

**MALATYA-YEŞİLYURT
ALTINLI FLUORİT CEVHERLEŞMESİNİN
OLUŞUMU VE KÖKENİ**

**THE FORMATION AND ORIGIN OF THE
MALATYA-YEŞİLYURT GOLD-BEARING
FLUORITE MINERALIZATION**

731014

Mustafa Kemal REVAN

**Hacettepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır**

2003

131014
MÜHÜR NOASVINYININ
GÜNEŞ MİNERALİZASYONU

Fen bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü' ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI' NDA YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Taner ÜNLÜ

Üye (Danışman) : Yrd. Doç. Dr. Yurdal GENÇ

Üye : Prof. Dr. Abidin TEMEL

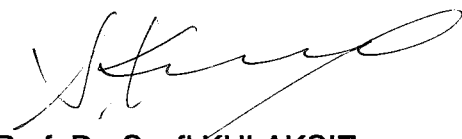
Üye : Prof. Dr. Cem SARAÇ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Üner ÇAKIR

ONAY

Bu tez...../...../2003 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
.....


Prof. Dr. Seyfi KULAKSIZ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

MALATYA-YEŞİLYURT ALTINLI FLUORİT CEVHERLEŞMESİNİN OLUŞUMU VE KÖKENİ

Mustafa Kemal Revan

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZ

Çalışma alanı, Yeşilyurt (Malatya) ilçesinin yaklaşık 25 km güneyinde, L40c1 – L40c4 paftaları içerisinde yer alır. Doğu Toros Orojenik Kuşağı içerisinde bulunan çalışma alanında Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı Malatya Metamorfikleri ile Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığına ait birimler yer alır.

Altınlı-fluorit cevherleşmesi Malatya Metamorfiklerine ait Devoniyen-Karbonifer (?) yaşlı mermerler ile bunların üzerinde diskordans olarak bulunan Permiyen yaşlı şistlerin dokanakları boyunca gözlenmektedir. Diskordans düzlemi boyunca yaklaşık 12 km uzunluğunda bir zon doğrultusunda kesikli olarak izlenen cevherli zonun kalınlığı 1 ile 30 m arasında değişir. Cevherli zonun litolojik bileşimi konglomeratik breşir. Breş parçaları şist ve kristalize kireçtaşı bileşimindedir. Matriks ise başlıca kuvars, fluorit ve limonitten oluşur. Cevherli zon, kuvars, fluorit ve limonit'ten oluşan fakir bir parajenez sahıptir. Yüksek silis içeriği (> 50%) nedeniyle silisli bir kabuk görünümündeki cevherli zon, çevre kayalara göre farklı bir morfoloji sunar. İki farklı morfolojik şekil gösterirler (1) uyumsuzluk düzlemine yaklaşık paralel yatay konumlu kütleler (2) kırık ve boşluk dolgular şeklinde uyumsuz kütleler.

Cevherli zonun altın (Au) içeriği değişkendir. Fluorit içerikli breşik yapının gözleendiği kesimlerde (Dalavihami Tepe güneyi, Kuz Tepe batısı ve Değirmenbaşı çevresinde), altın (Au) içeriği maksimum değerlere (12,5 g/t) ulaşır. Fluorit içermeyen breşik yapının az olduğu kesimlerde ise altın (Au) içeriği minimum değerlere (100 ppb) düşer.

Jeolojik konumu, yapı-doku özellikleri ve mineralojik bileşimi açısından Malatya-Yeşilyurt altınlı-fluorit cevherleşmesi diskordans düzlemlerine bağlı paleo-karstik

bir yataktır. Bölgede, Üst Kretaseden itibaren devam eden karstlaşma süreçleri aynı zamanda altınlı-fluorit cevherleşmesinin oluşum süreçlerini de kapsamaktadır. Cevherli zonun üst kesimlerinde yer alan birimler, altınlı-fluorit cevherleşmesi için en olası kaynak olarak gözükmektedir. Cevheri oluşturan bileşenlerin (fluor, altın, silis vd.) ise gravite kontrollü olarak derinlere doğru hareket eden çözeltiler tarafından zenginleşme ortamına taşındığı düşünülmektedir.

Malatya-Yeşilyurt altınlı-fluorit cevherleşmesi, Doğu Toroslarda oluşumu karstlaşma süreçlerine bağlı olan ve yayılımı diskordans düzlemleri tarafından kontrol edilen bilinen ilk cevherleşmedir. Konumu ve yayılımı dikkate alındığında, bu tür bir cevherleşme açısından Doğu Toros Kuşağının önemli potansiyel sahalar olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler : Fluorit, Karst, Diskordans/Uyumsuzluk, Silis, Doğu Toroslar

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Yurdal GENÇ, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

YRD. DOÇ. DR. YURDAL GENÇ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

THE FORMATION AND ORIGIN OF THE MALATYA-YEŞİLYURT GOLD-BEARING FLUORITE MINERALIZATION

Mustafa Kemal Revan

Hacettepe University, Department of Geological Engineering

ABSTRACT

The study area is located about 25 km to the south of Yeşilyurt (Malatya). The units of Malatya Metamorphics and Maden Complex take place in the investigated area, which is geologically situated in the central part of the Eastern Taurus Orogenic Belt.

It is possible to observe the gold-bearing fluorite mineralizations along the contacts between crystallized limestone of Devonian-Carboniferous aged Malatya Metamorphics and schists of Permian aged, which unconformably overlie the former. The zone of mineralization varies from 1 m to 30 m and the ore bearing zone may attain lengths of up to 10 km along the unconformity surfaces. The lithological composition of the ore bearing zone is represented by conglomerate/breccia. The matrix of breccia is mainly composed of quartz, fluorite and limonite and fragments within the breccia can be defined as crystallized limestone and schist in composition. Ore-bearing zone has a poor paragenesis which is consisting of quartz, fluorite and limonite. Due to its high silica content, the ore-bearing zone that looks like a siliceous crust, present a different kind of morphology compared to surrounding rocks. Two different morphological shapes are present (1) unconformity-concordant, flat-lying and more or less tabular bodies (2) in the form of karstic cavity-fillings.

The gold content of ore-bearing zone is highly variable. As for the gold contents of the breccia ore zones (to the south of Dalavihami Tepe, to the west of Kuz Tepe and around the Değirmenbaşı), they reach up to 12,5 ppm. However, when there is no breccia texture observed at certain horizons, the gold content gets much lower and decreases up to 100 ppb.

In terms of geologic position, structural-textural features, and mineral content, the Malatya-Yeşilyurt gold-bearing paleo-karst mineralization is a distinct one formed by the unconformity surfaces. The karstification process that has continued in the region since the Upper Cretaceous, also involves the formation process of gold-bearing fluorite mineralization.

The units overlying ore-bearing zone are favored as the most likely source of the fluorine, gold, silica and other metals. It is assumed that the components that form the mineralization have been carried to the enriching environment by the help of solutions that move deep down under gravity control.

Meanwhile, gold-bearing fluorite mineralization is the first ever known mineralization whose formation is based on karstification process at the Eastern Taurus Mountains and whose diffusion is controlled by unconformity surfaces.

Hence when its geologic position and extension are concerned, this type of mineralization seems to be extremely important to form a basis for further exploration studies in the Eastern Taurus Orojenic Belt.

Keywords : Eastern Taurus, Fluorite, Karst, Discordance/Unconformity, Silica.

Advisor : Assistant Prof. Dr. Yurdal GENÇ, Hacettepe University, ANKARA.

TEŞEKKÜR

Malatya-Yeşilyurt altınlı fluorit cevherleşmelerinin oluşumu ve kökeni konulu bu tez çalışması, Yrd. Doç. Dr. Yurdal GENÇ danışmanlığında, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Bölümü Maden Yatakları Anabilim Dalı'nda 2001-2003 yılları arasında hazırlanmıştır.

Çalışmalarımın her aşamasında, mesleki bilgi ve birikimlerini, öneri, yorum ve değerli zamanını esirgemeyen danışmanım Sayın Yrd. Doç. Yurdal GENÇ' e ;

Tez çalışmasını sürdürdüğüm proje kapsamında, her türlü öneri, teşvik ve olumlu eleştirilerini esirgemeyen ve her zaman için bana destek olan proje sorumlusu, MTA çalışanı Dr. Özcan DUMANLILAR' a ;

Arazi çalışmalarının yürütülmesi aşamasında, yardımlarından dolayı MTA çalışanlarından Ali AYDIN, Yunus AY, Hasan YILDIZ, Ömer TURGUT' a ;

Laboratuvar çalışmaları esnasında, her türlü yardımı ve zamanını esirgemeyen MTA çalışanlarından Banu GÜLTEKİN, Halide DUMANLILAR, Gülay SEZER ve Dr. Ahmet ÇAĞATAY' a

Değerli katkılarından, engin tecrübe ve bilgilerinden her zaman faydalandığım MTA çalışanlarından Rüstem YILDIRIM, Necati AKDENİZ ve Ercan KUŞCU' ya

Tez yazım aşamasında büro çalışmalarındaki katkılarından dolayı YAMAS çalışanlarından değerli arkadaşım Cemal DOĞANALP ile MTA çalışanlarından Serkan ÖZKÜMÜŞ' e ;

Görüş ve eleştirileriyle tez çalışmasının şekillenmesine katkılarından dolayı Tez Jüri Üyelerinden Prof. Dr. Taner ÜNLÜ (AÜ), Prof. Dr. Abidin TEMEL (HÜ), Prof. Dr. Cem SARAÇ (HÜ) ve Yrd. Doç. Dr. Üner ÇAKIR (HÜ) 'a ;

sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
1.2. Çalışma Sahasının Tanıtımı.....	1
1.3. Çalışma Yöntemleri.....	3
1.4. Önceki Çalışmalar.....	4
2. JEOLJİ.....	7
2.1. Bölgesel Jeoloji	7
2.2. Çalışma Alanının Jeolojisi	13
2.2.1. Malatya Metamorfitleri	16
2.2.1.1. Şerefhan Şistleri.....	16
2.2.1.2. Kalecik Mermerleri	19
2.2.1.3. Düzağaç Şistleri	22
2.2.1.4. Kerbelek Kireçtaşları	28
2.2.2. Maden Karmaşığı.....	28
2.2.3. Kuvaterner.....	29

3. CEVHERLEŞME	30
3.1. Altınlı-Fluorit Cevherleşmesi	30
3.1.1. Değirmenbaşı cevherleşmesi	32
3.1.2. Kuz Tepe cevherleşmesi	34
3.1.3. Dalavihami Tepe cevherleşmesi	38
3.1.4. Gözlemlerin değerlendirilmesi	44
3.1.5. Altınlı-fluorit cevherleşmesinin metal iğeriği	46
3.2. Çalışma Alanı İÇerisinde Yer Alan Diğer Cevherleşmeler	48
3.2.1. Kurşun-inko cevherleşmesi	48
3.2.2. Demir cevherleşmesi	49
3.3. Tartışma ve Yorum	51
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	61
KAYNAKLAR	63
EKLER	68
EK – 1 : Kayaç Jeokimyası Analiz Sonuçları	
EK – 2 : Malatya – Yeşilyurt altınlı fluorit cevherleşmesi örnek lokasyon haritası	
EK – 3 : Malatya – Yeşilyurt altınlı fluorit cevherleşmesi	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
TMMOB	: Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği
HÜ	: Hacettepe Üniversitesi
AÜ	: Ankara Üniversitesi
O.D.T.Ü	: Orta Doğu Teknik Üniversitesi
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
YAMAS	: Yeni Anadolu Mineral Madencilik Sanayi
D.S.İ.	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
Y.A.S.	: Yer Altı Suları
Enst.	: Enstitü
edit.	: Editör
μ	: Mikron
T.	: Tepe
mm	: Milimetre
m	: Metre
km	: Kilometre
g/t	: gram/ton
s.	: Sayfa
Ort.	: Ortalama
Örn.	: Örneğin
vd.	: ve diğerleri
vb.	: ve başka
My	: Milyon yıl
GD	: Güneydoğu
F	: Fluor
SiF	: Fluorsilikat
Ca	: Kalsiyum
CaCO ₃	: Kalsiyum Karbonat
Pb-Zn	: Kurşun-Çinko
K/Ar	: Potasyum/Argon
AuCl	: Altın Klorür

ŞEKİLLER DİZİNİ**Sayfa**

Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası	2
Şekil 1.2. Çalışma alanının örnek alım haritası	5
Şekil 2.1. Türkiye'nin tektonik üniteleri (Ketin, 1966).....	9
Şekil 2.2. Toros kuşağının alt bölümlerinin coğrafik sınırları (Özgül, 1983).....	9
Şekil 2.3. Çalışma alanının bölgesel jeoloji haritası (1/500 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası, Sivas-Hatay paftasından basitleştirilerek alınmıştır)	11
Şekil 2.4. Çalışma alanının jeoloji haritası.....	14
Şekil 2.5. Çalışma alanının tektono-stratigrafik dikme kesiti	17
Şekil 2.6. Şist örneğinde, biyotit (bio), kuvars (kuv), muskovit ve opak (op) mineralleri (Çift nikol).....	18
Şekil 2.7. Şist örneğinde, kloritoyid (klro), kuvars (kuv) ve muskovit mineralleri (Çift nikol)	18
Şekil 2.8. Şist örneğinde, granat (gr), kuvars (kuv) ve kloritoyid (klro) mineralleri (Çift nikol).....	19
Şekil 2.9. Mermer örneğinde kalsit (kal) ve kuvars (kuv) mineralleri (Tek nikol)	20
Şekil 2.10. İnce kalsit taneler içerisinde karbonat (karb) ve grafit (siyah taneler) mineralleri (Tek nikol)	21
Şekil 2.11. İnce dolomit (dlm) kristalleri ve içerisindeki kılcal çatlaklarda kalsit (kal) mineralleri (Tek nikol).....	22
Şekil 2.12. Kalk şistlerin mikroskobik görünümü (Çift nikol)	23
Şekil 2.13. Serisit-kuvars şistlerin genel mikroskobik görünümü (Çift nikol).....	24
Şekil 2.14. Klorit-fillitler içerisinde gözlenen mikro kıvrımlanmalara uygun organik maddece zengin seviyeler ile kuvars (kuv) (Tek nikol)	24
Şekil 2.15. Çalışma alanının genel görünümü (Pmka : Kalecik Mermerleri, Pmd : Düzağaç Şistleri, Pmk : Kerbelek Kireçtaşları, kçt : şistler içerisindeki kristalize kireçtaşı seviyeleri)	25
Şekil 2.16. Şistler içerisindeki metabazit ara katkılarının genel mikroskobik görüntüsü. Piroksen ve epidot mineralleri (Çift nikol)	26

Şekil 2.17. Kalecik Mermerlerinin (Pmka)üzerine uyumsuz olarak gelen Düzağaç Şistleri (Pmd).....	26
Şekil 3.1. Paleozoyik istifteki cevherli zonun konumunun şematik gösterimi.....	31
Şekil 3.2. Farklı geçirgenliğe sahip iki birim arasındaki dokanak boyunca ve aşınma yüzeyinin altında mercekler ve küçük cepler şeklinde gözlenen cevherli zonun konumu.....	32
Şekil 3.3. Değirmenbaşı cevherleşmesine ait yapı-doku türleri. Silisli, limonitli matriks içerisinde fluorit (flo), şist ve kristalize kireçtaşı (kçt) parçaları	33
Şekil 3.4. Cevherli zonun alt kesimlerindeki kuvars (kuv) ve limonit (lim) matriks içerisinde şist ve karbonat parçaları (Çift nikol).....	33
Şekil 3.5. Cevherli zonun üst kesimlerindeki daha az limonitik seviyeler. Kuvars (kuv) matriks içerisinde şist parçası (Çift nikol)	34
Şekil 3.6. Kuz Tepe batısındaki cevherleşmenin genel görünümü. Mermerler ile şistlerin arasındaki diskordans düzlemi boyunca gözlenen yaklaşık yataya yakın cevherli zon (Pmka : Kalecik Mermerleri, Pmd : Düzağaç Şistleri).....	35
Şekil 3.7. Kuz Tepe batısındaki cevherli zona ait yapı-doku türleri. Silisli matriks içerisinde boşluk dolgusu şeklinde fluoritler	36
Şekil 3.8. Kuz Tepe batısındaki cevherleşmelere ait kayaç örneklerinin genel mikroskobik görünümü. A) Kuvars (kuv) matriks içerisinde şist parçaları ve limonit (lim) minerali. B) Kuvars (kuv) matriks içerisinde fluorit (flo) minerali (Çift nikol).....	37
Şekil 3.9. Kuz Tepe güneyindeki cevherleşmelere ait kayaç örneklerinin mikroskobik görünümü. A) Kuvars matriks içerisinde fluorit (flo) minerali (Tek nikol). B) Öz şekilsiz, iç içe kenetli kuvars ile boşluklarda öz şekilsiz fluorit (flo) minerali (Çift nikol)	38
Şekil 3.10. Dalavihami Tepe'de kırık ve boşluk dolgusu şeklinde, düzensiz, cevher kütleler (Pmka : Kalecik Mermerleri).....	39
Şekil 3.11. Dalavihami Tepe'de kırık ve boşluk dolgusu şeklinde, düzensiz, uyumsuz cevher kütleler (Pmka : Kalecik Mermerleri).....	39
Şekil 3.12. Dalavihami Tepe'nin güneybatısındaki cevherleşmeye ait yapı/doku türleri. A) Masif görümlü, boşluk dolgusu şeklinde fluoritler. B) Breşik matriks içerisinde fluorit bantları. C-D) Organik maddece zengin seviyelerde (koyu gri renkli) fluoritler	40

- Şekil 3.13. Dalavihami Tepe'nin güneybatısındaki cevherli zonlarda yer yer gözlenen silisleşmiş şistler. Şistozite tanınabiliyor (kalemin sol kesimlerinde).....41
- Şekil 3.14. Kuvars (kuv) ve limonit (lim) matriks içerisinde fluorit (flo) ve şist parçaları (Çift nikol)42
- Şekil 3.15. Boşluk dolgusu şeklinde fluorit (flo) taneleri (Tek nikol).....42
- Şekil 3.16. Dalavihami Tepe'nin güneybatısındaki cevherli zonun opak mineral içeriği. A) Kuvars içerisinde altın (Au) tanesi B) Fluorit içerisinde altın (Au) minerali C) Silika matriks grafit (grf) minerali D) Silika matriks içerisinde limonit (lim) ve içerisinde limonit boyaması43
- Şekil 3.17. Dalavihami Tepe'nin güneyinde yer alan, masif silika görünümünde, cevher içermeyen zonların mineral içeriği. A) Kuvars (kuv) matriks içerisinde karbonat (karb) parçaları (Çift nikol). B) Kuvars (kuv) matriks içerisinde nadir gözlenen öz şekilsiz fluorit (flo) mineralleri (Tek nikol). C) Silika matriks içerisinde piroluzit (prl) minerali D) Silika matriks içerisinde limonit (lim) minerali.....45
- Şekil 3.18. Karbonatların en üst kesimlerinde yer alan cevherli zonların morfolojik şekilleri. Mermerler ile şistlerin arasındaki uyumsuzluk düzlemine paralel, yataya yakın düz cevher kütleler (b) ve mercek şeklinde çökme boşlukları (a). Uyumsuzluk düzlemi üzerinde kırık ve boşluk dolgular şeklinde, düzensiz cevher kütleler (c).....46
- Şekil 3.19. Kurşun-çinko ve demir cevherleşmelerinin mineral parajenez ilişkisi. A) Kenarlardan itibaren seruzite dönüşmüş galenit. B) Martitleşmiş manyetit ve simitsonit. C) Limonit (lim) içerisinde pirit (pr) kalıntıları ve smitsonit (smit). D) Pirotin (prot), ilmenitten dönüşmüş rutil (rut) ve granat (gr). E) Kloritoyidler içinde, şistoziteye uyumlu limonit (lim) damarı ve rutil (rut). F) Kloritoyidler içinde, ilmenitten dönüşmüş rutil (rut)50

ÇİZELGELER DİZİNİ**Sayfa**

Çizelge 3.1. Doğada yaygın olarak gözlenen bazı sedimanter ve magmatik kayaç türlerinin ortalama fluorit içeriği* (Allmann and Koritnig, 1969' dan alınmıştır).....	56
Çizelge 3.2. Doğada yaygın olarak gözlenen bazı sedimanter, magmatik ve metamorfik kayaç türlerinin altın içeriği* (Allmann and Crocket, 1974'dan alınmıştır).....	56
Çizelge 3.3. Doğada yaygın olarak gözlenen bazı sedimanter, magmatik ve metamorfik kayaç türlerinin silis içeriği* (Liebau vd., 1969'dan alınmıştır).....	57



1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün (MTA) 1994 Yılında başlattığı çalışmalarda genel jeokimyasal prospeksiyonlar neticesinde, söz konusu tez sahasının da içinde bulunduğu geniş bir alanda Cu, Mo, As, Zn ve Pb anomali alanları tespit edilmiş olup, seçilen tez sahasının altın ve fluorit açısından önemli bir potansiyele sahip olabileceğine ve detaylı incelenmesi gerektiğine karar verilmiştir.

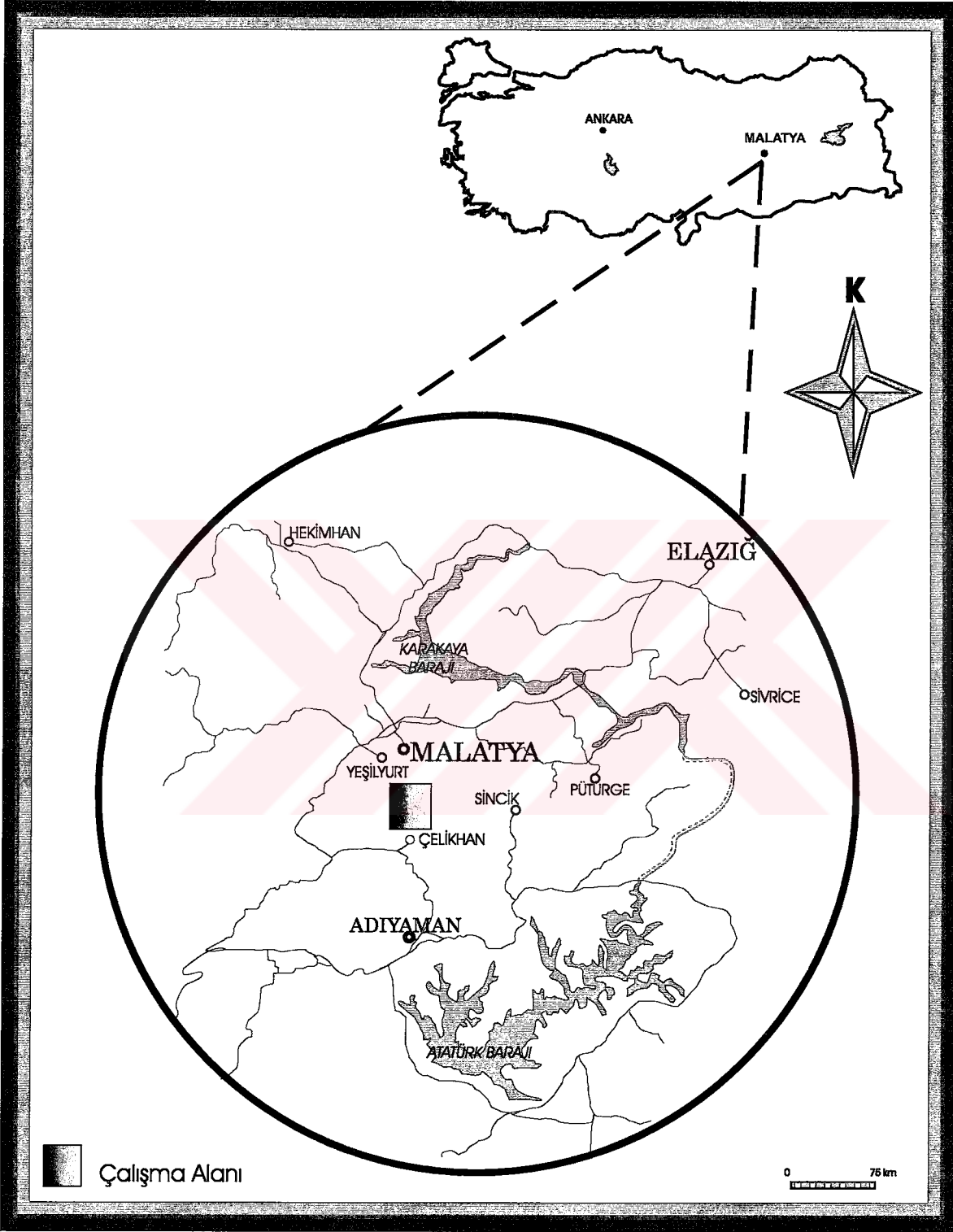
Cevherleşmeler, Paleozoyik yaşlı mermerler ile şistlerin dokanaklarında bir zon boyunca kesikli olarak uzanım sunmakta olup, üç ayrı lokasyonda yer almaktadır. Tezin amacı ve hedefi, bu üç ayrı lokasyondaki altınlı fluorit cevherleşmelerin birbirleriyle korelasyonlarını ve jeolojik konumlarını, köken ve oluşum ortamını belirlemek için, detaylı haritalama ve örnek alımı yaparak, elde edilen bilgiler ışığında altın ve fluorit potansiyelini ortaya koyabilmektir.

1.2. Çalışma sahasının Tanıtımı

Çalışma alanı, Doğu Anadolu Bölgesinde, Malatya İli'nin Yeşilyurt ilçesinin yaklaşık 25 km güneyinde yer alır. Çalışma alanı, 1/25 000 ölçekli Malatya L40c1-L40c4 paftaları içerisinde, Çat barajı göl alanı çevresinde, yaklaşık 110 km² alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1).

Çalışma alanına hem Adıyaman (70 km) hem de Malatya (35 km) üzerinden ulaşım sağlanmaktadır.

