

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KIRŞEHİR OROJENİK ALTIN İÇERİKLİ KAYALARIN MİNERALojİK,
PETROGRAfİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

Abdalbagi Almhadi Hassan HUSSİEN

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2025**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KIRŞEHİR OROJENİK ALTIN İÇERİKLİ KAYALARIN MİNERALojİK, PETROGRAfİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Abdalbagi Almhadi Hassan HUSSIEN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU

Bu çalışmada, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal çalışmalar ile arazi çalışmalarından elde edilen veriler topluca değerlendirilerek, Kırşehir ilinin güneybatısındaki Kalankaldı ve Sevdğin köyleri civarında bulunan orojenik altın oluşumları hakkında incelemeler yapılmıştır. Bölgedeki litolojik birimler kuvars şist, muskovit şist, kuvarsit ve mermer bileşimli metamorfik kayalar ile siyenit bileşimli magmatik sokulumlarından oluşmaktadır. Kaya jeokimyası ve EPMA analiz sonuçlarına göre altın oluşumları kuvarsit kayaları içerisindeki kuvars minerallerinde tespit edildiği ve bu kayalarda faylanmaya bağlı olarak oluşan yapısal kontrollü kuvarsit kayaları olduğu belirlenmiştir. Jeokimyasal veriler, altın, kayaların bölgesel metamorfizması sırasında dehidrasyon süreçleriyle meydana gelen hidrotermal sıvılar içerisinde sülfür bileşikleri halinde taşınarak kuvarsların oluşumu sırasında elementsel olarak yerleştiği sonucuna varılmıştır. Hazırlanan bu tez çalışması sonucuna göre tüm kuvarsit ve ağırlıkça kuvars içerikli metamorfik kayalarda 0.67 ppm altın konsatrasyonunun varlığı Kırşehir bölgesinin umut verici bir orojenik altın ortamı olabileceğini ve benzer metamorfik kuşaklarda gelecekteki araştırmalara uygulanabilecek bir oluşum modeli de sunabilmektedir.

Ağustos 2025, 114 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kırşehir, Orogenik altın, EPMA, Raman Spektroskopisi

ABSTRACT

Master Thesis

MINERALOGY, PETROGRAPHY AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF KIRŞEHİR OROGENIC GOLD BEARING ROCKS

Abdalbagi Almhadi Hassan HUSSEIN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU

In this study, comprehensive investigations have been conducted on orogenic gold mineralization occurrences in the vicinity of Kalankaldı and Sevdğin villages, located southwest of Kırşehir Province, through the collective evaluation of data obtained from mineralogical, petrographical, and geochemical studies, in conjunction with field observations. The lithological units in the region comprise metamorphic rocks of quartz schist, muscovite schist, quartzite, and marble compositions, along with magmatic intrusions of syenitic composition. According to whole-rock geochemical and EPMA analytical results, gold mineralization has been identified within quartz minerals of quartzite rocks, and these rocks have been determined to be structurally controlled quartzites formed as a result of faulting processes. Geochemical data indicate that gold was transported within hydrothermal fluids as sulfur compounds during dehydration processes that occurred during regional metamorphism of the rocks, and was subsequently deposited in elemental form during quartz formation. Based on the results of this thesis study, the presence of 0.67 ppm gold concentration in all quartzites and quartz-rich metamorphic rocks suggests that the Kırşehir region may represent a promising orogenic gold environment and provides a genetic model that could be applicable to future investigations in similar metamorphic belts.

August 2025, 114 pages

Keywords: Kırşehir, Orogenic gold, EPMA, Raman Spectroscopy

TEŞEKKÜR

2022-2025 yılları arasında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak yürüttüğüm bu çalışma boyunca, araştırmamın her aşamasında bilgi, öneri ve yardım sağlayarak çalışmalarımı yönlendiren ve akademik gelişimime önemli katkıda bulunan danışmanım Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU'na (Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü) en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın ince kesit incelemeleri ve her türlü laboratuvar analizleri aşamalarında bana yardımcı olan ve bilgi, fikir ve önerileriyle bana rehberlik eden Doç. Dr. Kıymet Deniz YAĞCIOĞLU'na (Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü) teşekkür ederim.

Tüm bu çalışmalarımın neticesinde ortaya koymuş olduğum tezimin incelenmesinde kıymetli vakitlerini ayıran, bilgi, düşünce ve önerileriyle katkıda bulunan saygıdeğer jüri üyelerim Prof. Dr. Tamer KORALAY'a (Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü), Doç. Dr. Kıymet Deniz YAĞCIOĞLU'na ve Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Arş. Gör. Aslıhan Korkmaz ERYILMAZ'a (Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü) ve Arş. Gör. Bilgehan KIRMANLI'ya (Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü) bu çalışma sırasında değerli yardımları, üretken tartışmaları ve önerileri ve bu tezin hazırlanması sırasındaki katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Bu çalışmamın gerçekleştirilmesinde laboratuvar imkanlarını kullanmama olanak sağlayan, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal analizlerin yapılmasında teknik destek veren Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM) yöneticilerine ve tüm personeline teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım sırasında fedakarlık göstererek beni destekleyen aileme ve arkadaşlarıma en derin şükranlarımı sunarım.

Abdalbagi Almhadi Hassan HUSSEN
Ankara, Ağustos 2025

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
ETİK.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	1
1.2 Materyal ve Yöntem.....	1
1.2.1 Literatür taraması	2
1.2.2 Arazi çalışması	2
1.2.3 Laboratuvar çalışmaları.....	3
1.2.3.1 Petrografik çalışmalar	3
1.2.3.2 Jeokimyasal analizler.....	3
1.2.3.3 Konfokal Raman Spektroskopisi çalışmaları	4
1.2.3.4 Mineral kimyası analizleri	7
1.2.4 Elde edilen verilerin değerlendirilmesi	8
1.3 Çalışma Alanının Coğrafi Özellikleri.....	8
1.3.1 Morfolojik durum	9
1.3.2 Akarsular	9
1.3.3 İklim ve bitki örtüsü	10
1.3.4 Ulaşım.....	10
1.3.5 Yerleşim yerleri ve nüfus dağılımları.....	11
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	12
3. BÖLGESEL JEOLojİ.....	31
3.1 Metamorfik Kayaçlar	32
3.2 Ofiyolitik Kayaçlar	34
3.3 Magmatik Kayaçlar	35

3.4 Örtü Birimleri	36
4. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ VE PETROGRAFİSİ.....	38
4.1 Jeolojik Birimler	38
4.1.1 Kuvars şist	42
4.1.2 Muskovit şist.....	44
4.1.3 Mermer	46
4.1.4 Kuvarsit	46
4.1.5 Siyenit.....	50
4.1.6 Kızılırmak formasyonu	51
5. TÜM KAYAÇ JEOKİMYASI.....	56
5.1 Ana Element Jeokimyası	56
5.2 İz Element Jeokimyası.....	58
6. ALTIN İÇERİĞİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	62
6.1 Raman Spektroskopisi.....	62
6.1.1 Raman Analizi Sonuçları	62
6.2 Elektron Prob Mikro Analizleri (EPMA).....	73
6.2.1 EPMA sonuçları	74
7. TARTIŞMA	77
7.1 Altın-Kuvars İlişkisi.....	77
7.2 Ceherleşmenin Jeokimyasal Özellikleri.....	80
7.3 Kırşehir Bölgesi'nde (Sevdiğin ve Kalankaldı) Orojenik Altının Oluşumu	80
8. SONUÇLAR	85
KAYNAKLAR	87
EKLER.....	97
ÖZGEÇMİŞ.....	114

SİMGELER DİZİNİ

Au	Altın
As	Arsenik
Al	Alüminyum
Ar	Argon
Ba	Baryum
Ca	Kalsiyum
Ce	Seryum
Dy	Disprozyum
Er	Erbiyum
Eu	Europiyum
Fe	Demir
Gd	Gadolinyum
Hf	Hafniyum
Ho	Holmiyum
K	Potasyum
La	Lantanyum
Lu	Lutesyum
Mg	Magnezyum
Na	Sodyum
Nb	Neobiyum
Nd	Neodimyum
O	Oksijen
P	Fosfor
Pb	Kurşun
Pm	Prometyum
Rb	Rubidyum
Si	Silisyum
Sm	Samaryum
Sr	Stronsiyum
Ta	Tantal
Tb	Terbiyum
Th	Toryum
Ti	Titanyum
Tm	Tulyum
U	Uranyum
Y	İtriyum
Yb	İterbiyum

Kısaltmalar

AÜ-YEBİM	Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi
B	Batı
BSE	Geri Saçılım Elektron Görüntüleme
Bt	Biyotit
Cal	Kalsit
CAO	Orta Anadolu Ofiyolitleri
D	Doğu
DBZ	Demirli Bindirme Zonu
EPMA	Elektron Prob Mikroanalizleri
GPS	Küresel Konumlama Sistemi
HFS	Kalıcılığı Yüksek Elementler
İAKK	İç Anadolu Kristalen Kompleksi
KRS	Konfokal Raman Spektrometrisi
LIL	Geniş İyonlu Litofil Elementler
MMA	Mafik Mikrogranüler Anklavlar
MORB	Okyanus Ortası Sırt Bazaltları
Ms	Muskovit
My	Milyon yıl
OAFZ	Orta Anadolu Fay Zonu
OAKK	Orta Anadolu Kristalen Kompleksi
OM	Optik Mikroskop
Or	Ortoklaz
Pl	Plajiyoklaz
PPL	Düzlem Polarize Işık
ppm	Milyonda Bir Kısım
Pyr	Piroluzit
Qz	Kuvars
SFZ	Savcılı Fay Zonu
XPL	Çapraz Polarize Işık
XRF	X-Işınları Floresans
YİK	Yozgat İntrüzif Kompleksi
YS	Yeşilşist Fasiyesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 İç Anadolu Kristalen Kompleksi'nin basitleştirilmiş jeoloji haritası (Kadioğlu vd. 2006)	2
Şekil 1.2 Jeokimyasal analize tabi tutulan numunelerin işleme sırası	5
Şekil 1.3 AÜ-YEBİM'de bulunan Konfokal Raman spektrometresinin görüntüsü	6
Şekil 1.4 AÜ-YEBİM'de bulunan EPMA görüntüsü	8
Şekil 1.5 Çalışma alanının yer bulduru haritası ve uydu görüntüsü	9
Şekil 3.1 Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999)	31
Şekil 3.2 Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin jeoloji haritası	32
Şekil 3.3 Orta Anadolu Bölgesi'nin genelleştirilmiş kolon kesiti	33
Şekil 4.1 Çalışma alanının jeoloji haritası	39
Şekil 4.2.a. Çalışma alanının jeoloji haritası, b. Çalışma alanı haritasında belirtilen A-A' doğrultularında alınmış Jeolojik enine kesit.....	40
Şekil 4.3 Çalışma alanındaki örnek toplama yerlerini gösteren harita	41
Şekil 4.4 Kuvars şist kayaçlarıyla çevrelenmiş Mn içerikli kayaç merceği.....	42
Şekil 4.5 Kuvars şist ve mermerin arazi görünüşleri.....	43
Şekil 4.6 Çalışma alanında gözlenen kuvars şistin (AK02) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars, ms:muskovit)	43
Şekil 4.7 a. Şistozite özelliği gösteren muskovit şistin arazi görüntüsü; b. Muskovit şistin içindeki mika mineralleri (çoğunlukla muskovit, biraz biyotit)	44
Şekil 4.8 Çalışma alanında gözlenen muskovit şistin (AK01) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars, ms:muskovit)	45
Şekil 4.9 Çalışma alanında gözlenen muskovit şistin (AK11) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars, ms:muskovit)	45
Şekil 4.10 Çalışma alanında gözlenenmermerin (AK13) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, cal: kalsit)	46
Şekil 4.11. a.b Çalışma alanında kuvarsitlerin arazi görüntüleri	47
Şekil 4.12.a.b Kuvarsit kayaçlarının içerisinde küçük kuvars damarları.....	48
Şekil 4.13 Çalışma alanında gözlenen kuvarsitin (AK15) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars).....	49
Şekil 4.14 Çalışma alanında gözlenen kuvarsitin (AK16) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars).....	49
Şekil 4.15 Çalışma alanında gözlenen kuvarsitin (AK17) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars).....	50

Şekil 4.16 Siyenitte (AK32) gözlenen holokristalin taneseli doku ve minerallerin mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, or: ortoklaz, pl: plajiyoklaz, bt: biyotit).....	51
Şekil 4.17 Çalışma alanındaki genç örtü Kızılırmak Formasyonunun arazi görüntüsü .	51
Şekil 4.18 Çalışma alanında gözlenen Mn içerikli kayacın (AK10) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, pyl: pirolüsit, qz: kuvars)	52
Şekil 4.19 Mn içerikli kayacın Raman spektroskopik özellikleri (AK 10), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması	53
Şekil 4.20 Çalışma alanında gözlenen fay breşin el örneği	54
Şekil 4.21 Çalışma alanında gözlenen fay breşin (AK05) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol)	54
Şekil 4.22 Çalışma alanında gözlenen milonitik şistin (AK24) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars, ms:muskovit)	55
Şekil 4.23 Çalışma alanında gözlenen milonitik şistin (AK20) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars, ms:muskovit)	55
Şekil 5.1 Çalışma alanındaki kayaçların SiO ₂ 'ye karşı ana element oksit değişim diyagramları	57
Şekil 5.2 Çalışma alanındaki kayaçların SiO ₂ 'ye karşı iz ve bazı elementler değişim diyagramları	59
Şekil 5.3 Çalışma alanındaki kayaçların eser element içeriklerinin MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element değişim diyagramı dağılımları	60
Şekil 5.4 Çalışma alanındaki kayaçların eser element içeriklerinin çoklu element değişim diyagramında üst kabuğa göre normalize edilmiş dağılımları	61
Şekil 6.1 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 12), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması.....	63
Şekil 6.2 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 15), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması.....	64
Şekil 6.3 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 16), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması.....	65
Şekil 6.4 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 21), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması.....	66
Şekil 6.5 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 22), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması.....	67

Şekil 6.6 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 26), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması.....	68
Şekil 6.7 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 27), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması.....	69
Şekil 6.8 Kuvarsit içindeki kuvars ve muskovitin Raman spektroskopik özellikleri (AK 29), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması	70
Şekil 6.9 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 30), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması.....	71
Şekil 6.10 Kuvars içeren dokuz kuvarsit kaya örneğinin Raman piklerinin karşılaştırmasıdır.....	72
Şekil 6.11 Seçilen örneklerin BSE görüntüleri ve analiz yerleri.....	76
Şekil 7.1 Altın oluşumunda önemli rol oynayan hidrotermal kuvars içeren kuvarsitin mikrofotoğrafı, a: paralel nikol, b: çapraz nikol	78
Şekil 7.2 Orojenik altın yatakları, 3-6 km kadar sığ derinliklerde oluşan breş ve stok işleri, genellikle 6-12 km'de kırılğan-sünek rejimde oluşan fay dolgusu ve ekstansiyonel damar ağları ve daha derin sünek kabukta yer değiştirme tarzı cevherler olarak birinci dereceden yapıların bitişiğinde yer almaktadır.	81
Şekil 7.3 Orojenik altın yatakları için cevher-akışkan kaynak modellerinin şematik gösterimi.	82
Şekil 7.4 Orojenik altın oluşumu.....	84

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 6.1 Numunedeki ortalama altın konsantrasyonunu ve analiz edilen nokta sayısını gösteren çizelge.....	75
--	----

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

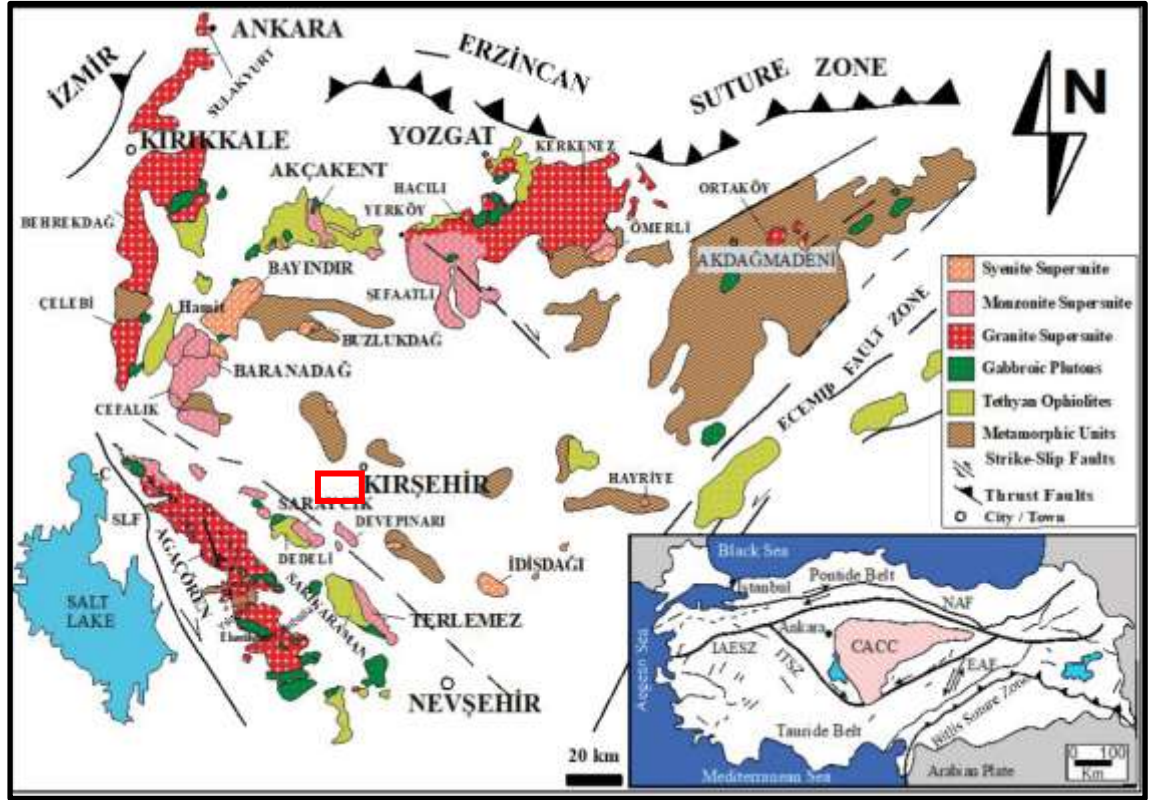
Çalışma alanı, Kırşehir ilinin güneybatısındaki Kalankaldı ve Sevdğin köyleri civarında bulunan metamorfik ve magmatik kayaçların bulunduğu alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1). Bölgede, Kırşehir Masifine ait metamorfik kayaçlar ve bu kayaçlar sokulum yapmış siyenit bileşimli apofizler ile felsik intrüzyonlar görülmektedir. Kırşehir Masifine ait metamorfik kayaçlar düşük-orta basınç ve yüksek sıcaklık koşulları altında oluşmuş litolojilerden meydana gelmektedir.

Bu çalışmada, Kalankaldı ve Sevdğin çevresindeki kayaçların jeolojik haritası 1/25000 ölçeğinde hazırlanmıştır. Çalışma alanındaki metamorfik kayaçlardan toplanan örneklerin Optik Mikroskop (OM) incelemeleri yapılarak petrografik adlandırması yapılmış, ayrışma durumları belirlenmiş ve taze/az ayrışmış olduğu değerlendirilen örnekler jeokimyasal incelemeler için hazırlanmıştır. Seçilen örnekler üzerinde X-Işınları Floresans (XRF), Konfokal Raman Spektrometre (KRS) ve Elektron Prob Mikroanalizleri (EPMA) yöntemleri kullanılarak incelemeler gerçekleştirilmiştir.

Bu tezin ana amacı, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi (OAKK) ve Kırşehir ilinin güney ve güneybatısındaki orojenik kuşakla ilişkili magmatik ve metamorfik kayaçların mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerini belirlemek, Au içerikleri bakımından değerlendirmek, cevherleşmeyle ilgili olası potansiyelini ortaya koyarak bir oluşum modeli geliştirmektir.

1.2 Materyal ve Yöntem

Bu tez çalışması dört aşamada gerçekleştirilmiştir: literatür taraması, saha çalışması, laboratuvar çalışması ve elde edilen verilerin değerlendirilmesidir.



Şekil 1.1 İç Anadolu Kristalen Kompleksi'nin basitleştirilmiş jeoloji haritası (Kadioğlu vd. 2006'den değiştirilmiştir)

1.2.1 Literatür taraması

İAKK ve çalışma alanındaki metamorfik ve magmatik kayalar ile dünyadaki orojenik altın oluşumu üzerine yapılan önceki çalışmalar derlenerek kaynak özetleri hazırlanmıştır. Ayrıca, çalışma konusu ile ilgili literatür incelenmiş ve çalışma altyapısı hazırlanmıştır.

1.2.2 Arazi çalışması

Arazi çalışmaları 2024 yılının Temmuz ayında gerçekleştirilmiş, inceleme alanında görülen litolojilerin sınırları ve alınan örnekler 1:25000 ölçekli Kırşehir G 18 (J-32) paftası üzerine işaretlenmiştir. Saha çalışmaları kapsamında, araştırma bölgesindeki metamorfik ve magmatik kayaç türlerinin tanımlanması ve bu litolojik birimler arasında mevcut olan stratigrafik-yapısal ilişkilerin belirlenmesi için ayrıntılı jeolojik haritalama faaliyetleri yürütülmüştür. Çalışmanın hedefine uygun olarak araziden 32 adet kayaç

örneği alınmış ve örneklerin koordinatları GPS kullanılarak topografik harita üzerinde işaretlenmiştir.

1.2.3 Laboratuvar alışmaları

Laboratuvar alışmaları mineralojik, petrografik, jeokimyasal analizleri kapsamaktadır. Bu çalışmaların detayları aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

1.2.3.1 Petrografik alışmalar

Çalışma alanından toplam 32 kaya örneği toplanmış ve tüm örneklerden ince kesit hazırlanmıştır. Bu ince kesitler, çalışma alanındaki bulunan tüm kayaaları temsil edecek şekilde toplanmıştır. Tüm ince kesitler Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'ndeki (AÜ-YEBİM) İnce Kesit Laboratuvarında yapılmıştır. Bu ince kesitlerin ayrıntılı petrografik incelemelerinde Petrografi Araştırma Laboratuvarı'ndaki Leica marka polarizan mikroskop kullanılmıştır. İncelemeler neticesinde çalışma alanındaki kayaların mikroskobik dokusal özellikleri ve mineraloji ve petrografik özellikleri belirlenen kayaların tanımlamaları yapılmıştır. İnce kesitlerde gözlenen minerallerin ve önemli dokusal özelliklere yönelik mikro fotoğraflarının ekimi YEBİM'deki Zeiss marka Axio 100 model mikroskopta Axio 506 kamera kullanarak gerçekleştirilmiştir.

1.2.3.2 Jeokimyasal analizler

Mineralojik-petrografik olarak incelenen ve uygun görölen örneklerin ana ve iz elementler bileşimlerini ortaya koymak amacıyla jeokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Örneklerin major oksit ve iz element jeokimyasal analizleri AÜ-YEBİM laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Kaya numuneleri öncelikle eki kullanılarak yaklaşık 10 cm boyutunda parçalara kırılmış, ardından Retsch marka otomatik kaya kırıcısı ile 1 cm'den küçük boyutlara

indirilmiştir. Bu aşamayı takiben, numuneler Fritsch marka otomatik öğütücüde tungsten karbür değirmen kullanılarak pudra kıvamına getirilene kadar öğütülmüştür. Öğütme süresi, numunelerin sertlik özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte, ortalama 50 saniye olarak uygulanmıştır. Öğütülmüş numuneler, laboratuvar standartlarına uygun olarak etiketlenmiş örnek poşetlerine yerleştirilmiştir.

Her bir numuneden hassas terazi kullanılarak 4 gram tartılmış ve 0,9 gram bağlayıcı madde (wachs) ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışım hidrolik preste sıkıştırılarak pellet formuna dönüştürülmüş ve numune karışımını önlemek amacıyla her pellet üzerine örnek adı işaretlenmiştir. Hazırlanan pelletlerin ana oksit ve iz element analizleri, Spectro marka X-LAB 2000 model Polarize Enerji Dağılımlı X-Işını Floresans Spektrometresi (PEDXRF) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler vakum ortamında, 15,0 kV gerilim ve 11,4 mA akım koşullarında yapılmış ve tüm analizler, farklı bileşimdeki magmatik kaya standartları kullanılarak oluşturulan JEO-7220 metodu referans alınarak yürütülmüştür (Şekil 1.2).

1.2.3.3 Konfokal Raman Spektroskopisi çalışmaları

Kırşehir orojenik altın içerikli kayaların mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesinde Konfokal Raman Spektroskopisi (KRS) kullanılmasının temel amacı, altın mineralizasyonu ile yakından ilişkili kuvars mineralinin yapısal karakterizasyonu detaylı analizidir.

Raman Spektrometresi, temel olarak mineralleri oluşturan moleküller üzerine gönderilen lazer ışınlarının, molekülleri oluşturan bağları titreştirmesi ve bu titreşimin bir dedektör yardımı ile toplanarak minerallere ait piklerin elde edilmesi olayı olarak tanımlanmaktadır. Konfokal Raman spektroskopisi, konfokal mikroskop ve hassas Raman spektroskopisinin birleştirilmesiyle oluşturulan bir sistemdir. Bu sistem, sadece Raman spektrumlarını değil, aynı zamanda çok hızlı bir şekilde Raman görüntülerini de elde etmeyi sağlamaktadır.



Şekil 1.2 Jeokimyasal analize tabi tutulan numunelerin işleme sırası

a. Sahadan alınan ana kaya numunesinin yakından görüntüsü, b- c. Retsch marka otomatik taş kırıcı ile numunenin daha küçük parçalara ayrılması, d. Tungsten Karbid kullanılarak numunenin daha küçük boyutlara aktarılması, e-f Fritsch marka otomatik öğütücü kullanılarak numunelerin 1 mm'nin altında bir tane boyutu elde edilmesi, g. Toz halindeki numunenin üzerine adını yazarak uygun torbalara aktarılması, h-i. 4 gram tartılmış numune ve 0,9 gram bağlayıcı malzeme karışımını hidrolik pres cihazı ile presleyerek pelletler yapmak ve j. Spectro marka X-LAB 2000 model PEDXRF cihazı için pellet haline getirilmiş örnek

Raman spektroskopisi kuvars tanımlaması ve yapısal özelliklerinin belirlenmesi için kullanılmıştır çünkü kuvars orojenik altın yataklarında ana gang minerali olarak bulunmakta ve altın mineralizasyonu doğrudan ilişki göstermektedir. Kuvars kristallerinin Raman pikleri, özellikle 464 cm^{-1} 'de gözlenen ana pik, yapısal bozulmaları, kristallik derecesini ve hidrotermal süreçlerin mineral yapısı üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır.

Çalışma kapsamında 18 örneğin seçilmesinde çeşitli bilimsel kriterler dikkate alınmıştır. Analiz edilen örneklerin çoğunluğu kuvars açısından zengin kuvarsit kayalardan oluşmaktadır. Bu çalışma ayrıca, hidrotermal çözeltilerin kuvars piklerini etkilemesi durumunda kuvars piklerindeki değişimleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Thermo Fisher Scientific marka DXR model cihaz ile üstü açık ince kesitlerden noktasal olarak Konfokal Raman Spektroskopisi (KRS) analizi yapılmıştır. KRS çalışmalarında 633 nm lazer 7 mW güçte kullanılmış olup $50\text{-}1200\text{ cm}^{-1}$ aralığında spektrum alınmıştır. Analiz edilen nokta boyutu $0.7\text{ }\mu\text{m}$, ortalama çözünürlük $2.6\text{-}4.4\text{ cm}^{-1}$ ve açıklık 600 çizgiler/mm 'dir. Yapılan tüm bu analizler AÜ-YEBİM laboratuvarlarında ve cihazlarında yapılmıştır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 AÜ-YEBİM'de bulunan Konfokal Raman spektrometresinin görüntüsü

1.2.3.4 Mineral kimyası analizleri

Kırşehir orojenik altın içerikli kayaların mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesinde Elektron Prob Mikroanalizleri (EPMA) kullanılmasının temel amacı, daha önceden Konfokal Raman Spektroskopisi (KRS) ile tanımlanan mineral fazların kesin kantitatif element kompozisyonlarının belirlenmesi ve bu kompozisyonların mikron ölçeğinde haritalanmasıdır. EPMA, temel olarak SEM ile aynı prensipte çalışan ancak kimyasal analiz kabiliyeti eklenmiş bir cihazdır ve en önemli özelliği çok küçük nokta boyutlarında (1-2 mikron kadar) hassas, kantitatif element analizleri yapabilme yetisidir. Bu çalışmada EPMA, mineral örneklerin element konsantrasyonlarını kantitatif olarak belirlemek amacıyla mineralojik, petrolojik ve materyal araştırmalarında temel analitik yaklaşım olarak kullanılmıştır.

Bu çalışmada EPMA kullanılmasının ikinci temel amacı, Raman spektroskopisi ile daha önce analiz edilen spesifik noktaların kimyasal kompozisyonlarının detaylı karakterizasyonudur. Raman analizlerinde belirlenen mineral fazların/piklerin ve noktalarının tam kimyasal bileşimlerinin kantitatif olarak belirlenmesi, altın mineralizasyonunun jeokimyasal süreçlerini anlamak için hayati önem taşımaktadır.

Çalışma kapsamında 9 örneğin EPMA analizi için seçilmesinde, öncelikli olarak daha önceden KRS analizleri yapılmış olan örnekler arasından seçim yapılmıştır. Bu yaklaşım, aynı noktaların hem spektroskopik hem de kimyasal karakterizasyonunun yapılması ve iki yöntem arasında korelasyon kurulması açısından kritik önem taşımaktadır. AÜ-YEBİM laboratuvarlarında analiz edilecek örneklerle ait üzeri açık parlak kesitler yapılmış, bunlar Quorum Q150T ES makinesi kullanılarak karbon ile kaplanmıştır. Noktasal ve çizgisel Elektron Prob Mikroanalizleri (EPMA), AÜ-YEBİM’de beş dalga boyu dispersif spektrometre ile donatılmış JEOL marka JXA 8230 model Süper Prob ile seçili noktalardan 20 kv akım ve 20 nA hızlanma gerilimi ile ölçülmüştür (Şekil 1.4).



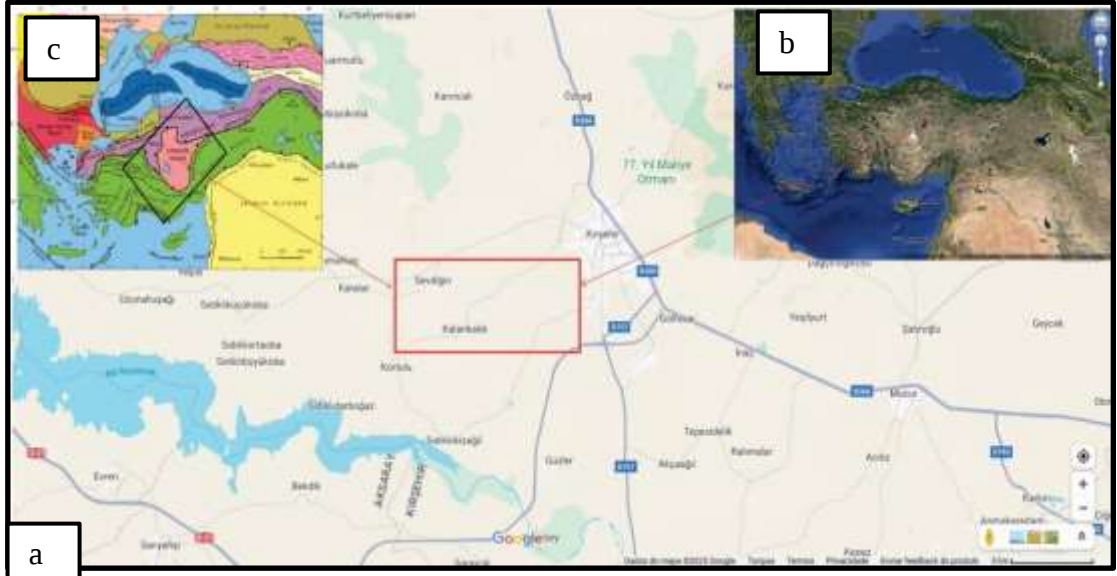
Şekil 1.4 AÜ-YEBİM'de bulunan EPMA görüntüsü

1.2.3 Elde edilen verilerin değerlendirilmesi

Literatür, saha ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen tüm veriler ve bilgiler birlikte değerlendirilip yorumlanmış ve Kırşehir ili Kalankaldı ve Sevdiğin köylerdeki orojenik altın içeren kayaların mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri belirlenmiştir.

1.3 Çalışma Alanının Coğrafi Özellikleri

Çalışma alanı, Kırşehir ilinin güneybatısında yer alan Kalankaldı ve Sevdiğin köyleri çevresinde yer almaktadır (Şekil 1.5). Kalankaldı ve Sevdiğin, Kırşehir il merkezine 10-12 km uzaklıklarda bulunan köy yerleşimleridir.



Şekil 1.5.a. Çalışma alanının yer bulduru haritası b. Çalışma alanının uydu görüntüsü, C. Çalışma alanının Türkiye jeolojisiindeki yeri (Okay ve Tüysüz 1999)

1.3.1 Morfolojik durum

Kırşehir orojenik altın içerikli kayaların bulunduğu çalışma alanı, İç Anadolu Bölgesi'nin karakteristik morfolojik özelliklerini yansıtmaktadır. Çalışma sahasında morfoloji genel olarak orta derecede engebeli olup, Çiçek Dağı'nın 1220 m yüksekliğinde bulunan en yüksek noktası bölgenin topoğrafik çeşitliliğini göstermektedir. Çalışma alanının içinde bulunduğu Orta Kızılırmak Bölümü 1000-1200 m yükseklikte bir platodan oluşmaktadır.

Bölgede Delice ırmak'a doğru akan derelerin açtığı vadilerle parçalanmış bir morfoloji hâkimdir. Akarsuların 100-200 m derine gömüldükleri bu yapısal özellik, çalışma sahasının jeomorfolojik karakterini belirlemektedir. Çalışma alanında önemli yükseltiler arasında Çiçek Dağı zirvesi ve çevresindeki ikincil yükseltiler yer almaktadır.

1.3.2 Akarsular

Çalışma alanında Kızılırmak ve bunun kolları olan Delice Irmağı ile Kılıçözü Deresi bulunmaktadır. Kızıldağ'dan çıkan Kızılırmak, Sivas, Kayseri ve Nevşehir'i geçip

Mucur'un güneyinden Kırşehir'e girer. Bu akarsular bölgenin hidrolojik sisteminin ana unsurlarını oluşturmakta olup, yıl boyunca sürekli akım göstermektedir.

Çok sayıdaki akarsu bu yapıyı kuzey, güney ve batı yönünde derin vadiler olarak parçalamıştır. Kırşehir Kılıçz ve Delice ırmak vadileri alüvyon topraklarla kaplı olup, bu topraklar akarsuların çevreden getirdiği organik madde bakımından zengin materyallerden oluşmaktadır. Ayrıca çalışma alanında mevsimlik karakter gösteren çok sayıda küçük dere mevcuttur.

1.3.3 İklım ve bitki rts

Çalışma alanında karasal iklim hâkimdir. İÇ Anadolu Bölgesi'nin bozkır kuşağı içinde kalan bölgede, karasal iklimin karakteristik özellikleri olan yaz kuraklığı ve kış soğukları etkilidir.

Doğal bitki örtüsü yoktur ve bölge çayır otları dışında bütünüyle çıplaktır. Hakim doğal bitki örtüsü bozkır olup, çok eski çağlarda ormanlarla kaplı olan yre olumsuz insan etkileri ve yağış rejiminin düzensizliği sonucu orman örtüsünü kaybetmiştir. Çalışma alanında tarımsal faaliyet sınırlı olup, büyük ölçekli tarım için elverişli düzlükler az miktardadır. Yöre halkının geçim kaynakları arasında hayvancılık önemli yer tutmaktadır.

Kırşehir ili, Orta Anadolu'nun bozkır iklim koşulları altında konumlandığından dolayı ağaçlık alanlardan yoksun olup, baskın doğal vejetasyon bozkır karakteri göstermektedir. Yaz ayları Kırşehir'de, sıcak ve kurak geçmekte olup, Haziran ayında ortalama sıcaklık 26°C civarında, Temmuz ve Ağustos aylarında kademeli olarak 30°C seviyesine kadar çıkabilmektedir.

1.3.4 Ulaşım

Çalışma alanı ulaşım açısından oldukça elverişli konumdadır. Anadolu'nun tam orta noktasında yer alan bölge, il merkezine ve çevre yerleşim birimlerine asfalt yollarla

bağlıdır. İnceleme alanlarına ulaşım, Ankara-Bala-Kaman (D260), Ankara-Elmadağ-Kırıkkale-Kırşehir (D765) ya da Ankara-Şereflikoçhisar-Kırşehir (D750) güzergahları üzerinden farklı alternatif rotalar kullanılarak rahatlıkla gerçekleştirilebilmektedir.

1.3.5 Yerleşim yerleri ve nüfus dağılımları

Çalışma alanında yerleşim yerleri seyrek dağılım göstermektedir. En yakın önemli yerleşim birimi Kırşehir il merkezidir. Çalışma sahasının yakın çevresindeki köyler genellikle küçük nüfuslu olup, özellikle genç nüfusun göç etmesi nedeniyle yaşlı nüfus ağırlıklıdır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İç Anadolu Bölgesi, kapsamlı jeolojik araştırmaların hedefi olmuştur. Bu araştırmaların önemli bir kısmı, bölgesel masifleri karakterize eden metamorfik ve magmatik litolojilerin sınıflandırılması, petrojenetik süreçlerinin analiz edilmesi, kronolojik ilişkilerinin ortaya konulması ve havza tortul birimlerinin ofiyolitik melanj kompleksleri ile birlikte jeolojik özelliklerinin incelenmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu araştırmaların detayları ve başlıca bulguları aşağıdaki kısaca özetlenmiştir.

Bailey ve McCallien (1950), İç Anadolu Bölgesi'nde geniş çaplı tektonik deformasyonlar ve nap sistemlerinin mevcut olduğunu ortaya koymuşlardır. Yazarlara göre, Üst Kretase'de Pontidler'e ait olan Kırşehir kristalen kayaları, uzun mesafeler boyunca Toroslar'a ait Paleozoik ve Mezozoik birimleri üzerine nap formunda (Anadolu napı) itilmiştir. Aynı çalışmada, Anadolu napının antiklinal bölgelerde şiddetli aşınma nedeniyle aşınarak kaybolduğu, senklinal bölgelerde ise tektonik pencere şeklinde varlığını sürdürdüğü belirtilmiştir.

Egeran ve Lahn (1951), yukarıda bahsedilen görüşe karşı çıkarak, Kırşehir Masifi gibi devasa bir bloğun yüzlerce kilometre boyunca nap formunda taşınamayacağını belirtmiştir. Bu araştırmacılar, OAKK'nın tektonik pozisyonunu "ortaç bileşimli masif" şeklinde karakterize ederek, Kırşehir kristalen litolojilerinin Pontidik formasyonlar ile herhangi bir korelasyona sahip olamayacağını savunmuşlardır. Aynı jeolojik koşullar altında oluşmuş olmalarına rağmen, araştırmacılar Pontidler'in güney kenarında ve Torosların kuzey kesiminde bulunan radyolarit ve serpantinit ofiyolit serilerinin ayrı tektonik birimlere ait olması gerektiğini vurgulamıştır.

Ketin'e (1955) göre, Kırşehir Masifi, Tersiyer döneminin başlangıcından itibaren otojen bir kütle olup, Anadolu kıtasının çekirdeklerinden birini oluşturmuştur. Araştırmacıya göre, genel bir stratigrafi sergileyen metamorfik kayalar, asidik intrüzyonlar (granit ve granodiyorit) tarafından kesilmiş olup, bölgede bazik intrüzyonlar (gabro-diyorit) da mevcuttur. Araştırmacı, çalışma alanında ofiyolitik veya karışık seri olarak adlandırılan bir birimi, çalışma alanında karışık olmadığını belirtmiştir. Bunun yerine, volkanik

malzeme içeren ve deforme olmuş düzenli bir stratigrafi gösteren bir birim olarak tanımlanmıştır. Bu birim, kireçtaşı, marn, radyolarit, bazalt, diyabaz-spilit ve yastık lavlar, serpantin ve blok şeklinde kristalin kireçtaşları içerdiğini ifade etmiştir.

Ayan (1963) çalışmasında, Kaman çevresindeki asidik ve bazik bileşimli litolojileri inceleyerek, bölgede granodiyorit, kuvars siyenit, nefelin siyenit, aplit granit, foid ve gabro bileşimli kayaç türlerinin varlığını ifade etmiştir. Araştırmacının bulgularına göre, bölgesel magmatik yerleşim sırası önce bazik, sonra asidik kayaçlar şeklinde gerçekleşmiştir. Barana Dağı plütunu içerisindeki zirkon kristallerinden elde ettiği radyometrik veriler (toplam kurşun yöntemi), bölgedeki monzonitik granit intrüzyonunun 54 My önce kristalleştığını ortaya koymuştur.

Ketin (1966) çalışmasında, “Anadolu’nun Tektonik Birimleri” adlı araştırmasında Anadolu Dağları sistemindeki Orta Anadolu kesimini analiz etmiştir. Bu yazara göre, bölgedeki Paleozoik ve Alt Mezozoik formasyon dizileri Geç Kretase öncesinde metamorfizma geçirmiş ardışık birimler halinde karakterize edilmektedir. Geç Kretase litolojileri kısmen ofiyolitik ve volkanik karakterde olup metamorfik temel üzerine uyumlu olarak depolanırken, Geç Eosen birimlerinin bu serileri uyumsuz şekilde örttüğünü vurgulanmıştır. Araştırmacının bulgularına göre, sahada Kaledonid ve Hersonid gibi Alp öncesi orojenik süreçlerin delilleri mevcut değildir. Ketin, bölgesel en yoğun orojenik aktivitenin Kretase sonunda Laramid evreyle başlayarak sonrasında Pirene ve Helvetik evrelerin takip ettiğini ifade etmiştir. Miyosen’den sonraki dönemde kıvrımlanma süreçleri ve orojenik gelişimin sonlandığını belirtmiştir.

Ataman (1972), Kırşehir Masifi (Cefalıkdağ granodiyoriti) içindeki sığ plütonik kayaç örneklerinden alınan biyotit ve muskovit mineralleri üzerinde Rb/Sr yöntemini kullanarak 71 ± 1 My izokron yaşı elde etmiştir. Araştırmacı, bu yaşı biyotitin soğuma yaşı olarak yorumlamıştır.

