

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KÖYLÜOĞLU (EŞME-UŞAK) SAHASINDAKİ**  
**METAMORFİK KÖKENLİ AU-AG**  
**CEVHERLEŞMELERİ VE BUNLARIN**  
**SONRAKİ ARAMALARDAKİ ÖNEMİ**

**Kamil Tolga İNCEKARAOĞLU**

**Ocak, 2011**

**İZMİR**

**KÖYLÜOĞLU (EŞME-UŞAK) SAHASINDAKİ  
METAMORFİK KÖKENLİ AU-AG  
CEVHERLEŞMELERİ VE BUNLARIN  
SONRAKİ ARAMALARDAKİ ÖNEMİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ekonomik Jeoloji Anabilim Dalı**

**Kamil Tolga İNCEKARAOĞLU**

**Ocak, 2011**

**İZMİR**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

**KAMİL TOLGA İNCEKARAOĞLU** tarafından **PROF. DR. HÜSEYİN YILMAZ** yönetiminde hazırlanan, “**KÖYLÜOĞLU (EŞME-UŞAK) SAHASINDAKİ METAMORFİK KÖKENLİ AU-AG CEVHERLEŞMELERİ VE BUNLARIN SONRAKİ ARAMALARDAKİ ÖNEMİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....  
Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ

-----  
Danışman

.....  
Yard. Doç. Dr. Fatma Nuran SÖNMEZ

Jüri Üyesi

.....  
Doç. Dr. Mehmet TANRIVERDİ

Jüri Üyesi

-----  
Prof.Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Öncelikle, bu çalıőmayı bana öneren, tez çalıőmalarım sırasında bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren danışmanım sayın Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ'a Őükranlarımı sunuyorum.

Arazi çalışmalarının her aşamasında yanımda olan, bilgi ve tecrübeleriyle çalıőmama derinlik kazandıran meslektaşlarım ve mesai arkadaşlarım yüksek jeoloji mühendisi İhsan YERLİ ve jeoloji mühendisi Zahit ERKUL'a,

Çalıőmalarım süresince kendilerine çok az zaman ayırabilmeme rağmen sabırla ve anlayıőla bana her türlü maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme,

Varlığıyla bana güç ve mutluluk katan ve çalıőmalarım sırasında sürekli yanımda olan niőanlım, jeoloji mühendisi Hilal MUTLU'ya

teşekkür ederim.

Kamil Tolga İNCEKARAOğLU

# **KÖYLÜOĞLU (EŞME-UŞAK) SAHASINDAKİ METAMORFİK KÖKENLİ AU-AG CEVHERLEŞMELERİ VE BUNLARIN SONRAKİ ARAMALARDAKİ ÖNEMİ**

## **ÖZ**

Bu çalışma, Uşak Eşme bölgesinde yer alan ve yaklaşık 200 km<sup>2</sup>'lik bir alanda gerçekleştirilmiş jeolojik, mineralojik, jeokimyasal ve jeofiziksel yöntemlerin uygulandığı Au arama çalışmalarını içermektedir.

Çalışma alanı Uşak ili Eşme ilçesinin 30 km kuzeyinde yer almaktadır. Bölgede en yaşlı ve en yaygın olarak gözlenen birimler Menderes Masifi'ne ait metamorfik kayalardır. Metamorfikler, Neojen yaşlı piroklastikler, kumtaşları ve bazaltik aglomeralar tarafından örtülmüştür.

Köylüoğlu Au cevherleşmesi metamorfik kayalar içerisinde mikaşistlerde gözlenmektedir. Cevherleşme ve çalışma alanındaki baskın yapısal unsurlar, Batı Anadolu neotektoniğinin etkisiyle oluşan grabenlere yaklaşık paralel uzanım sunmaktadırlar.

Çalışma alanında tespit edilen Au cevherleşmesi içeren zonlar, mikaşistler içerisinde şistozite düzlemlerine paralel, silisleşmiş tabakalar veya damarlar şeklinde bulunmaktadır. Yüzeyde çok yaygın arjillik alterasyon görülmemesine karşın, baskın kloritleşme ve serizitleşme gözlenmektedir. Yoğun demir oksit-hidroksit içerikleri ile birlikte belirgin demir şapka (gossan) oluşumları da mineralizasyona eşlik etmektedir.

Çalışma alanında yapılan jeokimyasal arama çalışmalarında toplam 1049 adet -80# dere sedimanı örneği alınmış ve bu örneklerden 1815 ppb Au değerine ulaşan anomaliler elde edilmiştir. Bölgesel arama çalışmalarının sonucunda en yüksek anomali gösteren bölge olan İlikler Mahallesi civarında 1208 adet toprak örneği alma

çalışması yapılmış ve bu çalışmalarda 488 ppb Au değerine kadar anomaliler saptanmıştır. Silisleşme ve yoğun demiroksit gösteren bölgelerden alınan kaya örneklerinde ise 3 ppm Au ve 80 ppm Ag değerlerine kadar anomaliler elde edilmiştir. Yapılan jeofiziksel incelemeler de göz önünde bulundurulduğunda tüm anomalinin merkezi olarak olarak İlikler-Kocatepe mevkiine öne çıkmıştır.

İnceleme alanında baskın olarak Au ve az olarak Ag cevherleşmesi gözlenmekte olup önemli bir Cu-Pb-Zn cevherleşmesi ise bulunmamaktadır. Bununla birlikte Au ile Ag ve As arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır.

Mikaşistlerde retrograd metamorfizmanın alterasyon ürünlerinden serizit ve kloritin cevherli alanda oldukça yaygın olması, hidrotermal akışkan oluşumu ve bu akışkanların etkisiyle meydana gelen Au zenginleşmesi, inceleme alanındaki Au cevherleşmesinin metamorfik kökenli Au yataklanması olabileceğini düşündürmektedir. Altın ile arsenik arasındaki doğrusal ilişki ve Sb-Te anomalisi bulunmadığı da göz önüne alındığında hipozonal orojenik yataklar içerisinde olabileceği öngörülmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Eşme, Uşak, Altın, Cevherleşme, Alterasyon, Orojenik, Jeokimya, Jeofizik.

**METAMORPHIC-HOSTED AU-AG MINERALIZATIONS IN KOYLUOGLU  
AREA (ESME-USAK) AND THEIR SIGNIFICANCE FOR FURTHER  
EXPLORATION**

**ABSTRACT**

This study summarizes a gold exploration programme using geological, geochemical and geophysical techniques implemented over an area of 200 km<sup>2</sup> in Usak-Esme region.

Study area is mostly covered by the metamorphic rocks of the Menderes Massif in the western Turkey. Neogene pyroclastics, sandstone and basaltic agglomerates overlying the metamorphic basement are also present in the region.

Koyluoglu-Ilikler Au mineralization is located in the micaschists. Mineralization and the dominant structural planes are mostly parallel to graben planes caused by West Anatolian neotectonics.

The Au mineralization zones in the study area occur as silicified micashist layers parallel to schistosity planes. Despite lack of significant argillic alteration at the surface, sericitization and chloritization are the dominant alteration types in the area. Locally abundant ironoxide-hydroxide occurrences and gossans are present and thereby pointing to the former location of the sulfide enrichments.

One thousand forty nine -80# stream sediment samples with assay values ranging up to 1815 ppb Au were taken from the field during the regional geochemical exploration programme. Ilikler-Kocatepe area with a major Au anomaly were followed up by a collection of 1208 soil samples with a peak Au value of 488 ppb. Rock chip sample results of iron oxide-gossanous zones range up to 3 ppm Au and 80 ppm Ag. Geophysical survey has been carried out over the Au anomalous area and an interpretation was made in relation geology and geochemistry.

Predominant occurrence of sericite and chlorite representing the alteration product of retrograde metamorphism and formation of hydrothermal fluids along with its influence on Au concentration in the silicified metamorphic rocks in shear zones suggest an gold-silver mineralization of metamorphic origin. Moreover, a positive correlation between Au-As and alteration style caused by retrograde metamorphism along with the occurrence of shear- or schistosity-hosted mineralization suggest an orogenic gold deposition at hypozonal levels.

**Keywords:** Esme, Usak, Gold, Mineralization, Alteration, Orogenic, Geochemistry, Geophysics.



## İÇİNDEKİLER

## Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	vi
<b>BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Çalışma Alanının Coğrafi Konumu.....	1
1.2 Yöntemler.....	2
1.3 Önceki Çalışmalar.....	3
<b>BÖLÜM İKİ - ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ.....</b>	<b>9</b>
2.1 Bölgesel Jeoloji.....	9
2.1.1 Menderes Masifi.....	9
2.1.1.1 Güneyköyü Formasyonu.....	11
2.1.1.2 Eşme Formasyonu.....	11
2.1.1.3 Musadağı Mermerleri.....	11
2.2. İnceleme Alanının Jeolojisi.....	12
2.2.1 Paleozoyik Yaşlı Birimler.....	12
2.2.1.1 Gnayslar.....	12
2.2.1.2 Mikaşistler.....	12
2.2.1.2.1 Yorum.....	14
2.2.2 Senozoyik Yaşlı Birimler.....	16
2.2.2.1 Kumtaşı Birimi.....	17
2.2.2.2 Piroklastikler.....	18

2.2.2.3 Bazik Volkanikler.....	18
2.3 Yapısal Jeoloji.....	19
2.3.1 Ege Bölgesi'nin Neotektonik Yapısı.....	19
2.3.2 Çalışma Alanının Yapısal Unsurları .....	21
2.4 Alterasyon ve Mineralizasyon.....	22
2.4.1 Alterasyon.....	22
2.4.2 Mineralizasyon.....	23
<b>BÖLÜM ÜÇ - JEOKİMYASAL VE JEOFİZİKSEL ÇALIŞMALAR .....</b>	<b>28</b>
3.1. İnceleme Alanında Yapılan Çalışmalar .....	28
3.1.1 Dere Sedimanı Örnekleme.....	29
3.1.2 Toprak Örnekleme.....	30
3.1.3 Kaya Örnekleme.....	33
3.1.4 Jeofiziksel İncelemeler .....	35
3.2 Sonuç ve Tartışma .....	37
<b>BÖLÜM DÖRT - İSTATİSTİKSEL VERİLER .....</b>	<b>39</b>
4.1 İstatistiksel Çalışmanın Kapsamı .....	39
4.1.1 Kaya Örneklerine Ait İstatistiksel Veriler .....	39
4.1.2 Toprak Örneklerine Ait İstatistiksel Veriler .....	43
4.2 Sonuç ve Tartışma .....	47
<b>BÖLÜM BEŞ - SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>48</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>51</b>

## BÖLÜM BİR

### GİRİŞ

Yüksek lisans tezinin de konusunu oluşturan Uşak-Eşme altın arama çalışması Batı Anadolu'da gerçekleştirilen önemli bir projedir. Proje yaklaşık 200 km<sup>2</sup>'lik alanı kapsar.

Bu çalışmada, Uşak-Eşme altın arama çalışmaları kapsamında gerçekleştirilen jeolojik, jeokimyasal ve jeofiziksel çalışmaların verileri genel olarak aktarılmıştır. Ayrıca bu çalışmaların sonucu olarak elde edilen verilerden, bölgedeki cevherleşme için bir model ortaya konmaya çalışılmıştır. Metamorfik kökenli kayalar içerisinde yapılan bu çalışma benzer tür ekonomik Au yataklanmalarının dünya üzerinde örnekleri olmasına karşın, Türkiye'de henüz varlığının saptanamaması nedeniyle önemlidir.

#### 1.1 Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

Yaklaşık 200 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsayan çalışma alanı Eşme ilçesi (Uşak) kuzeydoğusunda olup Uşak il merkezine 50 km'lik bir uzaklıktadır. K21-c2, K21-c3, K22-d1 ve K22-d4 paftalarına ait parçalardan oluşan çalışma alanının konumunu da içeren yerbulduru haritası şekil 1.1'de verilmektedir.

Genel olarak, çalışma alanına ulaşım İzmir-Ankara asfaltının Uşak-Kula kısmı üzerinden sağlanmaktadır. Köy yolları ve stabilize yollar yardımı ile bölgenin tamamına kolaylıkla ulaşım sağlanabilmektedir.

Çalışma alanının önemli yükselteleri; Arazinin orta kesimlerinde yer alan ve çalışmaların önemli kısmının yürütüldüğü Koca Tepe (809), Gölcükboğazı Tepe (1017) ile Koyunboğazı Tepe (890), doğusunda yer alan Söğütoğlukırı Tepe (1061) ve batısında yer alan Dikyol Sırtları'dır. Çalışma alanının kuzey kesimleri özellikle Yenişehir'in batı ve kuzeybatı bölümleri oldukça sarp ve engebeli bir topoğrafyaya, Batı ve Güney kesimler ise nispeten daha tatlı bir topoğrafyaya sahiptir.

Bölgede gelişmiş bir akaçlama sistemi gözlenmektedir. Bol çatallı şekilde gelişen akaçlama ağı Gediz Çayı'na bağlanmaktadır. Tüm derelerin birleştiği Gediz Çayı yaklaşık D-B yönünde akmaktadır.



Şekil 1.1 İnceleme alanı ve yerleşim merkezleri ile olan ilişkisini gösteren yerbulduru haritası.

## 1.2 Yöntemler

Çalışma alanındaki olası altın mineralizasyonunun sağlıklı bir şekilde ortaya konulabilmesi için; öncelikle genel jeolojik yapıyı görmek amacıyla 1\25000'lik

jeoloji haritası, ilerleyen çalışmalarda ise cevher potansiyeli gösteren bölgelerde daha ayrıntılı 1\10000 ve 1\5000'lik jeoloji haritasının yapılması kararlaştırılmıştır. Çalışma alanındaki baskın birimler olan şist ve gnaysların kendi aralarındaki sınırlar ile çevrelerindeki daha genç birimler ile aralarındaki sınırlar belirlenmiş; ayrıca bu metamorfikler de kendi içlerindeki alt birimler şeklinde ayırtlanmışlardır. Özellikle yapısal unsurların detaylı irdelenebilmesi amacıyla çalışma alanından oldukça çok miktarda şistozite ve fay/çatlak konumu alınmıştır. Alterasyon ve mineralizasyonlar ayrıntılı bir şekilde incelenmiş ve çalışmalar bu verilerin ışığında sürdürülmüştür. Arazi çalışmalarıyla eşzamanlı olarak laboratuvar çalışmaları da yapılmıştır.

Çalışmalarda ilk aşamada bölgesel ölçekte jeokimyasal çalışmalar üzerine yoğunlaşmış; tüm sahadan 1049 adet -80# dere sedimanı örneği alınmış ve alman örnekler tüm element içeriklerinin anlaşılması için analize gönderilmiştir. Anomalinin yoğun olarak gözlendiği, çalışma alanının ortasında yer alan İlikler Mahallesi ile Cemalçavuş Köyleri arasında, toplam 1208 adet toprak örneği alınmış ve tüm element içeriklerini görmek için analize gönderilmiştir. Anomali gösteren yerlerden 85 adet kaya örneği de çalışma alanındaki mineralizasyon ve alterasyon ürünlerinin anlaşılması amacıyla alınmış ve element içeriğinin belirlenmesi için kimyasal analize gönderilmiştir.

### **1.3 Önceki Çalışmalar**

Menderes Masifi, Batı Anadolu'da çok geniş bir alanda yüzlek veren Türkiye'nin sayılı masiflerinden biridir. Masif kendi içerisinde Gördes, Ödemiş-Kiraz, ve Çine Asmasifi olarak üç ana bölüme ayrılır. Masifteki ilk çalışmalar 19. Yüzyılın sonlarında ve 20. Yüzyılın başlarında Hamilton ve Strickland (1840) ve Philipson (1911) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çok genel tanımlamalar şeklinde olan bu çalışmalar genelde bölgenin jeolojisi ve tektoniği üzerine olmakla birlikte bölgedeki ekonomik kaynaklara çok yoğunlaşmamıştır.

Özellikle son 30-40 yıldır masifte artan çalışmalar günümüzde de devam etmektedir. Menderes Masifi'nde yapılan çalışmaların çokluğuna rağmen çekirdek ve örtü serilerine ait kayaların ilksel yaşları kaya tipleri, ana kaya birimleri arasındaki

dokanak ilişkileri, masifin etkilendiği metamorfizma sayısı ve yaşları gibi temel konularda bugün bile araştırmacılar arasında görüş birliği sağlandığından söz etmek mümkün değildir. Masifteki ana problemler üzerinde çalışan araştırmacılar sorunlara farklı şekillerde çözüm üretmektedirler. Aşağıda belli başlı araştırmacıların görüşleri özetlenmektedir.

Ayan (1973), Gördes ve çevresinde (Menderes Masifi'nin kuzey kanadı) yaptığı incelemelerde, çalışma alanı içerisinde bulunan metamorfik kayaç ve metamorfik fasiyes dağılımlarını incelemiştir ve bölgede bulunan kayaları metamorfikler ve sedimenter olanlar şeklinde iki ana kısma ayırmıştır. Çalışmacı, metamorfik formasyonu; bantlı gnays, muskovit-granat-kuvars şist (Yeşil şist fasiyesi) ve tabakalı migmatitler şeklinde açıklar.

Çalışma alanı içerisinde gözlenen bantlı gnayslar 1-3 km genişlik ve 15 km uzunluğa sahip olup (GGB – KKE) doğrultusunda ve aynı doğrultuya sahip Çomaklı Dağı antiklinalinin eksenine paralel uzandığını belirtir.

Araştırmacı gnayslar içerisinde bulunan turmalinlerin, kayaca bantlı bir yapı kazandırdığından söz eder. Kayaçların mineral bileşiminin ise muskovit, kuvars, plajiyoklas (Albit-oligoklas, % 5-15 Anortit), ortoklas, biotit, granat (Almandin), turmalin, zirkon magnetit, apatit şeklinde olduğunu ortaya koymuştur. Granitlerin gnayslar içerisinde dom şeklinde olduklarını ve bu granitlerin lökokratik karakterde olduklarını savunmuştur.

Ayan ayrıca, Menderes Masifi'nde bulunan granitlerin, migmatit ve gnayslar tarafından çevrildiklerinden bahseder. Migmatitik zonlarda ve granitlerin içerisinde gelişmiş uranyum cevherleşmelerine değinir. Araştırmacı bu çalışmasında Menderes Masifi'nin evrimini, petrografik açıdan incelenmesi için çalışma alanı içerisinde yüzlek veren granit ve migmatitlerden örnekler almış, bunlardan silikat ve iz element analizleri yaptırmıştır.

Bu çalışmada farklı derecede metamorfizma geçirmiş (Düşük dereceli metamorfik zonlar ve çoklu metamorfik zonlar) kayaçların bulunduğu bahsedilmektedir. Ayrıca çoklu metamorfizma geçirmiş olan zonlar incelenmiş ve 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış; bu harita üzerinde birçok granit kütlesi gösterilmiştir. Granit yüzleklerinin gözlemlendiği alanlar, Buldan, Eşme, Demirci, Gördes ve Alaşehir arasında kalmaktadır. Araştırmacı granitlerin arazideki konumlarını tanımlarken, gnayslar ve migmatitler tarafından kuşatılmış granitler şeklinde bahseder ve bu alandaki granitleri Kozak ve Eybek granitik plütonlarıyla karşılaştırır.

Candan (1988), Menderes Masifi'nin kuzey kesimi (Gördes Masifi) içerisinde yer alan Ahmetler, Üşümüş, Durhasan köyleri çevresinin jeolojik ve petrografik açıdan ele alındığı yüksek lisans çalışmasında, metamorfik kayaçların anahtar mineral dizilimleri ile pegmatit oluşumları üzerinde çalışılmıştır. İki yanı Neojen birimler ile çevrili olan çalışma alanında metamorfikleri kendi içerisinde gnays, şist, mermer şeklinde ayırtlanmıştır.

Çalışmacı bölgede bulunan pegmatitleri mineral içeriklerine göre iki başlık altında toplar. Birinci grup disten-andalusit, ikinci grup ise muskovit pegmatitlerdir. İstifin en üstünde stavrolit-granat parajenezinin bulunduğunu ve bu mineral topluluğunun orta dereceli metamorfizmanın başlangıcını simgelediğini belirtir. İstifin altına inildiğinde disten ve sillimanitin ortaya çıkmasıyla orta dereceli metamorfizmanın olgunlaşma evrelerine ve daha sonrada gnayslarda K-feldispat-sillimanit beraberliği ile yüksek dereceli metamorfizmaya ulaşıldığını belirtir.

Candan ve Dora (1998), Menderes Masifi'nde yapmış oldukları çalışmada, metamorfik evrim konusundaki yeni bulguların çekirdek ve örtü serileri içerisinde yaygın olarak gözlemlendiğinden bahsederler. Masif içerisinde daha sonradan gelişen olaylar ile silinmiş olan bulgular, çekirdek serisi içerisinde yer alan yüksek basınç eklojit ve yüksek sıcaklık metamorfizmaları ile örtü serisi içerisinde gözlenen Tersiyer yaşlı yüksek basınç/düşük sıcaklık epidot-mavişist-eklojit metamorfizması olarak özetlenmektedir. Araştırmacı çekirdek serisi içerisindeki yüksek basınç metamorfizmasının ana hatlarıyla metagabro stok ve damar kayaçları çevresinde

gözlenen eklojitlerle karakterize olduklarını ve 650<sup>0</sup>C sıcaklık ve 13kbar basınç koşulları altında gelişen bu orta sıcaklık eklojitlerinin omfasit+granat+rutil+/-disten bileşiminde olduklarını belirtir. Bu kayalar Barrow türü almandin-amfibolit fasiyesi metamorfizması sonucunda granatlı amfibolitlere dönüşmüşlerdir. Araştırmacı yeşil şist fasiyesi koşullarında gelişen Barrow türü metamorfizmanın yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizması kayaçlarında yaygın geri dönüşümlere neden olduğundan bahseder.

