonitleşmiş Kalkopirit
<b>L-Py</b>	: Limonitleşmiş Pirit
<b>Mag</b>	: Manyetit
<b>Mgh</b>	: Maghemitleşmiş Manyetit
<b>Mn</b>	: Manganez
<b>Mo</b>	: Molibden
<b>Ms</b>	: Muskovit
<b>MTA</b>	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
<b>Ol</b>	: Olivin
<b>Opq</b>	: Opak Mineral
<b>Pb</b>	: Kurşun
<b>Pmt</b>	: Piyemontit
<b>Pn</b>	: Pendlandit
<b>Py</b>	: Pirit
<b>Qz</b>	: Kuvars
<b>S</b>	: Kükürt
<b>Sb</b>	: Antimon
<b>Tur</b>	: Turmalin
<b>W</b>	: Tungsten
<b>Zn</b>	: Çinko

# 1.GİRİŞ

## 1.1. Amaç ve Kapsam

Bu tez kapsamında, söz konusu cevherleşme çevresinin jeolojik özellikleri, yüzeyleyen kayaç türlerinin petrografik özellikleri, cevherleşmenin yataklanma şekli ve yan kayaçlarla olan ilişkisi, minerolojik ve kimyasal bileşimi, yapısal ve dokusal özellikleri gibi temel maden jeolojisi özellikleri incelenmeye çalışılmıştır.

Çalışmalar sırasında; önceki çalışmalardan da yararlanılarak, yatak çevresinin 1/25 000 ölçekli genel jeolojik haritası hazırlanmış ve bu harita üzerine cevherleşme belirtileri ve örnek yerleri işaretlenmeye çalışılmıştır.

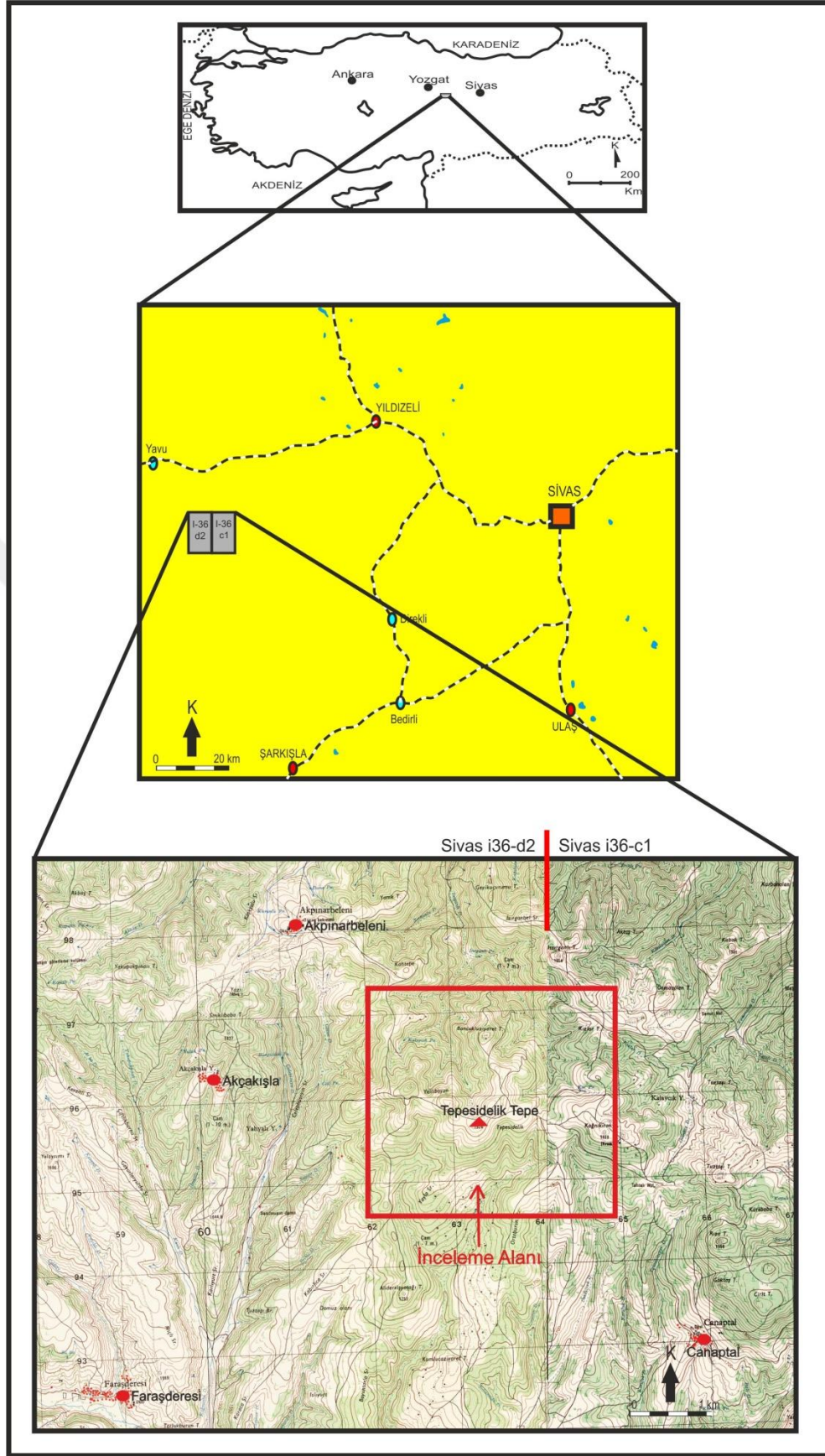
Araziden alınan kayaç örneklerinin, kayaç adlamasını yapmak amacıyla ince kesitleri, cevherli örneklerin ise ince kesitleri ve parlatma blokları hazırlanmıştır. Hazırlanan ince kesitler alttan aydınlatmalı, parlatma blokları ise üstten aydınlatmalı polarizan mikroskop yöntemleri ile incelenerek mineral içerikleri ve dokusal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca sıvı kapanım incelemesi yapılacak örneklerin iki yüzü parlatılmış ince kesitleri hazırlanmıştır.

Cevher damarlarının eser element içeriğini ve tenör durumunu belirlemek amacıyla alınmış kanal örnekleri kırılıp öğütüldükten sonra yarılama ve çeyrekleme yöntemleri ile azaltılarak temsili örnek hazırlanmış ve cevher oluşturu element (Cu, Pb, Zn, Au, W, Ag, Sb ve Hg) içerikleri analiz edilmiştir.

Cevher örneklerinden hazırlanmış iki yüzü parlatılmış sıvı kapanım kesitleri mikrotermometrik inceleme sisteminde soğutma ve ısıtma işlemlerine tabi tutularak sıvı kapanımlar içinde hapsolmuş çözeltilerin ilk erime ( $T_{FM}$ ), son buz erime ( $T_{ICE}$ ) ve homojenleşme sıcaklığı ( $T_H$ ) gibi özelliklerinin incelenmesi, cevherleşmeleri oluşturan çözeltilerin; tuz bileşimi, tuzluluğu ve sıcaklığı gibi özelliklerinin belirlenmesi planlanmış ancak kesitlerde ölçüm yapılabilir özellikte sıvı kapanımı bulunamadığı için belirtilen incelemeler yapılamamıştır.

## 1.2. İnceleme Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri

Akpınarbeleni (Yıldızeli-Sivas) altın cevherleşmesi, İç Anadolu'da Sivas iline bağlı Yıldızeli ilçesinin 50 km kadar güneybatısında, 1/25 000 ölçekli I36-c1 ve I36-d2 paftaları içinde yer almaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

İnceleme alanı içinde ve çevresinde köy, mahalle ve çiftlik şeklinde 6' ya yakın yerleşim birimi bulunmaktadır. Bölgede yerleşim yeri olarak, başta Akpınarbeleni Köyü, kuzeybatıda Karalar Köyü, güneyde Faraşderesi Köyü, güneybatıda Sıtma Mahallesi ve Akkaya Mahallesi, güneydoğuda Güdül Mahallesi bulunmaktadır. Bölgeye ulaşım, Sivas'tan karayolu ile mümkün olup, ayrıca çeşitli noktalara stabilize yollar, köy yolları ve tren yoluyla ile ulaşım yapılabilmektedir.

Bölge topoğrafik olarak yüksek olup önemli yükseltileri; Yeliboyun T. (1930 m), Kağnıkıran T. (1929 m), Tepesidelik T. (1924 m), Boncukluziyaret T. (1910 m) ve Kızlar T. (1900 m) şeklinde sıralanabilir.

Kuzeydoğudan güneybatıya doğru akan Yayla Deresi ile kuzeybatıdan güneydoğuya doğru akan Kanlı Dere ve bu dereye karışan yaklaşık doğu-batı doğrultulu yan dereler yörenin su boşalım ağını oluşturmaktadır.

İnceleme alanında kışlar çok soğuk ve yoğun kar yağışlı, yazlar ise sıcak ve kurak geçmektedir. Bölge, coğrafik konumu ve iklim koşulları bakımından yıllık tarıma pek uygun olmayıp mera hayvancılığı ve mevsimlik tarım yöre insanlarının başlıca geçim kaynağı durumundadır. Akarsu kenarlarında ve bölgenin değişik yerlerinde gözlenen kavak, meşe ve söğüt ağaçları bölgenin daimi bitki örtüsünü oluşturmaktadır.

İnceleme alanı içindeki altın cevherleşmelerinde çalışan herhangi bir madencilik firması bulunmamaktadır.

### **1.3. Yapılan İncelemeler ve Kullanılan Yöntemler**

Genel bir yayın taraması ve arazi gezisi yapıldıktan sonra, yataklar ile ilgili olarak yapılabilecek incelemeler düşünülmüş, arazi ve laboratuvar olanaklarının elverdiği ölçüde aşağıdaki incelemeler yapılmıştır.

a. İnceleme alanının bölgesel jeoloji içindeki konumu ve önemli jeolojik özellikleri, bölgesel ölçekli çalışmalardan ve yakın sahalarda yapılmış yerel jeolojik incelemelerden yararlanılarak belirlenmeye çalışılmıştır.

b. İnceleme alanı çevresinde yaklaşık 10 km<sup>2</sup>' lik bir sahanın 1/25 000 ölçekli, cevherleşme belirtilerinin gözlemlendiği Tepesidelik Tepe çevresininin 1/5 000 ölçekli olmak üzere jeolojik haritaları yapılmış olup, yöredeki kayaç türleri, stratigrafik dizilimleri ve cevherleşme belirtileri işlenmeye çalışılmıştır.

c. Saha çalışmaları sırasında yüzeyleyen kayaç türlerinin ve cevherleşme belirtilerinin mikroskobik ve kimyasal özelliklerini belirleyebilmek amacıyla gerekli yerlerden, yapılacak incelemelere uygun kayaç ve cevher örnekleri alınmıştır. Kayaç örneklerinde



gözlenen özellikler litolojik birimler, cevher örneklerinde gözlenen özellikler yataklarla ilgili bölümlerde ele alınmıştır.

d. Kayaç türlerinin mikroskobik özelliklerini incelemek ve makroskobik ayırımlarının zor olması nedeniyle tanımlamalarını mikroskobik düzeyde yapabilmek için saha çalışmaları sırasında gerekli görülen yerlerden kayaç örnekleri alınmış, özellikle altın cevherleşmelerinin bulunduğu yerlerden örnek aralıkları sıklaştırılmıştır.

e. İnceleme alanında içinde 150 adet cevher örneği ve 75 adet kayaç örneği alınmıştır. Kayaç örneklerinden 50 adet ince kesit ve 30 adet parlatma bloğu hazırlanarak mineralojik bileşim, mikro yapı-doku gibi petrografik özellikleri incelenmiştir. Alınan cevher örneklerinden 200 adet parlatma bloğu ve 40 adet incekesit hazırlanarak cevherleşmelerin mineralojik bileşimleri, mikro yapı ve doku özellikleri saptanmaya çalışılmıştır.

d. Kayaç örneklerinin petrografik özellikleri hazırlanan ince kesitlerden polarizan mikroskop yöntemleri ile incelenmiştir. Ayrıca kayaç örneklerinde gözlenen opak minerallerin tanımlanabilmesi için hazırlanan parlatma blokları üstten aydınlatmalı mikroskop yöntemiyle incelenmiştir.

e. Cevher örneklerinden parlatma blokları ve ince kesitler hazırlanmış, parlatma blokları üstten aydınlatmalı, ince kesitler ise alttan aydınlatmalı polarizan mikroskop yöntemleriyle incelenerek cevherleşmelerin mineralojik bileşimleri, dokusal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

f. İnceleme alanı içerisinde belirlenen cevher damarlarında eser element zenginleşme durumlarını belirleyebilmek için damar zonları üzerinde; 10 cm genişliğinde ve damar kalınlığı kadar uzunlukta olacak şekilde kanallar açılarak kanal örnekleri alınmıştır.

g. Örneklerin eser element içerikleri, Kanada'da bulunan ALS laboratuvarlarında yapılmış olup Au analizlerinde Au-AA24 kodlu, diğer elementlerin analizinde ise ME-ICP41 kodlu analiz yöntemleri kullanılmıştır.

h. Parlatma bloklarında altın belirlenmiş örneklerden bazıları mikroprob ataçmanlı elektron mikroskop ile incelenerek, örneklerde altının varlığı teyid edilmiştir.

#### 1.4. Önceki Çalışmalar

Bu çalışmanın konusunu oluşturan altın cevherleşmeleri ile ilgili olarak inceleme alanını kapsayan daha önce yapılmış herhangi bir maden jeolojisi amaçlı çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak yöre civarında farklı cevherleşme konularını inceleyen maden jeolojisi amaçlı çalışmalar ve inceleme alanını kısmen veya tamamen içine alan genel jeoloji amaçlı çalışmalar mevcuttur.

Pek çoğu özel amaçlı ve birbirinden uzak yerlerde yapılmış olmalarına karşın, bu çalışmaların bazıları inceleme alanının bölgesel jeolojik konumunu belirleyebilmek ve inceleme alanında tanımlanmış birimlerin oluşumlarını ve yerleşimlerini irdeleyebilmek amacıyla aşağıda tarih sırasına göre özetlenmeye çalışılmıştır.

Pollak (1957), Akdağmadeni yöresinde metamorfik birimler üzerinde yaptığı çalışmada, metamorfik kütlelerin tabandan itibaren kuvarsit, mermer, mika-gnays gibi kayaçlardan oluşan bir “Temel Serisi”, bunun üzerinde uyumsuz olarak bulunan bir “Mermer Serisi” ve en üstte de mika-şist, mika-kuvarsit şeklinde bir “Tavan Serisi” olarak üç seriye ayırtladığını belirtmektedir.

Vache (1963), Akdağmadeni yöresinde metamorfik birimler üzerinde yaptığı çalışmada, temel serinin mezokatazonal koşullar altında bir metamorfizmaya uğradığını, daha sonra bu seri üzerine transgresif olarak gelen orta ve tavan serilerinin epizonal koşullar altında bölgesel bir metamorfizmaya uğradığını belirtmektedir.

Erkan (1975), Akdağmadeni yöresinde metamorfik birimler üzerinde yaptığı çalışmada, metamorfitleerde sillimanit+ortoklaz ve disten+stavrolit topluluklarına dayanarak bölgenin, Kırşehir yöresine göre daha yüksek basınç koşullarının etkili olduğunu belirtmektedir.

Dökmeci (1980), bölgedeki metamorfikleri, Akdağ Metamorfik Grubu olarak adlayarak, Köklüdere Formasyonu (gnays ve şistler) ve Özerözü Formasyonu (genellikle mermer) şeklinde iki formasyona ayırmıştır. Araştırmacı, bu formasyonlar içinde; sillimanitli gnays, biyotitli gnays, granatlı gnays, kuvarslı muskovitli şistler, amfibolitler mermer ve kalkışitler gibi kaya türlerini ayırtlamıştır.

Erkan (1980), bölgede yaptığı çalışmada, saptadığı petrolojik verilere dayanarak bölgedeki metamorfik kayaçları, bazı önceki çalışmalarda olduğu gibi, taban ve tavan serisi olarak ayırmanın ve önce yüksek mertebeli metamorfizmanın sonra da düşük mertebeli ikinci bir metamorfizmanın etkili olduğunu düşünmenin uygun olmadığını,

tek evreli ve yüksek dereceli bölgesel bir metamorfizmanın etkili olduğunu belirtmektedir. Araştırmacı Akdağmadeni güneyinde yer alan metamorfitleerde disten+stavrolit ve sillimanit+ortoklaz parajenezlerine rastlanıldığını, sıcaklık ve basınç koşullarının değişimine oldukça duyarlı olan stavrolit mineralinin düşük dereceli ikincil metamorfizma etkisiyle klorit+serizit agregatına ya da kloritoyide dönüşmesi gerektiğine işaret ederek bu mineralde herhangi bir dönüşümün izlenmediğini belirtmiştir.

Özcan vd., (1980), Akdağmadeni ile Yıldızeli arasındaki yörede, metamorfitleer içinde; gözlü gnays, biyotit-granat gnays, amfibolit, mika-şist, mermer, kuvarsit, kalsilikatik mermer ve masif mermerlerden oluşan bir dizilim izlendiğini, “stavrolit-disten-granat” ve “stavrolit-sillimanit” parajenezlerinin varlığı nedeniyle metamorfizmanın “almanın-amfibolit” fasiyesinde (yüksek ısı ve orta basınç koşullarında) geliştiğini ifade etmişlerdir.

Özer vd., (1980), bölgede yaptıkları çalışmada metamorfitleeri, Akdağmadeni Grubu olarak adlandırmış olup “stavrolit-disten-granat” ve “stavrolit-sillimanit” parajenezlerinin gözlemlendiğini ve metamorfizmanın “almanın-amfibolit” fasiyesinde, yüksek ısı-orta basınç koşullarında geliştiğini belirtmektedir.

Tülümen (1980), inceleme alanı civarında yaptığı çalışmada, bölgedeki metamorfik kayaların 500 °C ve 600 °C sıcaklık aralığında ve en fazla 5 kb basınç altında bölgesel metamorfizma geçirdiklerini belirtmiş ve mineral içeriklerini dikkate alarak muskovit şist ile almanın-biyotit gnays aralığında değişen bir dizi metamorfizma fasiyesleri ayırmıştır.

Ketin (1983), yöre civarında yaptığı çalışmalarda, bölgenin 1/100 000 ölçekli jeoloji haritasında metamorfik birimleri gnays ve mika-şistler ile mermer ve kalk-şistler olarak iki seriye ayırdığını belirtmektedir.

Sağiroğlu (1984), Akdağmadeni metamorfitleerinde yaptığı çalışmada, metamorfitleerin amfibolit, gnays, kuvarslı mikaşist, kalkşist ve mermerlerden oluştuğunu ve amfibolitfasiyesi koşullarında (5 kb basınç ve 620 °C’ den düşük sıcaklık koşullarında) metamorfizma geçirdiklerini, mineralojik bileşimlerine göre amfibolit ve amfibol gnays olarak tanımladığı mafik metamorfitleerin kimyasal bileşimlerinin magmatik kökeni ifade ettiğini belirtmektedir.

Şahin (1991) ve Şahin ve Erkan (1994), Akdağmadeni-Başçatak kesiminde yaptıkları çalışmalarda, metamorfitleerin genel olarak metapelitler, yarı-metapelitler, metapsammitler ve metakarbonatlardan oluşan metasedimanter bir istif niteliğinde olduğunu, “biyotit-granat (almanın)” ve “stavolit+disten ve sillimanit-disten parajenezleri” ile tipik olan iki ayrı metamorfizma zonunun bulunduğunu, orta-yüksek dereceli bölgesel termodinamo metamorfizma koşullarında progresif olarak metamorfizmaya uğradıklarını, üzerleyen kıvrım geometrisi gösterdiklerini ve dört ayrı kıvrımlanma süreci geçirdiklerini, sillimanit+disten mineral topluluğunu içeren metapelitlerde sillimanit+disten dönüşümlerinin gözlenmediğini, bu dönüşümün özellikle anateksi koşullarına ulaşıldığında meydana gelebileceğini ve dolayısıyla incelenen alanda anateksi için gerekli sıcaklık-basınç koşullarının sağlanmadığının sonucuna varılmıştır.

Alpaslan (1993), Akdağmadeni masifinin kuzeydoğusunda Yıldızeli yöresinde, metamorfitleeri “Yıldızeli Metasedimanter Grubu” olarak adlandırmış, alttan üste metapelitik ve migmatitik kayalardan oluşan Aşılık Metamorfiti, kalsilikatik ve metapelitik kayalardan oluşan Fındıcak Metamorfiti, kuvarsitlerden oluşan Pelitlikaya Kuvarsiti ve mermerlerden oluşan Kadıköy Metakarbonatı olmak üzere dört birime ayırmıştır. Araştırmacı, Aşılık Metamorfiti içinde mika-gneys ve sillimanit-mika gneys, Fındıcak Metamorfiti’nde amfibolit, biyotit amfibolit, diyopsit-hornblend gneys, hornblend gneys, sillimanit-mika gneys, sillimanit-disten gneys, mika gneys, granat-disten mikaşist, kalsilikatik gneys ve kalsilikatik mermer türü kayaların yanı sıra retrograd metamorfik etkilerle oluşan mikaşist, mika-kuvars şist, granat-mikaşist, granat-epidot-mikaşist, albit-mikaşist, kalkşist, hornblend-epidot-kalk-şist kayalardan oluştuğunu ve metamorfizma derecesinin amfibolit fasiyesinin sillimanit-ortoklaz zonu ve yeşilşist fasiyesinin biyotit zonu koşullarında gerçekleştiğini, Pelitlikaya Kuvarsiti’nin yer yer breşik dokulu ve şistozite gösteren kuvarsit, granat-kuvarsit ve granat-mika kuvarsit türü kayalardan oluştuğunu, Kadıköy Metakarbonatı’nın ise alt düzeylerinde metapelitik arakatkılar içerdiğini ve üste doğru saf mermerlerden oluştuğunu ve mineral parajenezlerine göre mermer, kuvars-mermer, muskovit-kuvars-mermer, muskovit mermer, tremolit-kuvars mermer, tremolit mermer, diyopsit-kuvars mermer ve diyopsit kuvars mermer türü kayalardan oluştuğunu ifade etmektedir. Ayrıca, araştırmacı bu çalışmasında Kırşehir bloğunun yükselme döneminde gerçekleştiğini savunduğu retrograd metamorfizmanın yaşının K-Ar yöntemi ile belirlendiğini ve Santoniyen-Maestrihtiyen’e karşılık geldiğini belirtmiştir.