Erkan (1975, 1976 a,b, 1977, 1978, 1981), Kırşehir çevresindeki bölgesel metamorfik alanda belirlenmiş izogradları ve bunların petrolojik yorumunu kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Bu çalışma, günümüzde OAKK veya Kırşehir Masifi olarak bilinen bölgenin

metamorfik jeolojisinin temellerini atan ilk detaylı araştırmalardan biridir. Araştırmacı, Kırşehir'in çevresindeki metamorfik serilerdeki metamorfizma özelliklerini ve bu metamorfizmanın oluştuğu koşulları tipik mineral isogradlarına dayanarak açıklamıştır. Bölgede temel olarak mermer, kalkşist, kalsilikatgnays gibi başlıca kayalarla birlikte az miktarda kuvarsit, mikaşist, gnays ve amfibolitlerin bulunduğu metamorfik seriye ait örneklerde çalışmalarda bulunmuştur. Ana kaya türü olan saf ve saf olmayan karbonatlı kayalarda üç farklı metamorfizma zonu tespit edilmiş olup, metamorfizmanın kuzey ve kuzeydoğuya yükseldiğini belirlemiştir. Araştırmacı, I. metamorfizma zonunun Yeşilşist fasiyesi koşullarına, II. ve III. metamorfizma zonlarının ise Amfibolit fasiyesi koşullarına denk geldiğini ifade etmiştir. Ayrıca, bu metamorfizma zonlarında elde edilen metapelit ve mika-kuvarsit örneklerini inceleyerek granat minerallerinin % MnO içeriğinin kuzey ve kuzeydoğuya doğru azaldığını saptamıştır. Araştırmacı ayrıca bölgede bulunan metasedimanter birlikteliği oluşturan kaya grupları arasında ince bant ve mercekler şeklinde bulunan Kırşehir bölgesi amfibolitlerinin, sedimanter kökene sahip olduğunu ileri srmştir. Orta Anadolu Masifinin kuzeydoğusunda (Akdağmadeni Yozgat) yapmış olduğu çalışmalarda ise, 1500 m kalınlığa sahip yer yer pelitik seviyeler de içeren karbonatlı bir serinin orta basınç-yüksek sıcaklık metamorfizmasına uğradığını belirtmiş, ama bölgede Kırşehir bölgesindeki gibi bir zonlanmanın ayırt edilemeyeceğini belirtmiştir. Bu araştırmalara göre, Kırşehir bölgesindeki bölgesel metamorfizma olayı 5 kbar basınç ve 500-700°C sıcaklık aralığında gerçekleşmiştir. Bununla birlikte araştırmacı metamorfik kayaçların granitik bileşimli magmatik kayaçlar tarafından kesildiğini de belirtmiştir.

Erkan ve Ataman (1981), Bölgedeki metamorfik litolojilerden (gnays, mikaşist ve amfibolit) biyotit ve hornblend minerallerini K/Ar yaşlandırma tekniğiyle analiz etmişlerdir. Biyotit minerallerinden ortalama 69.7 ± 1.7 My, hornblend kristallerinden ise 74.1 ± 3.2 My yaş değerleri elde etmişlerdir. Ayrıca, metamorfik kayaçları kesen granitoid intrüzif kayaçların yerleşim/kristalizasyon yaşını 71 My olarak belirlemişlerdir.

Şengör ve Yılmaz (1981), Geç Paleosen (?) - Erken Eosen döneminde Anadolu-Torid platformu ile Pontidler birimleri ile bir tektonik çarpışma gerçekleştiğini belirtmiştir. Bu çarpışmanın hemen ardından Anadolu-Torid platformu içerisinde çeşitli iç deformasyonlar gelişmiştir. Geç Eosen'den Erken Miyosen'e kadar devam eden kuzey-güney yönlü sıkışma süreçleri, Anatolidler tektonik olarak yükselmesine ve üzerlerindeki örtü formasyonlarının aşınmasına neden olmuştur. Ayrıca, Geç Eosen'de İç Torid Okyanusal havzası kapanma evresine ulaşmış ve Anatolid tektonik biriminin bazı bölgelerinde yerel geri itme deformasyonları meydana gelmiştir.

Seymen (1981a, b), Kırşehir ve yakın çevresindeki jeolojik birimleri Kaman Grubu, Ankara Melanjı, Karakaya Ultramafitleri, bunların üzerinde uyumsuzluk ile yer alan Kartal ve Asmaboğazı Formasyonları, üstünde yatay konumda bulunan Kötüdağ volkanitleri, Baranadağ ve Buzlukdağ plütonik kayalar ve Alt Tersiyer-Neojen tortul örtü birimleri olarak gruplandırmıştır. Aynı araştırmacı, "Kaman Grubu" adlandırması kapsamında Kırşehir Masifi'ne ait metamorfik birimleri üç stratigrafik alt bölüme ayırmıştır. Söz konusu birimler şunlardır: gnays, biyotit şist, piroksenli şist, amfibolit şist, kalk silikatik, ve kuvarsit şistlerden oluşan Kalkanlıdağ Formasyonu; mermer ve gnayslardan iki serilerden oluşan Tamadağ Formasyonu; farklı mermer türleri, mermer ve meta-topluluklardan oluşan Bozçaldağ Formasyonudur. Araştırmacının değerlendirmesine göre, Kaman Grubu önce ilerleyen ardından gerileyen bölgesel düşük basınçlı metamorfik süreçlerden etkilenmiş ve daha sonra Baranadağ Plütonu ile bağlantılı kontakt metamorfizma etkilerine maruz kalmıştır.

Seymen (1982), Kaman ve çevresindeki yapıları oluşturan yapısal hareketleri 4 aşamaya ayırmıştır. İlk aşama, Kaman grubunun yüksek dereceli düşük basınçlı metamorfizmasıyla ilişkili olan Pre-Mezozoik (Liyas öncesi) dönemdir. İkinci aşama, Kampaniyen-Geç Maastrichtiyen'dan sonra meydana gelen ve düşük dereceli yüksek basınçlı metamorfizmaya neden olan Ankara Melanjının oluşumu, karışımı ve üstüne yerleşmesiyle ilgili hareketlerdir. Üçüncü aşama, Orta Anadolu'da Geç Kretase-Erken Tersiyer Baranadağı ve Buzlukdağı plütonlarının yerleşmesiyle ilgili hareketleri içerir. Dördüncü aşama, Neotektonik hareketler olarak tanımlanan bölgenin son faylanma aşamasıyla ilgilidir.

Seymen (1983), Tamadağ çevresinde Kaman grubunun önce ilerleyen, sonra gerileyen metamorfizma ile ilişkili deformasyon aşamalarını tespit etmiştir. Yüksek dereceli metamorfiklerin dört plastik deformasyon evresinden geçtiğini ve ardından Mesozoyikten önce yükselerek kırıldığını, bugünkü formunu aldığını belirtmiştir. Ayrıca araştırmacı, Kaman grubu, Ankara Melanjı, Baranadağ plütunu ve Geç Maestrihtiyeen yaşlı örtü birimlerinin aynı tektonik rejimde bugünkü durumlarını elde ettiğini savunmuştur.

Seymen (1984), Kaman grubu ve yakınındaki metamorfik serilerde, güneydoğudan kuzeybatıya doğru progresif bir biçimde ilerleyen dört ayrı metamorfik zonun belirgin olduğunu açıklamıştır: A Zonu (yeşilşist fasiyesi), B Zonu (düşük amfibolit fasiyesi), C Zonu (yüksek amfibolit fasiyesi) ve D Zonu (Amfibolit-Granulit geçiş fasiyesidir).

Erkan ve Tolluoğlu (1986), Kırşehir'in batı ve kuzeybatısında yapılan çalışmada, yaklaşık 500 km²'lik alanda yüzeylenen metamorfik ve magmatik seriler incelenmiştir. Metamorfikler üç formasyon ve bir üye ile temsil edilmekte olup mermer, kuvarsit, şist, gnays, amfibolit ve felslerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu birimler Baranadağ granitoyidi ve Çayağzı siyenitoyidi tarafından kesilmiş, kuzeyde Karakaya ultramafitleri tarafından tektonik olarak üzerlenmiştir. Ayrıca, Bu çalışmada metamorfikler uyumlu bir istif sunmakta ve progresif deformasyonlarla gelişen kıvrım yapıları sergilenmiştir.

Bayhan (1987), Cefalıkdağ ve Baranadağ plütunları, petrografik, mineralojik ve jeokimyasal karakterlerine dayanarak subalkalen ve alkalen granitoidler olarak sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre monzonitik subalkalen kayalar I-tipi bileşim gösterirken, siyenitik alkalen kayalar ise A-tipi bileşim özelliği göstermiştir.

Atabey (1989 a,b), Tuz Gölü ile Kırşehir Masifi arasındaki alanı kapsayan H-17 ve H-18 paftaları için jeolojik haritalar oluşturmuştur. Bölgenin Mezozoyik öncesi-Kuvaterner yaş aralığında metamorfik, magmatik ve tortul kayalardan oluştuğunu vurgulamıştır. Atabey, bölgenin temel kayalarının Mezozoyik öncesi Kaman Grubu'na ait Kalkanlıdağ Formasyonunun oluşturduğunu ileri sürmüştür. Bu temelin Kampaniyen öncesi Ortaköy granitoidi tarafından kesildiğini belirtmiştir. Ortaköy granitoidi, esas olarak granitik ve

gabroik bileşimli kayalardan oluşmuş olup, gabro kayaları granit ve granodiyorit tarafından kesilmiştir. Araştırmacı, sahada Üst Kretase-Lütesiye zaman aralığında denizel ve karasal tortul kayaların çökelmiş olduğunu ifade etmiştir.

Erler vd. (1989), Kırşehir (Kaman) ile Yozgat yörelerindeki sokulum kayalarını incelemiş, kayaların petrografik ve jeokimyasal özellikleri ile kökenlerine yönelik incelemeler gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, Kaman sahasında mostra veren sokulum kayalarının (Fakılı graniti, Bayındır nefelin siyeniti) tek bir magma kaynağından türediğini savunmuşlardır. Söz konusu kayaların, Kırşehir metamorfik birimlerinin altında yer alan bir yitim zonunun ürünleri olduğunu ve magmatik yay plütoniklerinin (Tip I) karakteristiklerini yansıttığını öne sürmüşlerdir.

Kara ve Dönmez (1990) ve Kara (1991), Kırşehir-G17-G18 1/100.000 ölçekli jeoloji haritalarını ve stratigrafik kolon kesitlerini hazırlamışlardır. Sahada bulunan kayaları değerlendirerek dört litolojik birime ayırmışlardır: (1) Paleozoyik devrine ait metamorfik kayalar (Kırşehir Masifi), (2) metamorfik kayaları tektonik dokanakla örten, mafik volkaniklastik ara seviyeleri içeren Senomaniye-Santoniyen(?) yaşlı derin deniz tortul kayaları, (3) her iki yapısal birimi de termal etkiyle kesen Santoniyen(?)-Kampaniyen yaşındaki sokulum kayaları ve (4) Maastrichtiyen-Kuvaterner dönemdeki üst örtü kayalarıdır.

Tolluoğlu ve Erkan (1990), Kırşehir'in kuzeybatısındaki metamorfik yapıları inceledikleri çalışmada, litofasiyeslerin sıralamasını şu şekilde açıklamışlardır: Kalkanlıdağ Formasyonu, alttan üste doğru bazik, pelitik, yarı pelitik, yarı karbonatlı ve kuvarslı psamitik türevlerle başlamıştır. Ardından, tipik olarak kuvarsitik homojen bir yapıya sahip olan Kargasekmez Tepe Kuvarsit üyesi gelir. Bu üye, yarı karbonatlı, çört ara katmanlı ve en üstte saf karbonatlı birim olan Naldöken Formasyonu ile devam eder. En üstte ise düzenli, beyaz renkli metakarbonatlardan oluşan Bozçaldağ Formasyonu yer alır. Kırşehir metamorfik yapılarında belirginleşen ilk metamorfizma, orojenik dönemde gelişen progressif dinamotermal bölgesel metamorfizmadır. Bölgede, yeşilist fasiyesinden yüksek amfibolit fasiyesine doğru ilerleyen bölgesel metamorfizma (düşük basınç-yüksek sıcaklık) gözlenmektedir. Basınç koşullarının sabit kaldığı ancak

sıcaklığın güneydoğudan kuzeybatıya doğru arttığı görülmüştür. Orojenik dönemin sonundaki bölgesel yükselme, zamanla basınç ve sıcaklığın düşmesi sonucu gerileyen bir metamorfizmaya neden olmuştur.

Kadioğlu (1991), Aksaray'daki Ağaçören magmatik kayaları üzerinde yapmış olduğu çalışmada, magmatik kayaçların Rb/Sr izotop bileşimleri ile ve Çokumkaya Gabrosunun jeokimyasal element içeriklerini birlikte değerlendirmiştir. Araştırmacı Ağaçören Granitoidi'nin kabuk kökenli bir magmadan, Çokumkaya Gabrosunun ise manto kökenli bir magmadan türemiş olduğunu ifade etmiştir.

Göncüoğlu vd. (1991, 1992, 1993, 1994), OAKK konusunda detaylı araştırmalar gerçekleştirmiş ve farklı çalışma sahalarındaki birimlerin stratigrafik özelliklerini açıklamıştır. Bu çalışmalarda, metamorfik kayaçları müşterek bir adlandırmayla formasyon düzeyinde değerlendirmiş, metamorfik kayaçların yayılımını, tiplerini ve yaş korelasyonlarını öne çıkarmış, ofiyolitik kayaçları geniş kapsamlı biçimde analiz etmiş ve örtü birimlerinin stratigrafik dizilimini saptamaya odaklanmışlardır.

Kadioğlu ve Güleç (1992), Aksaray'ın Ağaçören bölgesinde yer alan magmatik kayaçların jeolojik ve petrografik özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışma, bölgenin daha sonraki jeokimyasal, ve tektonik çalışmaları için sağlam bir jeolojik temel oluşturmuş ve Orta Anadolu'daki magmatik kayaçların jeolojik çerçevesinin kurulmasına önemli katkılar sağlamıştır. Ayrıca, Ağaçören magmatik kayaları üzerine yaptıkları araştırmada, kayaları Çokumkaya Gabrosu, Ağaçören Granitoidi ve Kurtkaya Bazaltı olarak sınıflandırmışlardır.

Kadioğlu ve Güleç (1993), Yaptıkları çalışmada, granitoidlerde bulunan anklavların şekil, dokusal özellikleri ve mineralojik bileşimlerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, kökenlerine göre anklavları ksenolitler, magma ayrışımı sonucu oluşanlar, restitler ve magma karışımı ile oluşanlar olmak üzere dört farklı gruba ayırmışlardır.

Tolluoğlu (1993b) çalışmasında, Kırşehir masifini kesen felsik içerikli intrüzifleri "İç Anadolu Magmatik Kuşağı" olarak tanımlamıştır. Bu intrüziflerin masifi batıda yay şeklinde kuşattığını ve bazen keskin dokanaklarla masifi böldüğünü ifade etmiştir.

Güleç (1994), Ağaçören Granitoidi'nden elde ettiği 110 ± 14 milyon yıl Rb/Sr izokron yaş verisi ile, Senomaniyen öncesi dönemde Neo-Tetis okyanusunun kapanmış olabileceği düşüncesini ortaya koymuştur.

Kadioğlu ve Güleç (1995), Çalışmalarında Orta Anadolu'daki Ağaçören İntrüzif Takımı'nın Çokumkaya gabro, Ağaçören Granitoidi ve geç evre dayklardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, Ağaçören Granitoidi içerisinde diyorit, kuvars diyorit ve monzodiyorit bileşimli Mafik Mikrogranüler Anklavların (MMA) bulunduğunu, anklavların içerisinde bulundukları granitoide benzer mineral topluluğundan oluştuğunu ve magma karışım ürünü olduklarını ifade etmişlerdir.

Kadioğlu ve Yıldız (1996), Akdağmaden'deki bulunan intrüzyonları incelemişlerdir. Çalışmaları sonucunda siyenitlerde bulunan anklavların kesnolit türünde olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca ana kütlelerin daha erozyon uğramadığını da ifade etmişlerdir.

Tolluoğlu (1986, 1987a, 1987b, 1988, 1993a, 1993b), Tolluoğlu ve Erkan (1989), Erkan ve Tolluoğlu (1986, 1990) araştırmacılar, Orta Anadolu Masifi'nin kuzeybatısında (Kırşehir) bulunan magmatik ve metamorfik seriler üzerinde stratigrafi, metamorfizma, petrografi, petroloji ve yapısal jeolojiye yönelik kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda, Tersiyer yaşlı birimlerin altında konumlanan Kırşehir metamorfik kayaları litostratigrafik olarak Kalkanlıdağ Formasyonu, Kargasekmeztepe kuvarsit üyesi, Naldökendağ Formasyonu ve Bozçaldağ Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Çalışmalar, bu dizilimin batı ve kuzeybatısında Baranadağ plütonuyla, kuzeydoğuda Çayağzı siyenitoidi ile kesildiğini ve kuzeyde Karakaya ultramafitleri tarafından tektonik olarak üzerlendiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, bu metamorfik istifin Kızıllırmak Formasyonu tarafından transgresif bir şekilde örtüldüğü belirlenmiştir. Bölgedeki başlıca ana kaya türleri mermer, kuvarsit, şist, gnays, amfibolit ve felslerden

oluşturmuştur. Köken olarak pelitik, yarı pelitik, psammitik, kuvarsitik, kısmen karbonatlı ve bazik litolojilerin metamorfik dönüşümüyle bu kayaları oluşturduğu vurgulanmıştır.

Kadıoğlu ve Güleç (1997), Mineral kimyası kullanarak Ağaçören granitoidinde bulunan mafik mikrogranüler anklavların, Çokumkaya gabrosunu oluşturan magma kaynağından türemiş olabileceğini belirtmişlerdir.

Boztuğ vd. (1998), Orta Anadolu çarpışma plütonizmasının oluşumunda eş yaşlı mafik ve felsik magmaların çeşitli etkileşim tipleri adlı çalışmalarında; Metamorfilere sokulmuş olan çarpışma ile ilişkili plütonizmayı üç farklı bölüme ayırmışlardır. Ayrıca, magma karışımı ve geçiş (mingling/mixing) olaylarının meydana gelişini, mafik ve felsik mikrogranüler anklavların oluşumunu detaylı bir şekilde açıklamışlardır.

Güleç ve Kadıoğlu (1998), Ağaçören granitoidinde yapılan iz element ve Sr-izotop analizleri, kayaların üst kabuktan türediğini ancak kısmen dalma-batma ile modifiye olmuş mantodan da katkı aldığını göstermiştir. Atıştırıcılar, Jeokimyasal veriler, granitoidin yaklaşık %70 kabuksal + %30 mantosel bileşenlerden oluştuğunu ve %21'e varan fraksiyonel kristallenmeye uğradığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca, Mafik mikrogranitik enklavların varlığı, magmaların tam karışmadan yan yana bulunduğunu gösteren "commingling" modelini desteklemiştir. Bu çalışmada genel olarak iz element paternleri, volkanik yay ve çarpışma granitoidlerine benzer özellikler taşıdığını vurgulamıştır.

Kadıoğlu vd. (1998), OAKK'nde gözlenen gabroik kayalar, Ağaçören Granitoidi içinde ayrıntılı olarak incelenmiştir. Jeolojik ve aeromanyetik veriler, gabroların granitoidle sinüzoidal dokanaklar verdiğini ve tepe kısımlarında gabrodan, alt kısımlarda diyoraita doğru geçişli bir yapı sunduğunu göstermiştir. Araştırmacılar, Jeofizik modeller, sığda koni şeklinde ve daha derinlerde gömülü gabroik bir kütle varlığına işaret etmişlerdir. Ayrıca, Bu kütle, petrografik özellikleriyle magmatik karışımı yansıtmakta ve Ağaçören Granitoidi ile eşzamanlı sokulum olarak değerlendirilmiştir.

Kadioğlu ve Özsan (1998), Orta Anadolu'nun kuzey batı bölümünde yer alan Sulakyurt granitoidi incelemiştir. Bu çalışmada, Sulakyurt granitoidinde boyutları 1-2 km 'ye varan gabro kütleleri yüzeylendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Granitoidler gabroik kayalarla sinosoidal dokanaklı olup, Gabroların granitoidlerle olan dokanak kısımları diyoritik bileşimlidir. Araştırmacılar, gabroik kayaların Sulakyurt granitoidlerinin altında derine doğru genişleyerek devam ettiğini göstermişlerdir. Ayrıca, gabroik kayalar ofiyolitik değildir, granitoid magmasının içine sokulum yapmış ve beraber kristalleşmiş mafik eş-platonik kütlelerden olduğunu belirtmişlerdir.

Kadioğlu ve Güleç (1999), Yaptıkları çalışmada, Orta Anadolu'daki Granitoidlerdeki anklavların türü ve kökeni üzerine yaptıkları çalışmalarda, anklavları kökenlerine göre ksenolitik anklavlar, magma segregasyon anklavları ve magma mixing/mingling anklavları olarak üç gruba ayırmışlardır. Yapılan araştırmalarda, ksenolitik anklavların granitoidlerin metamorfik ve ofiyolitik kayalarla olan dokanaklarında gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Seymen (2000), Kırşehir Masifi'nin güneybatısında yüzeyleyen metamorfik ve magmatik kayaları, önceki çalışmaların aksine formasyon yerine litodem birimleri olarak tanımlamıştır. İçerik açısından araştırmacının önceki çalışmalarından büyük bir farklılık sunmayan bu çalışmada, Savcılı bindirme zonunun birbirine paralel, birleşen veya çatallanan düşük açılı ($110-45^{\circ}$) faylarla özgün bir ekay tektoniği sergilediği ifade edilmiştir. Ayrıca, Savcılı bindirme zonunun Eosen öncesi kristalen temeli ile Eosen–Pliyosen yaşlı tortul örtüyü kestiği; Savcılı'nın batısında ise Kaman Grubu kayalarının 5–8 km boyunca Üst Miyosen–Pliyosen yaşlı Kızılırmak Formasyonu üzerine itilmiş olduğu ileri sürülmüştür.

Kadioğlu ve Güleç (2001a), İAKK'ndaki bulunan gabro tiplerini arazi gözlemleri, jeokimyasal veriler ve petrografik incelemeler aracılığıyla sınıflandırmıştır. Araştırma sonucunda bölgede iki farklı gabro türü saptanmıştır. Bunlardan ilki, granitoidlerle geçişli ve sinüzoidal dokanak ilişkisi sergileyen gabrolardır. İkinci tür ise, granitik intrüzyonların etkisiyle yükselmiş gabrolar olarak tanımlanmıştır.

Kadioğlu ve Güleç (2001b), İAKK'ndaki yüzeylenen felsik intrüzyonların dağılım ve yapısal özelliklerini incelemiştir. Arazi gözlemleri, jeokimyasal veriler ve mineralojik bileşimler temel alınarak yürütülen çalışmada, karmaşık içinde yer alan felsik intrüzyonlar üç ana grupta sınıflandırılmıştır: monzonitik, granitik ve siyenitik intrüzyonlardır.

Whitney ve Dilek (2001), Yaptıkları çalışmada, KD-GB doğrultulu bir horst yapısı olan Hırkadağ Bloğu, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi içerisinde yer alan Kırşehir metamorfik masifinin bir parçasıdır. Bloğun güneybatı kesimindeki metapelitik kayalar, yüksek amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğramış olup jeotermobarometrik veriler sıcaklıkların 670–710 °C'ye, basınçların ise yaklaşık 7 kbar'a kadar çıktığını belirtmişlerdir. Bu orta basınç metamorfizmasını izleyen süreçte kayalar, düşük basınç-yüksek sıcaklık koşullarında yeniden metamorfizmaya uğramış; bu evrede granat-kordiyerit-spinel-sillimanit parajenezi gelişmiş, spinel ise kısmen korundumla yer değiştirmiştir. Aynı zamanda ortaya çıkan kısmi ergime, metamorfizma içinde granitik sokulumların oluşmasına yol açtığını vurgulamışlardır. Ayrıca, Granat-kordiyerit termobarometrisi bu evrenin yaklaşık 3 kbar basınç ve 650 °C'nin üzerinde gerçekleştiğini göstermişlerdir. Bu çalışmada, bu düşük basınç-yüksek sıcaklık metamorfizması, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'ndeki diğer masiflerde olduğu gibi çarpışma sonrası magmatizma ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Whitney vd. (2001), OAKK'nın farklı sıcaklık, basınç ve zaman koşullarına göre en az dört farklı tektonik bloğa ayrılabilmesini vurgulamıştır. Bu bloklara Kırşehir, Akdağ, Niğde ve Aksaray masifleri adı verilmiştir. Onlara göre, kuzeydeki çarpışmaların sonucu olarak oluşan bu masifler, itme ve kıvrılma gibi özellikleri kazanmış ve zamanla erozyonla yüzeye ulaşmıştır.

Kadioğlu vd. (2003), Ağaçören plütonunun gabrolarını 78 My $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ yaşı, granitoidlerini ise 77 My $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ yaşı vererek magmatik yay oluşumunun ürünleri olarak yorumlamışlardır.

Koçyiğit (2003), Orta Anadolu bölgesini neotektonik açıdan iki ana bölgeye ayırarak incelemiştir: Konya-Eskişehir neotektonik bölgesi ve Kayseri-Sivas neotektonik bölgesidir.

Delibaş ve Genç (2004), Terziali-Çayağzı altın cevherleşmesi, mermer, gnays, şist ve metajasperoidlerden oluşan Kırşehir Masifi'nin metamorfik birimleri içerisinde yer aldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada, Metajasperoidlerde altın değeri genellikle 1 ppm'in altında, şistlerin yüzey bozunma zonlarında ise 6 ppm'e kadar çıktığını vurgulamışlardır. Ayrıca, Altın içeriği yüzeye yakın bölgelerde yüksek, derine doğru azalan bir dağılım göstermiştir. Araştırmacılar, Sıvı kapanımı verileri, metajasperoidlerde metamorfik, silisleşmiş şist zonlarında ise daha genç ve meteoritik kökenli akışkanların etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Kuscu vd. (2004), Çalışmalarında, Orta Anadolu granitoidlerinin verimli (skarn tipi cevherleşme) veya verimsiz olarak sınıflandırıldığını açıklamıştır. Çalışma, Fe-skarn granitoidlerinin (Celebi ve Karamadazi) verimli olduğu belirgin jeokimyasal farklılıklar bulmuştur. Verimliliği belirleyen faktörler, temel bileşen analizi ile belirlenmiş olup, belirli element oranlarını içermiştir. Verimsiz plütonlar daha yüksek silika içeriğine sahiptir. Granitoidlerin verimliliğinin test edilmesi, belirlenen faktörlere dayalı diyagramlarda dağılımlarının karşılaştırılmasıyla önerilmiştir.

Kadıoğlu vd. (2006), Geç Kretase'nin Orta Anadolu'da kalk-alkali, şoşonitik ve alkali plütonlar (granit, monzonit ve siyenit) içeren bir magmatik olayı işaret ettiğini açıklamıştır. Bunlar, çarpışma sonra yitim ve genleşme olayları neticesinde oluşan kabuk ve manto etkileşimli ürünlerdir. Eş zamanlı olarak yerleşen plütonlar, Torid platform çarpışması, kısmi dalma, levha kopması ve astenosferik yükselmeden kaynaklanmıştır. Tektonik genişleme, geç evre magmatizmasına eşlik etmiştir.

Boztuğ ve Jonckheere (2007), Çalışmalarında, Orta Anadolu'da hızlı ekshumasyon olaylarının Paleosen'in erken ve orta dönemlerinde (57–62 milyon yıl önce) ve Oligosen'de (28–30 milyon yıl önce) meydana geldiğini bulmuşlardır. İlki, Avrasya Plakası ile Torid-Anatolide Platformu'nun çarpışmasının ardından meydana gelen

bölgesel sıkışmanın bir sonucu olmuştur. İkincisi ise, çarpışma ve sıkışmanın geniş bir bölgeyi etkilediği, güney Neo-Tetis'in Oligo-Miyosen döneminde kapanmasıyla aynı zamana denk gelmiştir.

Işık vd. (2008), Bu çalışmada Orta Anadolu'nun Kristalen Kompleksinde $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ tarihlmesi kullanmıştır. Yaklaşık $81,2 \pm 0,5$ My'de yerleşmiş olan Kerkenez granitoidi, hornblend granitinden ($72,6 \pm 0,2$ My) önce gelmiştir. Granit yerleşmesinden hemen sonra oluşan kayma zonları, Geç Kretase genişlemesiyle ilişkilidir. Yaşlar, bölgede eş zamanlı metamorfizma, yerleşme, soğuma ve sünek kayma olduğunu göstermiştir.

Akçe ve Kadioğlu (2009), Orta Anadolu'daki granatlar, Raman spektroskopisiyle incelendiğinde farklı bileşimsel ve titreşimsel özellikler sergilemiştir. Granitlerde spessartin ve almandin, metamorfik temelde ise almandin, grossular ve andradit belirlenmiştir. Bu farklılıklar, granatların farklı kaynak ve jeolojik koşullarda oluştuğu gösterilmiştir.

Boztuğ vd. (2009), Bu çalışmada, Orta Anadolu granitoidlerinin Orta-Geç Kretase'de sokulum yaptığını belirtmişlerdir. Kütledeki Zirkon yaşları 94,9 My, 85,5 My ve 74,9 My'de kümeler ortaya koymuştur. Hornblend ve biyotit yaşları 80-65 My civarında hızlı bir yükselmeyi, ardından apatit fisyon izi yaşlarını (57-62 My) göstermiştir. Çarpışmadan sonra oluşan granitoidler, bir okyanus ada yayının Torid-Anatolid platformuna yanaşmasının ardından oluşan genişlemeden kaynaklanmıştır. Kampaniyen-Maastrichtiyen'den Erken/Orta Paleosen'e kadar hızlı bir yükselme kıta-kıta çarpışmalarından kaynaklanmıştır.

Akçe ve Kadioğlu (2010), Yozgat İntrüzif Kompleksi (YİK), OAKK'nın kuzeyinde yer alan yaklaşık 1500 km² genişliğinde granitoid, monzonit, siyenitoid ve gabroid bileşimli kayaçlardan oluşur. Jeokimyasal veriler, granitoid, monzonit ve siyenitoidlerin kalkalkalin, gabroidlerin ise toleyitik özellikte olduğunu göstermiştir. Ayrıca, YİK'nin kalkalkalen granitlerden şošonitik monzonitlere ve kabuk incelmesine bağlı alkalen siyenitlere doğru evrimleştiğini vurgulamıştır.

Deniz ve Kadioğlu (2010), Buzlukdağı intrüzif kayaçları, OAKK’nde Geç Mezozoik magmatizmasının ürünü olan küçük ölçekli bir alkali plütondur. Plüton yaklaşık 15,75 km² alan kaplar ve üç alt birimden oluşur: iri, orta ve ince kristalli foidli sienitler. Bu kayaçlar nefelin, K-feldispat, piroksen, biyotit, flogopit ve amfibol gibi minerallerden oluşurken, az miktarda granat (uvarovit–andradit), kankrinit ve titanit de içerdiğini vurgulamışlardır. Ayrıca, Bu kayaçların Geç Mezozoik–Erken Senozoyik döneminde Orta Anadolu’daki kabuksal incelme ve silisçe doygun olmayan magma süreçleri ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir.

Genç ve Yürür (2010), Konya-Yozgat hattı boyunca BGB-DKD yöneliminde yaklaşık 300 km uzunluğundaki kesimde, Senozoyik dönemde aktif olan bir ekstansiyonal tektonik rejimin bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Lefebvre (2011), Bu çalışmada, OAKK geç Kretase evrimini incelemiştir. Bulgular, OAKK'nın Barrovian metamorfizması ve tepeden GGD'ye doğru sünek kabuk akışı olan KKD-GGD uzunlamasına düzensiz şekilde yerleştiklerini göstermektedir. Ekshumasyon iki ayrılmayı içermektedir. Tektonik sonrası magmatizma kalk-alkaliden alkaline kaymıştır ve bu da supra-subdüksiyon ortamını göstermiştir. OAKK ve Tavşanlı Zonu muhtemelen eşleştirilmiş bir metamorfik kuşak oluşturmuştur ve levha tektoniği ölçeğinde bir Hendek-Hendek-Hendek üçlü bağlantısı önerilmiştir. Orta Pontidler ile Paleojen çarpışması, OAKK'nin üç alana ayrılmasına yol açmıştır.

Lefebvre vd. (2011), Bu çalışmada, OAKK’daki kuzey Kırşehir Masifi alanı geç Kretase'den Senozoyik'e kadar yükselme sergilemiştir. Kaman fay zone, üstten B-KB kesme hareketiyle hızlı yükselmeyi (84-74 Ma) göstermiş ve Baranadağ kuvars-monzonitinin yakınında statik tavlama geçişi yapmıştır. Kaman alanı, geç Kampaniyen magmatik intrüzyonundan önce orta ila üst kabuk yükselmesi yaşamıştır, bunu geç Paleosen'de daha yavaş bir çatı çözülmesi ve yüzey açığa çıkması izlemiştir.

Deniz vd. (2012), Orta Anadolu’daki Buzlukdağı alkali intrüzif kayaçlarında yer radarı yöntemi (GPR) kullanılarak kayaç sınırları, eklemler ve çatlak zonları araştırılmıştır. Foidli sienitoid bileşimindeki plüton, kontakt metamorfizmaya uğramış migmatit ve

mermerlerle çevrilidir. Bu çalışmada RAMAC CU II cihazı ve 250 MHz anten kullanılarak sekiz profil alınmıştır. Ayrıca, Radargramlarda jeolojik süreksizlikler genellikle 10–14 m, bazı profillerde ise 48 m derinliğe kadar gözlenmiştir. Ayrıca, intrüzif kütle içinde mermer ksenolitleri ve çatlak zonlarının önemli ölçüde var olduğunu göstermiştir.

Kibar vd. (2012), OAKK'nin merkezinde yer alan çalışma alanı, Kırşehir metamorfikleri ile bunları kesen siyenit, foid siyenit ve foid diyoritlerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Metamorfik kayalar mikaşist, kloritşist ve mermerlerle temsil edilirken, intrüzif dokanaklarında kalsisilikat mineralleri ve hornfels gelişimi gözlenmiştir.

Advokaat vd. (2014), Bu çalışmada, Kretase'de OAKK'nin ekstansiyonel ekshumasyona uğradığını bulmuşlardır. Paleojen çarpışmasından sonra OAKK parçaları dönmüş ve yakınsamıştır. Ayhan-Büyükkişla havzası tarihlemesi, yaklaşık 72.11 ± 1.46 My civarında bir E-B genişlemesi olduğunu göstermiştir. Eosen ortası sonrası, ~K-G kısalması Kırşehir-Niğde-Hırkadağ blok sınırında meydana gelmiş olup, çarpışmayla ilişkili daralmadan önce Senozoyik sıkışma aktivitesinin olduğunu göstermiştir.

Lefebvre vd. (2015), Çalışmalarında Hırkadağ Masifi, OAKK içinde Geç Kretase'de yüksek sıcaklık koşullarında (~7–8 kbar, 700 °C) metamorfizmaya uğramış, ardından granodiyorit sokulumlarının etkisiyle düşük basınç–yüksek sıcaklık evresine (~3–4 kbar, 800°C) geçtiğini belirtmişlerdir. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaşları (~68–67 Ma) bu evrenin soğuma sürecini ortaya koymuştur. Yapısal veriler, güneydoğuya yönelimli makaslamaları ve KD kenarda gelişmiş detachment faylarını işaret etmiştir. Bu çalışmada, OAKK'nin Geç Kretase'de doğu-batı yönlü genişlemeye maruz kalan kuzey-güney doğrultulu bir magmatik yay üzerinde gelişen metamorfizma, magmatizma ve genişlemeli tektonizma ile şekillendiğini belirtmişlerdir.

Deniz ve Kadioğlu (2016), Çalışmalarında Buzlukdağ İtrüzif Kompleksi, OAKK içinde yer alan silisçe doygun olmayan alkalin siyenitlerden oluştuğunu ve üç alt gruba ayrıldığını belirtmişlerdir. Mineral bileşimleri benzer olsa da, fraksiyonel kristalleşme mineral oranlarını değiştirmiştir. Ayrıca, Kompleks, felsik ve mafik magmaların karışma

izlerini taşıdığını vurgulamışlardır. Çalışmada, Mineral kimyası siyenitlerin 732–808 °C sıcaklık ve 1,5–3,7 kbar basınçta, 6–14 km derinlikte kristalleştiği gösterilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, Jeokimyasal veriler, magmanın dalma-batma sıvısı katkılı, uyumsuz elementlerce zenginleşmiş bir mantosel kaynaktan türediğini ve oluşumunun Geç Mezozoik–Erken Senozoyik’teki kabuksal incelleme ve astenosferik yükselimle ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Sapancı vd. (2017), OAKK’nın Geç Mezozoik-Erken Senozoyik jeolojik evrimi, deformasyon, metamorfizma, magmatizma ve Geç Kretase ile Erken Paleosen dönemlerinde gerçekleşen kıtasal çarpışmaları kapsadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada Terziali altın cevherleşmesini, barındıran metamorfik kayalar gnays, fillit, mikaşist, amfibolit, kalkışist, mermer ve migmatitlerden oluşmakta olup, yaş ve içerik bakımından farklı gruplar DBZ ile birbirinden ayrıldığını vurgulamıştır. Ayrıca, Bu metamorfik kayalar Geç Kretase yaşlı Çayağzı Siyeniti tarafından kesilmiştir. Çalışmada, Cevherleşme, polimiktik ve monomiktik breş zonlarında yoğunlaşmış olup, matriks destekli dokular ve kaya unu kökenli bileşenler ile karakterizedir. Alterasyon zonları illit-serisit-klorit çevresinde kuvars-dravit-karbonat mineralleri ile zenginleşmiştir. Araştırmacılar, Güneybatıya eğimli bindirme rampası boyunca hidrotermal akışkanlar altınca zengin damar ve breşleşmeler meydana getirdiğini belirtmişlerdir.

Deniz vd. (2018), Bu çalışmada, foidli siyenitlerle kontakt metamorfik kayaların temas zonlarında damar benzeri mercekler halinde gelişen dev mika mineralleri araştırılmıştır. Mineralojik, petrografik ve jeokimyasal incelemelerde KRS, XRD, XRF ve EPMA yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca, bu dev mika minerallerinin kristallenme koşullarını ve kimyasal bileşimlerini ortaya koyarak magmatik süreçler ile tektonik ortamın anlaşılmasına katkı sağlamıştır.

Genç ve Yürür (2018), Orta Anadolu Bölgesi’inde, metamorfik ve granitik kayalar içinde önemli altın bulguları batıda Savcılıbeyit ve Terziali (Kırşehir), orta kesimlerde Himmetdede ve Mahmat lar (Kayseri), Akçataş (Nevşehir), ve güneydoğuda Gümüşler (Niğde) cevherleşmeleri olduğunu işaret etmiştir. Savcılıbeyit altın cevherleşmesi daha çok altınlı kuvars damarlarında görülmekte ve Orta-Batı Anadolu’da metamorfik

kayaçlar içinde altın zenginleşmesidir. Ayrıca, bu çalışmada bu altınlı kuvars damarlarının jeolojik ve yapısal ön çalışmaları sunulmuştur. Araştırmacılar, Altınlı kuvars damarları migmatitler, migmatitik gnayslar, gnays-şist-mermer ardalanmaları, kalk-silikatik gnayslar ve mermerler içinde bulunduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca, Kuvars damarları metamorfik yan kayaçların yaprak lanma ve önemli litolojik düzlemleriye uyumsuz olup damarların yankayaçlarla dokanakları keskindir. Çalışmada, damarlar içinde altının dağılımı düzensiz olup damarların sadece oksitlenmiş, hematit ve limonitçe zengin yüzeye yakın kesimlerinde yüksek altın değerleri elde edilmiştir. Araştırmacılar, Damarların migmatitlerle, yüksek dereceli metamorfik kayaçlar ve granitoidlerle olan mekânsal birlikteliği bunların oluşumunun Orta Anadolu'daki metamorfizma, yükselme ve/veya migmatitik domlaşma ve granitoid yerleşimi ile ilgili olduğunu ifade etmişlerdir.

Deniz vd. (2019), Bu çalışma, Orta Anadolu'daki Hacıbrahimuşağı, Gömük, Akçakent ve Hamit gabrolarının mineralojik, petrografik ve termobarometri özelliklerini incelemiştir. Araştırmacılar, Raman konfokal spektroskopisi ve EMPA analizleri sonucunda Hacıbrahimuşağı ve Gömük gabrolarının toleyitik, Akçakent ve Hamit gabrolarının ise alkali karakterli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Termobarometri hesaplamaları, bu gabroların farklı derinlik ve sıcaklıklarda kristalleştiğini ortaya koymuştur. Çalışma, toleyitik gabroların İç Torid Okyanusu'nun çarpışmasıyla, alkali gabroların ise Geç Kretase–Erken Paleojen dönemlerinde çarpışma sonrası gerilme tektoniği ile ilişkili olarak oluştuğunu göstermiştir.

Gullu vd. (2019), Orta Anadolu'da Aksaray'ın kuzeydoğusunda yer alan Gücünkaya gabrosu, gabro ve diyorit bileşimli iki ana mafik birimden oluştuğunu ve ince kristalli mafik dayklar tarafından kesildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Mineralojik olarak plajiyoklaz, hornblend, ojit, titanitle birlikte opak mineraller içerir. Jeokimyasal olarak LIL elementlerinde zenginleşme, HFS elementlerinde ise tükenme göstermiştir. Ayrıca, Raman spektroskopisi çalışmaları, amfibollerin aktinolit; plajiyoklazların ise labradorit ve anortit bileşiminde olduğunu kanıtlamıştır.

Akçe ve Kadioğlu (2022), YİK'teki foid siyenitlerde görülen melanitler, andradit bileşimli granatlardır ve Raman spektroskopisiyle kristalizasyon süreçleri incelenmiştir. Araştırmacılar, Elde ettikleri veriler, bu minerallerin oluşumunda saf bir magma yerine farklı kaynak bileşenlerinin etkileşiminin ve diferansiyasyon süreçlerinin etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Avcı vd. (2022), Bu çalışmada Kırşehir'deki Çimeli altın cevherleşmesinin N50°-70°B tektonik zonlar boyunca kuvars damarları, sülfür stokları ve silisleşmiş zonlar içeren metamorfik kayalarda meydana geldiğini bulmuştur. Cevherleşme hematitleşme ve silisleşme sergiler ve maksimum 223 ppm'lik bir miktarla altın içermiş ve yatak orojenik altın yataklarıyla karakteristik özellikler paylaşmıştır.