Dora ve Candan (1998), Menderes Masifi'ni, çekirdek ve örtü serisi şeklinde iki ana bölüme ayırmışlardır.

Çekirdek serisi kayaları; Prekambriyen–Kambriyen yaşlı yüksek derece şist, leptitgnays, metagranit, migmatit, ve metagabrolar ile tanımlanırken, örtü serisi kayaları; Ordovisiyen-Paleosen yaş aralığına sahip mikaşist, fillit, metakuvarsit, metabazik, metalökokratik granit, kloritoid-disten şist, metakarbonat, metaolistrostrom şeklinde çalışmacılar tarafından tanımlanmıştır. Gözlü gnayslarda ve metagranitlerde yapılan zirkon yaş tayinlerinde magmatik zirkonlardan 550 milyon yıl yaş elde edilmiştir.

Örtü serisine ait Paleozoyik çökeller Variskan Orojenezi'nin son safhalarından ve de ikinci bir metamorfizmadan etkilenmişlerdir; fakat bu metamorfizma koşulları hakkında bilgi verilmemektedir. Erken-Orta Triyas yaşlı lökokratik granitler 230-240 milyon yıl yaş vermişlerdir. Bu lökokratik granitlerin Variskan olaylarından da sonra oluştuklarını savunurlar.

Orta-Geç Paleosen'de zarf şeklindeki birimler üzeri aşındırılmış Paleozoyik seri üzerinde temel konglomeralarıyla birlikte depolanmış olduklarını söylemektedir. Kikladik kompleksine benzer şekilde Menderes Masifi'nin çekirdek ve örtü serilerinde Mesozoyik sonunda iki tane metamorfizma geçirdiklerini ileri sürmektedirler.

Çalışmacılar Batı Anadolu'daki açılma rejiminden de bahsetmektedirler. Kırılğan koşullarda masifte D–B doğrultusunda gelişen faylar ile graben alanları gelişmiş olup



bu olayla bağlantılı olarak masifte volkanik ve hidrotermal çıkışların oluştuğundan bahsederler.

Dora (1975), Menderes Masifi'ndeki alkali feldispatların yapısal durumlarını incelemiştir. Araştırmacı Menderes Masifi'nde en az iki metamorfizma safhasının olabileceğini belirtmiştir. Çalışmacı Genç Alpin fazlarının masife retrograt etki yaptığını belirterek progresif metamorfizmaya neden olan metamorfik evrelerin ilkinin Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı olduğunu vurgular.

Konak (1985)'in yapmış olduğu çalışmada çekirdeği oluşturan ve Çine Asmasifi'nde yer alan kayalar ile Kavaklıdere grubu olarak adlandırılan örtü serileri arasında taban çakıldaş ile tanımlanan bir uyumsuzluğun bulunduğundan bahseder.

Kun (1983), doktora tezi çalışmasında, Çine Asmasifi'nde, Çine'nin kuzey ve batısında yer alan çalışma alanında iki ayrı topluluğa ait (Metamorfik olan ve metamorfik olmayanlar) yedi ayrı kaya birimi ayırtlamıştır. Metamorfik topluluklar, gnays, leptit, şist, mermer; metamorfik olmayan topluluklar ise asidik, bazik magmatikler ve sedimanter kayaçlardır. Araştırmacı bu çalışmasında, Menderes Masifi'ni leptitlerinin kimyasal analizlerini İskandinav Yarımadası'nın leptitleri ve Yeni Zelanda volkanik kayalarının kimyasal analiz değerleri ile karşılaştırmış ve bunun sonucunda leptitlerin ilksel kayasının andezitten riyolite kadar devamlılık gösteren volkaniklerden oluştuğunu ileri sürmüştür. Arazide gnaysların istifin tabanında yer aldıklarını ve bunların üzerine leptitlerin ve bunların üzerinede granat mikaşistlerin uyumlu olarak gelmekte olduklarını belirtir. Masifte tüm bu metamorfik kayaların asit (granit ve granodiorit) ve bazik (gabrolar) magmatiklerce kesildiğini belirtir.

Araştırmacı, çalışma bölgesinin (Çine Asmasifi) şiddetli ve çoklu deformasyon geçirdiğini ve ayrıca çoğu alanlarda deformasyona metamorfizmanın da eşlik ettiğini ileri sürer. Deformasyonun metamorfizmaya eşlik etmesi sonucunda ilksel kayaçlarda kıvrımlanmalar yeni lineasyon ve şiztozite gibi yapısal öğelerin ortaya çıkmasına neden olduğuna değinir. Ayrıca bu çalışmada masifte dik açılı fayların oluşumunu masifin geçirmiş olduğu metamorfizmaya bağlamaktadır.

Uher ve Broska (1996), post orojenik Permiyen granit intrüzyonlarında yaptıkları çalışmalarda granitlerin lökokratik olduklarını makro örneklerin açık renklerde olduğunu belirtmektedir. Kayaç içerisinde yapılan yüzdelemeler sonucunda biotit mineral yüzdesi genelde %5 olarak bulunmuştur. Lökokratik granitlerin aplitik ve kaba tanelere sahip olduklarını ve kayaç içerisindeki porfirlerin 0,5-10 cm arasında değişen boyutlara erişebildiğini belirtirler. Ana element değerlerini grafiklerde kullandıklarında granitler asit bileşimde ve kuvars yüzdesi %70'in üzerinde çıkmıştır.

## BÖLÜM İKİ

### ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

#### 2.1 Bölgesel Jeoloji

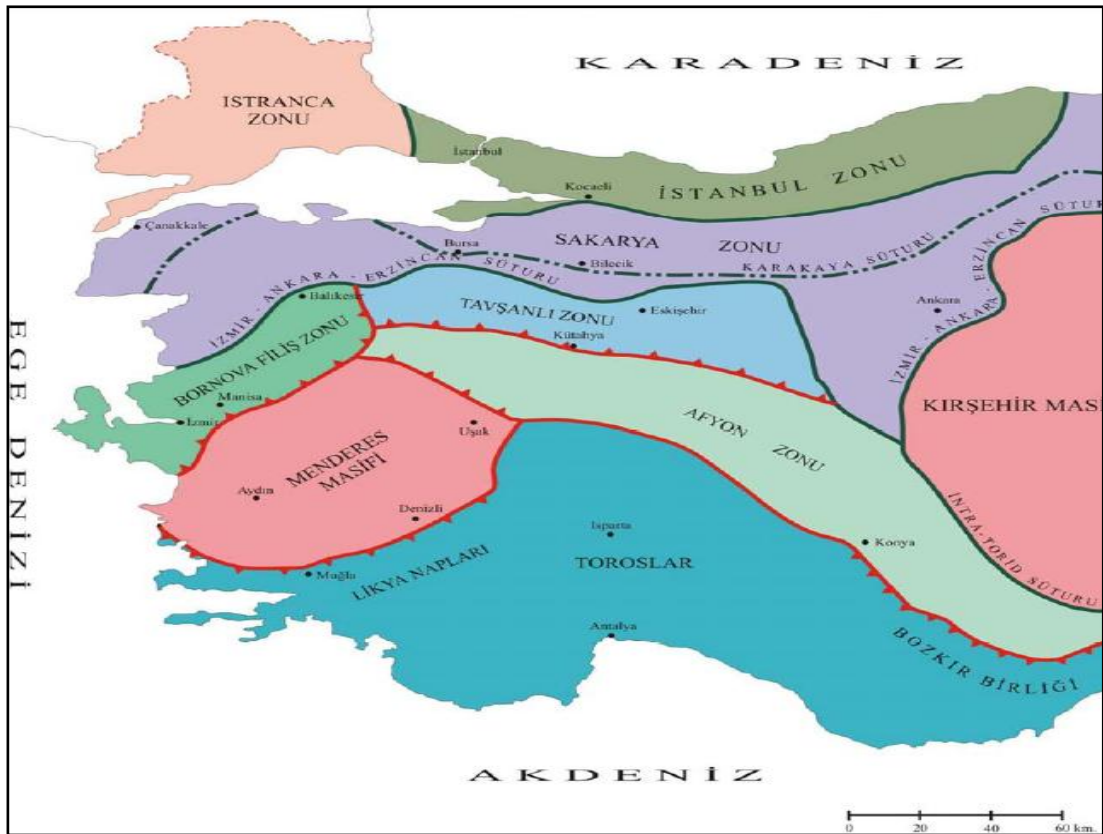
Menderes Masifi'nin doğu ucunda bulunan inceleme alanı, Ketin (1966)'nın yaptığı çalışmalar sonucunda Anadolu'da ayırdığı tektonik birliklerden Anatolidler içerisinde yer almaktadır (Şekil 2.1). Çalışma alanı ve çevresinde farklı jeolojik kuşaklar bulunmaktadır. Bunlar Batı Anadolu metamorfik kuşakları olan Menderes Masifi, masifin kuzeyinde bulunan Tavşanlı ve Afyon Zonu ile Likya Napları'dır. Bu kompleks kuşakların içerisinde de Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimler bulunmaktadır.

##### 2.1.1 Menderes Masifi

Menderes Masifi Batı Anadolu'nun en önemli metamorfik birimidir ve İzmir-Ankara Kenet Kuşağı ile Likya Napları arasında yer alır. Diğer tektonik birimler gibi Menderes Masifi de kabaca KD-GB doğrultuludur. Masif, kompleks bir iç yapı ve litolojik dağılım gösterir. Halbuki, Okay (1989) Menderes Masifi'nin basit bir yapıya sahip olduğunu ve genel yapının G-GD eğimli olduğunu ifade etmiştir.

Masifin kor kısmını yüksek derecede amfibolit fasiyesinde gnays ve şistler oluşturur (Şengör ve diğer., 1984). Okay (1989), masifin genel stratigrafik dizilimin Prekambriyen gnayslarla başladığını ve yukarı doğru alt Paleozoyik mika şistler, Permo-Karbonifer metakuvarsit, siyah fillit ve koyu rekristakize kireçtaşları ile devam ettiğini belirtmiştir. Bunların üzerinde Mesozoyik yaşlı, kalın tabakalı, rekristalize neritik kireçtaşları yer alır. Paleosen ve Alt Eosen ise rekristalize pelajik kireçtaşları ve şist ile temsil edilmişlerdir. Yılmaz (1997) masifin yaşı ile ilgili birçok radyometrik ve paleontolojik yaşlama yapıldığını ancak masifin oluşumu ve gelişmesinin hala tartışıldığını ifade etmiştir. Alttaki gnaysların radyometrik yaşının 1.2 milyar yıldan 5-10 milyon yıla kadar değiştiği ortaya konulmuştur (Şengör ve diğer., 1984). Bununla beraber esas metamorfik fazın en geç Kretase ile erken

Miyosen arasında meydana geldiği sanılmaktadır (Yılmaz, 1997). Okay (1989) ise Likya Napları'nın, Menderes Masifi'nin üzerine tektonik kontak ile oturduğunu ve Likya Napları'nın yerleşim yaşının Orta Eosen olduğunu belirtmiştir. Eosen yaşlı Barrow tipi bölgesel metamorfizma Menderes Masifi'ni etkilemiştir ve bu metamorfizmanın, masifin sıkışma rejimi etkisinde Likya Napları'nın altında kalması sonucunda meydana geldiği tahmin edilmektedir (Okay, 1989).



Şekil 2.1 Batı Anadolu'nun paleotektonik haritası (Göncüoğlu ve diğer., 1996).

Bölgesel metamorfizmanın yaşı Şengör ve diğer. (1984) tarafından  $35 \pm 5$  olarak bulunmuştur. Okay (1989) Likya Napları'nın bazı kesimlerinin de bu metamorfizmadan etkilendiğini belirtmiştir. Yılmaz (1997) ise Likya nap yerleşimi sırasında ve sonrasında bu iki sistemin birbirinden ayrıldığını, Menderes'in reyonel metamorfizma geçirmesine karşılık Toros sisteminin sedimenter özelliğini koruduğunu belirtmiştir. Bu metamorfizmayı masifin erken Miyosen' deki termal domlaşması takip etmiştir. Daha sonra bu dom parçalanarak masif ve çevresinde

bölgesel genişlemeye sebep olmuştur (Seyitoğlu ve Scott 1991; Seyitoğlu ve Scott 1992; Yılmaz, 1997). Şengör ve Yılmaz (1981) Menderes Masifi ve Toroslar içindeki Mesozoyik stratigrafik özelliklere bakarak Menderes Masifi'nin Toros sistemi sınırında olduğunu belirtmişlerdir. Menderes Masifi bölgenin temelini oluşturmaktadır. Otokton olarak yorumlanmaktadır.

Ercan ve diğer. (1978), çalışma alanı olan Uşak çevresindeki Menderes Masifi'ne ait kaya topluluklarını genel olarak 3 ana birim şeklinde ayırtlamıştır:

#### *2.1.1.1 Güneyköyü Formasyonu*

Granitik gnayslardan oluşmuştur. Bunlar pembe-beyaz renkli iri kristalli, yer yer bütünüyle granit görünümlü olup aplit ve kuvars damarları ve silisçe zengin anklavlar içerirler. Bölgede yayılımları azdır, tipik olarak Eşme batısında Güneyköyünde ve daha kuzeydeki Karabacaklı Köyü doğusunda izlenirler.

#### *2.1.1.2 Eşme Formasyonu*

Altta granitik gnayslarla yanal ve dikey geçişli olan ara kökenli gözlü gnayslar bulunur. Bunlar iri feldispat ve kuvars gözlü, yer yer turmalinli kuvars damarlı olup yer yer de diyasporit, hematit ve manyetit içerirler. Daha üste doğru ince taneli gnayslar ve bunların üzerinde de mikaşist, amfibol şist, granatli şist, kloritli şist, kalkışist ve yer yer de ince mermer bant ve düzeyleri içeren çeşitli şistler izlenir. Formasyon, Eşme yöresinde, Uşak kuzeyinde geniş alanlarda yüzeylenmektedir.

#### *2.1.1.3 Musadağı Mermerleri*

Şistler üzerinde uyumluluğu tartışmalı olan beyaz renkli dolomitik mermerler yer alırlar. Bunlar 150 metreyi aşkın kalınlıkta, iri kristalli, yer yer siyah bantlı olup, arasına zımpara ve diyasporit mercikleri içerirler. Yer yer fillit ve kuvarsitlerle aralanmalıdırlar.

Mermerlerde fosil bulunamamıştır. Ancak, çalışma alanına komşu bölgelerde yapılan çalışmalarda, içlerinde Permian ve Triyas yaşlı fosiller bulunduğu ve 1000 metre kalınlığa eriştiğine değinilmiştir. Mermerlerin yaşıyla ilgili, Akkuş

(1962) Mesozoyik, Akarsu (1969) Permo-Karbonifer, Ayan (1973) Permiyen-Mesozoyik, Boray ve diğeri. (1973) Üst Triyas, Kalafatçiođlu (1962) Permiyen, Wipfern (1964a) Permo-Karbonifer olduğunu ileri sürmüşlerdir. Yukarıda belirtilen sonuca varımlar gözetilerek mermerlerin Permo-Triyas yaşı oldukları varsayılmıştır.

## **2.2. İnceleme Alanının Jeolojisi**

Yapılan kaynakça ve saha çalışmaları sonucu inceleme alanında görünen birimler, Menderes Masifi'ne ait paleozoyik yaşı metamorfikler ile senozoyik yaşı asidik volkanizma ürünü piroklastikler, kumtaşları ve bazik volkanik kayalardır (Şekil 2.2).

### **2.2.1 Paleozoyik Yaşı Birimler**

Çalışma alanındaki paleozoyik yaşı birimler Menderes Masifi'ne ait metamorfikler olarak yüzlek vermektedir. Bu metamorfikler kendi içinde asıl olarak gnays ve mikaşistler şeklinde bulunur ve farklı düzeylerde mercerler halinde kuvarsit şist, serizit şist, amfibolit şist gibi birimleri de içermektedir.

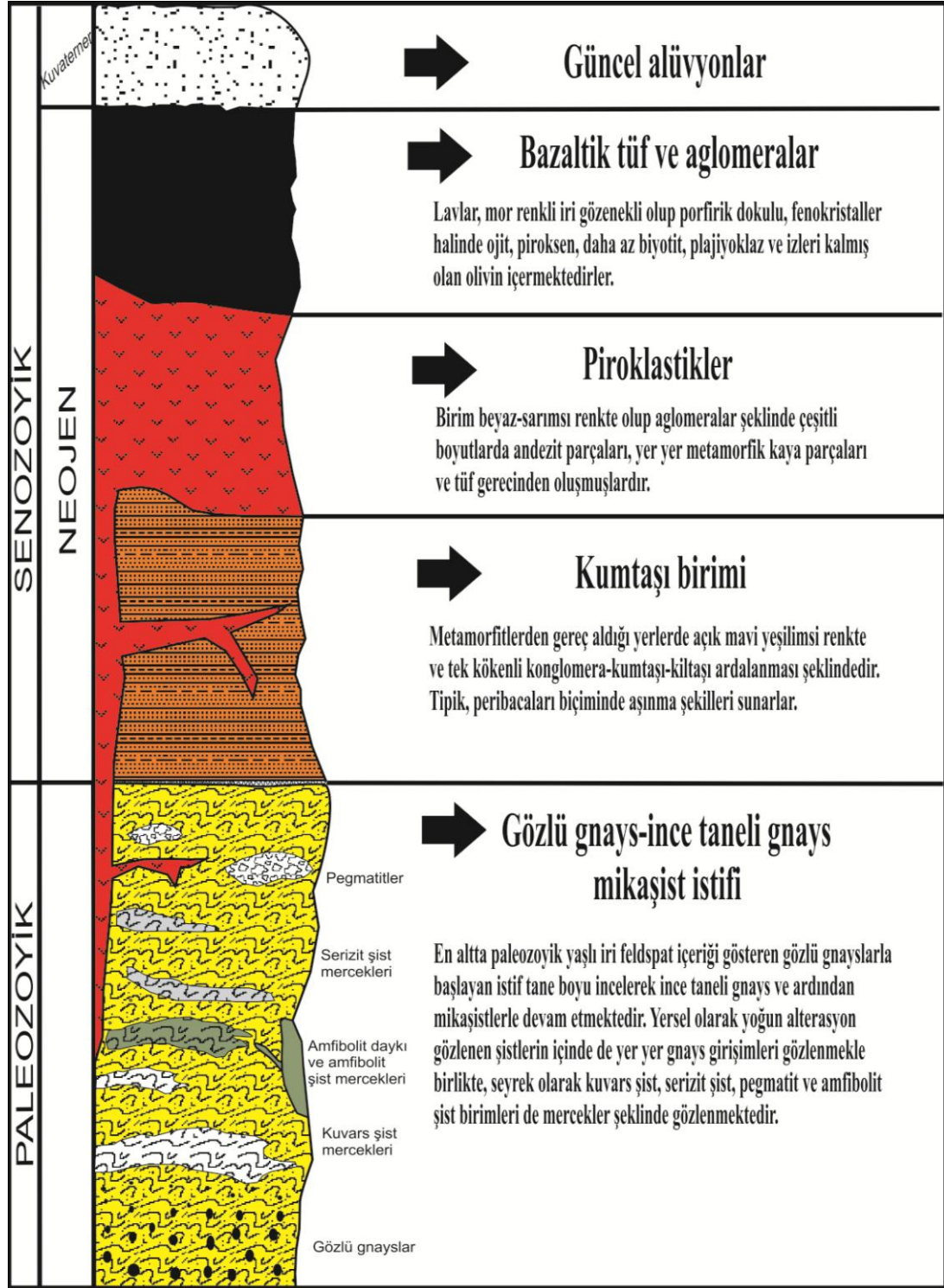
#### *2.2.1.1 Gnayslar*

Gnayslar çalışma alanında daha çok batı ve kuzey kesimlerde geniş yüzlekler şeklinde gözlenmektedir. Mineral içeriği başlıca kuvars olmak üzere; feldspat, plajiyoklas, biyotit, muskovit, serizit, klorit ve düşük oranda apatit, zirkon, rutil ve opak minerallerden oluşmaktadır. Altta granitik gnayslarla yanal ve dikey geçişli olan sedimenter kökenli gözlü gnayslar bulunur. Bunlar iri feldspat (Şekil 2.3) ve kuvars gözlü, yer yer turmalinli kuvars damarlı olup yer yer de diyaspor, hematit ve magnetit içerirler (Ercan ve diğ., 1978).