Yılmaz vd., (1993), Akdağ Metamorfitleti'ni granitoyidlerle birlikte değerlendirmiş ve Akdağmadeni Litodemi olarak adlamışlardır. Araştırcılar, birim içindeki metamorfitletin yeşil şist ve amfibolit fasiyesinde metamorfizma geçirdiğini, alt kısımlarda metamorfizma derecesinin daha yüksek olduğunu, birimin en azından Maestrihtiyen-Paleosen öncesi yaşlı olması gerektiğini belirtmektedir. Bu araştırcılar, bölgenin güneybatısında “disten-stavrolit” parajenezinin görülmesi nedeniyle metamorfizma sırasında basıncın yüksek olduğunu, yani bölgenin bu kesiminde amfibolit fasiyesinin yüksek basınç tipinin etkin olduğunu, buna karşılık bölgenin doğusunda “sillimanit-stavrolit” parajenezinin varlığı nedeniyle metamorfizma sırasında sıcaklığın daha etkin olduğunu, bu nedenle bölgede ya yüksek basınç bölümünden yüksek ısı bölümüne bir yanıl geçiş veya metamorfizma sürecinde basınç ve sıcaklık koşullarında bir değişikliğin sözkonusu olduğunu düşünmektedirler. Yine bu araştırcılar diğer bir tipik parajenezin silisli karbonat kökenli metamorfitletlerde görüldüğünü ve bu tür metamorfitletlerde diyopsitin çok yaygın olması nedeniyle, metamorfizmanın “almanın-amfibolit” fasiyesinde geliştiğini belirtmektedirler.

Şahin (1999), Akdağmadeni masifinin güneyinde, Çatköy ve Evciler köyleri arasında metamorfitletin alttan üste doğru; metapelitler, semi-metapelitler, metakarbonatlar ve bu litoloji grupları içinde arakatıklar, mercekler halinde bulunan metabazitler olmak üzere dört grup altında incelemiş, metapelitlerin; mika-şist, mika-gnays, sillimanit-mika-şist, granat-stavrolit-disten-mika-gnays ve kuvars-muskovit-şistlerden, semi-metapelitlerin; kalsilikatik gnays ve kalkşistlerden, metakarbonatların; epidot-mermer, tremolit-diyopsit-mermer, epidot-tremolit-mermer, grafit-mermer, monomineralik mermerlerden, metabazitlerin ise; epidot-amfibolit, granat-amfibolit ve amfibolitlerden oluştuğunu belirlemiştir. Belirtilen mineral topluluklarının, deneysel çalışmalarla ortaya konulan oluşum koşulları dikkate alınarak, çalışma alanında yer alan metamorfitletin progresif olarak gelişen dinamo-termal bölgesel metamorfizmanın etkisiyle metamorfizmaya uğradıklarını, metapelitik türevlerde ortaya çıkan deksmineral ve mineral topluluklarının metamorfizmanın 400-700 °C sıcaklık ve 3.5-6.5 kb basınç aralığında progresif olarak geliştiğini işaret ettiğini, semimetapelitik türevler ile metakarbonatlarda saptanan mineral topluluklarının metamorfizmanın progresif gelişimi ile ortaya çıkan ve 350-600 °C sıcaklık aralığında orta-yüksek dereceli metamorfizmayı ifade ettiğini, amfibolit türü litolojilerde rastlanan mineral topluluğunun ise yaklaşık 600 °C sıcaklık ve 6 kb basınç koşullarını yansıttığını belirtmektedir.

Yıldız (1999), Akdağmadeni doğusunda Aşağıçulhalı ve Ortaköy çevresinde yaptığı incelemelerde metamorfiteeri “Akdağmadeni Metasedimanter Grubu” olarak adlandırmış ve alttan üste doğru; 1) Yer yer metabazik arakatkılar içeren pelitik kökenli kayaçlardan oluşan Kulat Deresi Metamorfitei, 2) Kalksilikatik kayaçlardan oluşan Aşağıçulhalı Metamorfitei, 3) Yarı pelitik, yarı karbonatlı kayaların hakim olduğu Karanidere Metamorfitei, 4) Psamitik kökenli kayalardan oluşan Kargasekmez Kuvarsiti ve 5) Bütünüyle mermerlerden oluşan Bozbeldağ Metakarbonatı şeklinde 5 alt birime ayırmıştır. Araştırmacı, Akdağmadeni metasedimanter grubunda bölgesel ve kontakt metamorfizma etkilerinin gözlendiğini, bölgesel metamorfizmanın, yeşilist fasiyesinin klorit-biyotit zonundan (düşük sıcaklık zonu), amfibolit fasiyesinin sillimanit zonuna (yüksek sıcaklık zonu) kadar tek tip, kesintisiz ve progresif olarak geliştiğini, pelitik kökenli kayalarda gözlenen klorit-biyotit-almadin(granat)-stavrolit-disten-sillimanit mineral birlikteliğinin metamorfizma sırasında basıncın yaklaşık sabit kaldığını, sıcaklığın ise arttığını gösterdiğini, stavrolit+disten ve disten+sillimanit mineral parajenezinin metamorfizmanın Barrovian Tipi “Orta basınç/yüksek sıcaklık” karakterinde geliştiğine işaret ettiğini, kontakt metamorfik kayalarda belirlenen grossular+diyopsitmineral parajenezinin kontak metamorfizmanın “piroksen hornfels fasiyesi” koşullarında geliştiğini belirtmektedir.

Tüm çalışmalarda metamorfiteerin Paleozoyik yaşlı oldukları düşünölmekte olup Yılmaz vd., (1993) metamorfiteerin en azından Maastrichtiyen-Paleosen öncesi yaşlı olması gerektiğini belirtmektedir.

## 2. GENEL JEOLJİK ÖZELLİKLER

### 2.1. Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanı, Türkiye'nin tektonik birlikleri sınıflamasında Ketin (1966) tarafından "Anatolidler", Okay ve Tüysüz (1999)'ün Türkiye tektonik birliklerini irdeleyen çalışmasına göre ise inceleme alanı, Ankara-Erzincan Kenet Zonu'nun güneyinde, Kırşehir Masifi'nin ise doğu ucunda yer almaktadır (Şekil 2.1).

İnceleme alanı, değişik araştırmalarda; Orta Anadolu Kristalin Masifi, Kırşehir Masifi, Akdağmadeni Masifi, Akdağmadeni Litodemi şeklinde adlanmış, metamorfik ve magmatik kayalardan oluşan bir jeolojik temel üzerinde yer almaktadır. Bu temel kayalar, kuzeyde İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu, batıda Tuzgölü Fayı, doğuda ise Ecemiş Fay Zonu ile sınırlanan, köşeleri Sulakyurt, Sivas ve Ulukışla'da olan kabaca üçgen biçimli bir blok halinde yüzeylemekte olup levha tektoniği terminolojisi açısından ise Kırşehir Masifi, Kırşehir Bloğu veya Kırşehir Mikrolevhası olarak adlandırılmaktadır. Bu masifin kuzey kenarı boyunca İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu'na ait ofiyolitler tektonik olarak yerleşmişlerdir. Batıda ve güneybatıda Tersiyer yaşlı Tuzgölü havzası çökelleri, güneyde ve güneydoğuda Tersiyer yaşlı volkanitler, doğuda ise Tersiyer yaşlı Sivas havzası çökelleriyle sınırlanmıştır.

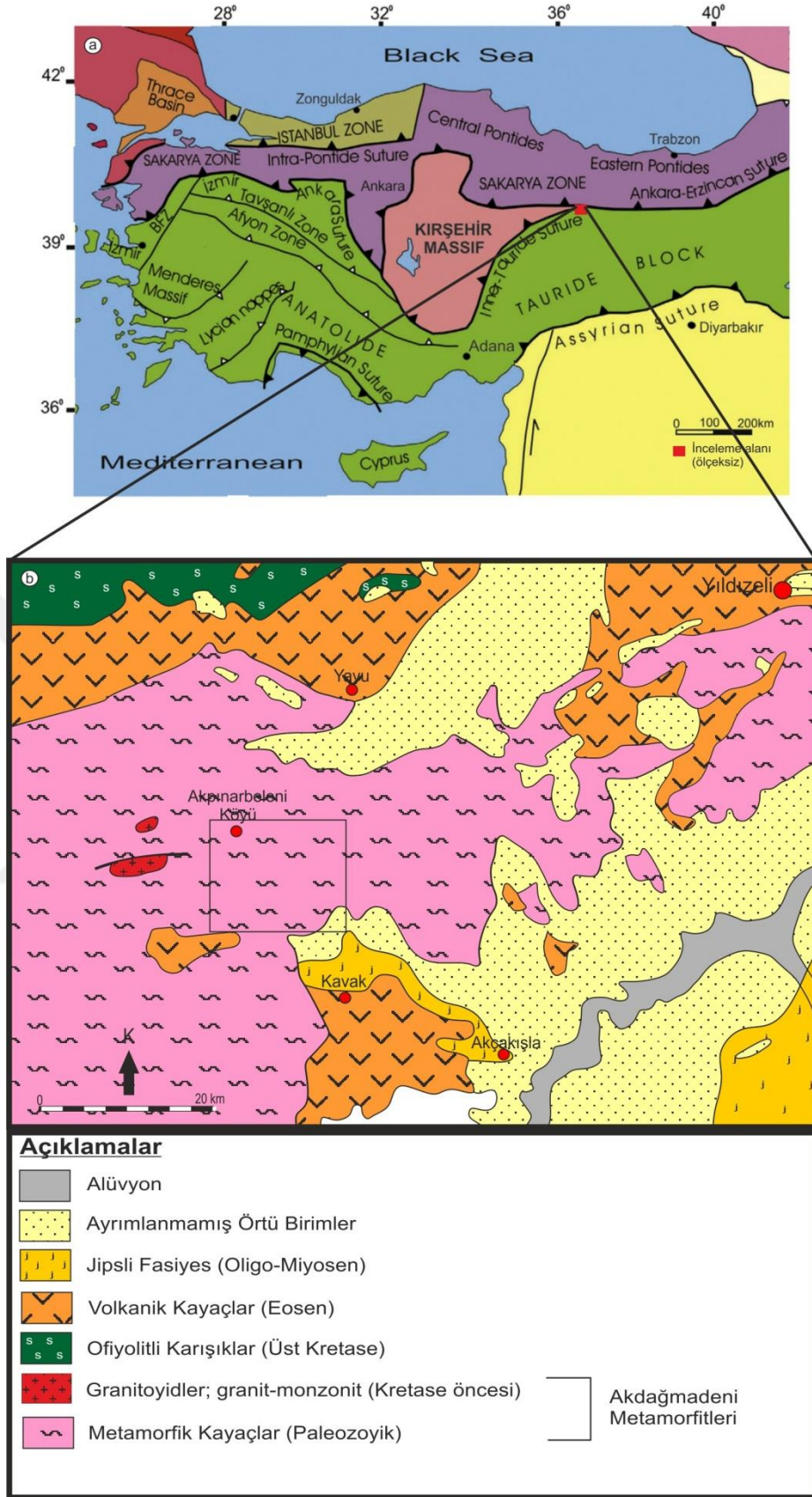
Bölgenin jeolojik evriminde; Tetis'in güney ve kuzey kolu arasında blok şeklinde yer alan masife ait kayaların bu iki kolun kapanması sırasında bölge jeolojisinin şekillenmesinde önemli rol oynadığı görülmektedir. Konu ile ilgili olarak; Şengör ve Yılmaz (1981), Bozkır ofiyolitik napının yerleşimi ve Anadolu fazında Orta Anadolu kristalen masifinin iç dilimlenmeye uğramasının, masifte kısmi kabuksal ergimelere neden olduğunu ve bu kısmi ergimenin granitik plütonizmayı geliştirdiğini belirtmişlerdir. Seymen (1982) ve Görür vd., (1984) ise, İç Toros Okyanusu'nun doğuya Orta Anadolu masifinin altına dalması sonucu And tipi kıtasal yay magmatikleri ile temsil edilen bir granitoyid kuşağı oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Bölgedeki granitoyidler üzerinde yapılmış petrojenez çalışmalarında, magmatik faaliyetlerin çarpışmanın doğrudan veya dolaylı ürünü olduğu ifade edilmektedir (Erler vd. 1991, Göncüoğlu vd., 1991, 1993, Akıman vd., 1993, Güleç 1994, Erler ve Bayhan 1995, Güleç vd., 1996, Güleç ve Kadioğlu 1998, Boztuğ 1998 ve Yalınız vd., 1999, Boztuğ 2000).

İnceleme alanı çevresinde; Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaların, Üst Kretase yaşlı ofiyolitli karışıkların, Eosen yaşlı volkanik ve volkano-sedimanter kayaların, Oligo-Miyosen yaşlı jipsli sedimanter birimlerin, ayrımlanmamış örtü birimlerinin ve Kuvaterner yaşlı alüvyonların yüzelediği görülmektedir (Şekil 2.1). Belirtilen birimler, farklı araştırmacılarca farklı isimlerle adlandırılmışlardır (Şekil 2.2).

Bölgedeki metamorfik kayalar, Akdağmadeni Metamorfileri olarak bilinmekte olup çeşitli araştırmalarda; Akdağ Metamorfik Grubu (Dökmeci, 1980), Akdağmadeni Grubu (Özer vd., 1980), Akdağmadeni Litodemi (Yılmaz vd., 1993) ve Yıldızeli Metasedimanter Grubu (Alpaslan, 1993 ve Alpaslan ve Boztuğ, 1997) şeklinde adlamalar yapılmıştır. Ayrıca daha geniş alanlı bazı çalışmalarda; Orta Anadolu Masifi (Erkan, 1980), Kırşehir Masifi (Seymen, 1982), Kırşehir Kompleksi (Lünel, 1985), Orta Anadolu Kristalin Kompleksi (Göncüoğlu, 1991, 1992 ve Göncüoğlu vd., 1993) gibi değişik isimlerle adlanan Kırşehir Masifi Metamorfileri'nin devamı olarak düşünülmüştür. Yaygın kullanılan bir adlama olması nedeniyle bu çalışmada, Akdağmadeni Metamorfileri adlaması tercih edilmiştir. Bu metamorfiter, bölgenin değişik yerlerinde; gnays, amfibolit, şist ardaşımı, şist ve mermer ardaşımı, mermer ve kuvarsit gibi kayalardan oluşmaktadır. İnceleme alanı ve yakın çevresindeki Akdağmadeni Metamorfileri içinde; metasedimanter (fillit, şist ve gnays) kayaların, metabazitik kayaların, kalkşistlerin ve mermerlerin, doğu kesimlerinde ise kuvarsitlerin varlığı belirlenmiştir. Ayrıca yer yer birimi kesen kuvars damarları yaygın olarak izlenmektedir. Değişik araştırmalarda saptanan mineral parajenezleri metamorfizma derecesinin yeşilşist ve amfibolit fasiyeslerinde, genellikle yüksek ısı-orta basınç koşullarında olduğuna işaret etmektedir (Erkan, 1975 ve 1980; Özer vd., 1980; Dökmeci, 1980; Özcan vd., 1980; Tülümen, 1980; Sağıroğlu, 1984c; Şahin, 1991 ve Yılmaz vd., 1995).

Granitoidler, gabro, granit, siyenit, monzonit, tonalit gibi derinlik kayaları ile asidik dayklardan oluşmakta olup Akdağmadeni Metamorfileri içine sokulum yapmaktadırlar. Genellikle, Akdağmadeni Metamorfiterinden genç oldukları düşünülmele birlikte Yılmaz vd., (1995) Akdağ Metamorfileri ile birlikte Akdağmadeni Litodemi içinde değerlendirmişlerdir.





**Şekil 2.1.** İnceleme alanının Türkiye'nin tektonik birlikleri haritası (Okay ve Tüysüz, 1999) üzerindeki konumu (a) ve bölgesel jeoloji haritası (b) (MTA, 2002; 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası'ndan).



Ofiyolitik kayalar, bölgenin kuzey kesiminde yaklaşık olarak D-B doğrultulu bir zon halinde yayılım göstermektedir. Bu birim inceleme alanı içinde gözlenmemekte olup inceleme alanının yaklaşık 25 km kadar kuzeyinde yüzeylenmektedir. Birim çeşitli araştırmalarda; Tekelidağ Karışığı (Yılmaz, 1980) ve Kılıçlı Olistostromu (Yılmaz, 1983) adlamaları ile literatüre geçmiş ve Üst Kretase yerleşim yaşlı oldukları kabul edilmiştir. Bu birim; serpantinleşmiş peridotidler, gabrolar, az miktarda diyabaz daykları ve yastık yapılı bazaltlar ile epi-ofiyolitik malzemelerden oluşmaktadır.

Bu birimler, bölgenin değişik kesimlerinde, Eosen ve sonrası yaşlı; volkanik, volkano-sedimanter ve sedimanter birimler tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. İnceleme alanı yakın çevresinde bu birimlerden; Tokuş Formasyonu (Susuzdağ Üyesi; çakıltaşı, çakıllı kumtaşı ve kumtaşı, Asar Üyesi; neritik kireçtaşı, Banaz Üyesi; kumtaşı, kıltaşı ve şeyl araldanması), Kalatepe Volkanitleri (yastık yapılı bazaltik lavlar ve piroklastik kayalar), İncesu Formasyonu (Derindere Üyesi; akarsu oluşukları, Aydoğmuş Üyesi; göl-akarsu oluşukları, Porsuk Üyesi; göl kireçtaşları) yüzeylenmektedir (Yılmaz vd., 1995 ve 1997).

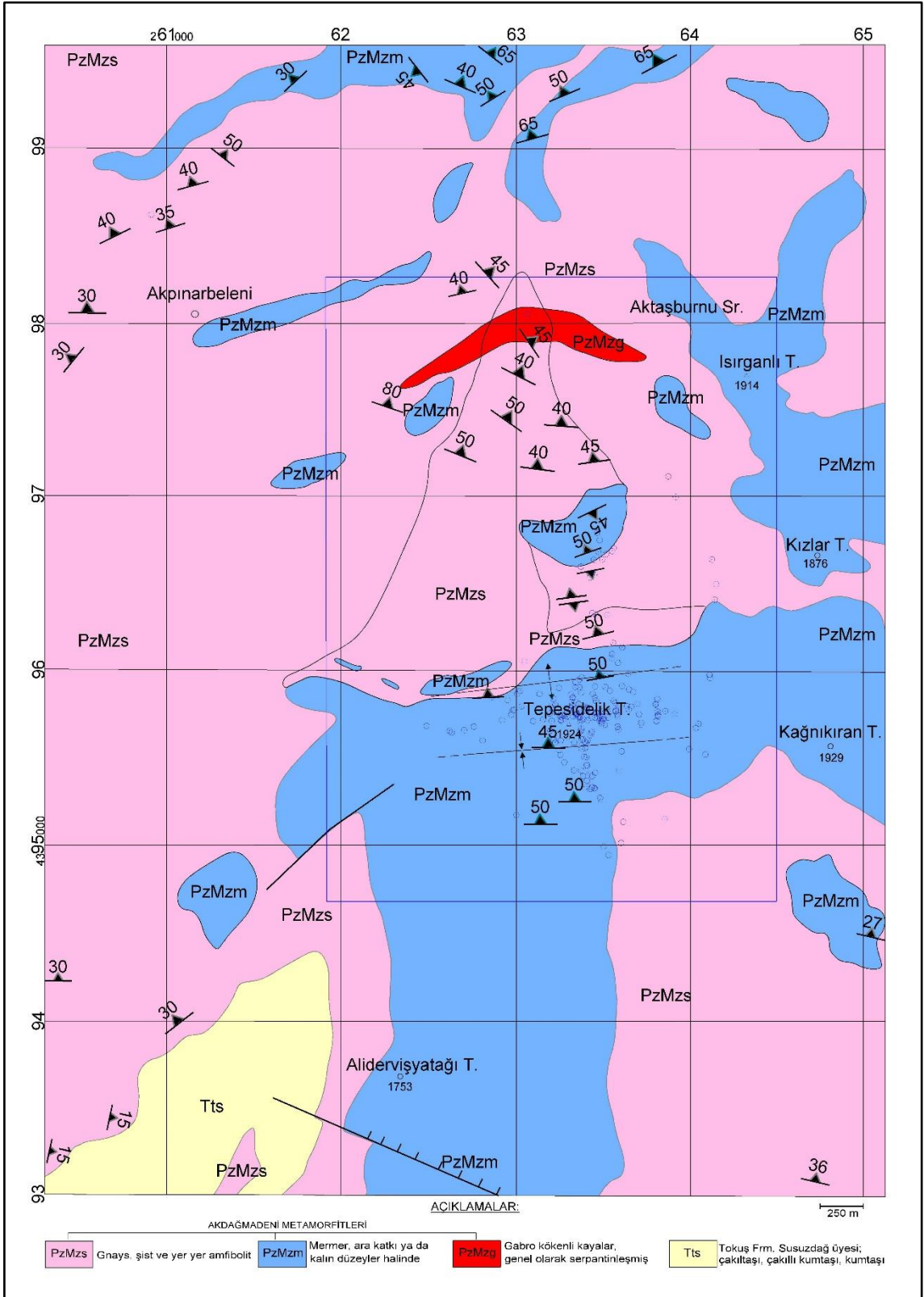
## **2.2. Yerel Jeoloji**

İnceleme alanı içerisinde, Akdağmadeni Metamorfite'ne ait şistler ve mermerler ile örtü birimlerinden Tokuş Formasyonu yüzeylenmektedir (Şekil 2.3). Bu birimlerin anlatımı alt başlıklar halinde sıralanmıştır.