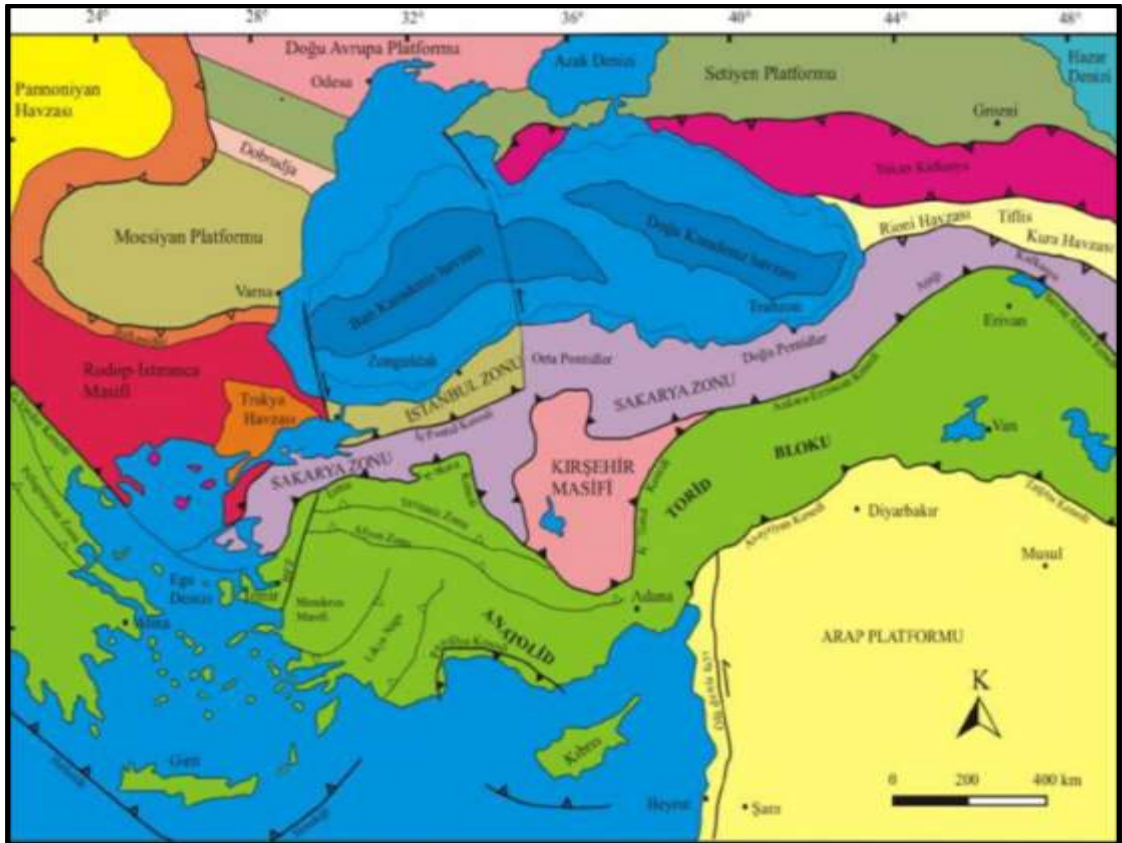
Sapancı vd. (2022), OAKK'ndeki Terziali altın cevherleşmesi, Demirli Bindirme Zonu (DBZ) boyunca gelişmiş önemli bir cevherleşmedir. Bu cevherleşme, KD-GB doğrultulu ve GB'ya eğimli Demirli bindirme zonu boyunca konumlanmıştır. Bindirme zonunun tavan bloğu Karbonifer yaşlı metasedimanter kayalardan, taban bloğu ise Permiyen yaşlı mermerlerden oluşmuştur. Bölgedeki metamorfik kayalar Üst Kretase–Paleosen yaşlı Çayağzı siyeniti tarafından kesilmiş olup, mineralizasyon başlıca breş çimentosu ve klastları ile ince taneli, gri renkli kuvars damarlarında gelişmiştir. Ayrıca, Çalışmada Terziali altın cevherleşmesinin kökenini aydınlatmak amacıyla jeokimyasal, mineralojik, sıvı kapanım ve kükürt izotop verileri sunulmuştur. Araştırmacılar, alterasyon zonu, yakın alanda dravit, kuvars, serisit/fuksit ve karbonat ile temsil edilirken, uzak alanlarda bindirme dokanağı boyunca silisleşme hakim olup, cevher mineralleri başlıca dağılmış pirit, demir oksitler, daha az miktarda kalkopirit ve arsenopirit ile iz miktarda altından oluştuğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, Elde ettiği jeokimyasal, mineralojik ve izotopik veriler, Terziali altın cevherleşmesinin yapısal kontrollü orojenik altın yataklarıyla benzer özellikler taşıdığını ortaya koymuştur.

Gürel ve Kadioğlu (2024), Karıncalı köyü yöresinde temel kayalar OAKK'ne ait yeşilist fasiyesi metamorfikleri olup amfibolit, gnays, kuvarssist, mikaşist ve mermer gibi birimlerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu metamorfikler, siyenit ve türevleri olan felsik intrüziflerle kesilmiştir. Ayrıca, Petrografi ve Raman spektrometre analizleri çeşitli

mineral parajenezlerini ortaya koymuştur. Araştırmacılar, Kuvarsşıstten elde ettiği muskovit üzerinde yapılan $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ yaşı $71,83\pm0,54$ My bulunmuş ve bu değer intrüzif kayalardan genç olduğunu ispatlemişlerdir. Ayrıca, İntrüziflerin yan kayaları etkileyerek progresif metamorfizmaya neden olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca calışmada, Bölgedeki felsik ve mafik sokulumların Geç Kretase–Paleosen arasında etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

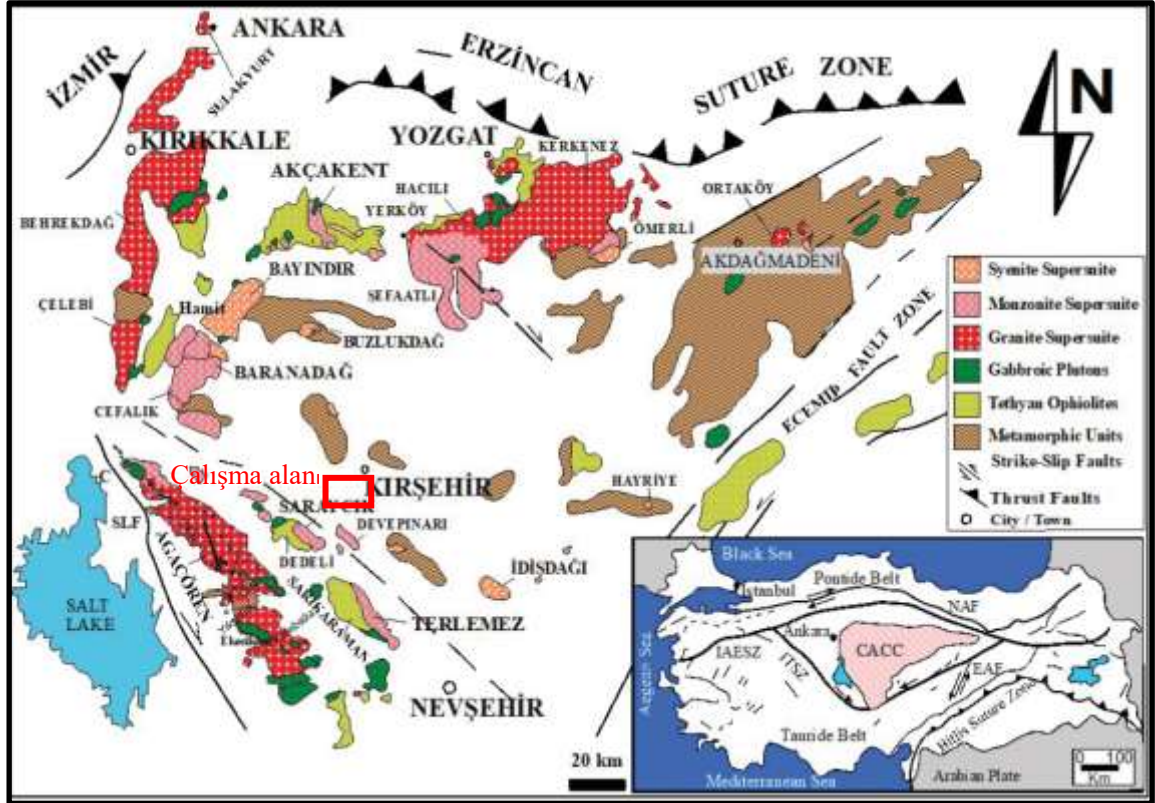
3. BÖLGESEL JEOLJİ

Türkiye jeolojisi üzerine yapılan çalışmalar oldukça eskiye dayanmakla birlikte, ilk dönem araştırmaların temel amacı çoğunlukla bölgesel tanıma ve tanımlama olmuştur. Bu kapsamda, Ketin (1966) tarafından gerçekleştirilen çalışmalar, ofiyolitik kuşaklara dayalı tektonik birim sınıflandırmalarıyla öne çıkmaktadır. Ardından, Şengör ve Yılmaz'ın (1981) levha tektoniği temelli çalışmaları, Türkiye jeolojisinin anlaşılmasında önemli bir dönüm noktası olmuş ve bölgesel tektonik çerçevenin kavramsallaştırılmasına önemli katkılar sağlamıştır. Daha sonraki dönemde, Okay ve Tüysüz'ün (1999) (Şekil 3.1) paleotektonik birimler üzerine yaptığı çalışma, Türkiye ve yakın çevresinin tek bir bütün halinde değerlendirilmesine olanak tanımış ve jeodinamik evriminin daha kapsamlı şekilde yorumlanmasına zemin hazırlamıştır.



Şekil 3.1 Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999)

OAKK dört ana kaya grubundan oluşmaktadır. Bunlar; (i) metamorfitle, (ii) metamorfik birimlerin üzerine tektonik olarak yerleşmiş okyanusal kabuğa ait ofiyolitler, (iii) metamorfik ve ofiyolitik birimleri kesen çeşitli felsik intrüzif kayaçlar (Göncüoğlu vd. 1991,1992) ve (iv) masife sokulum yapan manto kökenli mafik kayaçlardır (Kadioğlu ve Güleç. 1995, Kadioğlu ve Özsan 1998, Kadioğlu vd. 2006) (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin jeoloji haritası (Kadioğlu vd. 2006'den değiştirilmiştir)

Bu metamorfik ve magmatik birimler, bölgede bulunan sedimanter istifler ve alüvyonal örtüler ile uyumsuz olarak örtülmektedir. Söz konusu birimlerin ayrıntılı özellikleri aşağıda sunulmuştur (Şekil 3.3).

3.1 Metamorfik Kayaçlar

Kırşehir Masifi metamorfikleri, stratigrafik olarak üç ana birime ayrılmaktadır. Bunlar, tabandan tavana doğru sırasıyla Kalkanlıdağ Formasyonu, Tamadağ Formasyonu ve

Tamadağ Formasyonu'na geçişte, kalsilikat şistler, metakuvarsitler ve kuvarşistler baskın hale gelmektedir. Bu birimin metamorfizma öncesi kökeninin psamitik ara tabakalı pelitik–yarıpelitik kayalar ve kumlu-killi marnlardan oluştuğu belirtilmiştir. Söz konusu sedimanter kayalar, düşük basınç–yüksek sıcaklık koşullarında amfibolit–granülit fasiyesinden epidot-amfibolit fasiyesine, oradan da yeşilşist fasiyesine kadar değişen metamorfik dönüşümler geçirmiştir. Tamadağ Formasyonu'nda pelitik, yarıpelitik ve psamitik çökeller ile farklı derecelerde kirli ve temiz kireçtaşı ara tabakaları yaygındır. Başlangıçta bu litolojilerden oluşan istifin, sonradan düşük basınç ve yüksek sıcaklık altında metamorfizmaya uğrayarak mermer ve şist bileşimli kaya topluluklarını oluşturduğu düşünülmektedir. Formasyonun üst seviyelerine doğru şist dilimlerinin incilmesi ve seyrekleşmesi, baskın olarak mermerden oluşan Bozçaldağ Formasyonu'na geçişi işaret etmektedir. Bu birim, ilk kez Seymen (1981) tarafından tanımlanmış olup, litolojik özellikleri nedeniyle zaman zaman amfibolit ve amfibolşist bantları içerse de, zengin bir metamorfik mineral topluluğu sergilememektedir (Seymen 1981).

Akdağmadeni Masifi metamorfikleri ise alttan üste doğru; pelitik ve migmatitik kayalardan oluşan Aşılık Metamorfikleri, pelitik ve kalsilikatik kayalardan oluşan Fındıcak Metamorfikleri, kuvarsit ve kuvars şistlerden oluşan Pelitlikaya Kuvarsiti ve metakarbonatlardan oluşan Kadıköy Metakarbonatları ile temsil edilmektedir (Alparslan vd. 1996).

3.2 Ofiyolitik kayaçlar

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı üzerinde tektonik olarak yerleşmiş olan ofiyolitik kayaçlar, literatürde Orta Anadolu Ofiyolitleri olarak adlandırılmaktadır (Göncüoğlu vd. 1992). Bu ofiyolitler, Üst Kretase yaşlı yitim zonu üstü koşullarında gelişmiş birimler olarak değerlendirilmiştir (Yalınız vd. 1996, 2000a, b, c, Floyd vd. 2000; Hinsbergen vd. 2016, Dilek vd. 1990). Orta Anadolu Ofiyolitleri tipik ofiyolitik istif özellikleri sergilemekte olup kümülat ve izotrop gabrolar, plajiyogranitler, levha-dayk karmaşığına ait diyabaz dayklar, yastık lavları ve epiofiyolitik çökellerden oluşmaktadır. Bu birimler, Orta Anadolu Metamorfikleri üzerinde tektonik dokanakla yer almakta ve çoğunlukla Orta Anadolu Granitoidleri tarafından kesilmektedir. Ofiyolitlerin, yay önu tektonik

konumunda, önceden tüketilmiş bir okyanusal litosferin kısmi ergimesiyle oluştuğu öne sürülmüştür (Yalınız ve Göncüoğlu 1998). Ayrıca, bazı araştırmacılar bu ofiyolitik kayaçların İzmir–Ankara–Erzincan Okyanusu’nun kapanma süreci sırasında masif üzerine yerleştiğini belirtmiştir (Göncüoğlu 1986, Göncüoğlu vd. 1992, Gürer ve Aldanmaz 2002, Köksal vd. 2016, Dilek ve Whitney 2000). Bununla birlikte, Neo-Tetis’e bağlı ofiyolitik kalıntı ürünlerinin yanı sıra masife sokulum yapan manto kökenli mafik kütlelerin de varlığı ortaya konmuştur (Kadioğlu ve Güleç 1995, Kadioğlu ve Özsan 1998, Kadioğlu vd. 2003).

3.3 Magmatik kayaçlar

OAKK içerisinde gözlenen metamorfik ve ofiyolitik kayaçlara sokulmuş plütonik kütleler, Geç Mesozoyik dönemde etkili olan alkali ve kalk-alkali magmatizmanın ürünü olarak gelişmiş olup, hem felsik hem de mafik bileşimli kayaçlardan oluşmaktadır. OAKK’na ait metamorfik masifler ve ofiyolitik kayaçlar, Üst Kretase yaşlı granitoid sokulumları tarafından kesilmektedir (Seymen 1981, Akıman vd. 1993, Güleç ve Kadioğlu 1998, Boztuğ vd. 2008, 2009a, b, c). Kadioğlu vd. (2006)’ya göre, Üst Kretase–Paleosen yaşlı ve kalkalkali ile alkali bileşimler arasında değişen felsik intrüzif kayaçlar, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerine dayanılarak granit, monzonit ve siyenit üst takımları olarak sınıflandırılmıştır. Her bir üst takım, benzer mineralojik ve kimyasal bileşimleri ile düzenli coğrafi yayılımları dikkate alınarak alt takımlara ayrılmıştır. Granit üst takımı, Orta Anadolu Kristalin Kompleksi’nin dış kesiminde yer almakta olup başlıca granit ve granodiyorit bileşimindeki kayaçlardan oluşmaktadır. Bu üst takımın bileşenleri arasında Ağaçören, Çelebi, Behrekdağ, Sulakyurt, Hacılı, Kerkenez, Akdağmadeni ve Karakeban alt takımları bulunmaktadır. Monzonit üst takımı, granit üst takımı ile kademeli geçiş göstermekte ve coğrafi yayılım bakımından karmaşığın daha iç kesimlerine doğru genişlemektedir. Monzonit–kuvars monzonit bileşimindeki bu üst takım, Terlemez, Saraycık, Cefalık, Baranadağ, Akçakent, Cankılı ve Murmano alt takımlarından meydana gelmektedir. Siyenit üst takımı ise karmaşığın en iç kesimlerinde, diğer üst takımlardan bağımsız kütleler halinde bulunmaktadır. Kuvars siyenit, siyenit, foid siyenit ve pseudolösit içeren alkali bileşimli kayaçlardan oluşan bu üst takım, İdişdağı, Devedamı, Hayriye, Bayındır, Buzlukdağ, Akçakent ve Ömerli alt takımlarıyla

temsil edilmektedir. Petrolojik açıdan değerlendirildiğinde, granit üst takımı yüksek K içerikli kalkalkalen; monzonit üst takımı şoşonitik; siyenit üst takımı ise alkali karakterlidir. Bu granitoidlerin oluşum yaşlarının 85–65 My arasında değiştiği belirtilmektedir (Kadioğlu vd. 2003, 2006, Boztuğ vd. 2007, 2009c, Köksal vd. 2012, 2013). Yapılan $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş analizleri granit üst takımının $77,7\pm0,3$ My, monzonit üst takımının $70,0\pm1,0$ My ve siyenit üst takımının ise $69,8\pm0,3$ My yaşında olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi içerisinde belirgin bir magma evriminin gerçekleştiğini göstermektedir. Söz konusu magmatik evrim, İç Toros Okyanusu'nun dalmasıyla başlayan sıkışma rejiminin adakitik magmatizmayı tetiklemesiyle başlamış; daha sonra dalan litosferik dilimin astenosferden kopmasıyla gelişen genişleme rejimi altında alkali magmatizma evreleri ile devam etmiştir. Bu süreçler, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi içerisindeki magmatik gelişimin temel dinamikleri olarak değerlendirilmektedir.

OAKK'ndaki mafik litolojiler başlıca gabro, daha az oranda ise diyabaz ve bazalt bileşimindeki kayalardan oluşmaktadır. Bu gabroların büyük ölçüde Mesozoyik yaşlı ofiyolitik kayalara bağlı olarak Neo-Tetis'in kalıntı ürünlerini temsil ettiği uzun süre kabul görmüştür. Ancak son yıllarda gerçekleştirilen ayrıntılı jeolojik, petrografik ve jeokimyasal çalışmalar, bölgede yüzeyleyen gabroyik kütlelerin bir bölümünün ofiyolitik kökenli olmadığını, aksine Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'na sokulum yapmış manto kökenli mafik intrüzyonlar olduklarını ortaya koymuştur (Kadioğlu ve Güleç 1997, Kadioğlu ve Özsan 1998, Kadioğlu vd. 2003, 2006). Bu bağlamda, söz konusu gabrolar ayrıntılı arazi gözlemleri, petrografik incelemeler ve jeokimyasal veriler doğrultusunda sınıflandırılmıştır. Elde edilen bulgular, karmaşık içerisinde iki farklı tip gabronun varlığını göstermektedir: İlki granitoidlerle geçişli dokanak ilişkileri sunan gabrolar, ikincisi ise granitik intrüzyonlarla keskin dokanaklı olup intrüzyonların yükseltici etkisiyle konumlanmış gabrolardır (Kadioğlu ve Güleç 2001a).

3.4 Örtü birimleri

OAKK'nda yüzeyleyen volkanik kayalar, başlıca Kötüdağ ve Saraykent volkanitleri ile temsil edilmektedir. Kötüdağ Volkaniti, riolit, dasit, trakiandezit ve andezit bileşiminde

kaya türlerinden oluşmasıyla karakterize edilmektedir (Tolluoğlu 1993). Deliceırmak, Baraklı, Çevirme ve Kızılırmak formasyonları bölgedeki başlıca çökel birimleri oluşturmaktadır. Baraklı Formasyonu, Kırşehir'in güneybatı ve güneydoğusunda sınırlı alanlarda yüzeylemektedir. Bu formasyon kırmızı, kahverengi ve gri tonlarında olup, katmansız ya da orta kalınlıkta tabakalı bir yapıya sahiptir; yer yer çapraz tabakalanma ile belirginleşmektedir. Litolojik olarak magmatik ve metamorfik kökenli taneler içeren çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşlarından meydana gelen birim, linyit düzeyleri içeren karasal çökel karakteri sergilemektedir (Kara 1991).

Deliceırmak Formasyonu, Kırşehir'in güneyinde yüzeyleyen bu formasyon, regresif özellikler gösteren evaporitli birimler olarak tanımlanmaktadır. Kırmızı, kahverengi ve gri tonlarında, paralel ve çapraz katmanlı, taneli ve gevşek tutturulmuş karasal çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşmaktadır. Kızılırmak Formasyonu, Orta Anadolu'nun geniş bir alanında yüzlek veren bu formasyon, kırmızı-kahverengi tonlarında, katmansız, bloklu ve gevşek karasal çamurtaşlarından meydana gelmektedir. Birim içerisinde çakıltası, kumtaşı, jips, anhidrit, killi kireçtaşı bant ve mercikleri gözlenmektedir (Birgili vd., 1975). Üst Miyosen öncesi temel üzerinde uyumsuz bir şekilde konumlanan formasyonun kalınlığı 5–100 m arasında değişmektedir. Alüvyonlar, Vadi ve akarsu yatakları ile ova ve düzlüklerde biriken çakıl, kum ve kilden oluşan birimler, bölgenin en genç çökel oluşumlarını temsil etmektedir (Kara 1991).

4. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ VE PETROGRAFİSİ

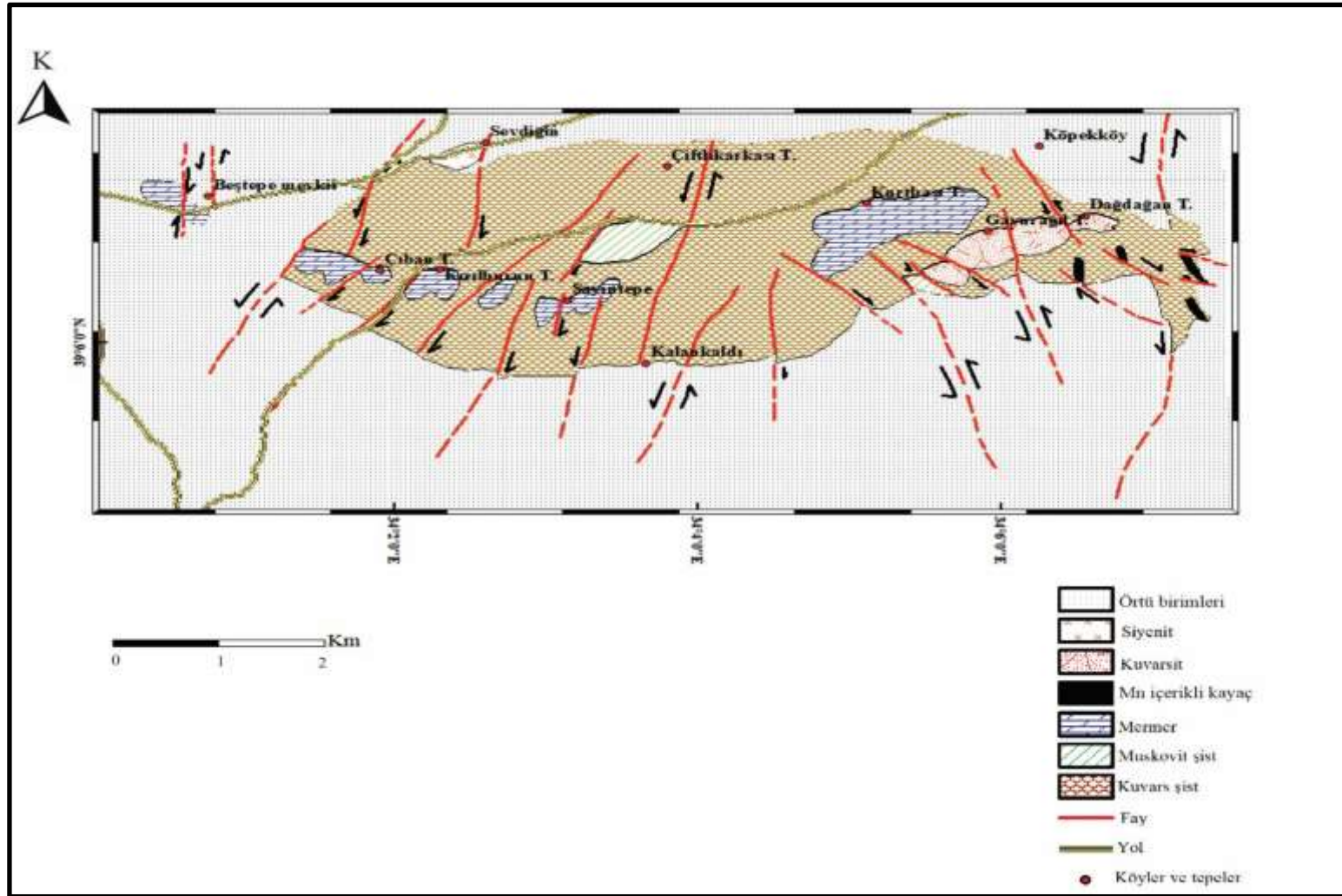
Çalışma alanı, Kırşehir ilinin güneybatısında yer alan Kalankaldı ve Sevdğin köyleri civarını kapsamaktadır. Bu tez kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışmaları doğrultusunda, bölgenin jeolojik haritalaması yapılmış ve saha örnekleme çalışmaları yürütülmüştür.

Çalışma alanındaki kayaçlar, temel birimler ve örtü birimleri olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Temel birimler, OAKK'na bağlı metamorfik kayaçlar ile bunlarla ilişkili magmatik (siyenit) kayaçlardan oluşmaktadır. Çalışma kapsamına alınmayan örtü birimleri ise Üst Paleosen–Oligosen yaşlı havza dolguları ve Erken Miyosen sonrası sedimanter birimlerle temsil edilmektedir (Gülyüz, 2009).

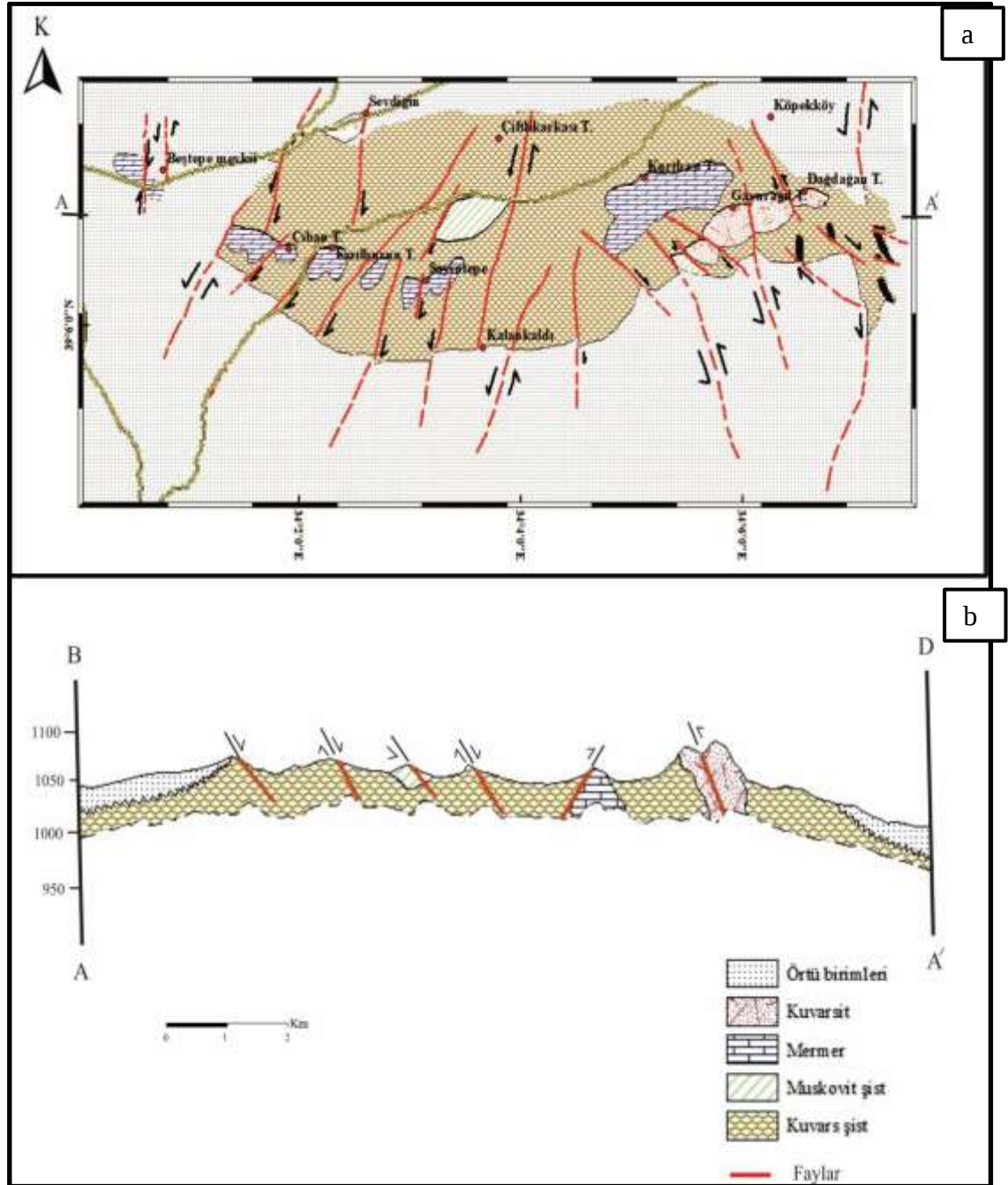
Çalışma alanındaki litolojik birimler, başlıca kuvars şist, muskovit şist, mermer, kuvarsit ve siyenit kayaçlarından oluşmaktadır. Çalışma alanındaki jeolojik birimler, bu birimler arasındaki ilişkiler, yapısal özellikler ve arazi gözlemleri dikkate alınarak bölgenin jeoloji haritası çizilmiştir (Şekil 4.1). Çalışma alanı haritasında belirtilen A-A' doğrultularında alınmış jeolojik enine kesitleri Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Arazi çalışmaları süresince toplanan örneklerin koordinatları, küresel konumlama sistemi (GPS) kullanılarak hassas bir biçimde belirlenmiş ve bu veriler, örnekleme noktalarının mekânsal dağılımını yansıtacak şekilde jeoloji haritasına işlenmiştir (Şekil 4.3).

4.1 Jeolojik Birimler

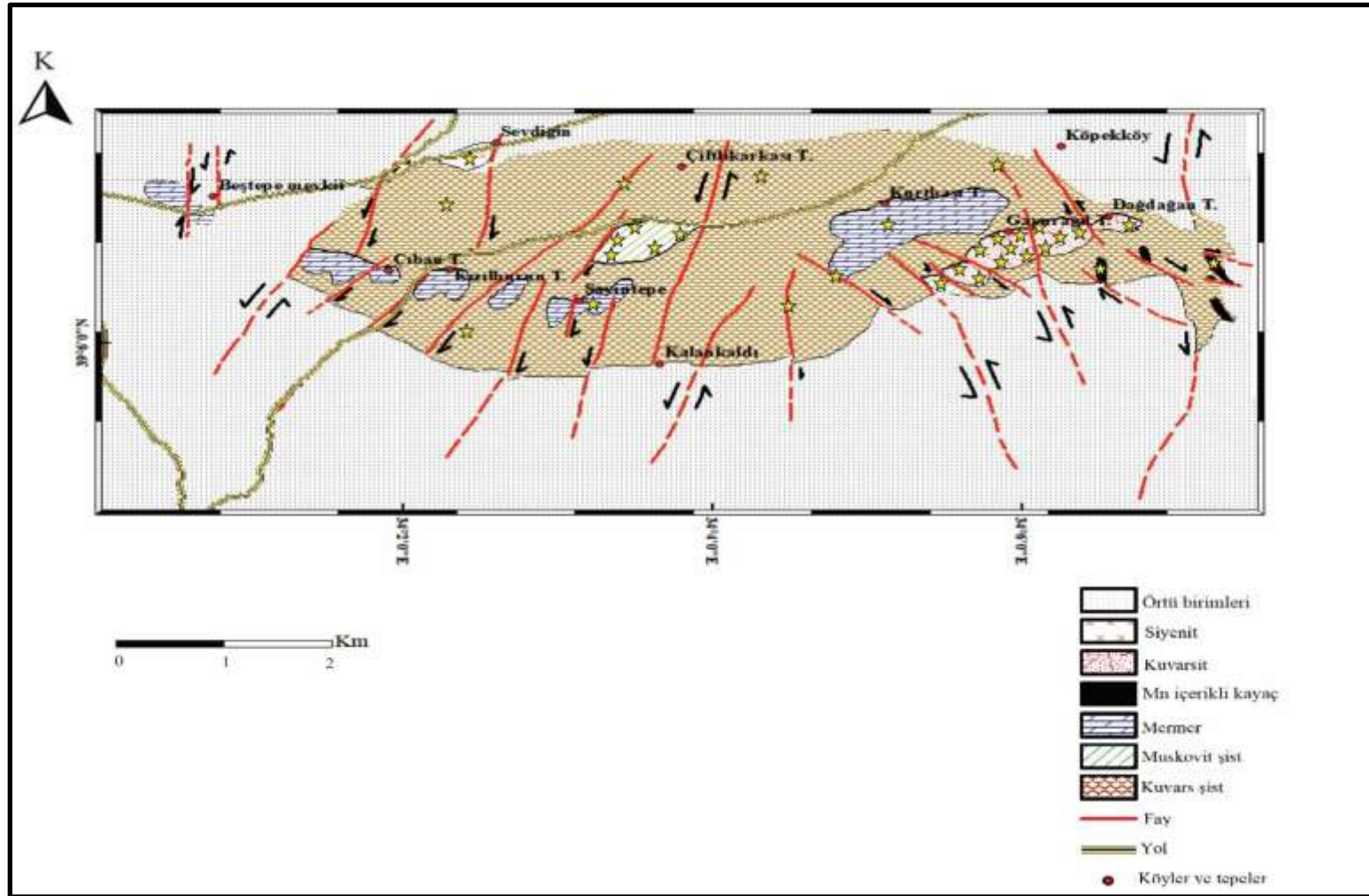
Çalışma alanının jeolojik birimleri mineralojik ve petrografik bileşimleri açısından ayırtlanmıştır. Jeolojik birimlerin petrografik tanımlaması, kayaçların belirlenmesi, metamorfik fasiyeslerin tespiti ve alterasyon süreçlerinin değerlendirilmesi için kritik bilgiler sağlamaktadır. Bu kapsamda, çalışma alanındaki her bir jeolojik birim için makroskobik gözlemler ve mikroskobik analizler sistematik olarak gerçekleştirilmiş, mineralojik bileşimleri belirlenmiş ve dokusal özellikler değerlendirilmiştir. Çalışma alanından toplanan örneklerin petrografik incelemeleri Ek 1'de verilmiştir.



Şekil 4.1 Çalışma alanının jeoloji haritası



Şekil 4.2.a. Çalışma alanının jeoloji haritası, b. Çalışma alanının haritasında belirtilen A-A doğrultularında alınmış jeolojik enine kesit

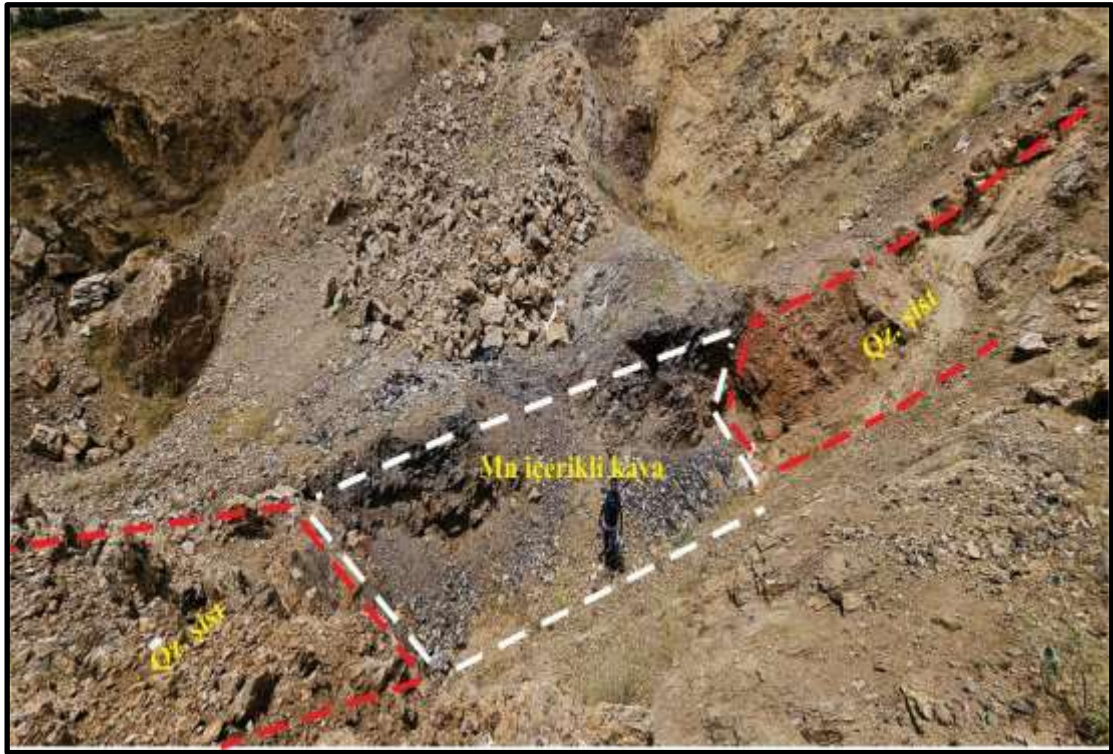


Şekil 4.3 Çalışma alanındaki örnek toplama yerlerini gösteren harita

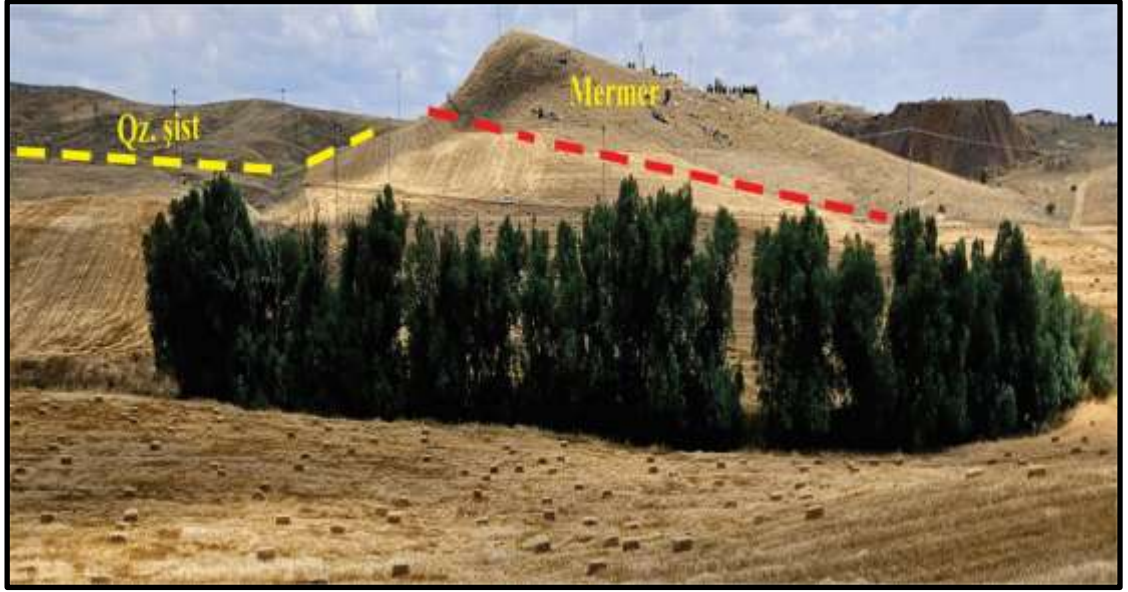
4.1.1 Kuvars şist

Çalışma alanında yayılım gösteren kuvars şistler, bölgesel metamorfizma süreçleri sonucunda oluşmuş orta dereceli metamorfik kayalardır. Çalışma alanında kuvars şistler geniş alanlarda yüzeylenmekte olup, bölgenin litolojik bileşiminin önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

Arazi gözlemlerinde kuvars şistler, belirgin şistozite ve foliasyon yapılarına sahip olup, açık gri, gri ve yer yer beyazımsı gri renklerde görülmektedir. Kayalar makroskobik olarak ince-orta taneli yapıda olup, şistoz doku sergilemektedir. Yüzeyde ayrışma etkisiyle yer yer kahverengimsi renk tonları kazanmıştır. Kuvarsşistler içerisinde az miktarda muskovit minerallerine rastlanılmaktadır (Şekil 4.4-4.5).