#### *2.2.1.2 Mikaşistler*

Mikaşistler çalışma alanının genelinde özellikle orta kesimlerinde gözlenmektedir. Şistlerde makro olarak gözlenen mineraller kuvars, muskovit-serizit, biyotit, klorit, granat ve yer yer turmalin şeklindedir. Şistozite düzlemleri belirgin (Şekil 2.4) ve düşük açıdır (10-30<sup>0</sup>). Mikroskobik olarak incelendiğinde ise mikaşistler lepidoporfiroblastik doku gösteren sillimanit-granat-biyotit şist şeklinde

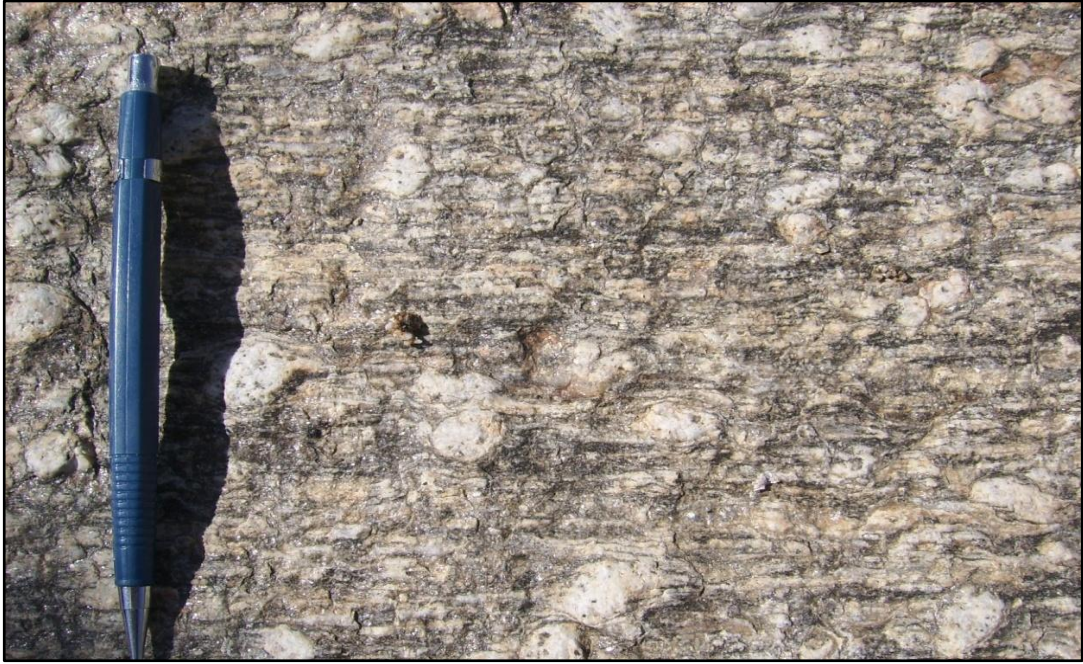
tanımlanabilir (Şekil 2.5A). Tipik albit ikizlenmesi gösteren plajyoklaslar, klivajlar boyunca gözlenen serizitleşmeye delil olarak gösterilebilir (Şekil 2.5B).



Şekil 2.2 Çalışma alanının geliştirilmiş litostatigrafik kolon kesiti.



Mikaşistler içerisindeki metamorfik kuvarslar rekristalize kuvarslar agregalarına paralel bir uzanıma sahip ancak düzensiz bir dizilim sergilemektedir. Bu tür dokular dinamik rekristalizasyona maruz kalan kayalarda gözlenmektedir. İlkel şistoziteye paralel olan kuvars tabakalarını kesen ikincil klorit oluşumları yine ikincil oluşumlu kuvars damarcıklarıyla birlikte bulunmaktadır (Şekil 2.5C). Mikro makaslama zonları ikincil ya da epijenetik kuvars ve klorit minerallerinin yerleşimi için uygun ortamı sağlamaktadır. Biyotitler neredeyse tamamen altere olmuş ya da klorite dönüşmüş şekilde gözlenir (Şekil 2.5D). Granatlar ise bazı yerlerde kısmen bazı yerlerde ise tamamen kloritleşmiş şekilde gözlenir (Şekil 2.5E). Özşekilli morfolojileri, sayesinde bu granatlar tanınabilmektedirler. Silimanit iğnecikleri ise biyotit ve kloritlerin içinde ya da kuvars ve plajiyoklasların sınırlarında gözlenmektedir (Şekil 2.5F).



Şekil 2.3 Gözlü gnayslar; çapları 1-2 cm'ye ulaşabilen iri feldspat içeriğine sahip gözlü gnayslara ait el örneği.

2.2.1.2.1 *Yorum.* Şekil 2.5'e ait ince kesitler, kayaç oluşturan mineraller içerisinde granatların %95'i ve biyotitlerin %80'inin klorite altere olduğunu göstermektedir. Kesitlerde, plajiyoklasların serizite altere olduğu açık şekilde gözlenmektedir.

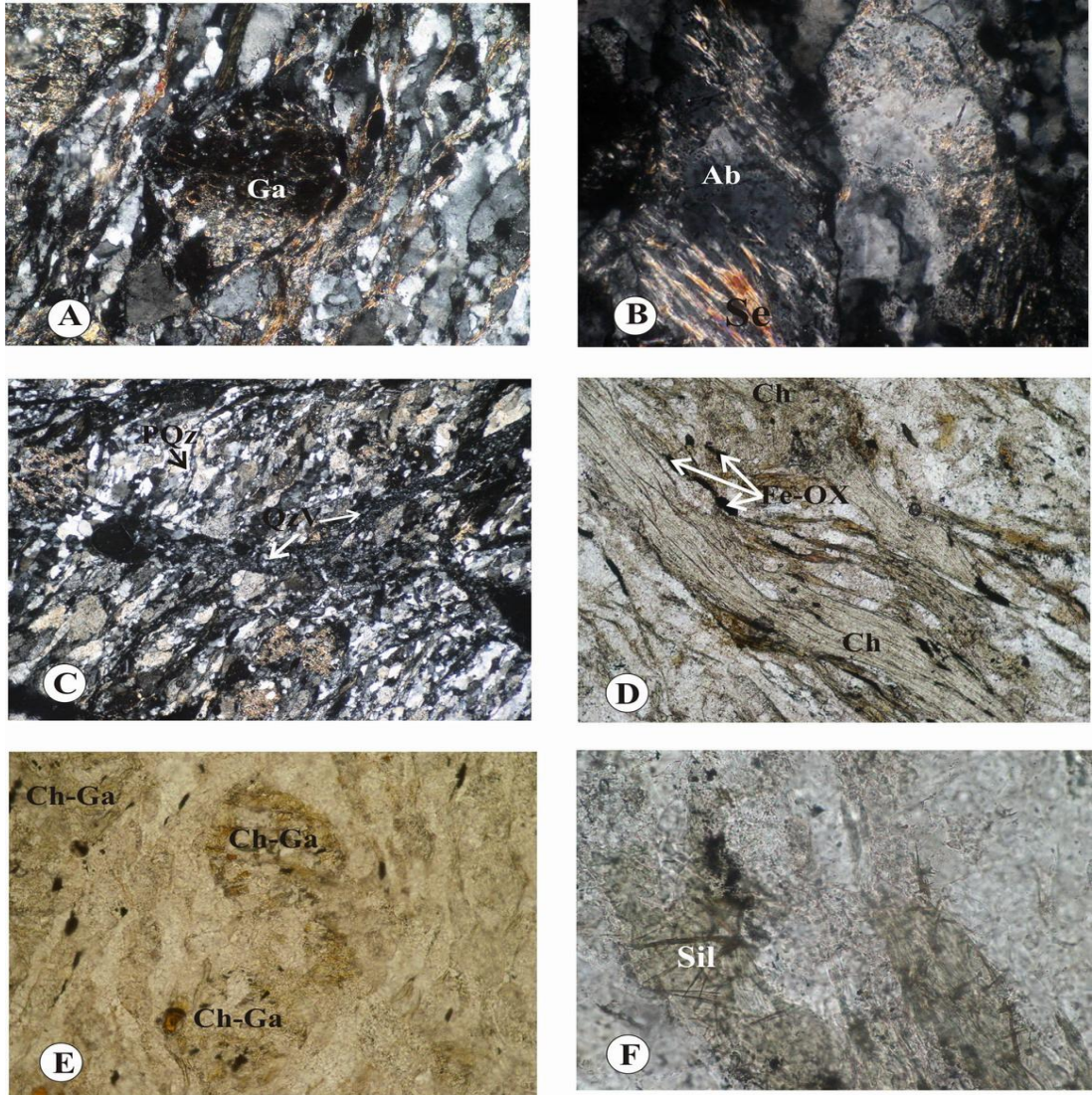




Şekil 2.4 Birkaç milimetre kalınlığa sahip şistozite düzlemleri gösteren mikaşistlere ait mostra görüntüsü.

Bu değişimler olasılıkla gerileyen metamorfizmanın bir sonucu olarak gerçekleşmiştir. Çünkü ilksel granat ve plajiyoklasların bu belirtilen minerallere dönüşümü ancak ilerleyen metamorfizma sıcaklık şartlarından daha düşük sıcaklık ortamlarında gerçekleşebilmektedir. Bu bağlamda metamorfiklerin fasiyesinin almandin-amfibolit fasiyesinde olduğu düşünülmektedir.

Biyotit, amfibol grubu mineraller gibi su içeriği olan minerallerin su içermeyen minerallere dönüşümü büyük miktarda metamorfik kaynaklı akışkanların açığa çıkmasına yol açmaktadır (Yardley ve diğer., 1991). Silimanitin varlığı ise metamorfik evrimin belli bir kısmında bu metamorfik kayaların çok yüksek sıcaklığa maruz kaldığını göstermektedir. Bu da belli bir zaman aralığında gerçekleşmiş olan yüksek dereceli metamorfizmaya ya da gömülü bir plütonizmaya işaret etmektedir. Şu da unutulmamalıdır ki plütonizma, gerileyen metamorfizma ve bunu takip eden mineralizasyona neden olan hidrotermal akışkan oluşumuna yol açabilmektedir.



Şekil 2.5 İlerleyen ve gerileyen metamorfik dokuları gösteren fotomikrograflar (A ,B, C çift nikol altındaki örnekler; D, E, F tek nikol altındaki örnekler): (A) Mikaşistler içerisinde gözlenen lepidoporfiroblastik doku (Ga: Granat); 2x10X. (B) Altere mikaşistler içerisinde gözlenen serizite (Se) altere olmuş albitler (Ab); 10x40X. (C) İlksel metamorfik kuvars (PQz) tabakalarını kesen kuvars damarcıkları (QzV); 10x10X. (D) Biotitlerin kloritleşiminin ardından oluşan kloritize biyotit (Ch) ve demir oksit (Fe-Ox) yığılımları; 10x10X. (E) Kloritleşmiş granat (Ch-Ga); 10x40X. (F) Biotit içerisindeki sillimanit iğnecikleri (Sil); 10x40X.

### 2.2.2 Senozoyik Yaşlı Birimler

Çalışma alanında senozoyik, neojen yaşlı kumtaşı birimi, andezitik volkanizma piroklastikleri ve bazik volkanizma ürünü tuf ve aglomeralarla temsil edilmektedir.



### 2.2.2.1 Kumtaşı Birimi

Çalışma alanının kuzey ve kuzeybatı kesimlerinde yoğun şekilde gözlenen birim yer yer küçük yüzlekler şeklinde diğer kesimlerde de gözlenmektedir. Çalışmanın konusuyla doğrudan ilgisi olmaması nedeniyle birime yüzeysel olarak değinilmiştir.

Çalışma alanında gözlenen ve Ercan ve diğer. (1978)'in Balçıklıdere üyesi olarak adlandırdığı birim, sahada tipik peribacaları biçiminde aşınma şekilleri sunar (Şekil 2.6).

Salt metamorfitlerden geç aldığı yerlerde açık mavi yeşilimsi renkte ve yersel tek kökenli konglomera-kumtaşı ardalanması şeklinde bulunan birimin bütün katmanları yatay ve yataya yakın olup, en çok 15° lik eğim sunarlar. En yoğun biçimde Fakılı Köyü çevresinde gözlenebilen birim yer yer 200 metreyi aşan bir kalınlık gösterir (Ercan ve diğer., 1978). Bu birimler bütünüyle bir alüvyon yelpazesi ortamında oluşmuş olup, temel kayaları keserek akan akarsuların, kıvrıntılarını masif eteklerinde uygun yerlerde bir yelpaze şeklinde depolamalarıyla oluşmuşlardır (Ercan ve diğer., 1978).



Şekil 2.6 Silisleşen kumtaşlarının yoğun olduğu yerlerde karakteristik peribacaları şekilli aşınma yapıları gösteren kumtaşları.

### 2.2.2.2 Piroklastikler

Asidik volkanizma ürünü olan piroklastikler çalışma alanının en doğusunda yer alır. Yaklaşık K-G gidişli olan birim grimsi-kahve veya demir pası renginde ortaya çıkar (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Yoğun limonitleşmenin gözlenebildiği çeşitli boyulardaki piroklastiklere ait arazi görüntüsü.

Bu piroklastikler değişik boyutlarda andezit, yersel metamorfik kaya parçaları ve tuf geçrelerinden oluşmuşlardır. Seyrek katmanlanma sunan piroklastikler genellikle killeşmiş ve limonitleşmiştir.

### 2.2.2.3 Bazik Volkanikler

Birim çalışma alanında çok seyrek olarak gözlenmekle birlikte yer yer bazaltik tuf ve aglomeralar şeklinde metamorfiklerin üstünde bulunmaktadır. Lavlar, mor renkli iri gözenekli olup porfiritik dokulu, fenokristaller halinde ojit, piroksen, daha az biyotit, plajiyoklas ve izleri kalmış olan olivin içermektedirler (Ercan ve diğer., 1978). Hamur, plajiyoklas, ojit ve opak mineralden oluşur. Gaz boşlukları kalsit, epidot ve zeolitle dolmuştur (Ercan ve diğer., 1978).

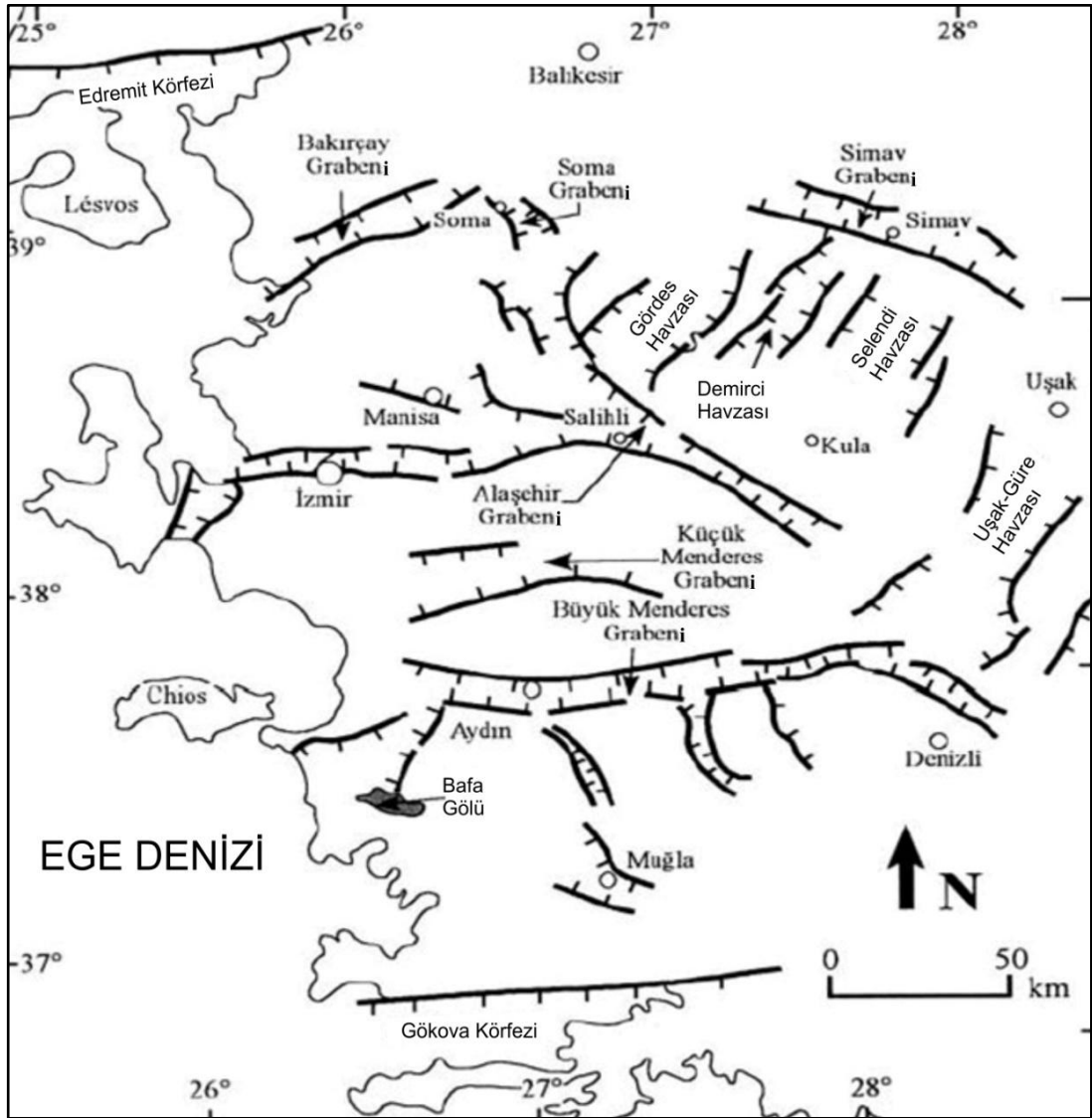
## 2.3 Yapısal Jeoloji

İç Batı Anadolu Bölgesi, Ege Bölgesi'ne benzer şekilde genel bir yükselme göstermekte ve merkezi kısımlarında grabenler bulundurmaktadır. Bu bölgedeki eğim atımlı normal fayların doğrultuları KB-GD'dir. Ege bölgesinde D-B olan yönün İç Anadolu Bölgesi'nde KB-GD yönüne döndüğü düşünülebileceği gibi, bu dönüşün transform faylar ile de meydana gelmesi olasıdır.

### 2.3.1 Ege Bölgesi'nin Neotektonik Yapısı

Batı Anadolu neotektonizması genişmeli tektonik rejimle temsil edilmektedir (Şengör, 1979). Bölgesel olarak K-G yönlü genişmeli tektonik rejim Anadolu genelinde izlenen neotektonizmanın bir sonucudur. Türkiye'de neotektonizmanın Orta-Üst Miyosen'de Doğu Anadolu'da Arap-Afrika levhaları ile Avrasya levhaları arasında gerçekleşen kıta-kıta çarpışması sonucu başlamış olduğu bilinir ve neotektonizma bu çarpışma sonucu ortaya çıkan Anadolu Levhası'nın Kuzey ve Doğu Anadolu transform fayları boyunca batıya doğru kaçması şeklinde oluşan tektonik olaylar dizisini içerir. Batıya kaçış esnasında Anadolu Bloğu, Batı Anadolu'da saatin tersi yönünde rotasyonel bir dönme ile Ege Denizi'ndeki Hellenik yay boyunca Afrika levhası üzerine itilmektedir (Şengör ve Kidd, 1979; Şengör 1979; Şengör ve diğer., 1985). Batı Anadolu'daki açılmalı tektonik rejim bölgede gerçekleşen rotasyonel dönmenin bir sonucudur. Batı Anadolu'nun ana morfolotektonik elemanları kabaca D-B genel uzanımlı horst ve grabenlerden oluşan bloklu bir yapı oluşturur (Şekil 2.8). Batı Anadolu'nun günümüzdeki bloklu morfolojisi neotektonik dönemde bölgede K-G genel doğrultusunda gerilmeyle karakteristik neotektonik rejimin eseridir (Şengör, 1980).

Büyük Menderes ve Gediz Grabenleri neotektonik rejim içerisinde Batı Anadolu'da gelişen en büyük tektonik yapılardır. Birbirine simetrik geometrisi olan bu iki tektonik koridor günümüz morfolojisinde Aydın ve Bozdağ horstlarına karşılık gelen ve Menderes Masifi çekirdeğinin yükselmesine bağlı olarak şekillenmiş graben sistemleridir.



Şekil 2.8 Batı Anadolu grabenlerinin basitleştirilmiş haritası (Bozkurt 2001'den değiştirilerek).

Buldan Eşiği, doğu uçlarında biri birine yaklaşan bu iki grabeni biri birinden ayırır. Büyük Menderes Grabeni batı ucunda Ege Denizi'ne açılır. Buna karşın Gediz Grabeni'nin Ege Denizi ile yapısal ve morfolojik bir bağlantısı yoktur. Bu iki graben arasında Menderes Masifi çekirdeğinin oluşturduğu yükselim yine D-B genel gidişli Küçük Menderes Ovası tarafından morfolojik olarak ikiye bölünmüştür. Gerek havzanın sedimanter dolgu özellikleri gerekse jeomorfolojisi, Küçük Menderes Ovası'nın Menderes Masifi çekirdeğinin erozyonal süreçlerledeşilmesi sonucu şekillenmiş olduğunu gösterir (Bozbay ve diğer., 1986; Şaroğlu ve diğer., 1987). Bu iki graben arasında Menderes Masifi çekirdeğinin oluşturduğu yükselim yine D-B



genel gidişli Küçük Menderes Ovası tarafından morfolojik olarak ikiye bölünmüştür. Gerek havzanın sedimanter dolgu özellikleri gerekse jeomorfolojisi, Küçük Menderes Ovası'nın Menderes Masifi çekirdeğinin erozyonal süreçlerle deşilmesi sonucu şekillenmiş olduğunu gösterir (Bozbay ve diğer., 1986; Şaroğlu ve diğer., 1987).

### 2.3.2 Çalışma Alanının Yapısal Unsurları

Çalışma alanının geneline bakıldığında bölgesel tektonikten yoğun şekilde etkilendiği gözlenmektedir. Baskın olarak KB doğrultulu olarak bulunan kırık zonları kırıklara dik şekilde uzanan KD yönlenmeli ve yer yer çok şiddetli etkilerinin gözlemlendiği makaslama zonları ile oluşmuştur (Şekil 2.9). Bu kırık zonları hematit ve limonitik malzemeyle veya yersel olarak gossanla doldurulmuştur.

Çalışma alanındaki ana fay doğrultularının yukarıda sözü edilen D-B ve K60°B yönlü Batı Anadolu graben sistemiyle ilişkilidir. Menderes Masifi'ndeki bölgesel ölçekteki kıvrımların çalışma alanında da gözlenen çok yoğun makaslama zonlarının etkisiyle dilimler şeklinde böldüğü düşünülmektedir. Çalışma alanında genel olarak 10-30° civarında çok düşük açılı şistozite düzlemlerinin gözlenmesi de bu dilimlerin devam eden bölgesel kuvvetler etkisiyle devrilmesi ve daha küçük ölçekli yatay kıvrımlar şeklinde gözlenmesine bağlanmaktadır (Hüseyin Yılmaz, sözlü görüşme).