### **2.2.1. Akdağmadeni Metamorfite'leri**

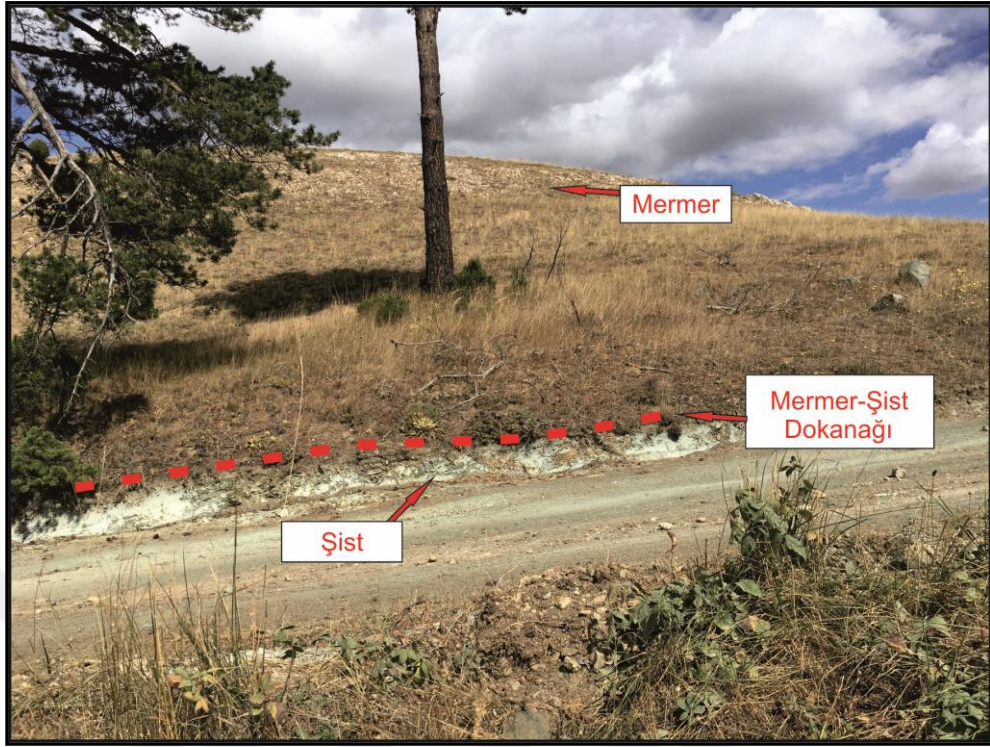
İnceleme alanının içinde ve yakın çevresinde, Akdağmadeni metamorfite'lerine ait şistler ve mermerler yüzeylenmektedir. Yerel olarak bu şistler ve mermerler Akpınarbeleni şistleri ve Tepesidelik Tepe mermerleri şeklinde adlanmışlardır. Akpınarbeleni şistleri alt seviyelerde, Tepesidelik Tepe mermerleri ise üst seviyelerde gözlenmektedir (Şekil 2.4).

Akpınarbeleni şistleri, üzerlerinde bulunan mermerlerin derince aşındığı dere yatakları boyunca; Akpınarbeleni Köyü çevresinde, inceleme alanının kuzeyinde Sukavuşumu Dere civarında, doğusunda Deveyiye Dere civarında ve güneyinde ise Dereyayla Dere civarında yüzeylenmektedir. Alt seviyelerinde, şistozite düzlemleri çok iyi gelişmiş şistler hakim iken üst seviyelerine doğru fillitler (kolay dağılan) ve kalkışistler gözlenmektedir (Şekil 2.5).



Şekil 2.3. İnceleme alanı çevresinin jeoloji haritası.





**Şekil 2.4.** Alt seviyelerde gözlenen Akpınarbeleni şistleri ve üst seviyelerde gözlenen Tepesidelik Tepe mermerleri (Tepesidelik Tepe batısı).



**Şekil 2.5.** Akpınarbeleni şistlerinde iyi gelişmiş şistozite düzlemleri (Akpınarbeleni Köyü girişi, batıya bakış).

İnceleme alanının kuzeydoğu kesiminde (Isırganlı Pınarı Dere içinde), şistler içinde metabazit (PzMzg) mercikleri, doğuda (inceleme alanı dışında) ise şistlerle yanal geçişli olarak kuvarsitler (PzMzk) yüzeylemektedir. Şistlerde yer yer küçük boyutlu kıvrımlar da gelişmiştir.

Tepesidelik Tepe mermerleri, inceleme alanının yüksek seviyelerinde izlenmektedir. Genellikle, grimsi kirli beyaz renkli, masif, bol kırıklı ve çatlaklı mostralarda halinde yüzeylemektedirler (Şekil 2.6). Yer yer kırık ve çatlaklar boyunca ve çözünme boşlukları içinde sarı-kırmızı renkli limonit ve hematit içeren dolgular gözlenmektedir (Şekil 2.7).

Belirtilen birimler inceleme alanının güneyinde Tersiyer yaşlı Tokuş Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

Akpınarbeleni şistlerinin değişik kesimlerinden alınmış örneklerden hazırlanmış incekesitlerde; kuvars-mika şist, kuvars-amfibol şist, kuvars-klorit şist ve kalkışist bileşimlerine sahip oldukları belirlenmiştir.

Kuvars-mika şistler, kuvars+muskovit+biyotit+plajiyoklaz+klorit+opak mineral topluluğundan oluşmaktadır. Genelde yönlenmenin belirgin olduğu lepidoblastik dokuya sahiptir (Şekil 2.8).

Kuvars-amfibolşist genelde nematoblastik dokuya sahip olup, başlıca kuvars+hornblend (arfvedsonit)+kalsit+epidotlardan oluşmaktadır (Şekil 2.9, 2.10 ve 2.11). Magnezyumlu kloritler, amfibollerden itibaren büyümüştür. Yönlenme az gözlenmektedir.

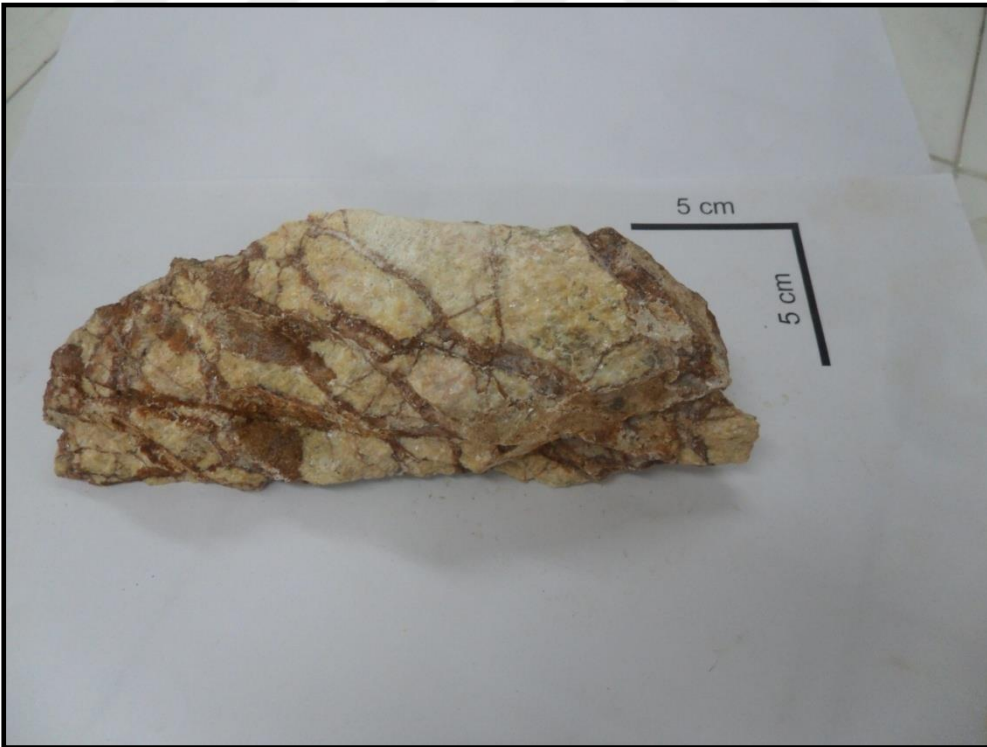
Kuvars-klorit şist genelde lepidogranoblastik dokuya sahiptir. Bu dokunun bileşenlerini kuvars+klorit+kalsit+apatit+zirkon+opak mineral oluşturmaktadır. Kalsitler bağlayıcı olarak gözlenmiştir. Şistoziteyi klorit mineralleri oluşturmaktadır (Şekil 2.12 ve 2.13).

Kalkışistlerin mikroskobik incelemesi sonucunda kayacın başlıca kalsit, kuvars ve epidot minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir. Kalkışistler genellikle grift dokuya sahip olup, bazı incekesitlerde şistozite düzlemlerini farklı yönlerde kesecek şekilde çatlak sistemleri gelişmiş ve bu çatlaklarda ikincil kalsit dolguları gözlenmiştir (Şekil 2.14).



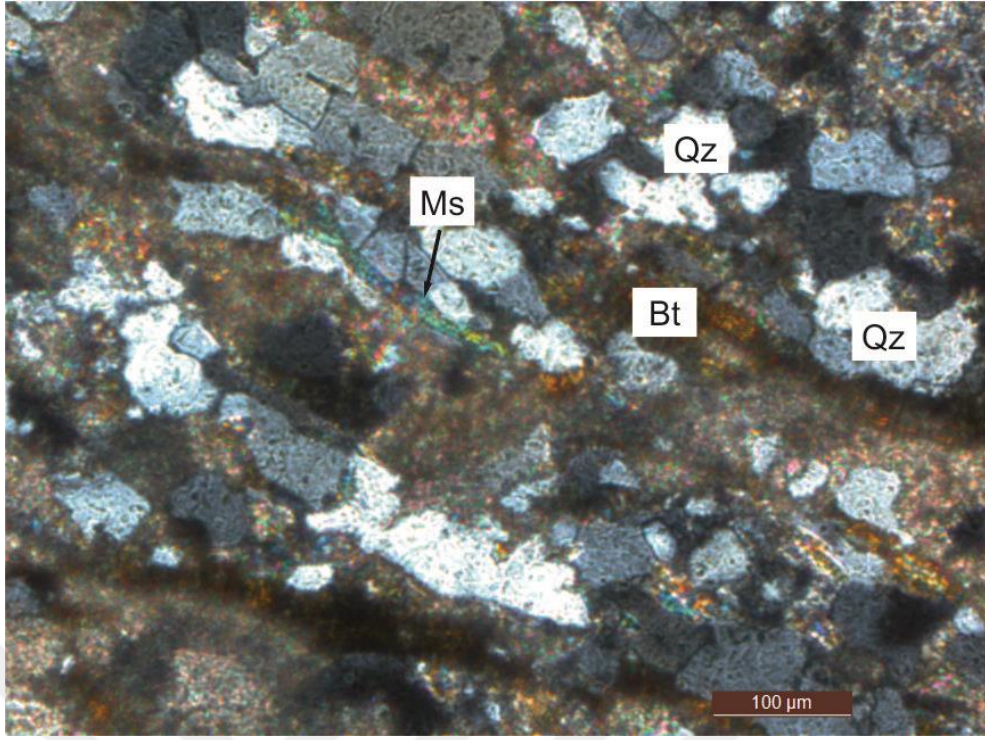


**Şekil 2.6.** Tepesidelik Tepe mermerlerinin masif ve bol kırıklı çatlaklı yüzlekleri.

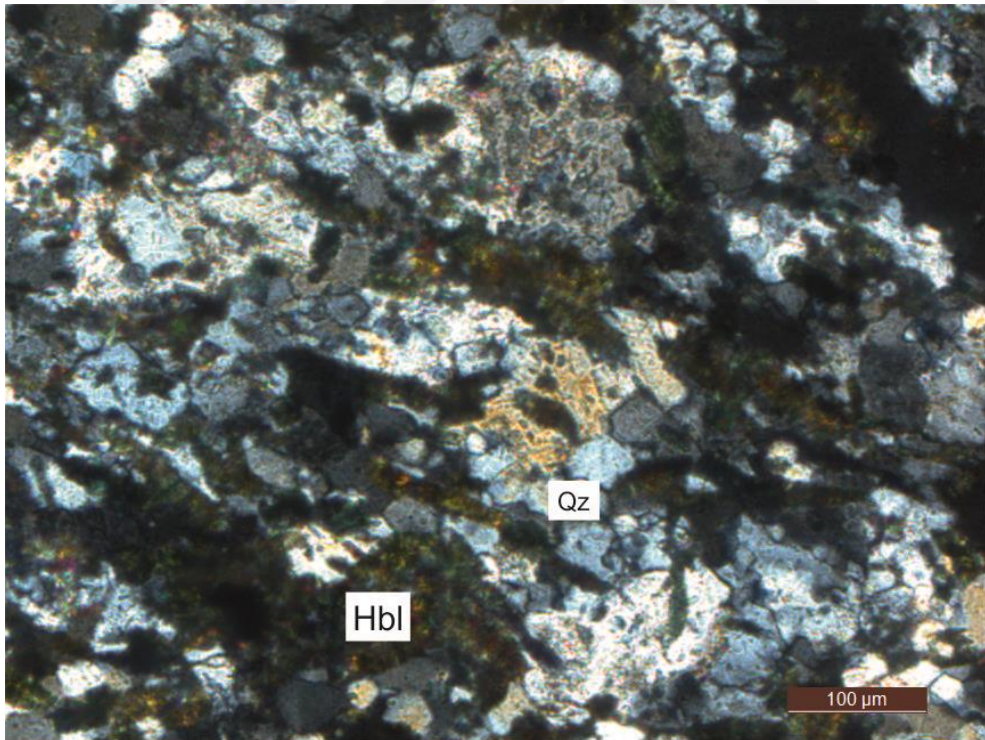


**Şekil 2.7.** Mermerlerin çatlak ve boşluklarında gözlenen limonitik dolgular (AB-86 nolu gözlem noktası).



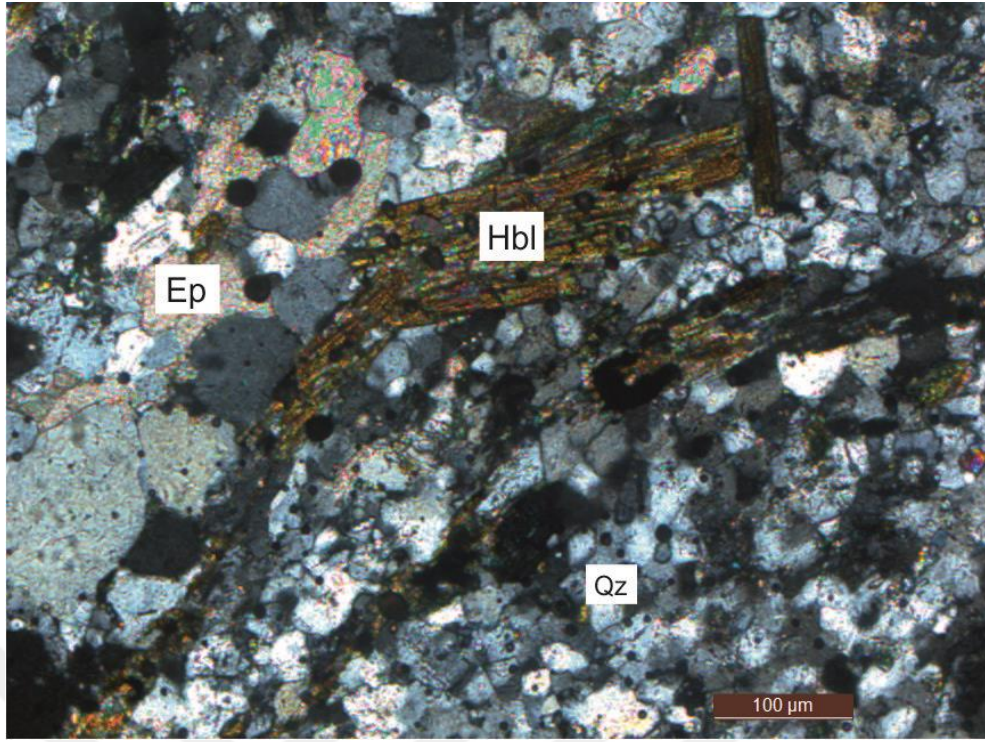


**Şekil 2.8.** Kuvars-mika şistlerde gözlenen kuvars (Qz), biyotit (Bt), muskovit (Ms) ve yönelmenin belirgin olduğu lepidoblastik doku (Örnek No: AB-167, ÇN).

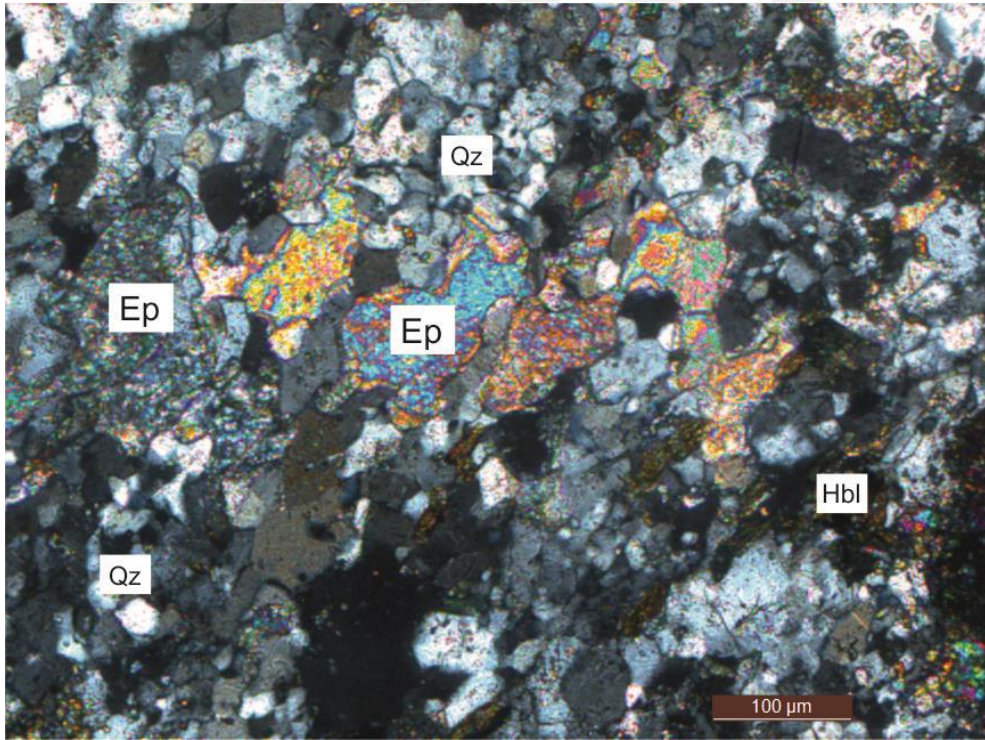


**Şekil 2.9. a-b:** Kuvars-amfibol şistlerde gözlenen şistozite düzlemi, hornblend (Hbl), kuvars (Qz)(Örnek No: AB-161, ÇN).



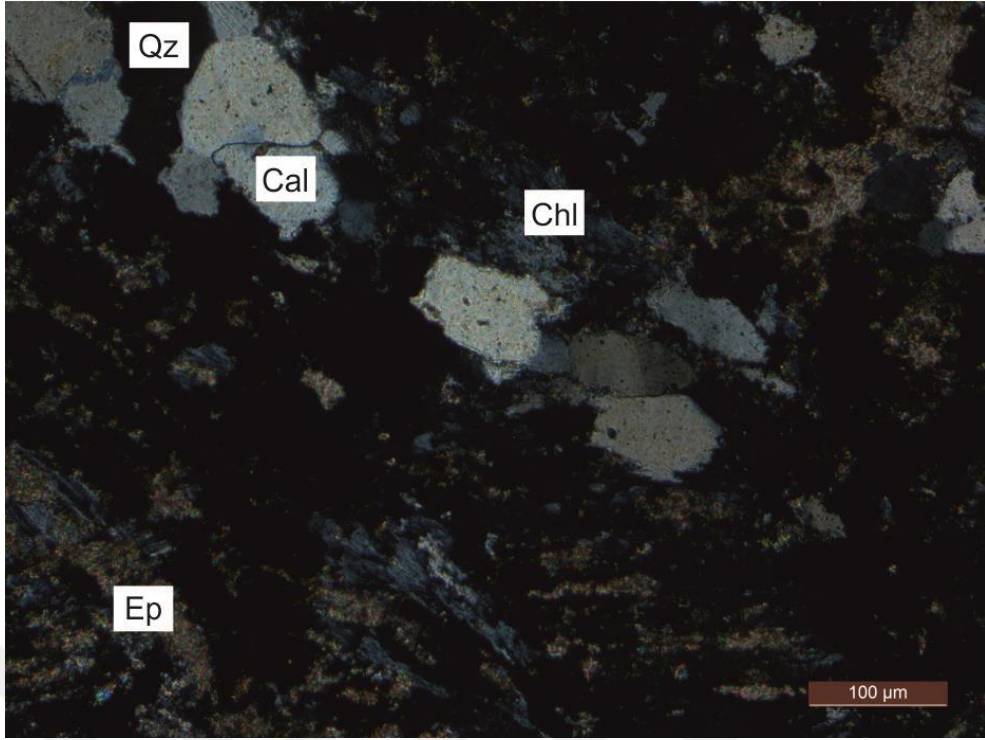


**Şekil 2.10.** Kuvars-amfibol şistlerde gözlenen kuvars (Qz), hornblend (arfvedsonit) (Hbl) ve epidotlar (Ep) (Örnek No: AB-161, ÇN).

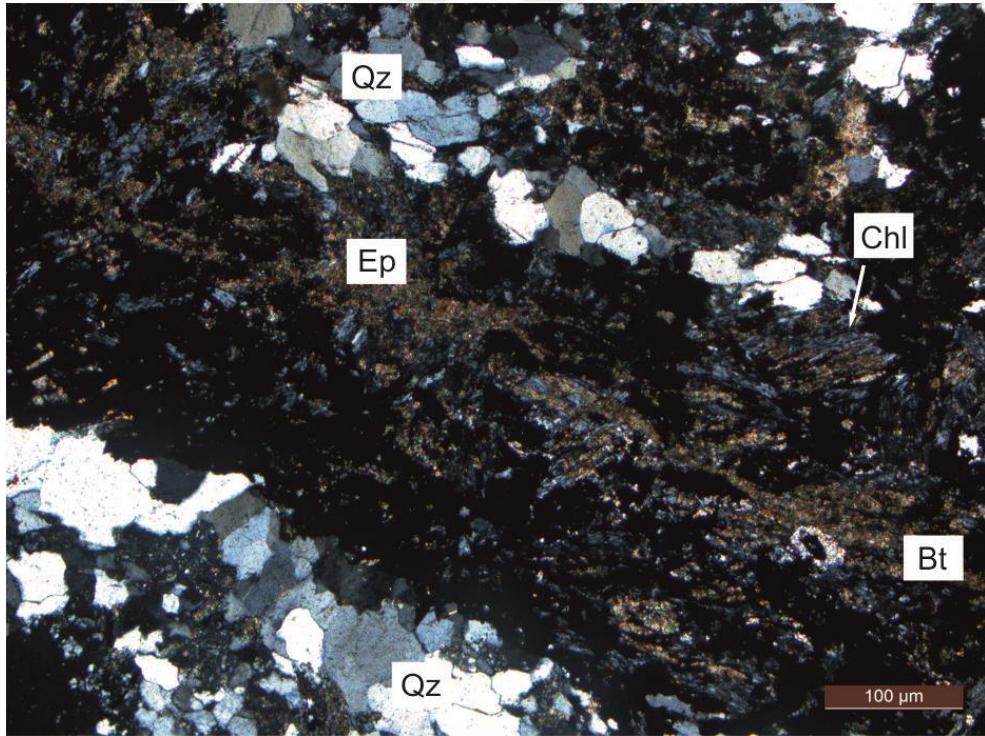


**Şekil 2.11.** Kuvars-amfibol şistlerde gözlenen nematoblastik doku, Hbl: hornblend, Ep: epidot, Qz: kuvars (Örnek No: AB-161, ÇN).