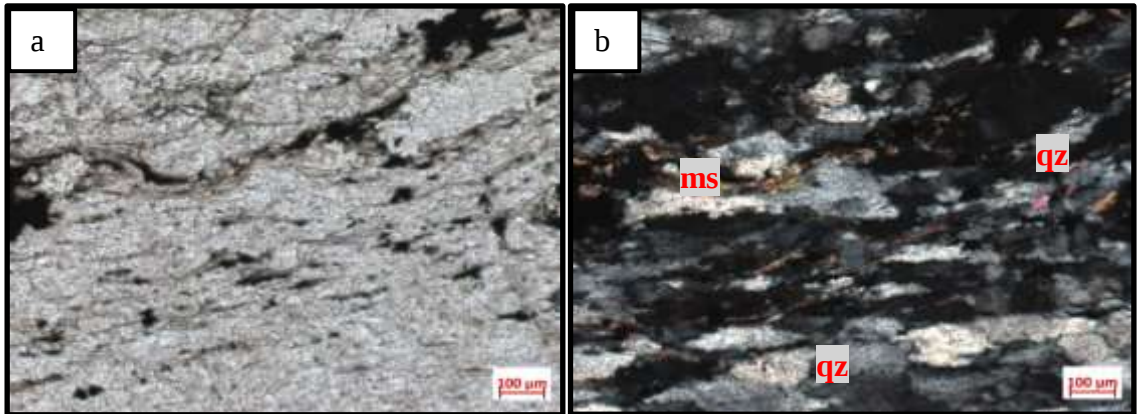


Şekil 4.4 Kuvars şist kayalarıyla çevrelenmiş Mn içelikli kayaç merceği



Şekil 4.5 Kuvars şist ve mermerin arazi görünüşleri

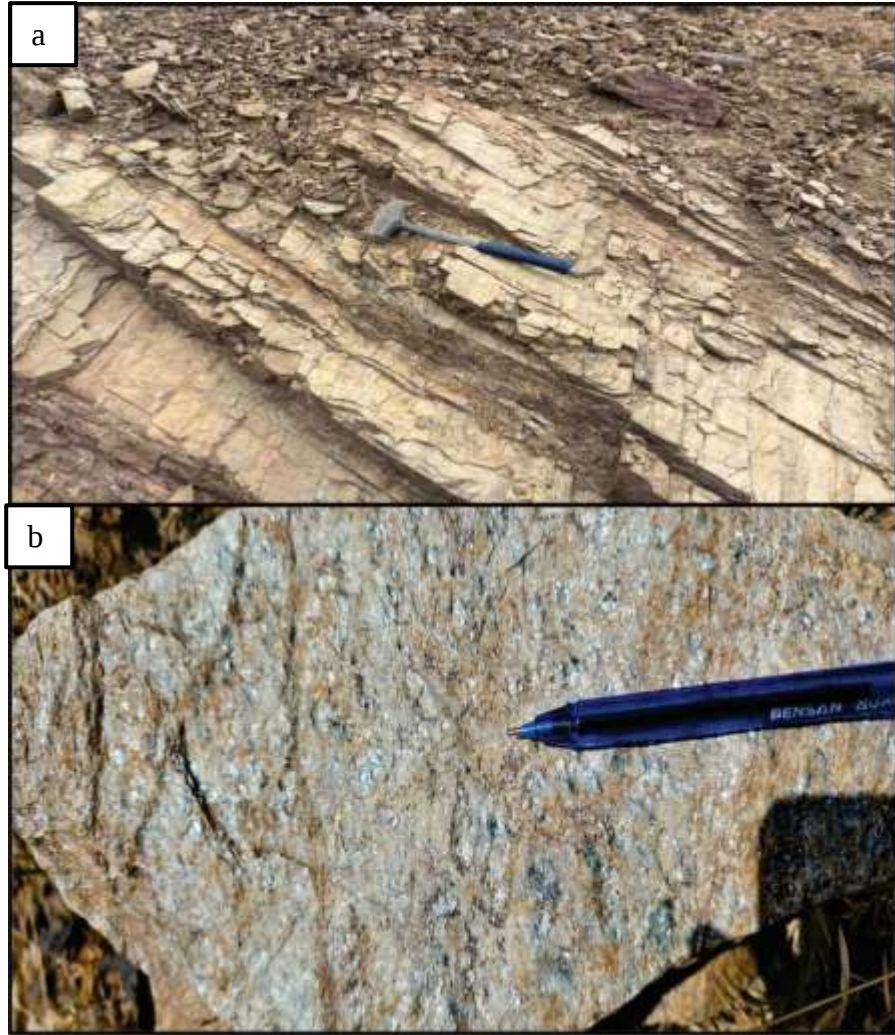
Optik mikroskop incelemeleri sonucunda kuvars şistler petrografik olarak başlıca kuvars ve muskovit bir mineralojik bileşim göstermektedir. Kayaçlar mikroskop altında lepidogranoblastik doku sergilemektedir. Kayaçlar mikroskop altında lepidogranoblastik doku sergilemektedir. Kuvarslar özşekilsiz-yarı özşekilli kristaller halinde olup, çoğunlukla granüler agregalar şeklinde bulunmakta ve belirgin dalgalı sönme özelliği göstermektedir. Muskovitler küçük-levhamsı kristaller şeklinde olup, renksizdirler ve dilinim özelliği göstermektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Çalışma alanında gözlenen kuvars şistin (AK02) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars, ms:muskovit)

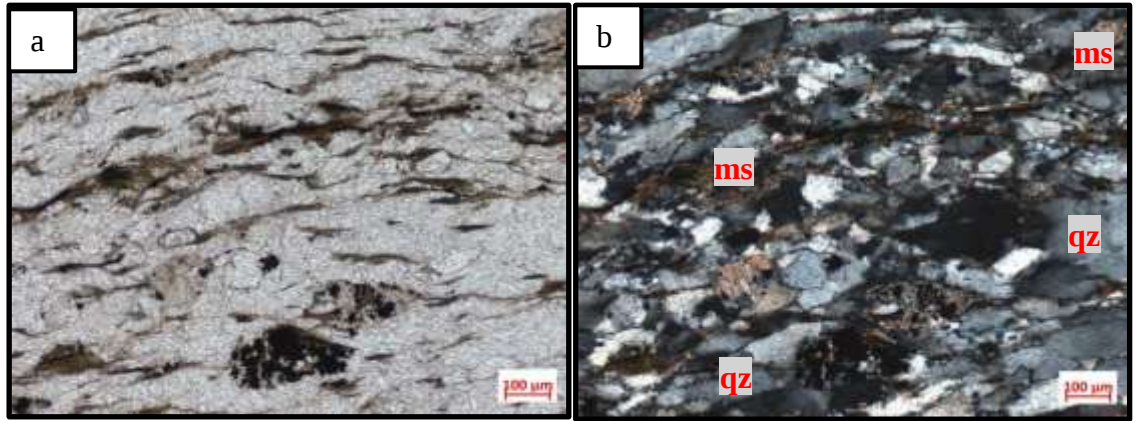
4.1.2 Muskovit şist

Çalışma alanında gözlenen muskovit şistler, bölgesel metamorfizma koşullarında gelişmiş orta dereceli metamorfik kayalardır. Arazi gözlemlerinde muskovit şistler, çok belirgin şistozite ve foliasyon yapılarına sahip olup, açık gri, gümüşü gri ve yer yer beyazımsı renklerde görülmektedir. Kayalar makroskobik olarak ince-orta taneli yapıda olup, yoğun muskovit içeriği (muskovit bakımından kuvars şist'e göre daha zengindir) nedeniyle parlak bir görünüm sergilemektedir. Muskovit şistler, belirgin mineral dizilimi (muskovit) ve güçlü yönlenme özelliği göstermektedir. Ayrışma etkisiyle yüzeysel kesimlerde sarımsı-kahverengimsi renk tonları gelişmiştir (Şekil 4.7).

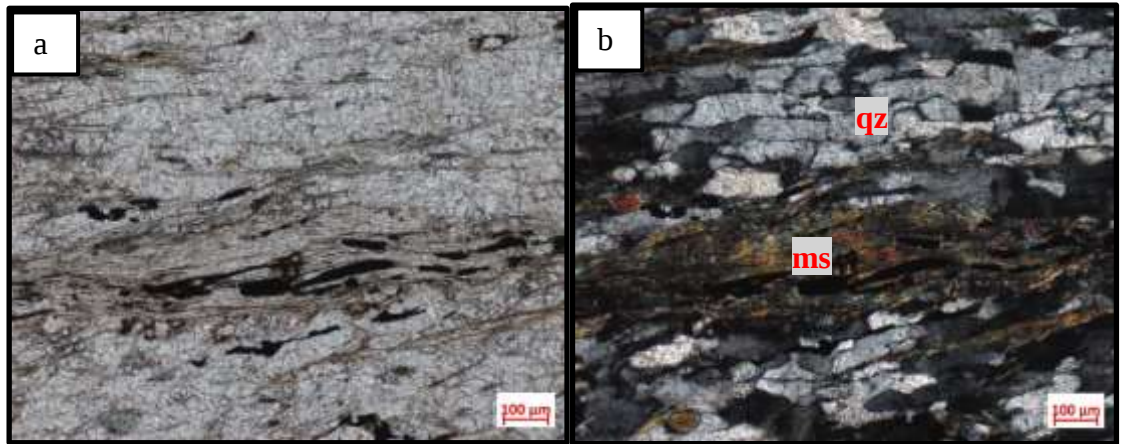


Şekil 4.7 a. Şistozite özelliği gösteren muskovit şistin arazi görüntüsü; b. Muskovit şistin içindeki mika mineralleri (çoğunlukla muskovit, biraz biyotit)

Optik mikroskop incelemeleri sonucunda muskovit şistler, başlıca muskovit, kuvars, az miktarda biyotit bir mineralojik bileşim göstermektedir. Kayaçlar mikroskop altında lepidoblastik doku sergilemektedir. Muskovitler uzun levhamsı-prizmatik kristaller şeklinde olup, dilinim özelliği göstermektedir. Yüksek interferans renklerine sahip olan muskovitler, kayaç içerisinde dizilim sergileyerek şistoz yapının ana belirleyicisi durumundadır. Kuvarslar özşekilsiz-yarı özşekilli kristaller halinde bulunmakta ve belirgin dalgalı sönme özelliği göstermektedir (Şekil 4.8-4.9).



Şekil 4.8 Çalışma alanında gözlenen muskovit şistin (AK01) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars, ms:muskovit)

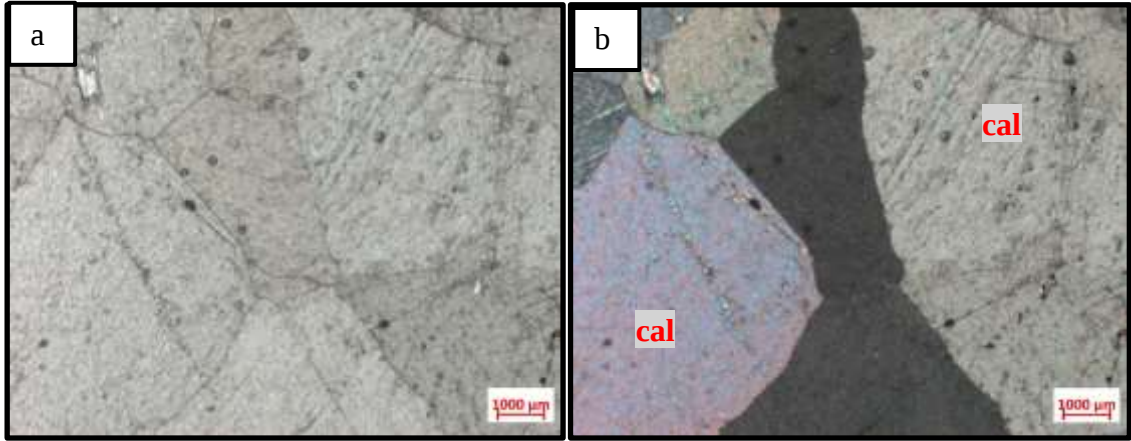


Şekil 4.9 Çalışma alanında gözlenen muskovit şistin (AK11) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars, ms:muskovit)

4.1.3 Mermer

Çalışma alanında gözlenen mermerler, metakarbonat kökenli yüksek dereceli metamorfik kayalardır. Mermerler yayılım itibariyle genel olarak şistlerin arasında yer almaktadır. Çalışma alanındaki mermer kayaları Bozçaldağ Formasyonu'nun bir parçasıdır. Arazi gözlemlerinde mermerler, masif yapılı ve koyu gri, açık gri, beyazımsı gri renklerde görülmektedir.

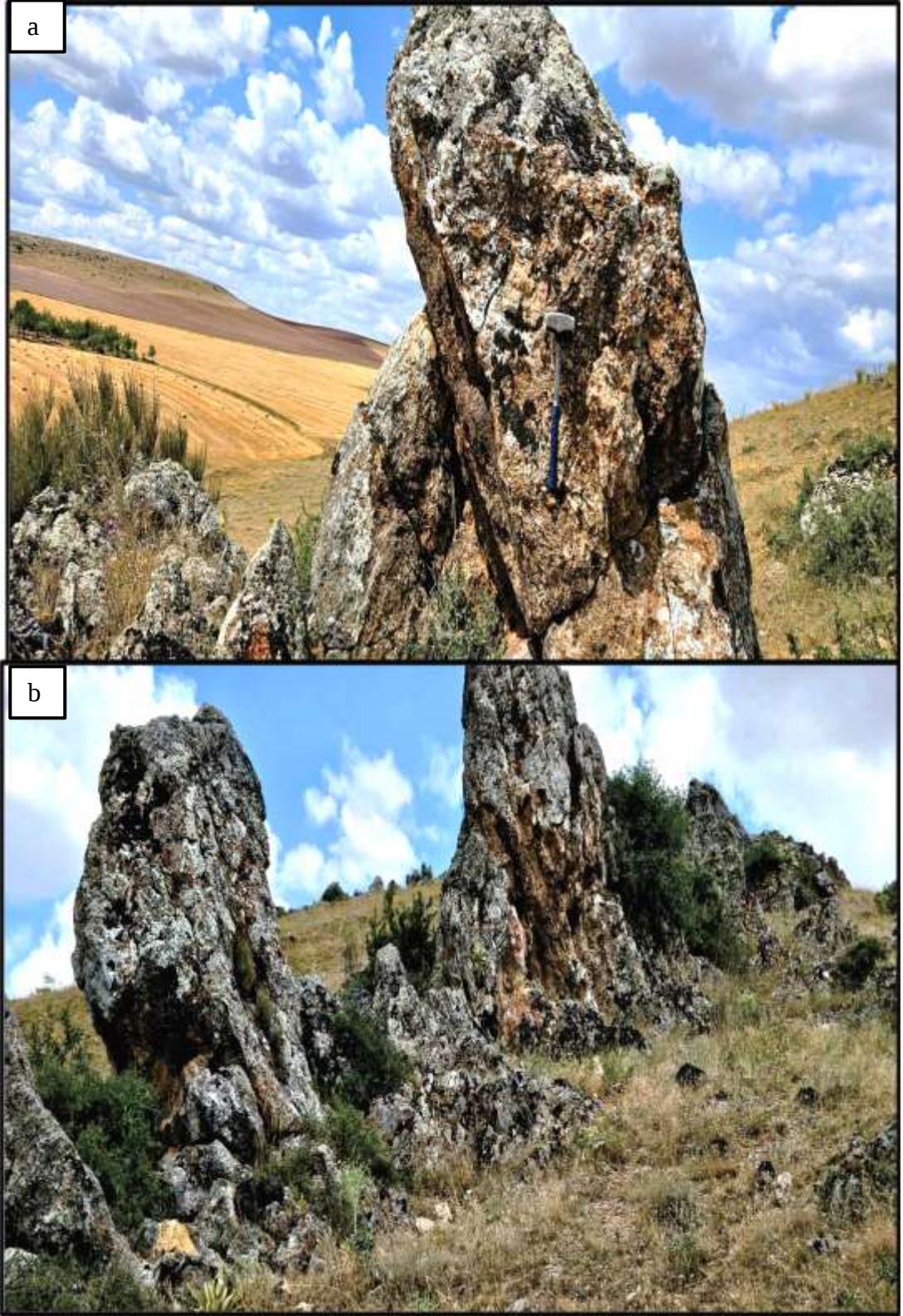
Optik mikroskop incelemeleri sonucunda mermerler, ağırlıklı olarak kalsit ve az miktarda kuvars bir mineralojik bileşim göstermektedir. Mermerler, poligonal dokulu, özşekilsiz kalsit minerallerinden oluşmaktadır. Çift nikolde girişim renkleri ve basınç etkisi sonucu gelişmiş basınç ikizleri gözlenmektedir (Şekil 4.10).



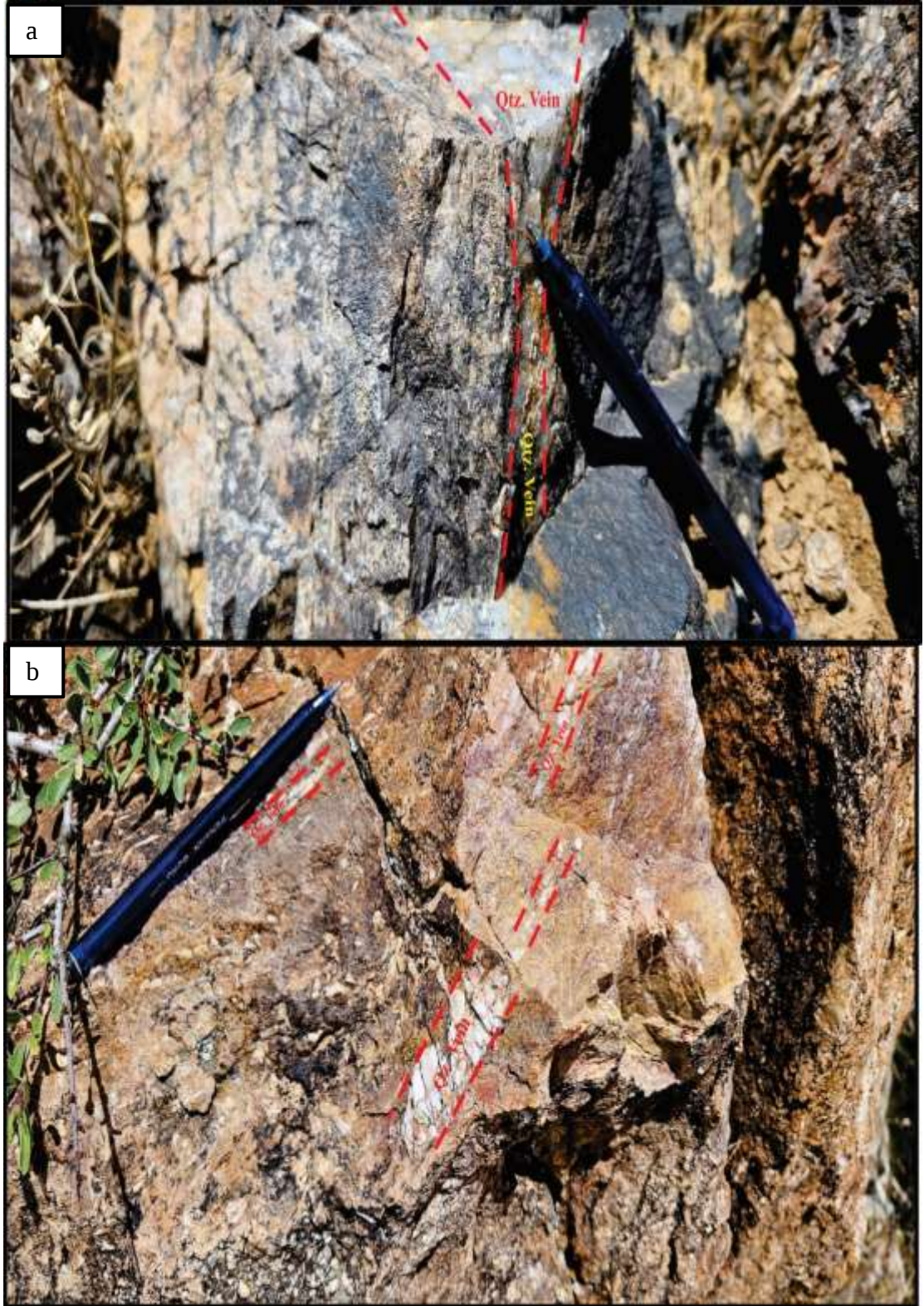
Şekil 4.10 Çalışma alanında gözlenen mermerin (AK13) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, cal: kalsit)

4.1.4 Kuvarsit

Çalışma alanında gözlenen kuvarsitler, metakumtaşı kökenli yüksek dereceli metamorfik kayalardır. Arazi gözlemlerinde kuvarsitler, masif yapılı ve beyazımsı, açık gri, yer yer pembemsi renklerde görülmektedir. Kayalar makroskobik olarak orta taneli yapıda olup, çok sert ve dayanıklı özellik sergilemektedir. Ayrıca, kuvarsitteki damarlar altının varlığına işaret etmektedir. Bu, bölgedeki kuvarsitin madencilik açısından değerlendirilmesine olanak tanımaktadır (Şekil 4.11-4.12).

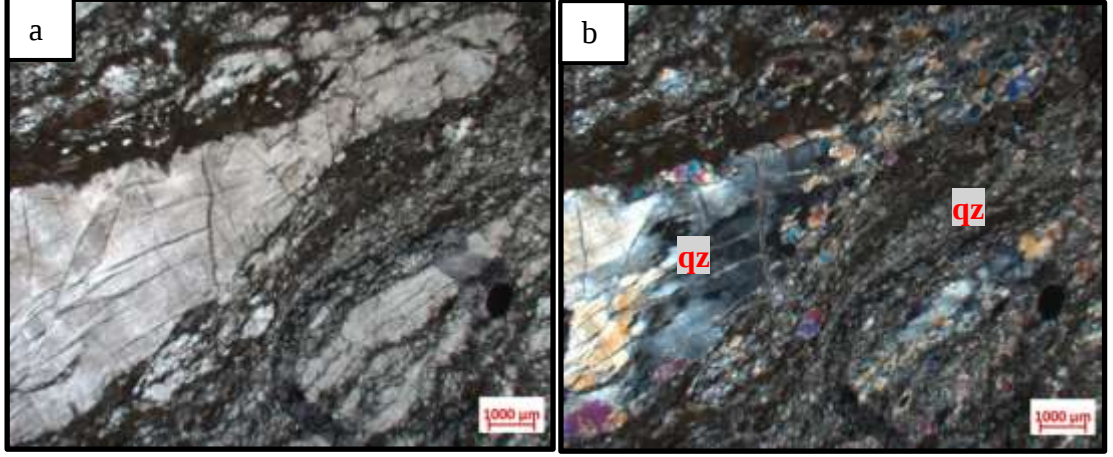


Şekil 4.11. a.b Çalışma alanında kuvarsitlerin arazi görüntüleri

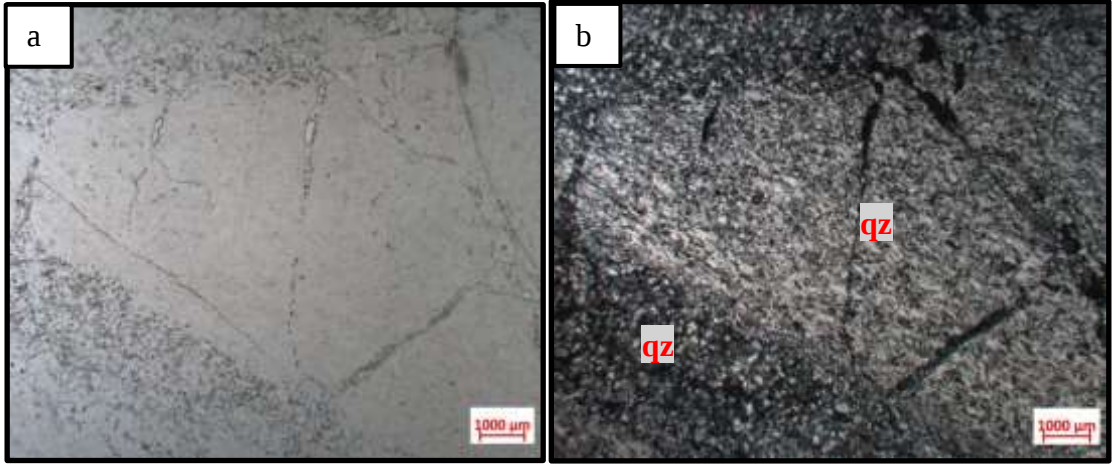


Şekil 4.12.a.b Kuvarsit kayaçlarının içerisinde küçük kuvars damarları

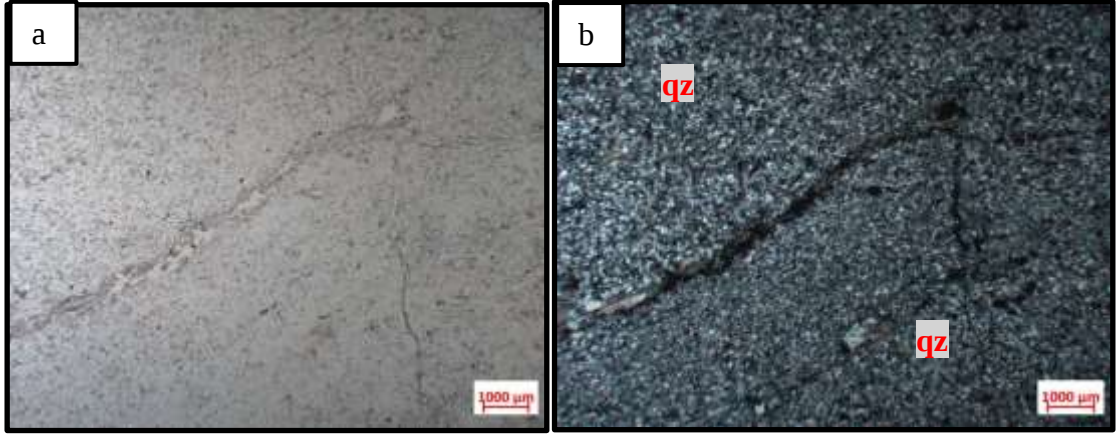
Optik mikroskop incelemeleri sonucunda kuvarsitler, ağırlıklı olarak kuvars bir mineralojik bileşim göstermektedir. Kayaçlar mikroskop altında granoblastik doku sergilemektedir. Kuvars minerallerinde tektonik deformasyona bağlı olarak dalgalı sönme gelişmiştir (Şekil 4.13-4.15).



Şekil 4.13 Çalışma alanında gözlenen kuvarsitin (AK15) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars)



Şekil 4.14 Çalışma alanında gözlenen kuvarsitin (AK16) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars)

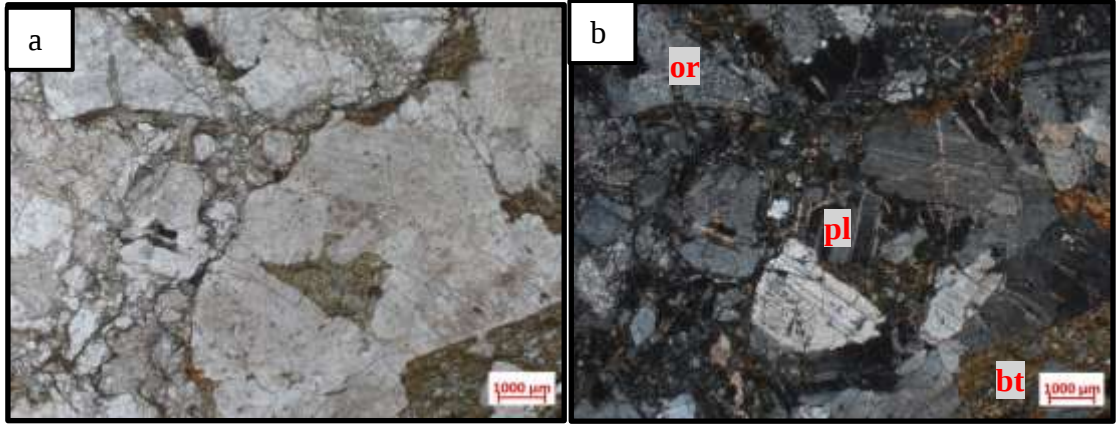


Şekil 4.15 Çalışma alanında gözlenen kuvarsitin (AK17) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars)

4.1.5 Siyenit

Çalışma alanında yayılım gösteren siyenitler, plütonik kökenli felsik magmatik kayalardır. Siyenit, çalışma alanının kuzey üst kısmında bulunmaktadır. Arazi gözlemlerinde siyenitler, masif yapılı ve koyu gri, gri renklerde görülmektedir. Kayalar makroskobik olarak orta-iri taneli yapıda olup, alterasyon etkisiyle bazı kesimlerde killeşme gözlenmektedir.

Siyenitler, holokristalin taneseli dokuda olup ana bileşen olarak bol miktarda ortoklaz, plajiyoklaz, biyotit, kalsit ve opak minerallerden oluşmaktadır. Kayada gözlenen ortoklaz mineralleri orta taneli, özşekilsiz yapıdadır. Gözlenen plajiyoklaz mineralleri polisentetik ikizlenmesi ile tipiktir. Biyotit mineralleri kahverengi pleokroyizmaya sahiptir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 Siyenitte (AK32) gözlenen holokristalin taneseli doku ve minerallerin mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, or: ortoklaz, pl: plajiyoklaz, bt: biyotit)

4.1.6 Kızılırmak Formasyonu

Orta Anadolu'da olduğu gibi Kızılırmak Formasyonu da çalışma alanının büyük bir bölümünü kaplamaktadır. Kırmızı-kahverengi rengi, katmanlardan yoksun olması ve önceki katmanlarla uyumsuz olması ile karakterizedir. Bu formasyon konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşıdan oluşmaktadır (Şekil 4.17).

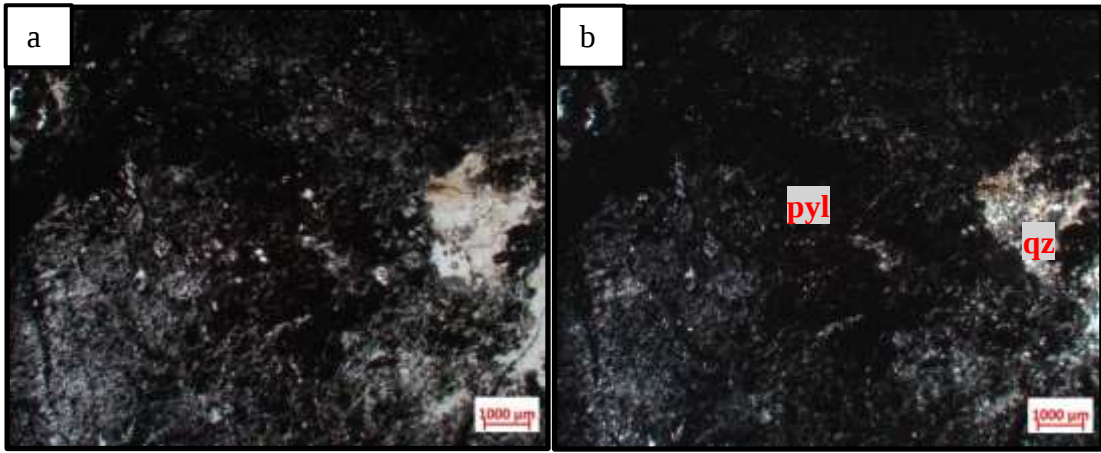


Şekil 4.17 Çalışma alanındaki genç örtü Kızılırmak Formasyonunun arazi görüntüsü

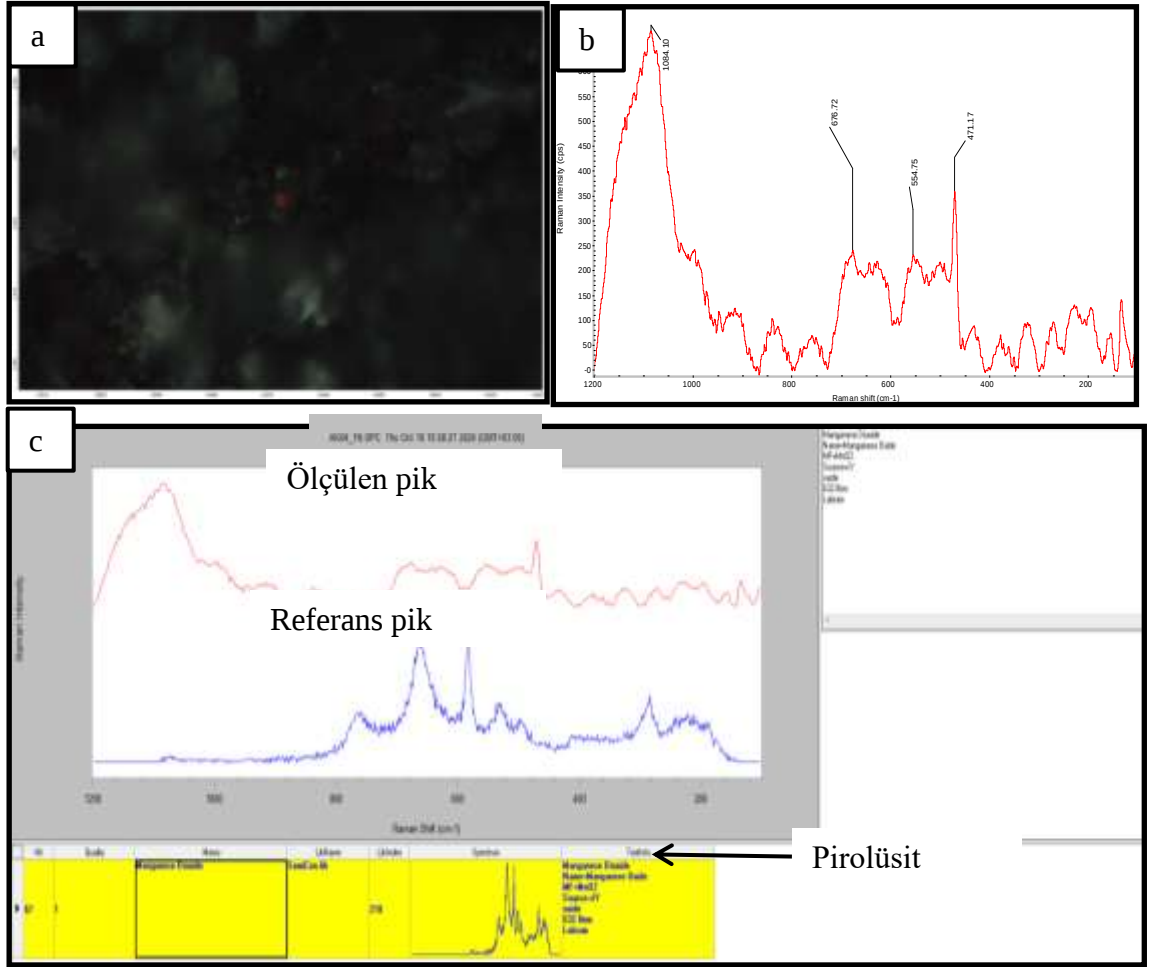
Çalışma alanında tanımlanan ana jeolojik birimler bölgenin temel litolojik özelliklerini yansıtmakla birlikte, sınırlı alanlarda daha az miktarda gözlenen ikincil nitelikli kayaç toplulukları da yer almaktadır. Bunlar aşağıdaki gibidir:

Mn içerikli kayaçlar : Çalışma alanında gözlenen Mn içerikli kayaçlar, OAKK'nın metamorfik birimleri (istler) içerisinde yer almaktadır. Bu kayaçlar sahada genellikle koyu gri, siyahımsı gri ve kahverengimsi tonlarda yüzeylenmektedir. Sahadaki makroskobik gözlemler Mn mineralleri açısından zengin seviyelerin mercek ve bantlar halinde geliştiğini ortaya koymaktadır.

Petrografik incelemelerde Mn içerikli kayaçlar Mn oksit mineralleri (pirolüsit) ve kuvarstan oluşmaktadır. Mn mineralleri ise mikroskop altında opak görünümleriyle dikkat çekmekte ve kayaç içerisinde mercek ve breşik doku göstermektedir (Şekil 4.18). Mn oksit minerali Raman yöntemi ile tespit edilmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.18 Çalışma alanında gözlenen Mn içerikli kayacın (AK10) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, pyl: pirolüsit, qz: kuvars)



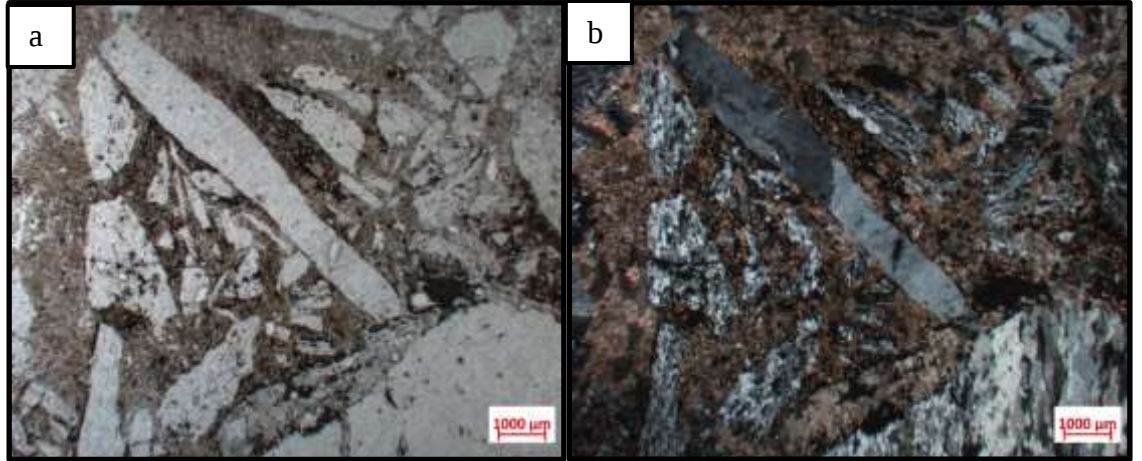
Şekil 4.19 Mn içerikli kayacın Raman spektroskopik özellikleri (AK 10), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması

Fay breşi: Çalışma alanında Kırşehir, Sevdğin köyü çevresinde tektonik hatlar boyunca gözlenen fay breşleri, kırılma deformasyon süreçleri sonucunda oluşmuş tektonik kayalardır. Arazi gözlemlerinde fay breşleri, kötü boyanmalı ve heterojen yapıda olup, koyu gri, kırmızımsı kahverengi, sarımsı kahverengi renklerde görülmektedir. Kayalar makroskobik olarak çok değişken tane boyutlarında angular-subangular kayaç parçacıkları içermekte olup, breşik doku sergilemektedir. Fay breşleri, matriks destekli yapıda olup, kayaç fragmanları arasında ince taneli matriks malzemesi bulunmaktadır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20 Çalışma alanında gözlenen fay breşin el örneği

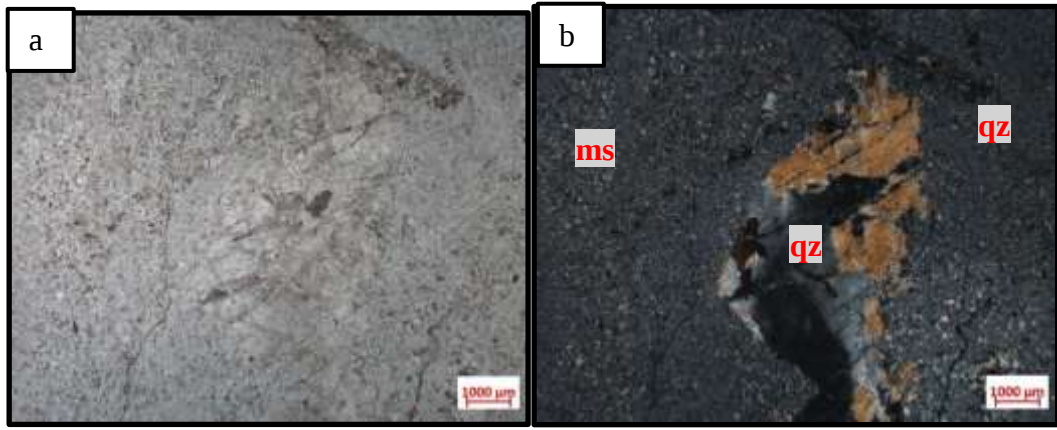
Litolojik olarak, fay breşi kuvarsit, kuvars şisti ve muskovit şisti gibi çeşitli kayaç parçalarından oluşmaktadır. Ayrıca az miktarda karbonat mineralleri (kalsit) de bulunmaktadır (Şekil 4.21).



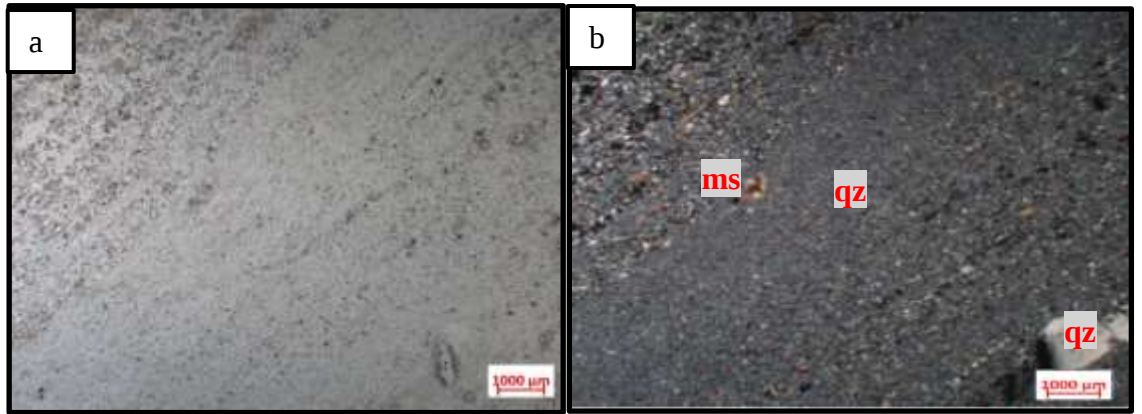
Şekil 4.21 Çalışma alanında gözlenen fay breşin (AK05) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol)

Milonitik şist: Çalışma alanında gözlenen milonitik şistler, tektonik deformasyon süreçleri sonucunda oluşmuş metamorfik kayalardır. Arazi gözlemlerinde milonitik şistler, koyu gri, gümüşü gri ve yer yer yeşilimsi gri renklerde görülmektedir. Söz konusu kayalar, faylanma zonu ile doğrudan ilişkili olarak gelişim göstermektedir.

Optik mikroskop incelemeleri sonucunda milonitik şistler, başlıca kuvars ve mika mineralleri (genel olarak muskovit) bir mineralojik bileşim göstermektedir. Kayalar mikroskop altında milonitik doku sergilemektedir (Şekil 4.22-4.23)



Şekil 4.22 Çalışma alanında gözlenen milonitik şistin (AK24) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars, ms:muskovit)



Şekil 4.23 Çalışma alanında gözlenen milonitik şistin (AK20) mikrofotografı (a: paralel nikol, b: çapraz nikol, qz: kuvars, ms:muskovit)

5. TÜM KAYAÇ JEOKİMYASI

Çalışma alanından sistematik olarak toplanan kayaç örneklerinin detaylı mineralojik-petrografik karakterizasyonu tamamlandıktan sonra, kayaçların jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla kapsamlı analitik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, her bir litolojik birimi temsil edecek şekilde alterasyon etkisinden mümkün olduğu kadar az etkilenmiş, taze ve karakteristik özellikler gösteren kayaç örnekleri seçilerek tüm kayaç jeokimyasal analizleri yürütülmüştür. Seçilen temsili kayaç örneklerinden tüm kayaç ana oksit (major oksit) ve iz element (trace element) analizleri gerçekleştirilmiştir.

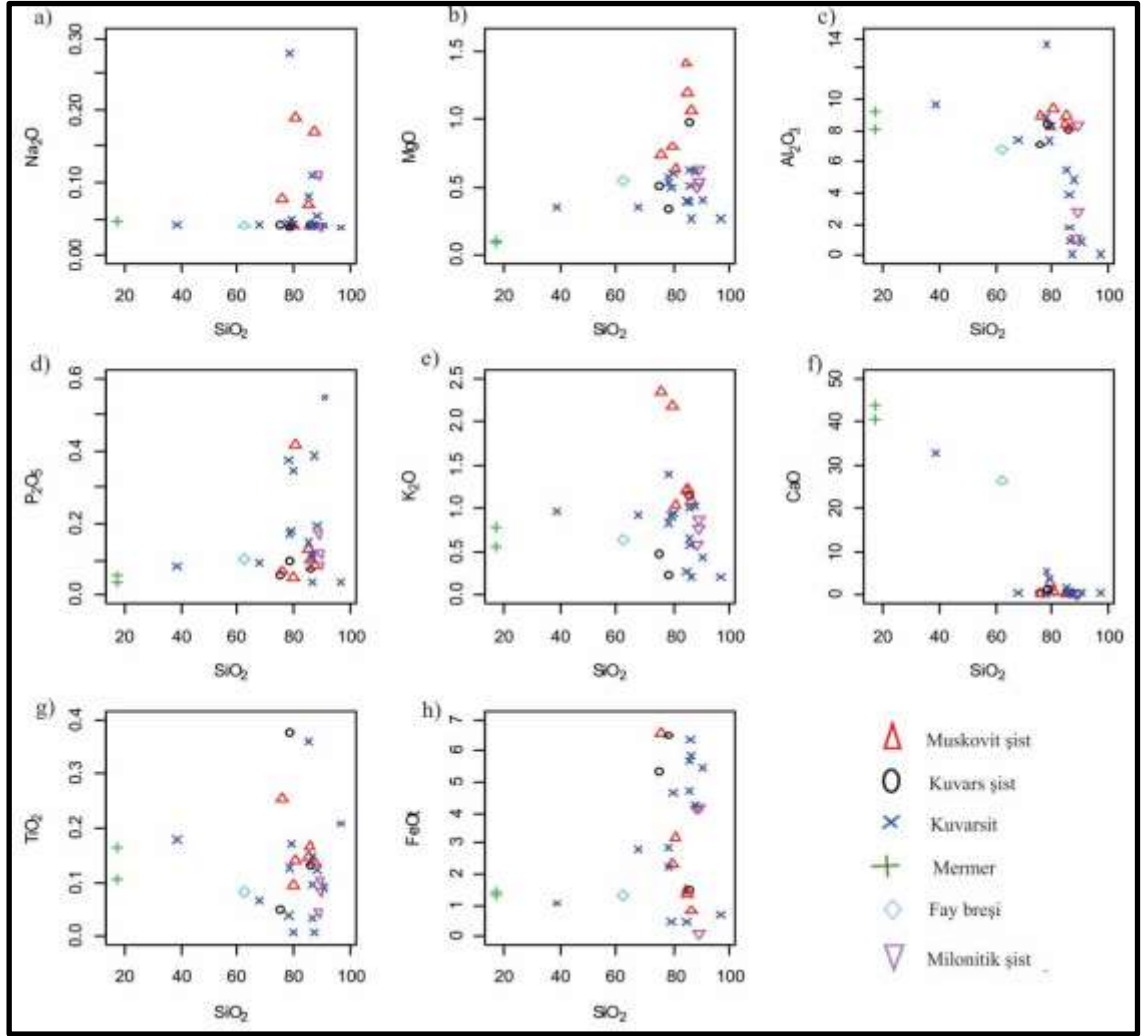
Elde edilen jeokimyasal analiz sonuçları, kayaçların petrogenetik kökenlerinin belirlenmesi, magmatik süreçlerin karakterizasyonu ve tektonik ortam koşullarının değerlendirilmesi amacıyla çeşitli jeokimyasal sınıflandırma diyagramlarında işlenerek değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım, çalışma alanındaki kayaçların jeokimyasal özelliklerinin kapsamlı bir şekilde ortaya konulmasını sağlamıştır.