Şekil 2.9 Mıkaşistlerdeki KB-GD ve D-B doğrultulu kırık zonlarını gösteren mostra görüntüsü.

## 2.4 Alterasyon ve Mineralizasyon

### 2.4.1 Alterasyon

Çalışma alanında baskın olarak iki tür alterasyonun varlığı tespit edilmiştir. Birinci tür alterasyon gerileyen metamorfizmanın sonucu olarak düşünülen kuvars-granat-mika şistlerin şistozite düzlemlerine paralel olarak gelişmiş olan geniş serizitik (Şekil 2.10), silisik ve kloritik alterasyon şeklinde tanımlanmaktadır. Klorit damarcıklarının yer yer makaslama düzlemlerini kestiği de görülmektedir. Bu alterasyon dışında özellikle mineralizasyonun olduğu bölümlerde lokal olarak, ancak yoğun şekilde gözlenen K50-60°B ve D-B uzanımlı kırıklar içerisinde ve makaslama zonlarında hematitik-limonitik-arjilik-silisik alterasyon bulunmaktadır. Mineralizasyonla doğrudan ilişkili olan yoğun demir oksit ve silisleşme gösteren bu altere zonlar özellikle mineralizasyonun izlenmesi için oldukça önemli veriler sunmaktadır.



Şekil 2.10 Kuvars-granat-mika şistlerin şistozite düzlemlerine paralel şekilde gelişen serizitik alterasyon.

Yukarıda belirtildiği gibi geniş yayımlı serizit ve klorit oluşumlarının varlığı, metamorfik kayalar içerisinde gözlenen Au cevherleşmelerine neden olan hidrotermal akışkanlığına delil olmalıdır. Çalışma alanındaki şistozite denetimli Au



mineralizasyonunun bu metamorfik kökenli akışkanlardan türemiş olabileceği düşünülmektedir.

Çalışma alanında çok nadir olarak gözlenebilen pegmatitler ise, mineral içeriği ve geçirdiği değişimlerin incelenmesiyle, bölgedeki kayaların uğradığı alterasyon hakkında ışık tutan bilgiler vermektedir.

İncelenen pegmatit örneği silimanit-granat-biyotit-klorit şistler içerisinde 5cmx10cm boyurunda bir mercekten alınmıştır. Bu tür mercek şekilli ya da damar şekilli pegmatitler görüldüğünden daha geniş yayılım sergileyebilirler. Örnekte gözlenen geniş kapsamlı kloritleşme gerileyen metamorfizmanın sonucu şeklinde düşünülmektedir.

Pegmatitler, granoblastik doku gösteren kuvars-sodyum-plajiyoklas-ortoklas-biyotit-klorit pegmatit şeklinde tanımlanabilir (Şekil 2.11A). Geç evre ilksel kuvarlar pegmatitlerde yaygın olarak gözlenen feldspatlar içindeki kırıklara enjekte edilmiş şekilde gözlenmektedir. Pegmatitlerde iki tür feldspat gözlenmiştir. Bunlar; tipik albit şeklinde gözlenen plajiyoklaslar ve karlspat ikizlenmesi gösteren ortoklaslardır (K-feldspat) (Şekil 2.11B). Plajiyoklaslar rejyonel güçlerin etkisiyle çeşitli yapısal unsurlar sergilemektedir. Biyotitlerin 90%'ı kloritleşmiş şekilde gözlenir. İnce kesitlerde iki tür klorit ayırt edilmiştir. İlki klorite altere olmuş biyotit (Şekil 2.11C), ikincisi de hidrotermal akışkanların etkisiyle ortama gelen ve çökelen klorit şeklindedir (Şekil 2.11D).

#### **2.4.2 Mineralizasyon**

Yapılan çalışmalar sonucunda beş tür Au mineralizasyonu varlığı saptanmıştır. Bu mineralizasyonlar arazide şu şekillerde gözlenmiştir;

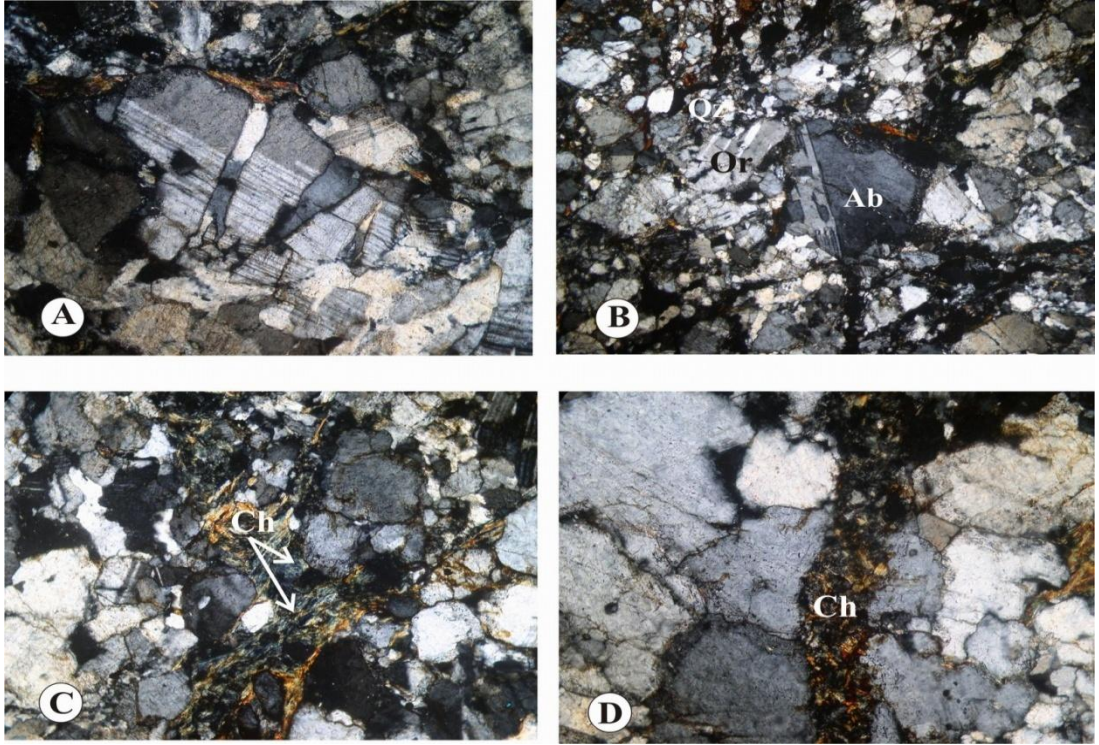
a) Breşleşmiş şistler içerisindeki hematit-limonit-silis gossanlarının da eşlik ettiği KB-GD ve D-B uzanımlı yapısal elemanlar boyunca hematit-limonit-silis damarcıkları veya breşleri şeklinde (Şekil 2.12),

b) Çalışma alanının güneybatısında epitermal sistemin düşük derecelerini temsil eden hidrotermal breşler (Şekil 2.13) ve boşluk dolgusu şeklinde ve yersel özşekilli

kristalin-kuvars ya da tarak-kuvars dokusunu gösteren ince taneli şeker görümlü kuvars damarı döküntüleri şeklinde,

c) Çalışma alanının batısında Köse Dere mevkiinde gözlenen Mn-oksitlerle birlikte gözlenen ve boşluk dolgusu, karbonat ornatması ve kolloform doku gösteren 20 cm kalınlığında epitermal kuvars damarı (kabuk şekilli),

d) Alabaşlı Köyü'nün 400 metre kuzeybatısında gözlenen 300 metrelik bir uzanıma ve 1.5 metrelik kalınlığa sahip arsenopiritçe zengin (1-5% arsenopirit) koyu-gri renkli kuvars damarı yüzlekleri (Şekil 2.14) ve döküntüleri şeklinde. (Bu cevherleşme metamorfik şist tabakaları içinde birçok seviyede gözlenebildiğinden; şistozite denetimli bir cevherleşme olduğu düşünülmektedir).



Şekil 2.11 İlerleyen ve gerileyen metamorfik dokuları gösteren fotomikrograflar (çift nikol görüntüleri): (A) Pegmatitlerde gözlenen granoblastik doku; 4x10X. (B) Pegmatitin %90 içeriğini oluşturan kuvars (Qz), albit (Ab) ve ortoklas (K-feldspat); 4x10X. (C) Kloritleşmiş biyotit (Ch); 10x10X. (D) Hidrotermal akışkanların etkisiyle gelişmiş olan klorit damarı (Ch); 10x10X.



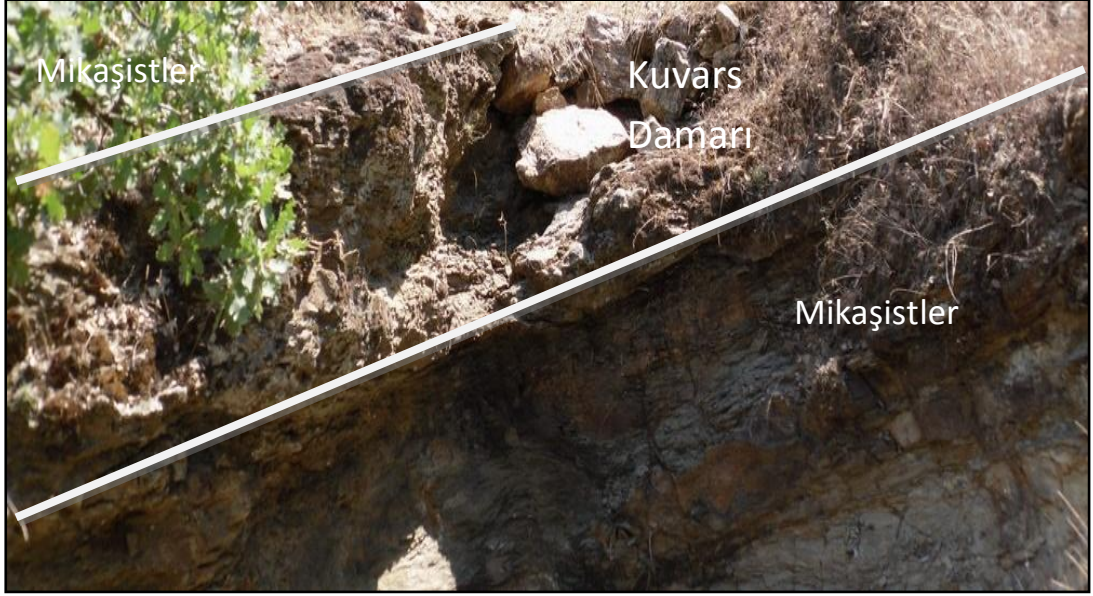


Şekil 2.12 Çalışma alanında hematit-limonit-silis breşleri şeklinde gözlenen cevherleşme.



Şekil 2.13 Çalışma alanında gözlenen küçük ölçekli mostralar şeklindeki hidrotermal breşler ve beraberindeki karbonat ornatım dokusu izlerine ait el örneği.

e) Koyu gri rengeyle ayırt edilen ve 4 metre kalınlık sergileyen, arazide 300 metre boyunca takip edilebilen silimanit-granat-biyotit-klorit şistler içerisinde şistoziteye paralel silisleşmiş zonlar şeklinde gözlenmektedir.

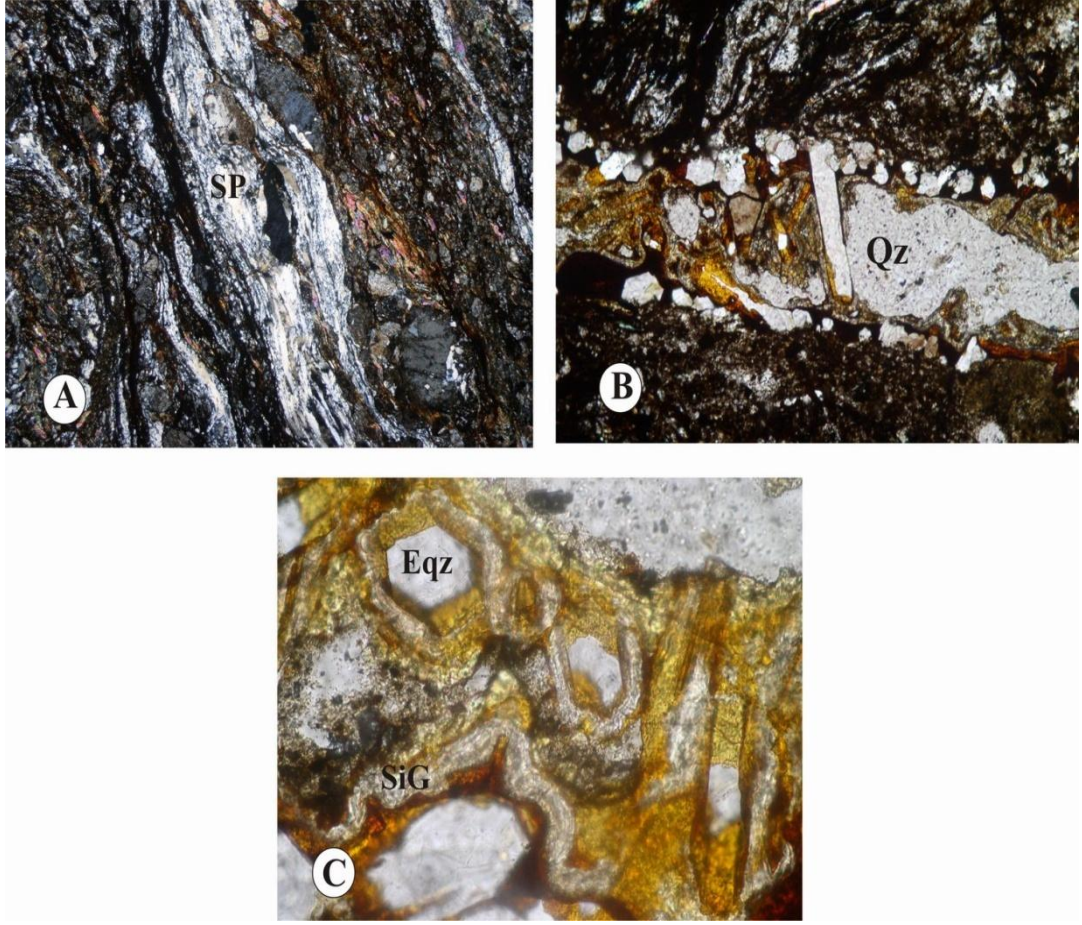


Şekil 2.14 Cemaçavuş Köyü'nün 400 metre KB'sinde bulunan 1.5 metre kalınlığında koyu gri renkli, şistozite kontrollü pirit-arsenopiritçe zengin kuvars damarı (Damardan alınan örnekten 0,07 ppm Au, 21 ppm Ag ve % 0,5 As değeri elde edilmiştir.).

Metamorfik kökenli kuvars damarları çoğunlukla şistozite düzlemlerine paralel olarak gözlenmekle birlikte bu düzlemleri keser şekilde de bulunmaktadır. Damarlara çoğunlukla hematitleşme ve limonitik gossan oluşumları eşlik etmektedir. Kuvars damarlarının kalınlıkları birkaç santimetreden metrelerce olabilmektedir.

Makro olarak bakıldığında mineralizasyon içeren zonların şistozite ve akma yapıları gösterdikleri anlaşılmaktadır. Mikroskopa incelendiğinde ise çeşitli cevher mineralleri içeren mikro-şistozite düzlemlerinin olduğu anlaşılmaktadır. Mineralizasyon şistler içerisinde şistozite düzlemleri boyunca (Şekil 2.15A) ya da seyrek olarak şistozite düzlemlerini kesen kuvars-sülfid damarcıkları şeklinde gözlenmektedir (Şekil 2.15B). İkincil özşekli kuvars kristalleri içeren kuvars damarı etrafında silis jelinin gözlenmesi birden çok hidrotermal fazın metamorfikleri etkilediğini göstermektedir (Şekil 2.15C).





Şekil 2.15 Cevher zonunun dokusunu gösteren fotomikrograflar (C çift nikol altındaki, A, B paralel nikol altındaki örnekler); (A) Şistozite düzlemi boyunca gözlenen mineralizasyon; 10x10X. (B) Şistozite düzlemini kesen kuvars (Qz) damarı; 10x10X. (C) Özşekilli kuvars minerallerini çevreleyen silis jeli; 10x40X.

## BÖLÜM ÜÇ

### JEOKİMYASAL VE JEOFİZİKSEL ÇALIŞMALAR

#### 3.1. İnceleme Alanında Yapılan Çalışmalar

İnceleme alanında yapılan çalışmalar bölgedeki olası ekonomik Au cevherleşmesini keşfetmek, yayılımını saptamak ve ekonomik olup olmadığını anlayabilmek amacıyla yapılmıştır. Bu bağlamda inceleme alanıyla ilgili çeşitli jeolojik-jeokimyasal-jeofiziksel verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmalar şu şekilde özetlenebilir:

- a) Bölgesel ölçekli, çalışma alanını tamamen kapsayan (200 km<sup>2</sup>) -80# dere sedimanı örnekleme alınması,
- b) Geniş ölçekli ve detay jeolojik haritaların hazırlanması; dikkat çeken ve anomali kaydedilen yerlerden kaya örnekleri alınması,
- c) Anomalinin en yoğun olarak gözlemlendiği yerlerden toprak örnekleri alınması,
- d) Anomalinin en yoğun gözlemlendiği yerlerde jeofizik ölçümlerin yapılması, şeklindedir.

Jeokimyasal örnekleme çalışmaları kapsamında inceleme alanından toplam 1049 adet -80# dere sedimanı örneği, 1208 adet toprak örneği ve 85 kaya örneği alınmıştır.

Dere sedimanı örnekleri planlanırken kilometrekareye 3-4 örnek düşecek şekilde, akaçlama aşından uygun görülen yerler saptanmıştır. 180 mikrondan daha küçük tanelerin analize sokulacağı yöntem için arazide her örnek 2,5 cm.'lik elekten geçirilmiş ve ortalama 1-2 kg.'lik örnekler alınmıştır. Islak örnekler ise elekten geçirilmeden yaklaşık 3-4 kg. olacak şekilde alınmıştır.

Yapılan bölgesel çalışmaların ardından anomalinin yoğunlaştığı Koca Tepe ve çevresinde toprak örneği alım programı planlanmıştır. 3 km<sup>2</sup>'den büyük bir alanı kapsayan örnekleme, 100'er metre aralıklı olan hatlar ve her hat üzerinde 50'şer metre aralıklarla alınma şeklinde yapılmıştır. Genellikle B zonu örneklenmiş fakat

bazı yerlerde B zonunun gelişmemesi ya da az gelişmesi nedeniyle B-C zonu örnekleme şeklinde yapılmıştır.

Örnekleme yapılan ya da gelen anomali değerlerinin yüksek olduğu yerlerden, özellikle yoğun demiroksit ve silisleşme içeren ve mineralizasyon içermesi olası yerlerden sistematik kaya örnekleri alınmıştır. Bu kapsamda gerekli yerlerden parça veya kanal örnekleri alınmış, yüzlek bulunmayan yerlerden de döküntü örnekleri alınmıştır.

Dere sedimanı ve toprak örneklemeleleriyle birlikte ayrıca daha ayrıntılı yüzlek haritalaması ve mineralizasyon/alterasyon haritalaması yapılmıştır (Şekil 3.4, 3.5, 3.6). Elde edilen veriler ilerleyen aşamalarda kullanılmak üzere sayısal ortama aktarılmıştır.

Sonraki çalışmalarda jeofizik etütleri yapılmıştır. Yapılan jeofizik çalışmalarının amacı anomali bölgesinde uygulanacak yöntemlerle bölgeden jeofiziksel parametreler alarak, yüzeydeki cevherleşmelerin derine doğru uzanımının ortaya çıkarılmasıdır. Bu incelemelerle yeraltındaki yapısal unsurlar, bunların türleri, olası cevherleşmeler gibi veriler elde edilmekle birlikte, elbette tek başına yeterli olmamaktadır. Jeofiziksel veriler jeolojik ve jeokimyasal verilerle birlikte irdelenmiştir.