Çalışma alanı, bitki örtüsünden yoksun oluşu açısından jeolojik araştırmalar için oldukça elverişlidir, fakat bölgede engebeli bir topografyanın hakim olması ve ulaşım açısından yeterli yol ile patikaların bulunmayışı, jeolojik araştırmalar için olumsuz etkilerin başında gelir. Önemli topoğrafik yükseltilerin başında, Kerbelek Tepe (2429 m), Dalavihami Tepe (2345 m), Kızılyol Tepe (2262 m), Kınık Tepe (2150 m) ve Mamaşık Tepe (2150 m) gelir.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Çalışma alanının akarsu ağını, yüksek eğimli dereler ve bu derelerin birleşmesiyle oluşan çaylar oluşturur. Önemli dereler içerisinde Değirmenbaşı Deresi (ortalama eğimi 20⁰), Şuğul Deresi (ortalama yatak eğimi 20⁰), Sersi Çayı (ortalama yatak eğimi 5⁰), Zerni Çayı (ortalama yatak eğimi 5⁰) ve Porga Çayı örnek verilebilir.

Çalışma alanındaki başlıca kaynaklar, Değirmenbaşı ve Şuğul kaynaklarıdır. Bu kaynakların suları Şuğul ve Değirmenbaşı Derelerini, bu dereler ise Sersi Çayını beslemektedir.

Çalışma alanında tipik karasal iklim hakimdir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk ve yağışlı geçer. Yağışlar genelde kar şeklindedir. Gece ile gündüz, yaz ile kış mevsimleri arasındaki sıcaklık farkları yüksektir. En fazla yağış ilkbahar ile kış aylarında düşer.

Bölgedeki su potansiyeli göz önüne alınarak, Çat barajı göl alanı ve tüneli inşaa edilmiştir. Malatya ve çevresinin su ihtiyacının bir kısmı buradan karşılanmaktadır.

1.3. Çalışma Yöntemleri

2001 yılı Mayıs ayında başlayan tez çalışması; büro, arazi ve laboratuvar çalışması olmak üzere, 3 aşamada yürütülmüştür.

Büro çalışmalarında, tez çalışmasının konusuna yardımcı olabilecek kaynaklar (rapor, makale, vb.) incelenmiş. Arazi incelemeleri ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler değerlendirilerek, amaç ve hedef doğrultusunda çalışmalar yapılmıştır. Hedef bölgenin genelinde, 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası yapılarak, çalışma alanının litostratigrafik istifi oluşturulmuştur. Harita yapımı esnasında bölgede yüzeyleyen, renk, doku ve mineralojik bileşimleri farklılık gösteren kayaç birimlerini tanımlamak, cevherleşmenin oluşumunu, kökenini, yayılımını ortaya koyabilmek için düzenli ve ayrıntılı örnek alımı (petrografik, paleontolojik, jeokimyasal vb.) yapılmış ve örnek alım haritası hazırlanmıştır (Şekil 1.2, EK-2). Çalışma alanında 135 adet yüzey örneği alınmıştır. Bu örneklerin 110 adedi çalışma alanındaki cevherleşmelere, diğerleri ise çevre kayaçlara aittir.

Laboratuvar çalışmalarında, araziden alınan örnekler üzerinde amaca yönelik işlemler ve incelemeler yapılmıştır. Petrografik amaçlı alınan 67 adet örneğin ince kesit ve parlatmaları MTA laboratuvarlarında yapılmıştır. Hazırlanan örnekler polarizan mikroskop ve maden mikroskobu ile incelenmiştir. İncelemeler sonucunda temsili örnekler, mineralojik, petrografik olarak tanımlanmış, cevhergang mineralleri, cevher minerallerinin yapı-doku özellikleri belirlenmiştir.

Jeokimyasal amaçlı alınan 64 adet kayaç örneğinin kimyasal analizleri MTA laboratuvarlarında yapılmıştır. Cu (bakır), Pb (kurşun), Zn (çinko), Mo (Molibden), As (arsen), Sb (antimuan) ve Ag (gümüş) elementlerinin analizi için örnekler Nitrik asitte çözdürülüp sıvı haline getirilmiş ve alevli AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi) ile sonuçlar tayin edilmiştir. Au (altın) elementi analizi için örnekler HBr (Hidrojen Brom) içinde çözüldürülüp, çözünen kısım Metil İso Butil Keton fazına alınmış ve sonrasında alevli AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi) ile sonuçlar tayin edilmiştir.

Mikroskopta ayırt edilemeyen alterasyon minerallerini tanımlamak için, 5 adet kayaç örneğinde XRD (X-Ray Diffraction) çalışması yapılmıştır.

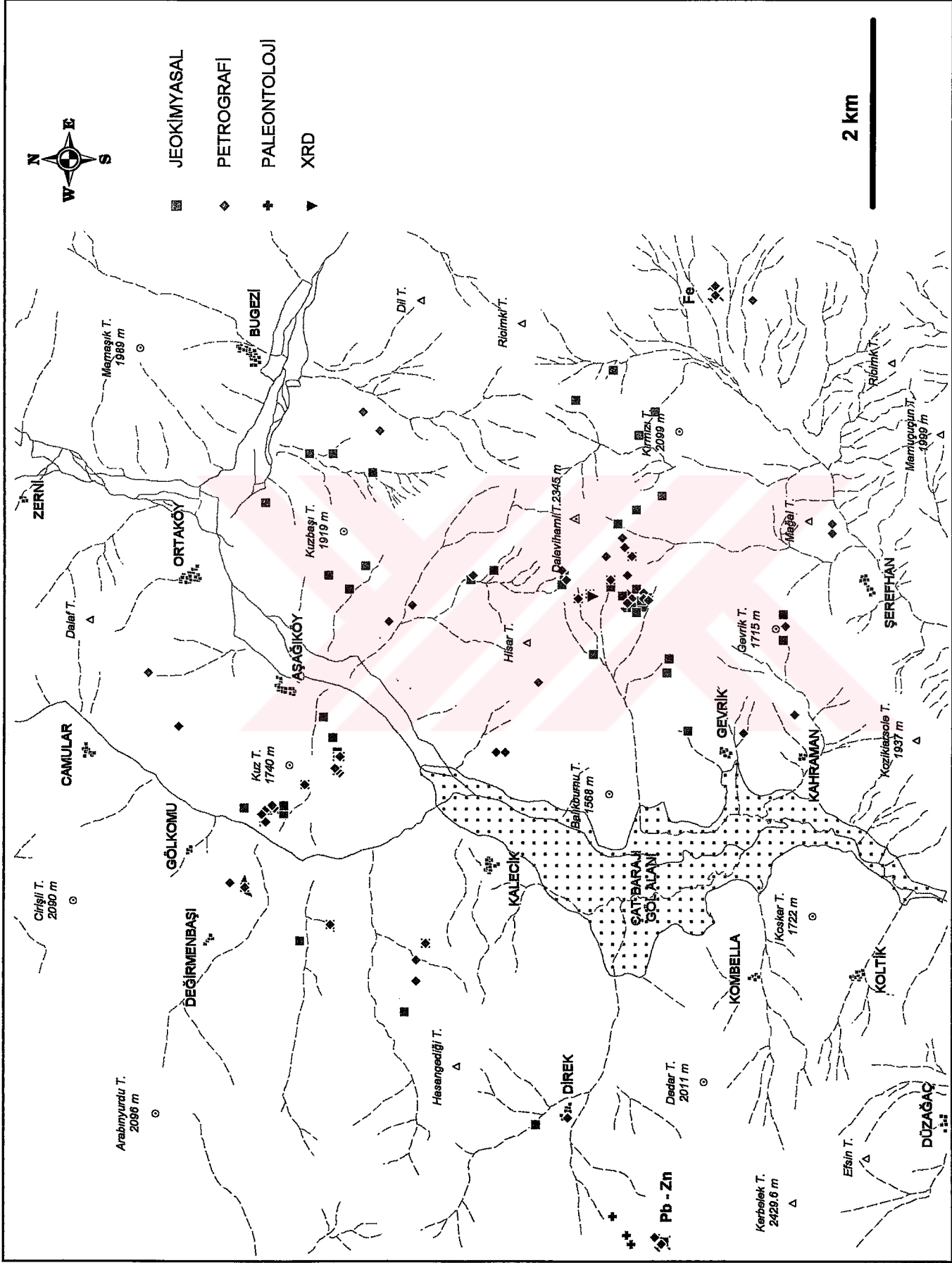
1.4. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanının bulunduğu bölgenin jeolojisini içeren ilk rapor Stefanski (1941) tarafından hazırlanmıştır. Çalışmada, Malatya bölgesi volkanik kayaçlarının genelde Alt Kretase yaşlı olduğu ve Paleozoyik temelde bulunan sedimanter kökenli mikaşistlerin yapısal konumu ortaya konmuştur.

Baykal (1944), Malatya- Kayseri arasındaki Torosların jeolojik etüdünü kapsayan ayrıntılı bir çalışma yapmıştır.

Stchepinsky (1944), Malatya napına ait mermerlerin, paleontolojik verilere dayanarak yaşlarını Permo-Karbonifer olarak belirlemiştir.

Holzer (1955), tarafından Malatya bölgesinin 1/100. 000 ölçekli jeoloji haritaları yapılmıştır.



Şekil. 1.2. Çalışma alanının örnek alım haritası

Baykal (1966), bölgede yapılmış olan çalışmalar ile kendi çalışmalarını derleyerek MTA Genel Müdürlüğü adına 1/500.000 ölçekli Sivas paftasının komplikasyonunu yapmıştır.

Pişkin (1972), Malatya'nın güneyinde yapmış olduğu çalışmada, Paleozoyik yaşını verdiği metamorfiteyi kesen Pre-Lütesyen yaşlı monzodiyoritler ile bölgede Üst Kretase-Alt Eosen aralığında etkili olmuş spilitik bir volkanizmanın varlığına değinir.

Sungurlu (1972), Gölbaşı-Gerger arasında yaptığı ilk çalışmada, Malatya Metamorfiteyi için Kilkayak Formasyonu ve sonraki yıllarda ise Kilkayak Formasyonu yerine Malatya Metamorfiteyi adını kullanır.

Kipman (1976; 1981), Keban civarında yapmış olduğu jeoloji ve petroloji çalışmalarında, bölgedeki metamorfik kayaçların istiflenmesini daha önceki çalışmalardan farklı olarak ortaya koyarak, bu metamorfik kayaçların içerisinde ilk kez fosiller bularak birime Permo-Triyas yaşını vermiştir.

Perinçek (1978), Çelikhhan-Sincik-Koçalı (Adıyaman İli) dolaylarında yaklaşık 918 km² lik bir alanın 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlayarak, bölgenin karmaşık tektoniği içerisinde sağlıklı sonuçların elde edilmesi neticesinde bölge genel jeolojisinin anlaşılmasına ışık tutmuştur.

Özçelik (1982), Malatya çevresindeki volkanik kayaçların petrolojisi ve jeokimyası ile bunlara bağlı sülfid yataklarının mineralojisini incelemiştir.

Yazgan (1983), çalışma alanının içinde bulunduğu Doğu Torosların jeodinamik evrimine yönelik bir model geliştirmiştir.

Gülenbay (1984), Malatya Çat barajı yöresinde yaptığı çalışmasında Malatya Metamorfiteyi içerisinde karstlaşma gösteren birimleri belirtmiştir.

Gözübol ve Önal (1986), Malatya Metamorfiteyi ilk defa formasyonlarına ayırmıştır.

Alan (1990), bölgede yapmış olduğu çalışmada Malatya Metamorfitlerinin fasiyes haritasını yaparak, ana tektonik hatları ortaya koymaya çalışmıştır.

Yılmaz vd., (1992), Keban (Elazığ) kurşun-çinko cevherleşmelerinin kökenlerine yeni bir yaklaşımda bulunarak birincil cevher oluşumlarının doğrudan magmatik sokulumlara bağlı olmadığını ve cevherleşmelere yataklık yapan karbonat seviyelerin bünyelerinde önceden var olan metallerin magmatik sokulumlara bağlı olarak ikincil süreçlerle şekillendiklerini belirtir.

Karaman vd., (1993), bölgede yapmış olduğu çalışmada, 1/100.000 ölçekli Malatya L39 ve L40 paftalarında toplam 22 adet 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasını yaparak, bölgenin jeolojik ve stratigrafik özelliklerini ortaya koyup, muhtemel cevherleşmelerin tespitini amaçlamıştır.

Şaşmaz ve Önal (1998), Çalışma alanının da içinde bulunduğu dar bir bölgenin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlayıp, mevcut Pb-Zn cevherleşmelerinin konumu, petrografisi, kimyası ve oluşumu üzerine çalışma yapmışlardır.

Şaşmaz vd., (1999), Çalışma alanındaki mevcut fluorit cevherleşmelerini ekonomik açıdan değerlendiren bir rapor hazırlamıştır.

Yalçın vd., (1999), Üst Paleozoyik yaşlı çok düşük dereceli Malatya Metamorfitlerini, dokusal ve mineralojik açıdan incelemiş, metamorfizma türü ve değişimlerini ortaya koymaya çalışmıştır.

2. JEOLJİ

2.1. Bölgesel Jeoloji

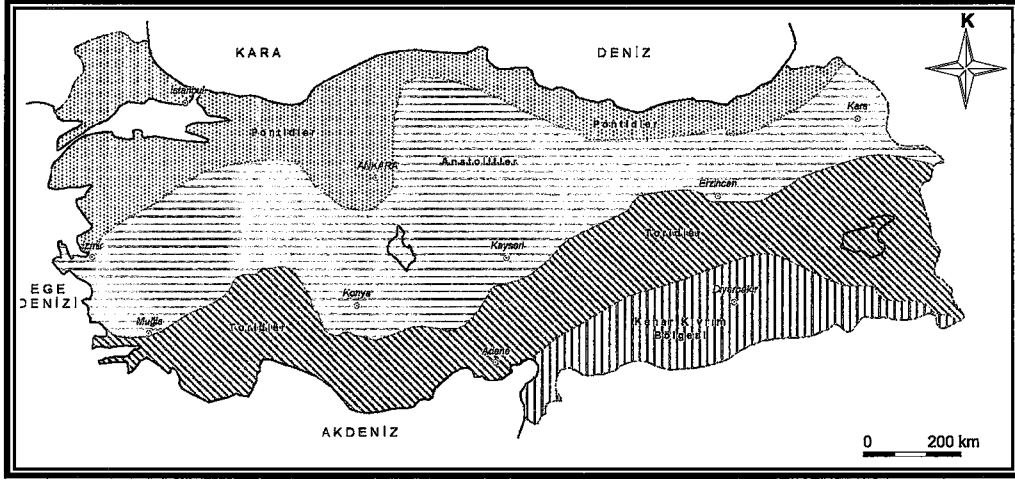
İnceleme alanı, Doğu Toros Orojenik Kuşağının orta kesiminde yer almaktadır. Ketin (1966)' e göre dağ kuşaklarının orojenik gelişimleri esas alınarak, Türkiye dört tektonik birliğe ayırt edilmiştir. Bunlar kuzeyden güneye doğru sırasıyla şöyledir; Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları bölgesidir (Şekil 2. 1).

Alp-Himalaya dağ oluşum kuşağının bir parçası olarak kabul edilen Toroslar, sürekli fakat düzgün olmayan bir kuşak olarak Batı Anadolu'dan Akdeniz kıyısına paralel olarak uzanıp, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da ise kuzeydoğudan doğu-batıya ve sonra güneydoğuya dönen bir yay oluşturur. Toroslar'da Kambriyen ile Miyosen arasında değişen sedimanter kayalar, metamorfik masifler, ofiyolitler ve ofiyolitli melanjlar bulunur (Ketin, 1966). Toros kuşağı, Özgül (1983) tarafından Batı, Orta ve Doğu Toroslar olmak üzere üç alt bölüme ayrılmaktadır (şekil 2.2).

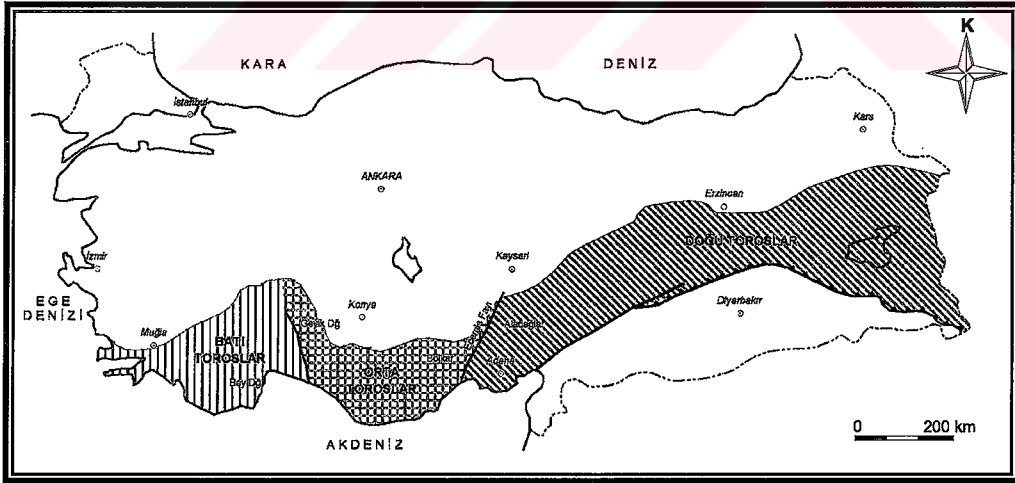
Doğu Toroslar ise, Kızıldağ ofiyolit masifi ile Hatay bölgesinden başlayarak Türkiye'nin en güneydoğu ucu olan Hakkari bölgesine kadar bir yay çizerek uzanmaktadır. Eğer coğrafi özelliklerinin yanında jeolojik ve tektono-stratigrafik nitelikleri kapsayan bir tanımlama yapılacak olursa, Doğu Torosları, Misisler ve Binboğa dağlarını da kapsayacak şekilde Sarız-Adana hattı boyunca uzanan Ecemiş Fayı doğusundan başlatmak gerekecektir. Bu dağ silsilesi Gonduvana kıtası çıkıntılarından biri olan Arap levhasının kuzey sınırını çevreleyerek, İran'da Zagros silsilesine birleşmektedir (Yazgan vd., 1987).

Yılmaz ve Yiğitbaş (1991)'a göre Arap platformunun kuzey kenarında yer alan Doğu Toroslar'da iki tektonik kuşak ayırt edilir. Bunlar, Mobil Kuşak veya Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı olarak adlandırılan Ekay zonu ile Nap alanı'dır.

Ekay zonu, Arap levhasının en kuzey kesimi ile allokton nap örtüleri arasında kalan ters fay ve şaryajların yaygınca yer aldığı bir zondur. Allokton birimlerin yaşlıdan gence doğru birbiri üzerine itilerek sıkıştırıldığı ve paketlenerek topluca otokton üzerine ilerlediği bu zonda tektonik dilimler halinde düzenli ve karmaşık nitelikli tektonik birlikler bulunur (Yılmaz ve Yiğitbaş, 1991). Ketin (1966) ve İlhan (1971) yapmış oldukları şalışmalarda, Doğu Toroslar ile Kenar Kıvrımları birimi arasındaki jeolojik dokanakla, Yılmaz ve Yiğitbaş (1991) tarafından tanımlanan Ekay zonu kastedilmiş olup, dokanağın doğuda Hakkari güneyinden başlayarak, batıda Amanos dağlarına kadar uzanan bir bindirme kuşağı ile belirginleştiğini belirtmiştir. Bu bindirme kuşağı, yaklaşık 30 ile 60 km genişliğindedir ve doğu-batı yönünde 700 km uzanır.



Şekil 2.1. Türkiye'nin tektonik üniteleri (Ketin,1966).

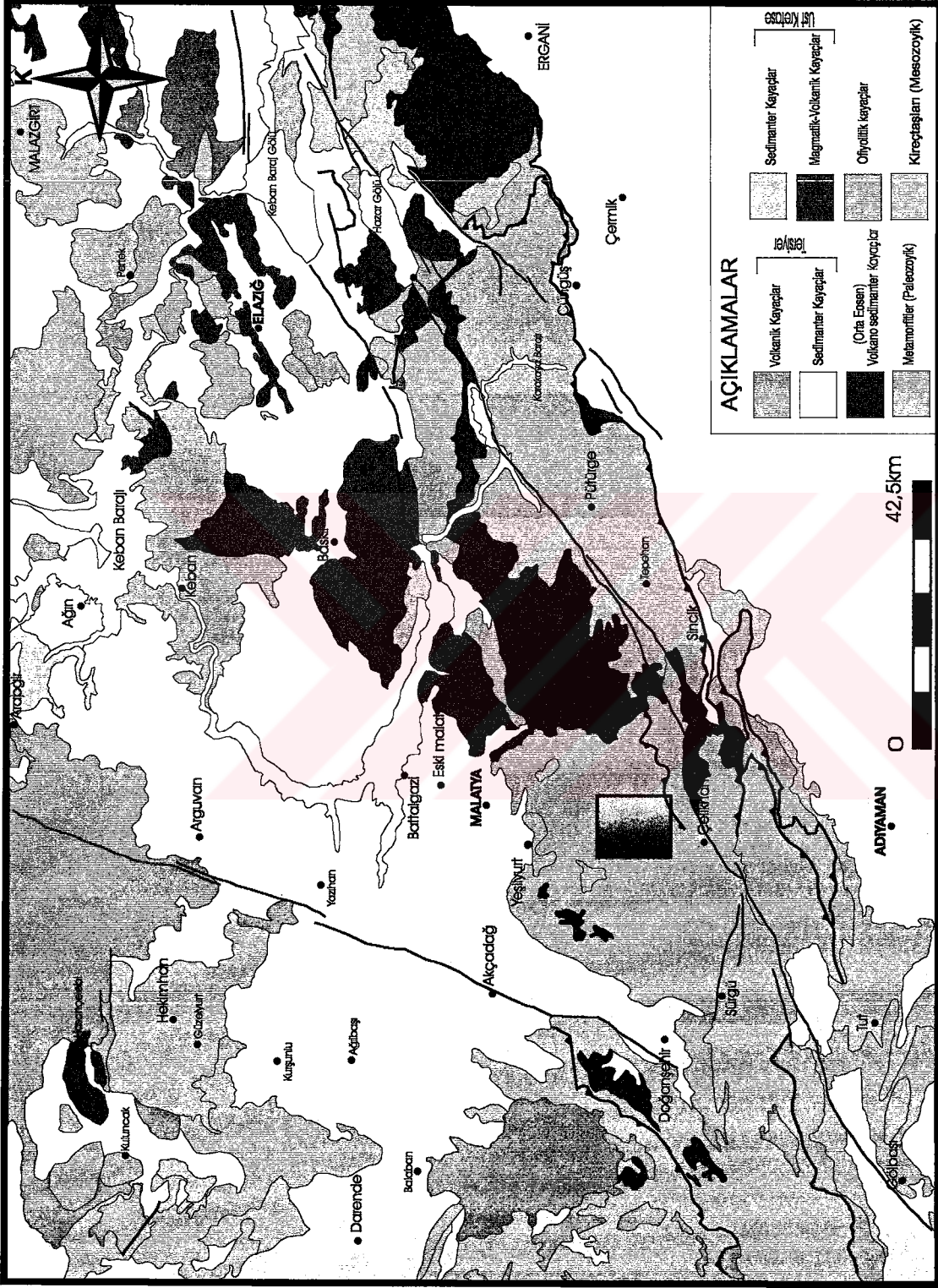


Şekil 2.2. Toros Kuşağının alt bölümlerinin coğrafik sınırları (Özgül, 1983).

Nap alanı, başlıca ofiyolitik topluluklar ve metamorfik birliklerden oluşur. Nap alanı başlıca, üst üste duran iki farklı naptan oluşmaktadır. Üst nap Güneydoğu Anadolu metamorfik birliklerini içermektedir (Doğudan batıya doğru, Bitlis masifi, Pütürge masifi, Keban-Malatya Metamorfikleri, Binboğa metamorfikleri vb. adlarla anılan bu metamorfik birlikler aynı bütünüün uzantıları ve kısımlarıdır). Alt nap ise bir ofiyolitik topluluktur (Kızılkaya metamorfiti, Beril Metaofiyoliti ve Yüksekova grubu ile temsil edilirler). Bunlardan üst nap, önce alt nap'ın üzerine ilerlemiş, daha sonraki dönemde her ikisi birlikte bir nap paketi olarak hareket etmiştir (Yılmaz ve Yiğitbaş, 1991).

Çalışma alanı ve içinde bulunduğu bölgede (Şekil 2.3), yaygın olarak gözlenen Malatya Metamorfikleri, çeşitli çalışmacılar (örn, Yazgan, 1983) tarafından Keban Metamorfikleri ile benzer birimler ve Keban Metamorfiklerinin güneydeki uzanımları olarak ele alınmıştır. Asutay ve Turan (1986) ile Yılmaz vd., (1992)' in Keban (Elazığ) bölgesinde oluşturdukları stratigrafik dizininin formasyonları gerek litolojisi gerek birbirleri ile olan ilişkileri bakımından çalışma alanımızda gözlenen birimlere benzerlikleri dikkat çekicidir. Keban Metamorfikleri, değişik araştırmacıların (Özgül, 1976 ; Kipman, 1981; Asutay ve Turan, 1986) önerdiği yaşlara göre Permo-Karbonifer ile başlayıp Triyas'a kadar uzanan bir çökelim evresi geçirmiş platform tipi kıtasal şelf çökelleridir. Bu metamorfiklerinin alt seviyelerinde bulunan, kimi çalışmacılara göre Permiyen ve/veya Permiyen öncesi mermerlerin üzerine gelen şistler metakonglomera seviyeleri ile başlar (Keban-Elazığ yolunda). Bu durum, bölgede bir yükselmenin olduğunu ifade eder. Mermerlerin üzerine uyumsuz olarak gelen şistlerin kökeni, Asutay ve Turan (1986) tarafından vahşi filiş olarak tanımlanmış ve platform tipi oluşumlardan daha hareketli bir olistostrom evresi önermiştir. Bu metamorfiklerin üst seviyelerinde Karaman vd., (1993) tarafından belirlenen fosil bulgularına göre Triyas yaşı alınmış olması karasallaşma sürecinin kısa bir zaman aralığında gerçekleşmiş olduğunu gösterir.