5.1 Ana Element Jeokimyası

İnceleme alanındaki kayaç gruplarının ana element oksit değerlerinin dağılım aralıkları ve ortalama değerleri aşağıda verilmiştir (Ek 2 ve Şekil 5.1). Bu sonuçlara göre;

Kuvars şistin Na₂O içeriği %0.043-0.037 arasında değişirken, SiO₂ %86.91-75.02, MgO %0.975-0.339, Fe₂O₃ %7.23-1.701, TiO₂ %0.379-0.048, Al₂O₃ içeriği %8.493-7.154, CaO %1.423-0.493, K₂O %1.156-0.222, P₂O₅ %0.099-0.056 ve MnO %9.586-0.0164 arasında değişmektedir.

Muskovit şistin Na₂O içeriği %0.19-0.039 arasında değişirken, SiO₂ %85.84-75.58, MgO %1.406-0.626, Fe₂O₃ %7.17-1.531, TiO₂ %0.256-0.094, Al₂O₃ içeriği %9.403-8.262, CaO %2.892-0.327, K₂O %2.367-1.047, P₂O₅ %0.415-0.049 ve MnO %1.146-0.012 arasında değişmektedir.



Şekil 5.1 Çalışma alanındaki kayaçların SiO_2 'ye karşı ana element oksit değişim diyagramları, a: SiO_2 vs Na_2O , b: SiO_2 vs MgO , c: SiO_2 vs Al_2O_3 , d: SiO_2 vs P_2O_5 , e: SiO_2 vs K_2O , f: SiO_2 vs CaO , g: SiO_2 vs TiO_2 , h: SiO_2 vs Fe_2O_3

Mermerin Na_2O içeriği %0.048-0.046 arasında değişirken, SiO_2 %17.14-17.10, MgO %0.093-0.085, Fe_2O_3 %1.639-1.492, TiO_2 %0.162-0.107, Al_2O_3 içeriği %9.249-8.164, CaO %43.67-4.47, K_2O %0.780-0.560, P_2O_5 %0.052-0.035 ve MnO %0.195-0.194 arasında değişmektedir.

Milonitik şistin Na_2O içeriği %0.11-0.038 arasında değişirken, SiO_2 %89.39-88.74, MgO %0.629-0.499, Fe_2O_3 %4.612-0.101, TiO_2 %0.102-0.049, Al_2O_3 içeriği %8.337-0.993, CaO %0.388-0.311, K_2O %0.864-0.60, P_2O_5 %0.173-0.084 ve MnO %0.0076-0.0039 arasında değişmektedir.

Fay breşinin Na₂O içeriği %0.041 iken, SiO₂ %62.38, MgO %0.54, Fe₂O₃ %1.477, TiO₂ %0.084, Al₂O₃ içeriği %6.657, CaO %26.49, K₂O %0.645, P₂O₅ %0.103 ve MnO %449'dur.

Kuvarstin Na₂O içeriği %0.28-0.037 arasında değişirken, SiO₂ %97.02-79.23, MgO %0.617-0.27, Fe₂O₃ %7.04-0.731, TiO₂ %13.585-0.009, Al₂O₃ içeriği %0.358-0.006, CaO %5.46-0.310, K₂O %1.403-0.199, P₂O₅ %0.547-0.034 ve MnO %1.187-0.004 arasında değişmektedir.

Genel olarak, MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂, CaO ve P₂O₅ içerikleri, SiO₂ ile karşılaştırıldığında genel olarak negatif bir ilişki sergilemektedir. Buna karşılık, bazı örneklerde K₂O ve Al₂O₃ değerlerinde artış eğilimi gözlenmiş olup, bu durum kayaçların mineralojik evrim sürecinde kuvars katkısının artışı yansıtmaktadır. Bu eğilim, ilerleyen silisleşme süreçleriyle birlikte söz konusu elementlerin göreceli olarak azalmasına işaret etmektedir. Özellikle mermer örnekleri, düşük SiO₂ ve yüksek CaO içerikleriyle diğer litolojik birimlerden belirgin şekilde ayrılmaktadır.

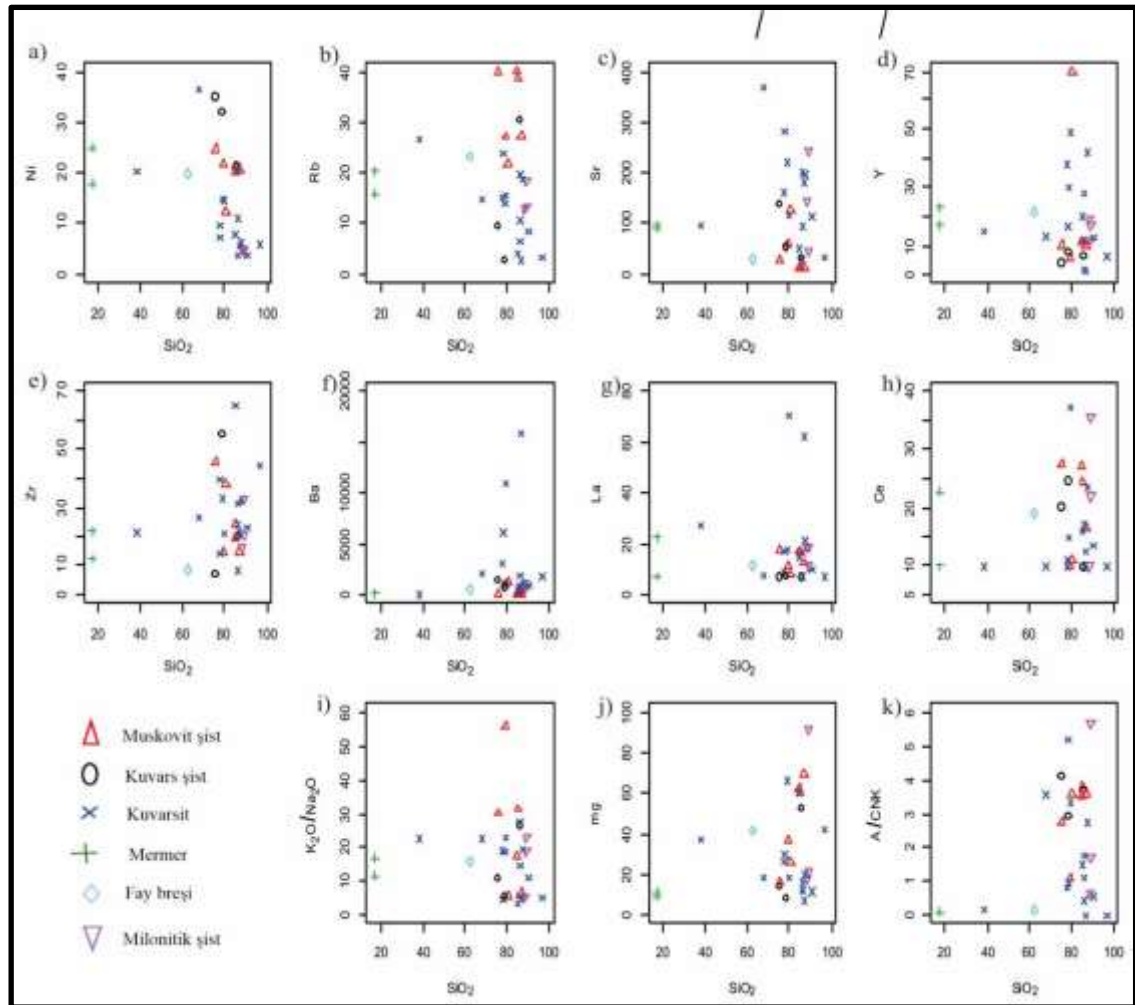
5.2 İz Element Jeokimyası

İnceleme alanındaki kayaç gruplarının iz element değerlerinin dağılım aralıkları ve ortalama değerleri aşağıda verilmiştir (Ek 2 ve Şekil 5.2).

İz elementlerin jeokimyasal analiz sonuçları Ek 2 ve Şekil 5.2'de verilmiştir. Bu elementlerin kayaç içerisindeki davranışları, %SiO₂'ye karşı değişim diyagramları üzerinden değerlendirilmiştir. Değişim diyagramlarındaki genel eğilimler incelendiğinde, kuvarsit birimleri yüksek SiO₂ içerikleriyle birlikte Zr, Ba, Sr, Y ve Rb bakımından zenginleşme gösterirken, Ce ve Ni içerikleri açısından görece fakirdir. Muskovit şistler ise özellikle Rb ve Ce değerlerince zenginleşme eğilimi sergilirken, Y, La ve Ba içerikleri açısından görece fakirdir. Kuvars şistler, yüksek SiO₂ içeriklerine rağmen düşük Sr, La, Y ve Ba değerleri ile diğer birimlerden ayrılmaktadır.

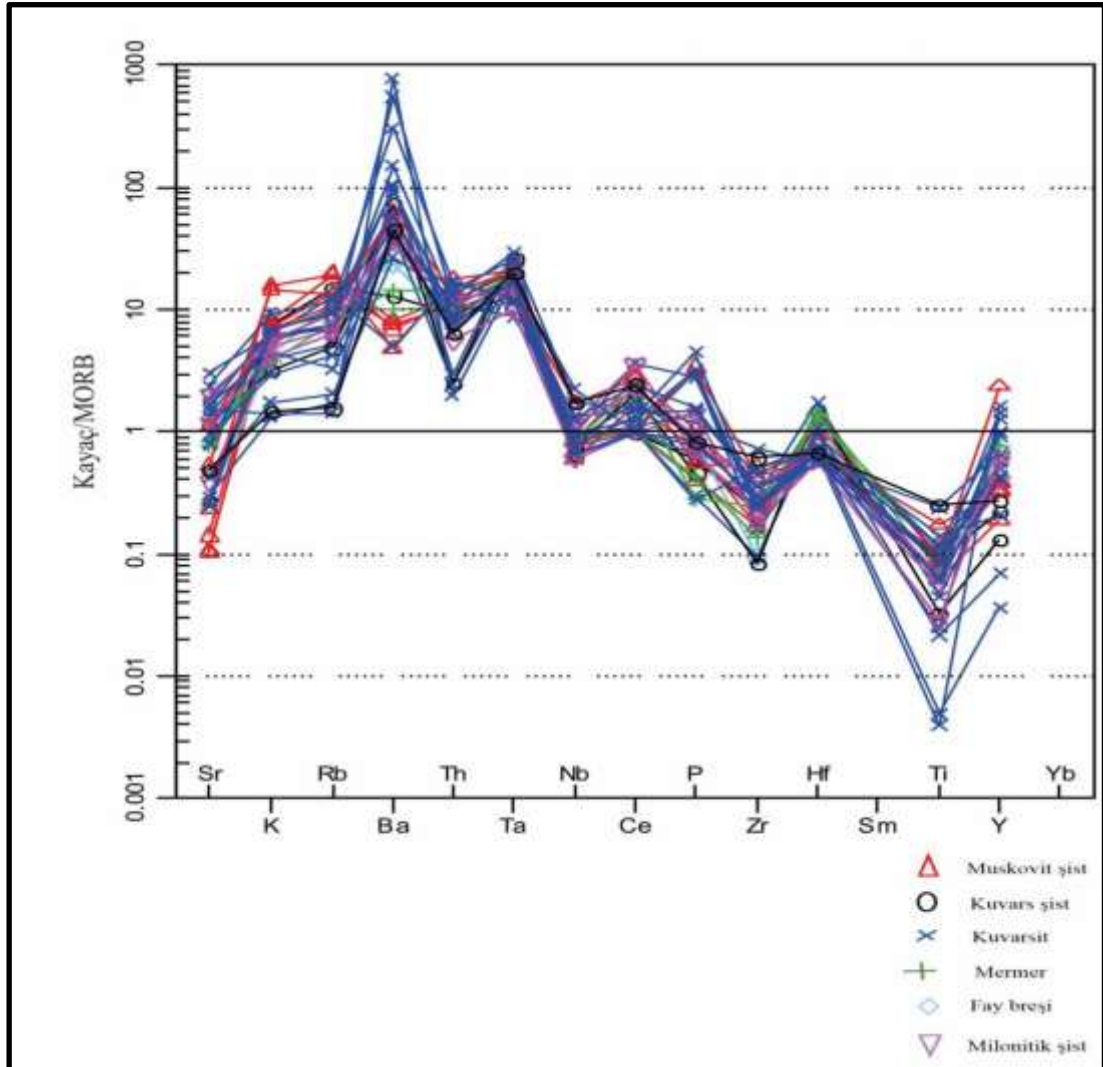
Mermer örnekleri, düşük SiO_2 içerikleriyle uyumlu olarak görece yüksek Ni, Rb ve Sr değerleri göstermekte, ancak Zr, Rb ve Y gibi elementler açısından fakirdir. Bu durum, mermerin karbonat kökenli mineralojik bileşimiyle doğrudan ilişkilidir.

Milonitik şistlerde özellikle Sr ve Ce değerlerinde belirgin bir artış gözlenmekte olup, bu durum metamorfik süreçler sırasında nadir toprak elementlerinin (NTE) yeniden dağılımına bağlanabilir. Fay breşleri ise değişken element dağılımları ile dikkat çekmekte; özellikle Rb ve Ni değerlerinde kısmi zenginleşmeler sergilemekte, ancak Zr, Ba, La ve Sr gibi elementler açısından fakirleşmektedir.



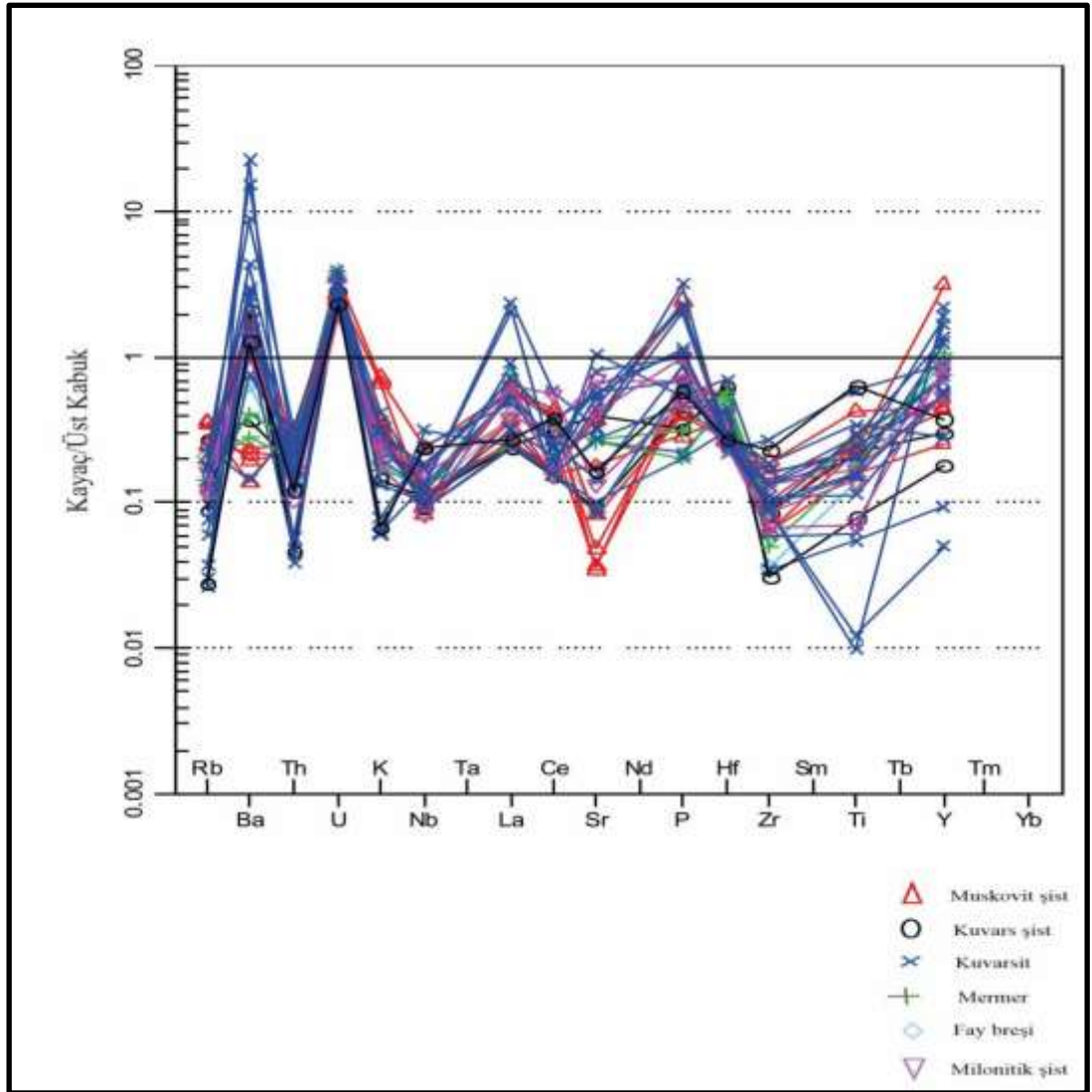
Şekil 5.2 Çalışma alanındaki kayaçların SiO_2 'ye karşı iz ve bazı elementler değişim diyagramları, a: SiO_2 vs Ni, b: SiO_2 vs Rb, c: SiO_2 vs Sr, d: SiO_2 vs Y, e: SiO_2 vs Zr, f: SiO_2 vs Ba, g: SiO_2 vs La, h: SiO_2 vs Ce, i: SiO_2 vs $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$, j: SiO_2 vs mg, k: SiO_2 vs A/CNK

MORB normalleştirilmiş diyagramda, örneklerin çoğunluğu tipik kıtasal kabuk karakteristiği göstermektedir. Özellikle büyük iyon yarıçaplı elementlerde (Rb, Ba, K, Sr) belirgin zenginleşme, yüksek alan gücü elementlerinde (Nb, Ta, Ti) ise karakteristik negatif anomaliler gözlenmektedir. Bu desenler, subdüksiyon ile ilişkili magmatik süreçlerin ve/veya kıtasal kabuk kontaminasyonunun göstergesidir. Muskovit şistler özellikle K, Rb ve Ba'da güçlü zenginleşme sergilemekte, bu durum sedimanter protolitlerden türemiş metamorfik kaya karakterini doğrulamaktadır. Mermer örnekleri ise özellikle Sr'da belirgin pozitif anomali göstermekte, bu da karbonatlı protolitin kalıntısını yansıtmaktadır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 Çalışma alanındaki kayaçların eser element içeriklerinin MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element değişim diyagramı dağılımları (Pearce 1983)

Üst kabuk normalleştirilmiş diyagramda, örneklerin genel olarak üst kabuk kompozisyonuna yakın değerler sergilediği görülmektedir. Bu durum, kayaların üst kıtasal kabuk ortamında oluştuğunu veya bu ortamdan türediğini söylemek daha kabul görebilir. Trace element desenlerindeki düzgün patternler, belirgin fraksiyonasyon süreçlerinin olmadığını ve kayaların genel kıtasal karakterini koruduklarını işaret etmektedir. Ancak bazı örneklerde gözlenen değişkenlikler, lokal ölçekli metasomatik süreçlerin etkisini yansıtmaktadır (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 Çalışma alanındaki kayaların eser element içeriklerinin çoklu element değişim diyagramında üst kabuğa göre normalize edilmiş dağılımları (Üst kabuk değerleri: Taylor ve McLennan 1985).

6. ALTIN İÇERİĞİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

6.1 Raman Spektroskopisi

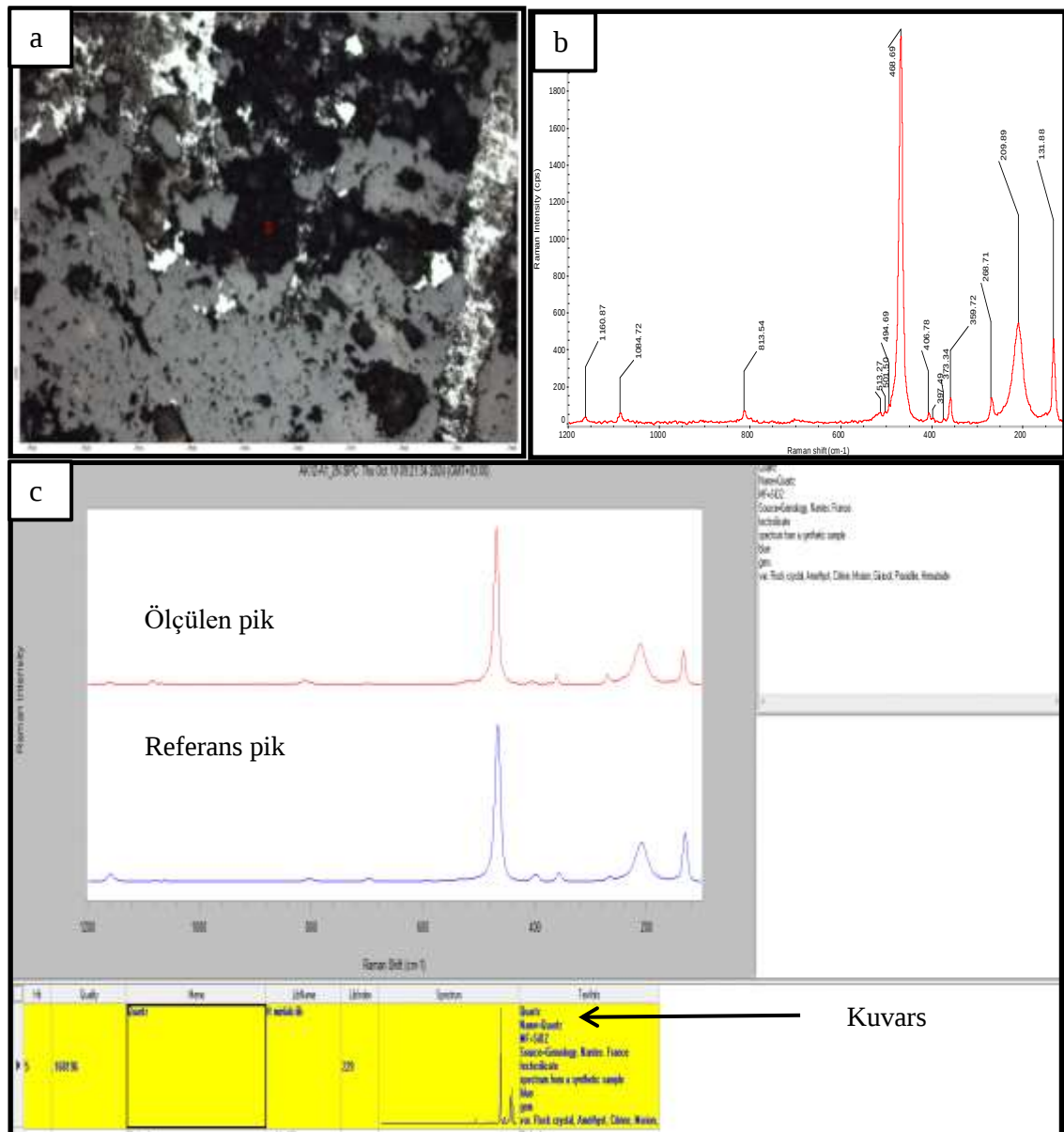
Raman spektroskopisi, malzemelerin kimyasal ve yapısal özelliklerini tahribatsız bir şekilde incelemek için güçlü bir analitik araç haline gelmiştir. SiO₂ kafesindeki değişikliklere ve eser elementlerin veya kusurların varlığına karşı duyarlılığı nedeniyle, bu yöntem özellikle kuvarsı analiz etmek için çok uygundur. Araştırmacılar, kuvarsın Raman spektrumlarını inceleyerek kristalin evrimleştiği koşullar, mevcut safsızlık türleri ve altın birikimine yol açan mekanizmalar hakkında daha fazla bilgi edinebilmektedirler. Raman spektroskopisindeki yerinde analiz ve yüksek çözünürlüklü haritalama gibi yeni gelişmeler, onu altın içeren kuvarsı incelemek için daha da kullanışlı hale getirmiştir (Frezzotti vd. 2012).

Bu tez, altın içeren kuvarsın Raman özelliklerini analitik bir bakış açısıyla inceleyerek, alandaki son gelişmeleri ve bunların altın cevherleşme süreçlerinin anlaşılmasındaki etkilerini vurgulamaktadır. Yüksek çözünürlüklü Raman, yerinde analiz ve birleştirilmiş Raman, XRF ve EPMA çalışmalarından elde edilen bulguları bir araya getirerek, mevcut bilgi durumuna dair kapsamlı bir genel bakış sunmak amaçlanmaktadır. Altın içeren kuvarsın Raman spektroskopisi kullanılarak incelenmesi, cevher oluşum süreçlerine dair anlayışımızı geliştirmenin yanı sıra potansiyel altın hedeflerini belirlemek için hızlı ve tahribatsız bir yöntem de sunmaktadır. Altın talebi, teknoloji, mücevher ve yatırım alanlarındaki kullanımıyla artmaya devam ettikçe, Raman spektroskopisi gibi gelişmiş analitik tekniklerin geliştirilmesi, altın arama ve çıkarma işlemlerinin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırmak için hayati önem taşımaktadır.

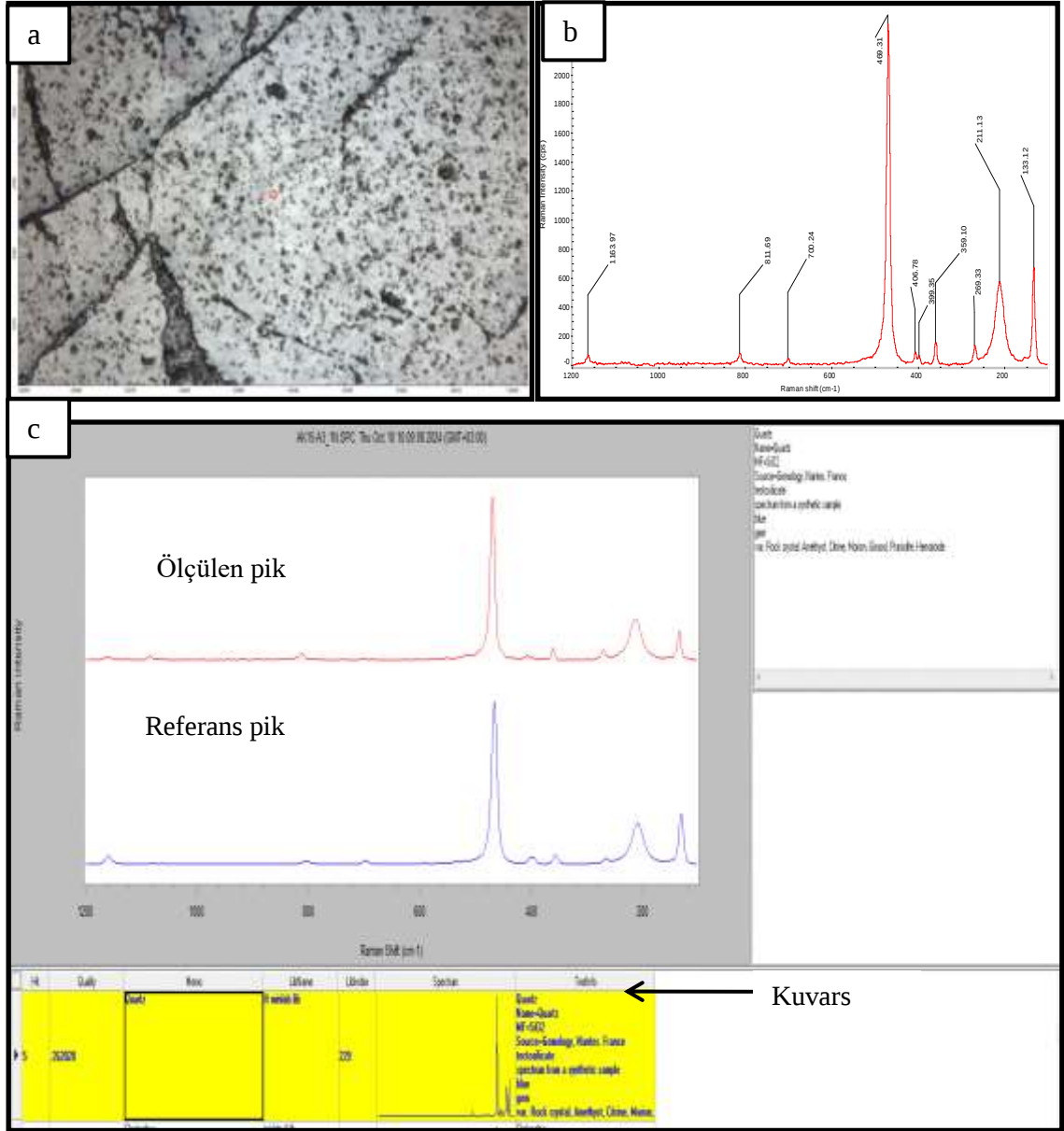
6.1.1 Raman analizi sonuçları

Çalışma kapsamında, Kırşehir bölgesinde yer alan orojenik altın içerikli kayalardan sistematik olarak seçilen toplam 18 örnek üzerinde Raman spektroskopisi analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 6.1-6.10). Bu analizlerin temel amacı, altın cevherleşmesi ile

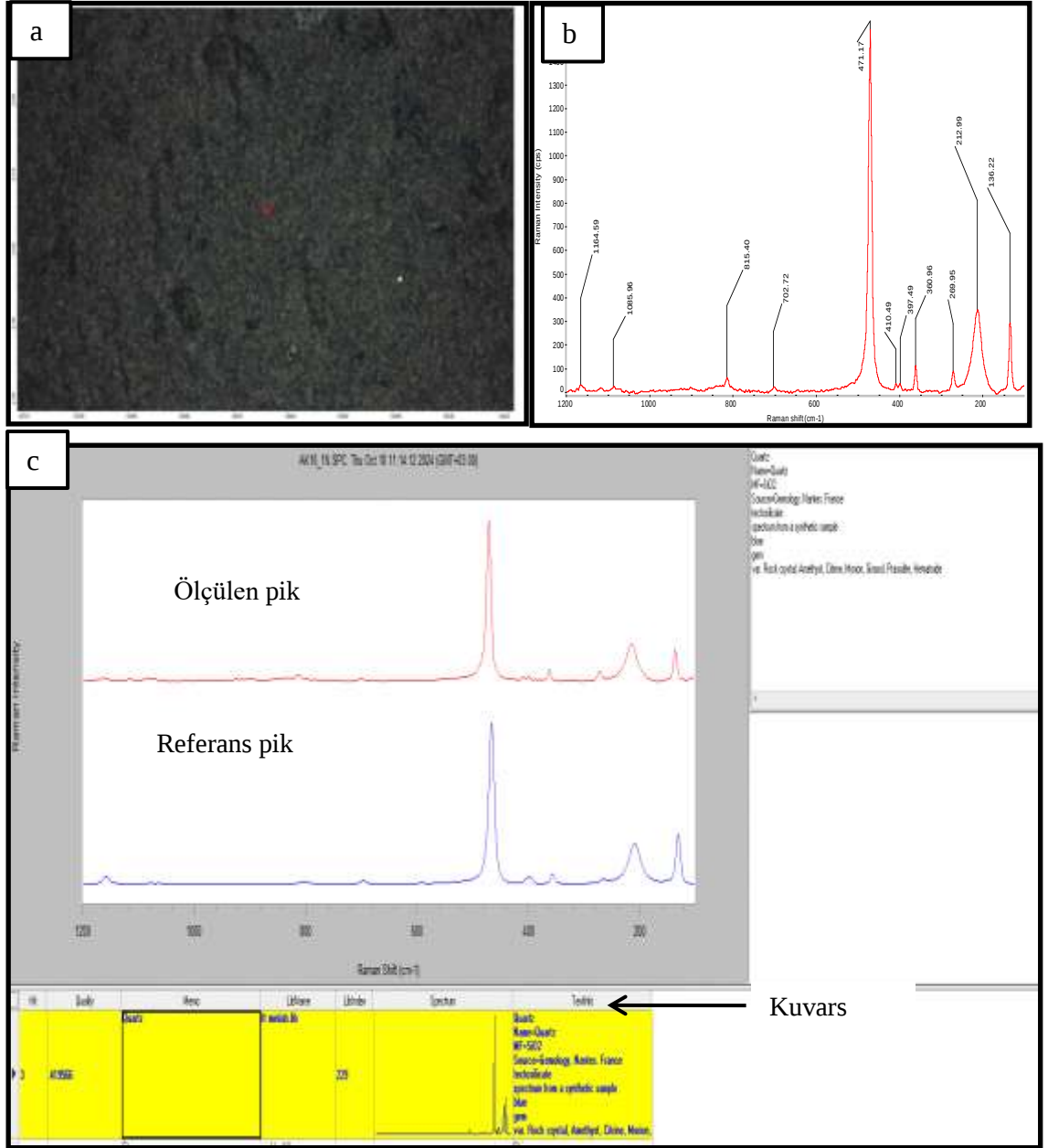
ilişkili kuvars spektral özellikleri ve pikleri incelenmektedir. Ayrıca, Raman spektroskopisi sayesinde mineral tanımlamalarının yanı sıra, mineral yapılarına ait kristalografik düzen bozuklukları ve hidrotermal alterasyon süreçlerinin izleri de değerlendirilebilmektedir.



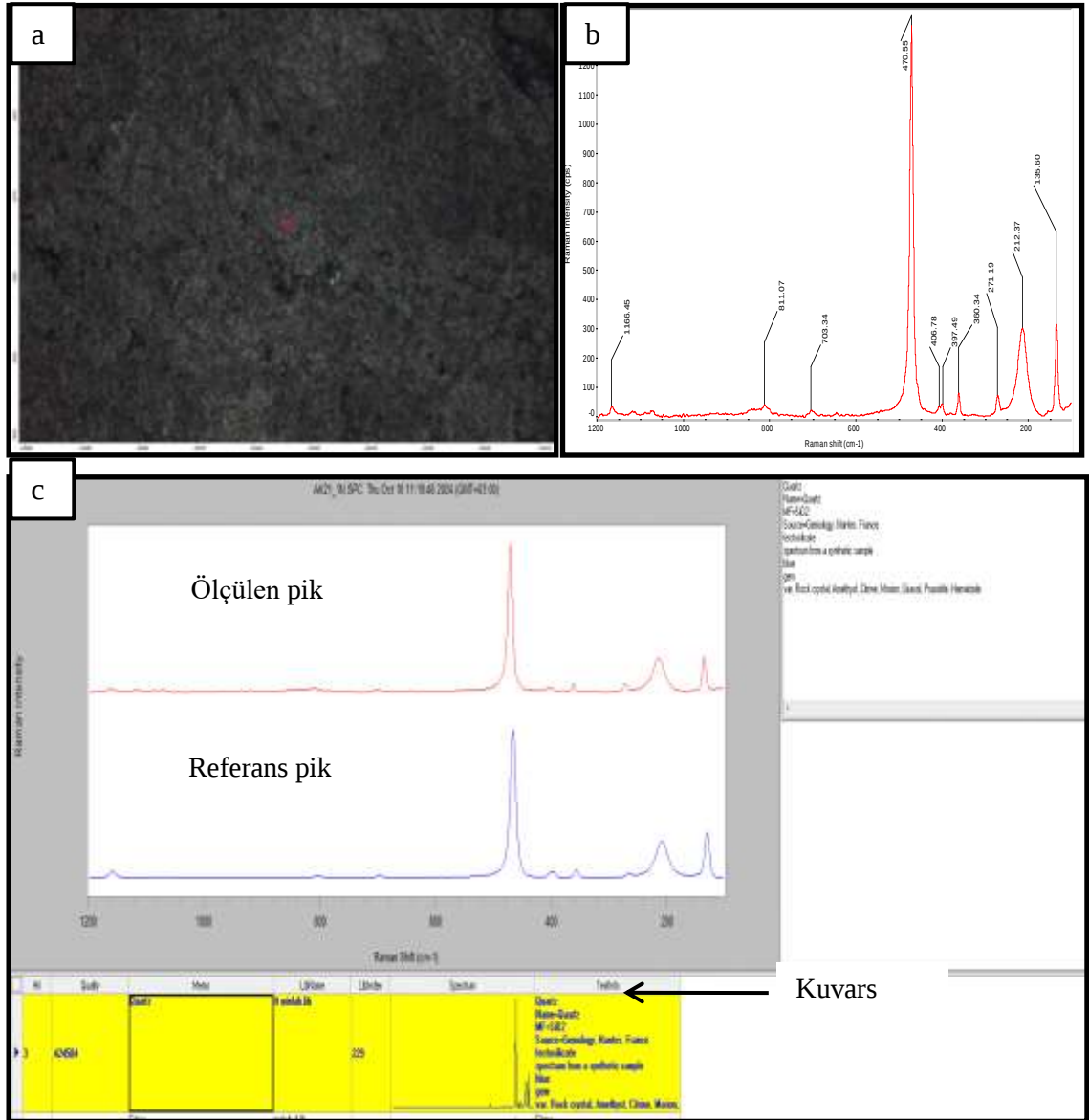
Şekil 6.1 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 12),
a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen
piklerin karşılaştırması



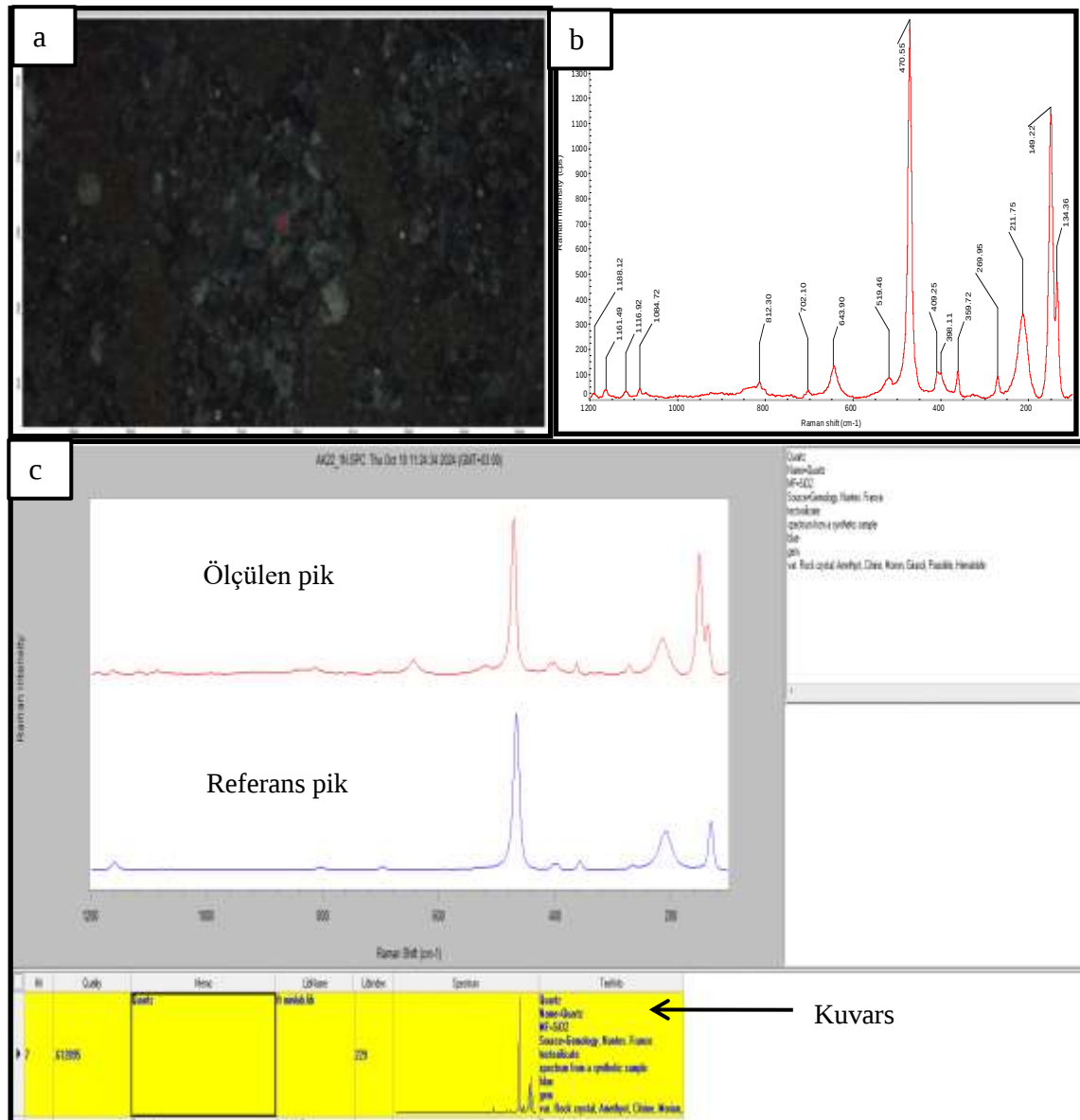
Şekil 6.2 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 15), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması



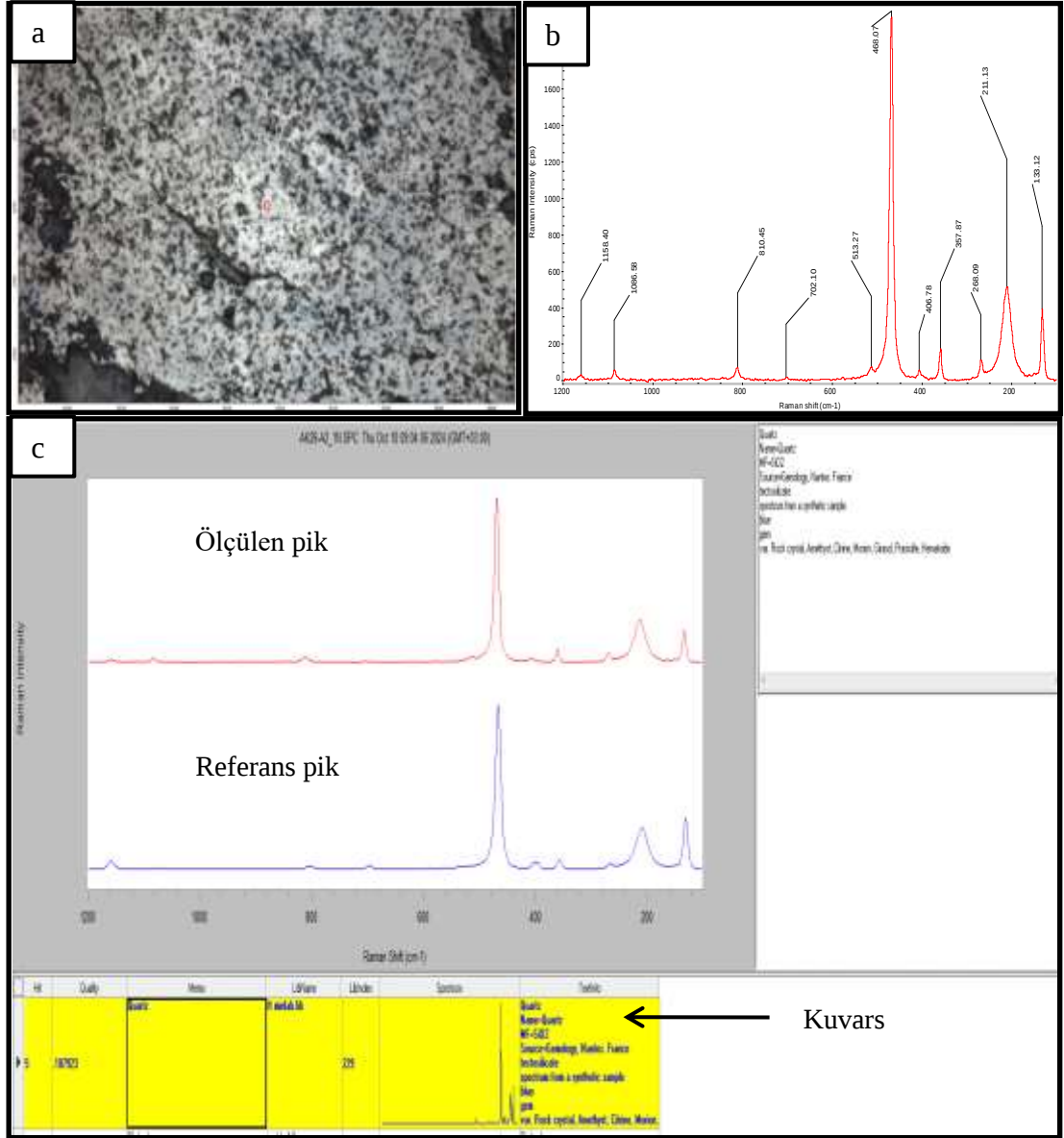
Şekil 6.3 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 16), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması



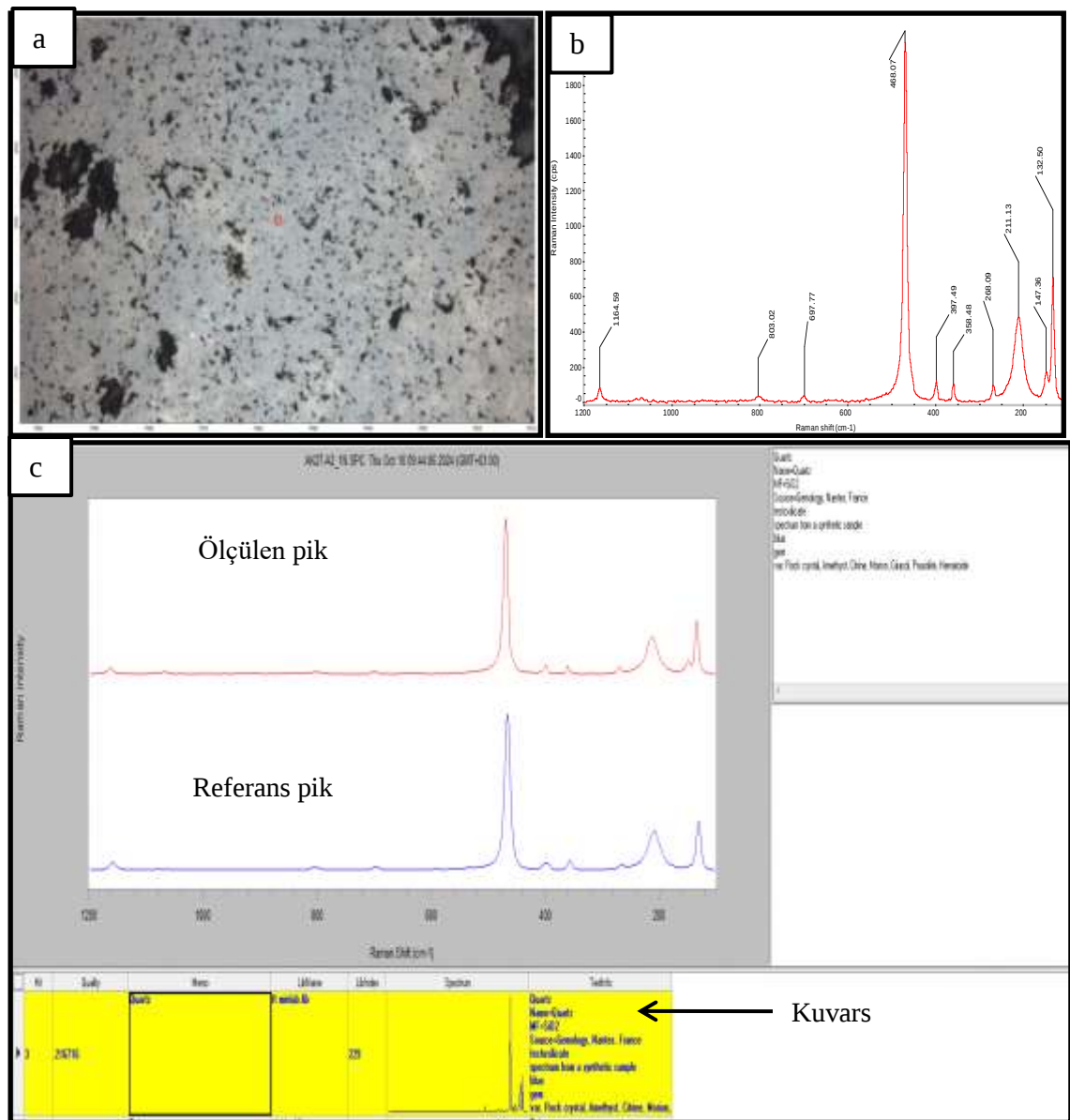
Şekil 6.4 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 21), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması



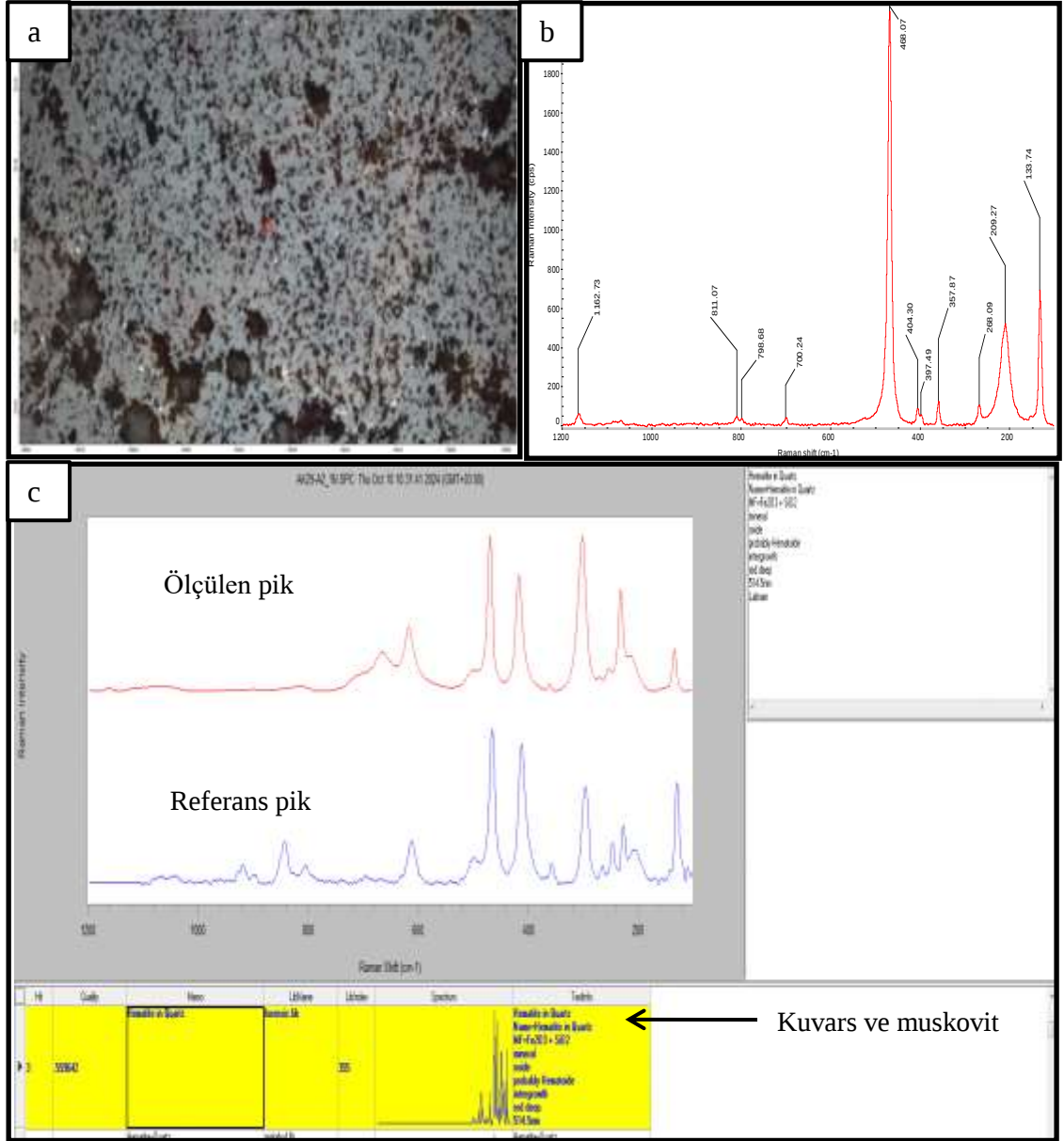
Şekil 6.5 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 22),
a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen
piklerin karşılaştırması



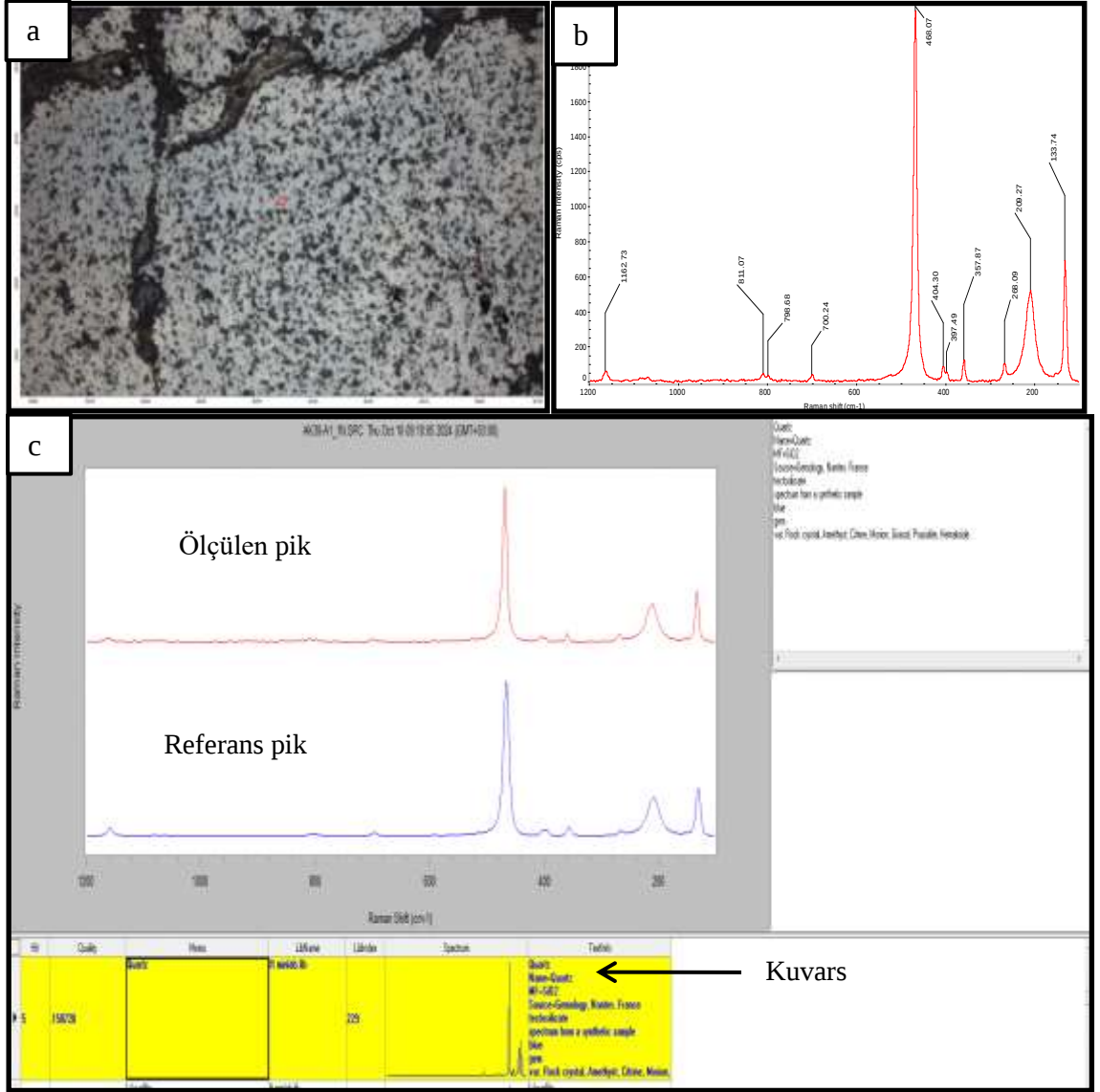
Şekil 6.6 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 26), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması



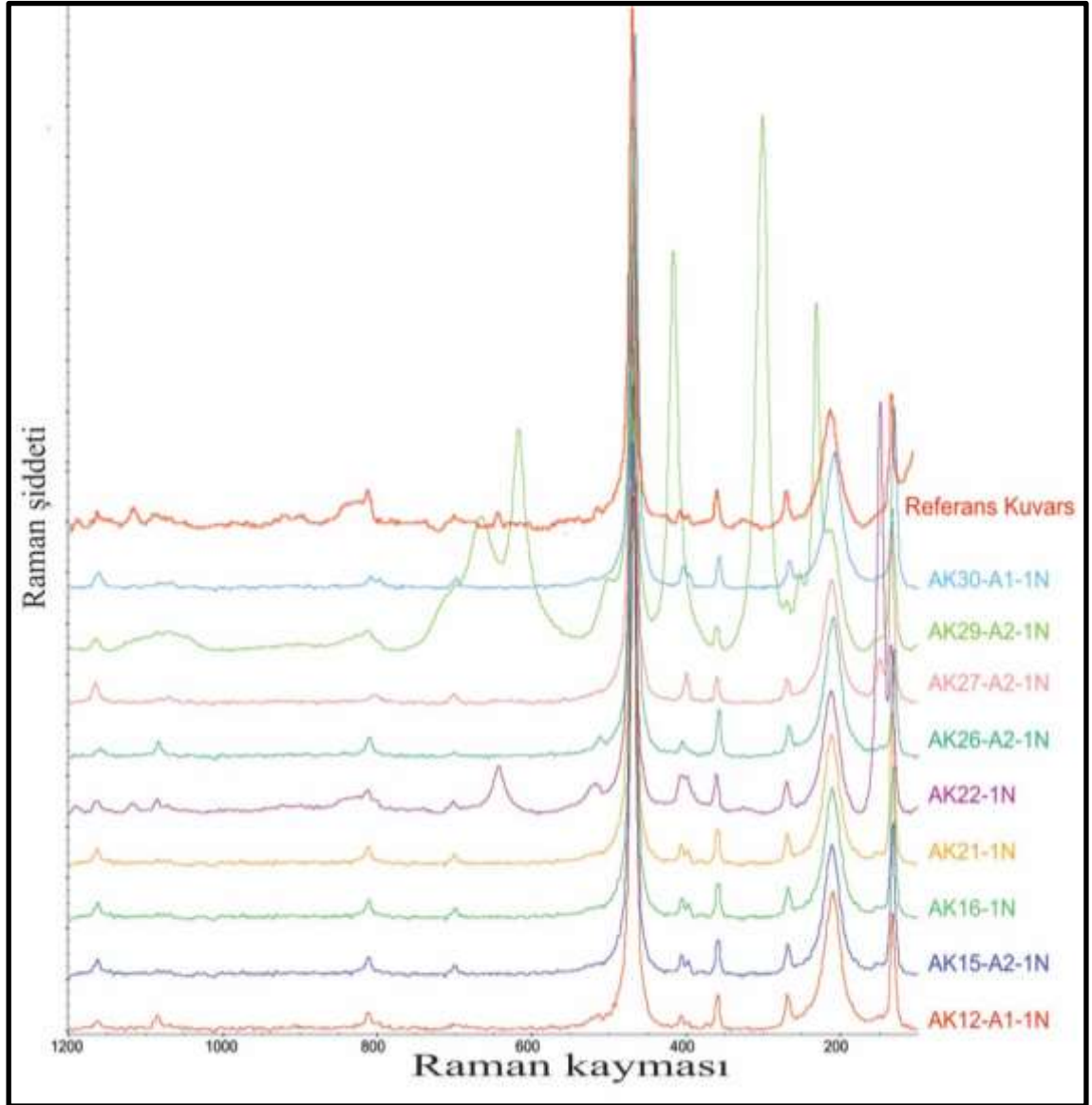
Şekil 6.7 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 27),
a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen
piklerin karşılaştırması



Şekil 6.8 Kuvarsit içindeki kuvars ve muskovitin Raman spektroskopik özellikleri (AK 29), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması



Şekil 6.9 Kuvarsit içindeki kuvars mineralinin Raman spektroskopik özellikleri (AK 30), a. Raman mikroskop görüntüsü, b. Raman spektrumu, c. Referans ve ölçülen piklerin karşılaştırması



Şekil 6.10 Kuvars içeren dokuz kuvarsit kaya örneğinin Raman piklerinin karşılaştırmasıdır. Örnekler arasında kuvars piklerinde hafif, belirgin farklılıklar vardır. Bu, örneklerin içinde karışan malzemelerin varlığını göstermiş ve bu nedenle bu şekilde görünmüşlerdir.

Raman spektroskopisi sonuçları, incelenen örneklerde kuvars mineralinin baskın faz olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Spektrumlarda gözlenen $\sim 460 \text{ cm}^{-1}$ civarındaki güçlü pik, α -kuvarsın en karakteristik bandı olup SiO_4 tetrahedrasının simetrik bükülme titreşimini temsil etmektedir. Ayrıca ~ 200 ve $\sim 350 \text{ cm}^{-1}$ bölgelerindeki pikler, kuvarsın kafes titreşimlerine karşılık gelmektedir (Nasdala vd. 2004, McMillan vd. 1984).

Spektrumlar arasındaki varyasyonlar mineralojik ve jeolojik süreçler açısından dikkate değerdir. Bazı örneklerde gözlenen pik genişlemeleri ve ek pikler, kuvars kafesinde yapısal bozuklukların varlığına işaret edebilmektedir. Bu tür spektral farklılıklar, hidrotermal süreçler sırasında kuvarsın kristalizasyon koşullarındaki değişimlerin ve gerilme etkilerinin yansımasıdır (Neuville vd. 2014; Schmidt ve Ziemann 2000).

~600-700 cm^{-1} aralığında bazı örneklerde gözlenen zayıf pikler, altın nanotaneceklerinin varlığını işaret edebilecek spektral özelliklerdir. Altının kuvars matriksi içindeki varlığı, genellikle doğrudan Raman sinyali vermemekle birlikte, kuvars yapısındaki gerilim etkilerini ve bozulmalarını indüklemektedir. Bu durum, ana kuvars piklerinde hafif kaymalara ve pik genişlemelerine neden olabilmekte ve hidrotermal akışkanları-kayaç etkileşiminin izlerini taşımaktadır (Pankrushina vd. 2018).

Örneklerin arasındaki sistematik farklılıklar, sahada altın cevherleşmesinin heterojen dağılımını yansıtmaktadır. AK12-A1-1N gibi örneklerdeki daha basit spektral profil, daha temiz kuvars kompozisyonunu işaret ederken, AK29-A2-1N gibi örneklerdeki kompleks spektral özellikler, daha yoğun hidrotermal alterasyon ve cevherleşme süreçlerini yansıtmaktadır.

Sonuç olarak, Raman spektroskopisi verileri, incelenen kuvarsların büyük ölçüde α -kuvars karakteri taşıdığını; bazı örneklerde ise hidrotermal alterasyon süreçlerine bağlı olarak yapısal bozukluklar ve ek piklerin geliştiğini göstermektedir. Bu bulgular, kuvarsın mineralojik evrimi ve altın cevherleşme ile ilişkili hidrotermal süreçlerin değerlendirilmesinde önemli katkılar sunmaktadır. Ancak altının doğrudan tayini için Raman verileri EPMA yöntemi ile desteklenmiştir.

6.2 Elektron Prob Mikro Analizleri (EPMA)

Malzeme karakterizasyonu için popüler bir mikroanalitik yöntem, elektron prob mikro analizidir. Tekniğin 1950'lerde ortaya çıkışından bu yana, yeteneklerini artırma çabasıyla çok sayıda analitik ve enstrümantal ilerleme kaydedilmiştir. Bir elektron demeti

tarafından yayılan belirgin X-ışınlarını ölçmek için EPMA, gaz dedektörlü ve/veya katı hal dedektörlü kristal difraktörler kullanmıştır. EPMA'nın malzeme bilimi ve mühendisliğine birkaç örnek uygulaması, tekniğin yeteneklerini göstermektedir. Alt tabakalar üzerindeki ince filmlerin ve alt mikron aralığında kalınlıklara sahip çok katmanlı filmlerin bileşimi, nokta niceliksel analitik yeteneklerini elektron mikroskoplarının görüntüleme yetenekleriyle birleştirerek kompozisyonel kontrastın ayrıntılı X-ışını haritalamasını sağlayan EPMA kullanılarak belirlenebilmektedir (Llovet vd. 2020).

EPMA, minerallerin mikron ölçeğinde kantitatif kimyasal bileşimlerinin belirlenmesine imkân sağlayan ve güvenilir mikroanalitik yöntemlerden biridir. Yöntem, yüksek enerjili elektron demetinin örnek yüzeyine odaklanması sonucu uyarılan karakteristik X-ışınlarının ölçülmesine dayanmaktadır. Bu prensip, minerallerdeki majör, minör ve iz elementlerin yüksek uzaysal çözünürlük ve düşük hata payı ile tespit edilmesine olanak tanımaktadır. EPMA, minerallerin element içeriklerinin yüksek hassasiyetle belirlenmesine imkân tanıyan ve mikro-ölçekte gerçekleştirilen bir analiz yöntemidir.

6.2.1 EPMA sonuçları

EPMA analizi kapsamında, mineral fazlarının kimyasal kompozisyonu ve element dağılımının belirlenmesinde geri saçılım elektron görüntüleme (BSE) tekniği kullanılmıştır. BSE görüntüleme, farklı atom numaralarına sahip mineral fazlarının yüksek kontrast ile ayırt edilmesine olanak sağlayarak, altın içerikli kayalarındaki kompleks mineral parajenezinin belirlenmesinde kritik avantajlar sunmaktadır (Reed 2005).

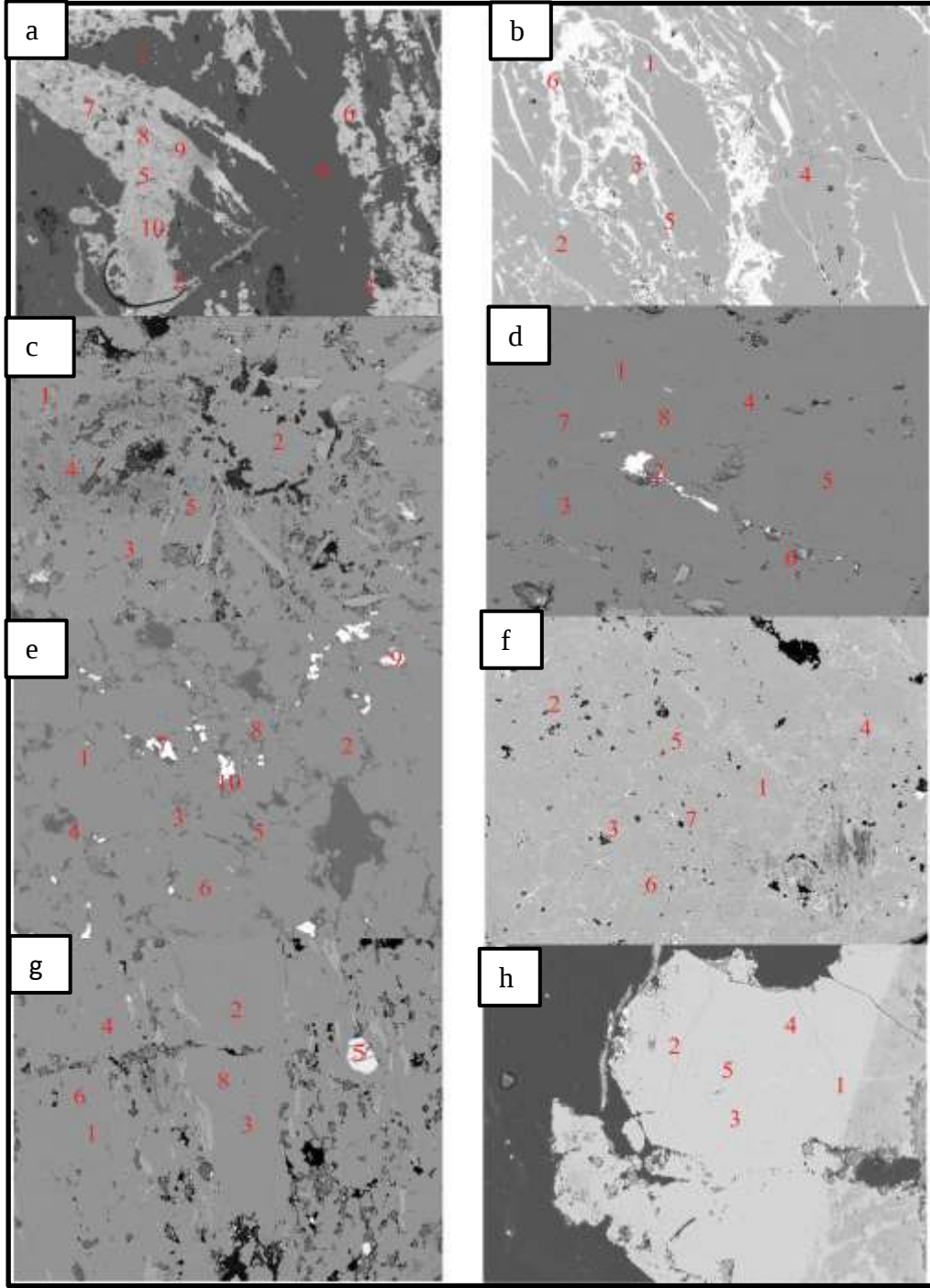
Bu tekniğin temel faydaları arasında, ağır elementlerin (altın) açık tonlarda görüntülenmesi, ince taneli mineral fazlarının yüksek çözünürlükle tanımlanması ve kompozisyonel zonlanmaların tespit edilmesi yer almaktadır (Goldstein vd. 2003). Ancak BSE görüntülemenin sınırlamaları da bulunmaktadır; özellikle benzer atom numaralarına sahip mineraller arasındaki ayrımın güçleşmesi, yüzey pürüzlülüğünün görüntü kalitesini etkilemesi ve kristalografik oryantasyon etkilerinin (channeling contrast) kompozisyonel

kontrastla karışması gibi faktörler, veri yorumlamada dikkat edilmesi gereken unsurlardır (Williams vd. 2009).

Bu çalışmada, Raman spektroskopisi ile analiz edilen 18 örnekten 9 örnek seçilmiştir. Bu analizin amacı, kuvarsın Raman piklerinde bazı spektral farklılıklar ve yapısal bozukluklar meydana geldiğinden, kuvarsın element konsantrasyonunu belirlemektir. Analiz Sonuçları Çizelge 6.1'de, aşağıdaki şekillerde ve Ek 3'te gösterilmiştir. Ayrıca seçilen örneklerin BSE görüntüleri şekil 6.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1 Numunelerdeki ortalama altın konsantrasyonunu ve analiz edilen nokta sayısını gösteren çizelge

Örnek No.	No. analiz noktası sayısı	Au (ppm)
AK12	10	0.2
AK14	6	0.3
AK15	6	0.167
AK26	5	0.2
AK27	8	0.25
AK28	10	0.1
AK29	6	0.67
AK30	8	0.25
AK31	6	0.33



Şekil 6.11 Seçilen örneklerin BSE görüntüleri ve analiz yerleri, a. AK12, b. AK15. c. AK26. d. AK27, e. AK28, f. AK29, g. AK30, h. AK31

7. TARTIŞMA

OAKK, Kırşehir bölgesi jeolojik açıdan önemli bir rol oynamaktadır ve Türkiye'deki Alp orojenik kuşağının bir bölümüdür. Bu bölge, çok sayıda metamorfizma ve kabuk ergimesi sürecinden etkilenmiştir. Bu süreçlerde, yükselen hidrotermal akışkanlar, kabuk gelişimi ile tektonik bir yakınlık ilişkisi içinde ısınarak element mobilizasyonu ile süreç gelişmiştir.

Çalışma alanının saha ve laboratuvar çalışmaları sonucunda, çalışma alanındaki kayaçların şist, mermer, kuvarsit, siyenit ve tüm birimleri örten Kızılırmak Formasyonu'ndan oluştuğu tespit edilmiştir.

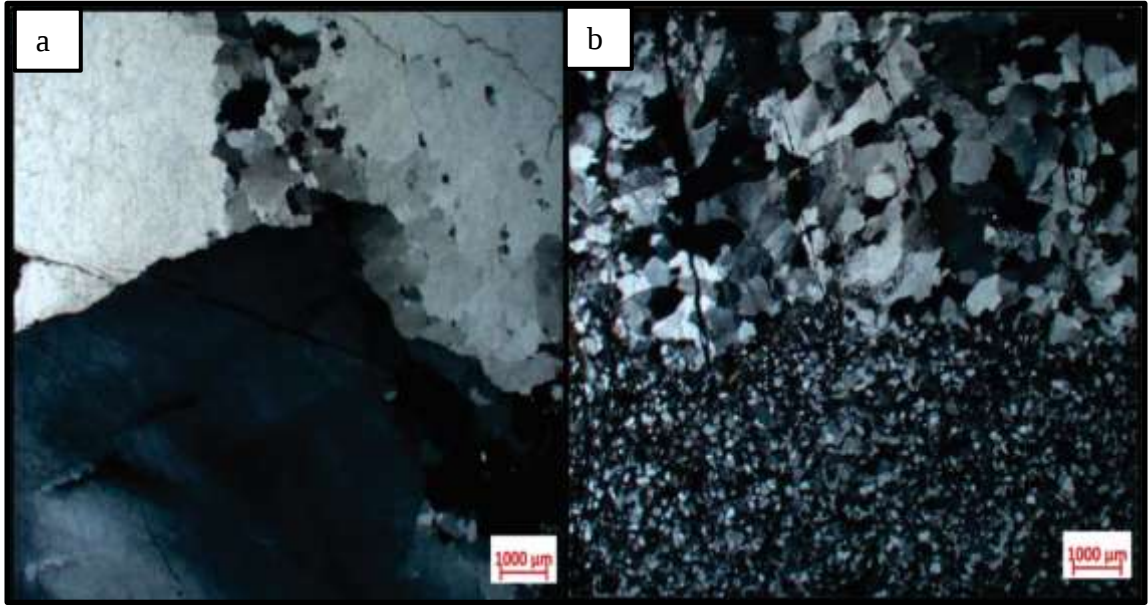
7.1 Altın-Kuvars İlişkisi

Orojene bağlı altın cevherleşmesinde kuvars ve altın arasındaki yakın ilişki, hem yapısal hem de jeokimyasal mekanizmaların bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. Kuvarsit birimlerinde gözlenen kuvars/kuvars damarları, retrograd metamorfik koşullar altında gelişen kırılma-sünek kayma zonları ile doğrudan ilişkilidir. Bu tür yapısal unsurlar, altın içeren hidrotermal akışkanların dolaşımı ve çökeltme bölgelerinin kontrolünde başlıca faktörlerden biridir (Groves vd. 1998, Goldfarb vd. 2001).

Altın taşıyan hidrotermal akışkanların bileşimi ve evrimi, kuvars çökeltmesi ile güçlü bir şekilde bağlantılıdır. Sıvı bileşimindeki değişiklikler (örneğin CO₂ içeriği ve tuzluluk derecesi), kuvarsın Raman spektrumunda gözlenen piklerinde bazı spektral farklılıklarla uyumludur. Bu durum, cevherleşme sürecinde değişen fizikokimyasal koşulların altın çökeltmesine doğrudan katkı sunduğunu göstermektedir (Ridley ve Diamond 2000, Sheng vd. 2022).

Hidrotermal kuvars, orojenik altın sistemlerinde hem ana yapısal unsur hem de mineralizasyon süreçlerinin göstergesi olarak işlev görmektedir. Kuvars kristalleşmesi, altın içeren hidrotermal akışkanları için etkili bir tuzak mekanizması oluşturabilmekte,

kayaç çatlaklarını doldurarak altın içeren akışkanların sirkölasyonu, sıcaklık veya basınç kaybetmesi ve nihai olarak altın çökeltmesi için uygun ortam koşulları sağlamaktadır (Phillips ve Powell 2010, Frimmel 2008). Bu süreç, kuvarsın hem fiziksel hem de kimyasal özellikleri ile doğrudan ilişkilidir (Şekil 7.1).



Şekil 7.1 Altın oluşumunda önemli rol oynayan hidrotermal kuvars içeren kuvarsitin mikrofotoğrafı, a: paralel nikol, b: Çapraz nikol

Şekil 7.1 ‘deki gözlenen kuvarsit dokusu, hidrotermal kuvarsın mineralizasyon sürecindeki kritik rolünü açıkça yansıtmaktadır. İnce kesitte kuvars tanelerinin heterojen tane boyu dağılımı, kırık ve çatlak sistemleri boyunca gelişmiş yeniden kristalleşme dokusu ile karakterizedir. Özellikle kuvars kristallerinde gözlenen anizotropi, deformasyon süreçlerine bağlı gelişmiş yeniden düzenlenme ve hidrotermal akışkanların etkisini göstermektedir. Bu durum, orojenik altın sistemlerinde kuvarsın hem akışkan dolaşımı için geçirgenlik sağlaması hem de mineralizasyonun doğrudan kontrolünde rol oynaması açısından önemlidir (Groves vd. 1998, Goldfarb vd., 2005).

Kuvarsit dokusu içerisinde belirlenen çatlak ve boşlukların kuvarsla doldurulmuş olması, hidrotermal akışkanların sirkölasyon kanalları boyunca çökeltmenin gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Bu yapısal özellikler, altın içeren akışkanların taşınması ve

tuzaklanmasında kuvars damarlarının etkin bir kontrol unsuru olduğunu desteklemektedir (Ridley ve Diamond 2000, Tomkins 2013).

Orojenezin farklı evrelerinde gelişen tektonik deformasyon, metamorfizma ve magmatik aktiviteler, hidrotermal akışkanların dolaşımı için gerekli yapısal ve termal koşulları sağlar. Bu süreçte oluşan orojenik altın cevherleşmesi, genellikle yüksek derecede deforme olmuş metamorfik kuşaklar ve bindirme zonları boyunca, düşükten orta derinliğe kadar (5–15 km) ulaşan kırık ve fay sistemleri ile ilişkilidir.

Bu tür yataklarda kuvars minerali, hem taşıyıcı faz hem de cevherleşmenin ana litolojik göstergelerinden biridir. Kuvarsın orojenik altın sistemlerindeki petrolojik rolü birkaç açıdan değerlendirilebilir:

1. Akışkan Taşınımı ve Çökelme Ortamı:

Orojenez sırasında metamorfik devolatilizasyon ve derin kökenli akışkanların göçüyle ortaya çıkan $H_2O-CO_2 \pm CH_4 \pm NaCl$ bileşimli hidrotermal akışkanlar, fay ve çatlak zonlarında yoğun şekilde dolaşır. Bu akışkanlar kuvarsın aşırı doygunlaşmasıyla birlikte kuvars damarcıkları oluşturur. Altın, bu kuvars damarlarının çatlak dolgularında ve kuvarsın mikroskobik boşluklarında çökerek birikir.

2. Mineral Parajenez ve Petrografik Özellikler:

Orojene bağlı altın mineralizasyonlarında kuvars genellikle süt beyaz, yarı saydam ve granoblastik dokuludur. Mikroskobik incelemelerde kuvars, çoğunlukla seri kırıklı, dalgalı sönümlü ve lokal olarak yeniden kristalleşmiş görünüm sergiler. Bu dokular, hidrotermal akışkanların çok evreli girişimini ve deformasyonun sürekliliğini yansıtır.

3. Altının Taşınım ve Çökelme Mekanizması:

Altın, hidrotermal akışkanlarda çoğunlukla bisülfid kompleksleri ($Au-(HS)_2^-$) halinde taşınır. Akışkanların basınç, sıcaklık veya redoks koşullarındaki değişimi, aynı zamanda CO_2/H_2O oranının düşmesi ve pH değişimleri, altının kuvarsla birlikte çökmesine neden olur. Böylece kuvars, hem akışkanların doygunluğa

ulaştığını gösteren bir mineral hem de altının çökmesi için uygun kristal kimyasal ve yapısal ortam sunar.

7.2 Cevherleşmenin Jeokimyasal Özellikleri

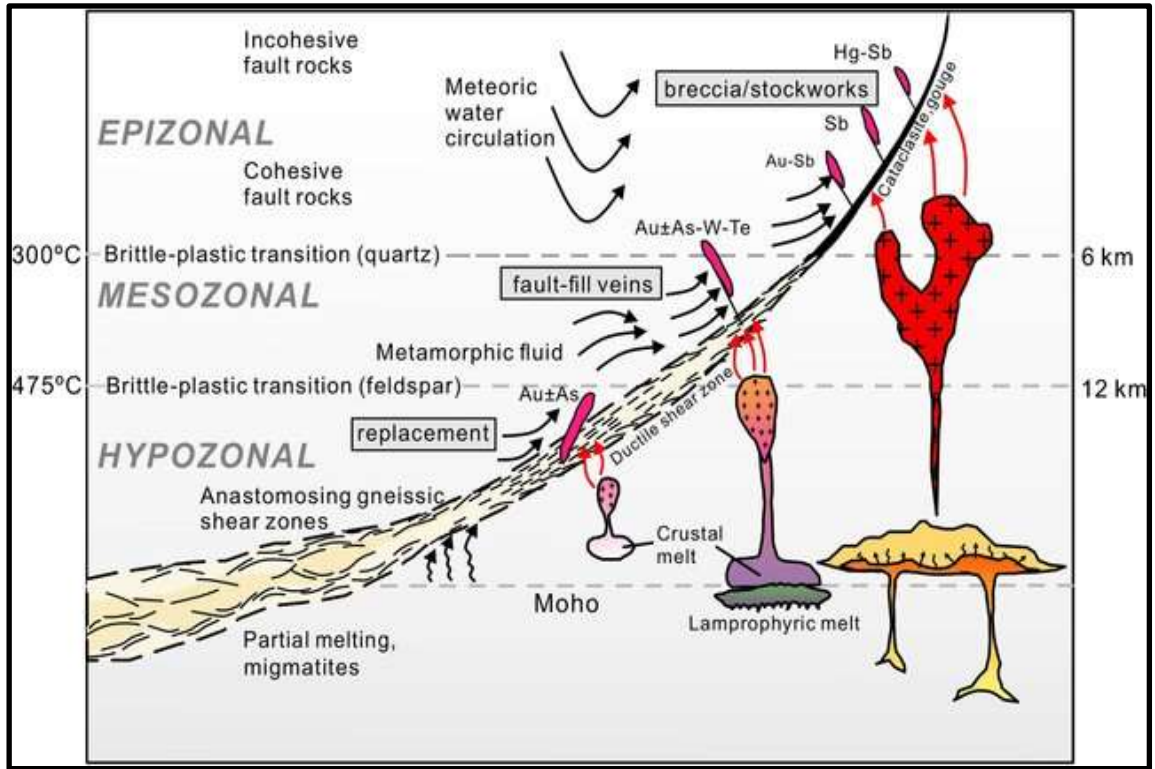
Altın içeren örneklerin jeokimyasal özellikleri, orojenik altın yatağı modelleriyle tutarlı belirgin desenler ortaya koymaktadır. Altın konsantrasyonları önemli ölçüde değişmektedir ve kaya örneklerindeki ortalama altın içeriği 5,3 ppm'dir. Au/Ag oranı tipik olarak orta sıcaklıklarda (250-400°C) oluşan mezotermal orojenik yatakların oranıdır ve bu tür yataklar için standarttır (Sillitoe 2000). Belirteç elementler gümüş ve arseniktir ve bunlarla birlikte bu elementler, uçucu maddeler açısından zengin hidrotermal sıvıların katılımını göstermektedir. Bunlar ayrıca kabuktaki bu tür sıvılar için derin kaynakları gösterir ve buna karşılık, birkaç olası süreçten türediğini öne sürerler: ya

1. Yitime uğramış okyanus kabuğunun devolatilizasyonu (çok miktarda su ve diğer uçucu maddelerle birlikte) ya da
2. Alt kabuk kayasının erimesidir.