### **3.1.1 Dere Sedimanı Örnekleme**

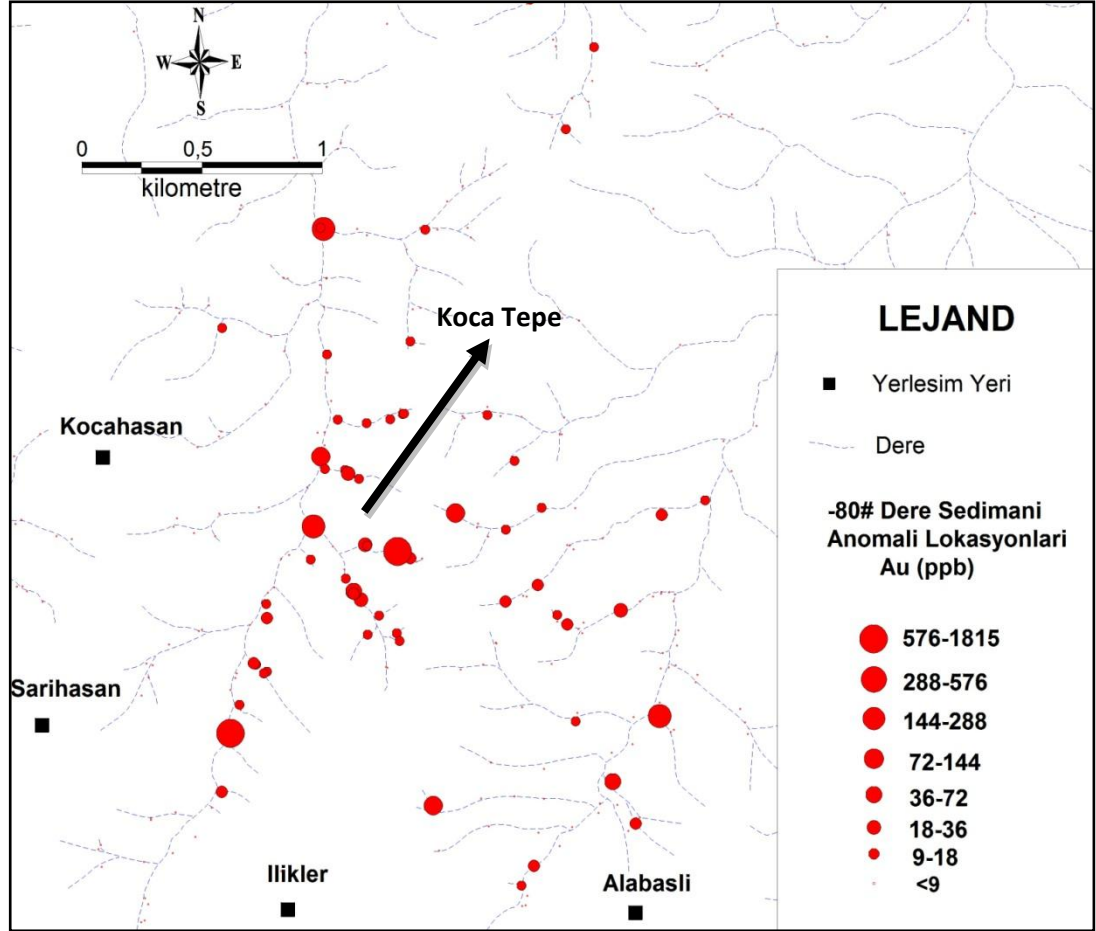
Yaklaşık 200 km<sup>2</sup>'lik bir alana 1049 adet örnek düşen bölgesel -80# dere sedimanı örnekleme sonucunda; 112 örnekte çok zayıftan (9 ppb) kuvvetli (1815 ppb) Au anomalisine kadar anomali elde edilmiştir. Bunların 13 tanesi 100 ppb Au değerinden daha yüksektir.

Gümüş ise genelde çok zayıf anomali vermektedir. Ancak 1,9 ppm'e kadar ulaşan Ag değerlerine bakıldığında 26 örneğin 0,6 ppm'den yüksek değer verdiği görülmektedir.

Eksi 80 meş dere sedimanı örneklemeinde Au anomalisi gösteren örnek değerleri ve lokasyonları şekil 3.1'de verilmiştir. Dere sedimanı örnekleme sonucunda

yüksek Au anomalisi veren bölgeler İlikler Köyü-Koca Tepe mevki, Sarihasan/Kocahasan Doğusu olarak belirlenmiştir.

Bölgesel -80# dere sedimanı örnekleme sonucu en yoğun anomalinin gözlemlendiği İlikler'de toprak örnekleme yapılmıştır. Böylece dere sedimanı örnekleme sonucu anomali veren alan daha ayrıntılı incelenmiştir.



Şekil 3.1 -80# dere sedimanı örnekleme sonucu Au anomalisi gösteren örnek lokasyonları ve değerleri.

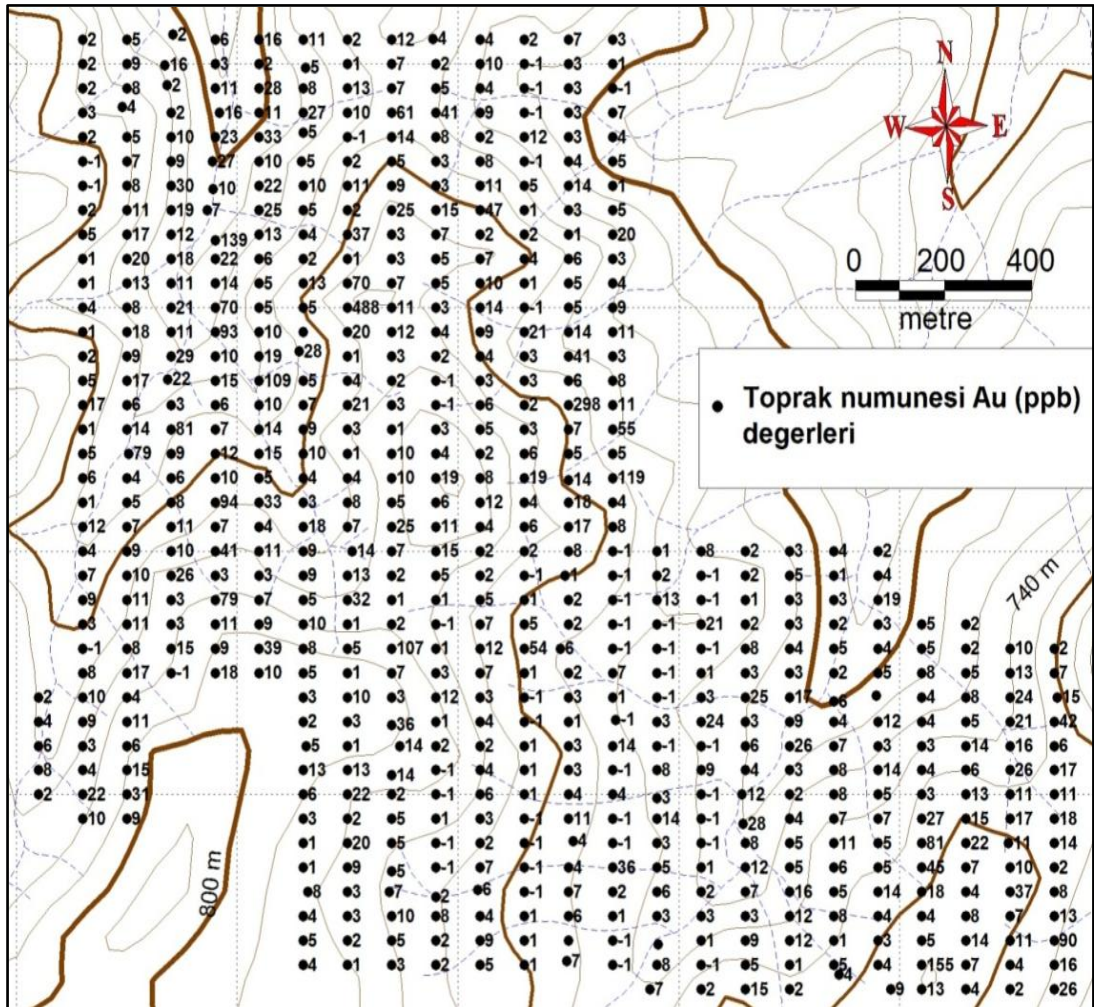
### 3.1.2 Toprak Örnekleme

İnceleme alanında, anomalinin en yoğun gözlemlendiği İlikler Köyü çevresinde Koca Tepe civarında önceki dere sedimanı çalışmasında elde edilen anomali değerleri ve yapılan haritalamalar sonucu tespit edilen yapısal veriler ışığında, mineralizasyon gösteren yapısal unsurlara dik ya da dike yakın bir açı yapacak şekilde K-G



doğrultulu ve KB-DG doğrultulu hatlar boyunca toplam 1208 adet toprak örneği alınmıştır.

Yapılan toprak örnekleme çalışmasının (Şekil 3.2 ve 3.3) sonucunda 64 örneğin 30 ppb'den yüksek, 32 örneğin 50 ppb'den yüksek Au değerine sahip olduğu ve örneklerin maksimum 488 ppb'ye kadar Au değeri gösterdiği anlaşılmıştır. Ag tarafında ise toprak örnekleri analiz sonuçları 56 örnekte 0.7 ppm'den yüksek ve maksimum 4.4 ppm Ag değeri ile çok düşük Ag anomalisi göstermiştir. Toprak örnekleme sonucu elde edilen Ag anomalisi, örnekleme bölgesinin orta ve Doğu kısımlarında yoğunlaşmaktadır.

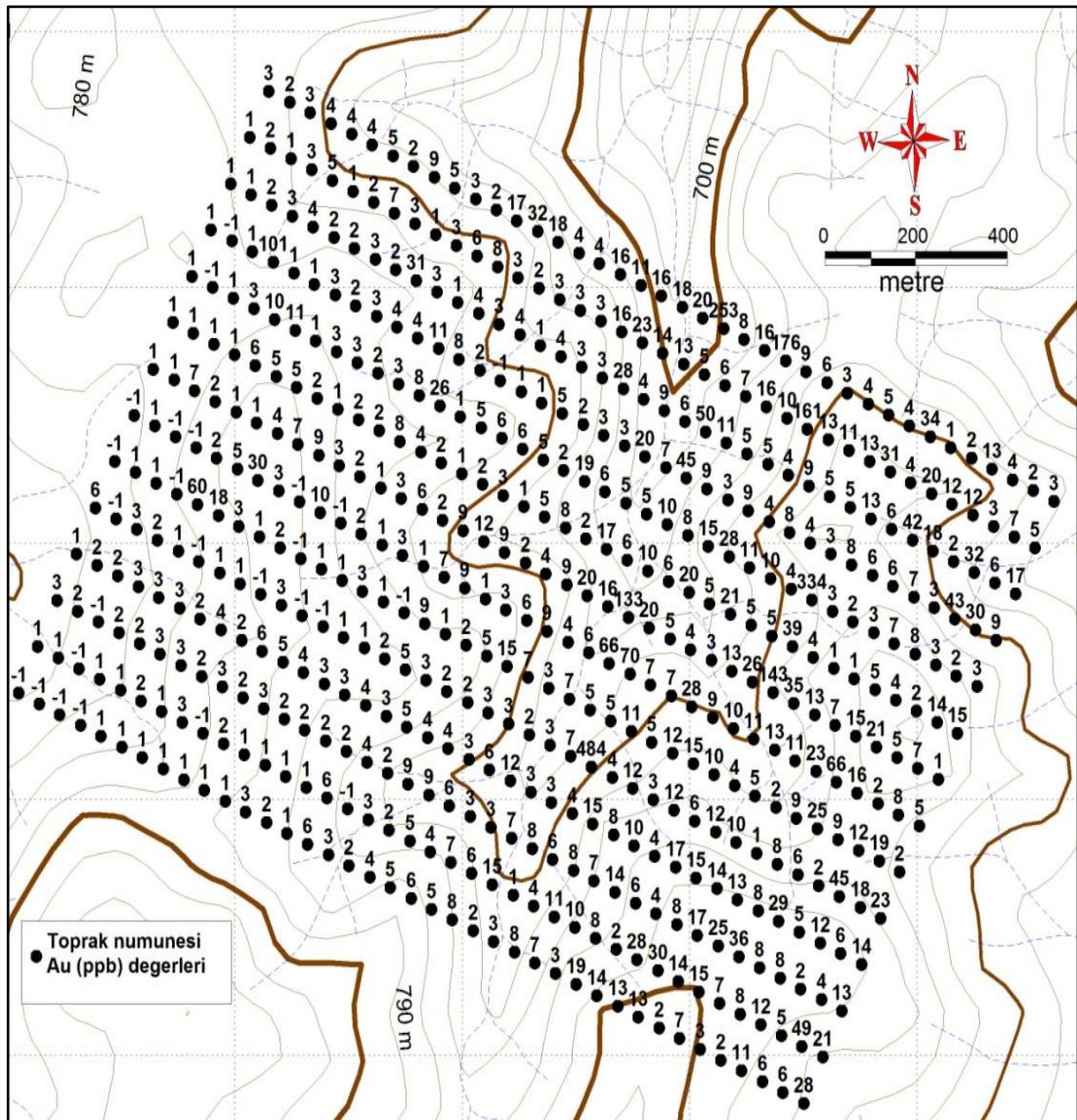


Şekil 3.2 İlikler çevresinde K-G yönünde alınan toprak örnek hatlarını ve örneklerin Au analiz sonuçlarının gösterildiği harita.

Altın ve gümüş anomalilerinin yoğunlaştığı bölge olarak, örnekleme alanının orta bölümleri, yani Koca Tepe çevresi öne çıkmaktadır (Şekiller 3.4 ve 3.5).

123 örnekte 65 ppm'den yüksek As değeri elde edilen toprak örneklemesinde yine 5 ppm'den 594 ppm'e kadar As değerleri elde edilmiştir (Şekil 3.6).

Toprak örneklerinde As değerleriyle Au ve Ag değerlerinin jeokimyasal korelasyon göstermemektedir. Yüksek As değerleri yüksek Au gösteren örneklerin güneydoğu kesimlerinde yoğunlaşır ve doğuya doğru devam eder.

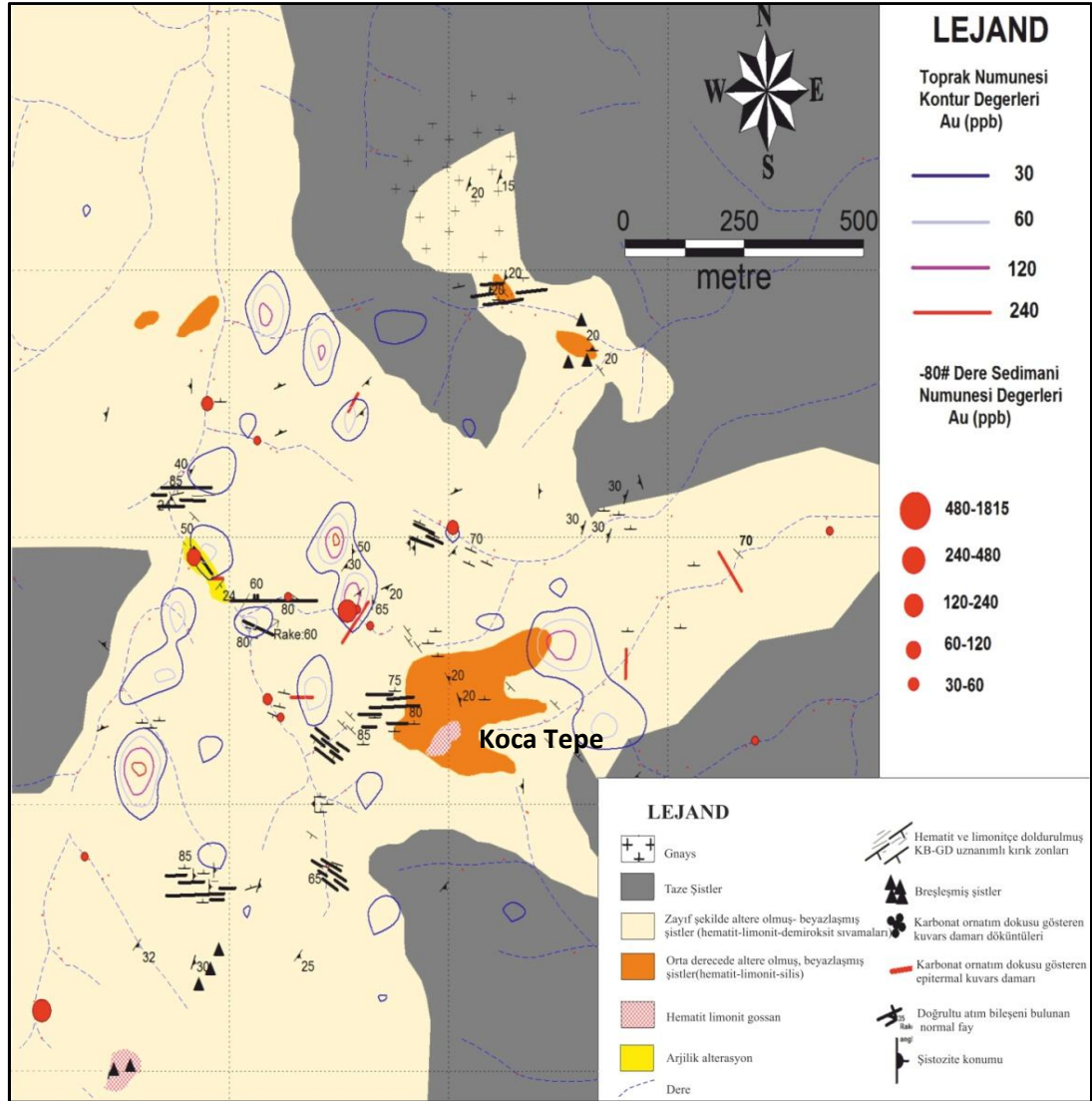


Şekil 3.3 İlikler çevresinde KB-GD yönünde alınan toprak örnek hatlarını ve örneklerin Au analiz sonuçlarının gösterildiği harita.



### 3.1.3 Kaya Örnekleme

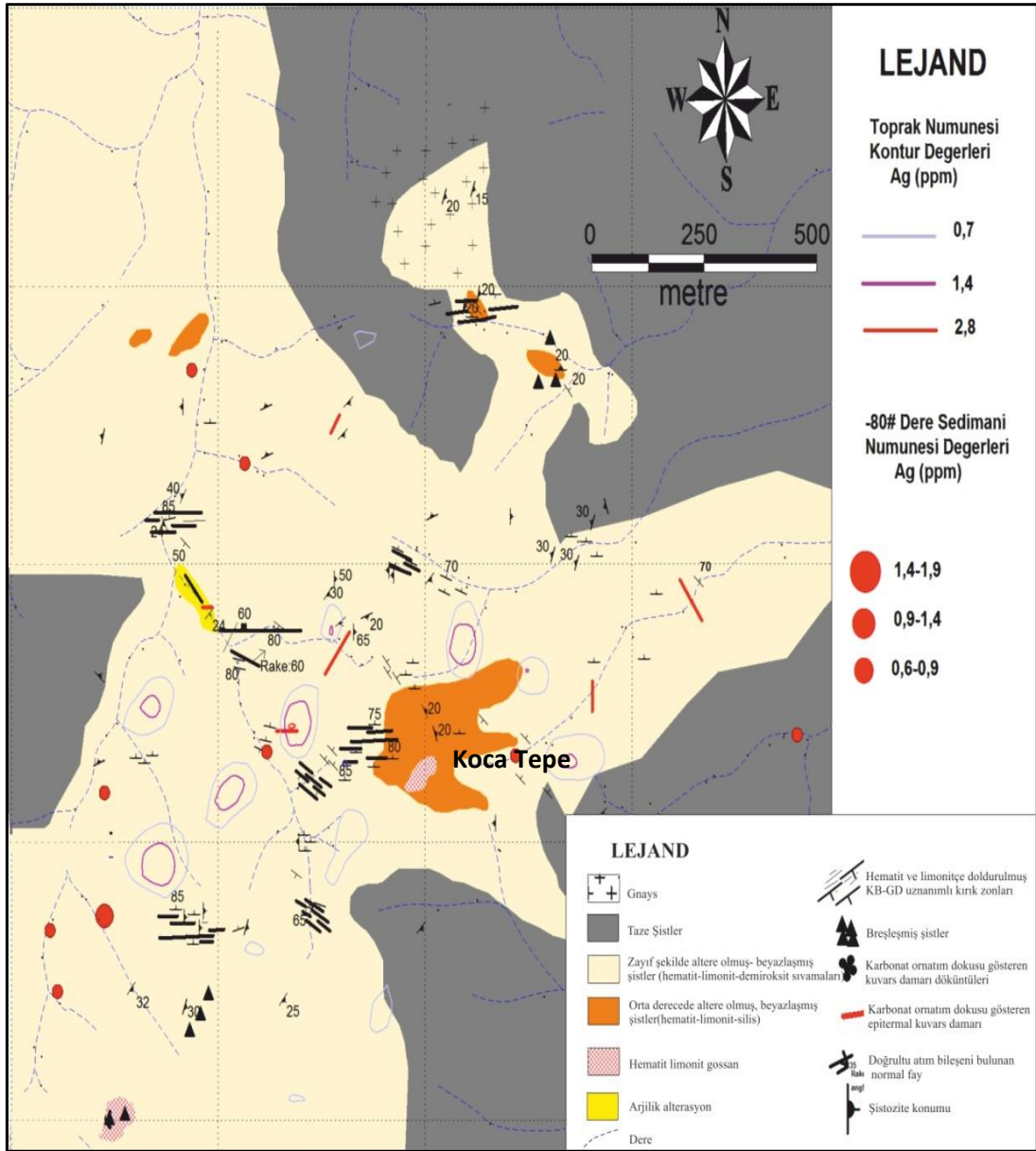
Dere sedimanı ve toprak örneği alımı sırasında ve anomali değeri gelen örnek lokasyonlarının tekrar incelenmesi sırasında alınan 85 adet kaya örneği sonucuna göre 19 örnek 0,2 ppm Au dan daha yüksek değer vermiş ve 3010 ppb Au değerine kadar anomaliler elde edilmiştir.



Şekil 3.4 Jeolojik verilerle birlikte verilen 30 ppb'lik -80# dere sedimanı ve toprak örneği eşik değerine göre düzenlenmiş Au anomali haritası.

Kaya örneklerindeki Ag miktarı 24 örnekte 3 ppm Ag değerinden daha yüksektir ve bu 80 ppm Ag değerine kadar yükselir.