Güvenç (1981), Tetisin Permiyen ve Triyas stratigrafisi dizilerinin incelemesi sonucunda Avrasya ve Afrika (Gondvana) kıtaları arasında yer alan paleocoğrafya bölgelerinin saptamasını yapmış ve Toroslardan İran' a kadar uzandığı bilinen bu bölgede, Devoniyen-Karbonifer arasında herhangi bir karasallaşma sürecinin



Şekil 2.3. Çalışma alanının bölgesel jeolojî haritası (1/500 000 ölçekli Türkiye jeolojî haritası, Sivas-Hatay paftasından basitleştirilerek alınmıştır).

olmadığını, buna karşın, Karbonifer sonu ve Permiyen başında karasal etkilerin (konglomera, demiroksit tabakaları, lateritleşmeler vb.) görüldüğünü belirtmiştir. Özgül (1976), Toros kuşağında, stratigrafi özellikleri ve kapsadıkları kaya birimleri açısından birbirlerinden değişik havza koşullarını yansıtan “Birlikler” in yer aldığını ve bu “Birlikler” in kendilerine özgü ayırtman özelliklerini yitirmeden kuşak boyunca yüzlerce kilometre devamlılık gösterdiğini belirtmiştir. Keban dolaylarında yüzeyleyen metamorfitlelerin, Alanya Birliği'nin ayırtman özelliklerini taşıdığından çalışmacı tarafından bu birliğin kapsamına sokulmuştur. Alanya Birliğinin genel ayırtman özelliği olarak, derinlikle artan metamorfizma gösterdiğini ve Permiyen ve Triyas mermer ile yeşil şistleri kapsadığını belirtir.

Bölgede, birbirinden farklı olarak iki ayrı konumda ofiyolitik kütle bulunmaktadır. Bunlardan biri, Keban Metamorfitleleri ile Pütürge Metamorfitleleri arasında yer alırken (İspendere-Kömürhan Ofiyoliti), diğeri, Pütürge Metamorfitlelerinin güneyi ile Arap platformu arasında yer alır ve her iki ofiyolitik kütle de doğu-batı uzanımlıdır. Bu durum, riftleşmenin zamanlamasındaki görüş birliğine rağmen, çalışmacılar arasında riftleşmenin yeri hususunda farklı görüşlere neden olmaktadır. Bu açılmanın Keban-Malatya Metamorfik masifleri ile Arabistan platformu arasında meydana geldiğini öne süren çalışmacıların aksine açılmanın Bitlis-Pütürge Masiflerinin kuzeyinde, Keban-Malatya Metamorfitlelerinin güneyinde gerçekleştiği görüşünde olan çalışmacılar da vardır. Kimi çalışmacılar (Perinçek ve Özkaya, 1981) ise bölgenin jeodinamik evriminin tek bir okyanus kolu ile açıklanamayacağını vurgulamışlardır.

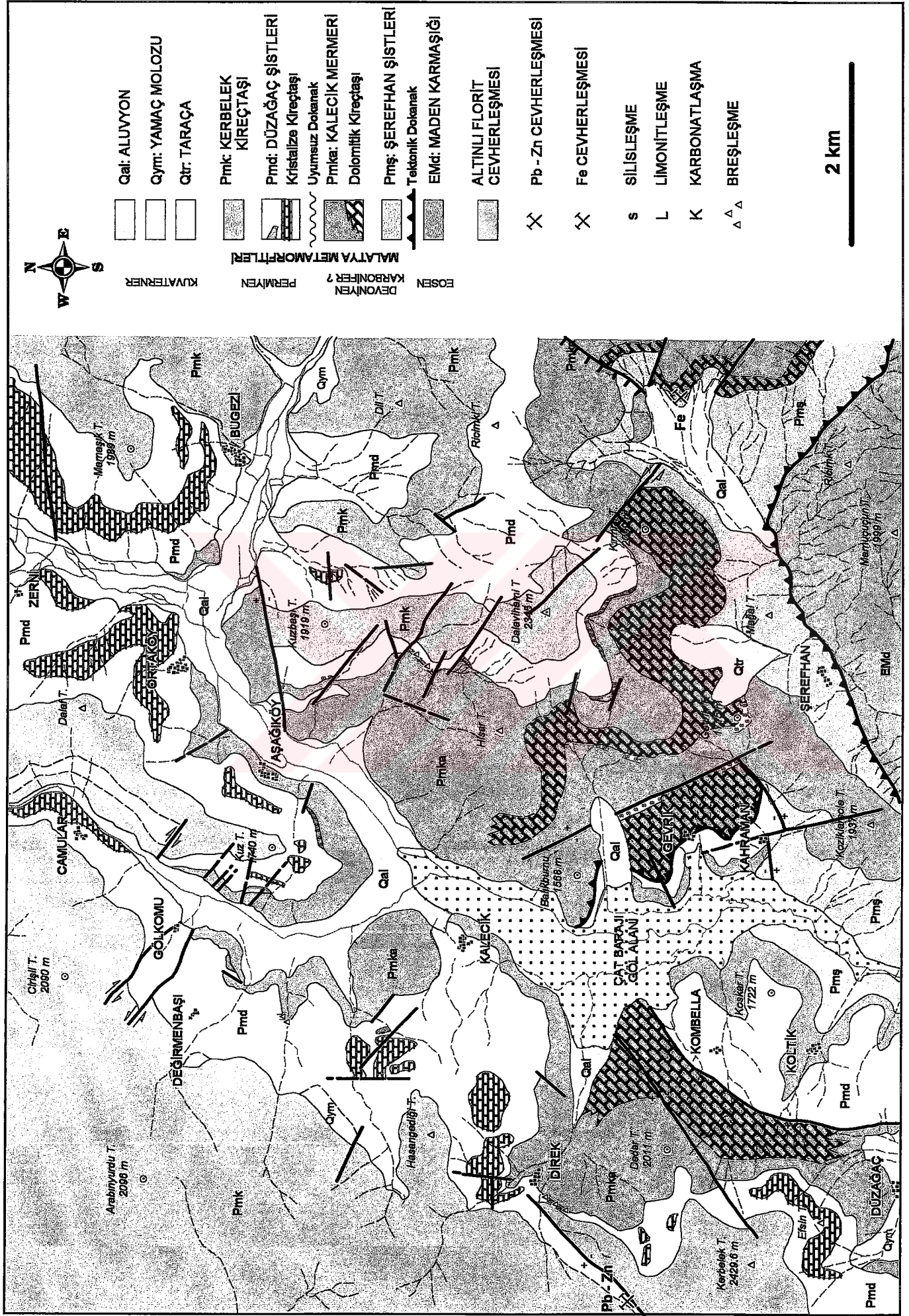
Çalışma alanının da içerisinde bulunduğu Doğu Toros Orojenik Kuşağının jeodinamik evrimine yönelik çok sayıda öncel çalışmalara (Dewey vd., 1973 ; Perinçek ve Özkaya, 1981 ; Şengör ve Yılmaz, 1981) göre Karniyen-Noriyen güney Türkiye’de bir riftleşme sürecidir. Üst Triyasta başlayan evrim süreci, Orta Eosen sonrası tektonik hareketler neticesinde (Yazgan, 1984), Doğu Torosların önemli tektonik birimlerinin bugünkü konumlarını kazanmalarına yol açmıştır. Malatya Metamorfitlelerine ait birimlerin güneye doğru sürüklenmesi Orta Eosen sonrası bu hareketler sonucu gerçekleşmiş olduğu belirtilmektedir.

Perinçek (1978), Malatya Metamorfitlerinin bölgeye yerleşmiş en son (aynı zamanda en üst) sürüklenim dilimi olduğu söylemektedir. Çalışma alanının yakın çevresinde (kuzey kesimlerde), Malatya Metamorfitleri içerisinde gözlenen Orta Eosen Maden Karmaşığına ait birimlerin tektonik pencereler şeklinde gözlenmesi bu sürüklenimin boyutları hakkında fikir vermektedir. Karaman vd., (1993) bu sürüklenimin bir hat boyunca olmayıp, bir düzlem boyunca gerçekleşmiş olduğunu belirtirler.

2.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

Çalışma alanı içerisinde Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı Malatya Metamorfitleri ile Tersiyer yaşlı Maden Karmaşığına ait kayalar yer almaktadır. Ayrıca oldukça engebeli olan arazide, yaygın olarak gözlenen, yamaç molozu ve dere yataklarında alüvyon ve taraçalar izlenmektedir (Şekil 2.4).

Çalışma alanında, çok geniş mostralara veren Malatya Metamorfitleri, bir çok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Stchepinsky (1944), Malatya Metamorfitlerine ait mermerlerin, paleontolojik tanımlara dayanarak, Permo-Karbonifer yaşlı olduğunu ve yerel olarak bu mermerlerin üzerinde Triyasın bulunduğunu belirtmektedir. Sungurlu (1972), Gölbaşı-Gerger arasında yaptığı ilk çalışmada birim için Kilkayak Formasyonu adını kullanmış, sonraki çalışmalarında ise Malatya Metamorfitleri adını kullanmıştır. Perinçek (1978), Çelikhan-Koçali-Sincik (Adıyaman) yöresinde yaptığı çalışmada, bölgeye yerleşmiş en son sürüklenim dilimi olan Malatya Metamorfitlerini, Alt Metamorfitler ve Üst Metamorfitler şeklinde iki bölüme ayırmıştır. Altta, muskovit şist, albitli-hornblendli-epidotlu şist, kuvarslı-muskovitli şist, fillat ve mermerlerden oluşan litoloji topluluğu ; Üstte ise, kristalize kireçtaşı, mermer, kalkşist ile aralarında kuvarslı-kloritli-epidotlu şist, fillat ve pelitik şist katkıları içeren istifin olduğunu belirtmiştir. Çalışmacı, Malatya Metamorfitlerinin en üst seviyelerindeki karbonatlardan derlediği fosil bulgularının Üst Permiyen yaşını verdiğini belirtir. Asutay ve Turan (1986), Keban yöresinde yapmış olduğu çalışmalarda, bölgedeki metamorfitleri Alt Şistler, Alt Mermerler ve Üst Şistler olmak üzere üç ayrı gruba ayırmıştır. Karaman vd., (1993), Malatya Metamorfitlerini oluşturan birimleri, şistler, kalkşistler ve mermerler şeklinde ayırtlayarak haritalamış ve eski çalışmalarda Permo-Karbonifer olarak belirtilen



Şekil: 2.4. Çalışma alanının jeoloji haritası

birimin yaşının Üst Triyas'a kadar çıktığını belirtmiştir. Birim, ilk kez Gözübol ve Önal (1986), tarafından grup aşamasında alttan üstte dört formasyona ayırarak incelemiştir. En altta, Pınarbaşı Formasyonu, onun üstüne sırasıyla Koltik Kireçtaşı, Düzağaç Formasyonu, Kalecik Kireçtaşı geldiğini ve tüm bu formasyonların birbirleri ile tektonik dokanak ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Malatya-Keban Metamorfizmasının metamorfizma yaşına ilişkin, Perinçek (1978), söz konusu metamorfizmanın, başlıca Alpin başı fazlarından etkilenmiş olabileceğini, metamorfizma yaşının ise Alpin başı orojenik hareketlerin deformasyonu ile ilgili olabileceğini belirtir. Kipman (1976), bölgede Triyas-Üst Kretase aralığının, çökelmezlik dönemi olarak geçtiğini kabul ederek, kayaçların bölgesel metamorfizmasının Jura-Alt Kretase aralığında meydana gelmiş olabileceğini belirtir. Yazgan (1983), Malatya-Keban platform kireçtaşlarının metamorfizmasını tektonizma ile ilişkili kabul etmiş ve bunu, bölgede Senoniyen'de aktif kıta kenarında hüküm süren dalma-batma olayı sonucundaki tektonik olaylara bağlayarak, kireçtaşlarının tektonizma ile ilgili eş yaşlı (sintektonik) bir metamorfizma geçirdiğini belirtmiştir.

Çalışma alanının küçük bir kısmını kaplayan Maden Karmaşığı ise, ilk olarak Righi ve Cortesini (1964), tarafından Eosen yaşlı magmatik ve çökel kayaçları, Maden Birimi olarak adlandırılmıştır. Siirt civarında çalışan Özkaya (1974), ise birimi, Sason-Baykan grubu olarak tanımlamış ve Alt Eosen-Miyosen yaşını vermiştir. Erdoğan (1977), porfirik dokuda, bazaltik/andezitik bileşimde volkanik kayaçları ile volkanoklastikleri, çamurtaşı ve kireçtaşı merceklerini Maden Grubu olarak adlandırmıştır. Perinçek (1978), ise çeşitli litolojilerden oluşmuş ve çoğunlukla karmaşık yapılar kazanarak ilksel ilişkilerini kaybetmiş birim için ilk kez "Maden Karmaşığı" terimini kullanmıştır. Baştuğ (1980), Alt ve Orta Eosen yaşında kırmızı ve açık renkli kireçtaşları, kırmızı klastitler, tüffit, aglomera, spilitik lav akıntıları ve diyabazlardan oluşan birimi Baykan Formasyonu olarak adlandırmıştır.

Orta Eosen yaşlı volkano-sedimanter birimin içerisindeki volkanitlerin kökeni tartışmalıdır. Erdoğan (1977) ile Aktaş ve Robertson (1984), ada yayı volkanizması ürünü olarak kabul ederken, Erler (1982), bu volkanitlerin yay ardı

açılması ürünü olduğunu ileri sürmüştür. Yiğitbaşı vd., (1991) birimin Orta Eosen başında bir riftleşme ile açılan ve hızla pelajikleşen bir ortamı temsil ettiğini belirtir.

2.2.1. Malatya Metamorfitleri

Çalışma alanı içerisinde gözlenen Malatya Metamorfitlerine ait birimlerin kaya birimi ayırılmasına dayalı litostratigrafi istifi oluşturularak dört ayrı kaya birimin, alttan üste doğru tanımlanması yapılmıştır (Şekil 2.5).

2.2.1.1. Şerefhan Şistleri (Pmş)

Malatya Metamorfitlerinin stratigrafik olarak en alt seviyelerini oluşturan bu birim, çalışma alanının güneyinde yer alan Koltik Köyü'nün doğu kesimlerinde ve Şerefhan Köyü kuzeyinde bir zon boyunca gözlenmektedir. Perinçek (1978), çalışmalarında bu birim için "Alt metamorfitler" adını kullanırken, Gözübol ve Önal (1986), birimi Pınarbaşı Formasyonu olarak isimlendirmiştir.

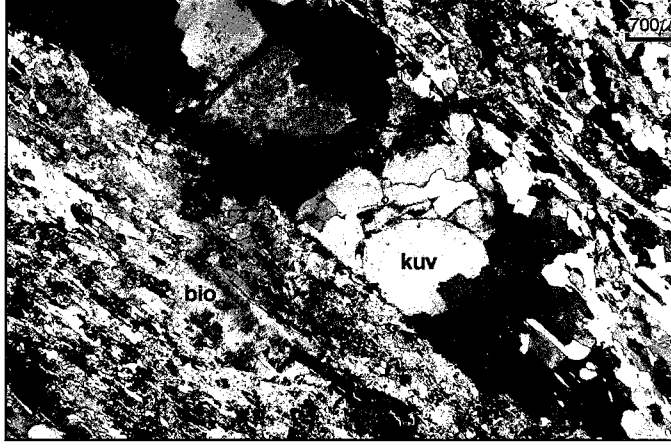
Genellikle, kirli beyaz, açık yeşil, sarımsı boz, yer yer yeşilimsi gri renkli, sert-çok sert, köşeli kırıklı, çoğunlukla iyi yapraklanmalı klorit-muskovit-biyotit-kuvars şist, klorotoyid şist ve granat-kloritoid şist'lerden oluşmaktadır. Şistozite genelde iyi gelişmiştir. Çoğunlukla şistoziteye uyumlu, yer yer keser şekilde ince kuvars damarları içermektedir. Birimin üst seviyelerinde, özellikle üstteki kireçtaşlarına geçiş zonlarında, ekonomik olmayan metamorfik demir oluşumları mevcuttur.

Şerefhan şistleri harita alımı çalışmaları esnasında tek bir birim olarak haritalanmasına rağmen mikroskop çalışmaları sonucunda aşağıda anlatılan şistler belirlenmiştir.

Muskovit-biyotit-kuvars şist : Kayaç, lepidogranoblastik dokulu olup tipik yönlenme gösterir. Ana bileşen olarak kuvars, muskovit, biyotit, granat ile birlikte apatit, turmalin, zirkon gibi aksesuar minerallerden oluşur. Kuvarslar genelde eş boyutlu olup yönlenme ile uyumlu ince seviye veya bantlar şeklinde bulunur. Biyotitler yer yer kloritleşmiştir (Şekil 2.6).

Üst Sistem	Sistem	Simge	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR	
	KUVATERNER	Gcl Gym		Yamaç Molozu, Alüvyon	
PALEOZOYİK	PERMIYEN	KERBELEK KIREÇTAŞI	Pmk		İnce-Orta Katmanlı Karstik Boşluklu Kristalize Kireçtaşı
		DÜZAĞAÇ ŞİSTLERİ	Pmd		Metabazit ve Kristalize Kireçtaşı Katkılı Kalkşist, Mikaşist, Kloritşist Silis kütlesi
	DEVONİYEN - KARBONİFER (?)	KALECİK MERMERLERİ	Pmka		Altınlı-Fluorit Cevherleşmesi Metakonglomera Orta-Kalın Katmanlanmalı Karstik Boşluklu Mermer
		ŞEREFHAN ŞİSTLERİ	Pmş		Dolomitik Kireçtaşı
SENZOYİK	MADEN KARMAŞIĞI	Emd		Fe Cevherleşmesi Mermer Katkılı Granat-Muskovit-Biyotit-KuvarsŞist	
TERSİYER				Spilit Çamurtaşı Kireçtaşı	

Şekil 2.5. Çalışma alanının tektono-stratigrafik kolon kesiti (ölçeksiz).



Şekil 2.6. Şist örneğinde, biyotit (bio), kuvars (kuv), muskovit ve opak (op) mineralleri (Çift nikol).

Kloritoyid şist : Nematoblastik doku gösterir. Ana bileşenleri kloritoyid, kuvars ve muskovit (serisit) oluşturmaktadır. Kloritoyid ve muskovit (serisit) belirgin bir şistozite oluşturmaktadır. Yer yer mikro kıvrımlanmalar izlenir. Aksesuar mineral olarak eser miktarda turmalin mevcuttur (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Şist örneğinde, kloritoyid (kloro), kuvars (kuv) ve muskovit mineralleri (Çift nikol).

Granat-Kloritoyid şist : Belirgin bir şist dokusu gösterir. Ana bileşenleri, kloritoyid, granat ve az miktarda kuvars oluşturur. Kloritoyidler küçük levhamsı yapraklı şekillerde olup şistoziteye uygun bantlar halinde uzamıştır. Granatlar, şistoziteye uygun şekilde uzamış olarak görülmektedir. Kuvarslar, öz şekilsiz taneler halinde, yer yer şistoziteye uygunluk gösterir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Şist örneğinde, granat (gr), kuvars (kuv) ve kloritoyid (klro) mineralleri (Çift nikol).

Birimin alt dokanağı tektonik niteliklidir. Hemen güneyindeki Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı üzerine sürüklenim olarak yerleşmiştir. Birimin alt dokanağı çalışma alanında gözlenmemektedir. Üst dokanak ise, Kalecik Mermerleri ile uyumludur. Enine kesitler ve arazi gözlemlerine göre birimin çalışma alanı içindeki kalınlığı yaklaşık 300 m dir.

Birim içerisinde fosil izine rastlanmamıştır.

Birim, Asutay (1985)'ın Keban civarında yapmış olduğu çalışmalarda ortaya koyduğu, Keban Metamorfitlelerinin temelini oluşturan Alt Şist Üyesi ile deneştirilebilir. Gözübol ve Önal (1986), birimin litolojisi ve mineralojik bileşimi değerlendirmelerine göre, şelf tipi çökellerin reyonel metamorfizması sonucu oluştuğunu belirtmiştir.

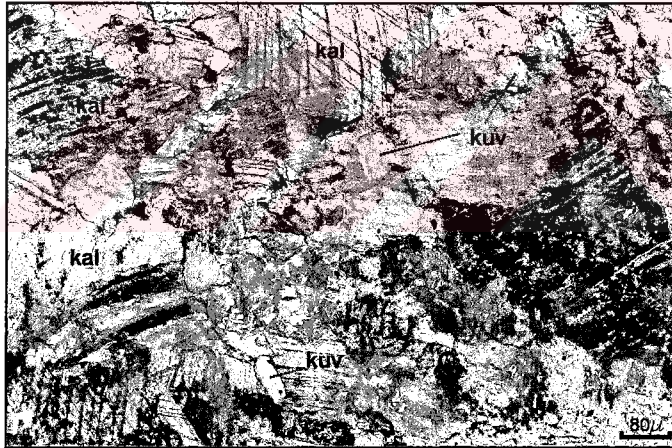
2.2.1.2. Kalecik Mermerleri (Pmka)

Malatya Metamorfitlelerinin en alt seviyeleri üzerine geçişli olarak gelen birim, çalışma alanında geniş yayılım sunar. Gözübol ve Önal (1986), bu kireçtaşlarını Kalecik Kireçtaşları olarak isimlendirmiştir. Perinçek (1978), ise, Malatya Metamorfitlelerinde, Üst Metamorfite olarak adlandırdığı birim içerisindeki siyah kristalize kireçtaşları seviyeleri olarak yorumlamıştır.

Birim, siyah, koyu renkli, sıkı, sert-çok sert , köşeli kırıklı, kalsit damarlı, karstik boşluklu, orta-kalın katmanlanmalı mermerler, dolomitik kireçtaşı ve yer yer kristalize kireçtaşlarından oluşur. Karstik boşluklar birimin üst seviyelerinde fazla olup, kırıklar boyunca daha çok gelişmiştir. Birimin alt seviyeleri, siyah renkli dolomitik kristalize, üst seviyeleri ise koyu gri renkli, yer yer şist ara katkılı ve bitümlü kristalize kireçtaşları şeklindedir.

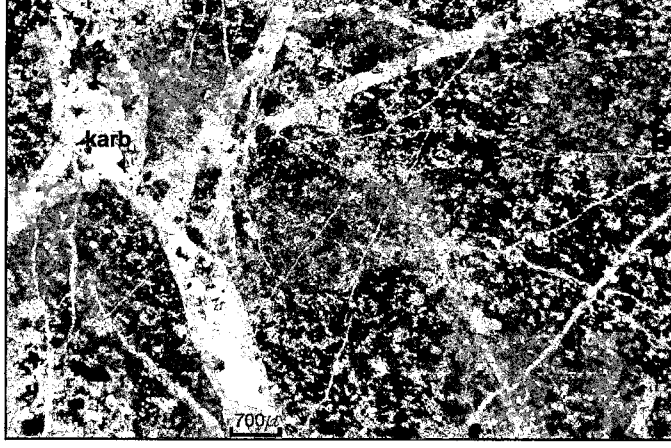
Harita alımı çalışmaları esnasında tek bir birim olarak haritalanan mermerlerin içerisinde temsili olabilecek nitelikteki numunelerin özellikleri aşağıda belirtilmiştir ;

Mermer : Genelde, granoblastik, yer yer heteroblastik dokulu, yönlenmeli, basınç ikizli mesokristalin kalsitten oluşmaktadır. Çok az kuvars izlenmektedir (Şekil 2.9). Eser miktarda pirit ve limonit mevcuttur. Pirit öz şekilsiz taneler halinde 4,5 μ ile 15 μ arasında değişen tane boyutundadır. Limonit ortalama 15 μ tane boyutunda , öz şekilsiz veya yuvarlağımsı taneler şeklindedir.



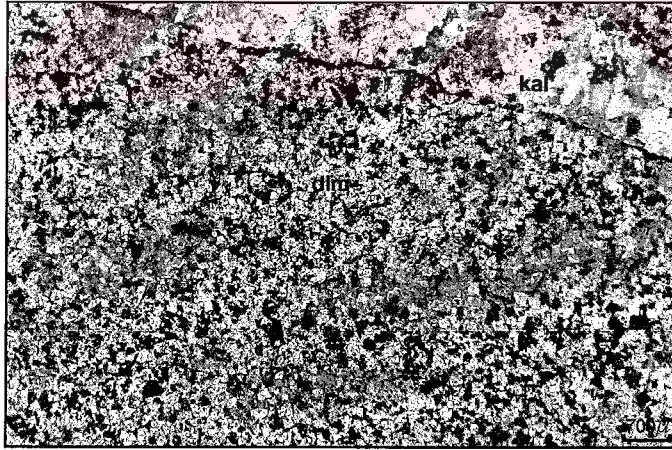
Şekil 2.9. Mermer örneğinde kalsit (kal) ve kuvars (kuv) mineralleri (Tek nikol).

Bitümlü kristalize kireçtaşı : İçerisinde bulunduğu birimin üst seviyelerinde yer alır. Mikroskobik olarak, yoğun olarak ince taneli kalsit kristalleri ile grafit ve çok az miktarda limonitleşmiş ankerit karbonatları içermektedir. İri taneli kalsit kristalleri ile doldurulmuş kılcal çatlaklar birbirlerini keserek mikro atımlı faylar oluşturmuştur. Opak olarak 15-20 mikron büyüklüğünde, yer yer lökoksene dönüşmüş rutil ile çok ince taneli materyal (kayaca siyah görünüm vermektedir) ile pirit formunda limonitler tespit edilmiştir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. İnce kalsit taneler içinde karbonat (karb) ve grafit (siyah taneler) mineralleri (Tek nikol).

Dolomit : İçerisinde bulunduğu birimin alt seviyelerinde uyumlu geçişli olarak bulunur. Çevre kayalara göre daha yumuşak bir morfoloji sunarlar ve genelde koyu gri, siyah renklindedir. Mikroskobik olarak örnek, mesokristalen dolomit kristallerinden oluşmuştur. Ayrıca örneği, baştan başa kateden 0,04 mm ile 0,8 mm kalınlığa sahip ikincil kalsitler tarafından doldurulmuş kılcal çatlaklarda bulunmaktadır. Opak mineral olarak eser miktarda limonit ve rutil içerir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. İnce dolomit (dlm) kristalleri ve içerisindeki kılcal çatlaklarda kalsit (kal) mineralleri (Tek nikol).

Kalecik Mermerlerinin alt dokanağı, Şerefhan Şistleri ile uyumludur. Üst dokanak ise üst kesimlerindeki Düzağaç Şistleri ile uyumsuz ilişkilidir. Arazi gözlemleri ve enine kesitlerine göre birimin çalışma alanı içindeki kalınlığı yaklaşık 500-600 m dir.