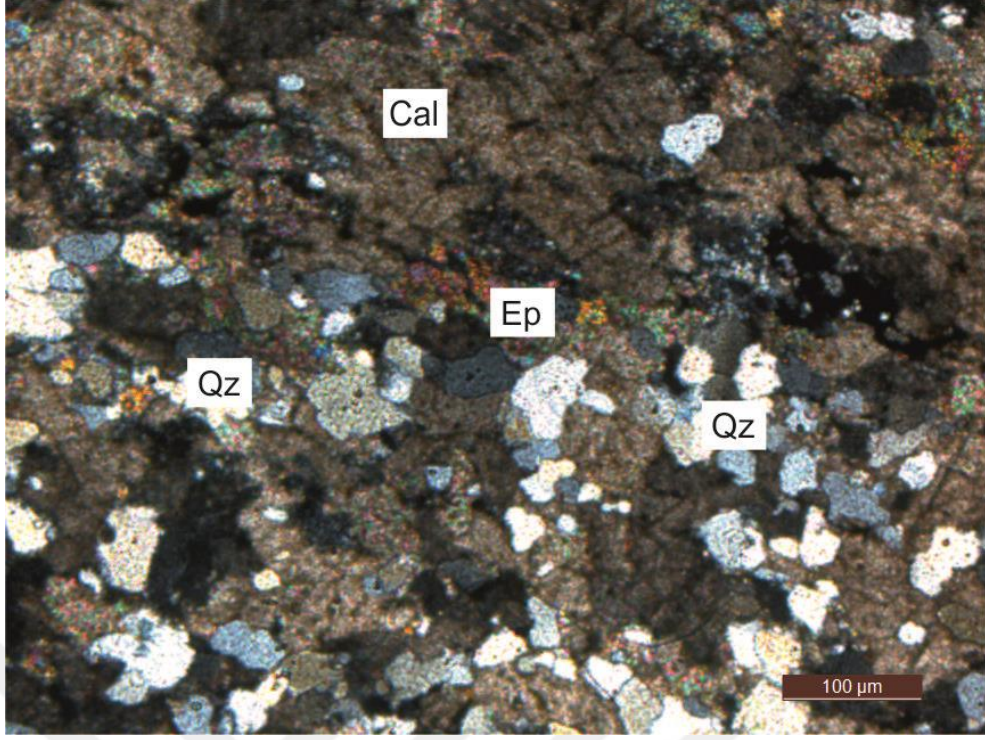




Şekil 2.12. Kuvars-klorit şistlerde gözlenen kuvars (Qz), klorit (Chl), epidot (Ep) ve kalsitler (Cal) (Örnek No: AB-117, ÇN).



Şekil 2.13. Kuvars-klorit şistlerde gözlenen şistozite düzlemi, Qz: kuvars, Ep: epidot, Bt: biyotit, Chl: klorit (Örnek No: AB-117, ÇN).



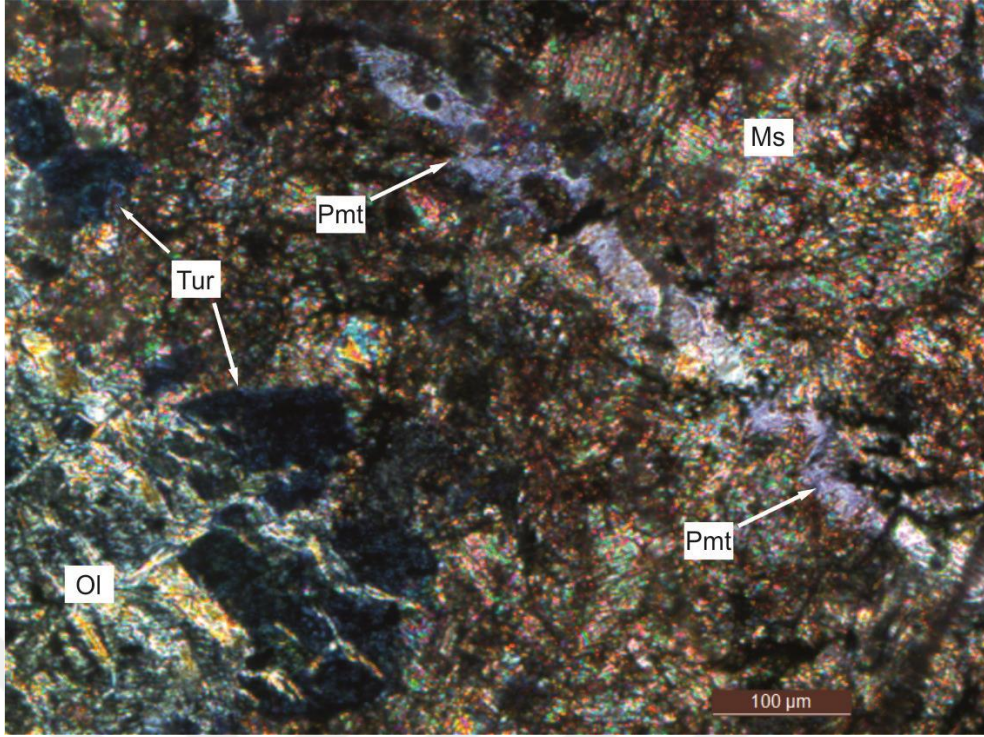
**Şekil 2.14.** Kalkşistlerde gözlenen kalsit (Cal), kuvars (Qz) ve epidotlar (Ep) (Örnek No: AB-36, ÇN).

Metaserpantinitler genelde lepidoblastik dokuya sahip olup minerolojik bileşenlerini olivin+turmalin+piyemontit+muskovit+ojit+enstantit ve opak mineraller oluşturmaktadır (Şekil 2.15). Opak minerallerde yaygın muskovit gelişimi gözlenmiştir. Saat dokusu gösteren serpantinler şerit, levhamsı, az olarak da lifsi yapıda gözlenmektedir. İnce kesit örneklerinde yoğun serpantinleşme, muskovitleşme ve opaklaşma izlenmiştir (Şekil 2.16).

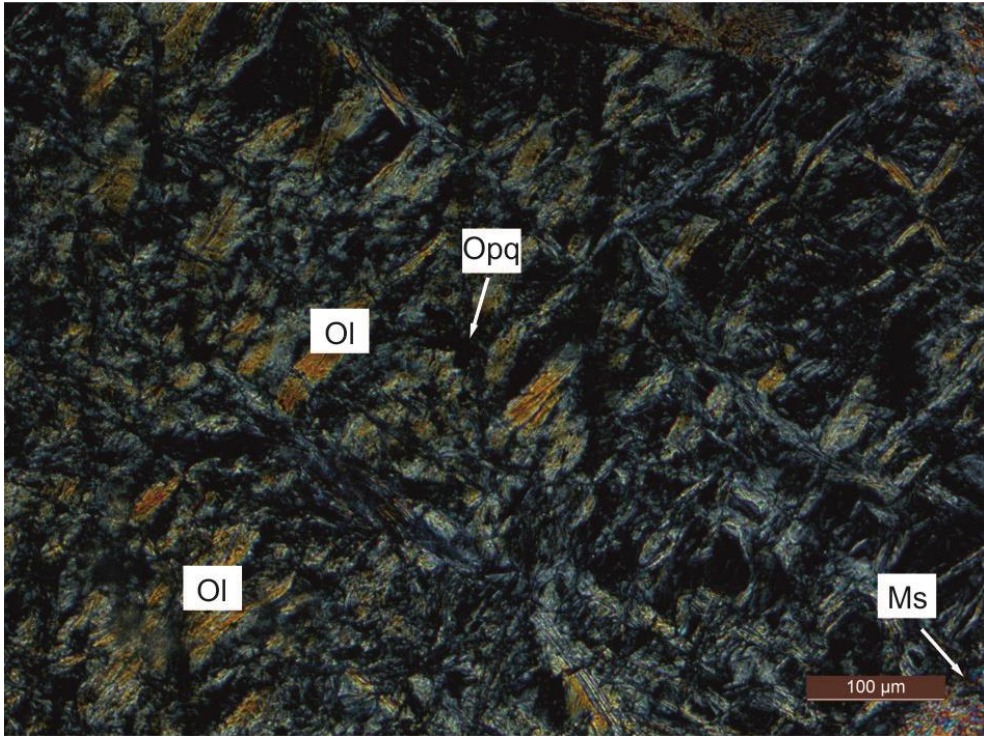
Tepesidelik Tepe mermerlerinden hazırlanmış ince kesitlerde; genellikle granoblastik dokuya sahip oldukları, kalsit kristallerinin hakim olduğu ve yer yer bantlar halinde kuvars kristallerinin bollaştığı, zirkon+apatit+muskovit+biyotitlerin ise tali bileşenler halinde bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 2.17, 2.18). Ayrıca, incekesitlerde de kılcal çatlaklar boyunca ve kristaller arası boşluklarda bol miktarda demiroksit oluşumlarının olduğu gözlenmiştir (Şekil 2.19).

Yukarıda açıklanan özellikleri ile inceleme alanı içindeki şistlerin inceleme alanı batısında Yıldız (1999) tarafından tanımlanmış Aşağıçulhalı Metamorfileri'ne ve inceleme alanı doğusunda Alpaslan (1993) tarafından tanımlanmış Fındıcak Metamorfileri'ne benzerlik gösterdiği (eşdeğer olduğu), mermerler ise aynı araştırmacılar tarafından tanımlanmış Bozbeldağ Metakarbonatları'na ve Kadıköy Metakarbonatı ile eşleştirilebilir.



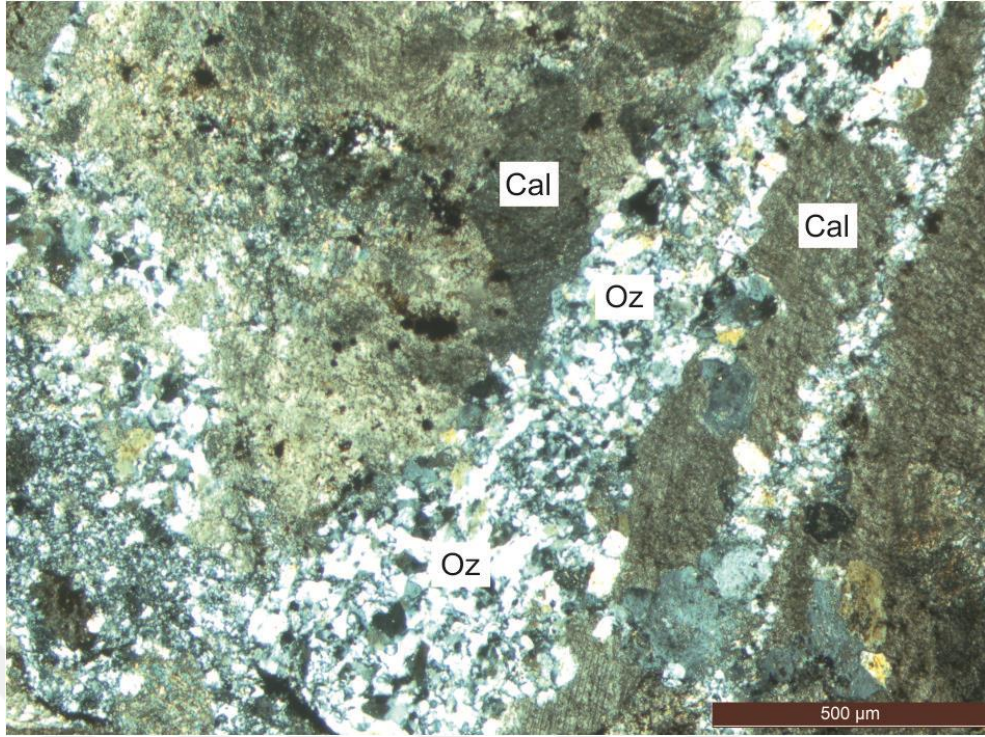


**Şekil 2.15.** Metaserpantinitle de gözlenen olivin (Ol), turmalin (Tur), piyemontit (Pmt) ve muskovitler (Ms) (Örnek No: AB-175, ÇN).

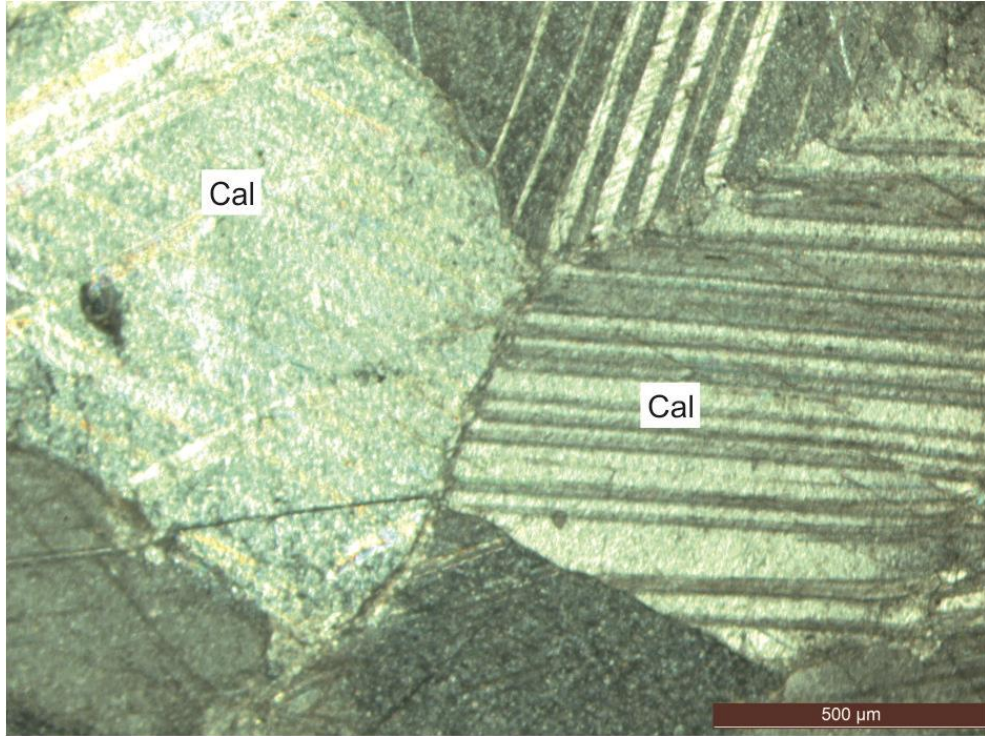


**Şekil 2.16.** Metaserpantinitle de gözlenen yoğun serpantinleşme ve olivin (Ol), muskovit (Ms) ve opak mineraller (Opq) (Örnek No: AB-38, ÇN).



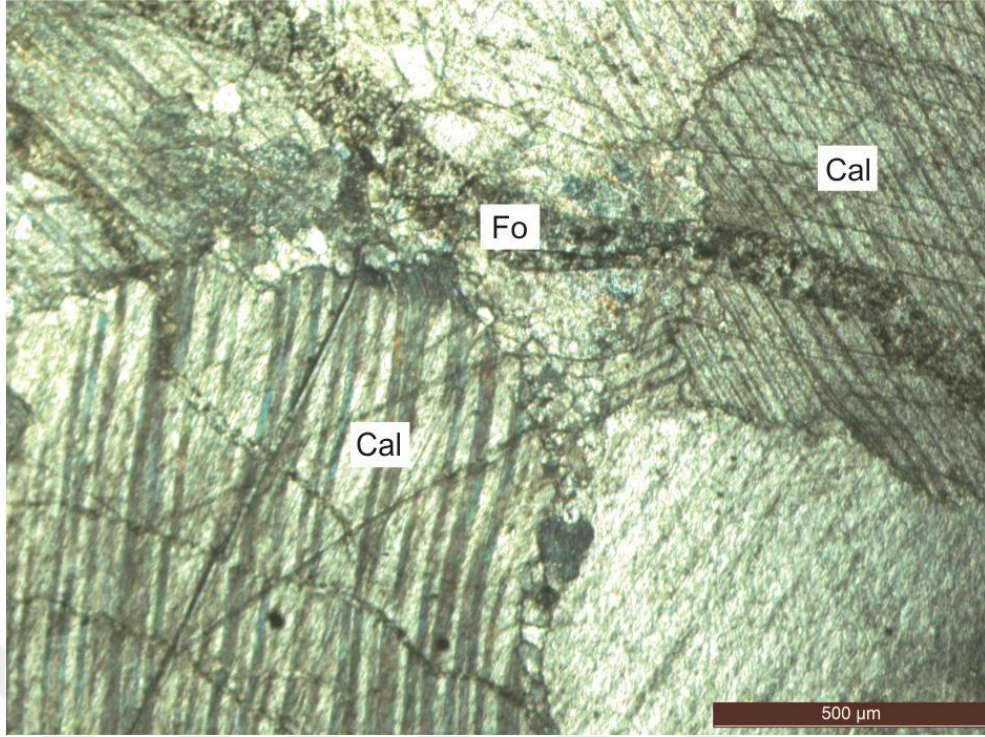


**Şekil 2.17.** Akdağmadeni mermerlerinde gözlenen granoblastik doku ve kalsit (Cal) ve kuvarslar (Qz) (Örnek No: AB-96c, ÇN).



**Şekil 2.18.** Akdağmadeni mermerlerinde (rekristalize kireçtaşı) gözlenen kalsit kristalleri (Cal) birbirine 120 °'lik köşe açılarıyla birleşmektedir (Örnek No: AB-174, ÇN).





**Şekil 2.19.** Akdağmadeni mermerlerinde gözlenen kalsitlerde (Cal) gelişen polisentetik ikizlenme. Ayrıca çatlaklarda bol miktarda demiroksit (Fo) oluşumları gelişmiştir (Örnek No: AB-37, ÇN).

### 2.2.2. Örtü Birimleri

İnceleme alanı yakın çevresinde (güney kesimlerinde) Yılmaz vd., (1995) tarafından tanımlanmış Tokuş Formasyonu'na ait Susuzdağ Üyesi yüzeylemekte olup, birim konglomera, kumtaşı ve şeyllerden oluşmaktadır.

İnceleme alanında tanımlanan birimlere ait tüm kaya türlerinin çakıllarını içeren, akarsu yatak ve kenarında yer alan pekişmemiş, serbest taneli çökeller alüvyon olarak tanımlanmıştır.

### 2.3. Tektonik

Çalışma alanında genel olarak Kuzey-Güney yönlü sıkışma mevcuttur. Bunun sonucunda antiklinal ve senklinaller oluşmuştur. İnceleme alanı D-B eksen doğrultulu bir antiklinal üzerinde bulunmakta olup birbirine paralel birkaç tane küçük antiklinal ve senklinal belirlenmiştir. Çalışma alanının güneyinde olası bir bindirme fayı mevcuttur. Ayrıca, ana sıkışmaya verev olarak makaslama gerilmesi sonucu küçük doğrultu atımlı faylar oluşmuştur.

Ölçülmüş şistozite düzlemleri genellikle 75-105° (K75D-K75B) arasında doğrultulu olup 30-50° ile kuzeye ve güneye eğimlidirler.

Sonraki bölümde anlatılacak olan cevher damar ve damarcıklarının bağlı oldukları fayların, kırık ve çatlakların doğrultuları K40°B ve K10°D arasında değişmekte olup 75-85° KD ve GD yönlerinde eğimlidirler.



### 3. MADEN JEOLJİSİ

#### 3.1. Cevherleşme Belirtileri ve Makroskobik Özellikleri

İnceleme alanı içinde, Tepesidelik Tepe civarında, Akdağmadeni Metamorfitlelerine ait mermerler içinde, faylar boyunca damarlar ve kılcal çatlaklar boyunca damarcıklar halinde cevherleşme belirtileri gözlenmektedir. Cevher damar ve damarcıklarının bağlı oldukları fayların, kırık ve çatlakların doğrultuları  $K40^{\circ}B$  ve  $K10^{\circ}D$  arasında değişmektedir. Bu faylar içinde, birbirine paralel 11 adet cevher damarı saptanmış ve D-1 ile D-11 şeklinde numaralanmışlardır (Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3).