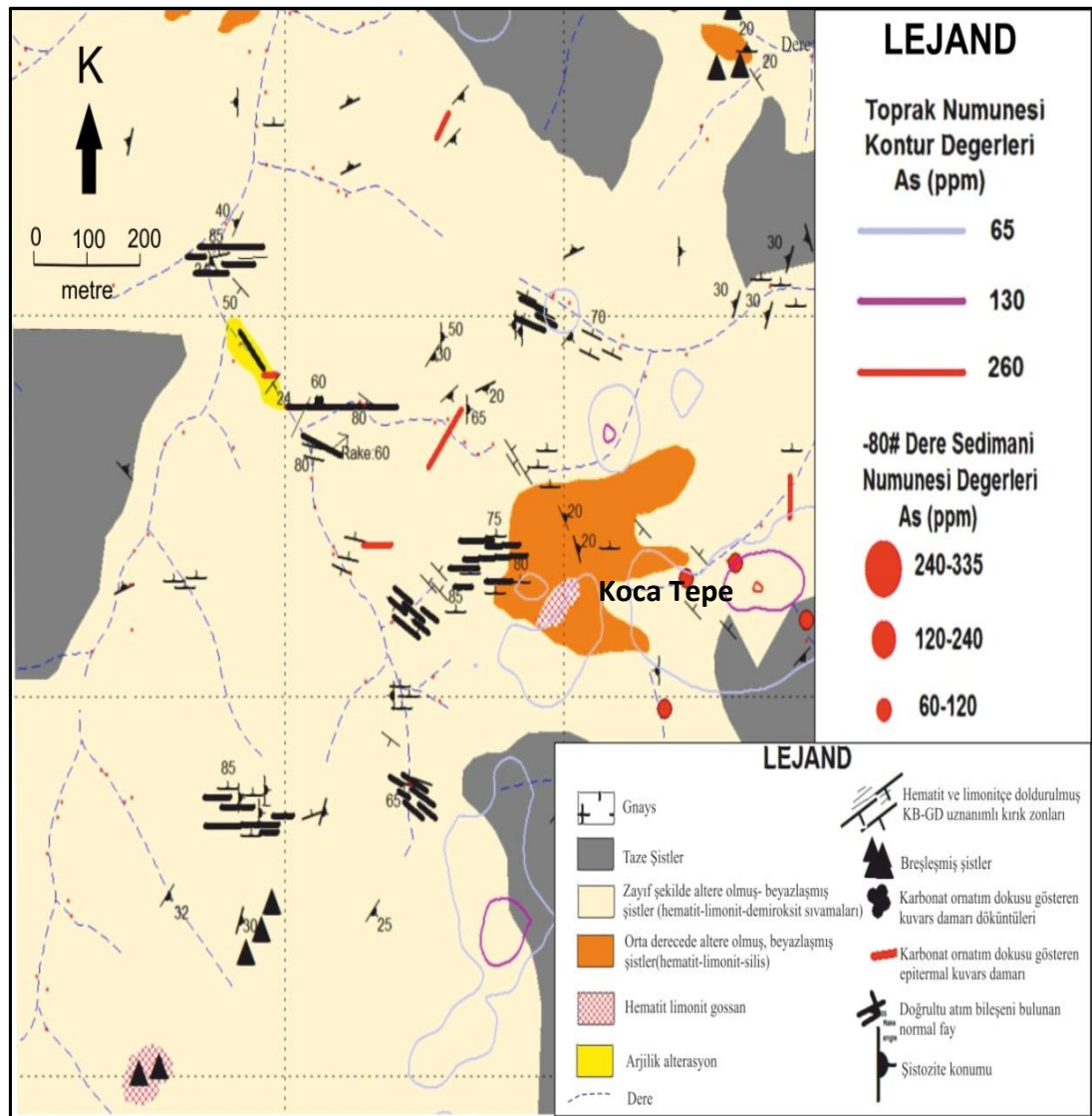
Tablo 3.1’de yüksek Au-Ag anomali değerleri veren kaya örnekleri listelenmiştir. 80 ppm Ag ve 3 ppm Au değerine varan anomalilerin gözlemlendiği kaya örneklerinde yüksek gelen değerler genelde arsenopirit, pirit ve silisleşme içeren zonlar olarak öne çıkmaktadır. Yoğun hematit ve limonit içeren gossanlar da mineralizasyonla ilgili önemli ipuçları vermektedir. Ortamı indirgen yapan grafitin varlığı grafitik zonlarda daha çok Au çökmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle grafitik şist düzeyleri de cevherleşme açısından önemlidir (Hüseyin Yılmaz ile sözlü görüşme).



Şekil 3.5 Jeolojik verilerle birlikte verilen 0,6 ppm’lik -80# dere sedimanı, 0,7 ppm’lik toprak örneği eşik değerine göre düzenlenmiş Ag anomali haritası.

### 3.1.4 Jeofiziksel İncelemeler

Yer manyetiği ve IP\Rezistivite jeofizik ölçümleri anomalinin merkezi olan İlikler Koca Tepe mevkiinde gerçekleştirilmiştir. Scintrex-Envimag manyetik\gradyometrik aleti kullanılarak toprak örneklerinin alındığı hatlar boyunca K-G uzanımlı şekilde manyetik ölçümler yapılmıştır. Aralarında 100 metre mesafe bulunan hatlar ve hatlar üzerinde 25 ve 10 metrede bir yapılan okumalar şeklinde manyetik değerler ölçülmüştür. IP\Rezistivite ölçümleri ise hatlar arası 200 metre olacak şekilde ve her hatta 100 metrede bir “didipole” olarak yapılmıştır.



Şekil 3.6 Jeolojik verilerle birlikte verilen 60 ppm’lik -80# dere sedimanı, 65 ppm’lik toprak örneği eşik değerine göre düzenlenmiş As anomali haritası.

IP ölçümlerinden elde edilen veriler sonucu oluşturulan 2 boyutlu ve 3 boyutlu modellere bakıldığında; yüksek şarjlanma gösteren zon tarafından çevrelenen ortaderin şarjlanma gösteren diğer bir zonun beraber bulunduğu konsantrik bir yapı gözlenmektedir. Rezistivite modellemesinde ise yüksek iç şarjlanma gösteren zon, aynı şekilde bir iç rezistivite zonu da göstermektedir. Filtrelenmiş manyetik ölçümler, muhtemel manyetik özelliği kaybolmuş bir zonun varlığını göstermektedir. Bu zon yüksek iç şarjlanma ve rezistiviteye işaret etmektedir.

Tablo 3.1 Çalışma alanından alınan kaya örneklerinden yüksek Au ve/veya Ag değeri elde edilen örneklerin alındığı lokasyonların jeolojik, alterasyon ve mineralojik özelliklerinin belirtildiği çizelge.

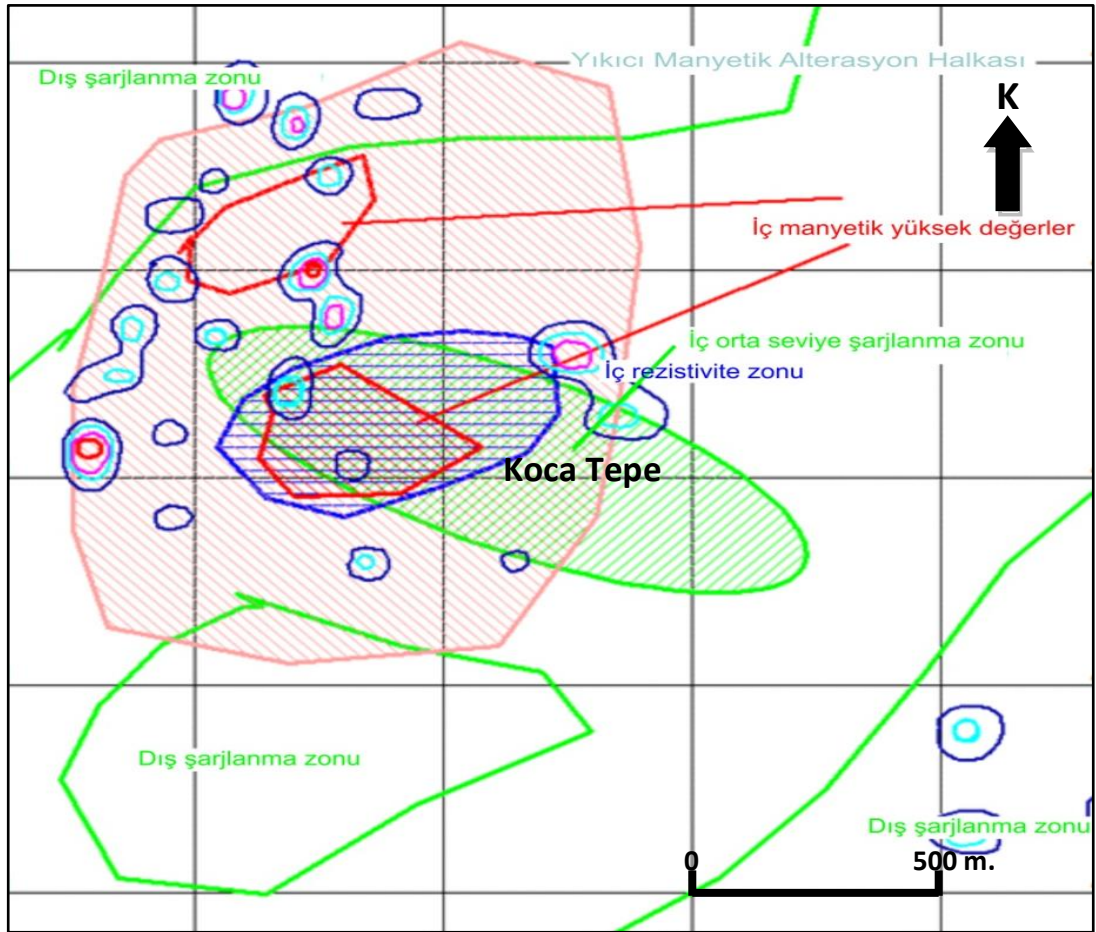
Örnek No	Tanım	Au (ppb)	Ag (ppb)
2002	Kuars-hematit gossan.	850	17200
2007	Boşluk dolgusu şeklinde kuvars iğnecikleri içeren kristalin kuvars damarı döküntüleri.	90	25300
2009	Kabuğumsu (crustiform) ve boşluk dolgusu dokuları gösteren epitermal kuvars damarı döküntüleri.	3010	40300
2013	İnce taneli, yüksek pirit içerikli (>%10) gri kuvars damarı döküntüleri.	980	80300
2019	Boşluk dolgusu, tarak ve karbonat ornatım dokuları gösteren pirit\arsenopirit içeren metamorfik şistler.	770	26000
2029	Kuars boşlukları bulunduran, kuvars sülfid(?) breşleri içeren mika şistler.	70	20600
2030	Tarak dokusu ve boşluk dolgusu dokularını gösteren muhtemel arsenopirit içerikli arjilik alterasyon ve silisleşmeye uğramış grafitik şistler.	590	14700
2036	Boşluk dolgusu şeklinde ince sülfidler içeren kuvars dokusuna sahip silisleşmiş koyu gri renkli şistler.	470	3960
2037	Boşluk dolgusu kuvars ve breşik doku gösteren pirti ve arsenopirit içerikli silisleşmiş koyu gri renkli metamorfik şistler.	2760	29200
2038	Boşluk dolgusu kuvars ve breşik doku gösteren pirti ve arsenopirit içerikli silisleşmiş koyu gri renkli metamorfik şistler.	1010	19300
2039	Boşluk dolgusu kuvars ve breşik doku gösteren pirti ve arsenopirit içerikli silisleşmiş koyu gri renkli metamorfik şistler.	420	23500
2041	Az oranda boşluk dolgusu şeklinde kuvars içeren silisleşmiş koyu gri renkli metamorfik şistler.	620	24100
2042	Az oranda boşluk dolgusu şeklinde kuvars içeren silisleşmiş koyu gri renkli metamorfik şistler.	260	35600
2050	Arjilik alterasyon zonu içerisinde muhtemel pirit içerikli gri renkli silisleşmiş mika şistler.	480	5270
2081	Boşluk dolgusu dokusu da gösteren az oranda arjilik alterasyona uğramış, grafitik şistler içerisinde bulunan silisli tabakalar.	840	11250
2086	Boşluk dolgusu ve tarak dokusu gösteren kuvars ile speküler hematit ve galen(?) içeren arjilik alterasyona uğramış ve silisleşmiş grafitik şistler.	200	13950



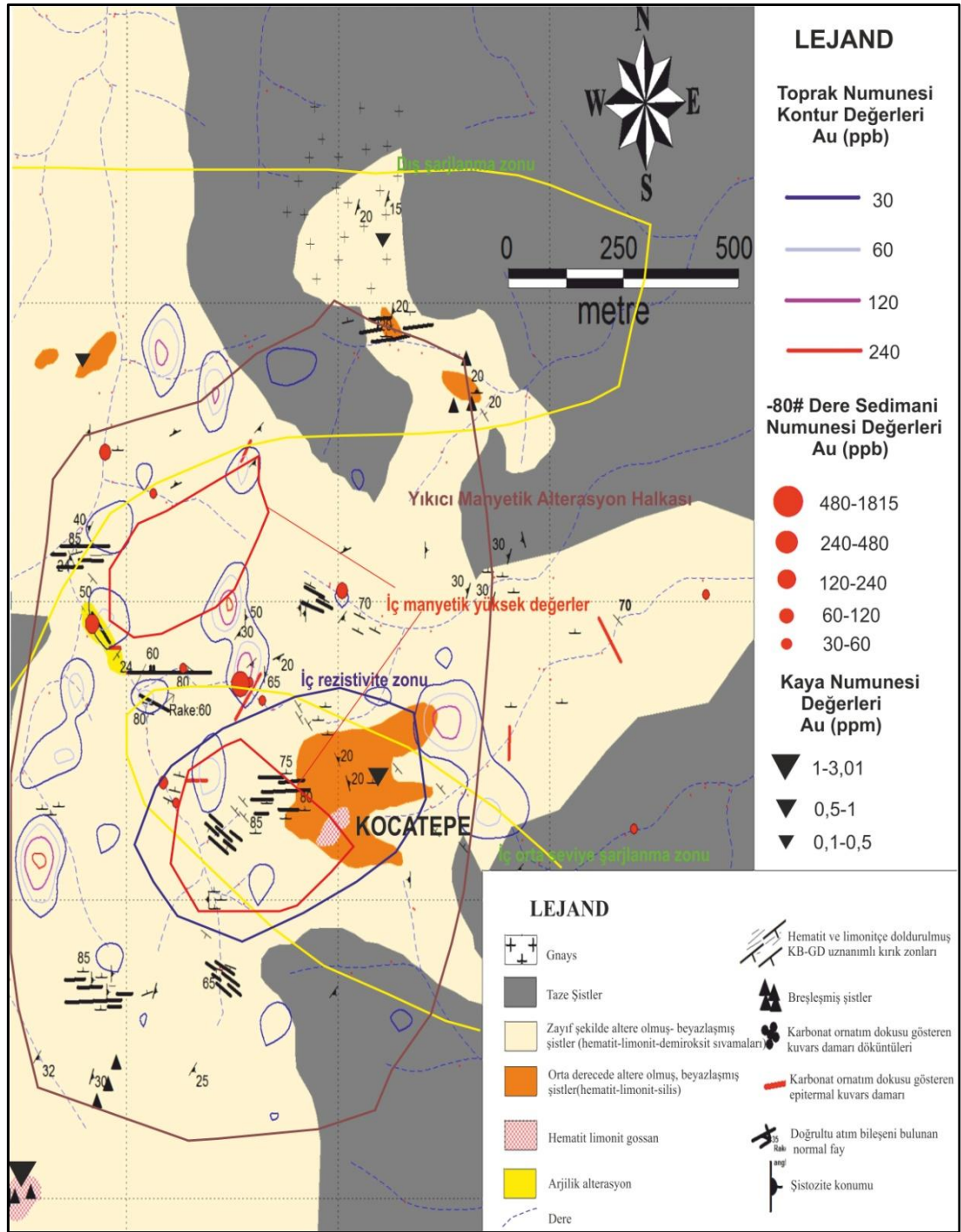
Şekil 3.7, toprak örneklemesinden elde edilen jeokimyasal Au anomalisini gösteren kontur haritasıyla birlikte; farklı şarjlanma bölgeleri, yüksek rezistivite bölgeleri ve manyetik özelliği kaybolmuş zonun korelasyonunu ve birbirleriyle olan ilişkilerini göstermektedir. Yüzeşte mineralizasyonun gözlenmediği yüksek dış şarjlanma zonu yüksek pirit zonlanmasının varlığını gösterebilir.

### 3.2 Sonuç ve Tartışma

Şekil 3.8’da ise İlikler anomalisinde yapılan çalışmaların özeti belirtilmiştir. Jeolojik, jeofiziksel ve jeokimyasal verilerin üst üste konulduğunda tüm verilerin Au cevherleşmesine işaret eder. Koca Tepe lokasyonu özellikle en yoğun alterasyonun ve mineralizasyonun gözlenmesiyle birlikte jeokimyasal ve jeofiziksel anomalilerin en yoğun şekilde toplandığı bölge olması açısından önemlidir.



Şekil 3.7 İlikler anomali bölgesinde Au jeokimyasıyla birlikte jeofiziksel ölçümlerin sonucunu gösteren harita.



Şekil 3.8 Ilikler anomali bölgesinde mevcut jeolojik, jeokimyasal ve jeofiziksel verilerin gösterildiği harita; tüm veriler üst üste konulduğunda anomali merkezinin Koca Tepe olduğu anlaşılmaktadır.

## BÖLÜM DÖRT

### İSTATİSTİKSEL VERİLER

#### 4.1 İstatistiksel Çalışmanın Kapsamı

İnceleme alanında tüm sahadan toplam 1049 adet -80# dere sedimanı örneği, 1208 adet toprak örneği ve 85 adet kaya örneği alınmıştır. Alınan tüm bu örneklerin element içeriklerinin saptanması amacıyla jeokimyasal analiz yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre yapılan istatistiksel değerlendirmeler anomali veren değerlerin alt sınırının hesaplanabilmesi açısından büyük önem taşır. Ayrıca bu verilerle elementlerin birbirlerine göre durumları denestirilmekte ve böylece element ilişkileri ayrıntılı olarak irdelenebilmektedir.

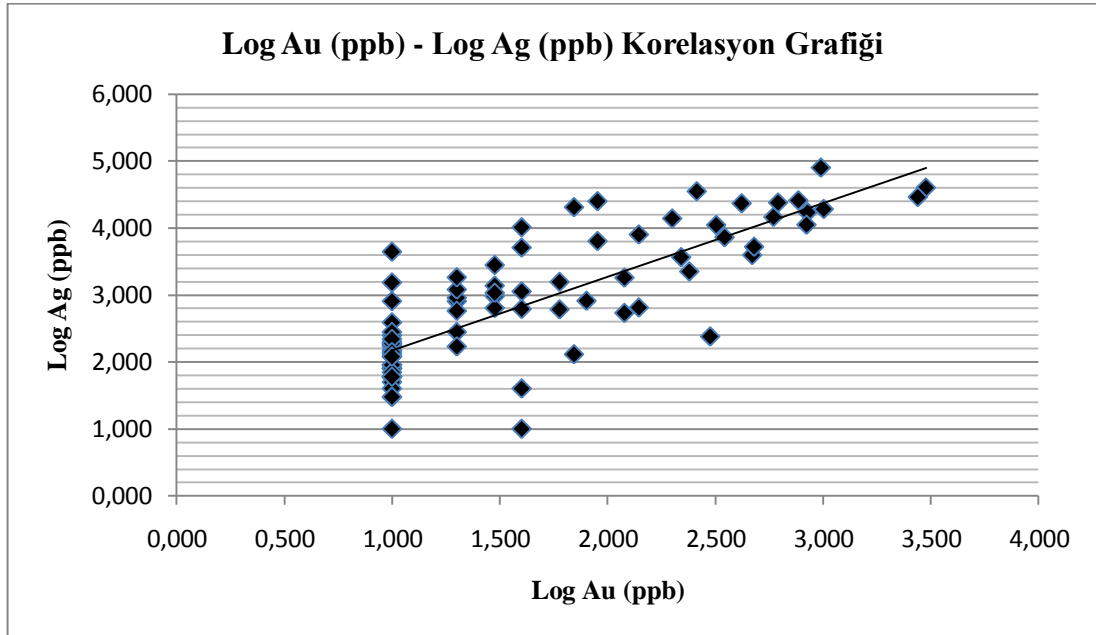
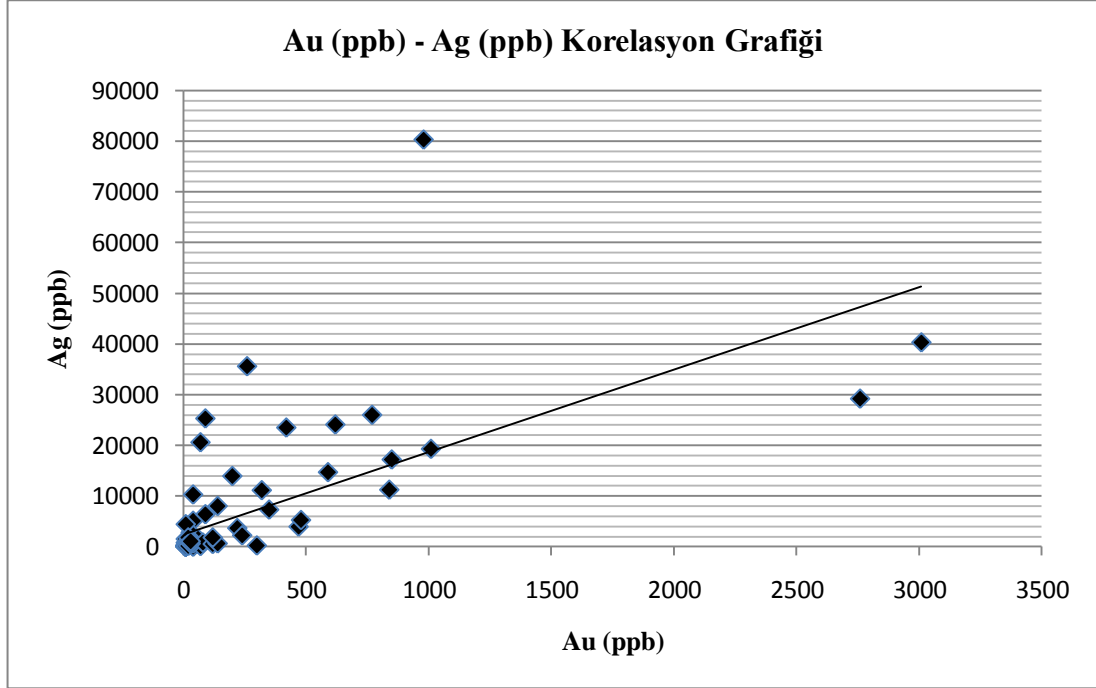
##### 4.1.1 Kaya Örneklerine Ait İstatistik Veriler

Çalışma alanından alınan 85 adet kaya örneğinin analiz sonucuna bakıldığında, özellikle ham değerlerde en düşük ve en yüksek değerler arasında çok büyük fark olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle çok yüksek varyans gösterir. Yüksek varyanstan dolayı, yapılan istatistiklerin değerlendirilmesinde ham değerler yerine logaritmik değerler kullanıldığında daha sağlıklı sonuçlar alınabilmektedir. Çok yüksek değerli elementlerin analize yaptığı etki de bu şekilde düşmektedir.