Birim içerisinde fosil tespit edilememiştir. Gözübol ve Önal (1986), daha geniş bir alanda yapmış olduğu çalışmada Kalecik Kireçtaşları olarak isimlendirdiği birim içerisinde derlediği fosil kapsamına göre birimin yaşını Permo-Karbonifer olarak belirlemiştir.

Birim, Asutay (1985)'ın Keban civarında yapmış olduğu çalışmalarda ortaya koyduğu, Keban Metamorfitlelerinin temelini oluşturan Alt Şist üyesinin üzerine gelen Keban Mermerleri ile deneştirilebilir. Kipman, 1976 ise Keban Mermerlerinin, Keban metamorfik serisinin temelini oluşturduğunu kabul etmiştir.

Birime ait ince kesitlerde tespit edilen sülfür mineralleri kayacın indirgen bir ortamda oluştuğunu göstermektedir.

2.2.1.3. Düzağaç Şistleri (Pmd)

Kalecik Mermerlerin üzerine uyumsuzluk ile gelen, metakonglomera, kalkşist, kloritşist, mikaşist ve fillitlerden oluşan birim, bu çalışmada Düzağaç şistleri olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca birim içerisinde, kristalize kireçtaşı merccekleri ve metabazit arakatkılarına rastlanır. Perinçek (1978), Malatya Metamorfitlelerinde, Üst Metamorfitleler olarak ayırtladığı birim içerisindeki kalkşist ve kireçtaşı ara katkılı fillat seviyeleri olarak yorumlamıştır. Gözübol ve Önal (1986), bu birimi fillat ve şistlerden oluşan Düzağaç Formasyonu olarak isimlendirmiştir.

Birim, sarı, sarımsı kahverengi, yeşilimsi sarı, yer yer kurşuni gri, siyah renkli, ince orta katmanlı, kıvrımlı, köşeli kırıklı, yapraklanmalı, kalsit damarlı, klorit şist, muskovit şist, serisit-kuvars şist, kalkşist ve klorit fillit'lerden oluşmuştur. Şistler, gerek mineral parajenezleri ve mineral alterasyonlarına bağlı olarak çeşitli renklerde gözlenirler.

Kalecik Mermerleri üzerine uyumsuzluk ile gelen birim, bir metakonglomera düzeyi ile gelir. Metakonglomera, sarımsı kahve, koyu gri renkli, köşeli, boylanmasız, yanal yönde devamsız, kısa mesafelerde kamalanır biçimde uzanım sunar. Çakıl olarak kireçtaşı parçaları içerir.

Birim içerisindeki temsili olabilecek nitelikteki numunelerin mikroskobik olarak özellikleri aşağıda belirtilmiştir ;

Kalkşist : Oldukça sert, sarımsı renkli kalk şistler bulunduğu birim içerisinde yaygın olarak gözlenir ve belirgin bir şistoziteye sahiptir. Lepidogranoblastik dokuludur. En fazla kalsit, klorit, kuvars, albit az miktarda alkali feldispat içermektedir. Kalsit, kuvars ve albit öz şekilsiz taneler şeklindedir. Albitte, ikizlenme ve az serisitleşme, killeşme izlenmektedir. Kloritler, şistoziteye uyumlu bir şekilde gözlenir. (Şekil 2.12). Opak mineral olarak, şistoziteye uygun, öz şekilsiz rutil taneleri ile limonit izlenmektedir.



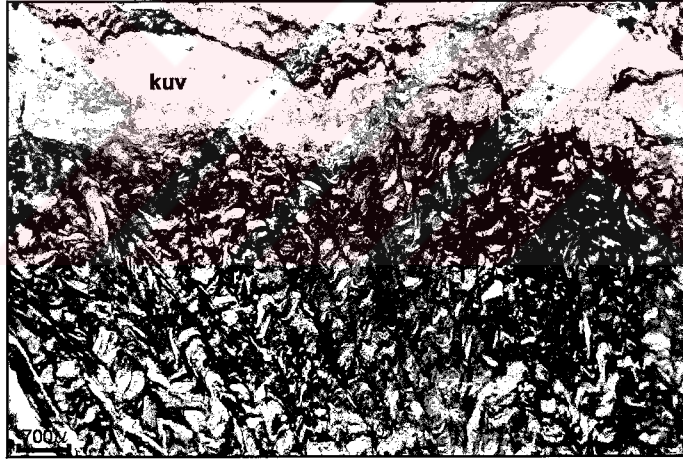
Şekil 2.12. Kalk şistlerin mikroskobik görünümü (Çift nikol).

Serisit-Kuvars Şist : Granoblastik dokuludur. Kuvars, karbonat ve serisit minerallerinden oluşur. Kuvars, öz şekilsiz taneler şeklindedir. Serisit şistoziteye uyumludur (Şekil 2.13). Opak mineral olarak rutil, limonit ve pirit izlenmektedir. Rutil öz şekilsiz 8 μ ile 70 μ arasında değişen tane boyutlarındadır. Limonitler şistoziteye uyumludur. Eser miktarda gözlenen pirit, öz şekilsiz olup, ortalama 45 μ tane boyundadır.



Şekil 2.13. Serisit –kuvars şistlerin genel mikroskobik görünümü (Çift nikol).

Klorit Fillit : Bol kuvars ve klorit, daha az oranda karbonat ve muskovit görülmektedir. Belirgin gözlenebilen mikro kıvrımlanmaya uygun organik maddece zenginleşmiş seviyeler izlenmektedir. Aksesuar olarak turmalin minerali ve birkaç öz şekilsiz opak mineral mevcuttur (Şekil 2.14).

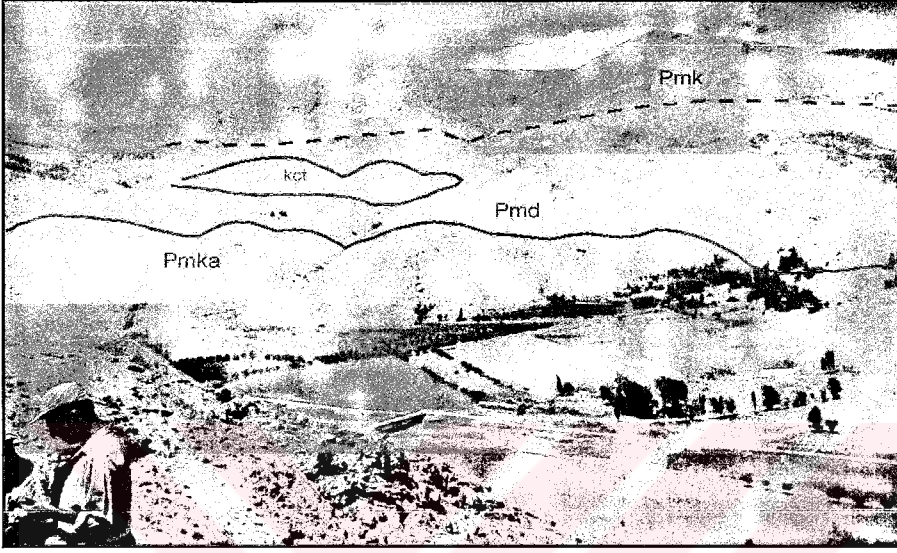


Şekil 2.14. Klorit-fillitler içerisinde gözlenen mikro kıvrımlanmalara uygun organik maddece zengin seviyeler ile kuvars (kuv) (Tek nikol).

Düzağaç Şistleri içerisinde bulunan, kristalize kireçtaşı mercekleri ve/veya bantları, siyah, koyu gri renkli, yer yer laminalı, belirsiz katmanlıdır. İçerisinde bulunduğu şistler ile dokanakları geçişli olmasına karşın yer yer kataklastik yapılıdır. Temsili numunenin mikroskobik özelliklerinde, eş boyutlu zayıf bir yönlenme gösteren mikrokristalen karbonat (kalsit) kristalleri ile eser miktarda limonite dönüşmüş

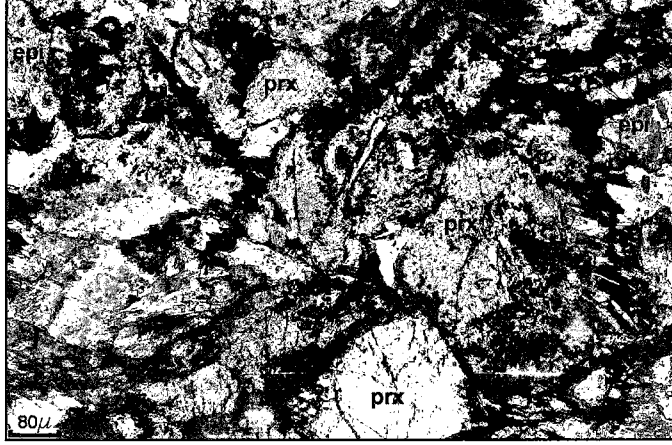
siderit-ankerit bulunur. Opak mineral olarak saçınımlı ve çatlak dolgusu şeklinde, öz şekilsiz limonit belirlenmiştir.

Şistlerin genel görünümü ve içlerindeki kristalize kireçtaşı mercekleri (Şekil 2.15) de gösterilmektedir.



Şekil 2.15. Çalışma alanının genel görünümü (Pmka : Kalecik Mermerleri, Pmd : Düzağaç Şistleri, Pmk : Kerbelek Kireçtaşları, kçt : Düzağaç şistleri içerisindeki kristalize kireçtaşı seviyeleri).

Şistlerin içerisindeki, metabazit ara katkı ise koyu yeşil renkli, mafik mineralli, sert, yaklaşık 15 m kalınlığında, 60 m uzunluğunda bir kütle şeklindedir. Kayaçtan alınan temsili numunenin mikroskobik özelliklerine göre; hafif yönlümelili örnekte, fazla miktarda piroksen daha az miktarda klorit ve amfibol izlenmektedir. Piroksenlerde uralitleşme gözlenmektedir. Opak mineral az olup, limonite dönüşmüş kalkopirit, pirotin, sfalerit ile yönlümelili gösteren ilmenitlerden dönüşmüş sfen ve rutil tespit edilmiştir (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. Şistler içerisindeki metabazit ara katkılarının genel mikroskobik görüntüsü. Piroksen (prx) ve epidot mineralleri (epi) (Çift nikol).

Birimin alt dokanağı, Kalecik Mermerleri üzerine uyumsuz olarak gelir (Şekil 2.17). Üst dokanağında ise Kerbelek Kireçtaşları ile geçişli normal ilişkidir. Arazi gözlemleri ve enine kesitlere göre birimin, çalışma alanı içerisindeki kalınlığı yaklaşık 450 m'ye kadar ulaşmaktadır.



Şekil 2.17. Kalecik Mermerlerinin (Pmka) üzerine uyumsuz olarak gelen Düzağaç Şistleri (pmd).

Birim içerisinde fosil izine rastlanılmamıştır.

Birim, Asutay (1985)'in Keban civarında yapmış olduğu çalışmalarda ortaya koyduğu, Keban Metamorfitlelerinin Üst Şist Üyesi ve aynı yörede çalışma yapmış

olan Kipman (1976)'nın Düşük Metamorfizmalı metakonglomera-kalkfillit formasyonu ile deneştirilebilir.

Birimin tabanındaki, metakonglomera seviyelerinin yanal yönde devamlılık göstermeyişi, çökme anındaki paleo-topografyanın, özellikle tabandaki mermerlerin çukurluklarını doldurmuş olduğunu gösterir. Birimin taban kesimlerinde, altlayan mermerlere ait seviyelerin gözlenmesi ise, ilksel paleo-topografyanın düzgün olmadığına işaret eder.

Birimin içerisinde gözlenen, çeşitli boyutlardaki kristalize kireçtaşları mercekleri ve/veya bantları, bölgede daha önce çalışmış Tolun (1955) ve Kineş (1971)'e göre tektonik sıkışma ve faylanma sonucu bu birim içerisine girdikleri ve şistler ile aynı yaşta olmadığını belirtmiştir. Zisermann (1969) ise, bu mercekleri masif kireçtaşlarından kopmuş ve çökme havzasına yuvarlanmış iri bloklar (olistolit) olarak kabul etmiştir. Kipman (1976), merceklerin çoğunun, içinde bulunduğu kalkfillitler ile az da olsa hafif geçişli olduğunu, disharmonik kıvrımlanma sonucu ise, geçişlilik bazı merceklerde ve bunların bazı kısımlarında yok olduğunu belirtmiştir. Asutay (1985), kireçtaşı konumları ve şistler ile olan dokanalarda ezilmeden doğan sıkça yapraklanmanın dışında belirgin bir geçiş izleyemediklerini ve şistler ile belirgin karbonat artışı gözlemediğini belirtmiştir.

Bölgenin jeodinamik evrimini de göz önüne alan Asutay ve Turan (1986), Üst Şist Üyesinin kökenini vahşi filiş (wild flysch) olarak önerirler ve aktif kıta kenarlarında devam eden magmatik olayların izlerinin filişler içerisinde damarlar halinde gözlenebileceğini belirtirler. Şistlerin ritmik ardalanması, ortam ile ilgisi olmayan kireçtaşı blokları ve bu serinin içerisindeki metabazitler bu görüşü destekler nitelikte olduğunu belirtirler.

Gözübol ve Önal (1986), litofasiyes, fosil kapsamı ve doku özelliklerine göre sığ denizel ortamda çökeldiğini, düşük sıcaklık ve basınç metamorfizmasına uğradığını belirtir.

2.2.1.4. Kerbelek Kireçtaşları (Pmk)

Çalışma alanında, Malatya Metamorfitlelerinin stratigrafik olarak en üst seviyelerini oluşturan birim, geniş yayılım sunar. Kerbelek T. (2428 m), Dalavihami T. (2345) ve Kuz T. (1740 m) gibi en üst seviyelerde mostra vermektedir (Şekil 2.15). Perinçek (1978), birim için, Malatya Metamorfitlelerinin en üst seviyelerini oluşturan kristalize kireçtaşı olarak tanımlamıştır. Gözübol ve Önal (1986), birim için Koltik Kireçtaşları terimini kullanmıştır.

Gri, siyahımsı gri, sert, köşeli kırıklı, ince-orta katmanlı, alt seviyeler masif, üst seviyeler tabakalı, kalsit damarlı kristalize kireçtaşlarından oluşur. Birimin üst seviyelerinde geniş alanlarda erime boşlukları, su yutan, dolin vb. karst şekilleri yaygınca izlenmektedir. Mikroskobik olarak, mezo-mikro kristalin karbonat kalsit, dolomit minerallerinden ve 0,02 mm - 0,4 mm kalınlıkta çeşitli yönlerde gelişmiş sekonder karbonat (kalsit) ile doldurulmuş kılcal çatlaklardan oluşur.

Birimin alt dokanağı, Düzağaç Şistleri ile uyumludur. Arazi gözlemleri ve enine kesitlere göre birimin çalışma alanı içerisindeki kalınlığı yaklaşık 400 m dir.

Birimin rekristalize olması nedeniyle fosil içeriği tam olarak ortaya konmamıştır. Ancak, ince kesitlerdeki çok kötü korunmuş fosiller (bol miktarda makrofosil ve muhtemel rekristalize Mizzia kesitleri) ve bölgenin genel paleocoğrafik konumuna göre, bu kireçtaşlarının Üst Permiyen yaşlı olduğu düşünülmektedir (T. Güvenç, 2003, sözlü görüşme).

Birimin litofasiyes özelliklerinden, şelf ortamında çökeldiği ve metamorfizma ile kristalize olduğu anlaşılmıştır (Gözübol ve Önal, 1986).

2.2.2. Maden Karmaşığı

Çalışma alanının en güney kesiminde (Şerefhan Köyü güneyinde) yer alan birim özellikle haritalama alanının güney kesimlerinde mostra verir. Genellikle koyu kırmızı mor renkteki litolojisi ile ayırtman olan birim çakıltaşı, kumtaşı, kireçtaşı,

çamurtaşı, spilit türünde değişik litolojilerden oluşmuş bir volkano-sedimanter birimdir.

Karmaşığın, harita alanı içerisindeki kesimlerinde volkanit ara katkı azdır ve istif çamurtaşı, kireçtaşı ve spilit türünde litolojilerden oluşmuştur.

Çamurtaşları, çoğunlukla koyu kırmızı, mor renkli olup, sert ve ince katmanlıdır. Kireçtaşları, kırmızımsı, mor renkli, orta katmanlanmalı ve bol kırıklıdır. Spilitler, açık kahverengi, köşeli kırıklı, sert, kalsit dolguludur.

Çalışma alanı içerisinde, Karmaşığın üst dokanağı tektonik niteliklidir. Karmaşığın üzerine Malatya Metamorfileri bindirmiştir. Alt dokanak ise harita alanı içerisinde gözlenmemektedir.

Karmaşığın içindeki seviyelerden derlenen fosillere dayanarak bir çok araştırmacı tarafından Eosen yaşı verilmiştir. Perinçek (1978), Gözübol ve Önal (1986) ve Yazgan vd., (1987), tarafından Karmaşık içerisindeki kireçtaşları seviyelerinden elde edilen fosil bulgularına göre Karmaşığın yaşını Orta Eosen (Lütasyon) olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca, Yazgan vd., (1987), Maden Karmaşığı diyoritlerinde K/Ar yöntemiyle yapılan yaş tayinine göre 48 my olarak tespit etmiştir.

2.2.3. Kuvaterner

Çalışma alanında, çok engebeli topografya sonucu ileri derecede erozyon ve alüvyon (Qal) birikimi vardır. Vadilerin eğimine göre alüvyon kalınlığı da değişmektedir. Porga Çayı vadisinde ve çalışma alanının güneydoğu kesimlerinde gözlenmektedir. Alüvyon malzemesi daha çok Malatya Metamorfilerinin kırıntılarında oluşmuştur. Kaba boyutlu malzemeler genel olarak kırmızımsı bir kil matriks içerisinde bulunur.

Yamaç molozu (Qym) ise, genellikle dik yamaç eteklerinde, fay şevlerinde gözlenmektedir. Kalınlıkları 15 m ye varan örtüler şeklindedir.

Taraça (Qtr), çalışma alanının güneyinde Şerefhan Şistleri içerisinde gözlenir.

3. CEVHERLEŞME

Bölgede yapılan çalıřmalarda, altınlı-fluorit cevherleŐmesi, kurŐun-çinko ve demir cevherleŐmeleri olmak üzere üç tūr cevherleŐme saptanmıŐtır. Farklı tūr ve özellikteki bu cevherleŐmeler Malatya Metamorfitlelerine ait birimler içerisinde yer alır.

Bu tezin konusunu teŐkil eden altınlı-fluorit cevherleşmesi ayrıntıları ile anlatılacak, ekonomik olmayan diğer cevherleşmelere ise kısaca değinilecektir.

3.1. Altınlı-Fluorit Cevherleşmesi

Malatya-YeŐilyurt altınlı-fluorit cevherleŐmesi, Devoniyen-Karbonifer (?) yaŐlı Kalecik Mermerleri ile Permiyen yaŐlı Dūzađa Őistleri arasındaki diskordans dūzlemi boyunca gōzlenmektedir.

Altınlı-fluorit cevherleŐmesi, DeđirmenbaŐı kōyünden baŐlayıp GD dođrultusu boyunca Dalavihami Tepe 'ye dođru uzanan yaklaŐık 12 km uzunluđunda bir zon boyunca kesikli olarak izlenir. Cevherli zon 5 ayrı bōlgede mostra verir. CevherleŐmenin en iyi gōzlendiđi mostralar, DeđirmenbaŐı evresi, Kuz Tepe batısı ve Dalavihami Tepe gūneybatısıdır. Diđer iki mostra ise Kuz Tepe'nin gūneyi ile Dalavihami Tepe'nin gūneyinde yer alır ve asıl cevherleŐme bōlgelerine gōre, zonun cevher içermeyen kesimlerini oluŐtururlar.

5 ile 30 m arasında değişen kalınlığa sahip cevherli zon, genelde koyu gri-siyah renkli olup, genel karakteri silisli, breşik ve limonitik yapıdadır. Breş parçaları çoğunlukla Şist ve kristalize kireçtaşı bileşimindedir. Breş parçalarının boyutları 1 ile 10 cm arasında değişir ve yōnlenme gōstermezler. Matriks ise başlıca, kuvars, limonit ve fluorit' ten oluşur.

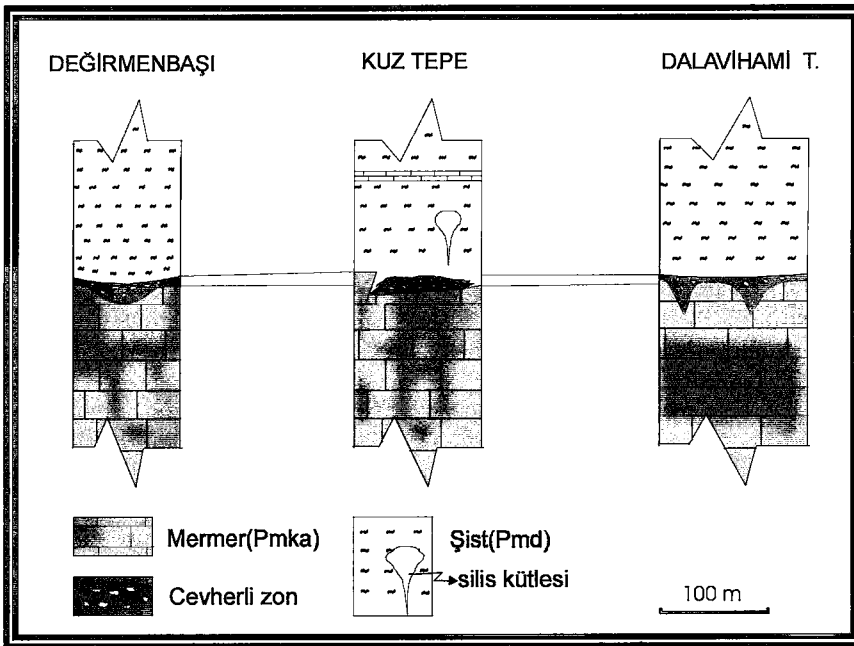
Cevherli zon, kuvars, fluorit ve limonitten oluşan fakir bir parajeneze sahiptir. Parajeneze çok az miktarlarda yer yer kalsit, barit ve kil mineralleri de eşlik eder. Kuvarslar, genelde Öz Şekilsiz ve çok ince (ortalama 0.08 mm tane boyutunda) tanelidir. Kuvars içeriğinin (>50%) fazla olması nedeniyle cevherli zona silisleşmiş

kayaç görünümü verir. Fluoritlerin cevherli zon içerisindeki dağılımı eşit değildir. Genelde matriks olarak gözlenen fluoritlerin breş parçaları olarak gözleendiği kesimler de mevcuttur. Mor-eflatun renkli fluoritlere yer yer beyaz renkli fluoritler de eşlik eder.

Cevherli zonun alt kesiminde Kalecik Mermerleri bulunur. Birim, karstik boşluklu, orta-kalın katmanlanmalı mermer, dolomitik kireçtaşı ve yer yer kristalize kireçtaşlarından oluşur. Birimin alt seviyeleri dolomitik kristalize kireçtaşı, üst kesimleri ise bitümlü kristalize kireçtaşı niteliğindedir. Karstik boşluklar birimin üst seviyelerde daha fazladır. Cevherli zonun üst kesiminde, kalkışist , kloritşist, mikaşist ve fillitlerden oluşan Düzağaç Şistleri, Kalecik Mermerleri üzerine metakonglomera düzeyi ile gelir. Metakonglomera düzeyi aynı zamanda cevherli zonun bünyesini oluşturur.

Çalışma alanında, Değirmenbaşı, Kuz Tepe ve Dalavihami Tepe olmak üzere üç ayrı lokasyonda mostra veren altınlu-fluorit cevherleşmeleri, birbirlerinin devamı niteliğinde olup, makro ve mikro özellikleri açısından benzerlikler sunarlar.

Her üç lokasyondaki cevherleşmelerin Paleozoik istifteki konumu şematik olarak Şekil 3.1 de gösterilmektedir.



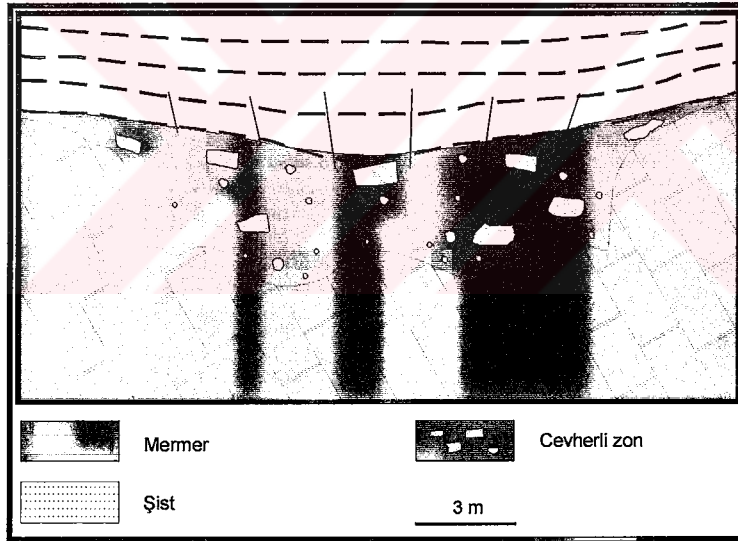
Şekil 3.1. Paleozoik istifteki cevherli zonun konumunun şematik gösterimi.

Bu bölümde, söz konusu üç ayrı lokasyondaki cevherleşmeler ayrı ayrı ele alınacak ve kendilerine özgü makro ve mikro ölçekte özellikleri anlatılmaya çalışılacaktır.

3.1.1. Değirmenbaşı cevherleşmesi

Bu bölgedeki cevher mostrası, Kalecik Mermerleri ile Düzağaç Şistlerinin dokanakları boyunca gözlenir. Yaklaşık olarak, 8 m kalınlıkta, 40 m uzunluktadır ve yanal olarak takip edilememektedir.