7.3 Kırşehir Bölgesi'nde (Sevdiğin ve Kalankaldı) Orojenik Altının Oluşumu

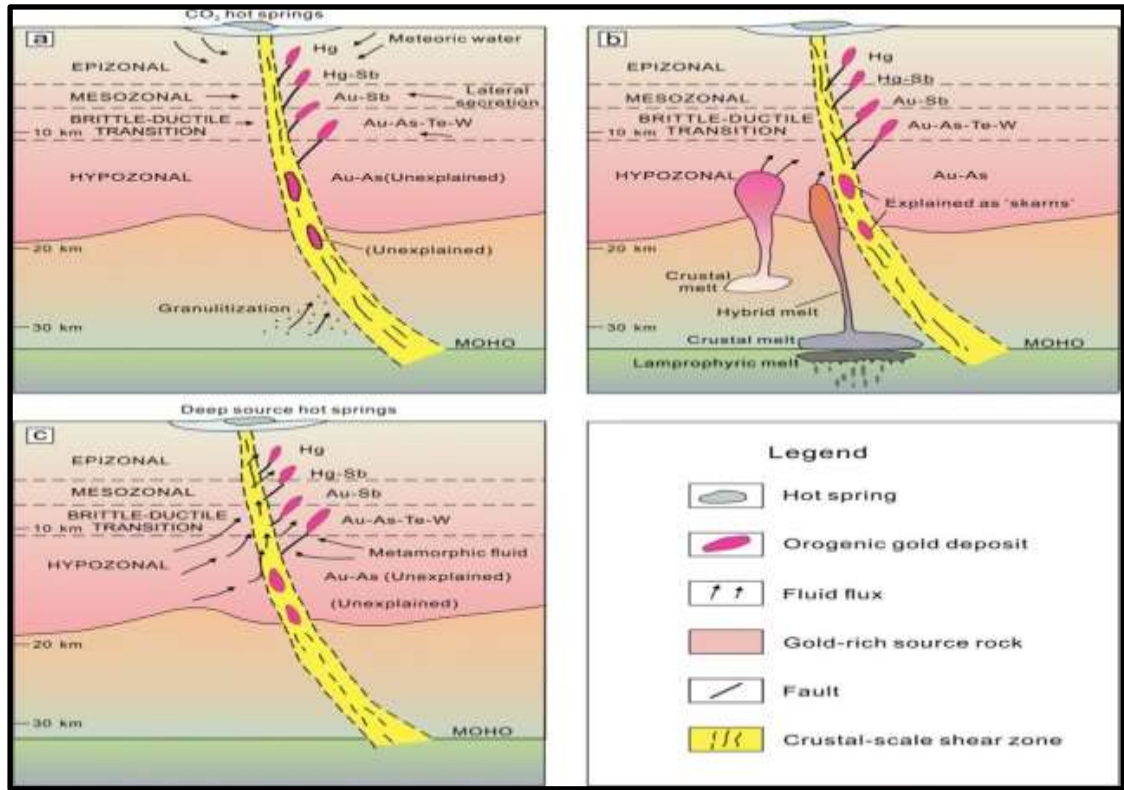
Metamorfik kuşaklarda gelişen orojenik altın cevherleşmesinin jeolojik ve jeokimyasal özellikleri son otuz yıldır kapsamlı şekilde araştırılmış ve derlenmiştir (Groves vd. 1998, Goldfarb vd. 2005). Ancak, bu yatakların oluşumuna aracılık eden akışkanların ve metal kaynaklarının kökeni, dolayısıyla genetik model(ler) konusundaki tartışmalar günümüzde de devam etmektedir (Sillitoe ve Thompson 1998). Orojene bağlı altın cevherleşmesinin metamorfik süreçlerle ilişkili olduğu yaygın olarak kabul edilmekle birlikte, bazı araştırmalar magmatik bileşenlerin katkısını da vurgulamaktadır (Groves vd. 2009). Özellikle Fanerozoik orojenik kuşaklarda ve Prekambriyen yeşiltaş kuşaklarında, son yirmi yılda altın oluşumunun metamorfik kökenli modellerden magmatik-hidrotermal süreçlere doğru kaydığına dair önemli gözlemler yapılmıştır. Bununla birlikte, intrüzyonlarla ilişkili yatakların bir kısmı literatürde hâlen orojenik altın cevherleşmesi kapsamında sınıflandırılmaktadır.

Çalışma alanındaki (Sevdiğin ve Kalankaldı) altın mineralizasyonu, Alp orojenezi ve Orta Anadolu'nun karmaşık tektonik evrimi bağlamında değerlendirilebilmektedir. Bölge, Geç Kretase'den Paleojen'e kadar sıkışma, transpresyon ve genişleme evrelerinden geçmiş; bu deformasyon süreçleri, sıvı odaklanmasını ve metal taşınımını kolaylaştıracak yapısal zemin oluşturmuştur (Okay ve Tüysüz 1999, Kadioğlu 2006). Bölgesel metamorfizma çalışmalarına göre, en yüksek metamorfik koşullar 550–650°C sıcaklık ve 4–6 kbar basınca karşılık gelmekte olup, bu değerler yaklaşık 15–20 km derinlikteki orta kabuk seviyelerine işaret etmektedir (Şekil 7.2). Bu koşullarda gerçekleşen devolatilizasyon süreçleri, metamorfik akışkanların açığa çıkmasına ve altın taşınımı için gerekli jeokimyasal ortamın oluşmasına aracılık etmiştir (Philippot ve Selverstone 1991, Ridley vd. Diamond 2000).



Şekil 7.2 Orojenik altın yatakları, 3-6 km kadar sığ derinliklerde oluşan breş ve stok işleri, genellikle 6-12 km'de kırılğan-sünek rejimde oluşan fay dolgusu ve ekstansiyonel damar ağları ve daha derin sünek kabukta yer değiştirme tarzı cevherler olarak birinci dereceden yapıların bitişiğinde yer almaktadır. Sulu-karbonik cevher oluşturan sıvıların üretimi için birçok genetik model, denizel kabuk kayalarının prograd metamorfizmasını desteklemektedir. Bununla birlikte, bazı modeller çeşitli derinliklerde veya hatta bir alt kıtasal litosferik manto rezervuarından magmatik sistem sıvısının salınmasını savunmaktadır. Şekil, Groves vd. 1998, Fossen ve Cavalcante 2017'den değiştirilmiştir

Çalışma alanında gözlenen akışkanlar farklı kökenlere işaret etmektedir. Jeokimyasal bulgular, altın taşıyan akışkanların ana kaynağının kıtasal kenarı oluşturan sedimanter kökenli kayçaların metamorfizmasıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Erken evre akışkanların CO₂ ve H₂O oranları günümüz manto benzeri özellikler göstermekte, indirgenmiş karakterleri (H₂ ve CO₂ açısından zengin) sülfürlü minerallerin kristalleşmesini desteklemektedir. İlerleyen evrelerde ise CO₂ içeriğinde azalma ve oksitleyici türlerin (N₂, O₂, CO) artışı gözlenmiştir; bu değişim, altın ve gang minerallerinin çökmesini tetiklemiştir. Bu süreçler, özellikle kırık ve makaslama zonlarında gelişen kuvars damarlarının mineralizasyonu kontrol eden başlıca yapılar olduğunu ortaya koymaktadır (Groves ve Santosh 2016, Groves vd. 1998, Tomkins 2013) (Şekil 7.3).

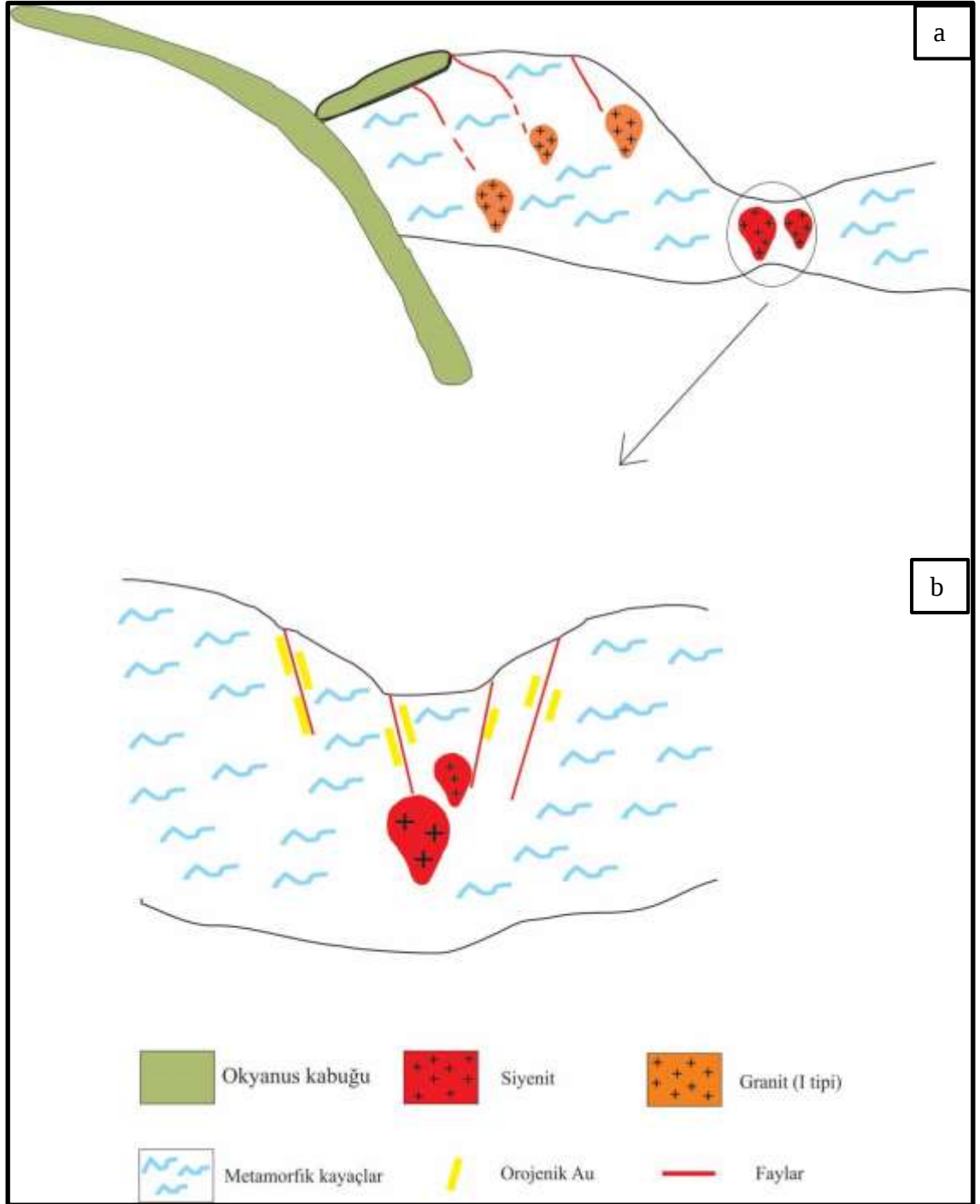


Şekil 7.3 Orojenik altın yatakları için cevher-akışkan kaynak modellerinin şematik gösterimi

(a) Geçersiz sığ kabuk meteorik veya metamorfik modelleri ve granülitleşme modelleri. (b) Birleştirici olmayan magmatik-hidrotermal modeller. (c) Genel olarak kabul görmüş kabuk üstü metamorfik modeller. Groves vd. 2016'den değiştirilmiştir

Neotetis Okyanusu'nun kapanışı sırasında Orta Anadolu'da 85–92 Ma arasında yoğun bir metamorfizma süreci yaşanmış; metamorfizmanın zirvesinde gelişen yaygın makaslama

zonları, cevherleşme için uygun yapısal tuzaklar oluşturmuştur. Daha sonra, Geç Kretase–Erken Paleosen yaşlı granitoidlerin (75–83 Ma) bu metamorfik birimler içerisine sokulması, ek bir magmatik-hidrotermal katkının da olabileceğini göstermektedir (Whitney vd. 2003, Whitney ve Hamilton 2004). Nitekim, Sevdğin ve Kalankaldı bölgelerindeki altın cevherleşmesinin makaslama ve fay zonları ile doğrudan ilişkili olması, bu cevherleşmenin dünya genelinde tanımlanan makaslamaya bağlı orojenik altın yataklarıyla benzer süreçlerle geliştiğini göstermektedir (Şekil 7.4).



Şekil 7.4 Orogenik altın oluşumu a. Orojenez sürecinde magmatizma ve metamorfik kuşak etkileşimi ve fay zonları boyunca gelişen hidrotermal akışkanların hazırlanması, b. Orojenez sırasında metamorfik kuşaklarda fay hatları boyunca hidrotermal akışkanların dolaşımı ile orojenik altın cevherleşmesinin oluşumu

8. SONUÇLAR

Bu tez kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda, Kırşehir bölgesinin Sevdğin ve Kalankaldı bölgelerindeki orojenik altın cevherleşmesinin jeolojik, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri ortaya konulmuştur.

Arazi gözlemleri ve petrografik incelemeler sonucunda, bölgenin temelini kuvars şisti, muskovit şisti, kuvarsit ve mermer gibi metamorfik birimler ile siyenit bileşimli magmatik sokulumların oluşturduğu ortaya konulmuştur. Bu birimlerin Alpin orojenezi sırasında yoğun deformasyon ve metamorfizma süreçlerinden etkilendiği saptanmıştır. Söz konusu metamorfik temel içerisinde gelişmiş kırık ve makaslama zonlarının, hidrotermal akışkanların dolaşımı için uygun kanallar oluşturduğu ve altın cevherleşmesinin yerleşiminde belirleyici olduğu anlaşılmıştır.

Jeokimyasal veriler, altının kayaçların bölgesel metamorfizması sırasında dehidrasyon süreçleriyle açığa çıkan hidrotermal akışkanlar tarafından sülfür bileşikleri halinde taşındığını göstermektedir. Ana oksit ve iz element dağılımlarında, özellikle kuvarsitlerde altın zenginleşmelerinin cevherleşmenin oluşumunu işaret ettiği belirlenmiştir. Yapılan analizlerde 5.3 ppm'e kadar ulaşan altın konsantrasyonlarının tespit edilmesiyle, bölgenin kayda değer bir orojenik altın potansiyeline sahip olduğu gösterilmiştir.

Raman spektroskopisi ile yapılan analizlerde, kuvarsın yüksek kristal kalitesini gösteren keskin pikler elde edilmiştir. Bununla birlikte bazı örneklerde gözlenen pik genişlemeleri ve kaymaların, kuvars içerisindeki kapanımlar, yapısal bozukluklar ve altınla ilişkili nanotaneçiklerin varlığına işaret ettiği belirlenmiştir. Bu bulgular, kuvarsın yalnızca ana mineral faz değil, aynı zamanda altın taşıyan sıvıların çökelme ortamı olarak da işlev gördüğünü doğrulamaktadır. EPMA analizleriyle, altın cevherleşmesinin sülfür mineralleri ve hidrotermal kuvars ile ilişkisi desteklenmiş ve cevherleşmenin çok evreli akışkan evrimleri sonucunda oluştuğu ortaya konulmuştur.

Bölgesel ölçekte değerlendirildiğinde, Sevdiğin ve Kalankaldı bölgelerindeki altın cevherleşmesinin, Orta Anadolu Metamorfik Masifi'nin karmaşık tektonik evrimi ve Alpin orojenezi sırasında gelişen sıkışma–transpresyon–genişleme evreleri ile doğrudan ilişkili olduğu görülmüştür. Yaklaşık 550–650 °C ve 4–6 kbar koşullarında gerçekleşen metamorfik devolatilizasyon süreçlerinin, altın taşıyan akışkanların kökeninde kritik rol oynadığı, bu akışkanların yapısal zayıflık zonlarında odaklanarak mineralizasyonu oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Genel olarak, Sevdiğin ve Kalankaldı bölgelerindeki orojenik altın cevherleşmesinin tipik bir makaslama zonu denetiminde gelişmiş metamorfik kökenli hidrotermal sistem örneği olduğu ortaya konulmuştur. Altın–kuvars ilişkisi, jeokimyasal verileri ile desteklenmiş; cevherleşmenin bölgesel jeodinamik evrimle uyumlu şekilde geliştiği belirlenmiştir. Bu bağlamda, bölgedeki altın yataklarının yalnızca yerel jeolojik süreçlerin değil, aynı zamanda geniş ölçekli tektonik evrimin bir ürünü olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Advokaat, E. L., Hinsbergen, D. J., Kaymakcı, N., Vissers, R. L., & Hendriks, B. W. 2014. Late Cretaceous extension and Palaeogene rotation related contraction in Central Anatolia recorded in the Ayhan Büyükkışla basin. *International Geology Review*, 56(15), 1813-1836.
- Akçe, M.A., Kadioğlu, Y.K., 2009. Yozgat İntüzif Kompleksindeki granatların Raman konfokal spektroskopik karakteristikleri. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 13-17 Nisan 2009a, sayfa no:614-615, Ankara.
- Akçe, M. A., Kadioğlu, Y. K., 2010. Yozgat İntüzif Kompleksinin Jeolojisi, Petrolojisi ve Orta Anadolu Kristalen Karmaşığındaki Zamansal ve Mekansal Konumu. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 240s, Ankara.
- Akçe, M. A., Kadioğlu, Y. K., 2022. Melanit İçeren Foid Siyenitlerin Raman Spektroskopik Karakteristikleri: Yozgat İntüzif Kompleksi. 8th International Black Sea Coastline Countries Scientific Research Conference, Sofia, Bulgaria, August 29-30, 2022.
- Akıman, O., Erler, A., Göncüoğlu, M. C., Güleç, N., Güven, A., Türeli, T. K. ve Kadioğlu, Y. K. 1993. Geochemical Characteristics of Granitoids along the Western Margin of the Central Anatolian Crystalline Complex and Their Tectonic Implications. *Geol. J.*, 28; 371-382.
- Alparslan, M., Guezou, J.K., Bonhomme, M. ve Boztuğ, D. 1996. Yıldızeli Metasedimanter Grubu İçindeki Fındıcak Metamorfiti'nin Metamorfizması ve Yaşı. *T.J.K.B.*, 19, No.1, S., 19-29.
- Atabey, E. 1989a. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji haritası, Aksaray-H17 paftası ve açıklaması. MTA Enst. Yayınl., 12.
- Atabey, E. 1989b. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji haritası, Aksaray-H18 paftası ve açıklaması. MTA Enst. Yayınl., 14.
- Ataman, G. 1972. Ankara'nın Güneydoğusundaki Granitik-Granodiyoritik Kütlelerden Cefalık Dağının Radyometrik Yaş Hakkında Ön Çalışma. *Hacettepe Fen Mühendisliği Dergisi* 2; 44-49.
- Avcı, S. A., Cengiz, İ., Önal, K., Cihan, İ., Seferoğlu, Ş., Kanaat, G., Kuşcu, E., Yıldız, A., Demirci, B., Ersoy, G. B., Çeli, A. E., Ergili, H., Düz, K., Kesim, İ. B. 2022. Kırşehir Masifi'nde keşfedilen orojenik tip bir altın cevherleşmesinin özellikleri: Çimeli (Boztepe-Kırşehir) (Paper presentation). 74th Geological Congress of Turkey with international participation.
- Ayan, M. 1963. Contribution a l'étude petrographique et geologique de la region situee au nord-est de Kaman. *M.T.A. Yayını*, 115; 332.
- Bailey, E.B. ve McCallien, W.C. 1950. Ankara melanji ve Anadolu Şaryajı. *MTA Dergisi*, 40; 12-16.
- Bayhan, H. 1987. Cefalık ve Baranadağ plütonlarının (Kaman) petrografik ve kimyasal-mineralojik özellikleri. *Jeoloji Mühendisliği*, 30-3; 11-16.

- Birgili, Ş., Yoldaş, R. ve Ünalın, G. 1975. Çankırı-Çorum havzasının jeolojisi ve petrol olanakları. M.T.A. Rap. No. 5621, 96 s. Ankara (yayınlanmamış).
- Boztuğ, D., Tatar, S., Otlı, N., Yılmaz, S., Kayakıran, S., Yücel, E. ve Serdar, AM. 1998. Orta Anadolu çarpışma plütonizmasının oluşumunda eş yaşlı mafik ve felsik magmaların çeşitli etkileşim tipleri. 51. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 29 31.
- Boztuğ, D. ve Jonckheere, R.C. 2007. Apatite fission-track data from central- Anatolian granitoids (Turkey): constraints on Neo-Tethyan closure. *Tectonics*, 26; TC3011.
- Boztuğ D., Temiz H., Jonckheere R. ve Ratschbacher L. 2008. Punctuated exhumation and foreland basin formation and infilling in (circum)-central Anatolia (Turkey) associated with the Neo-Tethyan closure. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17(4); 673-684.
- Boztuğ, D., Turksever E., Heizler M., Tichomirowa M. ve Jonckheere R. C. 2009a. 207Pb- 206Pb, 40Ar-39Ar and apatite fission-track geothermochronology revealing the emplacement, cooling and exhumation history of the Karacayır Syenite (N Sivas), East-Central Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Earth Science*, 18; 109– 125.
- Boztuğ, D., Güney Ö., Heizler M., Jonckheere R. C., Tichomirowa M. ve Otlı N. 2009b. 207Pb-206Pb, 40Ar-39Ar and fission-track geothermochronology quantifying cooling and exhumation history of the Kaman-Kırşehir region intrusions, central Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Earth Science*, 18; 85–108.
- Boztuğ, D., Jonckheere R. C., Heizler M., Ratschbacher L., Harlavan Y. ve Tichomirowa M. 2009c. Timing of post-obduction granitoids from intrusion through cooling to exhumation in central Anatolia, Turkey. *Tectonophysics*, 473; 223–233.
- Delibaş, E. C., Genç, Y. 2004. Terziali-Çayağzı (Kırşehir) altın cevherleşmesi: Kırşehir Masifi'nde saprolitik altın zenginleşmelerinin ilk bulguları. *Yerbilimleri* 25 30 23–33.
- Deniz, K., Kadioğlu, Y. K., 2010. Investigation of Buzlukdağı (Kırşehir-Turkey) Syenitoids by Confocal Raman Spectroscopy. METU Tectonic Crossroads: Evolving Orogens of Eurasia-Africa-Arabia, Ankara, January 2010.
- Deniz, K., Kadioğlu, S., Kadioğlu, Y. K., 2012. A new Method in the displaying of Deep Contact relationships of an intrusive body with the wall rocks: Ground Penetrating Radar (GPR) Buzlukdağı Syenitoids (Kırşehir-Turkey). European Geosciences Union General Assembly, January 2012.
- Deniz K, Kadioğlu, Y.K., 2016. Assimilation and fractional crystallization of foid-bearing alkaline rocks: Buzlukdağı intrusives, Central Anatolia, Turkey. *Turk J Earth Sci* 25: 341-366.
- Deniz, K., Kadioğlu, Y. K., Koralay, 2018. Mica Characterization in the Determination of the Nature of Magma Source, Central Anatolia Turkey. EGU General Assembly, Vol. 20, EGU2018-12332-1.
- Deniz, K., Kadioğlu, Y. K., Koralay, T., Güllü, B., 2019. Comparison of the collision and extensional related mafic intrusive rocks within central anatolia, Turkey. 19th

International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, 10.5593/sgem2019/1.1/S01.012, volume 19.

- Dilek, Y., Thy, P., Hacker, B., and Grundvig, S., 1999. Structure and petrology of Tauride ophiolites and mafic dike intrusions (Turkey): Implications for the Neo-Tethyan ocean: Geological Society of America Bulletin, v. 111, no. 8, p. 1192–1216.
- Dilek, Y., and Whitney, D.L., 2000. Cenozoic crustal evolution in central Anatolia: Extension, magmatism and landscape development: Proceedings of the Third International Conference on the Geology of the Eastern Mediterranean, Geological Survey Department, September 1998, Nicosia, Cyprus, p. 183–192.
- Egeran, N. ve Lahn, E. 1951. Note on the tectonic position of the Northern and Central Anatolia. MTA Dergisi, 41; 23-27.
- Erkan, Y. 1975. Orta Anadolu Masifinin güneybatısında (Kırşehir bölgesinde) etkili rejyonal metamorfizmanın petrolojik incelemesi. Hacettepe Üniversitesi Yer Bilimleri Enstitüsü Doçentlik Tezi, Ankara, Türkiye, (yayınlanmamış).
- Erkan, Y. 1976. Isogrades determined in the regional metamorphic area surrounding Kırşehir and their petrological interpretation. Yerbilimleri, 2(1); 23-54. Erkan, Y. 1976a. Kırşehir çevresindeki rejyonal metamorfik bölgede saptanan isogradlar ve bunların petrolojik yorumlanmaları. Yerbilimleri, (2-1); 23-54.
- Erkan, Y. 1976b. Orta Anadolu Masifindeki karbonatlı kayalarda plajiyoklaz bileşimi ile metamorfizma arasındaki ilişkilerin incelenmesi. Yerbilimleri, (2-1); 107-111.
- Erkan, Y. 1977. Orta Anadolu Masifinin güneybatısında, Kırşehir bölgesinde etkili rejyonal metamorfizma ile amfibol minerallerinin arasındaki ilişkiler. Yerbilimleri, (3-1); 41-46.
- Erkan, Y. 1978. Kırşehir Masifinde granat minerallerin kimyasal bileşimi ile rejyonal metamorfizma arasındaki ilişkiler. T.J.K Bült, 21; 43-50.
- Erkan, Y. 1981. Orta Anadolu masifinin metamorfizması üzerine yapılmış çalışmalarda varılan sonuçlar. İç Anadolu 'nun jeolojisi Sempozyumu, 35; 9-11.
- Erkan, Y. ve Ataman, G. 1981. Orta Anadolu Masifi (Kırşehir yöresi) metamorfizma yaşı üzerine K-Ar yöntemi ile bir inceleme. Yerbilimleri Dergisi, 8; 27-30.
- Erkan, Y. ve Tolluoğlu, A. Ü., 1986. Orta Anadolu Masifinin güneybatısında (Kırşehir yöresinde) petrografik ve petrotektonik incelemeler. TÜBİTAK projesi, TBAG-614, Ankara, 237s.
- Erkan, Y. ve Tolluoğlu, A. Ü., 1990. Ulusal Birinci Türkiye Jeotraves alanı içinde yer alan Kırşehir metamorfitlerinin (Kırşehir kuzey ve kuzeydoğusu) 106 petrografik, stratigrafik, tektonik ve metamorfizma özelliklerinin incelenmesi. TUBİTAK projesi, TBAG-2, Ankara, 206s.
- Erler, A., Akıman, O., Unan, C., Dalkılıç, F., Dalkılıç, B., Geven, A. ve Önen, P. 1989. Kaman (Kırşehir) ve Yozgat yörelerinde Kırşehir masifi magmatik kayalarının petrolojisi ve jeokimyası. Tübiyak, Proje no. Tbag-6747, 119 s., (yayınlanmamış).
- Floyd, P.A., Göncüoğlu, M.C., Winchester, J. A. ve Yalınız, M.K. 2000. Geochemical character and tectonic environment of Neotethyan ophiolitic fragments and metabasites in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. In: Bozkurt,

- E., Winchester, J. A. & Piper, J. D. A. (eds), Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Society, London, Special Publications, 173, 183-202.
- Fossen, H. and Cavalcante, G.C.G., 2017. Shear Zones—A Review. *Earth-Science Reviews*, 171, 434-455. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.05.002>
- Frezzotti, M.L., Tecce, F. & Casagli, A. 2012. Raman spectroscopy for fluid inclusion analysis. *Journal of Geochemical Exploration*, 112, 1–20.
- Frimmel, H.E., 2008. Earth's continental crustal gold endowment. *Earth and Planetary Science Letters*, 267(1-2), 45-55.
- Genç, Y. and Yürür, M.T. 2010. Coeval extension and compression in Late Mesozoic Recent thin-skinned extensional tectonics in central Anatolia, Turkey. *Journal of Structural Geology*, 32, 623-640.
- Genç, Y. and Yürür, M.T. 2018. Savcılıbeyit (Kaman-Kırşehir) Gold Mineralization and Its Genetic Relationship With Post-Collisional Exhumation and Extensional Tectonics in Central Anatolia, Turkey. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, Yerbilimleri*, 2018, 39 (3), 155-176.
- Goldfarb, R.J., Baker T, Dubé B, Groves DI, Hart CJR, Gosselin P., 2005. Distribution, character, and genesis of gold deposits in metamorphic terranes. *Econ Geol 100th Anniv Vol*, pp 407–450.
- Goldfarb, R.J., Groves, D.I., & Gardoll, S., 2001. Orogenic gold and geologic time: a global synthesis. *Ore Geology Reviews*, 18(1-2), 1-75.
- Goldstein, J., Newbury, D.E., Joy, D.C., Lyman, C.E., Echlin, P., Lifshin, E., Sawyer, L., & Michael, J.R. 2003. Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. Springer Science & Business Media.
- Göncüoğlu, M.C. 1986. Geochronological data from the southern part (Niğde area) of the Central Anatolian Massif. *Mineral Research and Technical Institute of Turkey. (MTA) Bulletin*, 105/106, 83–96.
- Göncüoğlu, M. C., Toprak, V., Kuşcu, İ., Erler, A. ve Olgun, E. 1991. Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 1-Güney Kesim. TPAO Rapor No. 2909, 140 s., yayınlanmamış.
- Göncüoğlu, M. C., Toprak, V., Kuşcu, İ., Erler, A., Olgun, E. ve Rojay, B. 1992. Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 2: Orta Kesim. T.P.A.O. Rap.No:3155,76s.
- Göncüoğlu, M. C., Erler, A., Toprak, V., Olgun, E., Yalınız, K., Kuşcu, İ., Köksal, S. ve Dirik, K. 1993. Orta Anadolu Masifi'nin Orta Bölümü'nün Jeolojisi, Bölüm 3: Orta Kızılırmak Tersiyer Baseni'nin Jeolojik Evrimi. T.P.A.O. Rap. No. 3313, 104 s.
- Göncüoğlu, M.C. ve Türeli, T.K. 1994. Alpine collisional-type granitoids from western Central Anatolian Crystalline Complex. *Journal of Kocaeli University*, 1; 39-46.
- Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Gebre-Mariam M, Hagemann S, Robert F., 1998. Orogenic gold deposits: a proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore Geol Rev* 13(1–5):7–27.

- Groves, D.I., Bierlein, F.P., Goldfarb R.J., 2009. Some irks with IRGS and snags with TAGs. In: Williams PJ (Ed) Smart Science for Exploration and Mining. Proceedings of the 10th Biennial SGA Meeting, Townsville, Australia, pp. 356–358.
- Groves, D.I., Goldfarb, R.J. and Santosh, M., 2016. The Conjunction of Factors That Lead the Formation of Giant Gold Provinces and Deposits in Non-Arc Settings. *Geoscience Frontiers*, 7, 303-314.
- Gullu, B., Kadioğlu, Y. K., Koralay, T., Deniz, K., 2019. Raman Characteristics Of Gucunkaya (Aksaray) Gabbroic Rocks, Central Anatolia-Turkey. 19th International Multidisciplinary Scientific Geoconference & Expo (SGEM 2019), Bulgaria, July 2019, 10.5593/sgem2019/1.1/S01.058.
- Güleç, N. 1994. Rb-Sr isotope data from the Ağaçören granitoid (East of Tuz Gölü): geochronological and genetical implications. *Turkish J Earth Sci*, 3; 39-43.
- Güleç, N. ve Kadioğlu, Y.K. 1998. Relative involvement of mantle and crustal components in the Ağaçören granitoid (central Anatolia - Turkey): estimates from trace element and Sr-isotope data. *Chemie der Erde*, 58; 23-37.
- Gülyüz, E. 2009. Evolution of the Çiçekdağı Basin, Central Anatolia. Turkey. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans Tezi, 58.
- Gürel, M., Kadioğlu, Y.K., 2024. Orta Anadolu Kristalen Kompleksi Metamorfik Kayalarının Petrolojisi, Jeokimyası ve Jeokronolojisi: Kırşehir (Karıncalı), Orta Anadolu, Türkiye. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1): 320-352.
- Gürer, Ö.F. and Aldanmaz, E. 2002. Origin of the Upper Cretaceous-Tertiary sedimentary basins within the Tauride-Anatolide platform in Turkey. *Geological Magazine*, 139.
- Hinsbergen, V. D. J., Maffione M., Plunder A., Kaymakci N., Ganerød M., Hendriks, B. W. ve McPhee P. J. 2016. Tectonic evolution and paleogeography of the Kbox drawings light down and Kırşehir Block and the Central Anatolian Ophiolites, Turkey. *Tectonics*, 35(4); 983-1014.
- Işık, V., Lo, C.H., Göncüoğlu, C. ve Demirel, S. 2008. $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ ages from the Yozgat Batholith: Preliminary data on the timing of Late Cretaceous extension in the Central Anatolian Crystalline Complex., Turkey. *Journal of Geology*, 116(5); 510-526.
- Kadioğlu, Y.K. 1991. Geology, Petrography and Geochemistry of Ağaçören (Aksaray) Magmatic Rocks. M.Sc.Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Kadioğlu, Y. K. 2001. Yozgat-Kırşehir-Kırıkkale Çevresinin Jeoloji ve Kırıklarının Genel Özellikleri, Yukarı Orta Anadolu Jeofizik Toplantısı, Yozgat, s. 89-103.
- Kadioğlu, Y.K. ve Güleç, N. 1992. Ağaçören (Aksaray) magmatik kayalarının jeolojisi ve petrografisi. 45. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, Bildiri Kitabı, 70.
- Kadioğlu, Y. K. ve Güleç, N. 1993. Granitoidler İçinde Anklavların Kökeni ve Türkiye’den Örnekler. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 8; 113-118.

- Kadioğlu, Y.K. ve Güleç, N. 1995. Ağaçören (Aksaray) intrüzif takımının petrolojisi. Ç.Ü. 20.Yıl Sempozyumu, Adana, Bildiri Kitabı, 40.
- Kadioğlu, Y.K. ve Yıldız, M. 1996. Akdağmadeni (Yozgat) metamorfizlerinde yer alan Ortaköy Granitoidindeki ksenolitlerin mineralojik ve petrografik özellikleri. Karadeniz Tek. Üni., Jeoloji Müh. Böl. 30. Yıl Semp. Bild., Trabzon, s. 195- 207.
- Kadioğlu, Y.K. ve Güleç, N. 1997. Ağaçören İntrüzif Takımının Petrolojisi (Aksaray) .Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, 35.
- Kadioğlu, Y.K. ve Özsan, A. 1998. Sulakyurt granitoidindeki gabroların derin yapısının sondajlarla belirlenmesi. Türkiye Jeol. Bült., cilt 41, No. 2; 177-185.
- Kadioğlu, Y.K., Ateş, A. and Güleç, N. 1998. Structural interpretation of gabbroic rocks in Ağaçören Granitoid, Central Turkey: Field observations and aeromagnetic data. Geol. Mag., 135(2), 245-254.
- Kadioğlu, Y. K. ve Güleç, N. 1999. Types and genesis of the enclaves in central Anatolian granitoids. Geological Journal Geol J, 34; 243-256.
- Kadioğlu, Y.K. ve Güleç, N. 2001a. Gabro types in the Central Anatolian Crystalline Complex; field aspects, petrographic features and geochemistry. Fourth International Turkish Geology Symposium, Çukurova University, Adana, Abstracts, 206.
- Kadioğlu, Y.K. ve Güleç, N. 2001b. Nature and distribution of felsic plutons in central anatolian crystalline complex. Time-Space Relations, Fourth International Turkish Geology Symposium, Çukurova University, Adana, Abstract, 202.
- Kadioğlu, Y.K., Dilek, Y., Güleç, N. ve Foland, K.A. 2003. Tectonomagmatic Evolution of Bimodal Plutons in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. The Journal of Geology, 111; 671-690.
- Kadioğlu, Y. K., Dilek, Y. ve Foland, K. A. 2006. Slab break-off and syncollisional origin of the Late Cretaceous magmatism in the Central Anatolian crystalline complex. Geological Society of America, Special Paper, 409; 381-415.
- Kara, H. ve Dönmez, M. 1990, 1/100000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Kırşehir-G17 paftası. No:34, MTA Ankara.
- Kara, H. 1991. MTA Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi Kırşehir G-18 Paftası. Jeoloji Etütleri Dairesi tarafından yayınlanmıştır, No:37, 1-12.
- Ketin, İ. 1955. Yozgat bölgesinin jeolojisi and Orta Anadolu Masifinin tektonik durumu. TJK Bülteni, VI(1); 1-40.
- Ketin, İ. 1966. Anadolu'nun Tektonik Birlikleri. MTA Bülteni, 66; 20-34.
- Kibar, M., Deniz, K., & Sarıoğlu, F. E. 2012. The Morphology, Mineralogy, Geochemistry and Physical Implications of Foid bearing Syenite and Syenite-Carbonate Rocks Contact Zone Soils: Kırşehir-Akpınar-Buzlukdağ, Turkey. Eurasian Journal of Soil Science, 1(2), 69-74.
- Koçyiğit, A. 2003. Orta Anadolu'nun genel Neotektonik Özellikleri ve Depremselliği. Haymana-Tuzgölü-Ulukışla Basenleri Uygulamalı Çalışma, TPJD, Özel sayı:5, 1-26.

- Köksal, S., Moller, A., Göncüoğlu, C. M., Frei, D. ve Gerdes, A. 2012. Crustal homogenization revealed by U–Pb zircon ages and Hf isotope evidence from the Late Cretaceous granitoids of the Ağacören intrusive suite (Central Anatolia/Turkey). *Contrib Mineral Petrol*, 163; 725–743.
- Köksal, S., Toksoy-Köksal, F., Göncüoğlu, M. C., Möller, A., Gerdes, A. ve Frei, D. 2013. Crustal source of the Late Cretaceous Satansari monzonite (central Anatolia/Turkey) and its significance for the Alpine geodynamic evolution. *Journal of Geodynamics*. doi:10.1016/j.jog.2012.06.003.
- Köksal, S., Toksoy-Köksal F. ve Göncüoğlu M. C. 2016. Petrogenesis and geodynamics of plagiogranites from Central Turkey (Ekecikdağ/Aksaray): new geochemical and isotopic data for generation in an arc basin system within the northern branch of Neotethys. *International Journal of Earth Sciences*, 1-23.
- Kuscu, İ., Gencalioglu-Kuscu, G., Sarac, C., Meinert, L.D., 2004. An approach to geochemical characterization of productive versus barren granitoids in terms of iron in Central Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*. Volume 24, Issue 3, Pages 311-325.
- Lefebvre, C. 2011. The Tectonics of the Central Anatolian Crystalline Complex: A Structural, Metamorphic and Paleomagnetic Study. *Utrecht Studies in Earth Science*, 3; 147.
- Lefebvre, C., Barnhoorn, A., Van Hinsbergen, D.J., Kaymakci, N. ve Vissers, R.L. 2011. Late Cretaceous extensional denudation along a marble detachment fault zone in the Kırşehir massif near Kaman, Central Turkey. *J Struct. Geol.* 33(8); 1220–1236.
- Lefebvre, C., Peters M. K., Wehrens P. C., Brouwer F. M. ve van Roermund, H. L. 2015. Thermal history and extensional exhumation of a high-temperature crystalline complex (Hırkadağ Massif, Central Anatolia). *Lithos*, 238; 156-173.
- Llovet, X., Moy., Pinard, T., Fournelle, H., 2020. Reprint of: Electron probe microanalysis: A review of recent developments and applications in materials science and engineering. *Progress in Materials Science*, Zitirt von: 129.
- McMillan, P., Piriou, B., Couty, R., 1984. A Raman study of pressure-densified vitreous silica. *Journal of Chemical Physics*, 81(10), 4234-4236.
- Nasdala, L., David, C., Reinhard, K., Martin, Z., 2004. Raman spectroscopy: Analytical perspectives in mineralogical research. *Spectrochimica Acta A*, European Mineralogical Union, V.6.
- Neuville, R., Ligny, D., Henderson, G., 2014. Advances in Raman spectroscopy applied to earth and material sciences. *Reviews in mineralogy and geochemistry*, Mineralogical Society of America, 78, 1, 509-541.
- Okay, A. I. ve Tüysüz, O. 1999. Tethyan Sutures of northern Turkey. In *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen* (eds B.Durand, L. Jolivet, F.Hovarth and M. Séranne). Geological Society of London, Special Publication no.156, pp. 475-515.
- Pankrushina, E. A., Votyakov, S. L., Ankusheva, N. N., Pritchinn, M. E., Kisin, A., Shchapova, V., Znamensky, S. E., 2018. Raman spectroscopy in the analysis of

- fluid inclusion composition in quartz from gold deposits of the Southern Urals: Methodological aspects. AIP Conf. Proc. 2015, 020069-1–020069-5.
- Pearce, J.A., 1983. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In: Hawkesworth C.J. and Norry M.J. (eds), *Continental basalts and mantle xenoliths*, Shiva, Nantwich, pp. 230-249.
- Philippot, P., & Selverstone, J., 1991. Trace-element-rich brines in eclogitic veins: implications for fluid composition and transport during subduction. *Contr. Mineral. and Petrol.* 106, 417–430.
- Phillips, G.N., & Powell, R., 2010. Formation of gold deposits: a metamorphic devolatilization model. *Journal of Metamorphic Geology*, 28(6), 689-718.
- Reed, S.J.B. 2005. *Electron microprobe analysis and scanning electron microscopy in geology*. Cambridge University Press.
- Ridley, J., & Diamond, L.W., 2000. Fluid chemistry of orogenic lode gold deposits and implications for genetic models. In S.G. Hagemann & P.E. Brown (Eds.), *Gold in 2000* (pp. 141–162). *Reviews in Economic Geology*, Vol. 13.
- Sapancı, Ö., Köprübaşı, N., Çiftçi, E., Köprübaşı, N., Demirel, U., Şahin, B., Çevik, İ., Akbay, S., Tokat, G. 2017. Orta Anadolu’da Makaslama Zonunda Oluşmuş Altın Cevherleşmesi: Terziali Cevherleşmesinin Jeoloji Ve Mineralojisinden Ayrıntılar. 70. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, Ankara.
- Sapancı, Ö., Köprübaşı, N., Çiftçi, E., Köprübaşı, N., Tokat, G., Demir, Y. 2022. Mineralogy, geochemistry, fluid inclusion, and stable sulfur isotope investigation of the Terziali shear-related orogenic gold deposit (Central Anatolia, Turkey): implications for ore genesis and mineral exploration.
- Schmidt, C., Ziemann, M. A., 2000. In-situ Raman spectroscopy of quartz: A pressure sensor for hydrothermal diamond-anvil cell experiments at elevated temperatures. *American Mineralogist*, 85, 11-12, 1725-1734.
- Seymen, İ. 1981a. Kaman (Kırşehir) Dolayısında Kırşehir Masifi’nin Stratigrafisi ve Metamorfizması. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24; 7-14.
- Seymen, İ. 1981b. Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir masifinin stratigrafisi ve metamorfizması. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24(2); 7-14.
- Seymen, İ. 1981c. Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir masifinin metamorfizması. *İç Anadolu’nun Jeoloji Sempozyumu*, Türkiye.
- Seymen, I., 1982. Kaman dolayında Kırşehir Masifinin jeolojisi. *İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Maden Fakültesi Doçentlik Tezi*, 164.
- Seymen, İ. 1983. Tamadağ (Kaman-Kırşehir) çevresinde Kaman grubunun ve onunla sınırdaş oluşukların karşılaştırmalı tektonik özellikleri. *T.J.K Bült*, 26; 2, 89-97.
- Seymen, İ., 1984. Kırşehir masifi metamorfitlerinin jeoloji evrimi, *Ketin Sempozyumu*, *Türkiye Jeoloji Kurumu Yayını*, 133-148.
- Seymen I., 2000. Geology of the Kırşehir Massif bet ween Savcılıbeyit (Kaman) and Yeşilli (Kır şehir) villages. *Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi, Bildiriler Kitabı I*, MTA-Ankara, 67-91 (in Turkish with English abstract).