Kaya örneklerindeki Au değerleri 10 ppb'den 3010 ppb'ye kadar değer vermektedir. Alınan örneklerin ortalaması ise 196 ppb olarak bulunmuştur. Altın ile Ag ve As arasındaki ilişkiyi anlamak için yapılan denestirme grafikleri şekil 4.1 ve 4.2'de verilmiştir.

Kaya örnekleri için, değerlendirme açısından daha sağlıklı sonuçlar olan logaritmik değerler kullanılarak yapılan hesaplamalara göre; ortanca+2\*Standart sapma ile bulunan birinci Au eşik değeri 30,3; ortalama+2\*standart sapma ile bulunan ikinci Au eşik değeri de 51 ppb olarak saptanmıştır (Tablo 4.1).

Çarpıklık, değer dağılımı grafiklerindeki simetrikliğin bir ölçüsüdür. Yapılan kaya örnekleme analizlerinde ham değerlere bakıldığında tüm elementler pozitif çarpıklık vermektedir. Değerler logaritmik şekle çevrildiğinde de tüm elementlerin pozitif çarpıklık sunduğu gözlenmektedir.

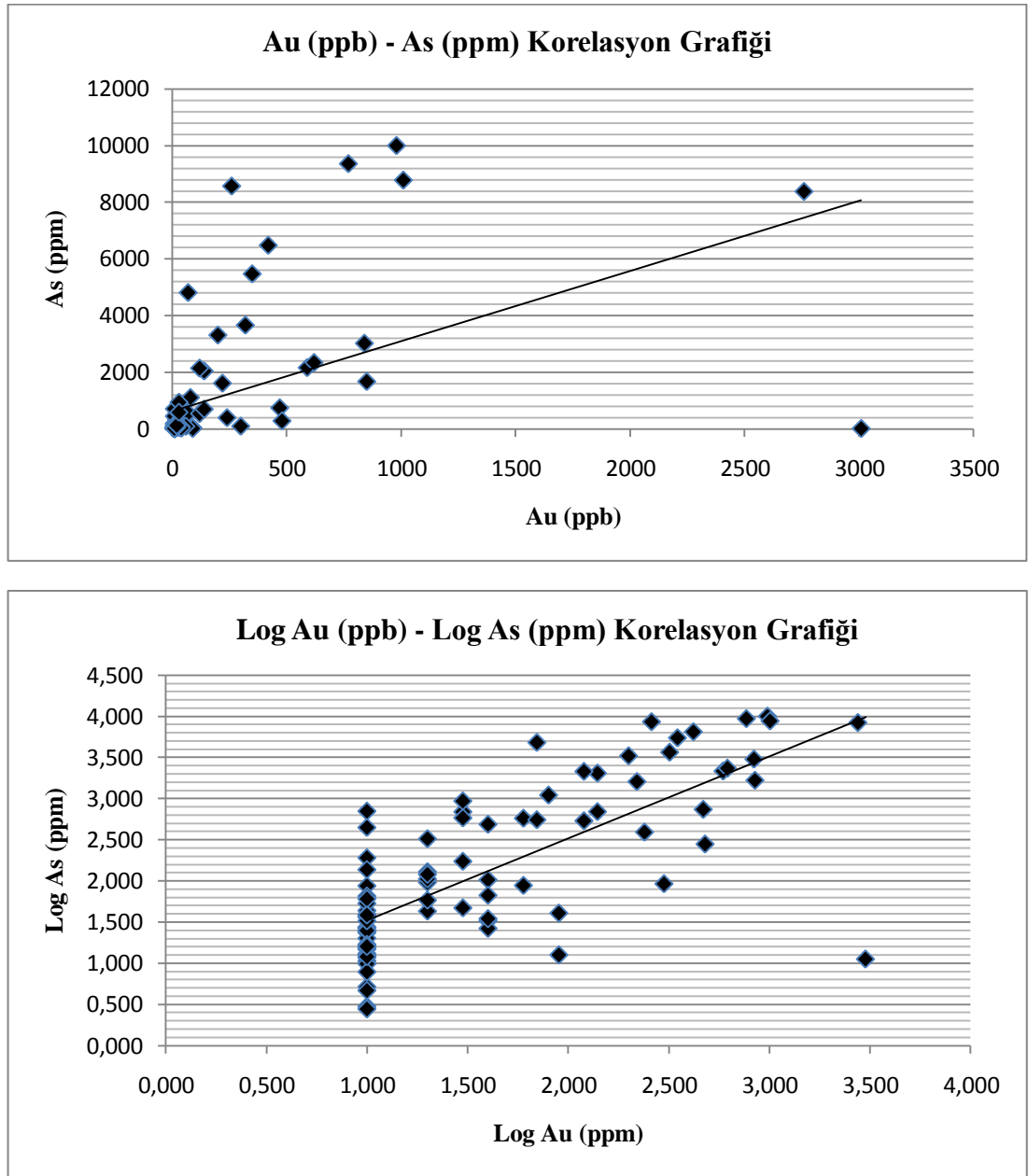


Şekil 4.1 Kaya örneklerine ait Au ile Ag arasındaki ilişkiyi gösteren Au–Ag ve Log-Log Au-Ag grafikleri.

Tablo 4.1 Kaya örneklerine ait istatistiki verilerin gösterildiği tablo.

Elementler	Au	Ag	As	Cu	Pb	Sb	Zn	Au	Ag	As	Cu	Pb	Sb	Zn
	(ppb)	(ppb)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppb)	(ppb)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
<b>İstatistiki Veriler</b>	<b>Ham Veriler</b>							<b>Logaritmik</b>						
<b>Minimum</b>	10,0	10,0	2,8	2,5	1,6	0,2	5,0	10,0	10,0	2,8	2,5	1,6	0,2	5,0
<b>Maksimum</b>	3010	80300	10000	541	8780	3250	3430	3010	80300	10000	541	8780	3250	3430
<b>Ortanca</b>	20	610	87	36	14	4,1	37	20	610	87	36	14	4,1	37
<b>Ortalama</b>	196	5607	1121	79	184	111	106	41	702	134	36	18	8,51	38,91
<b>Standart sapma</b>	481	12016	2342	105	1000	394	377	5,15	9,31	9,14	3,69	4,62	9,46	3,29
<b>Q1 (Dörttebirlik)</b>	10,00	120,00	25,10	14,50	7,70	1,39	18,00	10,00	120,00	25,10	14,50	7,70	1,39	18,00
<b>Q3 (Dörtteüçlük)</b>	120	4440	695	80	26	42	83	120	4440	695	80	26	42	83
<b>%95 persentil</b>	848	25860	8000	270	334	414	184	848	25858	7960	270	334	414	184
<b>Varyans</b>	231458	144388242	5483628	11098	1000910	154991	141909	3,21	8,68	8,37	2,10	2,77	8,96	1,85
<b>Çarpıklık</b>	4,46	3,71	2,62	2,27	7,97	6,61	8,42	8,43	2,02	2,59	1,02	37,21	4,04	4,04
<b>Basıklık</b>	22,52	17,99	6,09	5,42	67,22	49,79	74,46	0,47	0,11	0,12	0,21	4128,22	0,30	20,46
<b>N (Toplam veri)</b>	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
<b>Taban değeri<sub>1</sub></b>	20,0	610,0	87,4	36,2	13,9	4,1	37,0	20,0	610,0	87,4	36,2	13,9	4,1	37,0
<b>Eşik değeri<sub>1</sub></b>	982,2	24642,3	4770,8	246,9	2014,8	791,5	790,4	30,3	628,6	105,7	43,6	23,1	23,0	43,6
<b>Taban değeri<sub>2</sub></b>	195,6	5607,1	1121,4	78,6	184,2	110,8	106,2	40,7	701,6	133,7	36,3	18,2	8,5	38,9
<b>Eşik değeri<sub>2</sub></b>	1157,8	29639,4	5804,9	289,3	2185,1	898,1	859,6	51,0	720,2	152,0	43,7	27,4	27,4	45,5
<b>Varyasyon katsayısı</b>	2,459	2,143	2,088	1,340	5,432	3,555	3,547	0,127	0,013	0,068	0,102	0,254	1,112	0,085





Şekil 4.2 Kaya örneklerine ait Au ile As arasındaki ilişkiyi gösteren Au-As ve Log-Log Au-As grafikleri.

Kaya örneklerine ait korelasyon matrisi tablosuna bakıldığında elementlerin birbirleriyle çok yüksek oranda benzerlik sergilemediği anlaşılmaktadır (Tablo 4.2). Ancak, Au ile Ag ve As arasında, diğer elementlere oranla nispeten daha yüksek bir korelasyon olduğu anlaşılmaktadır. Ag ile As ve Pb arasında 0,76 ve 0,69'luk yüksek korelasyon ve Ag ile Sb arasında da 0,55'lik orta derecede korelasyon bulunmaktadır.

Tablo 4.2 Kaya örneklerine ait korelasyon matrisi tablosu.

Elementler	Au	Ag	As	Cu	Pb	Sb
Zn	-0,0263	0,09145	0,11625	0,20196	0,32969	0,02232
Sb	0,37415	0,55709	0,47909	0,12851	0,32946	
Pb	0,17207	0,69287	0,45497	0,12851		
Cu	0,16832	0,34726	0,29458			
As	0,5081	0,76289				
Ag	0,64975					

#### 4.1.2 Toprak Örneklerine Ait İstatistikî Veriler

Çalışma alanından alınan 1208 adet toprak örneğinin analiz sonucuna bakıldığında, ham değerlerde, Au, Ag, As, Cu ve Zn elementlerinde düzenli bir dağılım gözlenmediğinden yüksek varyans görülür. Logaritmik değerlere bakıldığında ise varyansın oldukça düştüğü ve daha sağlıklı değerler gösterdiği anlaşılır.

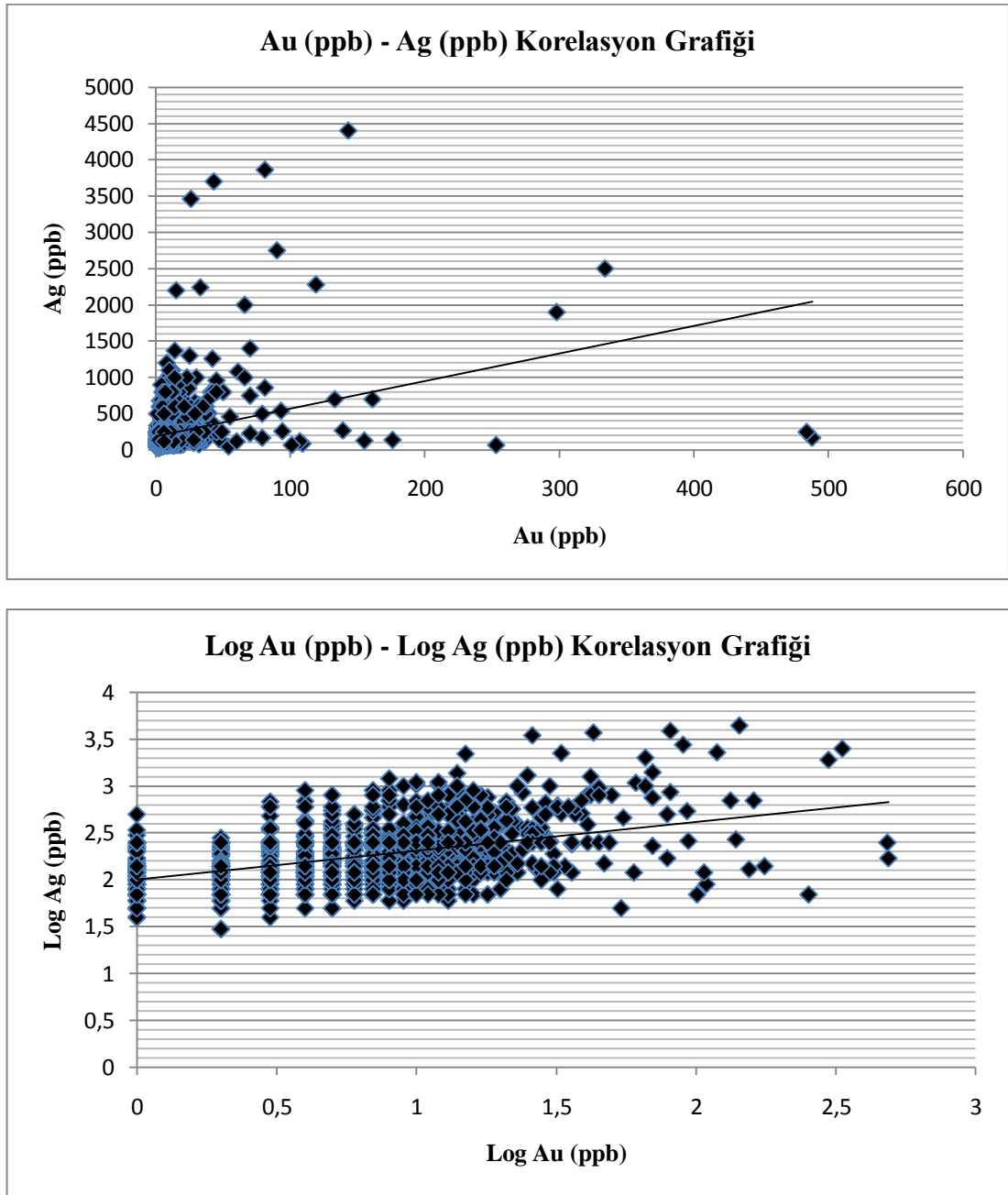
Sonuçlara göre toprak örneklerindeki Au değerleri 1 ppb'den 488 ppb'ye kadar değer verir. Alınan örneklerin ortalaması ise yaklaşık 11 ppb olarak bulunmuştur. Bu da Au'nun bize düşük değerlerin yoğunlukta olduğu bir dağılım sunduğunu belirtmektedir.

Toprak örnekleri için, ham değerler göz önüne alınarak yapılan hesaplamada birinci eşik değer 62,7 ve ikinci eşik değer 68,5 ppb olarak saptanmıştır (Tablo 4.3). Ancak minimum değer 1 ve maksimum değer 488 ppb olduğu bir dağılımda bu eşik değerler oldukça yüksek olarak kabul edilebilir. Bu durumda logaritmik değerlere bakılması daha uygundur. Logaritmik değerlere göre yapılan eşik değer saptanmasında ise 11,1 ve 11 olarak bulunan eşik değerleri daha uygun bir sonuç olarak öne çıkmaktadır.

Diğer elementlerle korelasyon göstermeyen Au ile özellikle As ve Ag'nin korelasyonunun göreceli daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.3, şekil 4.4).

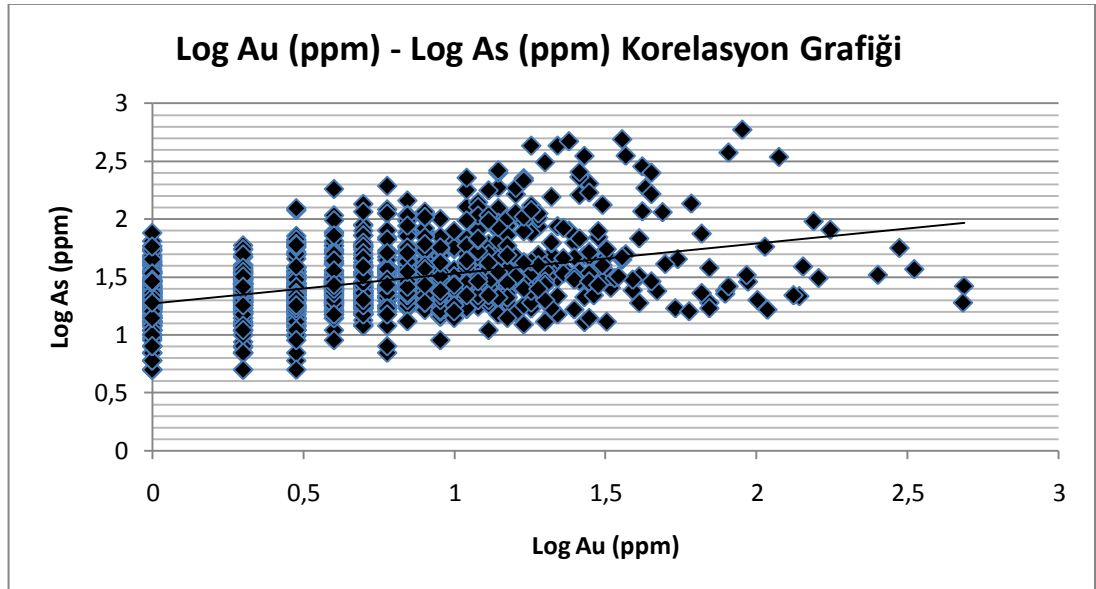
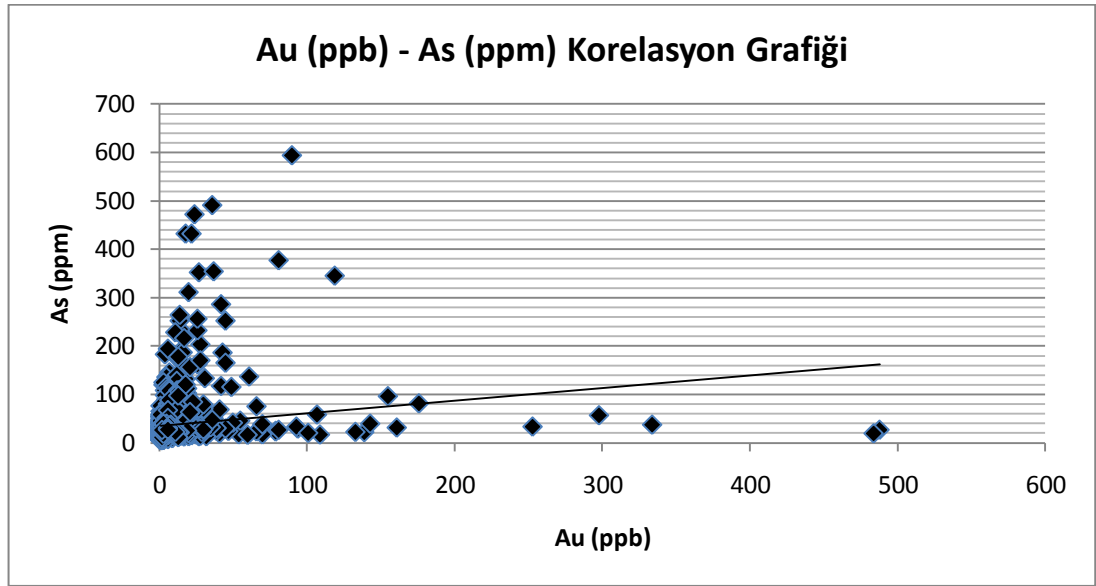
Tablo 4.3 Toprak örneklerine ait istatistiki verilerin gösterildiği tablo.

Elementler	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb
	(ppb)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppb)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
<b>İstatistiki Veriler</b>	<b>Ham Veriler</b>							<b>Logaritmik</b>						
<b>Minimum</b>	1,0	30,0	5,0	3,0	3,6	0,3	30,0	1,0	30,0	5,0	3,0	3,6	0,3	30,0
<b>Maksimum</b>	488	4400	594	357	1950	17	520	488	4400	594	357	1950	17	520
<b>Ortanca</b>	5	140	26	35	13	1	79	5	140	26	35	13	1	79
<b>Ortalama</b>	10,8	230,4	38,2	38,6	17,3	1,2	84,7	5,0	164,5	28,3	34,3	12,8	0,8	79,9
<b>Standart sapma</b>	28,9	322,1	48,0	22,9	70,6	1,5	35,4	3,0	2,0	2,0	1,6	1,7	2,2	1,4
<b>Q1 (Dörttebirlik)</b>	2	100	19	28	9	0	67	2	100	19	28	9	0	67
<b>Q3 (Dörtteüçlük)</b>	10	250	38	44	18	1	93	10	250	38	44	18	1	93
<b>%95 percentile</b>	30,0	653,0	106,6	72,5	27,0	3,6	135,0	30,0	652,9	106,6	72,5	27,0	3,6	135,0
<b>Varyans</b>	833,4	103748,8	2299,6	525,2	4989,5	2,2	1252,4	1,7	1,2	1,2	1,1	1,1	1,3	1,0
<b>Çarpıklık</b>	10,8	6,9	5,7	5,1	24,6	4,7	4,3	3,2	13,2	9,3	0,5	42,4	9,2	7,3
<b>Basıklık</b>	148,5	65,0	43,1	49,0	623,2	33,8	33,4	2,7	81,8	157,7	3097,4	2253657155807,4	2,3	2391,7
<b>N (Toplam veri)</b>	1208	1208	1208	1208	1208	1208	1208	1208	1208	1208	1208	1208	1208	1208
<b>Taban değeri<sub>1</sub></b>	5,0	140,0	26,0	34,9	13,0	0,7	79,0	5,0	140,0	26,0	34,9	13,0	0,7	79,0
<b>Eşik değeri<sub>1</sub></b>	62,7	784,2	121,9	80,7	154,3	3,6	149,8	11,1	144,1	29,9	38,1	16,4	5,0	81,8
<b>Taban değeri<sub>2</sub></b>	10,8	230,4	38,2	38,6	17,3	1,2	84,7	5,0	164,5	28,3	34,3	12,8	0,8	79,9
<b>Eşik değeri<sub>2</sub></b>	68,5	874,6	134,1	84,4	158,6	4,2	155,4	11,0	168,6	32,2	37,6	16,2	5,2	82,7
<b>Varyasyon katsayısı</b>	2,7	1,4	1,3	0,6	4,1	1,2	0,4	0,6	0,0	0,1	0,0	0,1	2,6	0,0



Şekil 4.3 Toprak örneklerine ait Au ile Ag arasındaki deneşirmeyi gösteren Au–Ag ve Log-Log Au-Ag grafikleri.