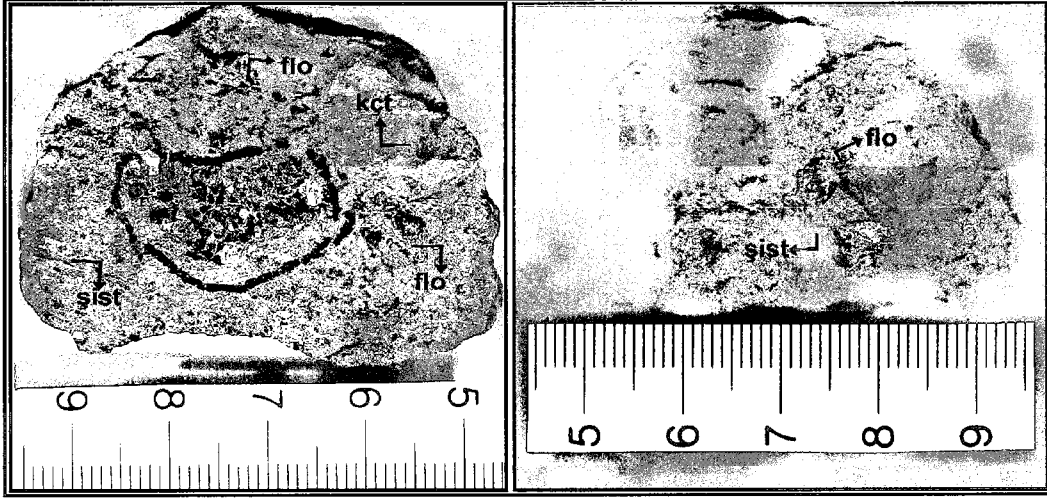
Cevherli zonun geometrik şekli, mermerle ile şistler arasındaki diskordans düzlemi boyunca yatay bir şekilde uzanım sunmasına karşın, tabandaki karbonatlarda oluşmuş mercek şeklinde çökme boşluklarını (yaklaşık 3 m derinliğe sahip) doldurur bir morfoloji de gösterir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Farklı geçirgenliğe sahip iki birim arasındaki dokanak boyunca ve aşınma yüzeyinin altında mercekler ve küçük cepler şeklinde gözlenen cevherli zonun konumu.

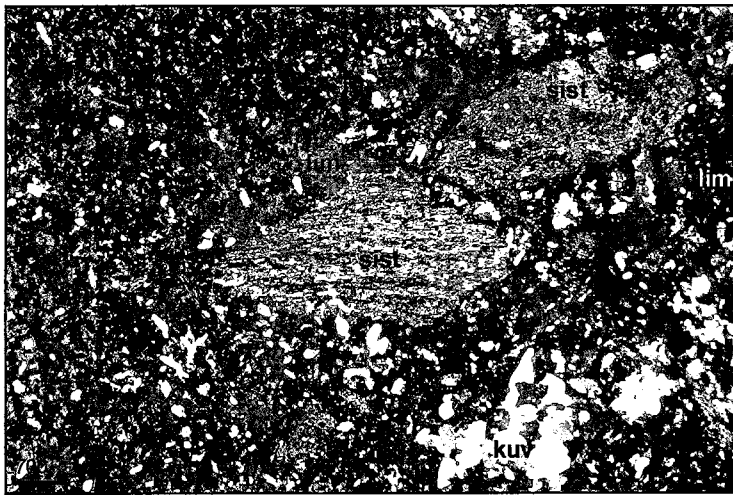
Makro olarak, cevher zonu sarımsı kahve renkli ve genel karakteri breşik, limonitik ve silislidir. Breş bileşenleri, şist ve kristalize kireçtaşı parçalarından, matriks ise kuvars ve limonitten oluşur ve bunlara yer yer kalsit, kil mineralleri ve hematit eşlik eder (Şekil 3.3). Bu zondaki fluoritler daha çok breş parçaları görünümündedir. Fluoritlerin tane boyutları birkaç mm ile birkaç cm arasında değişir. Zonun alt

seviyeleri fluorit ve limonit açısından daha zengin ve daha breşikdir. Üst seviyelere doğru fluoritler azalmakta, daha az limonitik ve breşik bir seviye hakim olmaktadır.

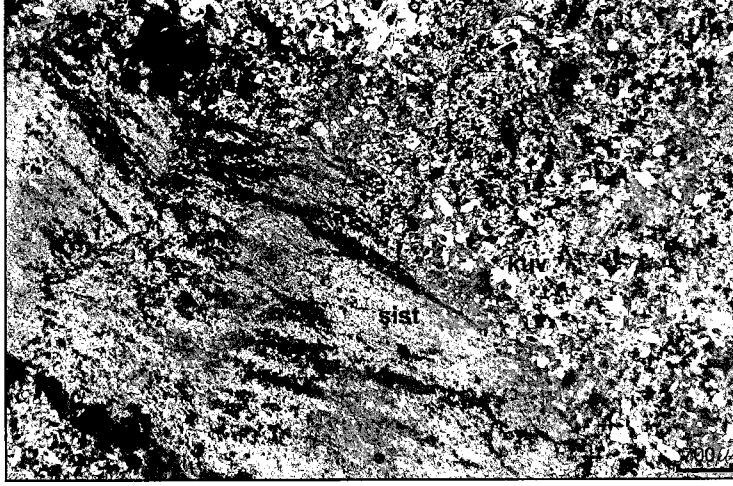


Şekil 3.3. Değirmenbaşı cevherleşmesine ait yapı-doku türleri. Silisli, limonitli matriks içerisinde fluorit (flo), şişt ve kristalize kireçtaşı (kçt) parçaları.

Mikroskobik olarak, serisit-kuvars şişt parçaları, kireçtaşı parçaları ile bunları bağlayan limonit, yarı şekilli/öz şekilsiz kuvars ve çatlaklar içerisinde fluorit içerir (Şekil 3.4 ve 3.5). Opak mineral olarak, limonit, rutil, pirit ve eser miktarda altın izlenmektedir. Limonitler öz şekilsiz taneler halindedir ve limonit boyaması yaygın olarak izlenir. Rutil, 10 μ ile 70 μ arasında değişen öz şekilsiz tanelerden oluşur.



Şekil 3.4. Cevherli zonu alt kesimlerindeki kuvars (kuv) ve limonit (lim) matriks içerisinde şişt ve ince karbonat parçaları (Çift nikol).



Şekil 3.5. Cevherli zonun üst kesimlerindeki daha az limonitik seviyeler. Kuvars (kuv) matriks içerisinde şist parçası (Çift nikol).

Değirmenbaşı cevherleşmesi, diğer cevherleşme bölgelerine göre daha yumuşak bir morfolojiye sahiptir ve limonitleşme bu bölgede daha yaygındır.

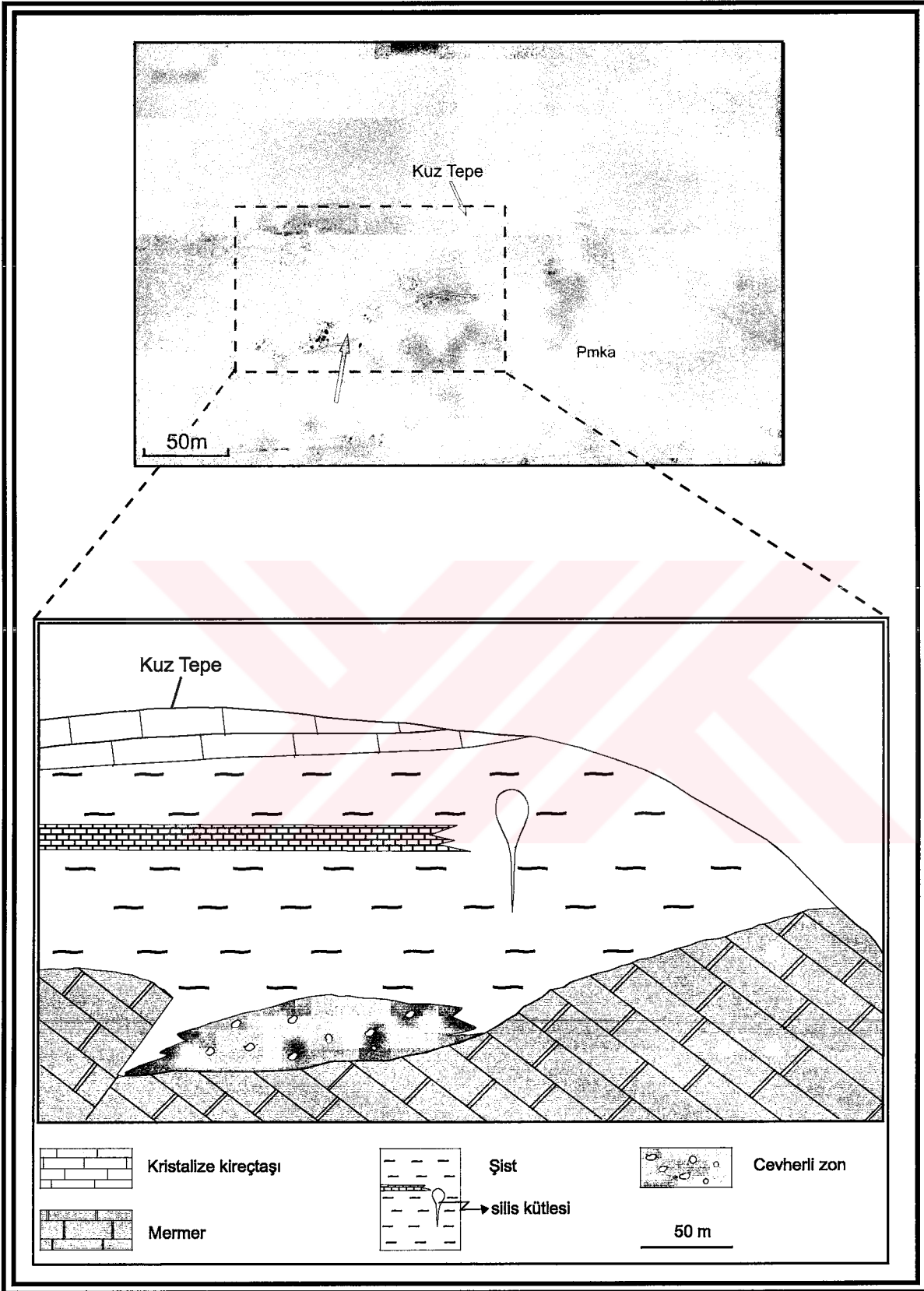
3.1.2. Kuz Tepe cevherleşmesi

Cevher mostrası, Kalecik Mermerleri ile Düzağaç şistlerinin dokanakları boyunca gözlenir. Yaklaşık 13 m kalınlıkta, 100 m uzunluktadır ve yanal olarak takip edilemez.

Cevherli zonun geometrik yapısı, mermerler ile şistlerin arasındaki uyumsuzluk düzlemine yaklaşık paralel, yataya yakın bir kütle şeklindedir ve yanlara doğru kamalanarak incelen merceksi bir görünüm sunar (Şekil 3.6).

Makro olarak cevher zonu koyu gri, siyahımsı mor renkli, genel karakteri, breşik, silisik ve limonitik bir zon olup, silisli bir kabuk görünümündedir ve çıkıntılı bir rölyef oluşturmaktadır. Breş bileşenleri, şist ve kristalize kireçtaşı parçalarından, matriks ise kuvars, limonit ve fluorit'ten oluşur (Şekil 3.7) ve bunlara kalsit, kil mineralleri ve az miktarda organik madde eşlik eder.

Yaklaşık 15 m kalınlıktaki zonu alttan üste doğru tanımlanacak olursa, temeldeki bitümlü mermerlerin üst kesimlerindeki kılcal çatlaklar silislidir. İri çakıllı, silisli,



Şekil 3.6. Kuz Tepe batısındaki cevherleşmenin genel görünümü. Mermerler ile şistlerin arasındaki diskordans düzlemi boyunca gözlenen, yaklaşık yataya yakın cevherli zon (Pmka : Kalecik Mermerleri, Pmd : Düzağaç Şistleri).

limonitik breşik seviyeler ile başlayan zona fluoritler eşlik eder, üst seviyelere doğru fluoritler saçınımlar şeklinde olup fluoritlere karbonatların ve organik maddelerin eşlik ettiği gözlenir. En üst kesimlerde, fluorit gözlenmemekle beraber, silisli bir matriksten oluşan, daha az breşik ve limonitik bir seviye mevcuttur.

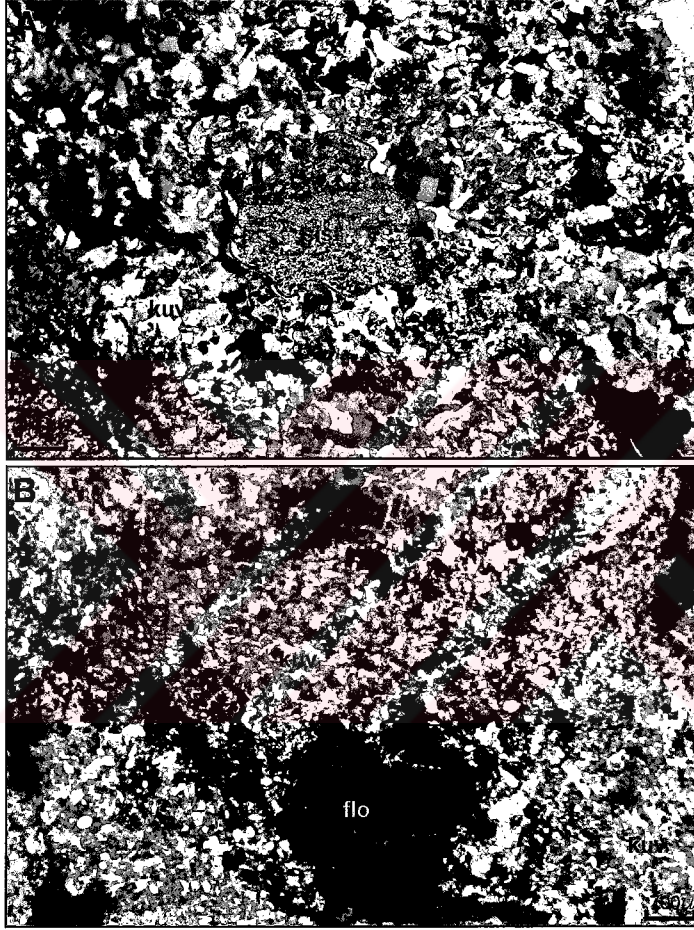


Şekil 3.7. Kuz Tepe batısındaki cevherli zona ait yapı-doku türleri. Silisli matriks içerisinde boşluk dolgusu şeklinde fluoritler.

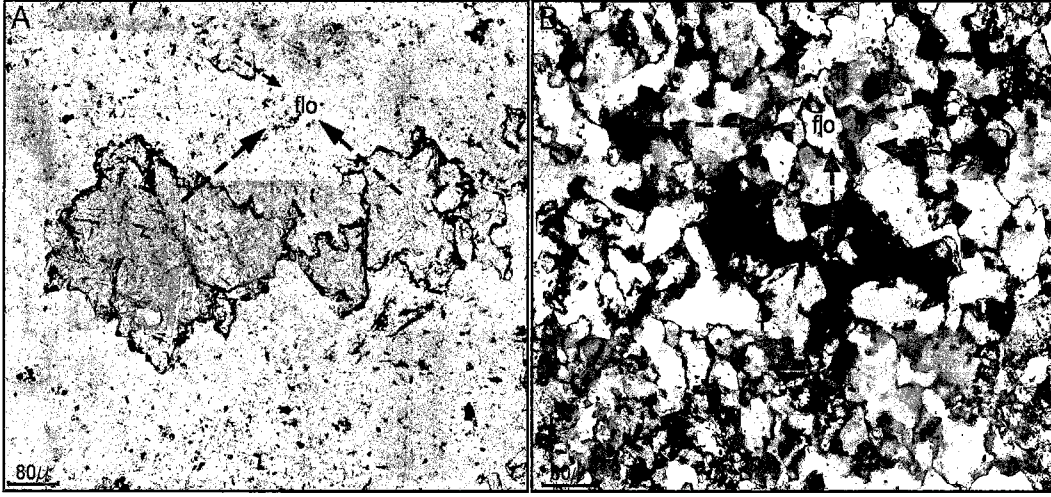
Mikroskobik olarak, cevherli zona ait kayaç örnekleri bolluk sırasına göre kuvars, fluorit taneleri, metamorfik kayaç parçaları (serisit-kuvars şist) ve eser miktarda karbonattan oluşur. Fluoritler mor renkli, 0,4 mm - 0,8 mm arasında değişen boyutlara sahip, çok az miktarda kuvarsın eşlik ettiği boşluk dolgusu şeklinde ve dağılmış taneler halindedir. Çok ince kalınlıklarda kuvars ile doldurulmuş çatlaklar da mevcuttur (Şekil 3.8).

Kuz Tepe'nin batısındaki cevherli zon, yanal olarak incelik, yaklaşık 5 m lik bir kalınlığa düşerek kesilir ve Kuz Tepe'nin güneyinde yer alan, bu zonun devamı niteliğinde, yoğun silisli ve daha az breşik zona geçilir. Mermerler ile şistlerin dokanıkları boyunca yaklaşık 500 m uzunlukta kesikli olarak izlenen zonun kalınlığı 1 ile 10 m arasında değişir. Makroskobik olarak fluorit seçilemeyen zonun alt kesimleri tıkmaz masif silis görünümündedir. Üst kesimleri ise daha az silisli, yer yer şistoziteye benzer bölünmeli yapılar şeklindedir. Koyu kahve renkli ve oldukça dayanımlı olan zon, yaklaşık yatay konumludur.

Kuz Tepe' nin güneyindeki bu zon, mikroskobik olarak, ilksel bileşimini yitirmiş, silisleşmiş kayaç görünümündedir. İnce tane boyutuna (ortalama 0,06 mm) sahip, öz şekilsiz, i içe kenetli dokulu kuvarslar ve 0,1 mm ile 0,4 mm arasında değişen büyüklüklerde öz şekilsiz ve renksiz fluorit içerir (şekil 3.9). Opak mineraller mikroçatlaklar içerisinde gözlenir. Eser miktarda rutil, limonit ve 8 μ tane boyutunda altın (?) içermektedir.



şekil 3.8. Kuz Tepe batısındaki cevherleşmelere ait kayaç rneklelerinin genel mikroskobik görünümü. A) Kuvars (kuv) matriks içerisinde şist parçaları ve limonit (lim) minerali. B) Kuvars (kuv) matriks içerisinde fluorit (flo) minerali (ift nikol).

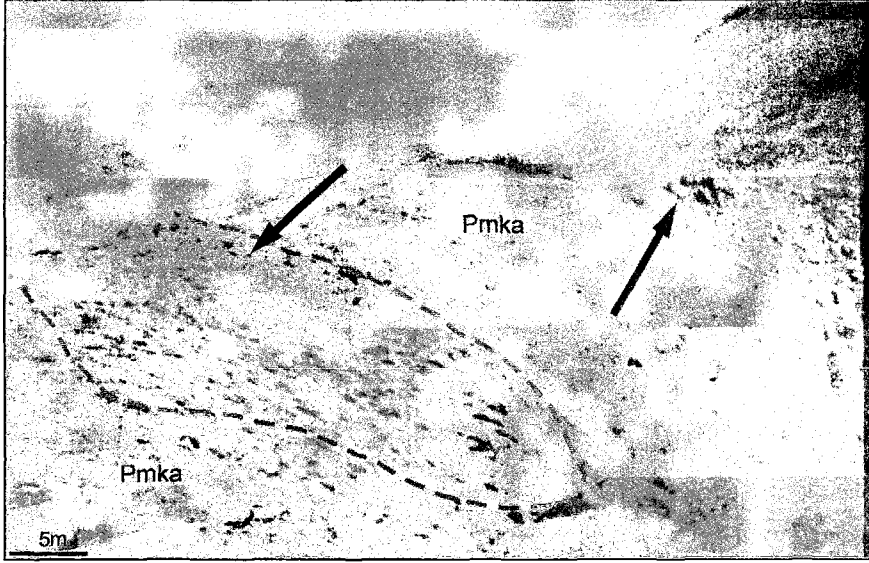


Şekil 3.9. Kuz Tepe güneyindeki cevherleşmelere ait kayaç örneklerinin genel mikroskobik görünümü. A) Kuvars matriks içerisinde fluorit (flo) minerali (Tek nikol). B) Öz şekilsiz, iç içe kenetli kuvars ile boşluklarda öz şekilsiz fluorit (flo) mineralleri (Çift nikol).

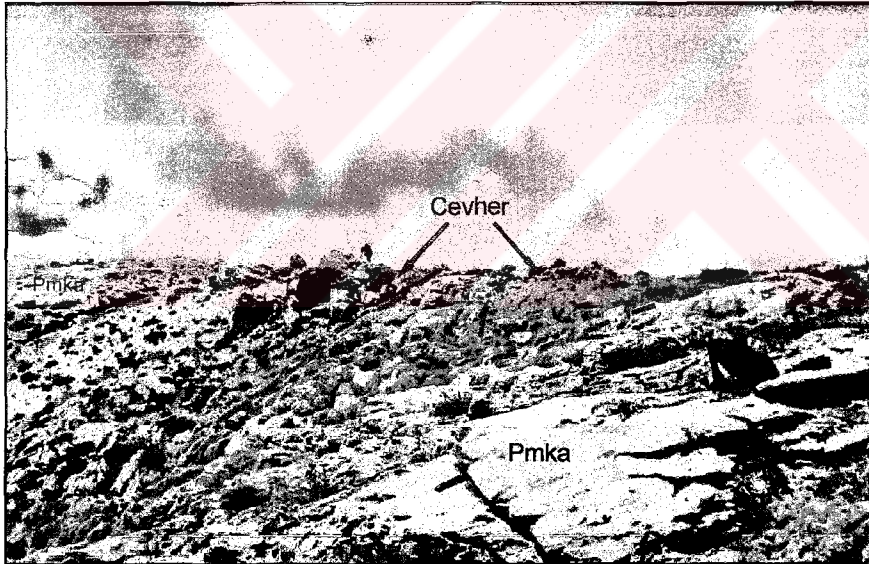
3.1.3. Dalavihami Tepe cevherleşmesi

Dalavihami Tepe'nin hemen güneybatısında yer alan cevherleşme, Kalecik Mermerleri ile Düzağaç Şistleri arasındaki dokanaklar boyunca gözlenir. Mostranın uzunluğu 200 metre, kalınlığı ise yaklaşık 30 metredir. Bu lokasyondaki cevherleşme, Kuz Tepe ve Değirmenbaşı çevresindeki cevherleşme bölgelerine göre daha yoğun ve yaygındır.

Cevherli zon, tabandaki mermerlerin kırık sistemi ile kontrol edilecek şekilde diskordans düzlemine yaklaşık dik, kırık ve boşluk dolgusu biçiminde geometrik yapılar sunar. Söz konusu kırık ve boşluklar, yüzeyde geniş (yaklaşık 15 metre), derinlere (mermerlerin içine) doğru daralıp kapanan geometrik şekiller sunarlar (Şekil 3.10 ve 3.11).

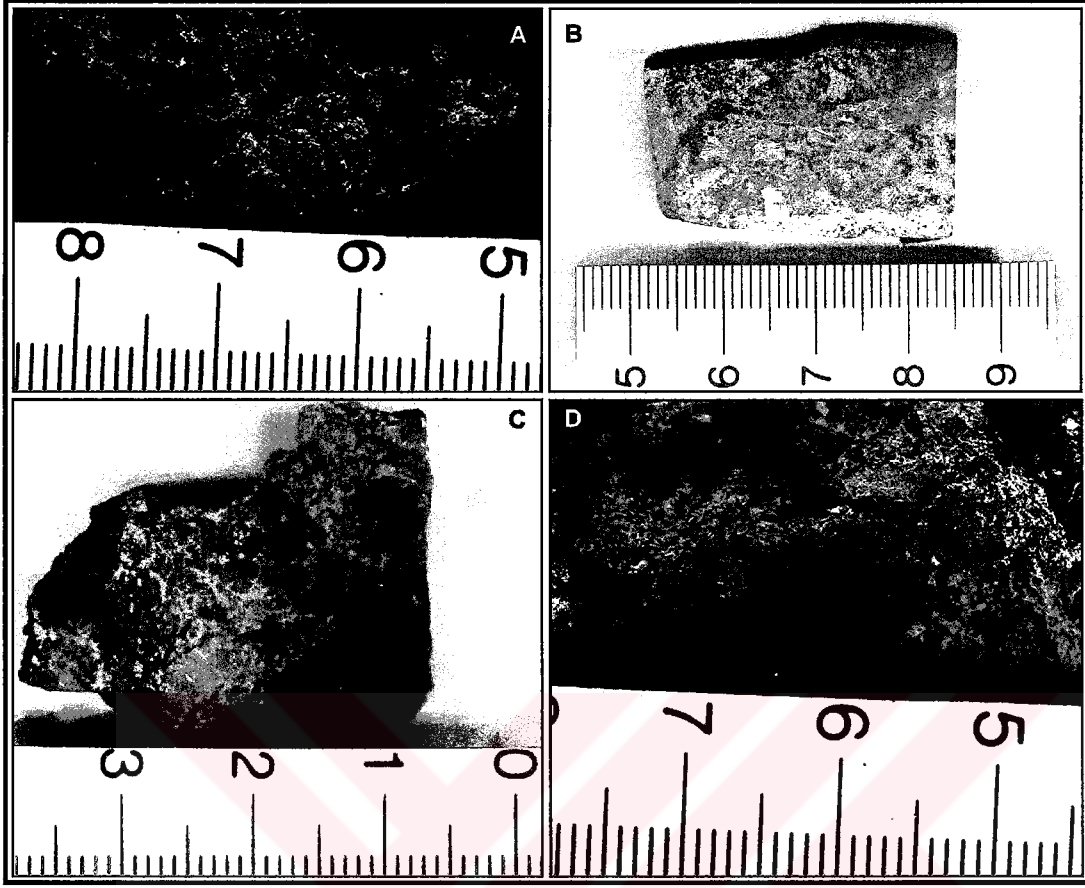


Şekil 3.10. Dalavihami Tepe'de kırık ve boşluk dolgusu şeklinde, düzensiz, uyumsuz cevher kütleleri (Pmka : Kalecik Mermerleri).



Şekil 3.11. Dalavihami Tepe'de kırık ve boşluk dolgusu şeklinde, düzensiz, uyumsuz cevher kütleleri (Pmka : Kalecik Mermerleri).