- Sheng, Y. M., Li Tang, L., Zhang, S. T., Santosh, M., Hu, X. K., 2022. Influence of fluid-rock interaction on gold mineralization in the Dongwan deposit, East Qinling, China: Constraints from systematic sulfur isotope and trace element geochemistry, *Ore Geology Reviews*, Volume 142.
- Sillitoe, R. H. and Thompson, F. H. 1998. Intrusion-Related Vein Gold Deposits: Types, Tectono-Magmatic Settings and Difficulties of Distinction from Orogenic Gold Deposits. *Resource Geology*, vol. 48, no. 2, 237–250.
- Sillitoe, R. H. 2000. Gold-Rich Porphyry Deposits: Descriptive and Genetic Models and Their Role in Exploration and Discovery. *SEG Reviews*, 13, 315-345.
- Şengör, A. C., & Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75(3-4), 181-241.
- Taylor, S. R., McLennan, S. M. 1985. *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*. Blackwell, Scientific Publication, Oxford. 312.
- Tolluoğlu, A. Ü. 1986. Orta Anadolu Masifi'nin güneybatısında (Kırşehir Yöresinde) petrografik ve petrotektonik incelemeler. H.Ü. Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi 237. yayınlanmamış.
- Tolluoğlu, A.Ü. 1987. Orta Anadolu Masifi Kırşehir Metamorfitlerinin (Kırşehir kuzeybatısı) petrografik özellikleri. *Doğa Bilim Dergisi*, 11(3); 344-361.
- Tolluoğlu, A. Ü. 1987a. Orta Anadolu Masifi Kırşehir Metamorfitlerinin (Kırşehir kuzeybatısı) petrografik özellikleri. *Doğa Bilim Derg. TU Müh ve Çevre D*, 11(3); 344-361.
- Tolluoğlu, A. Ü. 1987b. Kırşehir Metamorfitlerinin (Kırşehir kuzeybatısı) stratigrafik ve tektonik özellikleri. 41. T.J.K. Bildiri Özetleri, 16-17.
- Tolluoğlu, A. Ü. 1988. Orta Anadolu Masifi Kırşehir Metamorfitlerinin mezoskobik tektonik özellikleri, Kırşehir kuzeybatısı. H.Ü. Yerbilimlerinin 20.yılı Sempozyumu Bildiri Özleri,33.
- Tolluoğlu, A.Ü. ve Erkan, Y. 1989. Regional progressive metamorphism in the Central Anatolian Basement, NW Kırşehir Massif, Turkey. *METU. Journal of Pure and Appl. Sc*, 2(3); 19-41.
- Tolluoğlu, A.Ü. ve Erkan, Y. 1990. Orta anadolu Masifi Kırşehir metamorfitlerinin petrolojik özellikleri (Kırşehir kuzeybatısı). *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A, Yer Bilimleri*, 6-7; 3-17.
- Tolluoğlu, A. Ü. 1993. Kırşehir Masifini kesen felsik intrüziyonların (Kötüdağ ve Buzlukdağ) petrografik ve jeokimyasal karakterleri. *Yer Bilimleri Dergisi*, 16; 19-43.
- Tolluoğlu, A. Ü. 1993a. Kırşehir Masifini kesen Kırşehir Metamorfitlerinin (Kırşehir kuzeybatısı) petrografik özellikleri. *Doğa Bilim Derg TU Müh. ve Çevre D*, 11(3); 344-361.
- Tolluoğlu, A. Ü. 1993b. Kırşehir Masifini Kesen Felsik İntrüziyonların (Kötüdağ ve Buzlukdağ) Petrografik ve Jeokimyasal Karakterleri. *Yer Bilimleri Dergisi*, 16; 19 43.
- Tomkins, A.G., 2013. On the source of orogenic gold. *Geology*, 41(12), 1255–1256.

- Williams, M.L., Jercinovic, M.J., & Terry, M.P. 1999. Age mapping and dating of monazite on the electron microprobe: Deconvoluting multistage tectonic histories. *Geology*, 27(11), 1023-1026.
- Whitney D. L. ve Dilek Y. 2001. Metamorphic and tectonic evolution of the Hırkadağ block, Central Anatolian Crystalline Complex. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 10(1); 1-15.
- Whitney, D. L., Teyssier, C., Dilek, Y. ve Fayon, A. K. 2001. Metamorphism of the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey: influence of orogen-normal collision vs wrench-dominated tectonics on PT-t paths. *Journal of Metamorphic Geology*, 19; 411-432.
- Whitney, D.L., Teyssier, C., Fayon, A.K., Hamilton, M.A. ve Heizler, M. 2003. Tectonic controls on metamorphism, partial melting, and intrusion: timing and duration of regional metamorphism and magmatism in the Nigde Massif, Turkey. *Tectonophysics*, 376(1-2), 37-60.
- Whitney, D. ve Hamilton, M.A. 2004. Timing of high grade metamorphism in Central Turkey and the assembly of Anatolia. *Journal Geological Society*, 161; 823-828.
- Yalınız, M.K., Floyd, P.A. ve Göncüoğlu, M.C. 1996. Supra-subduction zone ophiolites of Central Anatolia : geochemical evidence from the Sarıkaraman ophiolite, Aksaray. Turkey. *Min. Mag.* 60; 697-710.
- Yalınız, M. K., & Göncüoğlu, M. C. 1998. General geological characteristics and distribution of the Central Anatolian Ophiolites. *Yerbilimleri*, (20), 19-30.
- Yalınız, K.M., Floyd, P.A. ve Göncüoğlu, M.C. 2000a. Geochemistry of volcanic rocks from the (Çiçekdağ Ophiolite, Central Anatolia, Turkey, and their inferred tectonic setting within the northern branch of the Neotethyan Ocean. In: Bozkurt, E., Winchester, J. A. & Piper, J. D. A. (eds), *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area*. Geological Society, London, Special Publications, 173; 203-218.
- Yalınız, K.M., Floyd, P.A. ve Göncüoğlu, M.C. 2000b. Geochemistry of Volcanic Rocks from the Çiçekdağ Ophiolite, Central Anatolia, Turkey and Their Inferred Tectonic Setting within the Northern Branch of the Neotethyan Ocean. *Ofioliti*, 25-2; 157-158.
- Yalınız, K. M., Güncüoğlu, M. C. ve Özkan-Altin, S. 2000c. Formation and emplacement ages of the SSZ-type Neotethyan ophiolites in Central Anatolia, Turkey: palaeotectonic implications. *Geological Journal*, 35; 53-68.
- Yürür, M. T. and Genç, Y. 2006. The Savcılı Thrust Fault (Kırşehir, Central Anatolia): a backthrust fault, a suture zone or secondary fracture in extensional regime?. *Geologica Carpathica*, 57, 47-56.

EKLER

Ek 1 Çalışma alanından toplanan örneklerin petrografik incelemeleri

Ek 2 Kayaların ana (ağırlık %) ve eser element (ppm) bileşimi

Ek 3 Çalışma alanından alınan örneklerin EPMA analiz sonuçlarını göstermektedir

EK 1 Çalışma alanından toplanan örneklerin petrografik incelemeleri

Örnek numarası	Mikroskobik Doku	Mineralojik bileşim	Kayacın adı	Fasiyes
AK-01	Lepido-granoblastik	Qz, Ms, Ser, Ep	Muskovit şist	YS
AK-02	Lepido-granoblastik	Qz, Mica	Kuvars şist	YS
AK-03	Lepido-granoblastik	Qz, Ms	Muskovit şist	YS
AK-04	Lepido-granoblastik	Qz, Ms	Muskovit şist	YS
AK-05	Breşik	Farklı kayaç fragmanları	Fay breşi	YS
AK-06	Lepido-granoblastik	Qz, Ms	Muskovit şist	YS
AK-07	Granoblastik	Qz	Kuvarsit	YS

Örnek numarası	Mikroskobik Doku	Mineralojik bileşim	Kayacın adı	Fasiyes
AK-08	Lepido- granoblastik	Qz, Ms	Kuvars şist	YS
AK-09	Breşik	Pyl	Mn içerikli kayaç	YS
AK-10	Breşik	Pyl	Mn içerikli kayaç	YS
AK-11	Lepido- granoblastik	Qz, Ms	Muskovit şist	YS
AK-12	Granoblastik	Qz	Kuvarsit	YS
AK-13	Poligonal	Cal	Mermer	YS
AK-14	Poligonal	Cal	Mermer	YS

Örnek numarası	Mikroskobik Doku	Mineralojik bileşim	Kayacın adı	Fasiyes
AK-16	Granoblastik	Qz	Kuvarsit	YS
AK-16	Granoblastik	Qz	Kuvarsit	YS
AK-17	Granoblastik	Qz	Kuvarsit	YS
AK-18	Lepido-granoblastik	Qz, Ms	Muskovit şist	YS
AK-19	Granoblastik	Qz	Kuvarsit	YS
AK-20	Milonitik	Qz, Ms, Bt	Milonitik şist	YS
AK-21	Granoblastik	Qz	Kuvarsit	YS

Örnek numarası	Mikroskobik Doku	Mineralojik bileşim	Kayacın adı	Fasiyes
AK-22	Granoblastik	Qz	Kuvarsit	YS
AK-23	Granoblastik	Qz	Kuvarsit	YS
AK-24	Milonitik	Qz, Ms, Bt	Milonitik şist	YS
AK-25	Milonitik	Qz, Ms, Bt	Milonitik şist	YS
AK-26	Granoblastik	Qz	Kuvarsit	YS
AK-27	Granoblastik	Qz	Kuvarsit	YS
AK-28	Granoblastik	Qz	Kuvarsit	YS

Örnek numarası	Mikroskopik Doku	Mineralojik bileşim	Kayacın adı	Fasiyes
AK-29	Granoblastik	Qz	Kuvarsit	YS
AK-30	Granoblastik	Qz	Kuvarsit	YS
AK-31	Milonitik	Qz, Ms, Bt	Milonitik şist	YS
AK-32	Holokristalin granüler doku	Or, Pl, Bt	Siyenit	

Ek 2 Kayaçların ana (ağırlık %) ve eser element (ppm) bileşimi

Örnek numarası	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃
AK-01	0.039	1.198	8.984	85.42	0.0993	0.1058	0.0127	1.22	0.5234	0.1665	0.0136	0.01005	0.1186	1.531
AK-02	0.043	0.975	8.169	85.84	0.0732	0.0907	0.00856	1.156	0.4929	0.1324	0.0101	0.0029	0.3488	1.701
AK-03	0.17	1.06	8.262	86.91	0.0881	0.0966	0.00827	1.088	0.4702	0.136	0.0081	0.00366	0.1292	0.9278
AK-04	0.069	1.406	8.404	84.83	0.1295	0.1161	0.013	1.207	0.5418	0.1462	0.0118	0.0536	0.1063	1.657
AK-05	0.041	0.54	6.756	62.38	0.1028	0.0718	0.02099	0.6453	26.49	0.0837	0.0049	0.00355	0.4492	1.477
AK-06	0.039	0.798	8.364	79.55	0.0489	0.0925	0.01403	2.173	2.8923	0.0939	0.0017	0.00441	1.146	2.62
AK-07	0.041	0.503	0.838	86.38	0.0371	0.1082	0.00652	0.5888	0.6536	0.0331	0.0034	0.0201	1.187	7.04
AK-08	0.043	0.511	7.154	75.02	0.056	0.1339	0.01211	0.4812	0.6276	0.0478	0.0114	0.0919	9.586	5.942
AK-11	0.078	0.728	9.026	75.58	0.0672	0.0859	0.01945	2.367	0.3266	0.2557	0.013	0.056	0.9846	7.317
AK-12	0.041	0.352	7.459	67.82	0.0927	0.1331	0.01492	0.9266	0.5733	0.0686	0.0059	0.1386	19.277	3.11
AK-13	0.048	0.093	8.164	17.1	0.0522	0.0472	0.02498	0.56	43.67	0.107	0.0076	0.00528	0.1945	1.492
AK-14	0.046	0.085	9.249	17.14	0.0352	0.0444	0.02811	0.7804	40.47	0.1622	0.0081	0.00814	0.1956	1.639
AK-15	0.043	0.355	9.692	38.54	0.0805	0.0732	0.02912	0.963	32.91	0.178	0.0056	0.00867	0.1309	1.204
AK-16	0.044	0.573	8.843	78.1	0.3741	0.933	0.02644	0.8349	5.46	0.0373	0.0054	0.0118	0.0113	3.1729
AK-17	0.041	0.601	8.358	79.8	0.3455	1.113	0.01381	0.9476	0.7791	0.0059	0.0027	0.0139	0.0189	5.188
AK-18	0.19	0.626	9.403	80.61	0.4154	0.2736	0.01601	1.047	0.6416	0.1395	0.0057	0.0129	0.01229	3.542
AK-19	0.11	0.395	1.744	86.25	0.1167	0.4636	0.01103	0.6575	0.3856	0.1485	0.005	0.0149	0.00589	5.2262
AK-20	0.041	0.537	8.337	89.33	0.0841	0.1674	0.00748	0.7731	0.3113	0.0849	0.0025	0.00568	0.00759	0.1011
AK-21	0.08	0.397	5.4657	85.09	0.1481	0.2172	0.00724	0.2613	1.758	0.3579	0.0081	0.00724	0.006	0.5148
AK-22	0.049	0.497	7.401	79.23	0.1807	0.8025	0.01455	0.9165	3.625	0.1694	0.0102	0.0131	0.02462	0.5073
AK-23	0.28	0.535	13.585	78.24	0.1717	0.8614	0.01712	1.403	0.3517	0.1267	0.0035	0.0057	0.0082	2.4691
AK-24	0.11	0.499	0.993	88.74	0.173	0.3342	0.00479	0.6	0.3876	0.0429	0.0023	0.00503	0.00391	4.5981
AK-25	0.038	0.629	2.77	89.39	0.1162	0.2279	0.00896	0.8639	0.3476	0.1024	0.0037	0.00433	0.00475	4.6135
AK-26	0.054	0.604	4.835	88.01	0.1939	0.193	0.00458	1.032	0.3102	0.1235	0.0064	0.00243	0.00415	4.7361
AK-27	0.04	0.402	0.799	90.7	0.547	0.7225	0.00731	0.4447	0.4911	0.0914	0.0038	0.015	0.01184	6.0591
AK-28	0.043	0.27	0.0093	86.97	0.3881	1.652	0.00469	0.2061	0.3712	0.0073	0.0032	0.0019	0.0185	6.4603
AK-29	0.038	0.271	0.0094	97.02	0.0341	0.3817	0.0002	0.1994	0.4103	0.2088	0.0016	0.0115	0.00683	0.7306
AK-30	0.037	0.617	3.898	86.21	0.1065	0.2956	0.00991	1.008	0.5732	0.0953	0.0024	0.0112	0.00849	6.2804
AK-31	0.037	0.339	8.493	78.51	0.0991	0.29	0.015	0.2224	1.423	0.3791	0.0147	0.1322	0.01637	7.2314

Örnek numarası	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Ag	Au	Cd	La	Ce	Hf	Ta	W	Pb	Hg	Tl	Bi
AK-01	32.9	21.4	38	24.5	4.2	1	9.9	0.4	0.6	38.7	16.9	11.6	24.6	2.3	2.3	<0.1	<0.1	0.7	17.1	24.2	2.5	3.7	318.9	7.9	1.5	1.8	0.7
AK-02	47	21.4	9.4	19.8	4.9	1.7	14.9	0.8	0.3	30.5	33	6.7	20.1	2.3	2.3	<0.1	<0.1	0.6	7.2	9.8	1.7	2.3	296.2	5.1	1.5	4.6	0.4
AK-03	52.5	20.5	94.7	13.2	3.8	1	11.8	0.4	0.3	27.4	12.8	9.5	15	2.1	2.1	<0.1	<0.1	0.7	12.5	16.6	3.5	4.4	369.1	5.9	1.6	2.5	0.9
AK-04	42.1	20.3	42.5	28.7	3.9	1	16.8	0.4	0.3	39.9	12.3	11.5	19.6	3	1.9	<0.1	<0.1	0.6	17.6	27	2.7	3.6	304.3	5	1.6	2.4	0.5
AK-05	35.3	19.7	36.1	18.5	2.7	0.8	47.8	0.4	0.3	23.3	30.5	21.5	8.5	2.8	2.8	<0.1	<0.1	0.8	12	19.1	2.8	3.4	159.3	5	1.3	5.8	0.6
AK-06	49.4	21.9	21.7	17.5	4	0.9	37.8	0.4	0.2	27.1	62.8	5.6	15.1	2.4	4	<0.1	<0.1	0.8	11.3	9.9	2.2	2.7	255.2	3.2	1.5	13.6	0.5
AK-07	51.6	20.5	33.5	12.3	1.3	1.1	30.4	0.4	0.3	10.6	93.8	2.1	8.3	2.3	3.7	<0.1	<0.1	0.8	7.2	10	2.6	3.6	346.1	2.9	1.7	4.8	0.5
AK-08	59.7	35.2	72.7	27.3	3.2	0.9	63.3	0.5	0.3	9.8	138	4	7.4	2.7	13.4	<0.1	<0.1	0.8	7.3	20.3	3.7	4.7	292.9	5.8	1.8	15.7	0.6
AK-11	37.9	24.8	3.1	30.1	7.5	0.7	22.5	0.3	0.2	39.6	28.5	10	46	6	2.6	<0.1	<0.1	0.8	18	27.7	1.6	2.4	160.2	5	1.2	1.8	0.5
AK-12	42.1	36.2	94.4	20.9	4.1	0.7	64.7	0.5	0.6	14.8	366.3	12.9	26.7	2.7	14.5	<0.1	<0.1	0.8	8.1	10	4.1	5.2	311.2	3.7	1.9	3.7	0.7
AK-13	14.3	17.8	25.4	22.6	4.7	0.6	38.7	0.3	0.3	15.9	97.1	23.1	12.3	3.3	3.5	<0.1	<0.1	0.9	7.4	10	3.3	3.8	32.2	3.9	1	2	0.7
AK-14	27.6	24.7	23.2	17.5	5.3	0.6	9.6	0.3	0.3	20.2	92.3	17	22.1	3	3.3	<0.1	<0.1	0.9	22.4	22.8	3.2	3.5	42	5.8	1	0.9	0.6
AK-15	24.9	20.4	6.5	14.3	4.9	0.7	1.7	0.3	0.4	26.3	96.9	15	21.2	2.3	2.7	<0.1	<0.1	0.8	27.3	10	2.3	2.2	97	3.3	1.1	0.8	0.5
AK-16	31.8	7.2	4.7	6.5	3.5	0.9	162	0.4	0.5	15.3	160.4	37.8	14.4	2.7	2.5	<0.1	<0.1	0.8	9.3	10	1.7	3.2	251.1	2	1.4	1	0.7
AK-17	32.1	14.5	4.6	4.5	4.6	1	25.2	0.4	0.3	15.5	116.5	48.7	21.1	3.4	3.2	<0.1	<0.1	1	70.6	37.2	1.6	3.7	312.2	2	1.5	1.2	0.5
AK-18	31.9	12.3	3.1	7.2	4.9	1	69.3	0.4	0.5	21.7	130.2	69.6	38.2	2.9	2.4	<0.1	<0.1	0.7	8	10.8	1.5	3.6	314.9	3.2	1.5	1.2	0.8
AK-19	50.7	3.7	0.8	1.4	5.7	1.1	94.8	0.5	0.3	6.7	199.2	12.1	31.7	3	2.1	<0.1	<0.1	0.6	16.5	17.2	1.3	4.6	468	2.1	1.7	1.2	0.6
AK-20	35.3	5.1	0.7	3.3	3.3	0.9	53.7	0.4	0.2	13.5	46.9	16.9	20.4	4.2	2.2	<0.1	<0.1	0.7	19.1	35.7	1.4	2.8	328.5	4.3	1.4	1.2	0.5
AK-21	25.3	7.9	1.7	6.3	2.8	1	28.2	0.4	0.4	4.1	51.5	19.8	65.2	6.2	2.1	<0.1	<0.1	0.7	14.7	15.9	1.3	5.2	357.4	1.6	1.6	0.8	0.5
AK-22	26.7	14.8	8.7	4.6	5.5	1	134.9	0.4	0.9	13.9	221.1	29.9	33.3	4.7	2.4	<0.1	<0.1	0.7	18	14.9	1.7	1.6	260.8	5.5	1.5	2.5	0.9
AK-23	22.1	9.8	6.5	2.9	7	0.8	44.5	0.3	0.3	23.9	280	16.6	39.7	3.3	2.7	<0.1	<0.1	0.9	16.9	11	1.8	2.2	199.8	7.7	1.3	1.2	0.7
AK-24	37	5.1	0.7	1.6	2.7	1	83.6	0.4	0.3	12.7	145	19	16.4	2.1	2	12	4.5	0.6	19.1	9.9	1.4	1.8	340.9	0.6	1.5	1.9	0.8
AK-25	58.1	4.7	4.3	2.6	3.3	1.2	149.2	0.7	0.6	18.1	242.8	12	32.7	4	2.2	17	5.3	0.6	11.4	21.9	1.6	2.8	452.2	4	1.8	1.1	1.1
AK-26	43	6.3	1.7	4.6	5	1	223.6	0.4	0.8	18.7	195.2	42	31.9	4.4	2.2	5	4.7	0.5	21.5	23.6	1.5	2.1	347.5	1.8	1.6	1.2	0.8
AK-27	45.9	3.7	1.3	4.6	3.2	1.1	28.3	0.4	0.8	8.5	113.5	12.5	23	2.6	2.9	<0.1	<0.1	0.7	9.8	13.5	1.4	3.1	393.2	3	1.6	0.6	0.5
AK-28	34.8	5.7	5.1	4.7	5.2	0.4	38.8	0.4	1.2	2.9	180.5	1.1	21.4	3.4	5.5	<0.1	<0.1	1.1	62.4	12.3	1.8	3.1	380.1	6.7	1.8	1.7	0.6
AK-29	60.5	5.9	10.4	1.8	4.1	1.4	45.9	1.3	1	3.4	35.2	6.2	44.5	7.9	3	11	7.2	0.8	7.3	10	1.8	3.2	811.8	1	2.4	1.3	1.7
AK-30	35.3	11	2	5.3	4	0.9	15.7	1.1	0.2	19.8	29.7	27.7	24.4	2.3	2.3	13	4.3	0.8	7.3	9.9	1.6	3.1	308.2	2	1.4	1	1
AK-31	24.6	32.2	3.3	3.8	10.6	0.7	22.1	0.6	0.2	3.1	57.5	8.3	55.7	6	2.3	15	<0.1	0.6	8.2	24.6	1.6	3.6	178.8	5.2	1.1	0.8	0.4

Ek 3 Çalışma alanından alınan örneklerin EPMA analiz sonuçları (%)

AK 12 örneğine ait mineral kimyası analiz sonuçları

Element %	1.Nokta	2.Nokta	3.Nokta	4.Nokta	5.Nokta	6.Nokta	7.Nokta	8.Nokta	9.Nokta	10.Nokta
Na ₂ O	0.0080	0.0180	0.0020	0.0000	0.0000	0.0220	0.0000	0.0270	0.0000	0.0000
MgO	0.0000	0.0000	0.0220	0.0000	0.0000	0.0060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020
Al ₂ O ₃	0.0340	0.0110	0.0940	0.0040	0.0130	0.4150	0.0310	0.0100	0.0060	0.0130
MnO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SiO ₂	99.6740	99.3990	99.0190	99.2990	99.5120	99.1180	99.7770	100.2860	99.6210	100.3890
As ₂ O ₃	0.0000	0.0190	0.0210	0.0130	0.0040	0.0000	0.0070	0.0000	0.0000	0.0000
CuO	0.0440	0.0200	0.0210	0.0000	0.0340	0.0000	0.0200	0.0200	0.0000	0.0000
K ₂ O	0.0030	0.0000	0.0080	0.0010	0.0000	0.0118	0.0000	0.0040	0.0000	0.0020
FeO	0.0040	0.0050	0.0010	0.0050	0.0220	0.1370	0.0070	0.0380	0.0170	0.0020
TiO ₂	0.0000	0.0000	0.0140	0.0000	0.0030	0.0100	0.0070	0.0080	0.0020	0.0000
Cr ₂ O ₃	0.0000	0.0010	0.0000	0.0130	0.0000	0.0000	0.0050	0.0000	0.0020	0.0000
Au ₂ O	0.0000	0.0060	0.0020	0.0000	0.0010	0.0000	0.0230	0.0000	0.0010	0.0200
Ag ₂ O	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0080	0.0000	0.0000	0.0020	0.0000
PbO	0.0000	0.0270	0.0070	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0110	0.0000
CaO	0.0020	0.0070	0.0120	0.0000	0.0020	0.0690	0.0060	0.0060	0.0010	0.0220
SO ₃	0.0080	0.0030	0.0030	0.0000	0.0000	0.0290	0.0000	0.0090	0.0040	0.0090
ZnO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0060	0.0000	0.0000	0.0030	0.0110	0.0000	0.0000
Total	99.7770	99.7770	99.2220	99.3410	99.5910	99.8320	99.8860	100.4590	99.6670	100.4590
Formül, 2 oksijen olarak hesaplanmıştır										
Na	0.0002	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000
Mg	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Al	0.0004	0.0001	0.0011	0.0000	0.0002	0.0049	0.0004	0.0001	0.0001	0.0002
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Si	0.9989	0.9992	0.9987	0.9996	0.9990	0.9915	0.9992	0.9983	0.9993	0.9995
As	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cu	0.0003	0.0002	0.0002	0.0000	0.0003	0.0000	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000
K	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
Fe	0.0012	0.0003	0.0001	0.0003	0.0013	0.0079	0.0004	0.0022	0.0010	0.0001
Ti	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
Cr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Au	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pb	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0007	0.0001	0.0001	0.0000	0.0002
S	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
Zn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000

AK 14 örneğine ait mineral kimyası analiz sonuçları

Element %	1.Nokta	2.Nokta	3.Nokta	4.Nokta	5.Nokta	6.Nokta
Na ₂ O	0.0130	0.0150	0.0000	0.0210	0.0770	0.0000
MgO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0100	0.0000	0.0000
Al ₂ O ₃	0.0510	0.1090	0.5960	0.0200	0.1160	0.1370
MnO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SiO ₂	99.1740	99.6240	99.0760	99.0630	98.4440	99.5040
As ₂ O ₃	0.0000	0.0000	0.0060	0.0080	0.0160	0.0000
CuO	0.0610	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
K ₂ O	0.0020	0.0030	0.0020	0.0010	0.0080	0.0040
FeO	0.0100	0.0020	0.0000	0.0050	0.0000	0.0000
TiO ₂	0.0000	0.0080	0.0000	0.0100	0.0040	0.0020
Cr ₂ O ₃	0.0060	0.0000	0.0010	0.0150	0.0000	0.0140
Au ₂ O	0.0000	0.0310	0.0010	0.0210	0.0000	0.0040
Ag ₂ O	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PbO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0200	0.0000	0.0000
CaO	0.0070	0.0050	0.0260	0.0060	0.0430	0.0320
SO ₃	0.0050	0.0120	0.0000	0.0050	0.0160	0.0150
ZnO	0.0000	0.0120	0.0080	0.0000	0.0000	0.0060
Total	99.3290	99.8210	99.7160	99.2050	99.7180	99.7180
Formül, 2 oksijen olarak hesaplanmıştır						
Na	0.0003	0.0003	0.0000	0.0004	0.0015	0.0000
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
Al	0.0006	0.0013	0.0071	0.0002	0.0014	0.0016
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Si	0.9988	0.9987	0.9945	0.9992	0.9980	0.9983
As	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Cu	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
K	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
Fe	0.0006	0.0001	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000
Ti	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
Cr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
Au	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
Ca	0.0001	0.0001	0.0003	0.0001	0.0005	0.0003
S	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
Zn	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000

AK 15 örneğine ait mineral kimyası analiz sonuçları

Element %	1.Nokta	2.Nokta	3.Nokta	4.Nokta	5.Nokta	6.Nokta
Na ₂ O	0.0000	0.0550	0.0140	0.0180	0.0000	0.0320
MgO	0.0110	0.0080	0.0000	0.0000	0.0300	0.0000
Al ₂ O ₃	0.1830	0.0960	0.1230	0.1460	0.1810	0.1060
MnO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SiO ₂	99.5020	99.3680	99.2740	99.4280	99.6880	98.8230
As ₂ O ₅	0.0000	0.0420	0.0130	0.0000	0.0450	0.0190
CuO	0.0000	0.0440	0.0100	0.0120	0.0290	0.0650
K ₂ O	0.0000	0.0080	0.0010	0.0000	0.0050	0.0020
FeO	0.0150	0.0150	0.0000	0.0000	0.0140	0.0000
TiO ₂	0.0110	0.0030	0.0000	0.0200	0.0140	0.0060
Cr ₂ O ₃	0.0120	0.0100	0.0270	0.0000	0.0000	0.0140
Au ₂ O	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0360	0.0050
Ag ₂ O	0.0110	0.0000	0.0050	0.0200	0.0060	0.0000
PbO	0.0200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0130
CaO	0.0160	0.0360	0.1370	0.0000	0.0050	0.0100
SO ₃	0.0210	0.0400	0.0080	0.1110	0.0030	0.0130
ZnO	0.0120	0.0000	0.0000	0.0070	0.0000	0.0010
Total	99.8140	99.7250	99.6120	99.7830	100.0560	99.1090
Formül, 2 oksijen olarak hesaplanmıştır						
Na	0.0000	0.0011	0.0003	0.0003	0.0000	0.0006
Mg	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000
Al	0.0022	0.0011	0.0015	0.0017	0.0021	0.0013
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Si	0.9973	0.9973	0.9976	0.9970	0.9972	0.9982
As	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0002	0.0001
Cu	0.0000	0.0003	0.0001	0.0001	0.0002	0.0005
K	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Fe	0.0009	0.0009	0.0000	0.0000	0.0008	0.0000
Ti	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000
Cr	0.0001	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001
Au	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Ag	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
Pb	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0002	0.0004	0.0015	0.0000	0.0001	0.0001
S	0.0002	0.0003	0.0001	0.0008	0.0000	0.0001
Zn	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000

AK 26 örneğine ait mineral kimyası analiz sonuçları

Element %	1.Nokta	2.Nokta	3.Nokta	4.Nokta	5.Nokta
Na ₂ O	0.0000	0.0040	0.0000	0.0170	0.0070
MgO	0.0160	0.0030	0.0000	0.0050	0.0000
Al ₂ O ₃	0.1790	0.2510	0.0930	0.2170	0.0240
MnO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SiO ₂	99.5150	98.9190	98.9600	99.5370	99.6580
As ₂ O ₅	0.0060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CuO	0.0020	0.0000	0.0080	0.0000	0.0030
K ₂ O	0.0030	0.0000	0.0000	0.0080	0.0070
FeO	0.0020	0.0040	0.0110	0.0120	0.0040
TiO ₂	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0120
Cr ₂ O ₃	0.0120	0.0000	0.0000	0.0220	0.0020
Au ₂ O	0.0070	0.0000	0.0000	0.0230	0.0000
Ag ₂ O	0.0040	0.0000	0.0080	0.0040	0.0020
PbO	0.0140	0.0160	0.0170	0.0200	0.0000
CaO	0.0090	0.0180	0.0150	0.0300	0.0070
SO ₃	0.0100	0.0200	0.0230	0.0040	0.0100
ZnO	0.0040	0.0000	0.0000	0.0160	0.0010
Total	99.7880	99.2350	99.1350	99.9150	99.7370
Formül, 2 oksijen olarak hesaplanmıştır					
Na	0.0000	0.0001	0.0000	0.0003	0.0001
Mg	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Al	0.0021	0.0030	0.0011	0.0026	0.0003
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Si	0.9979	0.9972	0.9984	0.9971	0.9993
As	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cu	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
K	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
Fe	0.0001	0.0002	0.0006	0.0007	0.0002
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
Cr	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000
Au	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Ca	0.0001	0.0002	0.0002	0.0003	0.0001
S	0.0001	0.0002	0.0002	0.0000	0.0001
Zn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000

AK 27 örneğine ait mineral kimyası analiz sonuçları

Element %	1.Nokta	2.Nokta	3.Nokta	4.Nokta	5.Nokta	6.Nokta	7.Nokta	8.Nokta
Na ₂ O	0.0420	0.0050	0.0020	0.0420	0.0000	0.0000	0.0180	0.0000
MgO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0030	0.0110	0.0000	0.0000	0.0000
Al ₂ O ₃	0.4170	0.0240	0.0920	0.0130	0.0100	0.0060	0.0260	0.0120
MnO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SiO ₂	99.1040	99.1670	99.4060	98.6470	98.9090	99.3490	99.1330	99.7740
As ₂ O ₃	0.0000	0.0090	0.0410	0.0100	0.0000	0.0110	0.0000	0.0000
CuO	0.0540	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0390	0.0000	0.0080
K ₂ O	0.0090	0.0000	0.0100	0.0000	0.0050	0.0000	0.0050	0.0000
FeO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0080	0.0050	0.0110	0.0070
TiO ₂	0.0000	0.0030	0.0030	0.0030	0.0040	0.0000	0.0000	0.0110
Cr ₂ O ₃	0.0000	0.0050	0.0000	0.0170	0.0000	0.0000	0.0100	0.0040
Au ₂ O	0.0030	0.0140	0.0200	0.0000	0.0180	0.0000	0.0040	0.0060
Ag ₂ O	0.0000	0.0080	0.0000	0.0090	0.0020	0.0040	0.0010	0.0000
PbO	0.0000	0.0000	0.0130	0.0020	0.0330	0.0000	0.0230	0.0000
CaO	0.0170	0.0000	0.0270	0.0010	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000
SO ₃	0.0010	0.0010	0.1300	0.0110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ZnO	0.0020	0.0000	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0180	0.0150
Total	99.6490	99.2330	99.2330	98.7590	99.0000	99.4150	99.2490	99.8370
Formül, 2 oksijen olarak hesaplanmıştır								
Na	0.0008	0.0001	0.0000	0.0008	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
Al	0.0049	0.0003	0.0011	0.0002	0.0001	0.0001	0.0003	0.0001
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Si	0.9958	0.9995	0.9972	0.9992	0.9994	0.9996	0.9992	0.9995
As	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
Cu	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0001
K	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000
Fe	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0003	0.0006	0.0004
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
Cr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Au	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000
Ca	0.0002	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S	0.0000	0.0000	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zn	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001

AK 28 örneğine ait mineral kimyası analiz sonuçları

Element %	1.Nokta	2.Nokta	3.Nokta	4.Nokta	5.Nokta	6.Nokta	7.Nokta	8.Nokta	9.Nokta	10.Nokta
Na ₂ O	0.0180	0.0090	0.0070	0.0200	0.0270	0.0170	0.0150	0.0330	0.0360	0.1030
MgO	0.0000	0.0000	0.0019	0.0040	0.0000	0.0000	0.0030	0.0000	0.0000	0.0230
Al ₂ O ₃	0.0850	0.2860	0.2860	0.7570	0.6760	0.1300	0.1180	0.7160	0.4030	2.2930
MnO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SiO ₂	98.9380	99.0760	99.6310	98.8540	98.2600	99.1590	99.3510	99.3010	98.5210	97.0300
As ₂ O ₅	0.0000	0.0060	0.0000	0.0590	0.0120	0.0000	0.0070	0.0870	0.0190	0.0630
CuO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0100	0.0000	0.0080	0.0000	0.0230
K ₂ O	0.0090	0.0130	0.0010	0.0380	0.0030	0.0040	0.0050	0.0160	0.0180	0.0290
FeO	0.0000	0.0190	0.0080	0.0300	0.0150	0.0000	0.0000	0.0230	0.0130	0.0470
TiO ₂	0.0000	0.0020	0.0000	0.0020	0.0060	0.0180	0.0000	0.0000	0.0050	0.0000
Cr ₂ O ₃	0.0050	0.0110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0120	0.0000
Au ₂ O	0.0000	0.0000	0.0140	0.0230	0.0060	0.0000	0.0130	0.0000	0.0000	0.0000
Ag ₂ O	0.0000	0.0050	0.0090	0.0000	0.0000	0.0020	0.0000	0.0000	0.0100	0.0000
PbO	0.0000	0.0000	0.0180	0.0000	0.0170	0.0300	0.0290	0.0010	0.0000	0.0140
CaO	0.0300	0.0260	0.0060	0.0420	0.0150	0.0120	0.0080	0.0140	0.0430	0.2600
SO ₃	0.0080	0.0120	0.0010	0.0330	0.0000	0.0140	0.0160	0.0000	0.0140	0.1310
ZnO	0.0120	0.0000	0.0070	0.0000	0.0000	0.0230	0.0050	0.0320	0.0000	0.0200
Total	99.0780	99.4650	99.8990	99.8620	99.0370	99.4190	99.5700	100.2360	99.0940	100.0360
Formül, 2 oksijen olarak hesaplanmıştır										
Na	0.0004	0.0002	0.0001	0.0004	0.0005	0.0003	0.0003	0.0006	0.0007	0.0020
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003
Al	0.0010	0.0034	0.0034	0.0089	0.0081	0.0015	0.0014	0.0084	0.0048	0.0271
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Si	0.9987	0.9965	0.9971	0.9911	0.9932	0.9981	0.9984	0.9920	0.9952	0.9741
As	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0005	0.0001	0.0003
Cu	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002
K	0.0001	0.0002	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004
Fe	0.0000	0.0011	0.0005	0.0017	0.0009	0.0000	0.0000	0.0013	0.0008	0.0027
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cr	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Au	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Pb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0003	0.0003	0.0001	0.0005	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0005	0.0028
S	0.0001	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0010
Zn	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001

AK 29 örneğine ait mineral kimyası analiz sonuçları

Element %	1.Nokta	2.Nokta	3.Nokta	4.Nokta	5.Nokta	6.Nokta
Na ₂ O	0.0060	0.0470	0.0180	0.0500	0.0200	0.0000
MgO	0.0220	0.0220	0.0010	0.1200	0.0340	0.0000
Al ₂ O ₃	0.4430	1.0240	0.1650	1.8360	0.9880	0.1220
MnO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SiO ₂	98.8870	98.5460	98.8450	98.2510	98.4290	99.0710
As ₂ O ₅	0.0240	0.0580	0.0000	0.0000	0.0000	0.0190
CuO	0.0360	0.0000	0.0250	0.0650	0.0000	0.0000
K ₂ O	0.0050	0.0390	0.0070	0.0910	0.0940	0.0030
FeO	0.0210	0.6870	0.0490	0.3430	0.1430	0.0180
TiO ₂	0.0130	0.0390	0.0000	0.0220	0.0000	0.0000
Cr ₂ O ₃	0.0030	0.0010	0.0010	0.0000	0.0080	0.0090
Au ₂ O	0.0170	0.0000	0.0190	0.0380	0.0000	0.0220
Ag ₂ O	0.0000	0.0040	0.0000	0.0000	0.0180	0.0010
PbO	0.0000	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CaO	0.0240	0.0770	0.0140	0.0770	0.0480	0.0130
SO ₃	0.0170	0.0150	0.0030	0.0660	0.0000	0.0170
ZnO	0.0000	0.0030	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	99.5180	100.5710	99.1470	100.8990	99.7820	99.2950
Formül, 2 oksijen olarak hesaplanmıştır						
Na	0.0001	0.0009	0.0004	0.0010	0.0004	0.0000
Mg	0.0003	0.0003	0.0000	0.0018	0.0005	0.0000
Al	0.0053	0.0119	0.0020	0.0214	0.0117	0.0014
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Si	0.9944	0.9698	0.9968	0.9712	0.9862	0.9979
As	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
Cu	0.0003	0.0000	0.0002	0.0005	0.0000	0.0000
K	0.0001	0.0005	0.0001	0.0011	0.0012	0.0000
Fe	0.0012	0.0391	0.0029	0.0196	0.0083	0.0010
Ti	0.0001	0.0003	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
Cr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
Au	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Pb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0003	0.0008	0.0002	0.0008	0.0005	0.0001
S	0.0001	0.0001	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001
Zn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

AK 30 örneğine ait mineral kimyası analiz sonuçları

Element %	1.Nokta	2.Nokta	3.Nokta	4.Nokta	5.Nokta	6.Nokta	7.Nokta	8.Nokta
Na ₂ O	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0230	0.0000	0.0060
MgO	0.0130	0.0080	0.0150	0.0000	0.0100	0.0000	0.0000	0.0000
Al ₂ O ₃	0.0360	0.1890	0.0020	0.0290	0.0800	0.2340	0.0990	0.0860
MnO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SiO ₂	99.8210	98.3270	99.2810	99.6550	99.5530	98.8640	98.8630	99.0830
As ₂ O ₅	0.0430	0.0410	0.0430	0.0000	0.0040	0.0000	0.0000	0.0000
CuO	0.0110	0.0000	0.0000	0.0050	0.0000	0.0000	0.0290	0.0000
K ₂ O	0.0020	0.0080	0.0020	0.0070	0.0000	0.0050	0.0040	0.0000
FeO	0.0010	0.0370	0.0100	0.0120	0.0020	0.0000	0.0030	0.0080
TiO ₂	0.0040	0.0000	0.0000	0.0160	0.0170	0.0080	0.0000	0.0000
Cr ₂ O ₃	0.0000	0.0000	0.0110	0.0000	0.0000	0.0200	0.0000	0.0000
Au ₂ O	0.0160	0.0210	0.0000	0.0000	0.0120	0.0030	0.0190	0.0000
Ag ₂ O	0.0120	0.0010	0.0000	0.0000	0.0040	0.0000	0.0000	0.0080
PbO	0.0000	0.0000	0.0060	0.0000	0.0270	0.0290	0.0050	0.0150
CaO	0.0040	0.0140	0.0100	0.0030	0.0100	0.0230	0.0080	0.0190
SO ₃	0.0090	0.5530	0.0030	0.0140	0.0000	0.0180	0.0000	0.0120
ZnO	0.0000	0.0000	0.0180	0.0000	0.0080	0.0030	0.0170	0.0000
Total	99.9720	99.2000	99.4010	99.7410	99.7270	99.2300	99.0470	99.2370
Formül, 2 oksijen olarak hesaplanmıştır								
Na	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0001
Mg	0.0002	0.0001	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
Al	0.0004	0.0022	0.0000	0.0003	0.0009	0.0028	0.0012	0.0010
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Si	0.9990	0.9906	0.9990	0.9990	0.9988	0.9971	0.9988	0.9987
As	0.0002	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cu	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000
K	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000
Fe	0.0001	0.0022	0.0006	0.0007	0.0001	0.0000	0.0002	0.0005
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
Cr	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
Au	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Ag	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
Ca	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002
S	0.0001	0.0042	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
Zn	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000

AK 31 örneğine ait mineral kimyası analiz sonuçları

Element %	1.Nokta	2.Nokta	3.Nokta	4.Nokta	5.Nokta	6.Nokta
Na ₂ O	0.0000	0.0050	0.0000	0.0090	0.0150	0.0020
MgO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0120
Al ₂ O ₃	0.0160	0.1750	0.0320	0.0800	0.0570	0.1390
MnO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SiO ₂	99.0670	99.2320	99.0860	99.7730	99.7240	99.2470
As ₂ O ₅	0.0000	0.0000	0.0000	0.0680	0.0610	0.0000
CuO	0.0000	0.0020	0.0130	0.0000	0.0100	0.0000
K ₂ O	0.0000	0.0040	0.0060	0.0040	0.0030	0.0000
FeO	0.0050	0.0160	0.0000	0.0100	0.0060	0.0000
TiO ₂	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0130	0.0000
Cr ₂ O ₃	0.0080	0.0020	0.0040	0.0090	0.0000	0.0000
Au ₂ O	0.0000	0.0000	0.0300	0.0000	0.0000	0.0310
Ag ₂ O	0.0000	0.0080	0.0000	0.0000	0.0080	0.0000
PbO	0.0010	0.0170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0160
CaO	0.0060	0.0220	0.0340	0.0250	0.0060	0.0090
SO ₃	0.0000	0.0080	0.0290	0.0140	0.0180	0.0000
ZnO	0.0100	0.0000	0.0000	0.0060	0.0000	0.0210
Total	99.1130	99.4910	99.2340	99.9980	99.9210	99.4770
Formül, 2 oksijen olarak hesaplanmıştır						
Na	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002	0.0003	0.0000
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
Al	0.0002	0.0021	0.0004	0.0009	0.0007	0.0016
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Si	0.9995	0.9977	0.9991	0.9982	0.9985	0.9985
As	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0003	0.0000
Cu	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000
K	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
Fe	0.0003	0.0009	0.0000	0.0006	0.0003	0.0000
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Cr	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
Au	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0001	0.0002	0.0004	0.0003	0.0001	0.0001
S	0.0000	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0000
Zn	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002