Toprak örneklerine ait deneşirme matrisi tablosuna bakıldığında elementlerin birbirleriyle korelasyonlarının düşük olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 4.4). Ancak, Au ile diğer elementlerin korelasyonuna bakıldığında Au ile Ag ve As arasında, diğer elementlere oranla göreceli daha yüksektir. Ag ile As ve As ile Sb'nin göreceli daha yüksek korelasyon gösterdiği gözlenir.



Şekil 4.4 Toprak örneklerine ait Au ile As arasındaki ilişkiyi gösteren Au-As ve Log-Log Au-As grafikleri.

Tablo 4.4 Toprak örneklerine ait korelasyon matrisi tablosu.

Elementler	Au	Ag	As	Cu	Pb	Sb
Zn	0,00502	0,08756	0,21642	0,17258	0,03627	0,18763
Sb	0,03143	0,12835	0,43291	0,08018	0,01886	
Pb	0,04944	0,16064	0,04177	0,08018		
Cu	0,13079	0,31885	0,29685			
As	0,15648	0,30498				
Ag	0,34094					



## 4.2 Sonuç ve Tartışma

Çalışma alanından alınan toprak ve kaya örneklerinin analiz sonuçlarının değerlendirilmesi kapsamında yapılan istatistiksel çalışmalarla, alınan örneklerin analiz sonuçlarının karşılaştırılması, değerlerin çeşitli ölçütlere göre dağılımlarının saptanması, analiz sonuçlarına göre bir değer anomalisi sayılması için gerekli minimum değerinin yani eşik değerlerin bulunması ve elementlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

Kaya örnekleri sonuçlarına bakıldığında analiz değerlerinin çok dağınık bir yayılım sergilediği görülmüştür. Bu düzensiz dağılıma rağmen elde edilen sonuçlara göre Au ile Ag ve As arasındaki ilişki bu üç elementin beraber hareket ettiklerini göstermektedir. Bu durum çalışma alanında bize yoğun As içeren zonların aynı zamanda Au ve Ag mineralizasyonuna işaret etmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Au ile diğer elementler arasında herhangi bir korelasyonun bulunmaması da arama aşamasında yararlı bir bilgi olarak öne çıkmaktadır.

Toprak örneklerine bakıldığında ise, aslında düşük bir korelasyon olmasına rağmen, Au ile As ve Ag arasında diğer elementlere oranla daha yüksek bir korelasyonun bulunduğu söylenebilir. Bu da kaya örnekleri sonuçlarında belirtilen bu üç elementin beraber hareket ettikleri görüşünü savunmaktadır.

Kaya ve toprak örneklerindeki Au ile Ag ve As arasındaki yüksek korelasyonun bulunmasına karşın sonuçlardaki dağılımın düzensiz olması bölgede bir mineralizasyonun var olduğunu ancak bu mineralizasyonun oldukça lokalize olduğu ya da daha derinlerde gömülü olarak bulunduğu şeklinde yorumlanabilir.

## BÖLÜM BEŞ

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışma Uşak-Eşme civarında yaklaşık 200 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yapılan ve çalışma alanındaki olası Au mineralizasyonunun varlığı, oluşumu, türü ve mekanizmalarının anlaşılmasını amaçlamıştır.

Çalışma alanı Menderes Masifi'ne ait metamorfikler içerisinde bulunur. Bu metamorfikler kendi içlerinde gözlü gnays, ince taneli gnays, mikaşist, serizit şist, kuvars şist, grafit şist gibi alt birimlere ayrılmaktadır. Menderes Masifi'ne ait metamorfik temelin almandin-amfibolit fasiyesinde olduğu düşünülmektedir. Metamorfik birimler Neojen yaşlı kumtaşı birimi ve piroklastiklerce üstlenir. Çalışma alanında çok seyrek olarak gözlenebilen bazaltik aglomeralar da tüm bu birimleri üstlemekte; tüm bu seri de güncel alüvyonlarla örtülmektedir.

Çalışma alanı Batı Anadolu neotektoniğinden oldukça etkilenmiş ve yoğun makaslama zonlarıyla ezilmiş bir yapı sunmaktadır. Çalışma alanının belli bölgelerinde D-B yapısal unsurları baskın olarak gözlenmektedir. Bölgesel ölçekte grabenlerin de yaklaşık aynı doğrultuda olduğu bilinmektedir.

Gözlenen mineralizasyonlar ve alterasyonlar daha çok küçük kapsamlı olmakla birlikte umut vermektedir. Metamorfik sahalarda bu tür cevherleşmeler Türkiye'de daha keşfedilmemiş olmasına karşın dünya üzerinde örnekleri bulunmaktadır. Bu yüzden yüzey çalışmalarında keşfedilen alterasyon ve mineralizasyonlar boyutları küçük olmasına karşın çok önemli veriler sunmaktadırlar.

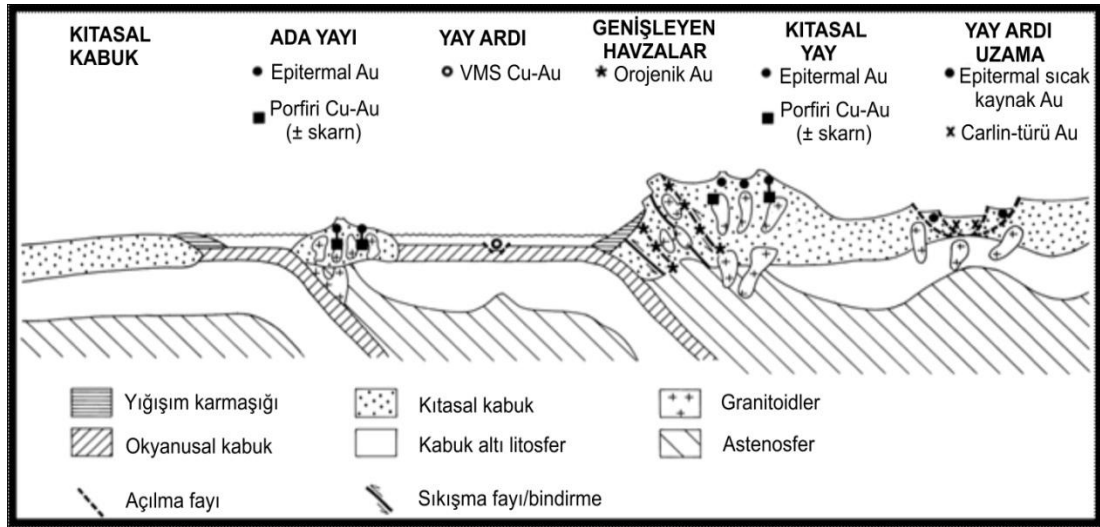
Alterasyonlar daha çok silisik-serizitik-kloritik şeklinde gelişmiştir. Serizitik ve kloritik alterasyonun bu metamorfikler içerisinde belirli yerlerde yoğunlaşması metamorfiklerin gerileyen (retrograt) metamorfizma etkisi altında kaldıklarını ispatlamaktadır.

Mineralizasyonlar çalışma alanında özellikle şistoziteye paralel olarak gözlenmekle birlikte yer yer küçük ölçekli epitermal karbonat ornatım dokuları gösteren damarlar şeklinde de bulunmaktadır.

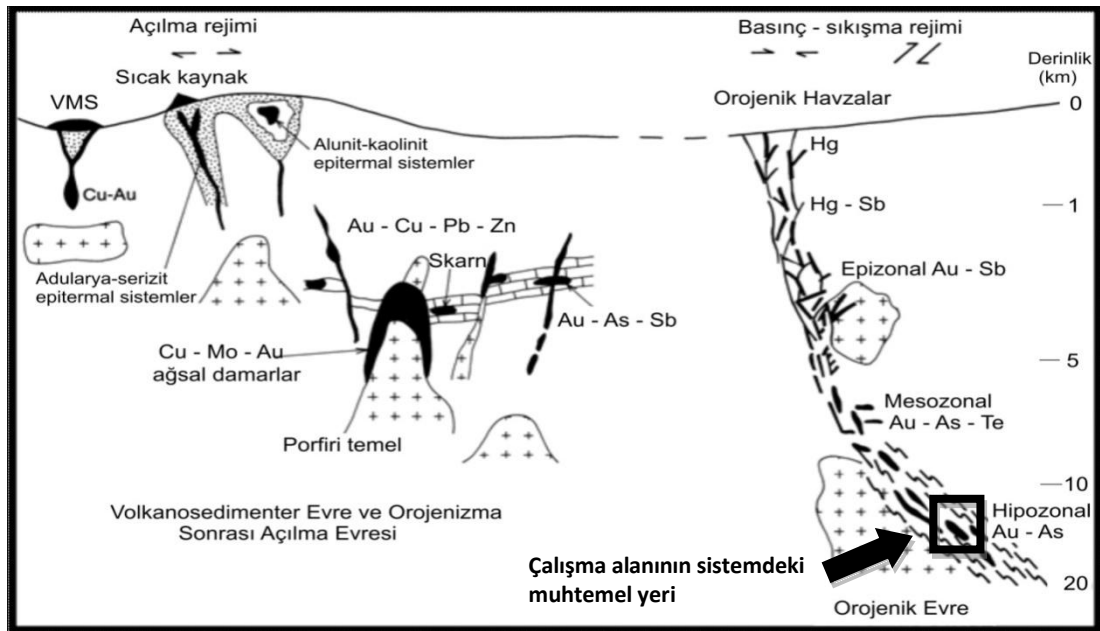
İnceleme alanında Au değerleri Ag ve As ile doğru orantı göstermektedir. Bu özellik bu elementlerin birlikte hareket ettiklerini ve benzer ortamlarda çökeldiklerini belirtmektedir. Dünyada metamorfikler içerisinde bulunan bu şekilde cevherleşmelere de bakıldığında, As ile ilişkili orojenik tip oluşumlar çalışma alanında görülen muhtemel yataklanmaya en yakın türde yataklanmalar olarak gözükmektedir (Şekil 4.1). Groves (1993), Gebre-Mariam ve diğer. (1995) ve Poulsen (1996)'in çalışmalarında formasyon derinliğine, belirli elementlerin varlığına ve yapısal unsurlara göre oluşturulan şema üzerinde mevcut cevherleşmenin olası yeri gösterilmiştir (Şekil 4.2). Analiz sonuçlarında yüksek Sb ve Te anomalileri gözlenemediğinden sistemin, hipozonal orojenik altın yataklanması olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada da görüldüğü üzere büyük ölçekli arjilik alterasyon ve mineralizasyon zonları göstermemesine karşın metamorfik birimler içerisinde bulunabilen bu tür cevherleşmeler orojenik yataklanma olasılığına sahiptir. Bu yüzden özellikle cevherleşmeyle birinci dereceden ilişkili olan hidrotermal akışkan oluşumuna neden olan retrograt metamorfizma ve bunun beraberinde getirdiği alterasyon zonlarının izlenmesi önemli veriler sunmaktadır. Bu oluşumlarla birlikte orojenik yataklanmalarda yaygın şekilde bulunabilen arsenopirit ve metamorfikler içerisinde belli oranlarda bulunabilen ve indirgen özelliği ile muhtemel mineralizasyonların en çok çökelebildiği grafitik zonlar da dikkatli şekilde izlenmelidir.

Yüzeyde elde edilen çalışmalar sonucu olası cevherleşme derinlere doğru sondaj çalışmasıyla test edilmelidir. Sondaj ise jeolojik, jeokimyasal ve jeofiziksel anomalilerinin üst üste çakıştığı yerlere yapılmalıdır.



Şekil 4.1 Orojenik tür Au yataklanmalarının diğer epijenetik yatak türleriyle tektonik açıdan kıyaslanması; sıkışma ve baskı sonucunda kabuğun üst kısımlarında, mağmatik yaylara bitişik şekilde yığılımlar şeklinde oluşan yataklanmalardır (Groves ve diğer., 1998).



Şekil 4.2 Yaklaşan kıta kenarında formasyon derinliği ve yapısal açıdan hidrotermal Au yataklanmalarının şematik gösterimi; çalışma alanında gözlenen mineralizasyonun, yapılan analizlerde Au ile As arasında yakın bir ilişki bulunmasından dolayı ve Sb ile Te anomalileri göstermemesinden ötürü hipozonal orojenik altın yatağı olduğu düşünülmektedir. Groves (1993), Gebre-Mariam ve diğer. (1995) ve Poulsen (1996)'dan adapte edilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Akarsu, L., (1969). Ege Bölgesi'nin (Babadağ ve civarı) jeolojisi. *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 12, 1-2, 1-10.
- Akkuş, M., (1962). Kütahya-Gediz arasındaki sahanın jeolojisi. *M.T.A. Derg.*,58, Ankara.
- Ayan, M., (1973). Gördes migmatitleri. *M.T.A. Derg.*,81, Ankara.
- Boray, A., Akat, U., Akdeniz, N., Akçören, Z., Çağlayan, A., Günay, E. ve diğer., (1973). Menderes Masifi'nin güney kenarı boyunca bazı önemli sorunlar ve bunların muhtemel çözümleri: *Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğler Kitabı*, 11-20.
- Bozbay, E., Kozan, A.T., Bircan, A. ve Öğüdüm, F., (1986). Küçük Menderes havzasının (Batı ve Orta Bölümü) jeomorfolojisi. *MTA Genel Müdürlüğü, Rapor Derleme No: 8008*, Ankara (yayımlanmamış).
- Brunn, J.H., Dumont, J.F., De Graciansky, P.C., Gutnic, M., Juteau, T., Marcoux, J. Ve diğer., (1971). Outline of the geology of the Western Taurides: In *Geology and History of Turkey* (ed A.S. Campwell), *Petroleum Exploration Society of Libya*, 225-257, Tripoli.
- Candan, O., (1988). *Demirci-Borlu arasında kalan yörenin (Menderes Masifi kuzey kanadı) petrografisi, petrolojisi ve mineralojisi*: Doktora Tezi, DEÜ, Fen Bil. Enst., İzmir.
- Candan, O. ve Dora, O.Ö., (1998). Granulite, eclogite and blue schist relics in the Menderes Massif: An approach to Pan-African and Tertiary metamorphic evolution. *Türkiye Jeol. Kur, Bült.*, 41,1, 1-35.



- Dora, O.Ö., (1975). Menderes Masifi'ndeki alkali feldspatların yapısal durumları ve bunların petrojenetik yorumlarda kullanılması: *Türkiye Jeol. Kur, Bült.*, 18, 111-126.
- Egeran, N. ve Yener, H., (1944). Notes Explicatives de la Carte Geologique de la Turquie: Faille Izmir, *M.T.A. Derg.*, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ercan, T., Dinçel, A., Metin, S., Türkecan, A. ve Günay, E., (1978). Uşak yöresindeki neojen havzalarının jeolojisi., *T.J.K. Bült.*, 21, 2, 97-106.
- Ersoy, Ş., (1990). Batı Toros naplarının yapısal öğelerinin ve evriminin analizi. *Jeoloji Müh. Derg.*, 37, 3-16.
- Ersoy, Ş., (1991). Datça yarımadasının stratigrafisi ve tektoniği. *T.J.K. Bült.*, 34, 1-14.
- Gebre-Mariam, M., Hagemann, S.G., Groves, D.I., (1995). A classification scheme for epigenetic Archaean lode-gold deposits. *Miner. Deposita* 30, 408–410.
- Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., Eler, A., Yalınz, K., Özgül, L. ve Çemen, İ., (1996). Tuzgölü havzasının batı kesiminin temel jeolojik sorunları. *TPAO Report No. 3753*, (yayımlanmamış).
- Graciansky, P. C., (1972). *Recherches geologiques dans de Taurus Lycien occidental*. Doktora tezi, Paris Univ., 896, 762.
- Groves, D.I, (1993). The crustal continuum model for late-Archaean lode-gold deposits of the Yilgarn Block, Western Australia. *Miner. Deposita* 28, 366–374.

- Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Gebre-Mariam, M., Hagemann, S.G., Robert, F., (1998). Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore Geology Reviews* 13. 7-27.
- Hamilton, W.J. ve Strickland, H.E., (1840). On the geology of the Western part of Asia Minor. *Trans. Geol. Soc.*, 1-39, Londra.
- Hayward, A.B., (1984). Miocene clastic sedimentation related to the emplacement of the Lycian nappes and the Antalya complex, SW Turkey: In The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean (eds J.E. Dixon and A.H.F. Robertson). *Geol. Soc.*, 17287, 300, Londra.
- Kalafatçiođlu, A., (1962). Tavşanlı-Dağardı arasındaki bölgenin jeolojisi ve serpantin ile kalkerlerin yaşı hakkında not. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü*, Ankara.
- Ketin, I., 1966. Tectonic Units of Anatolia, M.T.A. Bulletin of Turkey, 66, 23-34.
- Konak, N., (1985). Menderes Masifi metamorfik çekirdek-örtü ilişkilerinin yeni gözlemler ışığında tartışılması. *Türkiye Jeoloji Kurultayı, bildiri özleri*, 1985.
- Kun, N., (1983). *Çine dolayının petrografisi ve Menderes Masifi'nin güney kesimine ait petrolojik bulgular*. Doktora tezi, DEÜ, İzmir.
- Okay, A.I., (1984), Distribution and characteristics of the northwest Turkish blueschists: The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean (eds. Robertson, A.H.F. and Dixon, J.E.), *Geol. Soc. London Spe. Pub.* 17, 455-466.
- Okay, A.I., (1989). Alpine-Himalayan blueschists, *Ann. Rev. Earth Planet Sci.*, 17, 55-87.

- Özcan A., Göncüoğlu M.C. ve Turhan N., (1989). Kütahya-Çifteler-Bayat-İhsaniye yöresinin temel jeolojisi. *MTA Rap. No. 8974*, 139 s., Ankara.
- Phillipson, A., (1911). Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien. *Pet. Mitt. Erg. H.*, 17.
- Poulsen, K.H., 1996. Lode-gold. In: Eckstrand, O.R., Sinclair, W.D., Thorpe, R.I. Eds., *Geology of Canadian Mineral Deposit Types. The Geology of North America. Vol. P-1. Geol. Soc. Am.*, 323–328.
- Seyitoğlu, G. ve Scott, B.C., (1991), Late Cenozoic crustal extension basin formation in west Turkey. *Geological Magazine*, 128, 155-166.
- Seyitoğlu, G. ve Scott, B.C., (1992). The age of the Büyük Menderes Graben (West Turkey) and its tectonic implications, *Geological Magazine*, 129, 239-242.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., ve Boray, A., (1987). Türkiye'nin diri fayları ve depremsellikleri. *M.T.A. Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdlere Dairesi Başkanlığı*, 3, 394, Ankara,
- Şengör, A.M.C., (1979). On some 50 % extension in the Aegean area and its implications for orogenic reconstructions in the Taurides. *Rapp. Comm. Int. Mer. Mediterranean*, 25/26, 2a, 41-42.
- Şengör, A. M. C. ve Kidd, W. S. F., (1979). The post-collisional tectonics of the Turkish-Iranian Plateau and a comparison with Tibet: *Tectonophysics*, 55, 361-376.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., (1981). Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.

Şengör, A.M.C.; Saur, M. ve Akkök, R., (1984), Timing of tectonic events in the Menderes Massif, Western Turkey: Implication for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey. *Tectonics*, Vol. 3, no. 7, 693-707.

Şengör, A. M. C., Görür, N. ve Şaroğlu, F., (1985). Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, Strike-slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation, *Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Pub. 37 (in honor of J.C. Crowell)*, 227-264,.

Uher, P. ve Broska, I., (1996). Post orogenic Permian granitic rocks in the western Carpathian-Pannonian area; geochemistry, mineralogy and evolution. *Geol. Carpath.*, 47,5, 311-321, Bratislava.

Yardley, B.W.D., Rochelle, C.A., Barnicoat A.C., ve Lloyd, G.E., (1991). Oscillatory zoning in metamorphic minerals: In indicator of infiltration metasomatism, *Mineralogical Magazine*, 55, 357-365.

Yılmaz, Y., 1997. Geology of Western Anatolia, active tectonics of northwestern Anatolia. *The Marmara Poly-Project (C.Schindler, M. Pfister)*, 31-55.

Wipperfurth, J., 1964a, Menderes Masifi'nin Alpidik dağ teşekkülü içindeki durumu: *Maden Tetkik Arama Enst., Derg.*, 62.