Fluoritli cevher zonu, makro olarak, siyahımsı, mor renkli olup, genel karakteri, silisli ve breşiktir. Sertliği nedeniyle yer yer çıkıntılı rölyef vermektedir. Breş bileşenleri, şistlerden ve kristalize kireçtaşı, matriks ise kuvars, fluorit ve yer yer limonit ile organik malzemedir. Bu zondan alınan kayaçların genel yapı-dokusu (Şekil 3.12)' de gösterilmektedir.



Şekil 3.12. Dalavihami Tepe güneybatısındaki cevherleşmeye ait yapı/doku türleri. A) Masif görünümlü, boşluk dolgusu şeklinde fluoritler. B) Breşik matriks içerisinde fluorit bantları C-D) Organik maddece zengin seviyelerde (koyu gri renkli) fluoritler.

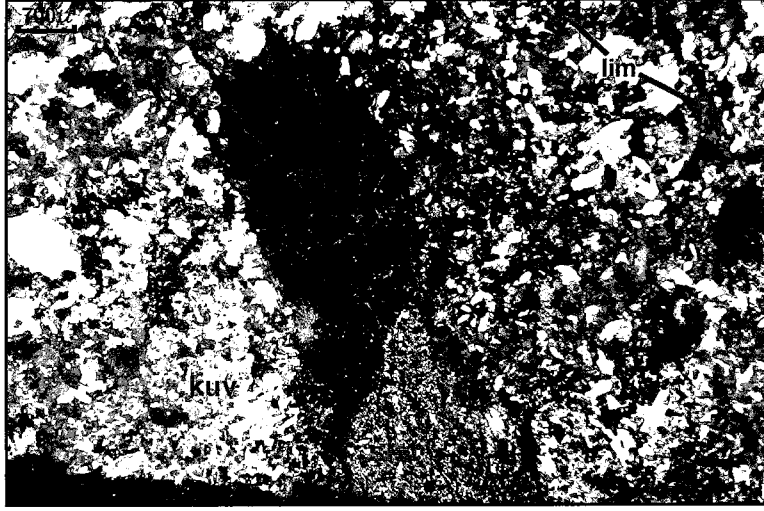
Diğer fluorit lokasyonlarına göre daha geniş mostraya sahip bu fluorit mostrasının tabanındaki mermerlere yakın kesimleri fluorit açısından daha zengindir, üst kısımlara doğru fluorit azalıp kaybolmakta ve daha az breşik, limonitik silisli bir seviye hakim olmaktadır. Bu lokasyondaki cevher mostrası yer yer silisleşmiş şist kalıntıları gösterir (Şekil 3.13).



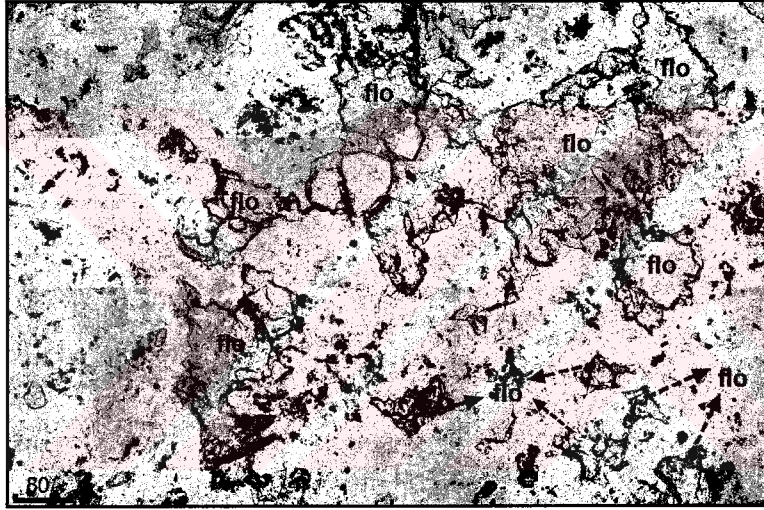
Şekil 3.13. Dalavihami Tepe'nin güneybatısındaki cevherli zonlarda yer yer gözlenen silisleşmiş şistler. Şistozite tanınabiliyor (kalemin sol kesimlerinde).

Mikroskobik olarak fluoritli zonlar, breşik, silisleşmiş kayaç görünümündedir. Breş parçaları, şist (serisit-kuvars şist, klorit şist) ve karbonatlardan oluşur. Yoğun olarak gözlenen mikrokristalin kuvarsın yanı sıra yer yer iri taneli (ortalama tane boyutu 0,6 mm) kuvarslar da gözlenir. Kuvarslar iç içe geçmiş kenetli bir dokuya sahiptir. Fluoritler, 0,3 mm ile 1 mm arasında değişen tane boyutlarındadır. Genelde eflatun ve mor renkli olan fluoritler, boşluk ve çatlak dolgusu şeklindedir (Şekil 3.14 ve 3.15).

Opak mineral olarak, limonit, rutil, pirit, grafit, arsenopirit, pisilomelan ve altın içerir. Limonit, öz şekilsiz, saçınımlı, çatlak dolgusu şeklindedir. Rutil, öz şekilsizdir ve 10 μ ile 40 μ arasında değişen boyutlardadır. Grafit, yarı öz şekilli/öz şekilsiz, ortalama 70 μ tane boyutundadır. Pirit, öz şekilli/öz şekilsiz, 5 ile 20 μ arasında değişen tane boyutunda, yer yer limonite dönüşmüş şekildedir. Altın, 1 ile 20 μ arasında değişen tane boyutunda olup, kuvarslar ve fluoritler içinde yer alır (Şekil 3.16).



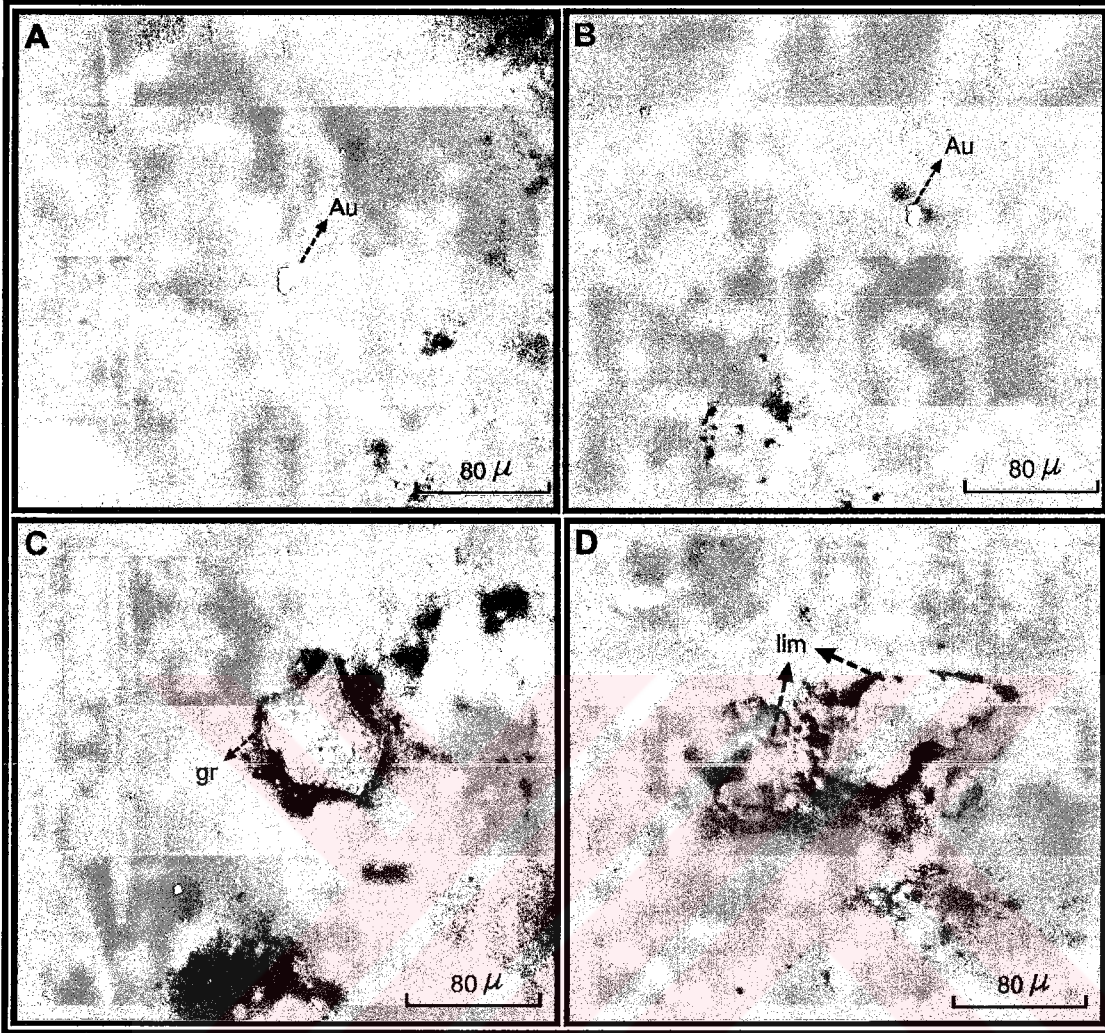
Şekil 3.14. Kuvars (kuv) ve limonit (lim) matriks içerisinde fluorit (flo) ve şist parçaları (Çift nikol).



Şekil 3.15. Boşluk dolgusu şeklinde fluorit (flo) taneleri (Tek nikol).

Cevher mostrası yanal olarak incelenerek 5-6 m kalınlığa düşer ve kaybolur.

Dalavihami Tepe'nin hemen güneyinde, bu zonun devamı niteliğinde, daha az breşik, silisli, makroskobik olarak fluorit içermeyen zona geçilir. Bu zon, 1 ile 5 m arasında değişen kalınlıktadır ve mermerler ile şistlerin dokanakları boyunca yaklaşık 1 km kadar kesikli olarak izlenir. Genel geometrik şekilleri, mermerler ile şistlerin arasındaki uyumsuzluk düzlemi boyunca uzanan yaklaşık yataya yakın düz kütleler şeklindedir. Koyu kahve, kırmızımsı siyah renkli, sert, yoğun silisli, az limonitik, olan zona yer yer az miktarda barit eşlik etmektedir. Mikroskobik olarak, iksel bileşimini yitirmiş silisleşmiş kayaç görünümündedir. Yer yer yönlenmeli



Şekil 3.16. Dalavihami Tepe' nin güneybatısında yer alan cevherli zonun opak mineral içeriği.

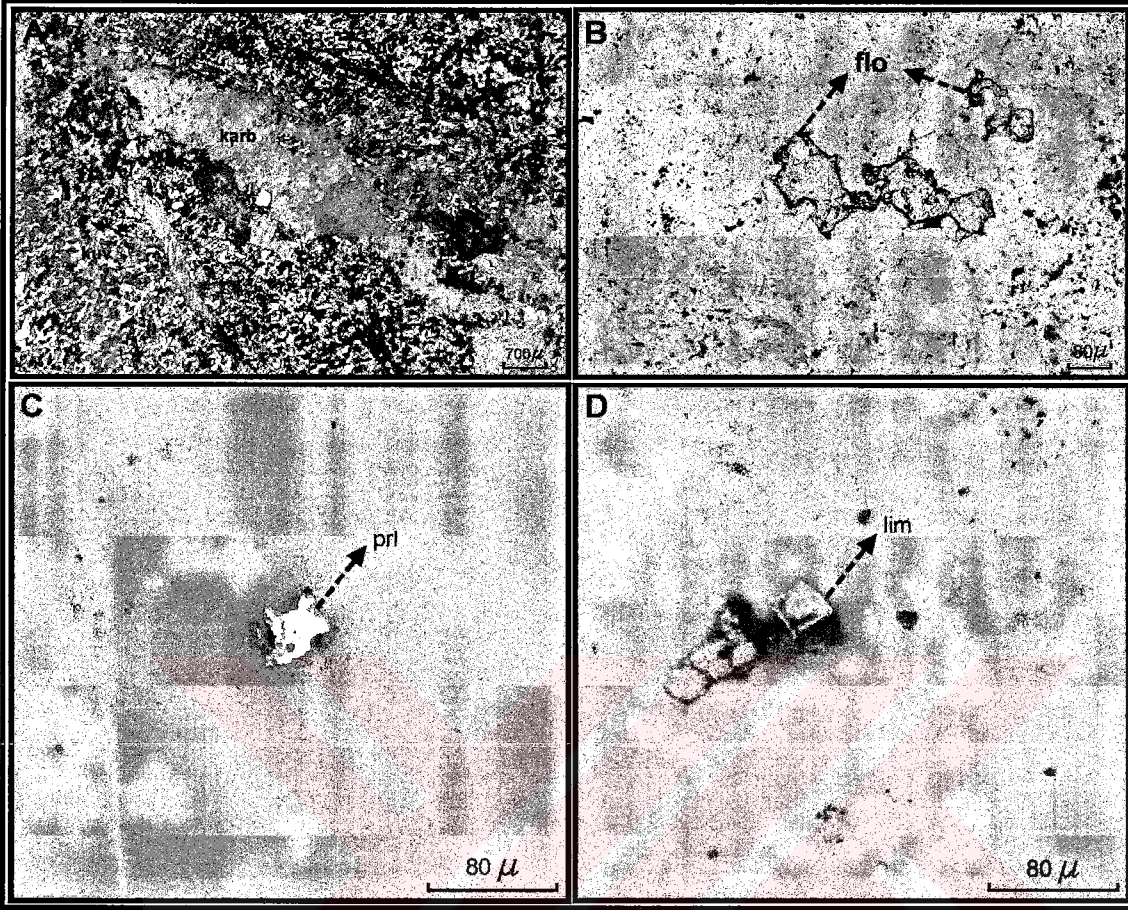
- A) Kuvars içerisinde altın (Au) tanesi.
- B) Fluorit içerisinde altın (Au) tanesi.
- C) Silika matriks içerisinde grafit (gr) minerali.
- D) Silika matriks içerisinde limonit (lim) ve limonit boyaması.

breşik dokuludur ve karbonat damarları eşlik eder. Genelde, yarı öz şekilli, çok ince taneli kuvarstan (ortalama tane boyutu 0,08 mm) oluşur. Fluoritler, öz şekilsiz ve 0,2 mm ile 0,5 mm arasında değişen boyutlardadır. Opak mineral olarak, pirit, limonit, rutil ve piroluzit içerir (Şekil 3.17).

3.1.4. Gözlemlerin değerlendirilmesi

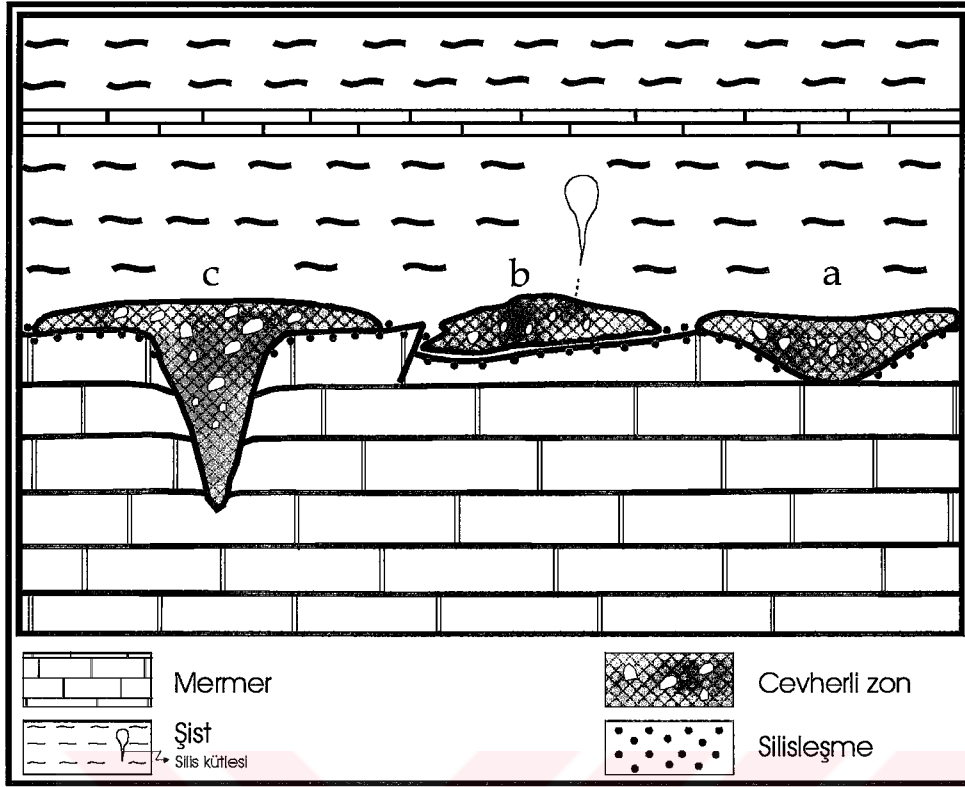
Cevherli zon, karbonatların en üst kesiminde diskordans düzlemleri boyunca stratabound bir seviye şeklindedir ve farklı morfolojik şekiller sunmaktadır. İki morfolojik şekil mevcuttur.

- 1) Diskordans düzlemine yaklaşık paralel, yataya yakın düz kütleler (Şekil 3.6). Değirmenbaşı ve Kuz Tepe cevherleşmelerinin göstermiş olduğu morfolojik yapılar bu şekildedir. Değirmenbaşı cevherleşmesi, mermerler ile şistler arasındaki diskordans düzlemi boyunca yatay bir şekilde uzanım sunmasına karşın, tabandaki karbonatlarda oluşmuş mercek şeklinde çökme boşluklarını (yaklaşık 3 m derinliğe sahip) doldurur bir morfoloji de gösterir (Şekil 18a). Kuz Tepe cevherleşmesi ise, diskordans düzlemine yaklaşık paralel bir morfolojiye sahiptir (Şekil 18b).
- 2) Kırık ve boşluk dolgular şeklinde, düzensiz sütun kütleler (Şekil 3.10, Şekil 3.11). Özellikle, Dalavihami Tepe'nin güneybatısındaki cevherleşmeler bu tür morfolojiye sahiptir. (Şekil 3.18c). Kireçtaşı/Mermerler içinde V şekilli boşluklarda bulunan cevher kütlelerinin alt kesimlerdeki cevherler üst kesimlerdeki cevherlere göre daha koyu renkli ve daha iri fluorit (1-2 cm) içeriklidir. Bu kesimler daha az kayaç parçaları (kristalize kireçtaşı ve şist) içerir.



Şekil 3.17. Dalavihami Tepe' nin güneyinde yer alan, masif silika görünümünde, cevher içermeyen zonların mineral içeriği.

- A) Kuvars (kuv) matriks içerisinde karbonat (karb) parçaları (Çift nikol).
- B) Kuvars (kuv) matriks içerisinde nadir gözlenen öz şekilsiz flüorit (flo) mineralleri.
- C) Silika matriks içerisinde piroluzit (prl) minerali.
- D) Silika matriks içerisinde limonit (lim) minerali.



Şekil 3.18. Karbonatların en üst kesiminde yer alan cevherli zonların morfolojik şekilleri. Mermerler ile şistlerin arasındaki uyumsuzluk düzlemine paralel, yataya yakın düz cevher kütleleri (b) ve mercek şeklinde çökme boşlukları (a). Uyumsuzluk düzlemi üzerinde kırık ve boşluk dolgular şeklinde, düzensiz cevher kütleleri (c).

3.1.5. Altınlı-fluorit cevherleşmesinin metal içeriği

Altınlı-fluorit cevherleşmesinin çalışma alanı içerisindeki dağılımını ve metal içeriğini belirleyebilmek için çalışma alanından kimyasal amaçlı alınan toplam 79 adet kayaç örneğinin 32 adeti cevherleşme bölgelerine aittir. Kimyasal amaçlı alınan diğer kayaç örnekleri ise cevherli zon boyunca gözlenen çok küçük boyutlardaki cevher içermeyen yersel silisli ve limonitli altere zonlar ile cevherleşmenin dağılımını belirleyebilmek için çalışma alanı içerisindeki diğer kesimlerden alınmıştır.

İki farklı litolojik birimin dokanakları boyunca kesikli olarak mostra veren cevherleşme bölgeleri, birbirlerinin devamı niteliğinde olmasına karşın renk,

morfoloji ve litolojik olarak kendilerine özgü birtakım değişiklikler sunarlar. Alınan bu numuneler tüm bu değişiklikleri yansıtacak şekildedir. Belirli bir kalınlığa ve uzunluğa sahip cevherleşme bölgelerindeki düşey değişimi belirleyebilmek için cevherli zonların alt ve üst kesimlerinden, yanal değişimi belirleyebilmek için cevherli zonların doğrultusu boyunca örnekler oluklama yöntemi ile alınmıştır. Alınan kayaç örneklerinin ayrışma yüzeyleri temizlenerek, oldukça taze olmalarına dikkat edilmiştir. Cevherli zonlardan bu yöntemle alınan örneklerin tümünün ortak özelliği silisçe zengin olmasıdır. Silisçe zengin örneklerde yer yer fluorit, limonit ve organik malzeme eşlik eder.

Cevherli zonlardan alınan kayaç örneklerinde Cu (bakır), Pb (kurşun), Zn (çinko), As (arsen), Sb (antimuan), Mo (molibden), Ag (gümüş) ve Au (altın) elementlerinin analizi yapılmıştır (EK - 1). Elde edilen sonuçlara göre ;

Değirmenbaşı cevherleşmesinden alınan toplam 3 adet kayaç örneğinin analiz sonuçlarına göre, ortalama altın (Au) değerleri 350 ppb, arsen (As) değerleri ise 800 ppm'dir.

Kuz Tepe batısındaki cevherleşmeden alınan toplam 4 adet kayaç örneğinin analiz sonuçlarına göre, ortalama altın (Au) değerleri 900 ppb, arsen (As) ise 2200 ppm değerindedir. Kuz Tepe'nin hemen güneyindeki makroskobik olarak fluorit seçilemeyen silisli kesimlerden alınan toplam 3 adet kayaç örneğinin analizi sonucunda, ortalama altın (Au) değerleri 200 ppb, arsen (As) ise 400 ppm değerindedir.

Cevherleşmenin yoğun olarak izlendiği Dalavihami Tepe'nin güneybatı kesimindeki zondan alınan toplam 18 adet kayaç örneklerinin analizi sonucu, altın (Au) içeriği zonun organik maddece zengin kesimlerinde daha zengin olduğu ve 12,5 g/t 'a kadar çıktığı görülür. Bu zondaki arsen (As) değerleri 33000 ppm'e, gümüş (Ag) değerleri ise 69 ppm'e kadar çıkar. Dalavihami Tepe'nin hemen güneyinde, makroskobik olarak fluorit seçilemeyen silisli zonlardan ise alınan toplam 4 adet kayaç analiz sonucu, ortalama altın (Au) değerleri 100 ppb, arsen (As) ise 150 ppm değerindedir.

Sonuç olarak, altın (Au) değerlerinin arazideki genel dağılımı incelendiğinde, breşik yapının gözlendiği, fluorit içerikli silisli kesimlerde (Dalavihami Tepe güneybatısı, Kuz Tepe batısı ve Değirmenbaşı çevresinde), özellikle organik maddece zengin seviyelerde (Dalavihami Tepe güneybatısı) altın içeriği (12,5 g/t) maksimum değerlere ulaşır. Breşik yapının az olduğu, fluorit içermeyen silisli kesimlerde (Kuz Tepe güneyi ve Dalavihami Tepe güneyinde) ise altın içeriği minimum (100 ppb) değerlere düşer.

Arsen (As) değerlerinin genel dağılımı incelendiğinde, altın (Au)'ın dağılımına benzer bir yönelim gösterir. En yüksek değerleri (33000 ppm), Dalavihami Tepe güneybatısındaki altın (Au) içeriklerinin yüksek olduğu organik maddece zengin cevherli zonlarda verir.

Gümüş (Ag) değerleri, çalışma alanının genelinde dedeksiyon limiti olan 1 ppm altında olmasına karşın altın içeriği zengin seviyelerde maksimum (69 ppm) değerlere ulaşır.

3.2. Çalışma Alanı İçerisinde Yer Alan Diğer Cevherleşmeler

Çalışma alanı içerisinde tezin konusunu oluşturan altınlı-fluorit cevherleşmesinin dışında kurşun-çinko ve demir cevherleşmeleri de mevcuttur. Herhangi bir ekonomik değer taşımayan bu cevherleşmeler Malatya Metamorfitlelerine ait birimler içerisinde yer alır. Söz konusu cevherleşmelerin yayılımlarının azlığı nedeniyle bu çalışmada sadece mineralojik ve petrografik tanımlanması yapılmış ve litostratigrafik istifteki konumu belirtilmiştir.

3.2.1. Kurşun-çinko cevherleşmesi

Kurşun-çinko cevherleşmesi, çalışma alanında, Direk köyünün yaklaşık 2 km güneybatısında yer alır.

Cevherleşme, Düzağaç Şistleri ile Kalecik Mermerleri arasındaki dokanağa yakın kesimlerde, özellikle şistlerin içerisinde ve foliasyon düzlemlerine paralel olarak yerleşmiştir. Cevher kütleleri K50D konumlu ve kuzeybatıya eğimli olup bir hat

boyunca kesikli olarak izlenir. Cevherleşmenin içinde bulunduğu zonun uzunluğu ise yaklaşık 400 m olup, cevherler bu zon içerisinde ortalama 2 cm kalınlıkta damarlar şeklindedir.

Cevherleşme, sfalerit, galenit, limonitten oluşan basit bir mineralojiye sahiptir ve bunlara eser miktarda manyetit, grafit, pirit ile kalkopirit eşlik eder.

Mikroskobik olarak, galenit, 10 ile 350 μ arasında değişen öz şekilsiz taneler halindedir. Bazen kenarlarından itibaren, bazen de tamamen seruzite dönüşmüş şekildedir. Sfalerit, 15 ile 450 μ arasında değişen öz şekilsiz taneler şeklinde ve genellikle smitsonite dönüşmüştür. Limonitler, 15 ile 270 μ arasında değişen öz şekilsiz/yarı öz şekilli taneler şeklindedir ve çok küçük öz şekilsiz pirit ve kalkopirit kapanımlar içerir (Şekil 3.19 A, B, C).