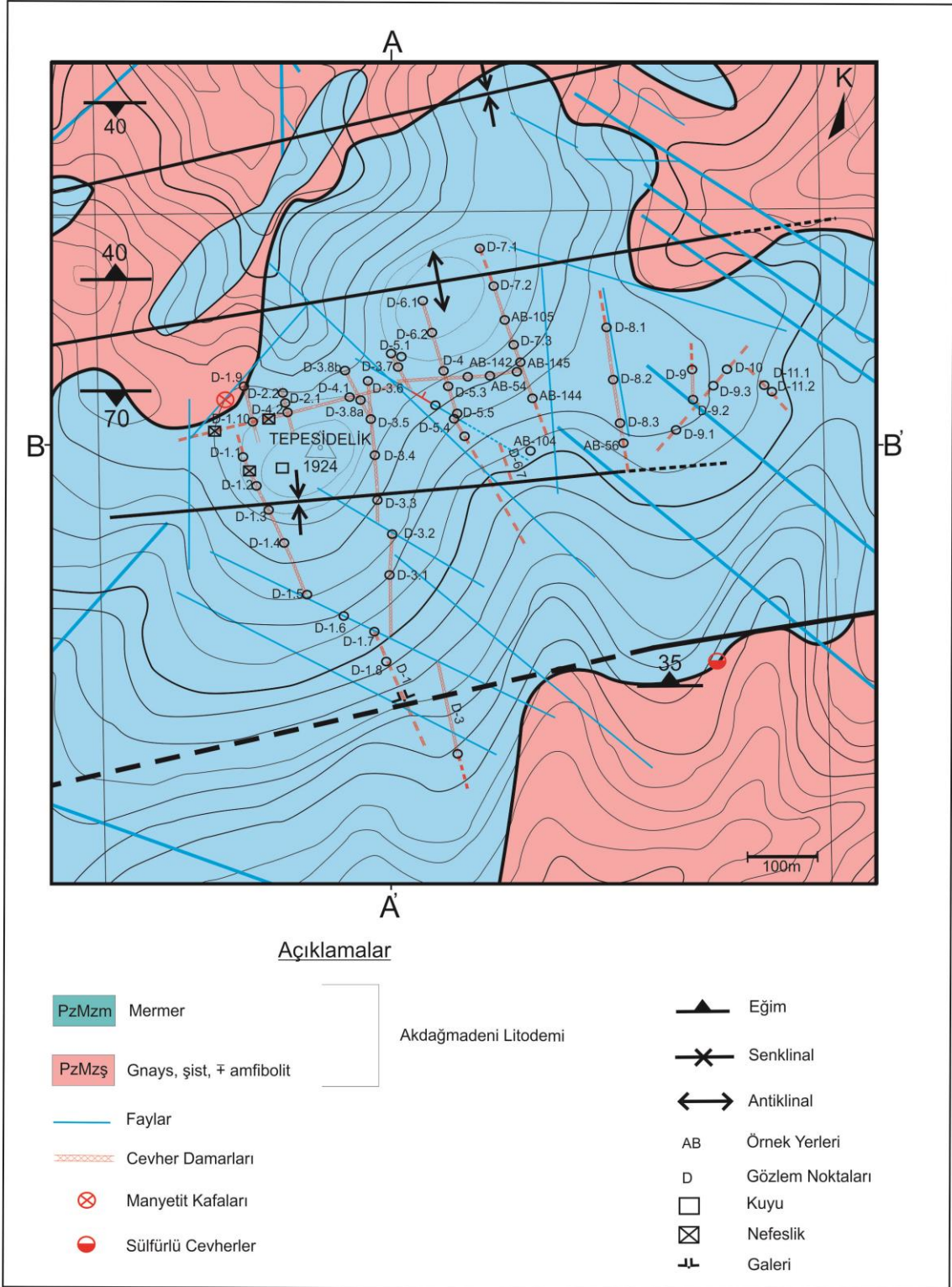
Damarların doğrultu yönündeki devamlılıkları 100 ila 300 m arasında, kalınlıkları ise 20 cm ile 3.0 m arasında değişmektedir. Eğim yönündeki devamlılıkları kesin olarak belirlenememiş olmakla birlikte sahadaki kot farkı dikkate alındığında mermerler içinde 110 m kadar olabilecekleri söylenebilir. Mermerlerin altındaki şistler içinde devam edip etmedikleri hakkında bir gözlem yapılamamıştır.

Cevher damar ve damarcıkları, yüzeyde sarı kahverengi renkli dolgular şeklinde gözlenmekte ve renk farkı nedeniyle mermerler içinde kolayca fark edilerek izlenebilmektedir (Şekil 3.4, 3.5). Cevher damarlarında breşleşmiş mermer parçaları hakim bileşen olup aralarındaki sarı-kahverengi renkli, kalsit (ankerit veya limonit boyamalı), kuvars ve limonit içeren dolgular belirlenmiştir. Limonitlerin, pirit, kalkopirit veya arsenopiritlerin oksitlenme ürünü oldukları düşünülmüştür.

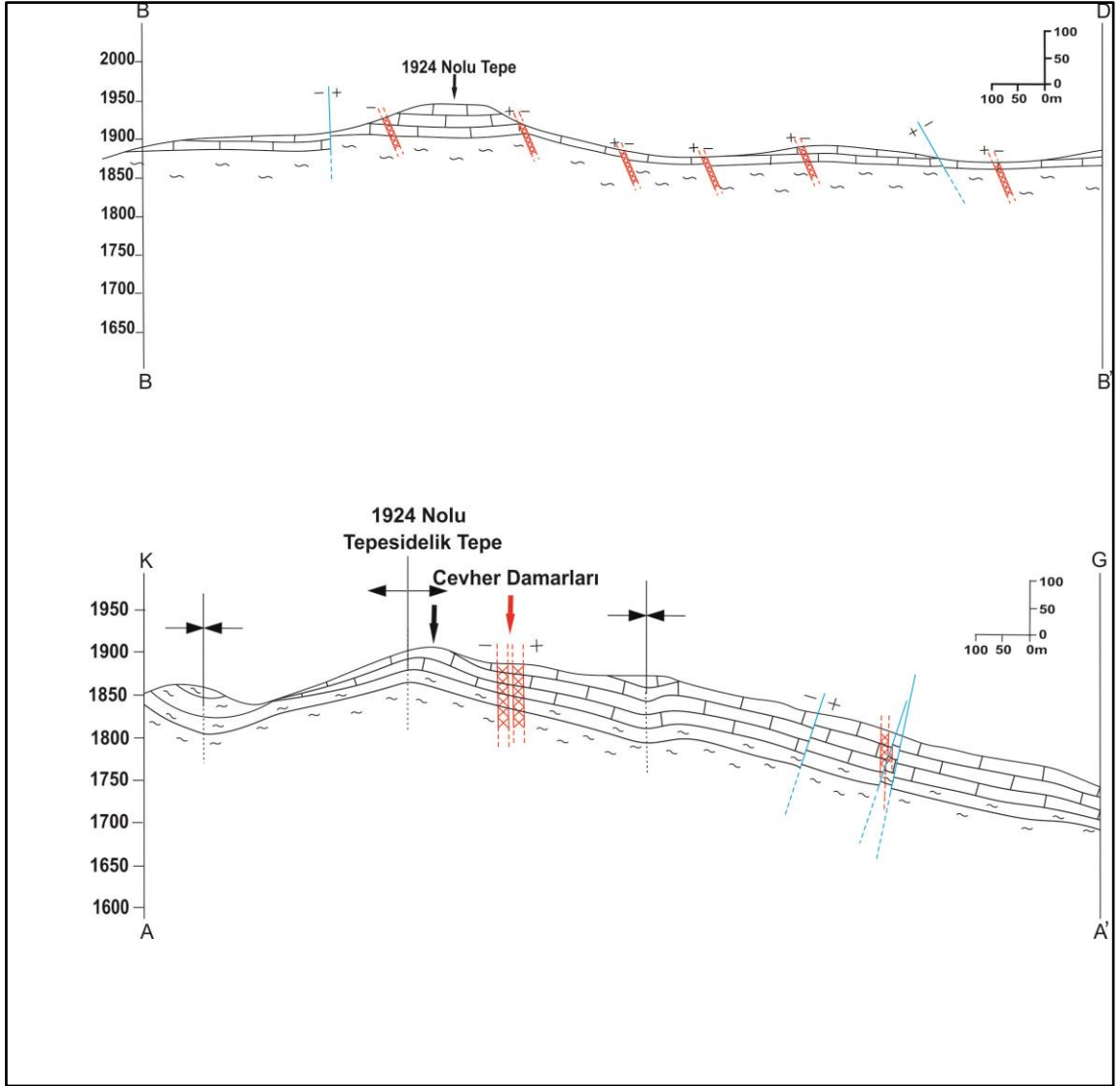
Ayrıca, belirtilen damarlar dışında, şist-mermer dokanağı üzerinde açılmış küçük boyutlu yarmalarda, mermerler içinde kılcal damarcıklar halinde cevher oluşumları gözlenmiştir. Bazı kesimlerde ise; ağısı yapıda gelişmiş, elek yapılı desenler oluşturan damarcıklar gözlenmektedir (Şekil 3.6). Bu damarcıkların kalınlıkları ise 1 mm ile 10 cm arasında değişmektedir.

Bazı damarlar içinde siyah renkli manyetit dolguları da gözlenmektedir (Şekil 3.7). Ayrıca, Tepesidelik Tepe'nin 20 m kadar batısında, yine şist-mermer dokanağı üzerinde büyüklükleri 1 m' yi bulan manyetitli cevher kafaları bulunmaktadır (Şekil 3.8 ve 3.9).





**Şekil 3.1.** Tepesidelik Tepe çevresinin jeolojik haritası, cevher damarlarının dağılımı, gözlem ve örnek yerleri.

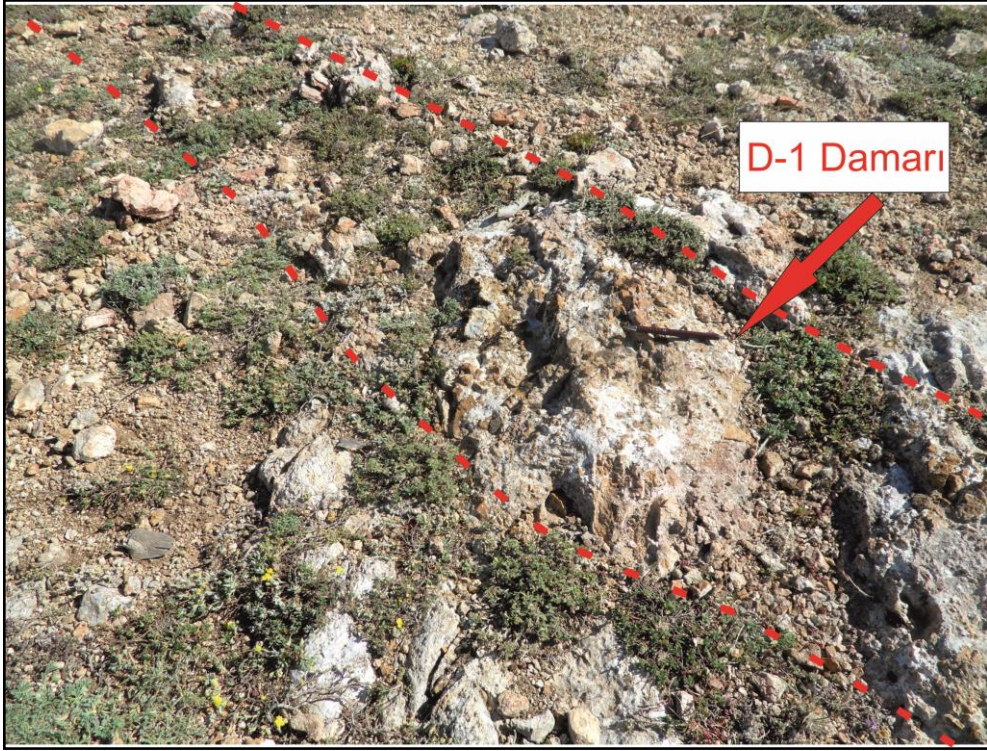


**Şekil 3.2.** Şekil 3.1'deki A-A' ve B-B' hatları boyunca hazırlanmış jeolojik kesitler.



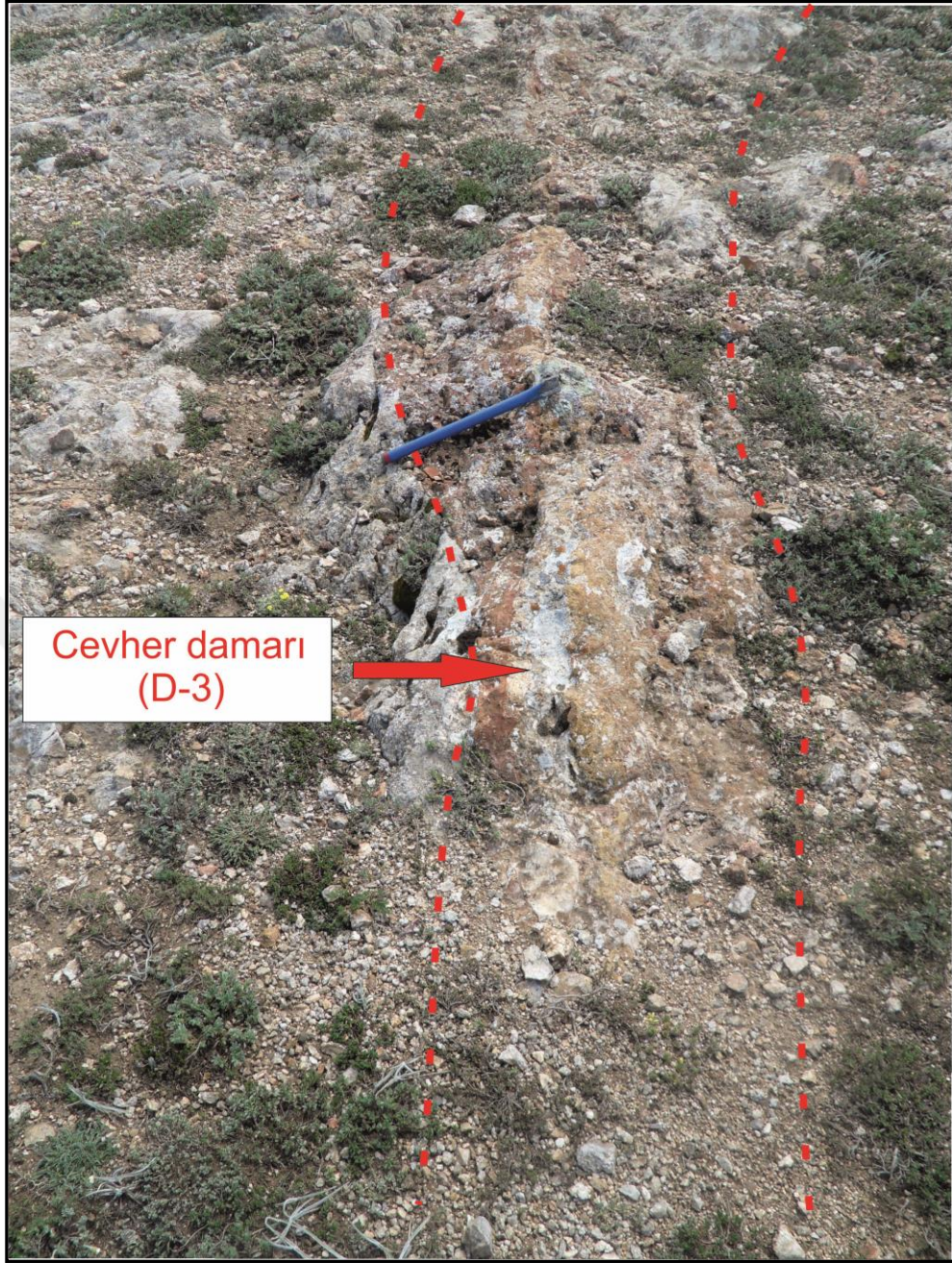


**Şekil 3.3.** Mermerler içinde, faylar boyunca damarlar ve kılcal çatlaklar boyunca damarcıklar halinde gözlenen cevherleşme belirtileri (Tepesidelik Tepe civarı).



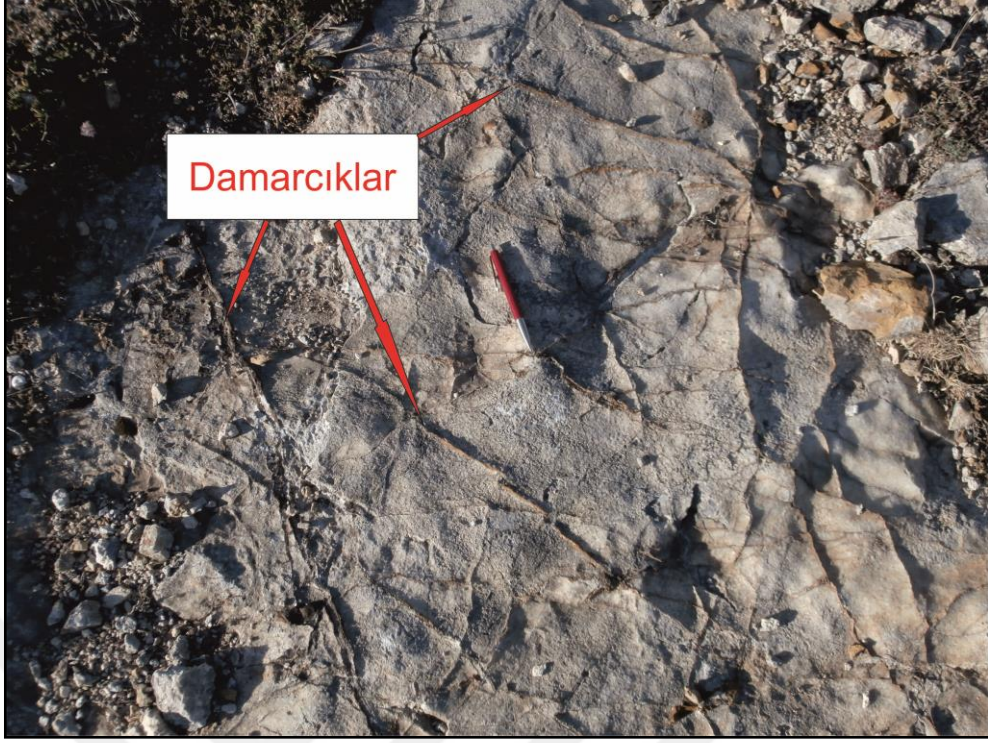
**Şekil 3.4.** Fay zonları içinde, breşleşmiş yan kayaç kırıntıları ve aralarında sarı-kahverengi renkli dolgular (D-1 Damarı üzerinde AB-114 no'lu gözlem noktası civarı).





**Şekil 3.5.** Fay zonları içinde, breşleşmiş yan kayaç kırıntıları ve aralarında sarı-kahverengi renkli dolgular (D-3 Damarı üzerinde AB-46 no'lu gözlem noktası civarı).





Şekil 3.6. Mermerlerde gözlenen ağsı (stockwork) yapılı damarcıklar (AB-51 no'lu gözlem noktası civarı).





**Şekil 3.7.** Mermerlerde gözlenen manyetitli silisli dolgular (AB-48-2 no'lu damar).





**Şekil 3.8.** Tepesidelik Tepe'nin 20 m kadar batısında şist-mermer dokanağı üzerinde kalınlıkları 1 m'yi bulan manyetitli cevher kafaları.



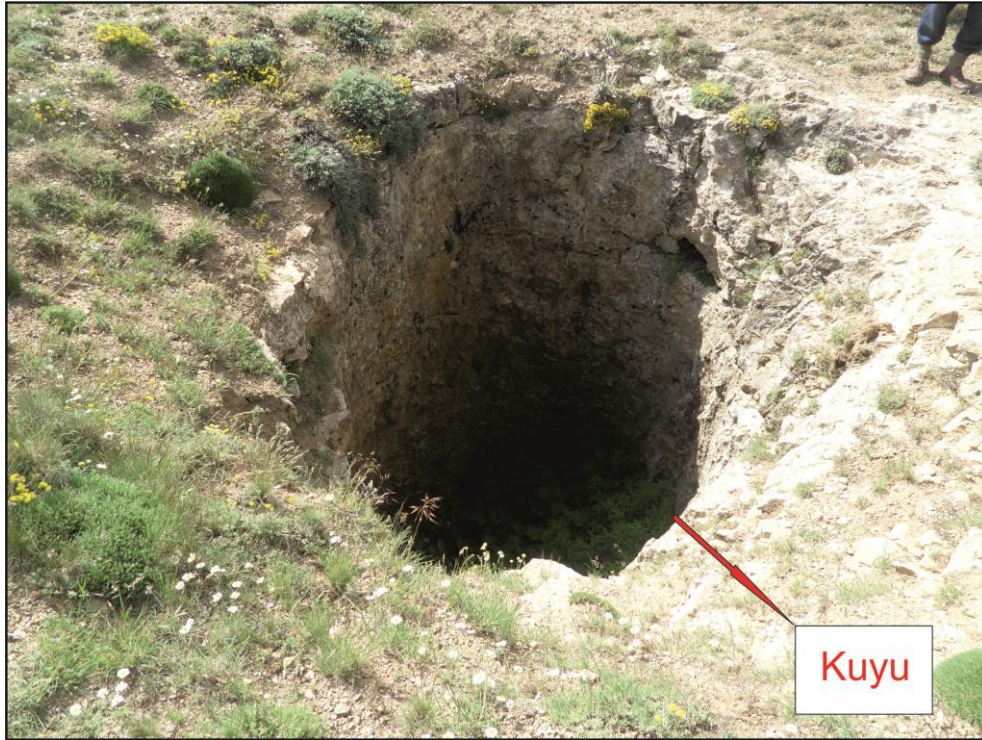
**Şekil 3.9.** İnceleme alanı içinde manyetitli blokların yakından görünümü (AB-173).



Makroskobik olarak herhangi bir sülfürlü mineral saptanamamıştır. Bulunması mümkün pirit, kalkopirit, arsenopirit ve antimonit gibi sülfürlü minerallerin tamamen oksitlendikleri düşünülmüştür. İleriki bölümlerde değinileceği gibi kimyasal analizlerde Cu, Sb ve As değerlerinin olağan kıtasal kabuk ortalama değerlerine göre yüksek olması bu minerallerin bulunma olasılığına işaret etmektedir.

Arama ve inceleme faaliyeti olarak geçmiş yıllarda, inceleme alanı içindeki bu cevher damarlarının özelliklerini ve devamlılıklarını araştırmak amacıyla; Tepesidelik Tepe üzerinde (Y: 263451, X: 4395870), 2x2 m genişlikte ve 15 m kadar derinlikte bir kuyu açıldığı (Şekil 3.10), kuyu tabanında güney ve batı yönlerinde galeriler açıldığı, nefeslikler ile yüzeye çıkıldığı görülmüştür (3.11). Ayrıca sahanın güney kesiminde, D-3 damarı içinde yaklaşık kuzeye doğru yönelimli, 100 m kadar devam ettiği tahmin edilen, göçük bir galeri ve nefeslik bulunmaktadır (Şekil 3.12 ve 3.13).

Yukarıda anlatılan damar ve damarcıklar dışında, Dereyayla Dere'nin kuzey yamaçlarında, şist-mermer dokanağı yakınlarında şistlerden alınmış örneklerde pirit oluşumları gözlenmiş olup ileride cevher mikroskobisi bölümünde anlatılacağı gibi piritlerin kolloform dokulu oldukları ve pirit yanında fahlerz oluşumları ile nabit altın gözlenmiştir.



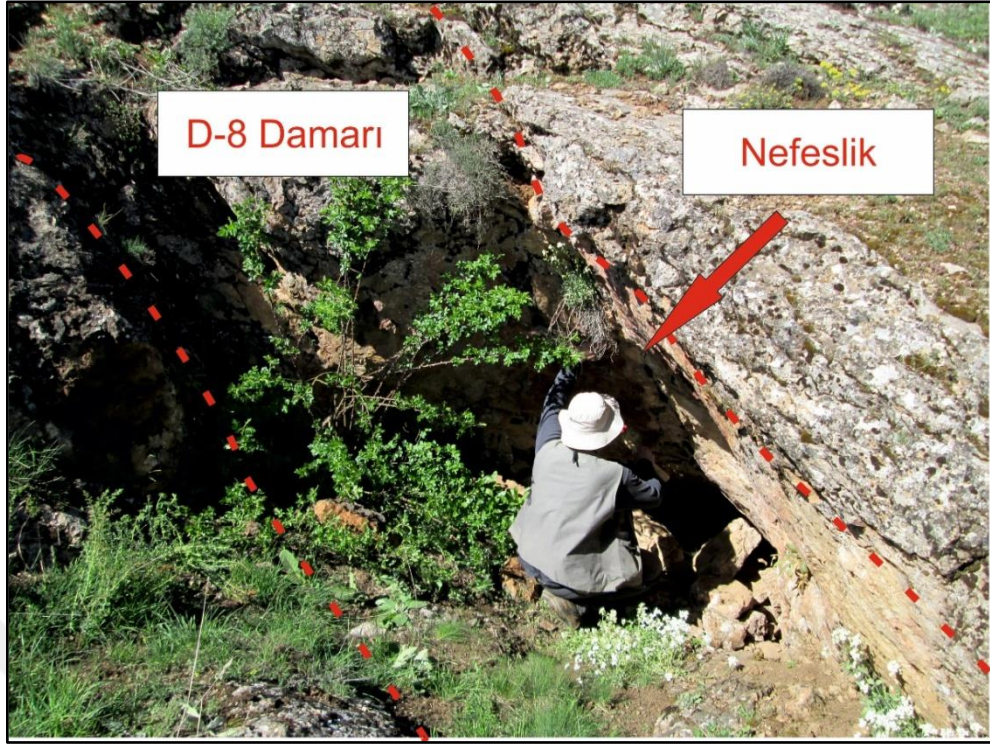
**Şekil 3.10.** Tepesidelik Tepe civarında açılmış kuyu (Y:263447, X:4395863).





**Şekil 3.11.** D-1 damarı üzerinde açılmış bir nefeslik.





Şekil 3.12. İnceleme alanının güney kesiminde, D-3 no'lu damar zonu üzerinde açılmış (günümüzde göçük) bir galeriye ait başyukarı çıkışı (AB-73 no'lu gözlem noktası civarı, Y: 263465, X: 4395267).



Şekil 3.13. Şekil 3.12' deki başyukarı içinde cevher zonunun yakından görünüşü.

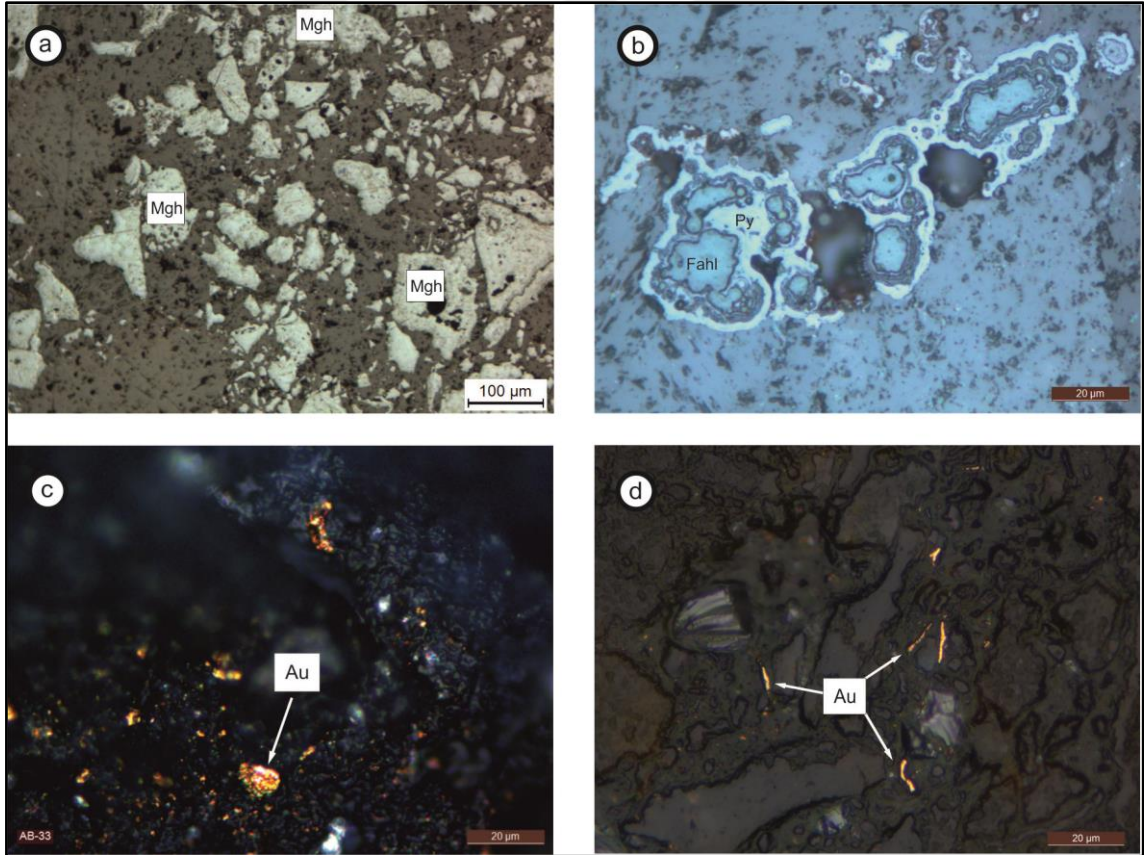


### 3.2. Şist-Mermer Dokanağı Yakınlarından Alınmış Örneklerin Mikroskobik Özellikleri

Yukarıda belirtildiği gibi Tepesidelik Tepe'nin 20 m kadar batısında, şist-mermer dokanağı üzerinde kalınlıkları 1 m' yi bulan manyetitli cevher kafaları bulunmaktadır. Bu manyetit kafalarından alınmış örneklerde; maghemitleşmiş manyetitler gözlenmiştir (Şekil 3.14-a).

Ayrıca, Dereyayla Dere'nin kuzey yamaçlarında, şist-mermer dokanağı boyunca alınan örneklerde kolloform dokulu pirit ve fahlerz oluşumları ile nabit altın gözlenmiştir (Şekil 3.14 b-c-d).

Belirtilen oluşumların; şistlerin ve mermerlerin köken kayalarının çökeldiği metamorfizma öncesi sedimanter ortamda, kimyasal sedimanter süreçlerle sin-sedimanter olarak oluşmaları gerekmektedir.



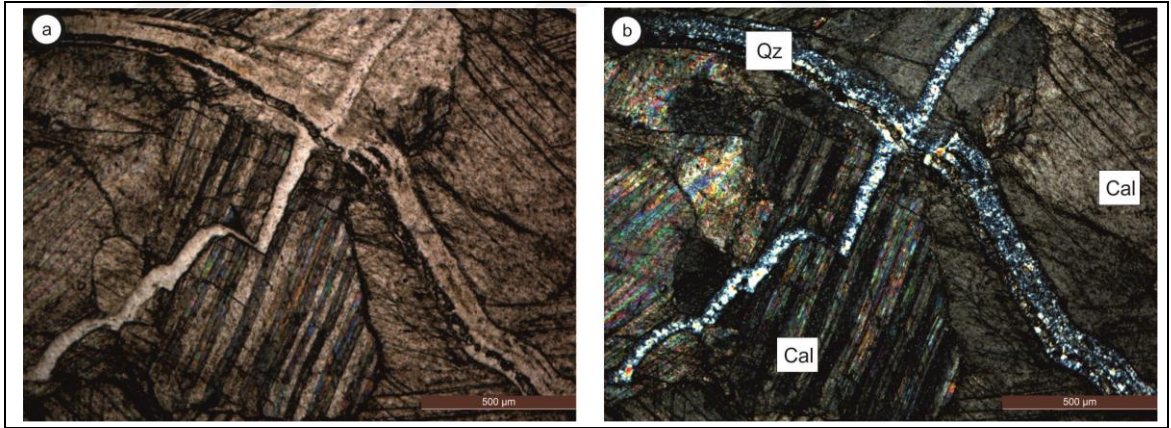
**Şekil 3.14.** Şist-mermer dokanağından alınmış örneklerde cevher mineralleri: (a) Maghemitleşmiş manyetitler (Mgh) Örnek No: AB-20, parlatma, TN, (b) pirit (Py) ve fahlerz (Fahl)'lerin oluşturduğu kolloform doku, D-2 Damarı, Örnek No: AB-74, Parlatma, TN, (c) ve (d) kılcal çatlaklarda nabit altın (Au) oluşumları, Örnek No: AB-33, Parlatma, TN.

### 3.3. Cevher Damar ve Damarcıklarının Mikroskopik Özellikleri

Arazi çalışmaları sırasında, cevherli zonların yüzeysel bozunmaya uğradıkları ve limonitleşmiş sarımsı kahverengimsi zonlar şeklinde yüzeyledikleri gözlenmiştir. Ayrıca yer yer malahit ve azurit içeren oluşumlar da gelişmiştir. Dolayısıyla yüzeyden alınan örneklerde makroskobik olarak sülfürlü mineraller gözlenememiştir.

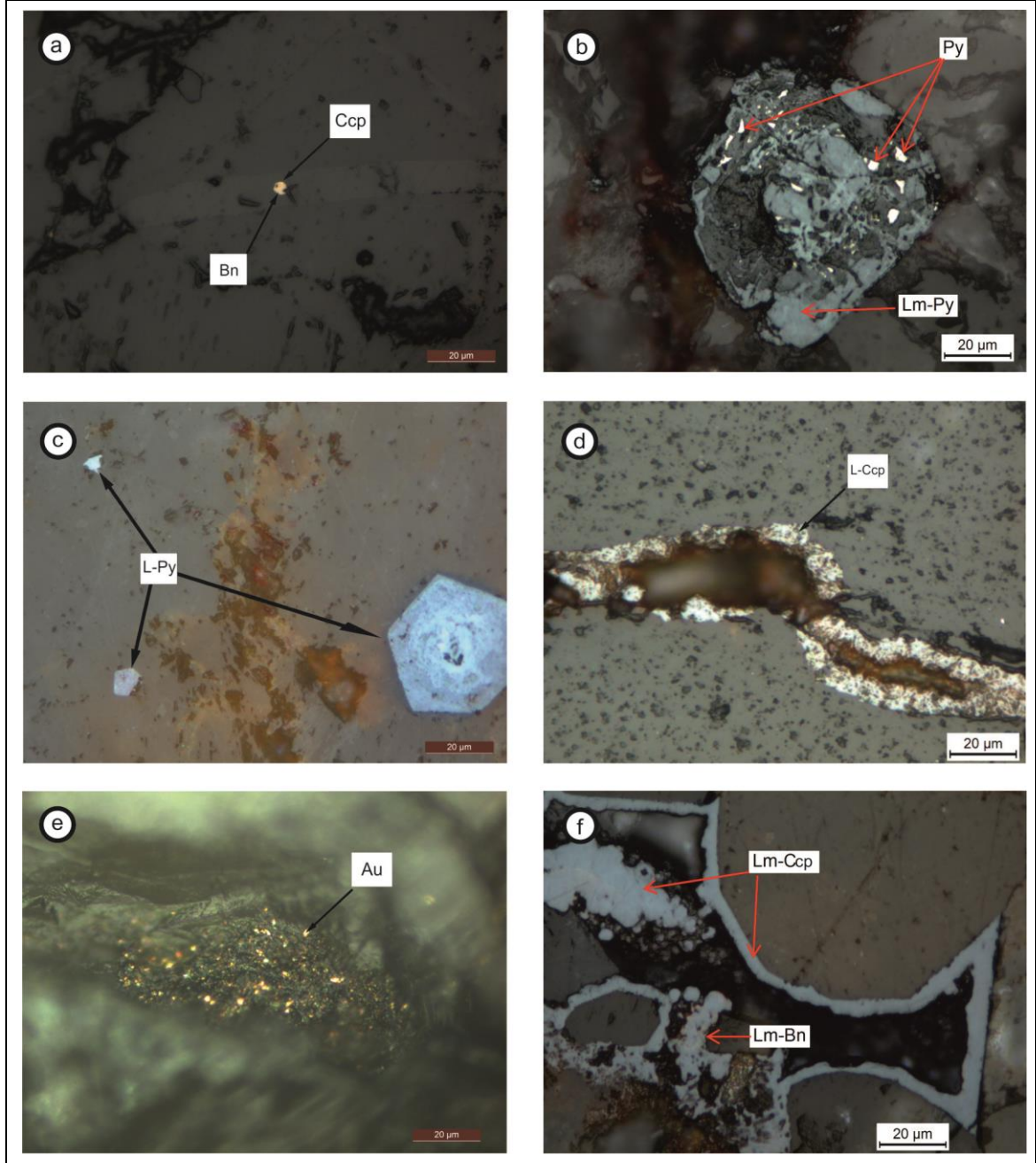
Cevher damar ve damarcıklarından alınan örneklerin incekesit ve parlatma blokları hazırlanmış olup alttan ve üstten aydınlatmalı polarizan mikroskop yöntemleriyle incelenmişlerdir.

Cevher örneklerinden hazırlanmış incekesitlerde gang minerali olarak kalsitler hakim olup yer yer kuvarslar da gözlenmektedir (Şekil 3.15). Parlatma bloklarında ise, ileri derecede limonitleşmiş sülfürlü mineral oluşumları içinde pirit, kalkopirit ve bornit kalıntıları ile nabit altın yaygın bir şekilde gözlenmektedir (Şekil 3.16). Ancak, genellikle belirtilen sülfürlü mineraller tamamen limonitleşmişlerdir. Cevher damarları içindeki kahverengi ve siyah renkli dolgulardan alınmış örneklerde ise maghemitleşmiş manyetitler ve hematitler belirlenmiştir (Şekil 3.17a ve b).

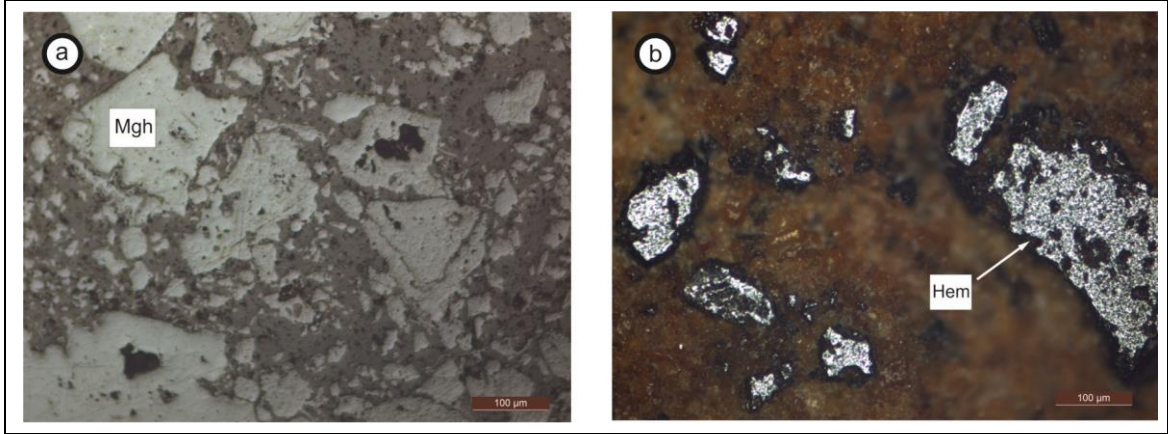


**Şekil 3.15.** Cevher damar ve damarcıklarında gang minerali olarak gözlenen kalsit ve kuvarslar (Örnek No: AB-5-b, İncekesit, (a) TN, (b) ÇN, Cal: kalsit, Qz: kuvars).





**Şekil 3.16.** Cevher damarlarında gözlenen cevher mineralleri: (a) kalkopirit (Ccp) ve bornit (Bn), D-2 Damarı, Örnek No: AB-17, Parlatma, TN, (b) limonitleşmiş pirit (Lm-Py, Py) ve limonitleşmiş kalkopiritler (Lm-Ccp), Örnek No: AB-8, Parlatma, TN, (c) limonitleşmiş piritler (L-Py), Örnek No: AB 9, Parlatma, TN, (d) çatlaklarda limonitleşmiş kalkopiritler (L-Ccp), D-2 Damarı, Örnek No: AB-27, Parlatma, TN, (e) Çatlakların farklı focus seviyelerinde zenginleşmiş nabit altın (Au), Örnek No: AB 87-b, Parlatma, TN, (f) limonitleşmiş kalkopirit (Lm-Ccp) ve limonitleşmiş bornit (Lm-Bn), Örnek No: AB-36, Parlatma, TN.



**Şekil 3.17.** Cevher damarları içindeki kahverengi-siyah renkli dolgularda maghemitleşmiş manyetitler (Mgh) ve hematitler (Hem): (a) (D-1 Damarı, Örnek No: AB-23, Parlatma, TN), (b) D-3 Damarı, Örnek No: AB-159, Parlatma, TN.

Belirlenmiş minerallerin önemli özellikleri aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

**Pirit ( $FeS_2$ );** incelenen parlatma bloklarında limonitleşmiş kalıntılar şeklinde gözlenmektedir (Şekil 3.16.b-c). Çok küçük kristalli olanlar genellikle öz şekilli ve yarı özşekilli olup kırık ve çatlak içermemektedir. İri kristalli olanlar ise genellikle özşekilsiz olup bol kırıklı-çatlaklı ve kataklastik dokuludurlar. Kayaç içerisinde gang mineralleri tarafından kuşatılmış ve/veya kristal sınırlarında kenarlarından itibaren ornatılarak kristal kenarları yuvarlaklaşmıştır.

**Kalkopirit ( $CuFeS_2$ );** piritlerden sonra az miktarda gözlenen bu mineral sarı renkli, öz şekilsiz kristaller halinde gözlenmektedir. Genellikle kristal sınırlarında ve çatlaklarda limonitleşmeler gelişmiş olup çok nadir olmakla birlikte iri kristaller halinde bulunan levha şekilli (biyotit) minerallerin dilinim düzlemleri boyunca da gözlenmektedir (Şekil 3.16-d). Yer yer kalkopiritlerin gang mineralleri (kuvars) tarafından kesildikleri ve ender olarak da bornit kristallerinin kenarları boyunca geliştiği görülmektedir (3.16-f).

**Bornit ( $Cu_5FeS_4$ );** pembemsi kahverenkli olan mineral özşekilsiz kristaller halinde çok nadir kalkopiritlerle bir arada gözlenmektedir (Şekil 3.16-a) .

**Nabit Altın (Au);** koyu sarıdan açık sarıya değişen renklerde yüksek parlaklıkta ve çok küçük kristaller şeklinde, genellikle gang minerallerince kuşatılmış kristaller halinde, ayrıca yer yer yine gang minerallerince kuşatılmış kayaç parçacıkları içerisinde çok ender olarak gözlenmektedir (Şekil 3.16-e).

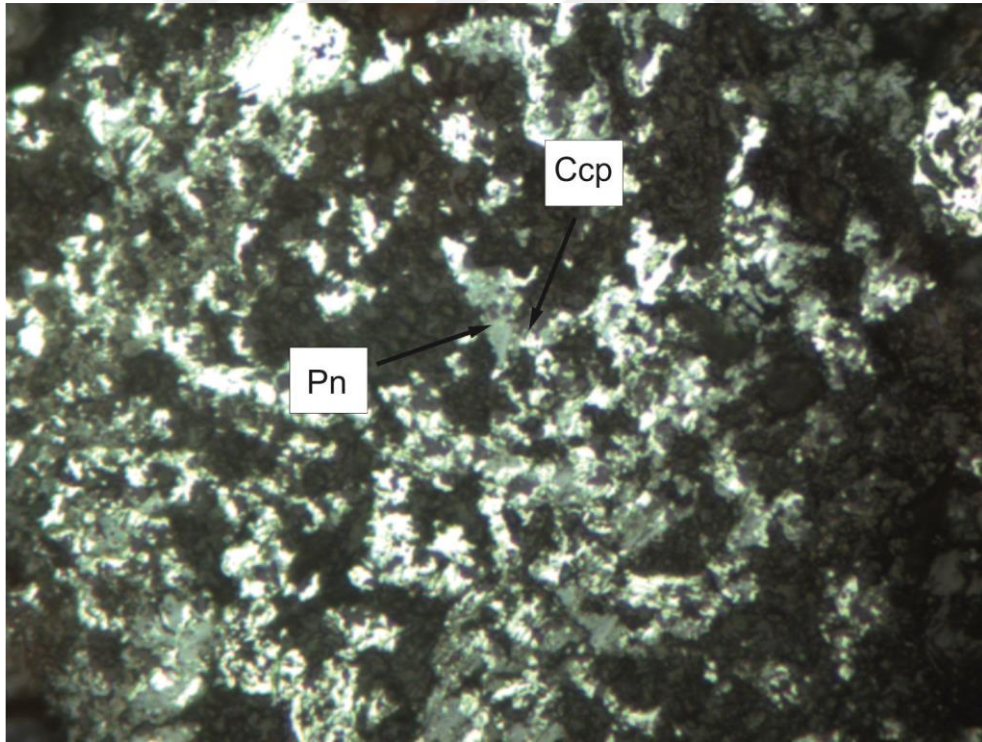
**Manyetit ( $Fe_3O_4$ );** pembemsi gri renkli özşekilsiz kristaller halindedirler. Parlatma blokları içerisinde genellikle kataklastik yapıda olan manyetitler maghemitleşme ve ona

eşlik eden martitleşme şeklinde altere olmuşlardır (Şekil 3.17-a). Bunların yanı sıra metabazitler içinde yer yer küçük boyutlu kristaller şeklinde bulunmaktadır. Levha şekilli minerallerin dilinimlerinde maghemitleşmiş manyetitler gözlenmiştir. Ayrıca kırık ve çatlaklarda yer yer limonit gözlenmektedir.

**Hematit ( $Fe_2O_3$ )**; parlak metalik yansıması olan mavi-gri renkli küçük kristaller halinde bulunmaktadırlar. Parlatma blokları içerisinde genellikle kataklastik yapıda olan hematitler manyetitlerin maghemitleşmesi sonucu olmuşlardır (Şekil 3.17-b). Gang minerallerinin içerisine ve kristal sınırlarına yerleşmişlerdir.