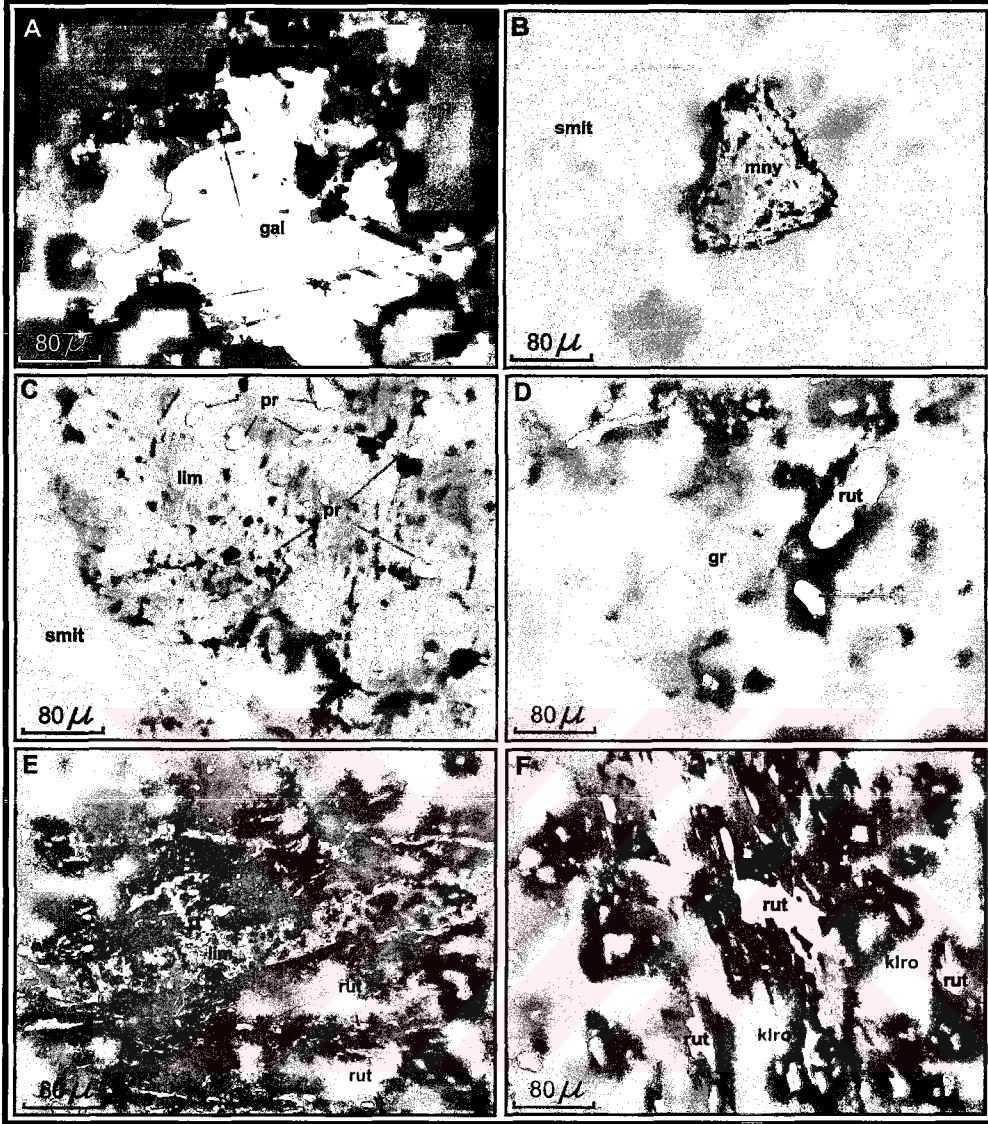
Şaşmaz ve Önal (1998), söz konusu cevherleşmeler için şistlerin, kristalize kireçtaşları üzerine bindirdiği zonlarda oluşan hidrotermal damar tipinde gelişmiş cevherleşmeler olduğunu ve bu cevherleşmelere kaynak oluşturan çözeltilerin iki farklı kökenden kaynaklanabileceğini ; bunlardan birincisi, bölgedeki genç andezitik volkanizma, diğeri ise bindirme sonrası kıtasal kabuk içerisinde dolaşan meteorik suların yan kayaçlardan çözdüğü metalleri bindirme zonlarına taşıması ve çökeltmesi ile oluşabileceğini belirtir.

3.2.2. Demir cevherleşmesi

Cevherleşme, çalışma alanının güneydoğu kesimlerinde, Şerefhan Şistlerinin üst seviyelerinde, özellikle üzerindeki Kalecik Mermerlerine geçiş zonlarında gözlenir.

Cevherleşme alanı, yaklaşık 40 m genişliğinde dar bir zon şeklindedir. Cevherleşme, genelde koyu kahve, siyahımsı renklere, sert ve şistozite'ye uyumludur.

Cevherli zon içerisinde temsili olabilecek nitelikteki numunelerin mikroskobik özelliklerine bakıldığında, örnekler lepidogranonlastik dokuludur ve şistozite çok



Şekil 3.19. Kurşun-çinko ve demir cevherleşmelerinin mineral parajenez ilişkisi.

- A) Kenarlarından itibaren seruzite dönüşmüş galenit (gal) minerali.
- B) Martileşmiş manyetit (mny) ve smitsonit (smit) mineralleri.
- C) Limonit (lim) içerisinde pirit (pr) kalıntıları ve smitsonit (smit) minerali.
- D) Pirotin (prot), ilmenitten dönüşmüş rutil (rut) ve granat (gr) mineralleri.
- E) Kloritoyidler içinde, şistoziteye uyumlu limonit (lim) damarı ve rutil (rut).
- F) Kloritoyidler içinde, ilmenitten dönüşmüş rutil (rut) minerali.

belirgindir. Bol miktarda, kloritoyid, granat içerir. Opak mineral olarak, bol miktarda rutil, limonit içerir. Eser miktarda pirotin eşlik eder. Rutil, şistozite'ye uyumlu irili ufaklı taneler ve ilmenitten dönüşmüş şekildedir. Limonitler, şistozite'ye uyumlu bir şekilde çatlaklar içerisinde gözlenir (Şekil 19 D, E, F).

3. 3. Tartışma ve Yorum

Malatya-Yeşilyurt altınlı-fluorit cevherleşmesinin kökeni üzerine, jeolojik, mineralojik ve kimyasal veriler irdelenecek olursa ;

- Cevherleşmenin üzerinde olduğu karbonat bir taban kayaç'ın varlığı,
- Cevherleşmenin iki farklı litolojik birim arasındaki diskordans düzlemi boyunca, litolojik kontrollü olarak kilometrelerce uzanım sunması,
- Paleokarst düzlemini üzerleyen silisli bir kabuk görünümündeki cevherleşmenin stratabound özellikte olması,
- Mermerler üzerindeki şistlerden oluşan örtü birimin, mermerlerde oluşan karstik boşluklar içerisine çökmüş biçimde bir görünüm sunması,
- Cevherli zonun bileşiminin, zonun üst kesimindeki şistlere ait parçalardan (allokton) ve tabanındaki mermer seviyelerine ait parçalardan (otokton) oluşması,
- Cevherli zonun breşik yapısının tektonik hatlara bağlı olmayışı ve çökme breşi şeklinde bir dokuya sahip olması,
- Cevherli zonun matriksinin limonit (yükseltgen ortama işaret eder) ve opal/kalsedon (düşük sıcaklık ortamına işaret eder) mineralleri içermesi,
- Bölgedeki genç tektonik hareketlere bağlı olarak oluşmuş fay zonlarında cevherleşme izlerinin gözlenmeyişi,
- Cevherli zonun üzerinde bulunduğu taban karbonatlarda, cevherli zonda gözlenen yaygın silisleşmeye ait alterasyon izlerinin gözlenmemesi,

gibi özelliklerden dolayı, bu tür cevherleşmenin, diskordans düzlemlerine bağlı, paleo-karstik bir cevher yatak olduğuna işaret etmektedir.

Kolay çözümler olmaları nedeniyle karbonatlar (özellikle kireçtaşları ve dolomitler) karstik oluşumlar için en uygun ortamları oluşturur. Çalışma alanındaki cevherli zonun karbonatlar üzerinde gelişmesi, zona litolojik kontrollü bir yatak konumu verir. Cevherleşme zonunda yoğun silisleşme gözlenmesine karşın zonun tabanındaki karbonatlardan oluşan kesimlerinde silisleşme izleri gözlenmemekle birlikte, çalışma alanındaki genç tektonik hareketler neticesinde oluşmuş fay zonlarında da herhangi bir cevherleşme veya alterasyon izleri gözlenmez. Cevherli zonların üst kesimindeki şistlerin, tabandaki mermerler içerisine çökmesi, çökme breşi türünden oluşumlara yol açmıştır. Tüm bu veriler, magmatik hidrotermal çözeltilerin, cevherleşmenin oluşumunda etkili olmuş olabileceği olasılığını ortadan kaldırmaktadır.

Bazı maden yatağı türlerinin (Pb-Zn, barit, fluorit), karstik ortamlarda ve karstlaşma ile aynı oluşum süreçlerinde oluşabileceği literatürde bilinmektedir (Zuffardi, 1976). Karstik süreçlerin detaylı bir şekilde tanımlanmasına karşın, karstlaşma ile ilişkili metalojenik süreçler yakın bir zamana kadar yapılmamıştır. Fakat günümüzde bir çok araştırmacı tarafından maden yatakları için, (paleo)-karstların uygun oluşum ortamları olduğu kabul edilmektedir. Geçmişte, karbonatlardaki metasomatizma ile teletermal olarak düşünülen bir çok yatağın, karstik süreçler ile ilişkili olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Karstik ortamlardaki, kurşun-çinko, barit ve fluorit gibi birçok yatağın kökeni için bu güne kadar üç hipotez öne sürülmüştür. Bunlar, (1) karstik boşlukların oluşumu ve bu karstik boşlukların dolgusunun magmatik-hidrotermal çözeltilerden kaynaklandığı şeklindeki görüş. Bu yataklar magmatik kaynaklara işaret eden yeterli veriler olmamasına rağmen teletermal veya kriptomermal olarak sınıflandırılmıştır. (2) İkinci bir görüş, karstik boşluklar, karstik süreçler ile oluşmuş fakat, karstik boşluk dolguları ise magmatik hidrotermal çözeltilerden kaynaklanır. Bu yataklar da teletermal veya kriptomermal olarak sınıflandırılmıştır. (3) Diğer bir görüş, karstlaşma (süperjen sulardan kaynaklanan) karstik boşlukların oluşumundan ve karstik boşluk dolgularından sorumludur. Bu görüş çok daha güncel bir görüştür (Zuffardi, 1976).

Magmatik çözeltiler ile bu yataklar arasındaki bağlantıyı destekleyen verilerin eksikliği (Zuffardi, 1976), ilk iki hipotezin son zamanlarda daha az kabul görmesine yol açtığı gibi, bu yataklar ile paleo-cografik ve paleo-iklimsel şartlar arasındaki ilişkiyi destekleyen verilerin (yukarıda sıralandığı şekilde) bolluğu son hipotezin geçerliliğini ortaya koyar niteliktedir.

Sonuç olarak, magmatik çözeltilerin karstik boşlukların oluşumu ve bu karstik boşlukların dolgusundan sorumlu olması ihtimali inkar edilemez fakat, daha gerçekçi yapılan gözlemler neticesinde karstik boşlukların bir çoğunun, süperjen su (paleo) döngüsü ile oluşmuş ve doldurulmuş olabileceği ortaya çıkmaktadır.

Karstik süreçlerle oluşan maden yataklarının kökenleri konusunda tartışmalar halen sürmektedir (Zuffardi, 1976). Özellikle bu tür yataklarda gözlenen yaygın silisleşmelerin ve ekonomik nitelikte olabilecek zenginleşmelerin (barit, fluorit gibi) kökenleri için değişik görüşler belirtilmektedir.

Zuffardi (1976), Merkez Alp'lerdeki Triyas komplekslerindeki fluorit yataklarının Triyas serilerinin yükselmesi sırasında oluşan karstik yataklar olduğunu, fluorit ve diğer cevher minerallerinin kaynağının tanımlanamadığını, büyük olasılık ile farklı cevher minerallerinin farklı kaynağa sahip olabileceğini belirtir. Bu kaynakların ise, yüzey sularını besleyen sin-sedimanter volkanizma ve aynı volkaniklerin ve/veya cevher minerali içeren sedimanların yıkanması olabileceğini belirtir.

Rodeghiero vd., (1996), Alp ve Pirene' lerdeki paleokarstik uyumsuzluk düzlemlerine bağlı silisli kabuk türden cevherleşmelerin (silis içeriği >%70) kökenlerinin tartışmalı olduğu ve silisçe zengin çözeltilerin kaynağı için, cevherli zonu üzerleyen kırıntılı birimlerin diyajenezi esnasında açığa çıkan silisçe zengin çözeltiler olabileceğini belirtir. Bu tür yataklar için belirleyici özellikleri olarak, cevherli kabukların alt kesiminde yer alan bir uyumsuzluk düzleminin evrensel ölçekte varlığını ve bu uyumsuzluk düzlemi üzerinde gelişen konglomera/breş seviyesinin yaygın silisli cevherleşme için uygun ortam olduğunu belirtir. Çalışmacılar, bu tür yatakları yeni bir metalojenik model olarak tanımlarlar ve sadece Alpin kuşağında değil dünya çapında önemli bir metalojenik kuşak oluşturduklarına işaret ederler.

Brigo vd., (2001), Carnic Alp (İtalya-Avusturya)'lerde karbonatlar içerisindeki baz metal sülfid, fluorit, barit içeren silisli kabuk türde cevherleşmelerin karbonatlar üzerinde gelişen paleokarst düzlemini üzerleyen cevherleşmeler olduğunu belirtir. Çevre kayalara göre farklı bir litolojik birim görünümü sunan cevherli zon silisiklastik kayalar ile üzerlenir. Bu tür yataklarda silis ve silise doygun çözeltilerin kökeni için, silisiklastik sedimanların diyajenezinden kaynaklanabileceği görüşü ileri sürülür.

Sangster (1987), karbonatlar içerisindeki cevherli zonlarda gözlenen yaygın silisleşmenin bölgede önceden var olan silikanın yersel hareketinden başka bir şey olamayacağını belirtir.

Zuffardi (1976) 'e göre, bir karst sisteminin üst kesimlerindeki yaklaşık düşey boşluk ve çatlaklardan oluşan kesimleri çözücü asidik sular ile doldurulur. Bu kesimlerdeki hava bolluğu ve suyun güçlü türbülansı oksidasyon koşullarının devam etmesine yardımcı olur. Karbonatlı sular, kompleks denge/dengesizlik şartları ile, alkali ve Ca-silikatları da ayrıştırabilir, bu da çeşitli formlarda silikanın (kalsedon, opal, mikrotanesel kuvars) ve CaCO_3 'ün son çökeline yol açar. Çalışmacı, bazı karstlardaki silisleşmenin (bazen yaygın ve yoğun olarak) bu yolla açıklanabileceğini belirtir.

Bu bilgiler ışığında değerlendirildiğinde, Malatya-Yeşilyurt altınlı-fluorit cevherleşmesinin oluşum koşulları ve ortamının kendine özgü özelliklere sahip olduğu açıktır. Karbonatlar üzerinde gelişen diskordans düzlemi boyunca oluşan ve bu düzlem doğrultusunda uzanım sunan silisli bir cevherli zon ile bu cevherli zonun litolojik bileşimi açısından Alp kuşağındaki silisli kabuk türden cevherleşmeler ile benzerlikler sunar. Cevher minerallerinin oluşum zamanı ve yığılması açısından ise karstik oluşum süreçleri ile beraber geliştiği görülür.

Çalışma alanı ve çevresinde karstlaşmaya işaret eden dolinler, düdenler ve obruklar sık olarak görülür. Çalışma alanının en üst kesiminde yer alan Kerbelek Kireçtaşlarında karstlaşma ileri safhadadır ve karst topografyası iyi gelişmiştir. Kerbelek Kireçtaşlarının alt kesimlerinde yer alan Düzağaç Şistlerinde ve Kalecik Mermerlerinde karstlaşmalar daha az yaygındır ve alt kesimlere doğru daha da

azalmaktadır. Üst Kretase-Miyosen aralığında sıkışma rejimine bağlı olarak yükselmelerin ve karasal rejimin hakim olmaya başladığı (Yılmaz ve Yiğitbaş, 1991) bölgede, Miyosenden itibaren yaygın bir karstlaşma sürecinin etkinliği (Ekmekçi, 2003, basımda) bize bu karstlaşma sürecinin oluşum zamanı için fikir vermektedir.

Karasal yükselmeler neticesinde çalışma alanının da içerisinde bulunduğu bölge atmosfer etkilerine maruz kalmıştır. Meteorik sular, Paleozoyik istifin üst kesimlerindeki kayaçların eklemleri ve tabaka düzlemleri boyunca aşağı kesimlere doğru gravite kaynaklı ilerleyişi ile birlikte dolinler, obruklardan vs. oluşuk karstik yüzey gelişimi başlar. Yaklaşık düşey konumlu kırık sisteminin derinlere doğru gelişimi devam eder ve bu gelişim su tablası düzeyine ulaşıncaya kadar ilerler. Derinlere doğru yaklaşık düşey konumlu kırık sistemi oluşturacak şekilde ilerleyen süperjen sular Zuffardi (1976)'ye göre, su tablası (paleo) seviyesine eriştiklerinde yaklaşık yataya yakın tünel benzeri karstik boşluklar oluşturacak şekilde ilerleyişlerini sürdürürler.

Üst Kretase-Miyosenden günümüze gerçekleşen bu karstlaşma süreçleri aynı zamanda Malatya-Yeşilyurt altınlı-fluorit cevherleşmesinin oluşum süreçlerini de kapsar.

Fluor ve Altın içerikli çözeltilerin kaynağı :

Şeyllerin bünyesinde, ortalama 940 ppm fluor (Allmann and Koritnig,1969), 3,9 ppb altın (Allmann and Crocket, 1974), karbonatlarda ise ortalama 330 ppm kadar fluor (Allmann and Koritnig,1969) ile 3 ppb altın (Allmann and Crocket, 1974) içeriğinin yanısıra tüm bu kayaçlarda bol miktarda silis içeriği olduğu düşünülürse, cevherli zonların üst kesiminde yer alan birimler, Malatya-Yeşilyurt altınlı-fluorit cevherleşmesi için en olası kaynak olarak gözükmektedir. Doğada yaygın olarak gözlenen bazı kayaç türlerinin fluor içeriği Çizelge 3.1' de, altın içeriği Çizelge 3.2' de, silis içeriği ise Çizelge 3.3' de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Doğada yaygın olarak gözlenen bazı sedimanter ve magmatik kayaç türlerinin ortalama flor içerdiği* (Allmann ve Koritnig, 1969' dan alınmıştır).

<u>Kayaç Türü</u>	<u>Değer aralığı (ppm)</u>	<u>Ort. Değer (ppm)</u>	<u>Örnek sayısı</u>
Kireçtaşları	1220'e kadar	220	(98)
Dolomitler	110 - 400	260	(14)
Karbonatlar	-	330	-
Kumtaşları	10 - 1110	200	(50)
Kuarsitler	-	200	(10)
Killer	-	600	(1)
Şeyller	10 - 7600	940	(82)
Okyanus sedimanları	100 - 1600	730	(79)
Ultramafikler	-	100	-
Granitler	-	1205	-
Granodiyoritler	-	1940	-
Bazaltlar	-	500	-
Siyenitler	-	1770	-

* Değerler, farklı çalışmacılar tarafından dünyanın değişik bölgelerinden alınan örnek sayılarının ortalamasıdır. Metamorfik kayaçlardaki flor içeriğine ilişkin verilerin yetersiz oluşu ve önemli metamorfik kayaç türlerini temsil etmeyişinden dolayı bu tabloda yer verilmemiştir.

Çizelge 3.2. Doğada yaygın olarak gözlenen bazı sedimanter, magmatik ve metamorfik kayaç türlerinin altın içeriği* (Allmann ve Crocket, 1974' dan alınmıştır).

<u>Kayaç Türü</u>	<u>Değer aralığı (ppb)</u>	<u>Ort. Değer (ppb)</u>	<u>Örnek sayısı</u>
Kumtaşı ve silttaşı	-	7.2	(11)
Şeyl	-	3.9	(5)
Karbonatlar	-	3.0	(6)
Derin deniz sedimanları	-	3.4	(28)
Siştler	0.38 - 9.0	2.2	(114)
Gnayslar	0.2 - 22	3.9	(37)
Kuarsitler	2.4 - 7.3	4.9	(2)
Metamorfize karbonatlar	0.25 - 22.4	1.5	(50)
Granit	-	1.7	-
Granodiyorit	-	3.0	-
Gabro	-	4.8	-
Ultramafik kayaçlar	-	6.6	-

* Değerler, farklı çalışmacılar tarafından dünyanın değişik bölgelerinden alınan örnek sayılarının ortalamasıdır.

Çizelge 3.3. Doğada yaygın olarak gözlenen bazı sedimanter, magmatik ve metamorfik kayaç türlerinin silis içeriği* (Liebau vd., 1974¹ dan alınmıştır).

<u>Kayaç Türü</u>	<u>Değer aralığı (%)</u>	<u>Ort. Değer (%)</u>	<u>Örnek sayısı</u>
Kumtaşları ¹	-	78.7	(253)
Şeyller	-	58.9	(277)
Çörtler	-	89.9	(10)
Karbonatlar ¹	-	8.2	(8300)
Mika şistler	-	64.6	(37)
Mermerler	5.2 – 18.1	12.4	(10)
Kuarsitler	94.3 – 99.6	97.3	(15)
Silisli magmatik kayaç.	-	68.9	(794)
Ortaç magmatik kayaç.	-	54.6	(635)
Mafik magmatik kayaç.	-	48.4	(637)
Ultramafik kayaçlar	-	43.8	(182)

* Değerler, farklı çalışmacılar tarafından dünyanın değişik bölgelerinden alınan örnek sayılarının ortalamasıdır.

¹ Platform ortamdan alınmıştır.

Cevherli çözeltilerin taşınma ve zenginleşme mekanizması :

Karstlaşma süreçlerini başlatan meteorik sular içinde bulunduğu metamorfik kayaçlardaki fluor, silis ve metalleri yıkayarak derinlere doğru taşır. Su tablası (paleo) üzerinde gerçekleşen söz konusu süperjen su döngüsü asidik ($\text{pH} < 7$) ortamda cereyan eder. Silisin asidik ortamlarda çözünürlüğü çok azdır (Liebau vd., 1969). Cevherli zonların üzerindeki şistler içerisinde silis kütlelerinin gözlenmesi bunun en açık belirtisidir. Deneysel araştırmalar göre $\text{pH} = 2-9$ aralığında silisin çözünürlüğü çok azdır ve neredeyse sabittir. Buna karşın yaklaşık olarak $\text{pH} = 6-8$ aralığında silisin çözünürlüğünde az miktarda bir düşme gözlenir (Krauskopf, 1967). $\text{pH} = 9$ değerinde çeşitli silis iyonlarının oluşumunun sonucu olarak silisin çözünürlüğünde ani bir artış gözlenir (Liebau vd., 1969). Fluorun ise asidik ortamlarda çözünürlüğü fazladır. pH değerinin asitten nötr değerlere değişimi fluoritin çözünürlüğünü azaltır bir etki yaratır (Richardson ve Holland, 1979). Aynı zamanda fluor iyonunun çözünürlüğü Ca konsantrasyonları ile sıkı bir biçimde kontrol edilmektedir (Holland, 1967). Hidrotermal çözeltiler kireçtaşlarına girdiğinde, kireçtaşları içerisindeki kalsiti çözmesi neticesinde çözeltideki Ca konsantrasyonları artar (Richardson ve Holland, 1979) ve bunun sonucunda asit

karakterli çözeltilerin pH değeri nötrleşir (Holland, 1965). Böyle bir süreç fluorun çözünürlüğünü azaltır ve çökelimine yol açar. Cevherli çözeltilerin cevherleşme bölgesine taşınması esnasında bol miktarlarda F ve Ca aynı çözelti içerisinde birlikte taşınma olasılığı çok azdır. Çünkü fluor çözünürlüğünü azaltacak derecede bol Ca konsantrasyonunun varlığı çözeltilerin taşınması esnasında fluoritin çökelimine yol açar (Kendrick vd., 2002). Bu durumda fluorit cevherleşmesinin ana sebebi olarak şunu söyleyebiliriz ; fluor, silis ve metalce zengin seviyelerden ayrılan çözeltiler mermerlere girdiğinde çevre kayalardan açığa çıkan Ca kanyonlarındaki artış fluoritin çözünürlüğünü azaltır ve çökmesine yol açar (Kendrick vd., 2002).

Diskordans düzlemi üzerinde yer alan metakonglomera seviyesinin oluşturduğu yüksek poroziteli malzeme ile karstlaşma süreçleri neticesinde diskordans düzlemi boyunca oluşmuş ve/veya oluşmakta olan karstik boşlukların varlığının yanısıra diskordans düzleminin¹ su tablası (paleo) seviyesinde (yaklaşık nötr ortam) olduğu düşünülürse, söz konusu diskordans düzlemi çökeltme ortamı için en uygun ortamı oluşturur. Fluor, silis ve metalce zengin çözeltilerin, mermerler ile şistlerin arasında yer alan diskordans düzlemini yukarıda sıralanan litolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı çökeltme ortamı olarak tercih etmesi oldukça normaldir.

Basınç değerlerindeki değişimlerin de fluoritin çökelimine yol açtığı ve özellikle basınç azalması sonucu, gang minerallerinin (kalsit, barit, kuvars gibi) birçoğunun çözünürlüğünün azaldığı (Richardson ve Holland, 1979) bilinmektedir. Cevherli çözeltilerin içerisinde geçtiği kayaların eklemleri ve tabaka düzlemleri boyunca kısmen de olsa belli bir basınç altında aşağılara doğru ilerlerler (Zuffardi, 1976). Diskordans düzlemindeki yüksek poroziteli konglomeratik breş seviyelerine ulaştığında ani basınç düşmesinden dolayı fluor ve silisçe zengin çözeltilerin çözünürlüğünü azaltır bir etki yaratabilir.

Cevherli zonlarda yaygın silisleşme ile birlikte fluorit gözlenmesi çözeltilerde silis ve fluor 'un birlikte hareket ettiğini gösterir. Asit çözeltilerde fluor, SiF_6 veya SiF_4 gibi 6

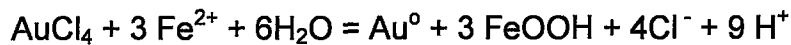
¹ Diskordans düzleminin hemen altındaki seviyelerde sülfür minerallerinin varlığı indirgen ortama, hemen üzerindeki seviyelerde limonit varlığı yükseltgen ortama işaret eder.

veya 4 koordinatlı yapıdaki silika ile iyi bir birliktelik gösterir (Hem, 1971) ve yaklaşık aynı pH ortamlarda (pH = 6-8 arası) çökebilirler.

Asit çözeltilerde, altın $AuCl_4^-$ iyonu olarak taşınabilir. Asit çözeltilerdeki altının (Au) taşınması, olasılıkla altının süperjen hareketinin bir mekanizmasıdır (Krauskopf, 1951). Helgeson and Garrels (1968), düşük sıcaklık verilerine dayanan termodinamik hesaplamalarına göre hidrotermal cevher yataklarının, altının (Au) klorit kompleksleri olarak taşındığı asit çözeltilerden oluştuğu sonucuna varmıştır. Altın (Au) ile Ag (gümüş) arasındaki parajenetik ilişkinin kurulabildiği yerlerde, bu iki metalin benzer mekanizmalar ile çökelmiş olduğunu ve benzer yolla taşınmış olabileceği sonucuna varmak akla yatkındır (Romberger, 1988). Altın (Au) ve Ag (gümüş) çökeline neden olabilecek parametreler çözeltinin sıcaklığı, pH, sistemin oksidasyon potansiyeli, H_2S , klorür aktivitesi ve tuzluluktur. Au ve Ag klorür kompleksleri şeklinde taşınırsa pH değerindeki bir artış bu metallerin çökeline neden olabilir. Altın ve gümüşün klorür kompleksleri için oksijen aktivitesinin azalması (redüklenme) çökeliyi kolaylaştırır. Çözeltilerin klorür kompleksleri şeklinde taşındığı durumlarda H_2S aktivitesindeki bir artış çökelmeye neden olabilir (Romberger, 1988).

Cevherdeki altın (Au) ve gümüş (Ag) içeriğinin organik maddece zengin seviyelerde artış göstermesi dikkat çekicidir. McKeag vd., (1989), grafitin altının çökeline yol açan indirgen bir etken olarak davrandığını belirtir.

Süperjen oksitlerden limonit de altın taşıyıcı minerallerdendir. Altın ve gümüşün limonit gibi demir oksitlerde zenginleşme nedenlerinden biri, bu iki elementin kolayca çözünebilen bileşik iyonlarının +2 değerli demir tuzları tarafından kolayca redüklenerek nabit elementlere dönüşmesindedir. Diğer bir nedeni ise +3 değerli demir oksitin koloidal davranışdır. +3 değerli demir hidrosolleri ve jelleri ise pozitif yüklü olup negatif yüklü altının kompleks iyonlarını (örneğin, $AuCl_2^-$) adsorbe ederek çöktirirler (Romberger, 1988). Bu ilişki aşağıdaki denklem ile ifade edilmektedir ;



Cevherli zonun bileşimindeki şist parçalarının (allokton) varlığı ve silisleşmiş şistlerde kalıntı yönlenmelerin izlenmesi cevher oluşum sürecinin bölgedeki metamorfizmadan sonra geliştiğinin belirtisidir. Bölgedeki kayaçların bölgesel metamorfizmasının kimi çalışmacılara göre (Kipman, 1976, Perinçek, 1978) Jura-Alt Kretase aralığında, bazı çalışmacılara (Yazgan, 1983) göre Senoniyende gerçekleştiği ve Üst Kretase sonrası bölgede karasal rejiminin hakim olmaya başladığı (Yılmaz ve Yiğitbaş, 1991) düşünülürse karstlaşma süreci ile birlikte gelişen cevherleşmenin oluşum yaşı hakkında fikir edinebiliriz. Bu durumda cevher oluşum süreci için olması gereken yaş aralığının alt sınırının Üst Kretase olduğu söylenebilir.



4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Doğu Toros Orojenik Kuşağı içerisinde yer alan cevherleşme alanının, 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış (EK-3) ve elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

- I. Malatya Metamorfikleri içerisinde yer alan dört farklı kaya grubu ayrılanarak çalışma alanının litostratigrafik istifi oluşturulmuştur.
- II. Litostratigrafik istifi oluşturulan çalışma alanında Devoniyen-Karbonifer (?) yaşlı karbonatlar ile Permien yaşlı şistler arasında bir diskordans düzleminin varlığı ortaya konmuştur. Bölgenin paleocografik evrimi dikkate alınarak söz konusu diskordans düzleminin Doğu Toros Kuşağındaki yayılımına dikkat çekilmiştir.
- III. Malatya-Yeşilyurt altınlı-fluorit cevherleşmesi, karbonatlar üzerinde gelişen diskordans düzlemine bağlı paleo-karstik bir cevher yatağıdır.
- IV. Çalışma alanının da içerisinde bulunduğu bölgede, Üst Kretase'den itibaren devam eden karstik oluşum süreçleri aynı zamanda altınlı-fluorit cevherleşmesinin oluşum süreçlerini de kapsamaktadır.
- V. Cevherli zonun üst kesiminde yer alan Düzağaç Şistleri ve Kerbelek Kireçtaşlarından oluşan birimler, silisçe zengin altınlı-fluorit cevherleşmesi için en olası kaynak olarak gözükmektedir.
- VI. Cevherli çözeltiler, büyük ölçüde gravite kaynaklı olarak aşağılara doğru hareket eden meteorik sular olmalıdır.
- VII. Diskordans düzlemi üzerinde gelişen paleo-karstik boşluklar ve yüksek poroziteli konglomeratik breş seviyeleri, cevherli çözeltilerin çökelişi için uygun ortamları oluştururlar.
- VIII. Cevherli zonun mineralojik bileşimi, cevher oluşum sürecinin bölgedeki metamorfizmadan sonra geliştiğinin belirtisidir.

- IX. Cevherli zonun altın (Au) içeriği dzensiz olup 100 ppb ile 12500 ppb arasında değişim gösterir.
- X. Çevre kayalara göre farklı bir litolojik birim görünümü sunan cevherli zonun konumu, yayılımı, morfolojisi ve mineralojik bileşimi dikkate alındığında, bu tür bir cevher oluşum modeli Doğu Toros Kuşaağında ilk kez tanımlanmaktadır ve cevherli zonun yüksek miktarlardaki altın (Au) içeriğine dikkat çekilmektedir.
- XI. Diskordans düzlemine bağlı bu tür bir cevherleşme, yaygın bir metalojenik kuşaağın bir parçası olarak düşünölmekte ve bölgede gelecekte yapılacak çalışmalarda, söz konusu diskordans düzlemi kılavuz seviye rolü göreceğinden, aramaların bu doğrultuda yapılması önerilmektedir.
- XII. Büyük ölçüde arazi gözlemlerine dayanan çalışmalarda neticesinde elde edilen bulguların ve görüşlerin desteklenmesi için çalışma alanında detaylı jeokimyasal (sıvı kapanım, izotop vb.) çalışmaların yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Aktaş, G. and Robertson, A.H.F., 1984, The Maden Complex, SE Turkey : evolution of a Neotyan active margin. In : Dixon, J.E. and Robertson, A.H. F., Geol. Evolution Eastern Medit., Geol. Soc. London Spec. Pub. 14, 361-373.
- Alan, İ., 1990, Malatya ve Adıyaman-Çelikhan Çat tüneli güzergahının mühendislik jeolojisi ve hidrojeoloji incelemesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniv. Fen. Bil. Enst. Jeo. Müh. Anabil. Dal. Ankara. 62 s.
- Allmann, R. and Koritnig, S., 1969, Fluorine. In : Handbook of Geochemistry. Wedepohl, K.H. (eds), vol. II/1, 9-11.
- Allmann, R. and Crocket, J.H., 1974, Gold. In : Handbook of Geochemistry. Wedepohl, K.H. (eds), vol. II/4, 79-80.
- Asutay, H.J., 1985, Baskil çevresinin jeolojik ve petrografik incelenmesi, Doktora tezi, AÜ. Müh. Fak. Ankara, 156 s. (yayımlanmamış),
- Asutay, H.J. ve Turan, M., 1986, Doğu Toroslar Keban-Baskil (Elazığ) dolaylarının jeolojisi. MTA Gen. Müd. Jeol. Etüd. Dai. Rapor Arşivi.
- Baştuğ, M.C., 1980, The nature of the interface between the Arabian autochthon and Eastern Taurids in SE Turkey, 26 the international Geological Congress, Abstracts, 315.
- Baykal, F., 1944, Malatya-Kayseri arasındaki Torosların jeolojik yapısı : MTA rapor no : 1703 (yayımlanmamış).
- Baykal, F., 1966, 1/50 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Sivas paftası izahnamesi, MTA Enst. Yayını, Ankara.
- Brigo, L., Camana, G., Rodeghiero, F. and Potenza, R., 2001, Carbonate-hosted siliceous crust type mineralization of Carnic Alps (Italy-Austria). Ore Geology Reviews 17, 199-214.
- Dewey , J.F., Pitman, W.C., Ryan, W.B.F. and Bonnin, J., 1973, Plate tectonics and the evolution of the Alpine system. Geo. Soc. America Bull., 84, 3137-3180.
- Ekmekci, M., 2003, Review of Turkish karst with emphasis on tectonic and paleogeographic controls. Hacettepe University. International Research and Application Center For Karst Water Resources (unpublished).
- Erdoğan, B., 1977, Geology, geochemistry and genesis of the sulphide deposits of the Ergani-Maden region. SE Turkey. Ph.D.Thesis, Univ. New Brunswick.
- Erler, A., 1982, Madenköy-Siirt masif sülfid yatağı çevresindeki hidrotermal alterasyonlar : Doçentlik Tezi, ODTÜ., 131 s. (yayımlanmamış).

- Gözübol, A. M. ve Önal, M., 1986, Çat Barajı İsale Tünelinin Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği İncelemesi ve Malatya Çelikhan Alanının Jeolojisi. TÜBİTAK Projesi, TBAG-647.
- Gülenbay, A., 1984, Çat barajı karst hidrojeolojisi etüd raporu. D.S.İ. Genel Müd. Jeo. Tek. Hiz. ve Y.A.S. Dai. Bşk. Yayını, 22 s.
- Güvenç, T., 1981, Tetisin Permiyen ve Triyas Stratigrafisi ve Paleocoğrafyası. HÜ Yerbilimleri Enst. Yayınları, sayı 7, 27-42.
- Güvenç, T., 2003, Sözlü görüşme, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe 06532, Ankara.
- Helgeson, H.C. and Garrels, R.M., (1968), Hydrothermal transport and deposition of gold. Econ. Geol., vol. 63, 622-635.
- Hem, J. D., 1971, Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. Geol.Survey Water-Supply, 1473 p.
- Holland, H. D., 1965, Some applications of thermochemical data to problems of ore deposits : Econ. Geol., 60, 1101-1166.
- Holland, H. D., 1967, Ganguage minerals in hydrothermal deposits. In : Geochemistry of hydrothermal ore deposits., H.L., Barnes (Ed)., Holt, Reinhart and Winston Inc., USA.
- Holzer, H., 1955, 80/3, 97/1, 97/3 paftalarında 10.8.1954 tarihinden 28.10.1954 tarihine kadar yapılan jeolojik harita çalışmaları hakkında rapor. MTA rap. no.2368, Ankara.
- İlhan, E., 1971, The structural features of Turkey. Campell, A.S. (eds)., Geology and History of Turkey : Petr. Expl. Soc. Libya. 159-170.
- Karaman, T., Poyraz, N., Bakırhan, B., Alan, İ., Kadıngız, G., Yılmaz, H. ve Kılınc, F., 1993, Malatya-Doğanşehir-Çelikhan Dolayının Jeolojisi. MTA Rapor No. 9587, 57 s. (yayımlanmamış).
- Kendrick, M. A., Burgess, R., Patrick, R.A.D. and Turner, G., 2002, Hydrothermal Fluid Origins in a Fluorite-Rich Mississippi Valley-Type District : Combined Noble Gas (He, Ar, Kr) and Halogen (Cl, Br, I) Analysis of Fluid Inclusions from the South Pennine Ore Field, United Kingdom. Econ. Geol. Vol. 97, no. 3, 435-453.
- Ketin, İ., 1966, Tectonic units of Anatolia, MTA Enst. Bült. v.66, 23-33, Ankara.
- Kineş, T., 1971, The geology and the ore mineralization in the Keban area, Turkey, Ph.D. Thesis, Univ. Of Durham, 213 p.
- Kipman, E., 1976, Kebanın jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi. Doçentlik tezi, İst. Üniv. Fen Fak. Mineraloji ve Petroloji Kürsüsü, 112 s.

- Kipman, E., 1981, Keban'ın jeolojisi ve Keban şarījayı. İst. Üniv. Yerbilimleri Derg., 1, 1-2, 75-81, İstanbul.
- Krauskopf, K. B., 1951, The solubility of gold. Econ. Geol. vol. 46, 858-870.
- Krauskopf, K. B., 1967, Introduction to geochemistry. McGraw-Hill, New York, 721p.
- Liebau, F., Condie, K. C. and Siever, R., 1969, Silicon In : Handbook of Geochemistry. Wedepohl, K. H. (eds), vol. II/1, 14.
- McKeag, S.A., Craw, D. and Norris, R.J., 1989, Origin and deposition of a graphitic schist-hosted metamorphogenic Au-W deposit, Macraes, East Otago, New Zealand. Mineral Deposita, 24, 124-131.
- Özçelik, M., 1982, The Petrology and geochemistry of volkanik rocks and associated sulphide deposits of the S.E. Anatolian ophiolite belt, near Malatya, Turkey. Ph. D. Thesis, Univ. Of Durham, 454 p.
- Özgül, N., 1976, Torosların bazı temel jeolojik özellikleri. Türkiye Jeo. Kur. Bült., 19, 1, 65-78, Ankara.
- Özgül, N., 1983, Alanya bölgesinin jeolojisi. Doktora Tezi. İst. Üniv. Fen Bil. Enst. Jeo. Müh. Anabilim Dalı, İstanbul, 134 s.
- Özkaya, İ., 1974, Güneydoğu Anadolu Sason ve Baykan yöresinin stratigrafisi : Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni 17/1, 51-72.
- Perinçek, D., 1978, Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman İli) alanının jeolojisi ve Petrol olanaklarının araştırılması. Doktora tezi, İstanbul Üniv. Fen Fak. Tatbiki Jeol. Kürsüsü, İstanbul. 212 s.
- Perinçek, D. ve Özkaya, İ., 1981, Arabistan levhası kuzey kenarının tektonik evrimi. HÜ Yerbilimleri Enst. Bült. 8, 91-101.
- Pişkin, Ö., 1972, Etude mineralogique de la region situee a L'Est de Çelikhan (Taurus oriental, Turquie). Mem. Dept. Mineral. Univ. Geneve, no.3, Doktora tezi, 152 s.
- Richardson, C. K. and Holland, H. D., 1979, Fluorite deposition in hydrothermal systems. Geochimica et Cosmochimica Acta. Vol. 43, 1327-1335.
- Rigo de Righi, M. and Cortesini, A., 1964, Gravity tectonics in foothills structure belt of southeast Turkey. Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geol. Bull., 48, 1911-1937.
- Rodeghiero, F., Fanlo, I., Subias, I., Yuste, A., Fernandez-Nieto, C. and Brigo, L., 1996, Sulfide-fluorite-barite-bearing siliceous crusts related to unconformity surfaces of different ages in Pyrenees and Alps : a new model in carbonate-hosted deposits ?. Acta Geologica Hispanica. v. 30, 69-81.

- Romberger, S.B., 1988, Geochemistry of gold in hydrothermal deposits : U.S. Geological Survey Bulletin 1857-A, A9-A25.
- Sangster, D.F., 1988, Breccia-hosted lead-zinc deposits in carbonate rocks. In : N.P. James, P.Q. Choquette. Paleokarst. Springer-Verlag. New York, Berlin, Heidelberg, 102-116.
- Stchepinsky, V., 1944, Rapport sur la geologie et les ressources minerales de la region de Malatya Sud. MTA rapport, Ankara.
- Stefanski, M., 1941, Note sur l'etude geologique aux environs de Malatya. MTA rapport, Ankara.
- Sungurlu, O., 1972, VI. Bölge Gölbaşı – Gerger arasındaki sahanın jeolojisi. TPAO Rapor no. 802 , Ankara.
- Şasmaz, A. ve Önal, A., 1998, Bindirme zonları boyunca oluşmuş Pb-Zn cevherleşmelerine bir örnek : Direk (Çelikhan-Adıyaman) cevherleşmeleri, 20. Yılı Jeoloji Semp. Bildiri Özleri, Elazığ, 86 s,
- Şaşmaz, A., Önal, A. ve Önal, M., 1999, Çelikhan (Adıyaman) fluorit cevherleşmeleri ve bunların NTE jeokimyası. 1. Batı Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyum Bildirileri, İzmir, 378-387.
- Şengör, C. ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey. A plate tectonic approach ; Tectonophysics, v. 75, 181-241.
- Tolun, N., 1955, Elazığ, Keban, Çemişgezek ve Pertek bölgesinin jeolojik etüdü MTA Raporu Der. No. 2227.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö. Ve Başıbüyük, Z., 1999, Üst Paleozoyik yaşlı çok düşük dereceli Malatya Metamorfitlerinin fillosilikat mineralojisi. Ulusay, R ve Topol, T. (edit)., 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, 10-12 Mayıs 1999, Ankara.
- Yazgan, E., 1983, A geotravers between The Arabian platform and the Munzur nappes. Int. Symp. Geol. Taurus belt, 26-29 Sept., Guide book for excursion V., 17p. MTA Ankara.
- Yazgan, E., 1984, Geodynamic evolution of the Eastern Taurus region. Proc. Int. Symp. on Geology of Taurus Belt, Tekeli, O. and Göncüoğlu, M. C., (eds), MTA Ankara, 199-208.
- Yazgan, E., Asutay, H.J., Gültekin, M. C., Poyraz, N., Sirel, E. ve Yıldırım, H., 1987, Malatya güneydoğusunun jeolojisi ve Doğu Torosların jeodinamik evrimi, MTA Derleme Raporu No. 8944, (yayımlanmamış).
- Yılmaz, Y., ve Yiğitbaş, E., 1991, GD Anadolu'nun farklı ofiyolitik-metamorfik birlikleri ve bunların jeolojik evrimdeki rolü, Türkiye 8. petrol kongresi, TPJD, TMMOB Petrol Müh. Odası Bildirileri, 128-140.

- Yılmaz, A., Ünlü, T. ve Sayılı, S., 1992, Keban kurşun-çinko cevherleşmesinin kökenine bir yaklaşım : Ön Çalışma. MTA Dergisi, sayı 114, 47-71.
- Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C., Yılmaz, Y., 1993, Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağında Maden Grubunun tektonik konumu ve jeolojik önemi. A. Suat Erk jeoloji simpozyumu bildirileri. AÜ Fen.Fak. Jeo. Müh. Böl., 251-264.
- Ziserman, A., 1969, Geological and mining study of Keban Mine. Etibank özel rapor.
- Zuffardi, P., 1976, Karsts and Economic Mineral Deposits. In : Handbook of Stratabound and stratiform ore deposits. Wolf, K.H. (eds), vol. 3, Elsevier, Amsterdam, 176-213.



EK – 1. KAYAÇ JEOKİMYASI ANALİZ SONUÇLARI

Örnek No	Koordinat		Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Sb(ppm)	Mo(ppm)	Ag(ppm)	Au(ppb)
	X	Y								
2000KAR 01	41500	20125	17	4487	11220	12	<10	<5	<1	<40
2000KAR 02	41530	19125	18	101	496	<10	<10	<5	<1	<40
2000KAR 03	41450	19150	<5	47	12	<10	<10	<5	<1	<40
2000KAR 04	41425	18625	13	51	56	<10	<10	<5	<1	<40
2000KAR 05	41500	18625	19	49	11	<10	<10	<5	<1	<40
2000KAR 06	41400	18350	22	51	50	900	17	6	1,3	260
2000KAR 07	41150	18350	36	37	126	5189	16	26	40	<40
2000KAR 08	41325	18500	20	319	10	1485	115	78	69	12500
2000KAR 15	40700	18810	10	10	10	<10	<10	<5	<1	40
2000KAR 16	41200	18400	26	73	38	944	24	18	1,6	400
2000KAR 17	41275	18300	19	166	114	406	<10	20	1,3	100
2000KAR 18	41275	18300	22	408	77	405	39	28	<1	180
2000KAR 19	40650	18000	<5	15	18	<10	<10	<5	<1	<40
2000KAR 20	40500	18025	<5	17	<5	<10	19	<5	<1	<40
2000KAR 24	39875	17795	8	16	<5	<10	<10	10	<1	<40
2000KAR 28	40850	16775	7	16	6	<10	21	<5	<1	<40
2000KAR 29	41125	16775	<5	19	<5	<10	<10	<5	0,9	<40
2001MAL1029	39050	22250	35	375	760	935	20	<5	1,7	350
2001MAL1030	39050	22225	31	920	5000	670	<10	6	1,4	230
2001MAL1031	38985	22125	43	169	93	1730	37	<5	<1	1420
2001MAL1032	37625	21950	22	13	53	500	<10	<5	<1	<40
2001MAL1024	39025	22300	37	92	454	5400	61	9	<1	1660

< işaretli dedeksiyon limitinin altındaki değerleri göstermektedir.

EK – 1. KAYAÇ JEOKİMYASI ANALİZ SONUÇLARI

Örnek No	Koordinat		Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Sb(ppm)	Mo(ppm)	Ag(ppm)	Au(ppb)
	X	Y								
2001MAL1025	38200	22540	95	327	803	2180	30	73	<1	400
2001MAL1027	38200	22540	17	82	85	103	<10	9	<1	570
2001MAL1028	38200	22540	10	13	16	11	<10	<5	<1	<40
2001MAL1079	39225	22675	17	10	10	<10	<10	<5	<1	<40
2001MAL1082	43300	18150	<5	10	10	<10	<10	<5	<1	<40
2001MAL1083	43750	18600	620	25	11	<10	<10	<5	<1	<40
2001MAL1084	41300	18975	28	44	32	800	<10	<5	1,1	1100
2001MAL1086	41350	18850	38	75	1340	28000	260	61	2,4	<40
2001MAL1088	41600	19875	8	220	365	48	<10	<5	<1	<40
2001MAL1089	36875	20825	9	<10	<5	<10	<10	<5	<1	<40
2001MAL1092	37600	20600	8	<10	<5	<10	<10	<5	<1	<40
2001MAL1098	38900	22340	<5	11	18	130	<10	<5	<1	<40
2001MAL1099	43050	18325	14	10	16	15	<10	<5	<1	<40
2001MAL1100	42400	18075	16	12	28	18	<10	10	<1	90
2001MAL1101	42250	18350	850	22	43	<10	<10	<5	<1	<40
2001MAL1102	42100	18550	10	11	10	<10	<10	<5	<1	<40
2001MAL1103	41750	18400	20	<10	89	600	28	<5	<1	200
2001MAL1105	41400	21425	<5	42	238	25	<10	<5	<1	<40
2001MAL1106	41650	21250	55	23	79	20	<10	<5	<1	<40
2001MAL1107	41550	21650	42	13	11	<10	<10	<5	<1	<40
2001MAL1108	37800	21625	20	<10	17	130	<10	<5	<1	<40
2001MAL1110	39300	21900	13	<10	8	<10	<10	<5	<1	<40

< işareti dedeksiyon limitinin altındaki değerleri göstermektedir.

EK – 1. KAYAÇ JEOKİMYASI ANALİZ SONUÇLARI

Örnek No	Koordinat		Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Sb(ppm)	Mo(ppm)	Ag(ppm)	Au(ppb)
	X	Y								
2001MAL1111	39075	22125	760	<10	17	120	<10	<5	<1	60
2001MAL1112	39450	21550	10	10	18	200	<10	<5	<1	<40
2001MAL1113	39650	21550	50	13	28	200	15	<5	<1	400
2001MAL1114	39800	21600	27	23	28	200	90	<5	<1	120
2001MAL1115	40025	21700	10	73	45	700	<10	35	<1	<40
2001MAL1116	39050	22550	<5	12	12	<10	<10	<5	<1	<40
2001MAL1117	42325	22325	19	24	64	120	<10	<5	<1	<40
2001MAL1118	42650	21175	14	270	140	10	<10	<5	<1	<40
2001MAL1119	42850	21600	38	14	9	25	<10	<5	<1	<40
2001MAL1120	42850	21850	33	23	72	<10	<10	<5	<1	<40
2001MAL1123	35675	19425	7	<10	12	<10	14	<5	<1	<40
2001MAL1125	43425	19000	40	60	118	<10	<10	20	<1	<40
AK-650			250	10	53	500	<10	5	1	<40
AK-651			53	41	12	650	100	27	56	12400
AK-652			26	170	39	2095	38	36	28	7500
AK-653			56	110	78	33000	40	35	<1	<40
AK-654			28	80	40	5772	105	26	1	<40
AK-655			40	41	70	1040	18	13	3	1100
AK-656			160	22	20	1095	25	6	1	270
AK-657			55	100	158	20350	165	57	2	18

< işareti dedeksiyon limitinin altındaki değerleri göstermektedir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mustafa Kemal Revan

Doğum Yeri : Ş.URFA

Doğum Yılı : 24. 10. 1970

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu :

İlk Okul : Ulusal Egemenlik İlk Okulu-İZMİR

Orta Okul : Güzelyalı Orta Öğretim Okulu-İZMİR

Lise : İnönü Lisesi-İZMİR

Lisans : Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi-İZMİR

Yabancı Dil : İngilizce

İş Tecrübesi :

1996- 1998 Seramik endüstrisi, Jeoloji Mühendisi

1999- MTA Maden Etüdüleri Dairesi, Jeoloji Mühendisi