**Pendlandit ( $(Fe,Ni)_9S_8$ )**; açık krem renkli olan mineral özşekilsiz kristaller halinde gözlenmekte olup kalkopiritler ile bir arada gözlenmektedir (Şekil 3.18).

**Fahlerz ( $Cu_3Sb, As$ ) $S_3$** ; açık mavi yeşilimsi renkli özşekilsiz kristaller halinde gözlenmekte olup kolloform doku şeklinde piritler ile iç içe geçmiş halde bulunmaktadır.



**Şekil 3.18.** Metabazitler içinde kalkopirit ve pendlanditler (Örnek No: AB 75, parlatma, Pn: pendlandit, Ccp: kalkopirit).



### 3.4. Cevher Damar ve Damarcıklarının Kimyasal Özellikleri

İnceleme alanı içerisinde belirlenen cevher damarlarında eser element zenginleşme durumlarını belirleyebilmek için damar zonları üzerinde; 10 cm genişliğinde ve damar kalınlığı kadar uzunlukta olacak şekilde kanallar açılarak kanal örnekleri alınmıştır (Şekil 3.19, 3.20 ve 3.21). Alınan kanal örnekleri takriben 5'er kilogram olacak şekilde ayarlanmıştır. Örneklerin tamamı laboratuvar tipi çeneli kırıcıdan geçirilerek 1 cm' nin altına kırılmış olup kırıcı çıkışına konulan ayırıcı ile önce 2 kısma ayrılmış, ayrılan yarısı koni şeklinde yığılıp çeyreklerek ¼ lük miktarları ayrılmış (yaklaşık 0.5 kg kadar) ve laboratuvar tipi halkalı öğütücüde ince toz haline getirilerek analize hazırlanmışlardır.

Örneklerin eser element içerikleri, Kanada'da bulunan ALS laboratuvarlarında analiz edilmiş olup Au analizlerinde Au-AA24 kodlu, diğer elementlerin analizinde ise ME-ICP41 kodlu analiz yöntemleri kullanılmıştır.

Örneklerde analiz edilmiş elementlerin analiz sonuçları Çizelge 3.1' de toplu halde görülmektedir. Analiz sonuçları, ilgili elementlerin Kıtasal Kabuk Ortalama (KKO) değerleri ile karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Au değerlerinin yalnızca 1 adet örnekte KKO değerinden 5 kat kadar yüksek olduğu diğer örneklerde uygulanan yöntemin dedeksiyon limitinin ve KKO değerinin altında olduğu görülmektedir. Parlatma bloklarında bol miktarda küçük boyutlu metalik altın tanecikleri gözlemlendiği halde kimyasal analizlerde çıkmaması zenginleşmenin yeteri kadar olmadığı şeklinde değerlendirilmiştir.

Ag değerlerinin tüm örneklerde; uygulanan yöntemin dedeksiyon limitinin ve KKO değerinin altındadır.

As değerlerinin, tüm örneklerde KKO değerine göre en çok zenginleşmiş element olduğu ve zenginleşme bazı örneklerde 500 kata kadar yaklaşmıştır. Yüzeysel bozunma nedeniyle arsenopirit, örpigment ve realgar gibi As içeren minerallerin bozunduğu ve makroskobik ve mikroskobik olarak tanımlanamadığı düşünülmüştür.

Bi değerlerinden 3 tanesinin; uygulanan yöntemin dedeksiyon limitinden yüksek olduğu ve KKO değerine göre 3 kat kadar zenginleştiği görülmektedir.

Cd değerlerinde, KKO değerine göre 3 ile 9 kat arasında zenginleşme görülmektedir.



Bazı örneklerin Fe değerlerindeki yükseklik; bozunmaya oksitlenmiş (limonitleşmiş) pirit ve kalkopiritler nedeniyle olabileceği düşünülmüştür.

Mo değerlerinde zenginleşme, bazı örneklerde KKO değerinin 8-10 katına kadar çıkmaktadır.

Pb değerlerinde, KKO değerine göre önemli bir zenginleşme gözlenmemekte olup en fazla 4 katlık bir zenginleşme gelişmiştir.

Sb değerleri de, As değerleri gibi ileri derecede zenginleşme göstermekte olup 3 adet örnekte KKO değerine göre 700 katın üzerinde zenginleşme gözlenmektedir. Makroskobik ve mikroskobik olarak antimonit ve oksitlenme ürünlerinin (antimonoker; servantit, senarmontit, valentinit gibi) tanımlanmamış olması yüzeysel bozunma sırasında tamamen çözünme olarak değerlendirilmiştir.

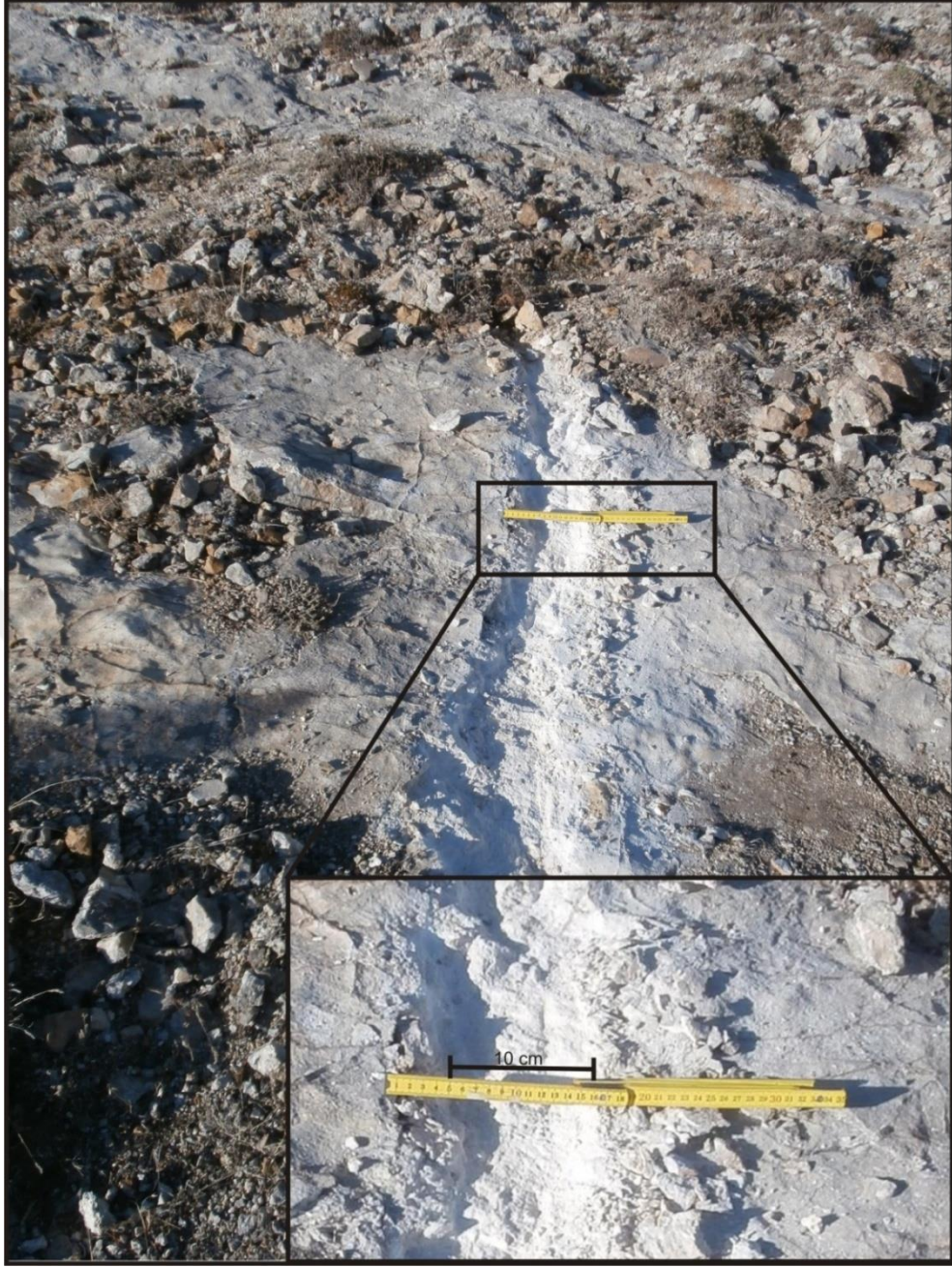
W değerlerinde ise; KKO değerine göre 150 kata varan zenginleşmeler gözlenmiştir.

Zn değerlerinde de Pb değerlerinde olduğu gibi KKO değerine göre önemli bir zenginleşme gözlenmemekte olup en fazla 2 katlık bir zenginleşme gelişmiştir.

Yukarıda irdelenen veriler; yöredeki cevher damarlarında As, Sb ve W değerlerinde önemli sayılabilecek derecede, Bi, Cd ve Mo değerlerinde ise düşük derecede zenginleşme olduğunu, Au, Ag, Pb ve Zn değerlerinde ise önemli zenginleşmelerin olmadığını göstermektedir. Belirlenmiş bu element zenginleşmeleri cevher damarlarının derin kesimlerinde As, Sb ve W içeren cevher minerallerinin bulunabileceğine işaret sayılabilir.

**Çizelge 3.1.** Kimyasal analizi yapılan örneklerin eser element içerikleri ve Kıtasal Kabuk Ortalama (KKO) değerlerine göre zenginleşme durumları.

Örnek No:	Au-AA24	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41
	Au	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Pb	S	Sb	W	Zn
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm
D-01a	0.017	<0.2	157	20	2	0.6	15	2.6	<1	253	2	6	0.06	33	20	53
D-01b	<0.005	<0.2	417	30	<2	0.6	9	10.2	<1	297	8	12	<0.01	142	90	78
D-02a	<0.005	<0.2	44	60	<2	0.5	13	1.4	<1	375	1	<2	0.06	39	20	21
D-02b	<0.005	<0.2	53	20	<2	<0.5	6	1.5	<1	309	1	2	0.06	20	20	18
D-03	<0.005	<0.2	496	20	<2	0.7	41	15.0	<1	359	8	32	<0.01	190	60	155
D-04	<0.005	<0.2	268	20	2	0.5	16	4.4	<1	262	3	9	0.05	90	40	47
D-05	<0.005	<0.2	10	40	<2	0.5	8	0.3	<1	312	<1	<2	0.06	3	<10	11
D-06	<0.005	<0.2	8	20	3	<0.5	6	0.2	<1	254	<1	2	0.06	<2	<10	10
D-07	<0.005	<0.2	491	30	<2	0.9	11	13.2	<1	335	10	20	<0.01	166	150	90
KKO (I)	0.003	0.08	1.0	250	0.06	0.1	75	7.06	?	1400	1.0	8.0	?	0.2	1.0	80
Örnek No:	As	KKO	Zenginleşme Oranı	Cd	KKO	Zenginleşme Oranı	Fe	KKO	Zenginleşme Oranı	Mo	KKO	Zenginleşme Oranı				
	ppm	ppm (I)		ppm	ppm (I)		%	%		ppm	ppm (I)					
D-01a	157	1.0	157	0.6	0.1	6	2.6	7.06	-	2	1.0	2				
D-01b	417	1.0	417	0.6	0.1	6	10.2	7.06	1.45	8	1.0	8				
D-02a	44	1.0	44	0.5	0.1	5	1.4	7.06	-	1	1.0	1				
D-02b	53	1.0	53	<0.5	0.1	(ii) 3	1.5	7.06	-	1	1.0	1				
D-03	496	1.0	496	0.7	0.1	7	15.0	7.06	2.13	8	1.0	8				
D-04	268	1.0	268	0.5	0.1	5	4.4	7.06	-	3	1.0	3				
D-05	10	1.0	10	0.5	0.1	5	0.3	7.06	-	<1	1.0	-				
D-06	8	1.0	8	<0.5	0.1	(ii) 3	0.2	7.06	-	<1	1.0	-				
D-07	491	1.0	491	0.9	0.1	9	13.2	7.06	1.87	10	1.0	10				
Örnek No:	Pb	KKO	Zenginleşme Oranı	Sb	KKO	Zenginleşme Oranı	W	KKO	Zenginleşme Oranı	Zn	KKO	Zenginleşme Oranı				
	ppm	ppm (I)		ppm	ppm (I)		ppm	ppm (I)		ppm	ppm (I)					
D-01a	6	8	-	33	0.2	163	20	1.0	20	53	80	-				
D-01b	12	8	1.1	142	0.2	710	90	1.0	90	78	80	-				
D-02a	<2	8	-	39	0.2	195	20	1.0	20	21	80	-				
D-02b	2	8	-	20	0.2	100	20	1.0	20	18	80	-				
D-03	32	8	4.0	190	0.2	950	60	1.0	60	155	80	2.0				
D-04	9	8	1.1	90	0.2	450	40	1.0	40	47	80	-				
D-05	<2	8	-	3	0.2	15	<10	1.0	(ii) 5	11	80	-				
D-06	2	8	-	<2	0.2	(ii) 5	<10	1.0	(ii) 5	10	80	-				
D-07	20	8	2.5	166	0.2	830	150	1.0	150	90	80	1.1				
(I) KKO; Kıtasal Kabuk Ortalaması değerleri, Taylor and McLennan (1985)' ten alınmıştır.																
(ii) Dedeksiyon limitinin altında olan değerlerin yansı, analiz sonucu olarak kabul edilmiştir.																



**Şekil 3.19.** İnceleme alanındaki damarlar üzerinden numune alınması için açılan kanallardan bir görünüm (CH.13).





Şekil 3.20. İnceleme alanında açılan kanallardan bir görünüm (CH.1).



Şekil 3.21. İnceleme alanında açılması planlanan kanallardan bir görünüm (CH.1).



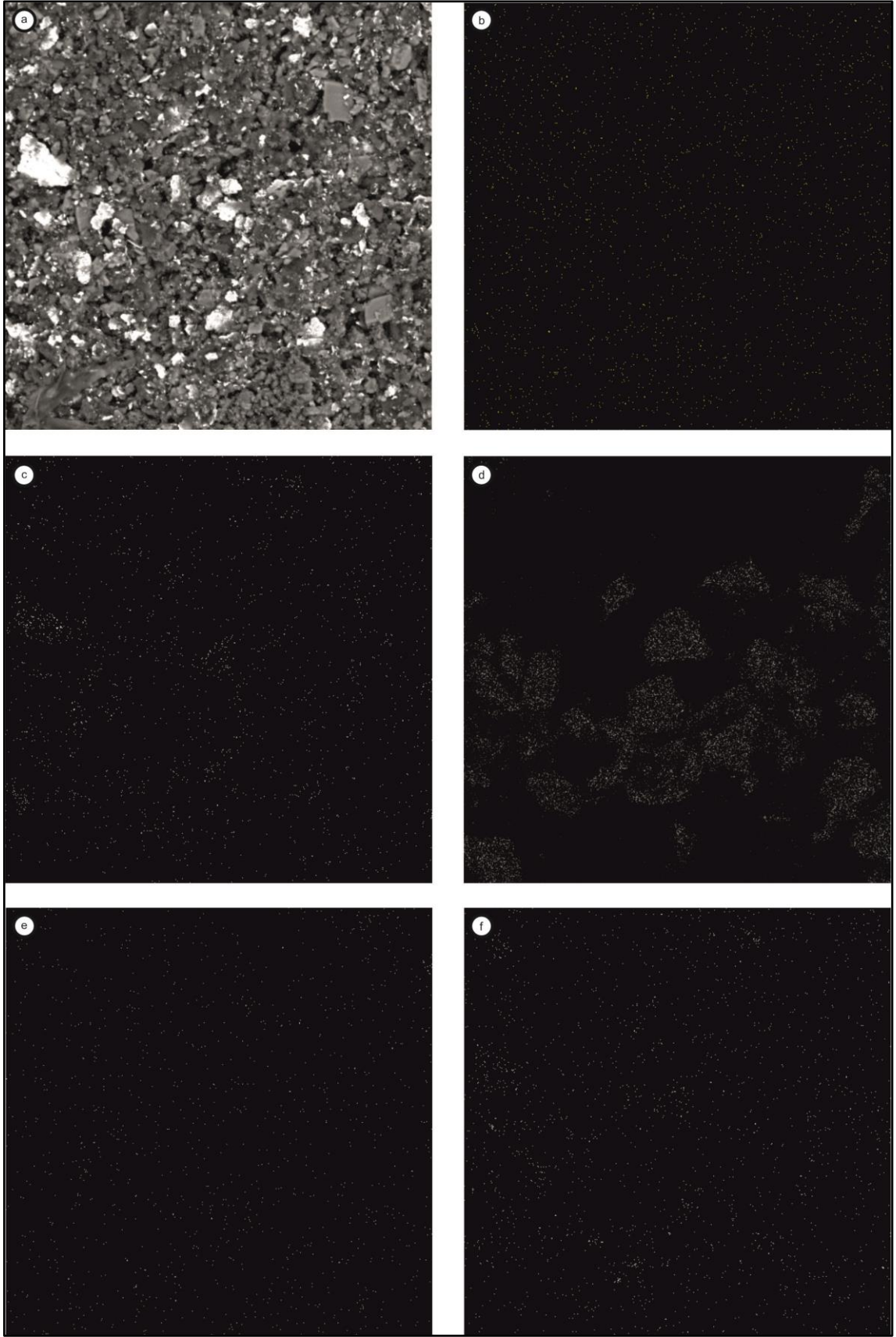
### 3.5. Elektron Mikroskop Verileri

İnceleme alanındaki altın belirlenmiş örneklerden hazırlanan parlatma blokları içerisinde bazıları seçilip, üzeri karbon ile kaplanarak mikroprob ataçmanlı elektron mikroskobu ile noktasal analizleri yapılmıştır. Bu yöntem ile minerallerin yapısında bulunabilecek bazı eser elementlerin bolluklarının belirlenmesi ve dağılım haritasının çıkarılması amaçlanmıştır (Şekil 3.22 ve 3.23). Analiz çalışmaları Cumhuriyet Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarlarında yapılmıştır.

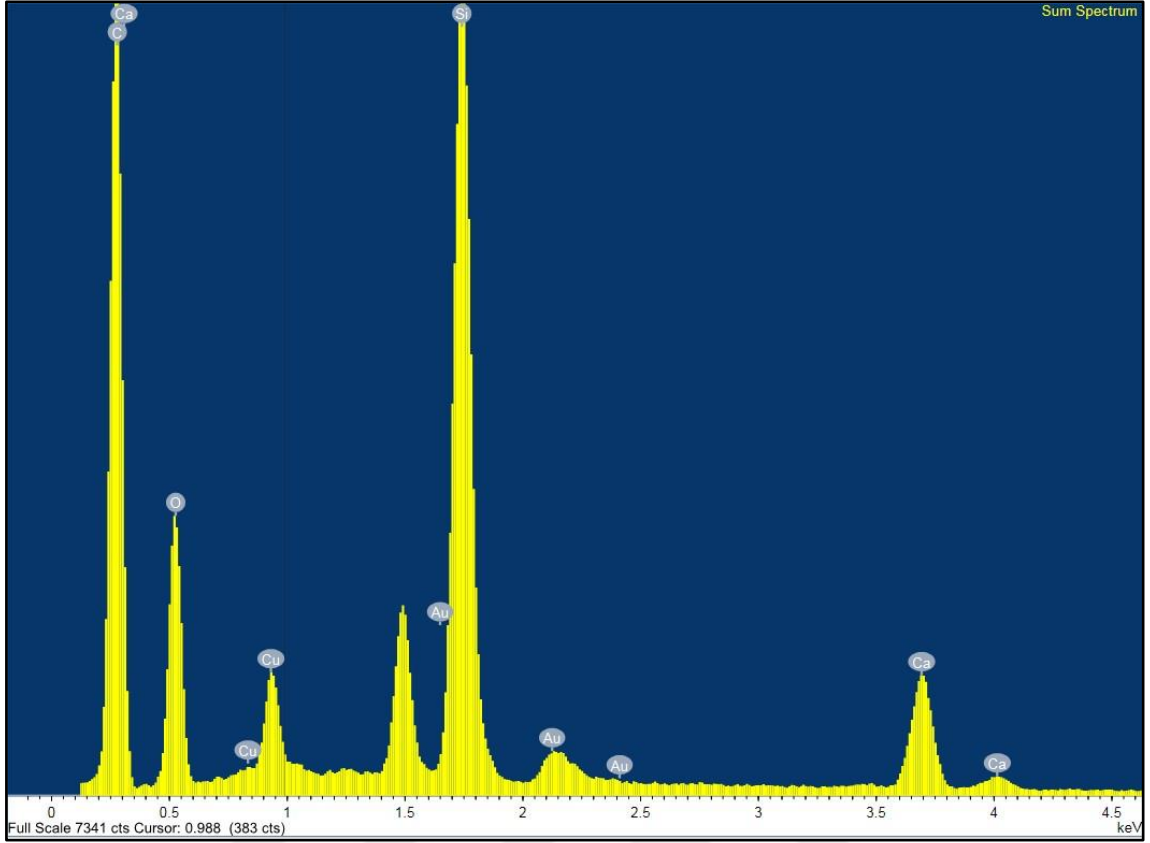
İncelenen örneklerin % ağırlık türünden element dağılımı Çizelge 3.2’de görülmektedir. Analiz edilen örnekler arasında herhangi bir dağılım ilişkisinin bulunmadığı, element dağılımının homojen olmadığı ve kristallerin farklı kesimlerindeki noktalara ait değerler arasında farklılıklar olduğu anlaşılmaktadır. Örneklerde; Cu, Au, As, W ve Sn piklerinin ortaya çıkması ve dağılım haritalarındaki dağılımları cevher damarlarında bu elementlerin varlığına işaret etmektedir.

**Çizelge 3.2.** Örneklerde incelenen alanların % ağırlık türünden element dağılımı.

Örnek No	N	O	Al	Si	Ca	Cu	Au	Sn	Fe	As
AB-33 (a)	26.37	51.14	4.40	1.12	5.02	7.42	4.52			
AB-33 (b)		39.25		32.42	9.69	12.45	6.19			
AB-33 (c)		40.26		7.21	13.69	31.11	3.93	3.79		
AB-74		56.22	32.00		1.74				8.71	1.33



**Şekil 3.22.** AB-33b no'lu örnekte bir alanın morfolojik görünümü ve element dağılım haritaları; (a) morfolojik görünümü, (b) Au, (c) Cu, (d) W, (e) As ve (f) Sn dağılım haritası.



Şekil 3.23. AB-33 (b) no'lu örnekte Cu ve Au varlığına işaret eden pikler.

### 3.6. Cevherleşmelerin Oluşumu

Yukarıdaki alt bölümlerde anlatılmış bulgulara göre; yöredeki cevherleşmelerin Akdağmadeni Metamorfizmaları'ne ait şistler ile mermerlerin dokanağında yerel yığılımlar ve mermerler içinde gelişmiş kırık zonları boyunca cevher damar ve damarcıkları şeklinde oluşmuşlardır.

Şistler ile mermerlerin dokanağında gözlenen yerel cevher oluşumlarında kolloform dokulu pirit ve fahlerz oluşumları gözlenmekte olup bu minerallerin şistlerin köken kayalarının çökeldiği metamorfizma öncesi sedimanter ortamda sin-sedimanter olarak oluştuklarına işaret etmektedir. Yine benzer şekilde, şist-mermer dokanağı boyunca gözlenen manyetit kafalarının metamorfizma öncesi sedimanter ortamda kimyasal sedimanter süreçlerle çökelmiş ve metamorfizma geçirmiş oluşumlar olmaları olasıdır. Damar ve damarcıklar içindeki dolguların metamorfizma sırasında veya daha sonraki bir zamanda bu oluşumlardan sıcak sular ile çözülüp faylar ve kırık çatlaklar boyunca çöktürmeleri olası gözükmektedir. Bu özellikleri ile yöredeki cevherleşmeler



metamorfik yan kayaçlar içinde hem sinjenetik hem de epijenetik süreçlerle oluşmuş gözükmediler.

Metamorfik kayaçlarla kaplı sahalarda gözlenen maden yataklarını metamorfizma ile ilişkileri bakımından;

- a. Metamorfizma öncesi oluşmuş (pre-metamorfik) ve metamorfizma geçirmiş (metamorphosed-metamorfize) yataklar,
- b. Metamorfizma sırasında (sin-metamorfik) ve metamorfizma nedeniyle oluşmuş (metamorfik) yataklar,
- c. Metamorfizma sonrası (post-metamorfik) epijenik süreçlerle oluşmuş ve metamorfizma ile ilgisi bulunmayan yataklar

şeklinde üç gruba ayırmak mümkündür.

Bunlardan birinci ve ikinci tip yataklar ya doğrudan metamorfizma ile ilişkili veya metamorfizmanın izlerini taşıyan yataklar olup, üçüncü tip yataklar metamorfizma ile ilişkileri olmayan, metamorfizma sonrasında herhangi bir süreçle oluşmuş yataklardır.

Metamorfizma öncesi değişik süreçlerle oluşmuş ve metamorfizma etkisinde kalarak metamorfizma geçirmiş yataklarda; makroskobik olarak şist, gnays, kıvrımlanma ve akma (sünme) yapıları, mikroskobik olarak ise kayma, ikizlenme, burulma ve bükülme izlerine işaret eden deformasyon dokuları, yeniden kristallenme ve yeni mineral oluşumları gelişebilmektedir. Metamorfizma öncesi ekonomik değeri olan bazı cevher minerallerinin metamorfizma sırasında  $SiO_2$  ile reaksiyona girerek ekonomik değeri olmayan silikatlı minerallere dönüşmeleri nedeniyle genel olarak metamorfizmanın cevherleşmeler üzerinde olumsuz etki yaptığı düşünülmektedir.

Metamorfizma nedeniyle ve/veya metamorfizma sırasında oluşmuş yataklara örnek olarak; metamorfizma nedeniyle oluşmuş mineraller (granat, korund, andaluzit, sillimanit, disten gibi), metamorfizma nedeniyle değeri artmış mineraller ve kayaçlar (grafit ve mermer gibi) ile metamorfizma sırasında sulu mineraller ve kayaçlar (grafit ve mermer gibi) ile metamorfizma sırasında sulu minerallerden serbestleşen suların oluşturduğu hidrotermal çözeltilerle oluşturulmuş metamorfik hidrotermal (mobilizasyon ve/veya remobilizasyon ürünü; Cu, Pb, Zn, Au, Sb, Hg) cevherleşmeler verilebilir.

Metamorfik kayaçlarla kaplı sahalarda gözlenen; damar tipi cevherleşmeler, kimyasal kalıntı tipi zenginleşmeler ve plaser tipi oluşumlar ise post-metamorfik cevherleşmelerin tipik örneklerindedir.

Bu anlatımlar ışığında; inceleme alanı içinde, şist-mermer dokanağı boyunca gözlenen manyetit kafaları ve kolloform pirit ve fahlerz içeren oluşumların metamorfizma öncesi sedimanter ortamda çökelmiş ve metamorfizmadan etkilenmiş pre-metamorfik cevherleşmeler oldukları, mermerler içindeki kırık ve çatlaklar boyunca oluşmuş damar tipi oluşumların ise metamorfizma sonrası gelişen hidrotermal çözelti faaliyetleri ile oluştukları anlaşılmaktadır.

Metamorfik kayaçlar içinde şistozite düzlemleri ile uyumlu veya onları kesen pirit, arsenopirit, altın ve fahlerz içeren oluşumlar orojenik pirit-arsenopirit-altın oluşumları olarak bilinmekte olup Niğde ve Menderes Masiflerinde örnekleri çok yaygındır. Bu tez çalışması kapsamında incelenememiş olmakla birlikte; Akdağmadeni ilçesi güneyindeki Başçatak Köyü yakınlarında şistozite düzlemleri ile uyumlu bantlar ve remobilize damarcıklar halinde galenit, sfalerit, pirit ve kalkopirit içeren cevherleşmeler bilinmektedir (Genç, 2001, Gökce vd., 2008). Ayrıca, inceleme alanı çevresindeki metamorfikler içinde benzer oluşumların bulunduğu ve bazı özel madencilik firmalarınca arama faaliyetleri yapıldığı duyuları alınmıştır.

İnceleme alanı yaklaşık D-B eksen doğrultulu bir antiklinalin üzerinde bulunmakta olup mermerler içindeki damar tipi cevherleşmelerin içinde oluştukları kırıklardan bazıları antiklinal eksenine paralel iken çoğunluğu antiklinal eksenine dik doğrultuda gelişmişlerdir. Cevherli kırık ve çatlakların oluşumu bu antiklinalin oluşumu ile ilişkili olmalıdır. Cevherleşmeleri oluşturan hidrotermal çözelti faaliyetleri ise metamorfizma ve bu antiklinal oluşumundan daha sonra gelişmiş olmalıdır.

Örneklere incelenebilir özellikte sıvı kapanımları belirlenemediği için sıvı kapanımları ve oksijen-hidrojen izotopları jeokimyası incelemeleri gerçekleştirilemediği için cevherleşmeleri oluşturan hidrotermal çözeltilerin özellikleri ve içerdikleri suyun kökeni belirlenememiştir. Dolayısıyla cevherleşmeleri oluşturan hidrotermal çözeltilerin kökeni ve ısı kaynağı hakkında kesin bir şey söylenememektedir.

İnceleme alanı içinde herhangi bir intrüzif sokulum yüzeylememekle birlikte Antiklinal ekseninin batı ucunda Karapir-Ortaköy granitoyidi, doğu ucunda ise Davulalan siyenitoyidi bulunmakta olup belirtilen plütonik kütleler çevresinde Pb-Zn±Cu ve florit

cevherleşmeleri bilinmektedir. Ortaköy ile inceleme alanı arasında çok sayıda küçük intrüzif sokulumlar bulunmaktadır. İnceleme alanının derin kesimlerinde de benzer sokulumların bulunması ve hidrotermal çözeltiler için ısı kaynağı oluşturması, magmatik kökenli veya ısınan yüzey kökenli suların metamorfik kayalardan çözdükleri; Au, As, Sb, Fe gibi elementlere ait iyonları taşıyıp mermerler içindeki belirtilen kırık ve çatlaklar içinde çökeltirek damar tipi, cevherleşmeleri oluşturdukları düşünülebilir.



#### 4. SONUÇLAR

İnceleme alanının içinde ve yakın çevresinde, Akdağmadeni Metamorfizmaları'ne ait şistler ve mermerler yüzeylenmektedir. Yerel olarak bu şistler ve mermerler; Akpınarbeleni şistleri ve Tepesidelik Tepe mermerleri şeklinde adlanmışlardır. Akpınarbeleni şistleri alt seviyelerde, Tepesidelik Tepe mermerleri ise üst seviyelerde gözlenmektedir.

İnceleme alanı içinde yüzeyleyen şistler ve mermerler yaklaşık D-B eksen doğrultulu bir antiklinal üzerinde bulunmakta olup ölçülmüş şistozite düzlemleri genellikle 75-105° (K75D – K75B) arasında doğrultulu olup 30-50° ile kuzeye ve güneye eğimlidirler. Ayrıca çalışma alanının güneyinde olası bir bindirme fayı mevcuttur. Bu veriler yörenin kuzey-güney yönlü bir sıkışma rejimi etkisinde kaldığını göstermektedir. Ayrıca, ana sıkışmaya verev olarak makaslama gerilmesi sonucu küçük doğrultu atımlı faylar oluşmuştur.

İnceleme alanı içinde; Akdağmadeni metamorfizmalarına ait Akpınarbeleni şistleri ile Tepesidelik Tepe mermerlerinin dokanağında yerel yığılımlar ve mermerler içinde gelişmiş kırık zonları boyunca damar ve damarcıkları şeklinde cevherleşmeler gözlenmektedir.

Şistler ile mermerlerin dokanağında gözlenen yerel cevher oluşumlarında kolloform dokulu pirit ve fahlerz oluşumları gözlenmekte olup bu minerallerin şistlerin köken kayalarının çökeldiği metamorfizma öncesi sedimanter ortamda sin-sedimanter olarak oluştuklarına işaret etmektedir. Yine benzer şekilde, şist-mermer dokanağı boyunca gözlenen manyetit kafalarının metamorfizma öncesi sedimanter ortamda kimyasal sedimanter süreçlerle çökelmiş ve metamorfizma geçirmiş oluşumlar olmaları olasıdır. Damar ve damarcıklar içindeki dolguların metamorfizmadan daha sonraki bir zamanda gelişmiş hidrotermal çözelti faaliyetleri ile sıcak sular ile çözülüp faylar ve kırık çatlaklar boyunca çöktürülmeleri şeklinde oluşmuşlardır. Bu özellikleri ile yöredeki cevherleşmeler metamorfik yan kayalar içinde hem sinjenetik hem de epijenetik süreçlerle oluşmuş gözükmediler.

Damar tipi cevherleşmeler daha yaygın olup genellikle yöredeki antiklinal eksenine doğrultusuna genellikle dik doğrultulu kırık ve çatlaklar içinde oluşmuşlardır.



Cevher damarları, sarı-kahverenkli zonlar halinde yüzeylenmektedirler. Cevher damarlarından alınan örneklerden hazırlanmış ince kesitlerde kalsitlerin hakim gang minerali olduğu ve az miktarda kuvarların olduğu belirlenmiştir. Cevher örneklerinden hazırlanmış parlatma bloklarında ise limonitik dolgular ve nabit altın gözlenmiştir.

Cevher damarlarından alınmış örneklerden bazılarında; yüksek As, Cu, Fe, Mo, Pb, Zn, Sb ve W değerleri analiz edilmiş olmakla birlikte bu elementlere ait arsenopirit, kalkopirit, pirit, molibdenit, galenit, sfalerit, antimonit ve şelit gibi cevher mineralleri gözlenmemiştir.

Cevher damar ve damarcıklarının oluşumunda; inceleme alanının derin kesimlerinde intrüzif sokulumların bulunması ve hidrotermal çözeltiler için ısı kaynağı oluşturması, magmatik kökenli veya ısınan yüzey kökenli suların metamorfik kayalardan çözdükleri; Au, As, Cu, Fe, Mo, Pb, Zn, Sb ve W gibi elementlere ait iyonları taşıyıp mermerler içindeki belirtilen kırık ve çatlaklar içinde çökeltirerek damar tipi cevherleşmeleri oluşturdukları, oluşan cevher minerallerinin yüzeysel koşullarda tamamen bozularak yok oldukları, limonitik dolguların pirit, kalkopirit ve arsenopiritlerden serbestleşen Fe iyonlarının tutuklanması ile nabit altınların ise arsenopiritlerden serbestleşen altının tutuklanması sonucu olduğu sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Akıman, O., Göncüoğlu, M.C. ve Türel, T.K.,** (1993). Ekecikdağ granitoidinin petrolojisi ve kökeni (Orta Anadolu Kristalen Kütlesi Batısı). *MTA Dergisi*, 115, 15-28.
- Alpaslan, M.,** (1993). Yıldızeli yöresi (Sivas batısı) metamorfizmasının petrolojik incelemesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi)*, 359s, Sivas.
- Alpaslan, M. ve Boztuğ, D.,** (1997). The co-existence of the syn-COLG and post-COLG plutons in the Yıldızeli area (W-Sivas). *Turkish Journal of Earthsciences*, 6, 1-12.
- Boztuğ, D.,** (1998). Post-collisional Central Anatolian alkaline plutonism Turkey. *Turkish Journal of Earthsciences*, 7, 145-165.
- Boztuğ, D.,** (2000). S-I-A-type intrusive associations: Geodynamic significance of synchronism between metamorphism and magmatism in Central Anatolia, Turkey. In: Bozkurt, E., Winchester J.A. ve Piper, J.D.A. (eds) Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. *Geological Society, London, Special Publications* 173, 407-427.
- Dökmeçi, İ.,** (1980). Akdağmadeni yöresinin jeolojisi. *MTA Derleme Rap. No: 6953*, 37s, Ankara.
- Erkan, Y.,** (1975). Orta Anadolu Masifi'nin güneybatısında (Kırşehir Bölgesinde) etkili rejyonel metamorfizmanın petrolojik incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Yer Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi)*, 147s, Ankara. (yayınlanmamış)
- Erkan, Y.,** (1980). Orta Anadolu Masifi'nin kuzeydoğusunda (Akdağmadeni, Yozgat) etkili olan bölgesel metamorfizmanın incelenmesi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 23/2, 213-218, Ankara.
- Erl, A., Akıman, O., Unan, C., Dalıklıç, B., Geven, A. ve Önen, P.,** (1991). Kaman (Kırşehir) ve Yozgat yörelerinde Kırşehir Masifi magmatik kayalarının petrolojisi ve jeokimyası. *Doğa-Tr J. of Engineering and Environmental Sciences*, 15, 76-100.
- Erl, A. ve Bayhan, H.,** (1995). Orta Anadolu Granitoidlerinin genel değerlendirilmesi ve sorunları. *Yerbilimleri*, 17, 49-67.
- Genç, Y.,** (2001). Başçatak (Akdağmadeni/Yozgat) Zn-Pb-Cu sülfid yatağında gözlenen metamorfik yapı ve dokular. *54. Türkiye Jeoloji Kurultayı* No:54-51.
- Gökce, A., Bozkaya, G. ve Ünal, E.,** (2008). Akdağmadeni (Yozgat) yöresi kurşun-çinko yataklarında kurşun ve kükürt izotopları jeokimyası incelemeleri. *CÜBAP Proje No: M-305*, Sivas.
- Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, İ. ve Şengör, A.M.C.,** (1984). Paleotectonic evolution of Tuzgölü basin complex, Central Turkey. In: The geological evolution of the Eastern Mediterranean, J.E.Dixon ve A.H.F. Robertson (eds), *Special Publication of the Geological Society*, 17, 81-96.
- Göncüoğlu, M.C.,** (1991). Orta Anadolu Masifi'nin batı bölümünün jeolojisi. Bölüm 1: Güney Kesim. *TPAO, Rapor No: 2909*. (yayınlanmamış)
- Göncüoğlu, M.C.,** (1992). Orta Anadolu Masifi'nin batı bölümünün jeolojisi. Bölüm 2: Orta Kesim. *TPAO, Rapor No: 3155*. (yayınlanmamış)
- Göncüoğlu, M.C., Erl, A., Toprak, V., Olgun, E., Yalınz, K., Kuşçu, I., Köksal, S. ve Dirik, K.,** (1993). Geology of the central part of the central Anatolian masif: part III geological evolution of the Tertiary Basin of the central Kızılırmak (In Turkish). *TPAO, Rapor No: 3313*, Ankara.

- Güleç, N.**, (1994). Rb-Sr isotope data from the Ağaçören granitoid (East of Tuz Gölü): geochronological and genetical implications: *Tr. J. of Earth Sciences*, 3, 39-43.
- Güleç, N., Toprak, V., Kadioğlu, Y.K., ve Barreiro, B.**, (1996). Anatomy of a gabbro body and its bearing on the origin of mafic enclaves in the Cretaceous Ağaçören granitoid (Central Turkey). *Israel J. Earth Sciences* 45, 169-192.
- Güleç, N. ve Kadioğlu, Y.K.**, (1998). Relative involvement of mantle and crustal components in the Ağaçören granitoid (Central Anatolia-Turkey): Estimates from trace element and Sr-isotope data: *Chemie der Erde-Geochemistry*, v. 58, p.23-37.
- Ketin, İ.**, (1966). Anadolu'nun tektonik birlikleri. *MTA Dergisi*, 66, 20-34, Ankara.
- Ketin, İ.**, (1983). Türkiye Jeolojisi'ne genel bir bakış. *İstanbul Teknik Üniversitesi*, 595s, İstanbul.
- Lünel, A.T.**, (1985). An approach to the naming, origin and age of Baranedağ monzonite of Kırşehir intrusive suite. *METU Journal of Pure and Applied Sciences*, No:3, 13.
- MTA.**, (2002). 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Ankara.
- Okay, A.I ve Tüysüz, N.**, (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. *Geological Society of London, Special Publitation* No: 156, 475-515.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M. ve Tekeli, O.**, (1980). Kuzey Anadolu Fayı Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi. *MTA Derleme No: 6722*, 139s.
- Özer, S., Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., Sümengen, M. ve Tekeli, O.**, (1980). Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi. *MTA Derleme Rap. No: 6722*, 139s, Ankara. (yayınlanmamış)
- Pollak, A.**, (1957). 1957 yılında Akdağmadeni-Yıldızeli sahasında yapılan prospeksiyon hakkında rapor. *MTA Derleme Rap. No: 2679*, Ankara.
- Sağiroğlu, A.**, (1984). Akdağmadeni-Yozgat kontakt metasomatik yataklarında sıvı kapanım çalışmaları. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 27/2, 141-144.
- Seymen, L.**, (1982). Kaman dolayında Kırşehir Masifi'nin jeolojisi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi* (Doktora Tezi), 164s, İstanbul.
- Şahin, M.B.**, (1991). Başçatak Köyü (Akdağmadeni-Yozgat) doğusunun jeolojik ve petrografik özelliklerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 68s, Ankara. (yayınlanmamış)
- Şahin, M.B. ve Erkan, Y.**, (1994). Petrological features of the metamorphics of the Yukarıçulhalı-Başçatak segment of the Akdağmadeni Massif. *MTA Dergisi*, 116, 39-46.
- Şahin, M.B.**, (1999). Akdağmadeni masifi metamorfikleri, Evciler-Çatköy kesiminin mineralojik ve petrolojik özelliklerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Doktora Tezi), 105s, Ankara. (yayınlanmamış)
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y.**, (1981). Tethyan evolution of Turkey; a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Taylor, S.R. ve McLennan, S.M.**, (1985). The continental crust: its composition and evolution. Blackwell Scientific Publication, Carlton, 312p.
- Tülümen, E.**, (1980). Akdağmadeni (Yozgat) yöresinde petrografik ve metallojenik incelemeler. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları* (Doktora Tezi), 157s, Trabzon.
- Vache, K.**, (1963). Akdağmadeni kontakt yatakları ve bunların Orta Anadolu kristalinine karşı olan jeolojik çerçevesi. *MTA Enstitüsü Dergisi* No: 60, 22-36.
- Yalnız, K.M. ve Göncüoğlu, M.C.**, (1999). Clinopyroxene compositions of the isotropic gabbros from the Sarıkaman Ophiolite: New evidence on supra-

- subduction zone type magma genesis in central anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 8s.103-111.
- Yıldız, M.,** (1999). Akdağmadeni (Yozgat) doğusunda yer alan metamorfik birimlerin jeolojik-petrolojik incelemesi. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Doktora Tezi), 192s, Ankara. (yayınlanmamış)
- Yılmaz, A.,** (1980). Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitlerin kökeni, iç yapısı ve diğer birimlerle ilişkisi. *Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Kürsüsü* (Doktora Tezi), 136s. Ankara. (yayınlanmamış)
- Yılmaz, A.,** (1983). Tokat (Dumanlıdağı) ile Sivas (Çeltekdağı) dolaylarının temel jeolojik özellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu. *MTA Dergisi*, 99-100, 1-18.
- Yılmaz, A., Sümengen, M., Terlemez, I. ve Bilgiç, T.,** (1989). 1/100 000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Sivas G23 paftası. *MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Yayınları*, No: 23, Ankara.
- Yılmaz, A., Bedi, Y., Uysal, Ş., Yusufoglu, H. ve Aydın, Ş.N.,** (1993). Doğu Toroslar'da Uzunyayla ile Berit Dağı arasının jeolojik yapısı. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 5/1, 69-87.
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Bedi, Y., Yusufoglu, H., Havzaoglu, T., Ağan, A., Göç, D. ve Aydın, N.,** (1995). Akdağ masifi ve dolayının jeolojisi. *MTA Dergisi* 117, 125-138.
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Bedi, Y., Yusufoglu, H., Havzaoglu, T. ve Aydın, N.,** (1997). 1/100 000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Sivas F22 paftası. *MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Yayınları*, No: 46, Ankara.





## ÖZGEÇMİŞ

### **Kişisel Bilgiler**

Adı Soyadı	Fulya Didem TAVŞANOĞLU
Doğum Yeri ve Tarihi	Sivas, 24.05.1986
Medeni Hali	Evli
Yabancı Dil	İngilizce
İletişim Adresi	Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 58140 Sivas
E-posta Adresi	fuldido@hotmail.com

### **Eğitim ve Akademik Durumu**

Lise	Nermin Mehmet Çekiç Anadolu Lisesi, 2004
Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, 2011
Yüksek Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, 2019

### **İş Tecrübesi**

Karayolları 16.Bölge Müd.- Taşınmazlar Başmüh.	Kalite Kontrol Mühendisi, 2015
Karayolları 16.Bölge Müd.- Ar-Ge Başmüh.	Kalite Kontrol Mühendisi, 2014

### **Ödüller, Teşvikler ve Üyelikler**

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası