

TC
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ALTINSAÇ (GEVAŞ-VAN) DEMİR CEVHERLEŞMESİNİN JEOLOJİK VE
JEOKİMYASAL İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Musa BALKAYA
DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Ali Rıza ÇOLAKOĞLU

VAN-2007

KABUL ve ONAY SAYFASI

Yrd. Doç. Dr. Ali Rıza ÇOLAKOĞLU danışmanlığında Musa BALKAYA tarafından hazırlanan "Altınsaç (Gevaş-Van) Demir Cevherleşmesinin Jeolojik ve Jeokimyasal İncelenmesi" isimli bu çalışma 14/06/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK

İmza:

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ali Rıza ÇOLAKOĞLU

İmza:

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa AÇLAN

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .../.../..... Gün vesayılı kararı ile onaylanmıştır.

.....
Enstitü Müdürü

ÖZET

ALTINSAÇ (GEVAŞ-VAN) DEMİR CEVHERLEŞMESİNİN JEOLJİK VE JEOKİMYASAL İNCELENMESİ

BALKAYA, Musa

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ali Rıza ÇOLAKOĞLU

Mayıs 2007, 76 sayfa

Altınsaç demir cevherleşmesi Van Gölü'nün güneyinde Gevaş ilçesinin 25 km batısında, Altınsaç Köyü'nün ise yaklaşık 2 km güneydoğusunda yer almaktadır. Demir cevherleşmesi Bitlis Masifi Üst Birliği'ne ait meta-karbonatlı kayaç grubu içerisinde bulunmaktadır.

Yapılan mineralojik–petrografik çalışmalar ve saha gözlemleriyle inceleme alanında mermer, kalkşist, yeşilşist, kloritoyidli şist ve dolomitik kireçtaşı gibi karbonatlı metamorfik kayaçlarla traverten ve alüvyon gibi güncel çökellerin varlığı saptanmıştır. Demir cevherleşmesinin ana cevher minerallerini hematit ve limonit oluşturmaktadır. Az miktarda ise spekülarit, siderit, serüzit, pirit, malakit ve nabit bakır saptanmıştır. Çalışma alanındaki cevher zonu yaklaşık K20B/70⁰KD konumlu ters bir fay boyunca izlenmektedir. Hematit damarları ters fayın düzlemine paralel olarak 20–80 cm aralığında değişen kalınlıklarda görülmüştür.

Cevherleşme zonu ve yakın çevresinde karstlaşmaya ait izler gözlenmektedir. Bunlar yüzeyde gözlenen aşınmış dolinler ile yüzey altında popcorn, dogteeth gibi erime yapıları ile temsil edilmektedir. Karstlaşma izleri gözlenen limonitleşmiş zon içinde ana kayaca ve cevhere ait cm-m boyutunda parçalar bulunmakta ayrıca, yüzey sularıyla taşınan ve karstik boşluklarda biriken killi-kumlu sedimanlar yer almaktadır. Ana kayaca ve cevhere ait cm-m boyutunda parçaların karstlaşma izleri gösteren limonitleşmiş zon içinde gözlenmesi karstlaşmanın birincil cevher damarlarının oluşumundan sonra geliştiğini kanıtlamaktadır.

Jeokimyasal analiz sonuçlarına göre cevher zonundan alınan örneklerin Fe₂O₃ içerikleri %69 ile %93 arasında değişmektedir. Hematit damarları daha derinlerde gözlenirken yüzeye yakın kesimlerde limonitleşme yaygın olarak gözlenmektedir. Cevherleşmeye ait örneklerin eser element dağılımları incelendiğinde Pb ve Zn metalleri limonit ve hematitçe zengin örneklerde belirgin bir değişiklik göstermemektedir. Buna karşın limonitli cevherlerde Au, Al, As, Ba, P, S, Sr, Th ve V elementleri hematitli cevherlere göre zenginleşirken, Sb, W ve Mo fakirleşmiştir. Cevherleşme çevresinde mostra vermiş herhangi bir magmatik sokulum görülmemektedir. Mineralojik, petrografik ve saha gözlemleri sonucunda Altınsaç demir cevherleşmesinin Bitlis Masifi Üst Birliği metakarbonatlı kayaçlar içinde ters faylara bağlı hidrotermal damar tipi olarak oluştuğu ve daha sonraki dönemlerde karstlaşmaya maruz kalarak yatağın üst kesimlerinin süperjen koşullarda limonitleştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitlis Masifi, Fe cevherleşmesi, Karstlaşma, Van

ABSTRACT

GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL RESEARCH OF THE ALTINSAÇ (GEVAŞ-VAN) IRON MINERALIZATION

BALKAYA, Musa
MsC, Geology Engineering Department
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ali Rıza ÇOLAKOĞLU
May 2007, 76 pages

The Altınsaç iron mineralization is take place 25 km west of Gevas town along the south shores of Lake Van in Eastern Turkey. Definite location is 2 km SE of Altınsaç village that means “Golden hair” in Turkish. Iron mineralization is located in the Upper Unit rock group among of the Bitlis Massive.

Field investigation, mineralogical and petrographical study revealed that carbonated metamorphic rocks such as marble, calcschist, greenschist, chloritoid schist, dolomitize limestone and also recent sediments such as alluvium, and travertine have been determined in the area. The main minerals of iron mineralizations are hematite and limonite. Specularite, siderite, cerucite, pyrite, malachite and native copper are also determined in less amount. It is observed that mineralization zone lies along a reverse fault that oriented N20W/70°NE approximately. Hematite veins are observed parallel to surface of the reverse fault with thickness changing 20 – 80 cm.

Some of Karstic structure evidences have observed in and around the mineralization zone. These are represented by eroded dolines that can be observed on the surface and undersurface dissolution structures such as popcorn and dogteeth. In this Karstic structure evidence observed in limonitized zones that contains hostrock and ore blocks with changing dimensions of cm-m. Also there is some clayey-sandy sediments that transferred by surface flows and settled in Karstic spaces. It is apparently improve that the Karstic formation development took place after the primary mineralization by the observation of hostrock and mineralization pieces with dimensions of cm-m in limonitized zone that shows Karstic structure evidences.

Geochemical analysis results shows that Fe₂O₃ contents changing between %69 -93 of the samples that collected from the ore zone. While the hematite veins are continue towards further depths, limonitization are widely observed around the near surface. After analyzing of trace element distribution of mineralization samples, there are no any significant changes of metals such as Pb and Zn in the ore samples that rich with hematite and limonite. However, the elements of Au, Al, As, Ba, P, S, Sr, Th and V enriched in limonite zone than hematite rich ore, while the elements Sb, W and Mo depleted in limonitic zone. No any magmatic intrusion outcrop on the study area. Field observations, mineralogical and petrographic studies indicate that Altınsaç iron mineralization occurred along reverse faults in the Upper Unit of Bitlis Massive as a vein type caused by hydrothermal activity. Also it is concluded that the ore zone has been limonitized in near surface under the superjen conditions related to Karstic processes.

Key Words: Bitlis Massive, Carstification, Fe mineralization, Van

ÖN SÖZ

Gevaş'ın (Van) Batısı'nda bulunan Altınsaç Köyü civarındaki Bitlis Masifi'nin Üst Birlik karbonatlı metamorfik kayaçları içerisinde gerçekleştirilmiş olan bu çalışmada, Altınsaç demir cevherleşmesi ve çevresinin jeolojik ve jeokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Van Gölü havzasında gerçekleştirilmiş olan önceki çalışmaların çoğu, buradaki litolojik birimlerin genel jeolojisini ve stratigrafisini anlamaya yönelik olup genelde geniş alanlar ele alınarak incelenmiştir. Havzanın güneyindeki Bitlis Masifi'nin birimleri, gerek endüstriyel hammaddeler bakımından gerekse metalik maden yatakları bakımından önemli olabilecek büyük bir potansiyele sahiptir. Bu tez çalışmasında Altınsaç demir cevherleşmesi mineralojik, petrografik ve jeokimyasal olarak incelenmiştir.

Yapılan çalışmalar süresince maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyen, tezin yürütülüşünü bilgi ve tecrübesiyle şekillendiren danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Ali Rıza ÇOLAKOĞLU'na, teze yapmış oldukları katkılarından dolayı sayın Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK'e, Yrd. Doç. Dr. Harun AYDIN'a ve Yrd. Doç. Dr. Mustafa KARABIYIKOĞLU'a teşekkür ederim. Ayrıca, saha çalışmaları esnasındaki maddi ve manevi desteği için Karakuş Madencilik şirketinin Genel Müdürü Sayın Jeoloji Mühendisi Gürsel KARAKUŞ ve çalışma arkadaşlarına, tezin yazımı sırasında desteğini esirgemeyen Sayın Araş. Gör. Kurtuluş GÜNAY'a, ince kesitlerin hazırlanmasında yardımcı olan Sayın Araş. Gör. Vural OYAN'a ve tez süresince sabır ve desteklerini esirgemeyen ailem ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Musa BALKAYA

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
2.1. İnceleme Alanının Tanıtılması	2
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM	11
3.1. Materyal	11
3.2. Yöntem	11
3.2.1. Mikroskopik incelemeler	11
3.2.2. Jeokimyasal incelemeler	12
3.2.3. Uzaktan algılama çalışmaları	12
3.2.4. Büro çalışmaları	13
4. BULGULAR	14
4.1. Çalışma Alanının Jeolojisi ve Stratigrafisi	19
4.1.1. Metamorfik kayalar	21
4.1.1.1. Mermer	21
4.1.1.2. Kalkşist	27
4.1.1.3. Dolomitik kireçtaşı	28
4.1.1.4. Kuvarsit	30
4.1.1.5. Yeşilşist	30
4.1.2. Kıvrıntılı-karbonatlı sedimanter kayalar	31
4.1.2.1. Traverten	31

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 1.1.	Çalışma alanının yer bulduru haritası.	2
Şekil 3.1.	Çalışma alanının üç boyutlu görünümü.	13
Şekil 4.1.	Çalışma alanının 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası.	15
Şekil 4.2.	Cevher zonu ve yakın çevresinin ayrıntılı jeolojik haritası.	16
Şekil 4.3.	1/25.000 ölçekli jeolojik harita üzerinden alınan A-A' kesiti.	17
Şekil 4.4.	1/5.000 ölçekli jeolojik harita üzerinden alınan B-B' kesiti.	17
Şekil 4.5.	Çalışma alanına ait sayısal arazi kabartı haritası.	18
Şekil 4.6.	Çalışma alanı jeolojik haritasının kabartı haritası ile birlikte görünümü.	18
Şekil 4.7.	Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik istifi.	20
Şekil 4.8.	Mermer içerisindeki faylanma kıvrımlanma ve kırılmalar.	22
Şekil 4.9.	Bindirme düzlemi boyunca gözlenen breşik yapı.	22
Şekil 4.10.	Mermer içerisinde sırt boyunca gözlenen bindirmeler.	22
Şekil 4.11.	Fay zonu boyunca gözlenen breşik mermerler.	23
Şekil 4.12.	Mermer içinde görülen fay zonundaki limonitleşme ve killeşme.	24
Şekil 4.13.	Klise Sırtı civarındaki mermer-kalkşist bindirme sınırı.	25
Şekil 4.14.	Kalsitte gözlenen tipik baklava dinlimi izleri ve nadiren rastlanan polisentetik ikizlenme.	26
Şekil 4.15.	Mermer kesitlerinde gözlenen breşik doku.	26
Şekil 4.16.	Mermerin mineral parajenezi.	26
Şekil 4.17.	Belekum Tepe'nin Kuzeydoğusunda mermerin kalkşist üzerine itilmesi ve faylanma.	27
Şekil 4.18.	Kalkşist içerisinde görülen muskovitlerdeki belirgin yönelme.	28
Şekil 4.19.	Mermer-dolomitik kireçtaşı bindirme dokanağı.	29
Şekil 4.20.	Özşekilli dolomit minerali.	29
Şekil 4.21.	Dolomitik kireçtaşı içerisinde oluşmuş kalsit damarı.	30
Şekil 4.22.	Yeşilşist içerisinde gözlenen kloritoyid ve demir oksit mineralleri.	31
Şekil 4.23.	Çalışma alanında yamaç molozu ve paleotoprağın görüldüğü bir vadinin enine kesiti.	33
Şekil 4.24.	İnceleme alanındaki yaygın güncel çökellerden alüvyonun genel görünümü.	33

		Sayfa
Şekil 4.25.	Alınan cevher örneklerinin a) Fe ve b) Fe ₂ O ₃ içerikleri.	36
Şekil 4.26.	Altınsaç Fe cevherleşmesine ait örneklerin Pb ve Zn içerikleri.	36
Şekil 4.27.	Cevher örneklerindeki Zn-Cd ilişkisi.	36
Şekil 4.28.	Cevherli örneklerin a) Cu içerikleri ve b) Cu ile Fe arasındaki ilişki.	36
Şekil 4.29.	Altınsaç Fe Cevherleşmesi örneklerindeki Pb ve Ag dağılımları.	37
Şekil 4.30.	Alınan cevher örneklerinin a) Mo, b) W ve c) Sb içerikleri.	37
Şekil 4.31.	Alınan cevher örneklerinin a) As ve b) Sr içerikleri.	37
Şekil 4.32.	Cevherleşmeye ait örneklerin Th içerikleri.	38
Şekil 4.33.	Alınan cevher örneklerinin a) Ba, b) P, c) S, d) Al, e) V ve f) Au içerikleri.	38
Şekil 4.34.	Altınsaç cevherleşmesindeki Mn-As ilişkisi.	39
Şekil 4.35.	Altınsaç Fe cevherleşmesine ait örneklerin a) Co/Zn-Co+Ni+Cu ve b) Zn-Ni-Co diyagramlarındaki dağılımları.	39
Şekil 4.36.	Altınsaç Fe cevherleşmesinde Fe ₂ O ₃ ile CaO arasındaki ilişki.	40
Şekil 4.37.	Altınsaç demir cevherleşmesinin SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , TiO ₂ ve Na ₂ O+K ₂ O major oksit dağılımları.	41
Şekil 4.38.	Cevherleşmede a) SiO ₂ -Na ₂ O+K ₂ O, b) SiO ₂ -Al ₂ O ₃ ve c) SiO ₂ -MgO arasındaki ilişkiler.	41
Şekil 4.39.	Altınsaç Fe cevherleşmesine ait örneklerin a) Fe ₂ O ₃ -SiO ₂ , b) Fe ₂ O ₃ -MgO ve c) Fe ₂ O ₃ -TiO ₂ major oksit ilişkileri.	42
Şekil 4.40.	Altınsaç Fe cevherleşmesinde a) Ca-Sr ve b) Ca-Mg arasındaki ilişki.	42
Şekil 4.41.	Cevherleşmenin geliştiği ters bileşenli ana fay zonu.	48
Şekil 4.42.	Cevher zonu ve yakın çevresinin tektoniği.	48
Şekil 4.43.	Cevherleşmenin geliştiği ters bileşenli ana fay zonunun blok diyagramı.	49
Şekil 4.44.	Fay zonu boyunca yer yer görülen mercek şekilli hematit.	49
Şekil 4.45.	Yankayaçtaki kırık-çatlaklar boyunca gözlenen hematit damarcıkları.	50
Şekil 4.46.	Dolin ve düden ilişkisini gösteren temsili kesit.	51
Şekil 4.47.	Cevher zonunun ölçeksiz düşey kesiti.	51
Şekil 4.48.	Limonitik zonda gözlenen yankayaç blokları.	52
Şekil 4.49.	Limonitli zon içerisinde gözlenen cevher bloğu.	53

Şekil 4.50.	Karstik boşluktaki hematit cevher parçası.	53
		Sayfa
Şekil 4.51.	Limonitik zon içerisinde görülen aragonit.	54
Şekil 4.52.	Limonitik zon içerisindeki blokların kenar ve köşelerinde görülen erime izleri.	54
Şekil 4.53.	Yankayaçta görülen erime izleri ve konsolide kilin görünümü.	55
Şekil 4.54.	Limonitik zon içerisinde gözlenen mağara oluşumu.	55
Şekil 4.55.	Altınsaç cevherleşmesindeki limonitik zon içerisinde gözlenen a) dogteeth (köpek dişi) ve b) popcorn (patlamış mısır) yapıları.	56
Şekil 4.56.	Karstik boşlukta çökelmiş killi-kumlu sedimanlar (konsolide kil).	56
Şekil 4.57.	Limonitik zonda görülen mermer blokları ve buradan alınan örneklerin yerleri.	56
Şekil 4.58.	Limonitik zonda görülen karstlaşma izleri ve buradan alınan örneklerin yerleri.	57
Şekil 4.59.	Altınsaç cevherleşmesine ait hematitli örneklerde gözlenen kolloidal, kollomorf ve ritmik bantlaşma dokuları.	58
Şekil 4.60.	Hematitlerde gözlenen a) kırmızı iç yansımalar ve b) ritmik bantlaşma.	59
Şekil 4.61.	Altınsaç cevherleşmesine ait hematitli örneklerde gözlenen kırıklı-breşik yapı.	59
Şekil 4.62.	Altınsaç cevherleşmesine ait gang minerallerinde görülen kırılmalar.	59
Şekil 4.63.	Hematit içerisinde damarlar boyunca gözlenen limonit oluşumları.	60
Şekil 4.64.	İnce taneli hematitten itibaren oluşan limonitleşme.	60
Şekil 4.65.	Limonit ve hematitin cevher mikroskobundaki genel görünümleri.	61
Şekil 4.66.	Limonit matriksi içinde görülen spekülarit kalıntıları.	62
Şekil 4.67.	Sideritin kenarı boyunca gelişen limonitleşme.	62
Şekil 4.68.	Serüzit mineralinin cevher mikroskobundaki görünümü.	63
Şekil 4.69.	Nabit bakırın cevher mikroskobundaki görünümü.	63
Şekil 4.70.	Hematit içerisinde görülen pirit.	63
Şekil 4.71.	Cevher zonunun yaklaşık 2,5 km batısında bulunan limonit damarı.	65

Şekil 4.72.	Cevher zonu dışındaki limonitten bir görünüm.	65
Şekil 4.73.	Götitin cevher mikroskobundaki görünümü.	66
Şekil 4.74.	Cevher zonu dışında görülen sülfürlü minerallerden galenit.	66
Şekil 4.75.	Kalkofanitin (Klf) tek (TN) ve çift (ÇN) nikol görünümleri	66
Şekil 4.76.	Damar tipi hidrotermal yatakların oluşum mekanizması.	67
Şekil 4.77.	Cevherleşmenin jeodinamik modeli.	69

ÇİZELGELER DİZİNİ

		Sayfa
Çizelge 4.1.	Altınsaç demir cevherleşmesine ait ana ve iz elementlerin kimyasal analiz sonuçları	43
Çizelge 4.2.	Altınsaç demir cevherleşmesine ait major elementlerin kimyasal analiz sonuçları	46

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	
B	Batı
Bi	Biyotit
Cc	Kalsit
Cld	Kloritoyid
cm	Santimetre
Cu	Bakır
ÇN	Çift nikol
D	Doğu
Fe	Demir
G	Güney
Ht	Hematit
K	Kuzey
km	Kilometre
km ²	Kilometre kare
Lim	Limonit
m	Metre
Mus	Muskovit
Pb	Kurşun
Poly	Polisentetik ikizlenme
ppm	Milyonda bir
Pyr	Pirit
Ser	Serüzit
Sid	Siderit
Spc	Spekülarit
Qz	Kuvars
TN	Tek nikol
Zn	Çinko

Kısaltmalar	
AES	Atomik Emisyon Spektrometresi
ICP	İndüklenmiş Plazma
MTA	Maden Tetkik Arama
REE (NTA)	Nadir Toprak Elementleri
XRF	X Işınları Floresans

1. GİRİŞ

Bu çalışma, çeşitli litolojik birimlerin ve jeolojik yapıların yer aldığı Van Gölü Havzası'nda gerçekleştirilmiştir. Van Gölü havzasının güneyinde Paleozoyik yaşlı Bitlis metamorfikleri, doğusunda Üst Kretase yaşlı ofiyolitler ve Miyosen-Pliyosen yaşlı sedimanter birimler, batısında ve kuzeyinde Pliyo-Kuvaterner yaşlı volkanik birimler yüzeylenmektedir.

Geç Miyosen'de güneyde Arabistan Plakası ve kuzeyde Anadolu-İran platformunun çarpışmasıyla Neotetis Okyanusunun güney kolunun kapanması sonucu, Arap Plakası Avrasya Plakası ile çarpışmış ve kıta-kıta çarpışması nedeniyle bir kuşak boyunca Bitlis Masifi oluşmuştur. Van'ın güneyinden başlayıp Bitlis-Kulp-Genç-Avnik arasında yaklaşık 20-50 km genişliğe ve 120 km uzunluğa sahip olan Bitlis Masifi, birçok araştırmacı tarafından Alt Birlik (çekirdek kayaları) ve Üst Birlik (örtü serisi) olmak üzere iki litolojiye ayrılmıştır (Yılmaz, 1975; Şengün, 1984; Şengün, 1993).

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı bünyesinde yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışma, Van Gölü havzası içerisinde Van İli'ne bağlı Gevaş İlçesi'nin batısında yer alan, Altınsaç Köyü ve yakın çevresinde yüzeyleyen Bitlis Masifi'nin Üst Birlik karbonatlı metamorfik kayaları içerisinde gerçekleştirilmiştir.

1.1. Amaç ve Kapsam

Van Gölü havzasında gerçekleştirilmiş olan önceki çalışmaların çoğu, buradaki litolojik birimlerin genel jeolojisini ve stratigrafisini anlamaya yönelik olup genelde geniş alanlar ele alınarak incelenmiştir. Havzanın jeolojik birimleri, gerek endüstriyel hammaddeler bakımından gerekse metalik maden yatakları bakımından önemli olabilecek büyük bir potansiyele sahiptir. Bu çalışma ile Altınsaç Fe cevherleşmesi ve maden yatakları açısından ekonomik öneme sahip olabilecek inceleme alanı içindeki diğer oluşumlar araştırılmıştır.

Bu tez çalışmasının amacı; Gevaş'ın (Van) Kuzeybatısı'nda bulunan Altınsaç Köyü civarındaki Bitlis Masifi'nin Üst Birlik karbonatlı metamorfik kayaları içerisindeki, Altınsaç demir cevherleşmesi ve çevresinin jeolojik ve jeokimyasal olarak incelenmesidir. Bu amaç çerçevesinde çalışma alanındaki litolojik birimlerin yapısal-dokusal özellikleri, cevher-yankayaç ilişkileri, cevherin ve yankayacın mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri

araştırılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen verilerin, bölgede bundan sonra araştırılacak benzer yataklar için temel veri oluşturacağı düşünülmektedir.

1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması

Çalışma alanı, Van Gölü havzası içerisinde, Van İli'ne bağlı Gevaş İlçesi'nin batısında yer alan Altınsaç Köyü ve yakın çevresini kapsamaktadır.

Bölge tektonik olayların oluşturduğu volkanik yükseltiler ve çöküntü alanları ile kaplıdır. Çöküntü alanlarında göller ve yüksek ovalar bulunmaktadır. Bölgede, Türkiye'nin en büyük gölü olan 1646 m yükseklikteki Van Gölü'nün yanı sıra, Erçek Gölü ve birkaç küçük krater gölü yer almaktadır. Van Gölü kapalı havzasında Van, Çaldıran, Hoşap, Muradiye, Havasor ve Erciş ovaları bulunur. Yükseklikleri 1650 metre ile 2000 metre arasında değişen bu ovalar ile dağlar arasında yer yer platolar oluşmuştur. Ayrıca yükseklikleri 2500 m ile 3668 m arasında değişen, genellikle volkanik kayalardan oluşan tepeler Van kapalı havzasını çevrelemektedir (Şekil 1.1).

Çalışma alanı, Van'ın Gevaş İlçesi'nin Altınsaç Köyü civarındaki, 1/25.000 ölçekli Van L49-b1 ve Van L49-b2 paftalarının güney kesiminin yaklaşık 20 km²'lik alanını kapsamaktadır (Şekil 1.1). İnceleme alanına, Van-Tatvan karayolundan Gevaş'ın kuzeybatısındaki Göründü Köyü'ne asfalttan, Göründü Köyü'nden inceleme alanının en yakın kısmına ise kıyı boyunca yaklaşık 7 km uzunluğundaki stabilize yolla yaz-kış ulaşılabilir.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası (Özkaymak, 2003'ten değiştirilerek).

Karasal bir iklim kuşağının hüküm sürdüğü bölgede yazları kurak ve sıcak, kışları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. İnceleme alanı bitki örtüsü bakımından oldukça fakirdir. Bölgedeki yerleşkelerin egemen geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır.

Çalışma alanı sınırları içerisinde yerleşim yeri olarak sadece Altınsaç Köyü bulunmakta olup, alanın kuzeyinde İn Köyü, batısında Aydınocak Köyü, güneybatısında Kırgeçit Mahallesi, güneyinde Hasbey ve Göründü köyleri bulunmaktadır.

Çalışma alanının güney sınırında, 2702 m'lik yüksekliğiyle civarın en yüksek tepesi olan Havaterik Tepe'si ve güney sınırının yaklaşık 300 m dışında 2559 m'lik yüksekliğiyle Belekum Tepe'si bulunmaktadır. Ayrıca çalışma alanı sınırları içerisinde büyükten küçüğe doğru başlıcaları Kutis Tepe (2394 m), Meşe Tepe (2300 m) ve Sulürük Tepe (2284 m) olmak üzere birçok irili ufaklı tepe bulunmaktadır. Topografyanın engebeli olması nedeniyle çalışma alanında birçok küçük dere bulunmakta ve bunların tamamı göle dökülmektedir. Kuzeyden güneye doğru bu derelerin başlıcaları Söğüt Dere, Kurt Dere, Mezra Dere, Tuzlu Dere ve Ağıl Dere olarak sıralanabilir.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Ternek'e (1953), ait olduğu bilinen bölgedeki en eski çalışmada, Van Gölü güneydoğusunun 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası çıkartılmış, stratigrafi ve yapısal evrime değinilmiştir. Yazar şaryaj ve ekaylı zonların varlığına dayanarak bölgenin şiddetli tektonik deformasyon geçirmiş olduğunu belirtmiştir. Bu faaliyetler esnasında tektonik breş ve milonitlerin oluştuğu vurgulanmıştır. Tersiyer sonlarına doğru Alp Orojenik hareketlerinin yavaşladığı fakat durmadığı savunulan bu çalışmada, güneyden gelişen Hersiniyen hareketlerinin Alp Orojenezi ile kısmen örtülmüş olduğu belirtilmiştir. Bölgede ekonomik önem arz eden maden kaydedilmemesine rağmen, az miktarda hematit, barit ve bakır izlerine rastlandığı belirtilmiştir.

Kıraner (1959), "Van Gölü Doğu Bölgesinin Jeolojik Etüdü" adlı çalışmasında, bölgenin stratigrafisini ve tektoniğini araştırmıştır. Araştırma alanında yapılan çalışma ile Paleozoyik yaşlı şistlerin, Üst Kretase yaşlı filişin, Üst Paleosen yaşlı alacalı renkli killi kireçtaşlarının, Alt Eosen yaşlı resifal kireçtaşlarının, Miyosen yaşlı kırıntılı kayaçların, Pliyosen yaşlı karasal birimlerin yüzeylendiği belirtilmiştir. Araştırmacıya göre, bölge Paleozoik'ten Kretase'ye kadar kara olarak kalmış, Üst Kretase'de transgresyon etkisi altında kalmış ve Üst Kretase – Üst Paleosen - Alt Eosen boyunca deniz altında kalmıştır. Bu arada Üst Kretase Üst Paleosen arasında dip hareketleri etkin olduğundan bu kontakta hafif bir diskordans meydana gelmiştir. Oligosen'de bölge yükselerek su üstüne çıkmış ve Oligosen boyunca tamamen kara olarak kalmıştır. Miyosen başlangıcında Muş civarında ve İran'da transgresyonlar gelişmiş ve Miyosen'de her iki deniz kolu bu civarda birleşmiştir. Miyosen sonunda deniz tekrar çekilmiş, bölge su üstüne çıkmaya başlamıştır.

Çelik (1968), Bitlis bölgesinde yaptığı arazi çalışmalarında bakır, demir, kurşun, çinko zuhurlarını araştırmıştır. Bitlis bölgesindeki Simek – Körçan – Germap mevkiğinde yaptığı detay çalışmaları sonucunda, düşük tenörlü ve yer yer görülen kuvars filonlarının bir çatlak dolgusundan ibaret olduğunu belirtmiştir. Körçan – Germap mevkiinde pirit, pirotin ve az kalkopirit içeren kuvars filonlarının toplam uzunluğunun 800 metre, ortalama kalınlığının ise 1,5 metre olduğunu belirtmiştir. 20 m derinlikten sonra kalkopirit cevherleşmesinin yok olduğunu savunmuştur. Filonların dışında bölgede eser miktarda bulunan Cu ihtivasının, oldukça geniş sahalara yayılan piritli şist seviyelerinde bulunduğunu öne sürmüştür. Hazırlanan MTA raporunda Permiyen yaşlı kalkerlerden oluşan Zizan ve Kaşak köyleri arasındaki bölgede kalker içerisindeki galenit, simitsonit mineralizasyonu tespit edilmiş olup,

görünür kalınlık 2 m olarak belirtilmektedir. Çinko sülfat eriyiminin kalkerle temasından metasomatik olarak cevherleşmenin geliştiği, 10 ton kadar stok ve 2 – 3 bin ton kadar da görünür rezervin varlığı savunulmuştur.

Öztürk (1973), “Bitlis Masifi Demir Prospeksiyon Sahasındaki Zuhurların Jeolojik Ön Etüdü” isimli yayınlanmamış MTA raporunda, Van-Bahçesaray (Müküs)-Geçkinli (Gazapilnur) demir zuhurunu araştırmıştır. Araştırmacıya göre demir mineralizasyonu, kloritli-serisitli şistler arasındaki kalkşist fasiyesinde gelişmiş olup, mineralizasyonun cinsi spekülardır. Spekülardın kalkşistlerin şistozite düzlemleri arasında, makroskobik boyutlara erişen pullar şeklinde bir yapı sunduğu belirtilmiştir. İki ayrı seviye halinde mostra veren cevherleşmenin, düşey ve yanal yönlerde kalkşistlerle geçişli olduğu vurgulanmaktadır. Raporda muhtemel + mümkün rezerv belirlenmiş ve birinci seviyede 392 bin ton, ikinci seviyede 120 bin ton olmak üzere Gazapilur’da toplam 512 bin tonluk tüvenan spekülard cevheri olduğu belirtilmiştir.

Seyhan (1974), Doğu Anadolu’da yaptığı çalışmada subvolkanik ve porfirik bakır imkanlarını araştırmıştır. Hazırladığı MTA raporunda, Doğu Anadolu’da Cilo Orojenik Kuşağı, Bitlis Masifi, Van Havzası, Volkanik sahalar ve Tersiyer havzaları olmak üzere 5 büyük jeolojik ünitenin varlığını ve bu ünitelerin her birinin kendilerine mahsus metallojenezlerinin olduğunu vurgulamıştır. Araştırmacı, Erciş Zilan, Başkale Bor Deresi, Hakkari Gude Deresi, Özalp Kotur Vadisi alanlarında jeolojik olarak, detaylı incelemelerin yapılması gerektiğini belirtmiştir.

Ketin (1977), tarafından Van Gölü ile İran sınırı arasında kalan bölgede yapılan tektonik çalışmada, çoğunlukla morfolojik görünümüne göre saptanmış, Doğu-Batı doğrultulu fay zonlarının olduğu söylenmiştir. Araştırmada Doğu-Batı uzanımlı dört aktif fayın varlığından söz edilmiştir. Kuzeyden güneye doğru ilk fay zonu, Varto ile Van Gölü’nün kuzeydoğu ucunda, ikinci fay zonu Erçek-Özalp doğrultusunda, üçüncü fay zonu Kalecik Köyü’nden İran sınırına kadar uzanmaktadır. Dördüncü fay zonu ise Gevaş-Gürpınar arasında tanımlanmıştır. Fay mekanizmalarının olası sağ yönlü doğrultu atımlı olarak gözlemlendiğine dikkat çekilmektedir.

Yılmaz (1978), Gevaş (Van) dolayında yaptığı çalışmada Bitlis Masifi ve ofiyolit ilişkisini araştırmıştır. Gevaş dolayında görülen ofiyolit Üst Kretase-Eosen arasında yerleşmiş olduğunu savunan araştırmacı, Gevaş’ın doğusunda ofiyolit ile mermer arasında görülen doğu-batı gidişli dokanağın, ofiyolit yerleşmesi sırasında kazanılmış birincil nitelikli bir dokanak olduğunu vurgulamaktadır. Yazara göre, Ofiyolit ve mermerden türeme Eosen çökelleri her iki birimi de örtmektedir. Ancak Eosen’den sonra güney-kuzey itilmelerle

metamorfik yer yer Eosen çökelleri üzerine ilerlemiş, metamorfik-ofiyolit ve Eosen çökellerinin birincil ilişkileri genellikle bozularak bölgede güneye eğimli bir ekaylı yapı gelişmiştir. Bindirme düzlemlerinin kapalıya varan derecelerde kıvrımlanması ve genç çekim faylarının gelişmesi, bölgenin karmaşık bir yapı sunmasına neden olmaktadır. Yazar, Bitlis Masifi'nin tek bir tektonik birim olmadığını, farklı jeolojik zamanlarda birbiri üzerine tektonik olarak yerleşmiş kıtasal dilimlerden meydana gelen bir mozayik gibi düşünülebileceğini savunmaktadır. Kıtasal dilimlerin aralarında ise değişik zamanlarda yerleşmiş ofiyolitik birimlerin bulunduğu savunulmuştur.

Dilek (1979), Gevaş bölgesindeki birimleri dört ana tektonik birlikte toplamıştır. Bunlar Bitlis Metamorfik karbonatları, ofiyolit topluluğu, geçiş zonu (ezik zon) kayaçları ve daha genç çökellerdir. Araştırmacıya göre Bitlis Metamorfik'in karbonatlarını kristalize kireçtaşları ve mermer oluşturmaktadır. Ofiyolit içerisindeki karbonat bloklarında bulunan Üst Kretase fosilleri ve üzerine diskordans olarak fosilli Eosen çökellerinin gelmesi, ofiyolit bölgeye Üst Kretase ile Eosen arasındaki dönemde yerleştiğini göstermektedir. Ayrıca yazar bölgede Eosen sonrası gelişen hareketler sonucu meydana gelen güney-kuzey yönlü itilmelerle, güneye eğimli, ekaylı bir yapının oluştuğunu savunmaktadır.

Türkunal (1980), güneydoğudan kuzeybatıya yönelmiş yaklaşık 311 km uzunluk ve 46 km genişliğe sahip Muş-Bitlis Masifi üzerinde yaptığı çalışmada, bölgenin stratigrafisi, petrografisi, tektoniği ve metamorfik koşulları hakkında bilgi vermeye çalışmıştır. Muş-Bitlis Masifi'nde sedimenter oluşukların tabanında kristalen temeli oluşturan fillitler, kuvarsitler, mermerler, mikaşistler, gnayslar, amfibolitler ve anateksi granitlerinden oluşan metamorfiklerin bulunduğu belirtilmiştir. Yazar, J. Jung-M. Rogues'un ilk defa 1936 yılında kullandığı, fillit, kuvarsit, mermer, mikaşist, gnays ve amfibolit için "ektinit" anateksi graniti için "migmatit" kısaltmalarını burada kullanmıştır.

Güncüoğlu ve Turhan (1981), Bitlis metamorfiklerinde yaptıkları yaş tayini çalışmasında Alt Birlik olarak bilinen Devoniyen öncesi bir metamorfik temelin bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca çalışma alanındaki Devoniyen-Üst Triyas yaşlı Üst Birlik, meta-ofiyolitleri kapsayan Guleman Grubu, filiş tipi çökellerden oluşan Kinzu Formasyonu ve Paleosen-Eosen yaşlı Maden Grubu çökellerini ayırt etmişlerdir. Muş-Sason-Tatvan-Baykan civarında görülen Bitlis Masifi Üst Birlik karbonatlı kayaçları içerisinde görülen fosillerden bu birimin Orta-Üst Devoniyen-Üst Permiyen yaşlı olduğunu saptamışlardır.

Yılmaz ve ark. (1981), Gevaş (Van) Ofiyoliti'nde yaptıkları çalışmada dört tektonik birim ayırt etmişlerdir. Bunlar: a) ofiyolit topluluğu, b) Bitlis Masifi'nin dış zonunu oluşturan metamorfik kayaçlar, c) ofiyolit ile metamorfik kayaçlar arasında yer alan geçiş zonu ve d)

öncekileri örten çökel kayaçlardır. Araştırmacılara göre Gevaş dolayında görülen ofiyolit topluluğu kayaçları, buradaki litoloji toplulukları ve bunların sıralanışları nedeniyle olasılıkla bir okyanus tabanı dilimini temsil etmektedirler. Ofiyolitik bir melanjdaki gibi yapısal karışmaya uğramamışlardır. Okyanus kabuğu ile Bitlis Masifi'nin temsil ettiği kıtasal dilimin dokanağının, yakınsayan levha kenarlarındaki ofiyolit üzerlemesi şeklinde gelişmiş olabileceği belirtilmiştir. Ofiyolit bölgeye yerleşmesinin Paleosen-Eosen arasında gerçekleşmiş olabileceği savunulmuştur. Ofiyolit gelişmesinin Paleosen sonlarına doğru tamamlanması, Bitlis Masifi ile olan dokanağının ise Eosen çökelleri ile örtülmesi buna sebep olarak gösterilmiştir. Eosen çökmesi sonrasında bölgede güneyden kuzeye itilmeler gerçekleştiği, bunun sonucunda masif kuzeye devrildiği ve yer yer Eosen çökelleri üzerine ilerlediği savunulmuştur.

Tolluoğlu ve Erkan (1982), Bitlis Masifi içerisinde yaptıkları çalışmada, Mutki (Bitlis) yöresindeki bölgesel metamorfik kayaçları petrografik olarak incelemişlerdir. Yapılan çalışmada Bitlis Masifi Temel Kayaçları olarak tanımlanan metamorfik kayaç birimlerinin mineralojik bileşimleri, yapısal-dokusal özellikleri makroskobik ve mikroskobik incelemelerle belirlenmiştir. Ayrıca bu kayaç birimleri kimyasal analiz, X-Işınları toz difraksiyonu ve modal analiz yöntemleri yardımıyla ayrıntılı bir şekilde incelenmiş, etkili metamorfizmanın niteliği ve koşullarına bazı yaklaşımlarda bulunulmuştur. Çalışma alanında amfibolit, mikaşist ve kuvars-feldispat-gnays şeklinde üç temel litoloji birimi ayırtılarak yer yer bu birimleri kesen mafik daykların varlığı ortaya konmuştur. Tanımlanan bu kayaç gruplarının, oluşumlarından daha sonra düşük mertebeli ikinci bir metamorfizmadan büyük ölçüde etkilendikleri belirtilmiştir. Bu metamorfik süreçlerin kısmen kataklastik kısmen retrograd metamorfizma şeklinde kayaçların üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.

Erdoğan ve Dora (1983), Bitlis Masifi'nde yaptıkları çalışmada, buradaki apatitli demir yataklarının jeolojisi ve oluşumunu araştırmışlardır. Yapılan çalışmalarla Bitlis Masifi'ndeki apatitli demir yataklarının alt topluluk içinde yer aldıklarını ve belirli stratigrafik düzeyler boyunca sıralandıklarını saptamışlardır. Avnik (Bingöl) yöresinde apatitli demir yataklarının metavolkanitlerle ardalanmalı, masif, bantlı ve merceksel konumda bulduklarını tespit etmişlerdir. Bu yatakların volkano-sedimanter olarak gelişmiş olduğunu vurgulayan araştırmacılar, volkanik kayaçlardaki düzensizlik nedeniyle merceksel cevher oluşuklarının kısa mesafelerde yanal değişimler gösterip, kamalanarak kaybolduklarını belirtmişlerdir. Cevher minerali olarak manyetit baskın olduğu tespit edilmiştir. Avnik bölgesindeki yatakların yanal düzensizliklerine karşın, Ünaldı (Bitlis) yöresindeki yatakların yanal yönde kilometrelerce uzanan düzeylerden oluştuğu belirtilmektedir. Apatit'in baskın

olduğu Ünalı yataklarında, ardalanmalı olarak ince laminalı metaçört katkıları görülmüş ve apatit'in baskın olduğu bu yataklanmalarda düzenli bir sedimantasyonla birlikte geliştiği tespit edilmiştir. Avnik ve Ünalı bölgelerinden elde edilen verilerden, Bitlis Masifi alt topluluğu içinde metavolkanitler ve metaçörtlerle birlikte bulunan Apatitli demir yataklarının volkano-sedimanter kökenli olduğu savunulmuştur.

Helvacı (1984), Bitlis masifi içerisindeki Avnik (Bingöl) yöresinde yaptığı çalışmada, buradaki apatitçe zengin demir yataklarının oluşumunu araştırmıştır. Araştırmacıya göre Avnik'teki magnetit-apatit yatakları, egemen olarak ortaçtan fesliğe değişen kalk-alkalin volkanik istif ile ilişkilidir. Saha verilerine dayanılarak intrüsif veya sedimanter orijinden bahsedilemeyeceği belirtilmiştir. Cevherlerin, granitoid sokulumuyla remobilize olarak ağsı cevherleşme oluşturduğu savunulmuştur. Sr-izotop verilerine dayanılarak granitoidden gelen akışkanlarla remobilizasyonun gerçekleştiği vurgulanmıştır. Yüksek REE kapsamı, negatif Eu anomalilerinin oluşu ve negatif Ce anomalilerinin olmayışı verilerine dayanılarak, cevherlerin oluşum sırasında deniz suyuyla ilişkili olmadığı savunulmuştur. Böylece sedimanter ve volkanik-eksülatif orijinin mümkün olmadığı belirtilmiştir. Apatitçe zengin demir cevherlerinin, başlangıçta volkanik ortamda oluşmuş olup yüksek düzeyde bölünleşme geçiren magmadan ayrılan, karışmayan sıvılardan oluştuğu sonucuna varılmıştır. Bütün yatak tiplerinde magnetit, apatit ve aktinolit egemen ana mineral; feldispat, kuvars, mika, diopsit, hornblend, krossit ve sfenin de aksesuar mineral oldukları belirtilmiştir.

Şaroğlu ve Yılmaz (1984), Van civarını da içine alan Doğu Anadolu'nun jeolojik evriminde dört dönemin etkili olduğunu vurgulamışlardır. Araştırmacılara göre ilk dönem metamorfitle, ikinci dönem Üst Kretase yaşlı ofiyolitik karmaşıkla, üçüncü dönem sedimanter kayaçlarla, dördüncü dönem; Üst Miyosen'de başlayıp günümüze kadar devam eden karasal ortam çökelleri ve volkanizma ile temsil edilmektedir. Van çevresinde gelişmiş olan yapıların ancak bir sıkışma rejimiyle açıklanabileceğini belirten çalışmacılar, kuramsal olarak sıkışmakta olan bir levhada oluşabilecek yapısal şekillere, doğada gözlenenler arasında büyük bir benzerlik olduğunu belirtmişlerdir.

Şaroğlu ve Yılmaz (1986), "Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri" isimli çalışmalarında, Doğu Anadolu'daki neotektonik dönemin Orta Miyosen'de başladığını belirtmişlerdir. Bu geniş kapsamlı çalışmada Doğu Anadolu'da neotektonik dönem boyunca kıvrımlar, bindirmeler, doğrultu atımlı faylar ve açılma çatlaklarının geliştiği vurgulanmıştır. Bu yapıların denetiminde dağarası ve çek-ayır (pull-apart) olmak üzere iki tür havza gelişimi gözlenmiştir. Araştırmacılara göre, neotektonik dönemde gelişen havzalardan Muş, Ahlat-Adilcevaz, Karayazı-Tekman havzaları dağarası tipi

havzalar; Kağızman-Tuzluca, Doğubeyazıt-Gürbulak ve Iğdır havzaları çek-ayır türü havzalardır. Dağarası türünden olan Erzurum-Pasinler-Horasan havzasının ayrıca doğrultu atımlı fayların da denetiminde gelişmiş olduğu belirtilmiştir. Hınıs ve Zırnak havzalarının değişik yapı denetimleri altında olduğu, Karlıova-Bingöl havzasının ise farklı özellikte olan doğrultu atımlı fayların etkisinde açıldığı savunulmuştur.

Acarlar ve ark. (1991), Van Gölü'nün kuzeyinde yaptıkları çalışmada bölgenin jeolojisini araştırmışlardır. Bölgede beş tektonik birim ayırtlanmıştır. Bunlar: a) Paleozoyik yaşlı şistler ve kristalize kireçtaşlarından oluşan Tepedam Birimi; b) Permien kireçtaşları, Triyas kumtaşları ve silttaşları, Jura-Kretase kireçtaşları ve bunlarla ardalanmalı andezit ve volkanik çökellerden oluşan Hasandağ Birimi; c) Üst Kretase yaşlı, volkanitler ile ardalanmalı yarı pelajik-pelajik çökeller ve ofiyolitlerden oluşan Şehittepe Birimi; d) Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşan Dereüstü Birimi; e) Üst Paleosen yaşlı breşik kireçtaşı ve kumtaşı Eosen yaşlı marn, kireçtaşı, kumtaşı, çört, çamurtaşı ve Oligosen yaşlı ofiyolitli karışıktan oluşan Alabayır Birimi'dir. Bu beş tektonik birimin, Van Formasyonu'nun Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı kırıntılı kayaçlarından oluşan otokton-paraotokton örtü ve Alt Miyosen'den günümüze dek gelişmiş çeşitli çökellerden oluşan Erciş yöresindeki neotokton örtü birimleriyle örtüldüğü belirtilmiştir.

Çelebi (1992), Avnik'teki (Bingöl) manyetit oluşuklarının jeokimyası ve kökeni üzerine yaptığı çalışmada, bu yatağın intrüzif magmatik kökenli olduğu tezini savunmaktadır. Jeokimyasal analizler için Avnik'in çeşitli yerlerinden, kesitler halinde serbest örnekleme ile alınan yaklaşık 150 manyetit örneğinin 45'inde, 17 elemente özgü kimyasal analiz yaptıran araştırmacı bu verileri çeşitli diyagramlara işleyerek yorumlamıştır. Yazar yaptığı analizlere ve incelemelere dayanarak Bitlis Masifi içerisindeki bu yatağın en az bir kez metamorfizma geçirmiş Kiruna (İsveç) tipi bir intrüzif magmatik yatak olduğunu ileri sürmüştür. Araştırmacı yaptığı jeokimyasal incelemeler sonucunda Bitlis Masifi'nde ve Avnik yöresinde bundan sonra yapılacak arama ve inceleme çalışmalarında Fe, P ve As'in yanında Sn ve kısmen de Mo ile Pb elementlerinin iz sürücü element olarak kullanılabileceğini belirtmiştir.

Şengün (1993), "Bitlis Masifi'nin Metamorfizması ve Örtü Çekirdek İlişkisi" adlı çalışmasında, Bitlis Masifi çekirdek kayaçlarını (Yolcular Formasyonu) amfibolit, mikroklin gnays, biyotit gnays/şist ve muskovit gnays/şist ile bunları kesen biyotit granit ve hololökokratik granitik fazdan oluştuğunu vurgulamıştır. Örtü kayaçlarının (Kotum Grubu) ise metapelitler ve bunları geçişli olarak örten Üst Devoniyen-Mezozoyik yaşlı metakarbonatlardan oluştuğunu belirtmiştir. Araştırmacı örtü-çekirdek ilişkisini transgresif aşma düzlemi olarak yorumlamıştır. Örtü ve çekirdeğe ait kayaçların birlikte kıvrılmış

olması, Alpin deformasyonları sırasında örtünün yerinde olduğunun kanıtı olarak yorumlanmıştır. Devoniyen-Mezozoyik yaşlı örtünün granitlerle kesilmemiş olması, granit intrüzyonlarından önce gerçekleşmiş bir metamorfizma evresinin varlığının kanıtı olarak gösterilmiştir. Yazar, örtü ile çekirdek arasında görülen metamorfizma atlamasının, ilgili parajenezlerin Prekambriyen ve Alpin evrelerine ait olmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Alpin metamorfizmanın tam anlamıyla etkili olduğu durumlarda, orojenik dönem süresince gerçekleşen bölgesel yükselme eşliğinde P-T koşullarında görülen azalmanın gerileyen metamorfizmanın nedeni olduğu düşünülmektedir. Araştırmacı bölgesel jeolojik veriler ışığında Bitlis Masif'inin Arap Levhasının deforme olmuş Alpin pasif kıta kenarı olduğunu ileri sürmüştür.

Koçyiğit ve ark. (2001), Doğu Anadolu Platosu ve Küçük Kafkaslarda yaptıkları çalışmada, bölgenin neotektoniğini araştırmışlar. Neotetisin kuzey kolunun (Kuzey Anadolu-Küçük Kafkaslar Okyanusu) kuzeyde Avrasya ile güneyde Anadolu İnan Platformunun çarpışması ile kapandığını, buna rağmen Neotetisin Güney kolunun Orta-Geç Miyosen'de kapandığını ve bunun sonucunda Arap plakasının Avrasya plakası ile çarpışarak kıta-kıta çarpışmasının meydana geldiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre, bu çarpışma sonucunda Doğu Anadolu ve İnan platformu 2 km yükselmiş, kıta içi birleşme ve K-G yönlü sıkışma-büzülme tektonik rejimi Doğu Türkiye'deki Bitlis Kenet Kuşağı boyunca Geç Miyosen sonu ve Erken – Geç Pliyosene kadar sürmüştür. Erken-Geç Pliyosen'de, sağ yönlü Kuzey Anadolu, Sol yönlü Doğu Anadolu transform fayları ve Anadolu Plakacığı'nın 3 ana neotektonik yapı olarak oluştuğu savunulmuştur. Araştırmacılar, Anadolu Plakacığı'nın Afrika Plakası okyanusal litosferi üzerine batı-güneybatı yönlü kaçma hareketine başladığını, böylece Erken-Geç Pliyosen'den itibaren ilksel sıkışma-büzülme tektonik rejiminin yerini sıkışma-açılma tektonik rejiminin aldığını belirtmişlerdir.

Şengör ve ark. (2003), "Doğu Anadolu Litosfer Mekaniğine Yeni Bir Yaklaşım" isimli çalışmalarında, bölgenin büyük bir kısmında manto litosferinin var olmadığını savunmuşlardır. Bölgenin yüksek topografyasından dolayı ortalama 55 km olduğu bilinen kabuk kalınlığının, 29 istasyon kullanılarak yapılan sismolojik araştırmalarla ortalama ancak 45 km olabileceği ortaya konulmuştur. Araştırmacılara göre, manto litosferi bulunmayan bölüm Üst Kretase-Alt Oligosen yaşlı bir yığılım prizması olan Doğu Anadolu Yığılım Prizması'yla örtülmektedir. Manto litosferinin varolmaması, prizmanın altındaki dalan levhanın kopmasına ve litosferin alt kısımlarının doğrudan astenosferik sıcaklıklara maruz kalıp büyük oranlarda kısmi ergime oluşturmasına bağlanmaktadır. Doğu Anadolu Yüksek Platosu'nun kalın bir kabuk tarafında değil de sıcak manto tarafından dengede tutulduğu öne sürülmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın amacına uygun olarak yürütülen çalışmalar; saha çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere başlıca üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.1. Materyal

2005-2006 yaz aylarında yürütülen saha çalışmaları, tezin amaç ve hedeflerine yönelik olarak Gevaş'ın (Van) batısındaki Altıncağ Köyü yakın çevresinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, 1/25.000 ölçekli Van L49-b₁ ve b₂ paftalarının kapsadığı bir alan içinde yer almaktadır. İnceleme alanında yapılan saha çalışmalarında jeolog çekici, pusula, topografik haritalar ve GPS kullanılmıştır. Bu gereçler yardımıyla inceleme alanındaki litolojik birimlerin sınırları, tektonik hatlar ve yüzeylenmiş cevher zonu belirlenerek 1/25.000 ölçekli haritaya aktarılmıştır. Daha sonra cevherleşmenin bulunduğu alan ve yakın çevresinde, cevherleşmenin tektonikle ilişkisini ve oluşum koşullarını daha detaylı anlamaya yönelik olarak 1/5000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritası hazırlanmıştır. İnceleme alanında gerekli görülen yerlerden kesitler çizilmiştir. Jeoloji haritası yapımı sırasında, uygun görülen yerlerden, inceleme alanındaki birimleri ve cevher zonunu karakterize edebilecek toplam 45 adet kayaç ve cevher örneği sistematik bir şekilde toplanmıştır.

3.2. Yöntem

Araştırmanın amaç ve kapsamı dahilinde mikroskobik incelemeler, jeokimyasal analiz yöntemleri ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler yardımıyla elde edilen veriler ve varılan sonuçlar büro çalışmaları esnasında teze aktarılmıştır.

3.2.1. Mikroskobik incelemeler

Laboratuvar çalışmalarının ilk aşamasında, saha çalışmaları sırasında inceleme alanını karakterize edebilecek şekilde toplanan kayaç örneklerinden, cevherli olanlarından parlak

kesit, cevhersiz olanlarından ise ince kesitler hazırlanmıştır. Bu amaçla Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü incekesit ve zemin mekaniği laboratuvarlarında 23 adet parlak kesit ve 12 adet ince kesit hazırlanmıştır. Kesitler, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’ndeki Gemoloji laboratuvarında, alttan ve üstten aydınlatmalı Leica marka mikroskopta incelenmiştir. Mikroskobik incelemeler sonucunda, Bitlis Masifi Üst Birliği olarak nitelendirilen çalışma alanındaki farklı kayaçların mineralojik ve petrografik özellikleri belirlenmiştir.

3.2.2. Jeokimyasal incelemeler

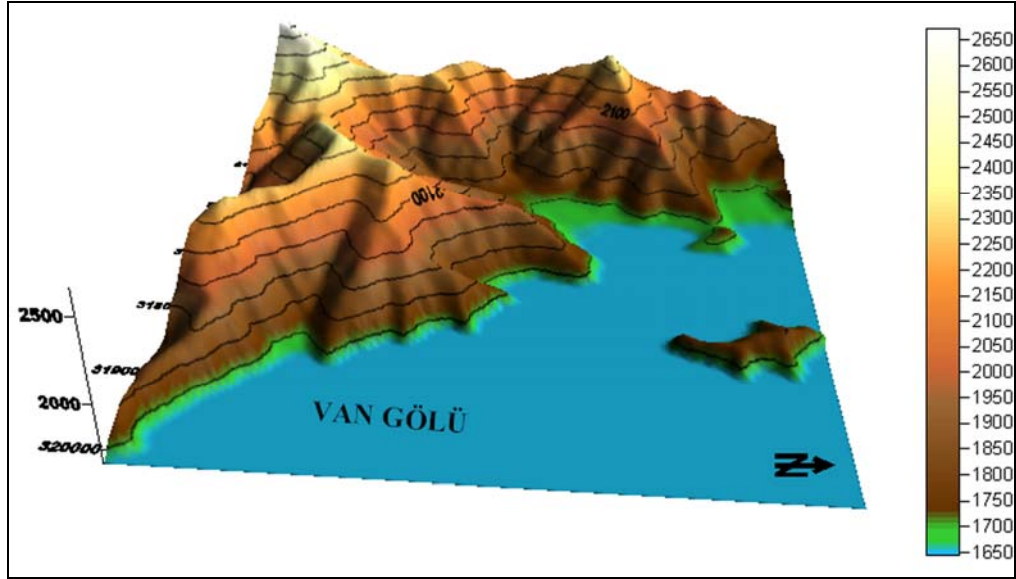
Saha çalışmalarında uygun görülen yerlerden alınan 45 adet kayaç örneğinden 33 tanesinin kimyasal analizleri Kanada’daki ALS CHEMEX laboratuvarında yaptırılmıştır. Kimyasal analizleri yapılan bu 33 örneğin 25 tanesinin major oksit içerikleri XRF-06 yöntemi ile belirlenmiştir. Ayrıca 33 örneğin 48 adet ana ve iz sürücü element içerikleri ICP-AES yöntemiyle belirlenmiştir. Major oksit, ana ve iz element için dedeksiyon limitleri çizelge 4.1; 4.2’de gösterilmiştir.

3.2.3. Uzaktan algılama çalışmaları

Son yıllarda farklı bilimsel alanlarda kullanılan uzaktan algılama çalışmaları, günümüzde jeolojinin alt disiplinlerinde de uygulama alanına sahiptir. Çalışma alanının 1/25.000 ölçekli topografik haritası üzerinden “surfer 8” bilgisayar programı kullanılarak sayısal arazi modeli yapılmıştır. Yapılan bu sayısal arazi modelinden yararlanılarak inceleme alanının üç boyutlu görünümü çıkarılmıştır (Şekil 3.1).

3.2.4. Büro çalışmaları

Çalışma konusu ve çalışma alanı belirlendikten sonra, öncelikli olarak inceleme alanının bulunduğu bölge ve çalışma konusu ile ilgili daha önce yapılan araştırmalar derlenmiştir. Derlenen bu araştırmalar, çalışma esnasında yol göstermesi açısından incelenmiştir. Saha çalışmaları esnasında yapılan jeoloji haritası ve çizilen kesitler “Corel Draw 12” bilgisayar programı yardımıyla dijital ortama aktarılmıştır. Ayrıca saha çalışmaları esnasında elde edilen veriler, jeokimyasal analizlerin değerlendirilmesi, laboratuvar çalışmalarının sonuçları gibi verilerin teze ve bilgisayar ortamına aktarılması büro çalışmaları kapsamında gerçekleştirilmiştir.

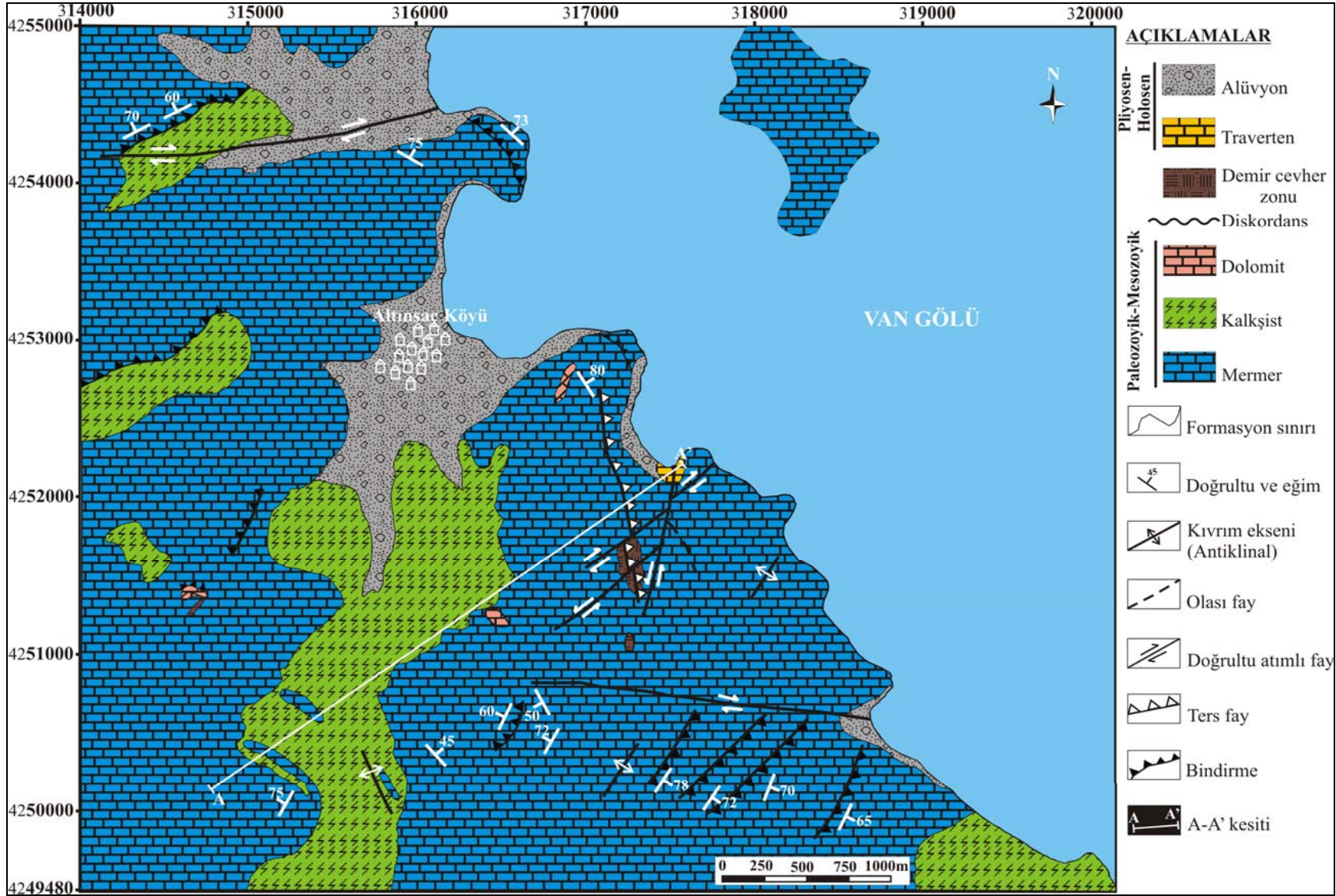


Şekil 3.1. Çalışma alanının üç boyutlu görünümü (sayısallaştırma taban ölçeği: 1/25.000).

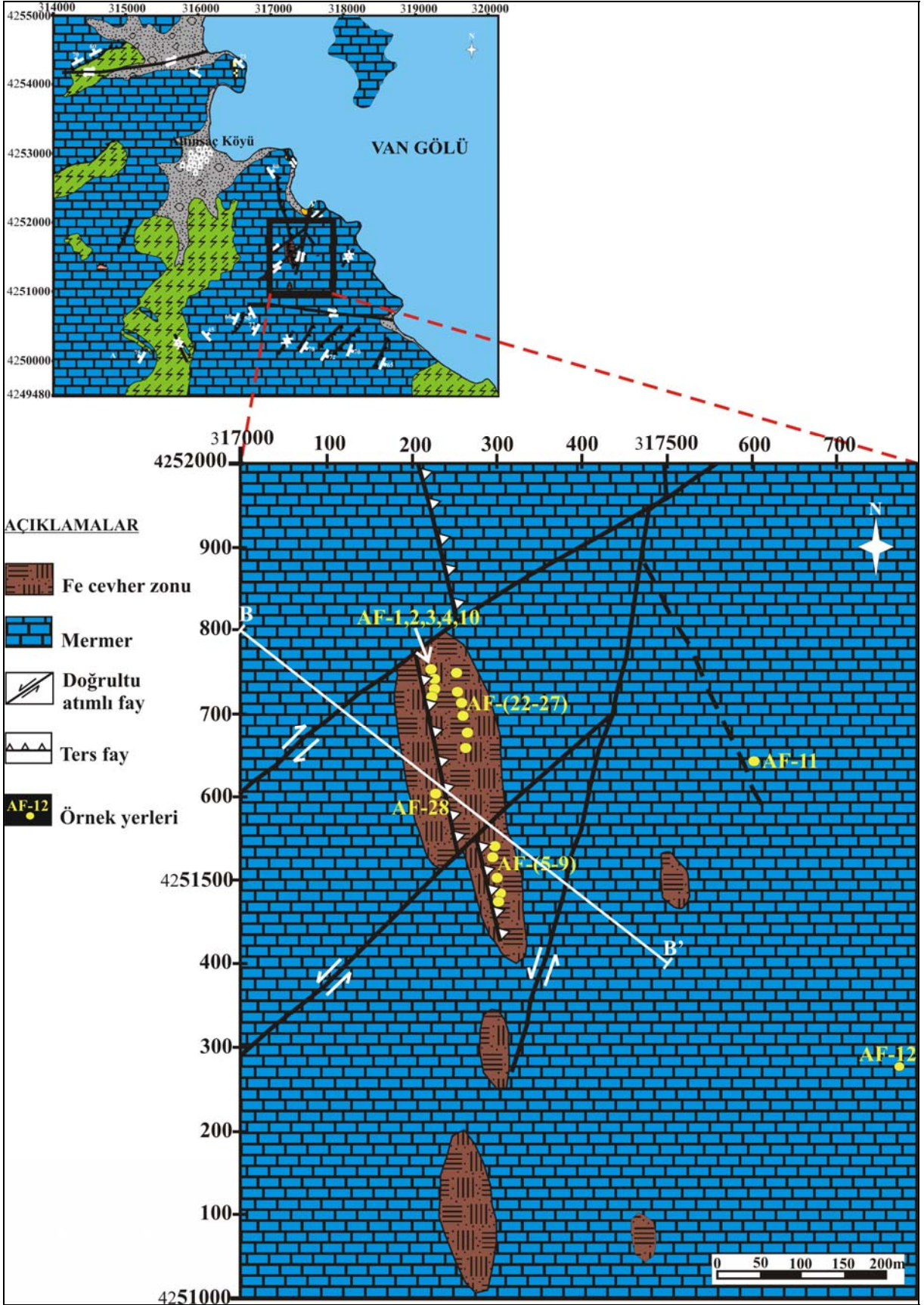
4. BULGULAR

Bir yaz sezonu boyunca sürdürülen arazi çalışmaları ve beraberinde sürdürülen laboratuvar çalışmalarının sonucunda, Bitlis Masifi Üst Birliği (Şengün, 1984) içerisinde yer alan Altınsaç Köyü (Gevaş-Van) ve yakın çevresi araştırılmıştır. Bu araştırma kapsamında inceleme alanındaki litolojik birimlerin jeolojik, jeokimyasal, tektonik özellikleri belirlenerek 1/25.000'lik jeoloji haritasına aktarılmıştır (Şekil 4.1). Çalışma alanındaki formasyon sınırı geçiş dokanakları, kayaçların yapısal, dokusal, mineralojik ve petrografik özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca çalışma alanı içerisindeki cevherli zonun oluşumu, cevherin fay ve bindirmelerle tektonik ilişkisi, cevher-yankayaç ilişkileri ve cevherin jeokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Saha çalışmalarının sonunda cevher zonu ve yakın çevresini kapsayan 1/5.000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritası hazırlanmıştır (Şekil 4.2). Kimyasal analize gönderilmiş örneklerin bu alandaki yerleri ayrıntılı jeolojik harita üzerine işaretlenmiştir. Hazırlanan 1/25.000 ve 1/5.000 ölçekli haritalar üzerinde uygun görülen yerlerden jeolojik kesitler çizilmiştir (Şekil 4.3 ve 4.4).

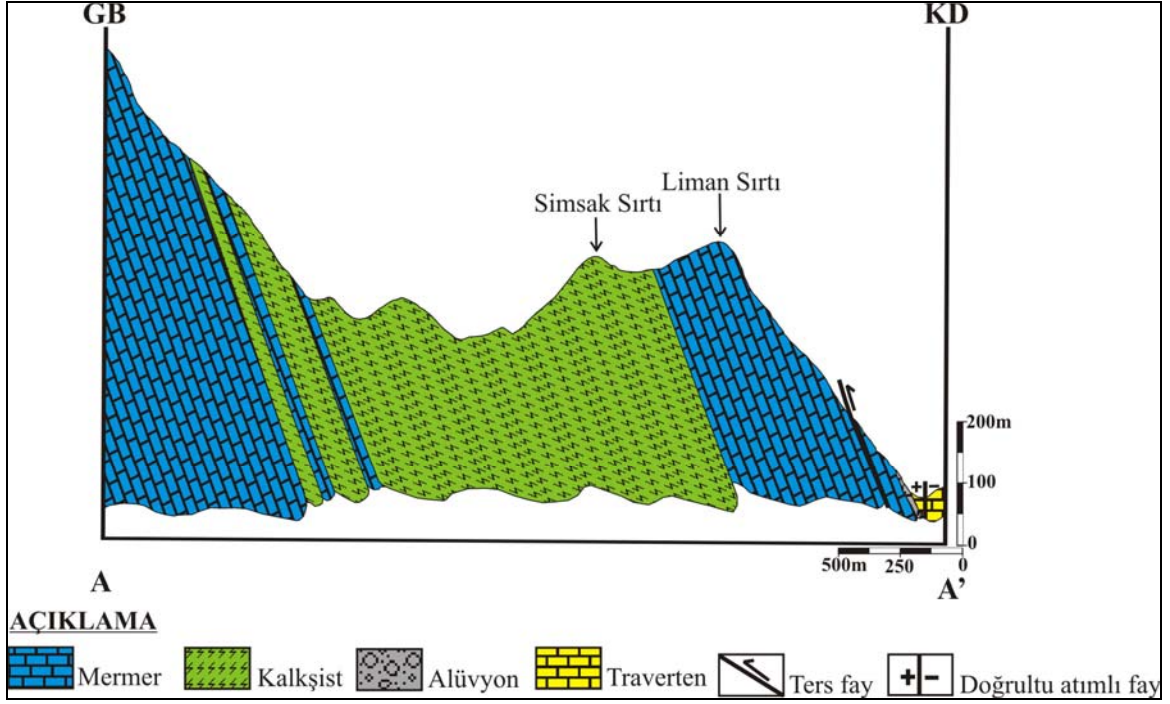
Saha çalışmalarında kolaylık sağlaması amacıyla, 1/25.000 ölçekli L49-b₁ ve b₂ paftalarının bir bölümünü oluşturan çalışma alanı bilgisayar ortamına aktarılmış ve harita üzerindeki eşyüksele eğrileri, kringing yöntemi kullanılarak "surfer 8" bilgisayar programı yardımıyla sayısallaştırılmıştır (Şekil 4.5). Hazırlanan bu sayısal arazi modeli, çalışma alanındaki çizgisel yapılar, faylar, bindirmeler gibi yapısal unsurların tanımlanmasında yardımcı olmuştur. Çalışma sahasının jeolojik haritası bu kabartı haritasının üstüne oturtularak, sahada belirlenen yapısal unsurların kabartı haritasındaki yapısal unsurlarla uyduğu saptanmıştır (Şekil 4.6).



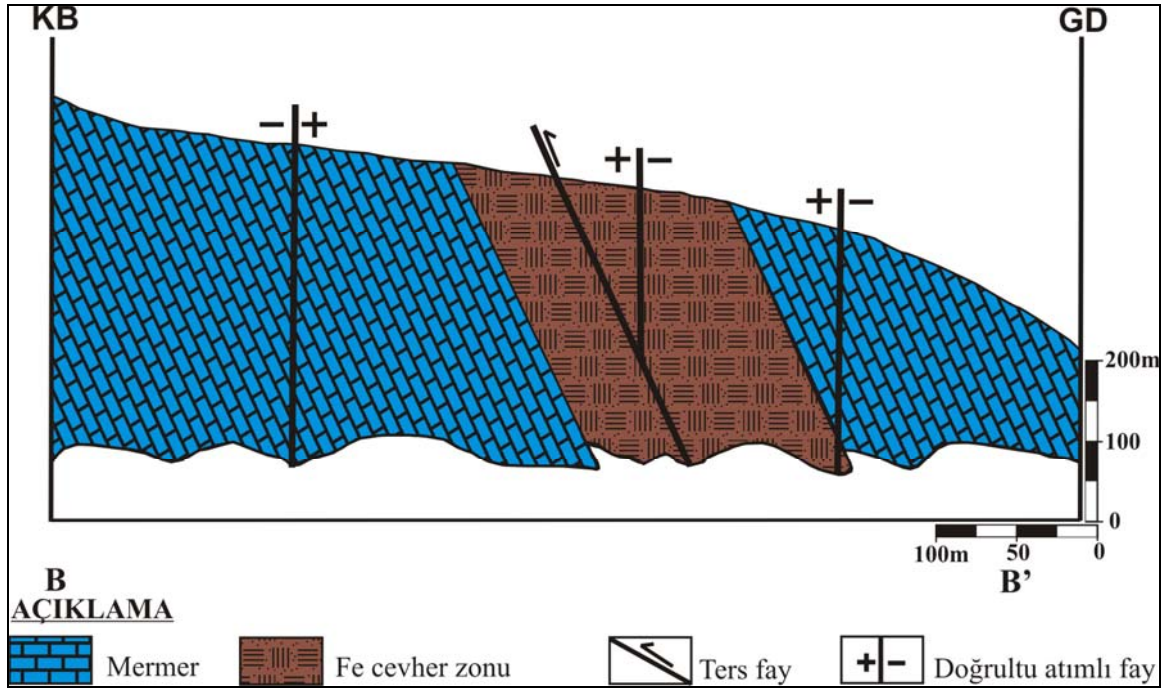
Şekil 4.1. Çalışma alanının 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası.



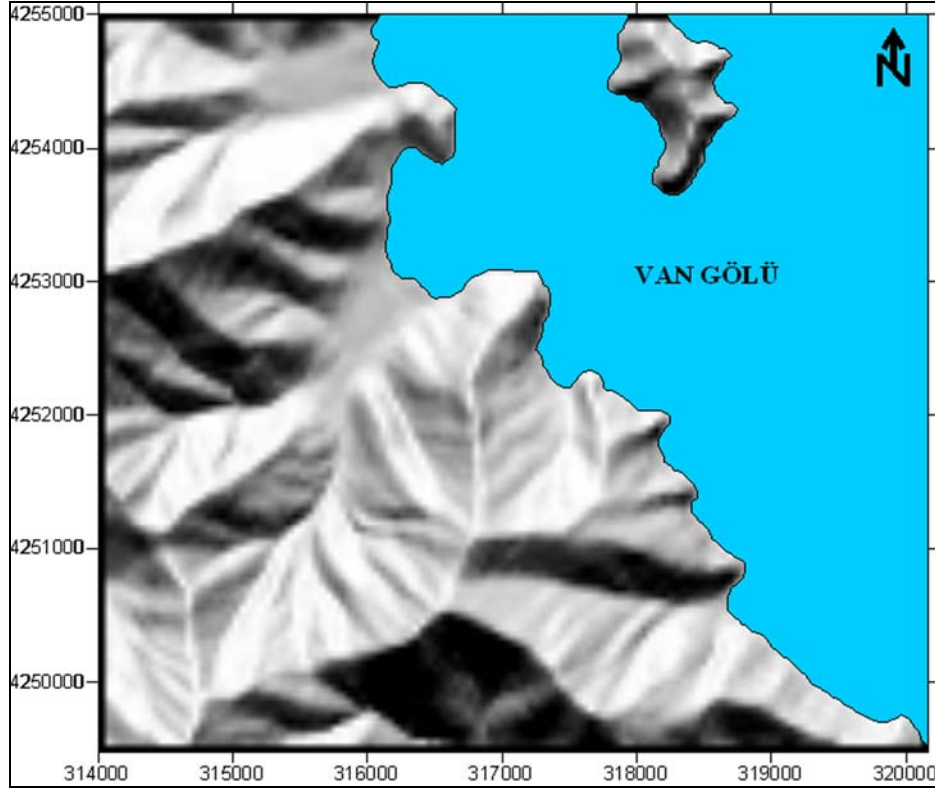
Şekil 4.2. Cevher zonu ve yakın çevresinin ayrıntılı jeolojik haritası.



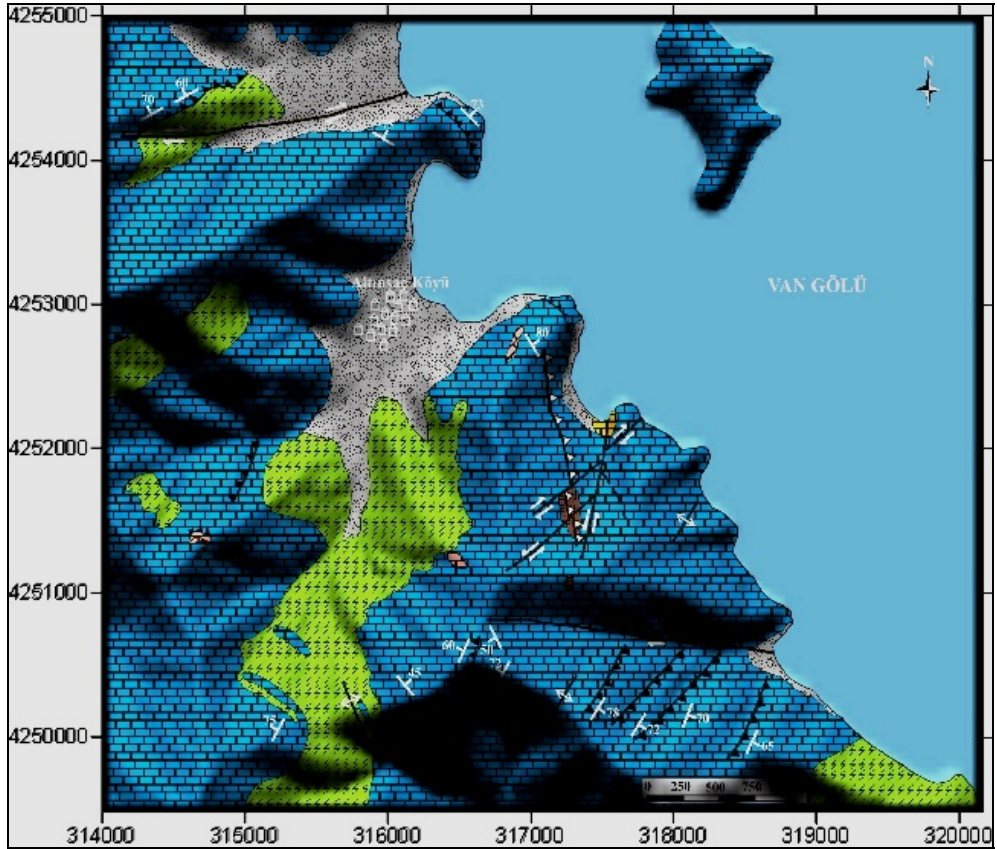
Şekil 4.3. 1/25.000 ölçekli jeolojik harita üzerinden alınan A-A' kesiti.



Şekil 4.4. 1/5.000 ölçekli jeolojik harita üzerinden alınan B-B' kesiti.



Şekil 4.5. Çalışma alanına ait sayısal arazi kabartı haritası (sayısallaştırma taban ölçeği; 1/25.000, yapay ışık kaynak yönü; $K0^\circ$, ışık eğim açısı; 45° , düşey abartma 2).



Şekil. 4.6. Çalışma alanı jeolojik haritasının kabartı haritası ile birlikte görünümü (yapay ışık kaynak yönü; $K0^\circ$).

4.1. Çalışma Alanının Jeolojisi ve Stratigrafisi

Bitlis Masifi yapı ve metamorfizma yönüyle çekirdek ve örtü kayaçları olarak iki litolojik birime ayrılmaktadır (Şengün, 1993). Çalışma alanı, örtü kayaçları (Şengün, 1984) yada epimetamorfik örtü (Yılmaz, 1975) olarak tanımlanan Bitlis Masifi'nin Üst Birlik kayaçları içerisinde bulunmaktadır.

Jeokimyasal analizlerin değerlendirilmesi ve mikroskobik incelemelerin yardımıyla, çalışma alanındaki litolojik birimler birbirinden ayrılmış ve sınıflandırılmıştır. İnceleme alanındaki kayaçlar genel özellikleri bakımından metamorfik kayaçlar, kırıntılı-karbonatlı sedimanter kayaçlar ve güncel çökeller olmak üzere üç ana başlık altında toplanmıştır.

Çalışma alanında gözlenen mermer, kalkşist, dolomitik kireçtaşı, kuvarsit ve yeşilşist metamorfik kayaçlar adı altında; traverten kırıntılı-karbonatlı sedimanter kayaçlar adı altında; alüvyon ise güncel çökeller adı altında toplanarak sınıflandırılmıştır.

İnceleme alanındaki litolojik birimlerin yaşları, konumları, formasyon sınır ilişkileri, formasyon dokanaklarındaki geçiş ilişkileri gibi özellikleri belirlenerek stratigrafik bir kesit üzerinde gösterilmiştir (Şekil 4.7).

BİRİMLER	BİRİMLERİ	BİRİMLERİ	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
ÜST SİSTEM	EOSEN ÇÖKEL BİRİMLERİ	PALEOZOYİK-MESOZOYİK		<p>8: Alüvyon</p> <p>7: Traverten</p> <p>Diskordans</p> <p>5: Mermer içerisinde fay boyunca gelişen demir cevherleşmesi</p> <p>6: Dolomit</p> <p>4: Yeşilşist bantları</p> <p>3: Kuvarsit seviyeleri</p> <p>2: Kalkşist</p> <p>Kalkşist içindeki mermer mercikleri</p> <p>Mermer ve kalkşist içerisinde görülen çeşitli faylar</p> <p>1: Mermer</p>
SİSTEM	TERSİYER	DEVONİYEN-TRİYAS ?		
SERİ	?	Orta-üst Devoniyen - Üst Triyas ?		
	SENZOYİK	PALEOZOYİK-MESOZOYİK		
	KUVATERNER	DEVONİYEN-TRİYAS ?		
	?	Orta-üst Devoniyen - Üst Triyas ?		

ÖLÇEKSİZ

Şekil 4.7. Çalışma alanının geliştirilmiş stratigrafik istifi.

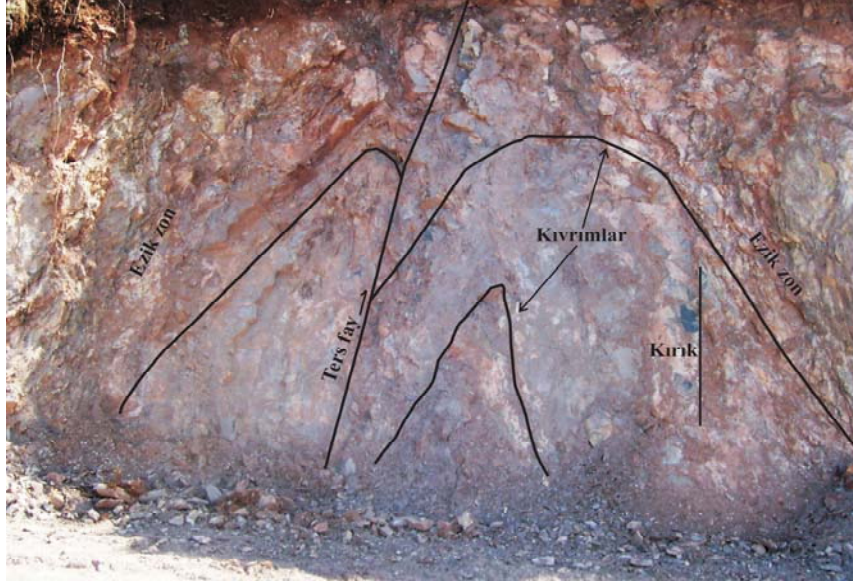
4.1.1. Metamorfik kayalar

Çalışma alanında gözlenen mermer, kalkşist, dolomitik kireçtaşı, kuvarsit ve yeşil-şistten oluşan metamorfik kayalar, oldukça geniş bir yayılım sergilemektedirler. Bitlis Masifi'ndeki önceki çalışmalarda Kotum Grubu adı altında incelenen Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı Üst Birlik (örtü) kayaları, Kuytu, Arpik ve Nasurdağ Formasyonları'na ayrılmıştır (Şengün, 1984). Genel olarak Kuytu Formasyonu fillit ve klorit şistlerden, Arpik Formasyonu kuvars şist, kuvarsit ve kuvarslı mermerlerden, Nasurdağ Formasyonu ise örtünün en üst düzeylerindeki mermer ve dolomitik mermerlerden oluşmuştur (Şengün, 1993).

Çalışma alanının neredeyse tamamına yakın kısmında gözlenen mermer ve kalkşistler, önceki çalışmalarda tanımlanan Bitlis Masifi Üst Birlik kayalarıyla uyum sağlamaktadır. Çalışma alanında bulunan dolomitik kireçtaşları küçük yüzlekler vermektedirler.

4.1.1.1. Mermer

Çalışma alanında gözlenen mermerler (kristalize kireçtaşları), Bitlis Masifi Üst Birlik kayalarının üst seviyelerindeki mermerle aynı özellikleri göstermektedir. El örneklerindeki makroskobik özelliklerine bakıldığında küçük-orta tane büyüklüğünde, saçınımlı bir şekilde beyaz kalsit minerallerinin görülmesine rağmen genelde koyu gri renkli olan mermerler, çalışma alanında masif bir yayılım sergilemektedirler. Üst Kretase sonrasında gelişen Alp Orojenezinin izostatik ve kompressif hareketleri sonucu Bitlis Masifi'nde çeşitli naplar ve bindirmeler gelişmiştir (Türkunal, 1980). İnceleme alanında görülen Bitlis Masifi Üst Birlik kayalarından olan mermer, Alp Orojenezinin esnasındaki kompressif hareketlerin etkisiyle yer yer kendi içerisinde kıvrımlanmış, faylanmış, kırık-çatlaklı bir yapı sergilemektedir (Şekil 4.8). Çalışma alanının bazı yerlerinde, aktif tektonizma etkisiyle oluşan fay ve bindirme düzlemleri boyunca mermer, kırık-çatlaklı, breşik bir yapı kazanmıştır (Şekil 4.9). Çalışma alanının çoğu yerindeki sırtlar boyunca mermer içinde bindirme düzlemleri gözlenmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.8. Mermer içerisindeki faylanma kıvrımlanma ve kırılmalar (G'ye bakış).



Şekil 4.9. Bindirme düzlemi boyunca gözlenen breşik yapı (K'e bakış).

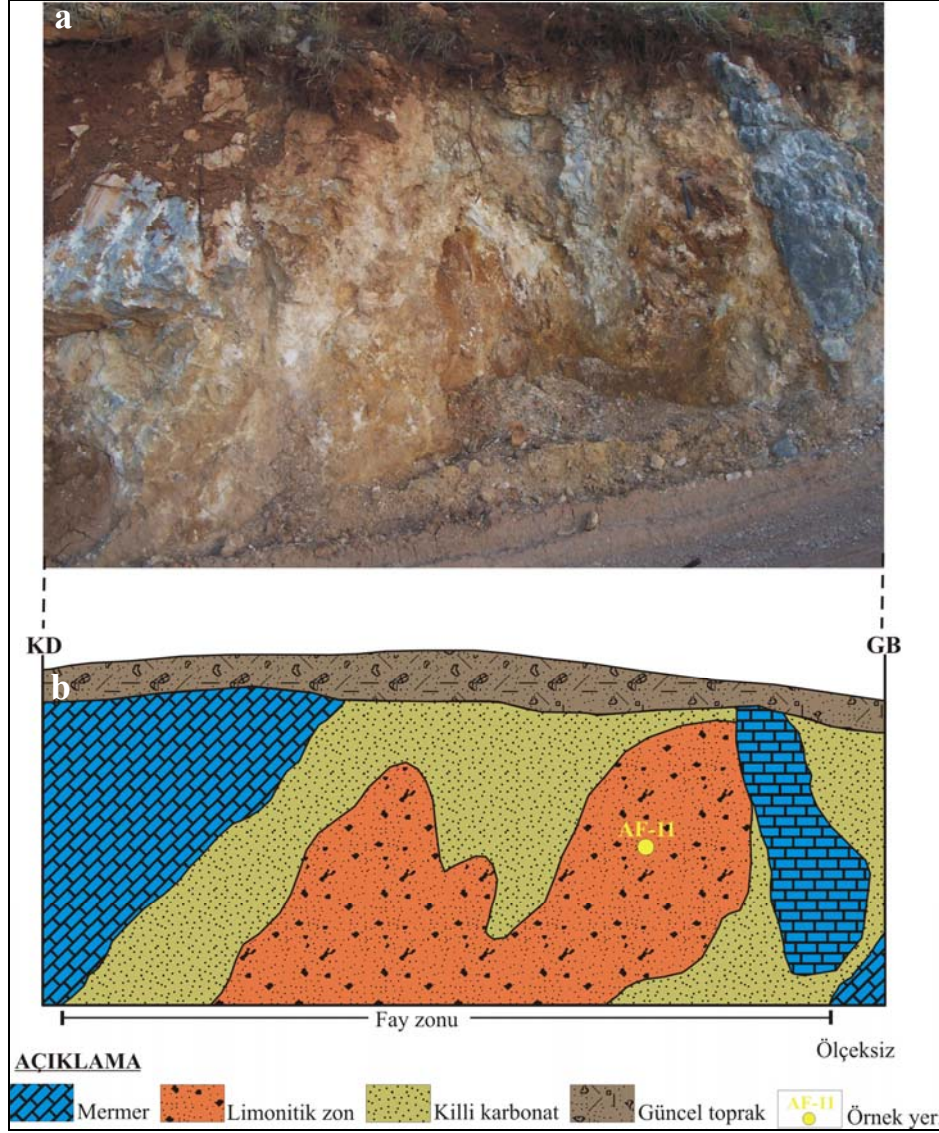


Şekil 4.10. Mermer içerisindeki sırt boyunca gözlenen bindirmeler (D'ya bakış).

İnceleme alanında işletilmekte olan hematit ocağının 120 m güneydoğusunda, mermerin içinde yaklaşık K50D doğrultulu 2,5-3 m genişliğindeki bir fay zonunda aktif tektonizmadan dolayı mermer kırılmış, parçalanmış ve yer yer breşik görünüm kazanmıştır. Buradaki fay zonu içerisinde 3-10 cm çapında köşeli mermer parçaları ve masif mermer blokları gözlenmektedir (Şekil 4.11). Yine mermer birimi içerisinde, hematit ocağının 300-350 m doğusunda yaklaşık K20B doğrultulu 3-4 metre genişliğinde bir fay zonu bulunmaktadır. Bu fay zonunda mermerin bozunmasıyla ezik killi bir seviye oluşmuştur. Ayrıca hidrotermal aktiviteler sonucu, karbonatlı birim (mermer) ve sıcak sulu çözeltilerin etkileşimiyle, belli bir seviye boyunca limonitleşme gerçekleşmiştir. Fay zonunda, yaklaşık 2,5 m boyunca mermerin ezilip bozulmasıyla oluşan ezik killi seviye ve limonitik seviye bulunmaktadır (Şekil 4.12).

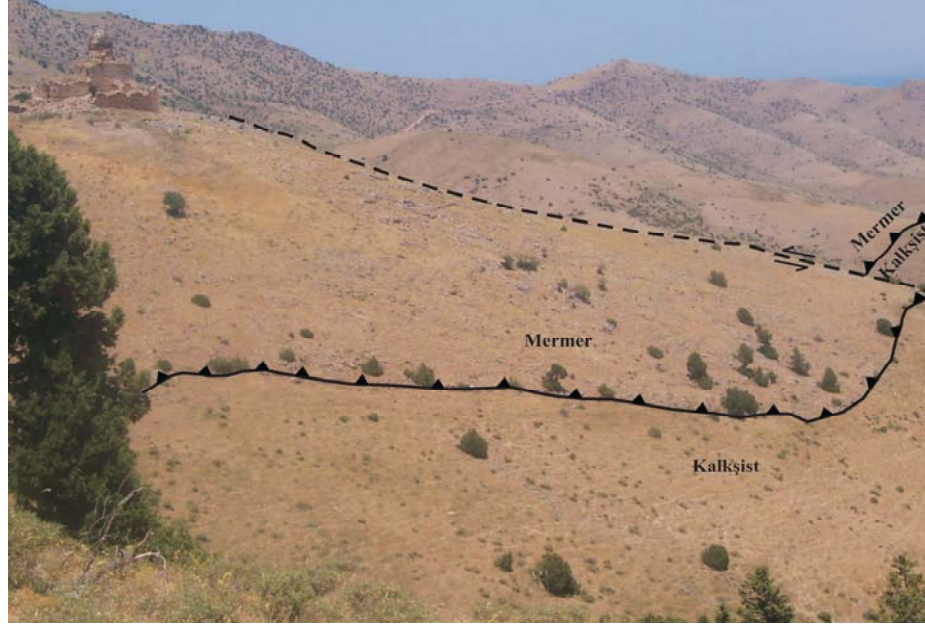


Şekil 4.11. Fay zonu boyunca gözlenen breşik mermerler (G'ye bakış).



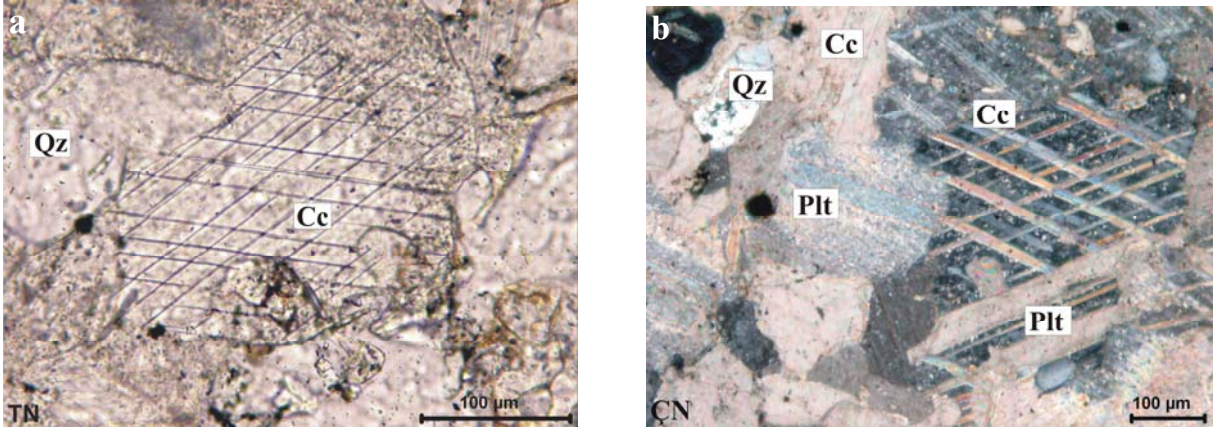
Şekil 4.12. Mermer içinde görülen fay zonundaki limonitleşme ve killeşmenin fotoğrafı (a) ve ölçeksiz kesiti (b).

Bölgedeki aktif tektonizmanın etkisiyle mermer hem kendi içerisinde bindirmeler göstermekte, hem de çalışma alanındaki diğer birimlere çoğu yerde bindirmektedir. Çalışma alanının kuzeybatısındaki Klise Sırtı civarında yaklaşık K70D doğrultulu bir hat boyunca mermer kalkşist üzerine itilmiştir (Şekil 4.13). Buradaki bindirme zonu boyunca, K70D/65⁰KB konumlu mermer, bindirmeden dolayı breşleşmiş ve yer yer silisleşmiştir. Bindirme kontağındaki bazı yerlerde, bindirme düzlemi boyunca hareket eden demirce zengin hidrotermal çözeltilerin sıvamasıyla, hafif kırmızılık mermerin kırık ve çatlak yüzeylerinde gözlenmektedir. Ayrıca çalışma alanının batısındaki Sulürik Tepe civarında K10B doğrultusu boyunca mermer-dolomitik kireçtaşı ilişkisi yine tektoniktir. Buradaki bindirme düzleminin konumu K10B/25⁰GB olarak ölçülmüştür.

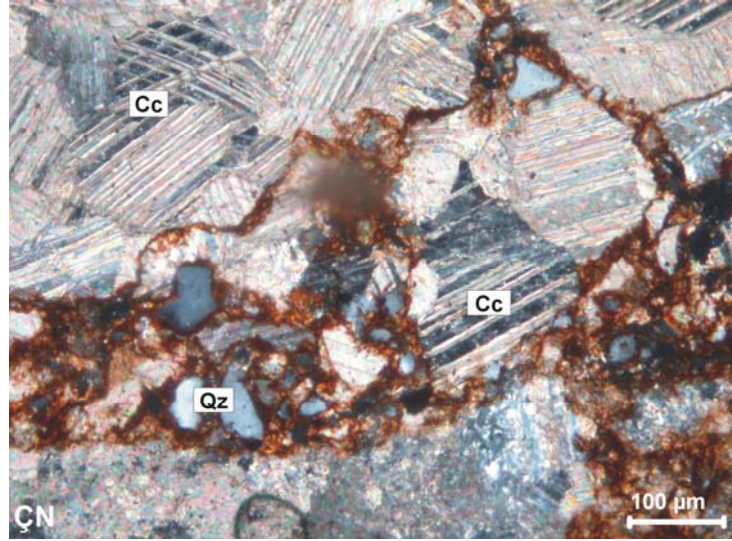


Şekil 4.13. Klise Sırtı civarındaki mermer-kalkşist bindirme sınırı (KB'ya bakış).

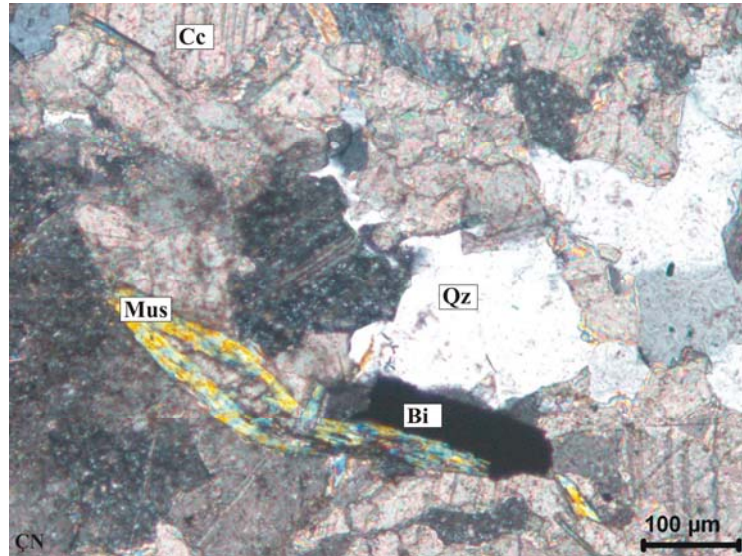
Arazi çalışmaları esnasında alınan örneklerden yapılan incekesitler incelenerek, kayaçların petrografik özellikleri belirlenmiş ve kayaçlar Folk (1962), sınıflamasına göre adlandırılmıştır. Mermerler ana bileşen olarak kalsit minerallerinden oluşmuşlardır. Kalsit mineralleri genel olarak özşekilsiz ve iri taneli olarak görülürler. İncelenen mermerlerdeki kalsitler çoğunlukla özşekilsiz, granoblastik doku gösteren taneler halinde görülürler. Tipik baklava dilinimi olarak bilinen yaklaşık 75° 'lik dar açıyla kesişen çift yönde dilinim izlerine sahip kalsit mineralleri (Şekil 4.14-a), nadiren de olsa polisentetik ikizlenme gösterirler (Şekil 4.14-b). Çalışma alanının bazı yerlerinden alınan mermerlerde kataklazma etkisiyle breşleşme açıkça görülmektedir (Şekil 4.15). Mermerin mineral parajenezi kalsit \pm kuvars \pm muskovit \pm biyotit olarak belirlenmiştir (Şekil 4.16). Mermer kesitlerinde mermerin karakteristik dokusu olan granoblastik doku görülür. Ancak breşleşmenin etkin olduğu bir kesitte mörter doku tanımlanmıştır. İnceleme alanından alınan mermerlerin bazı kesitlerinde kuvars %10'un üzerinde görülmüştür. Kuvars, bazı kesitlerde kalsitin içinde kapanım halinde görülürken, özellikle kataklazma etkisi görülen bazı kesitlerde ise çatlaklar boyunca gözlenmektedir. Muskovit ve biyotit mineralleri genel olarak mermerin içindeki çatlaklar boyunca, bazı kesitlerde ise yönlenmiş olarak görülürler.



Şekil 4.14. Kalsitte (Cc) gözlenen a) tipik baklava dinlimi izleri ve b) nadiren rastlanan polisentetik ikizlenme (plt) (Qz: Kuvars, TN: Tek nikol, ÇN: Çift nikol).



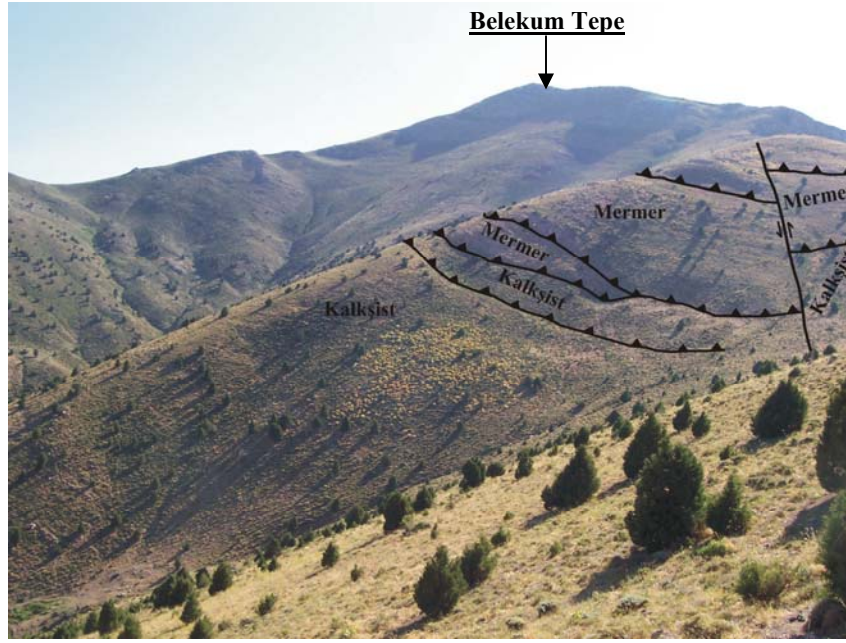
Şekil 4.15. Mermer kesitlerinde gözlenen breşik doku (Qz: Kuvars, Cc: Kalsit, ÇN: Çift nikol).



Şekil 4.16. Mermerin mineral parajenezi (Cc: Kalsit, Qz: Kuvars, Mus: Muskovit, Bi: opaklaşmış biyotit, ÇN: Çift nikol).

4.1.1.2. Kalkşist

Çalışma alanında mermerden sonra en çok bulunan birim olan kalkşist, çoğu yerde mermerle bindirmeli bir sınır ilişkisi sergilemektedir (Şekil 4. 13 ve 17). Arazinin genelinde mermer kalkşist üzerine itilmekte olup bazı yerlerde mermer kalkşist bindirme kontağında breşleşme açıkça görülebilmektedir.

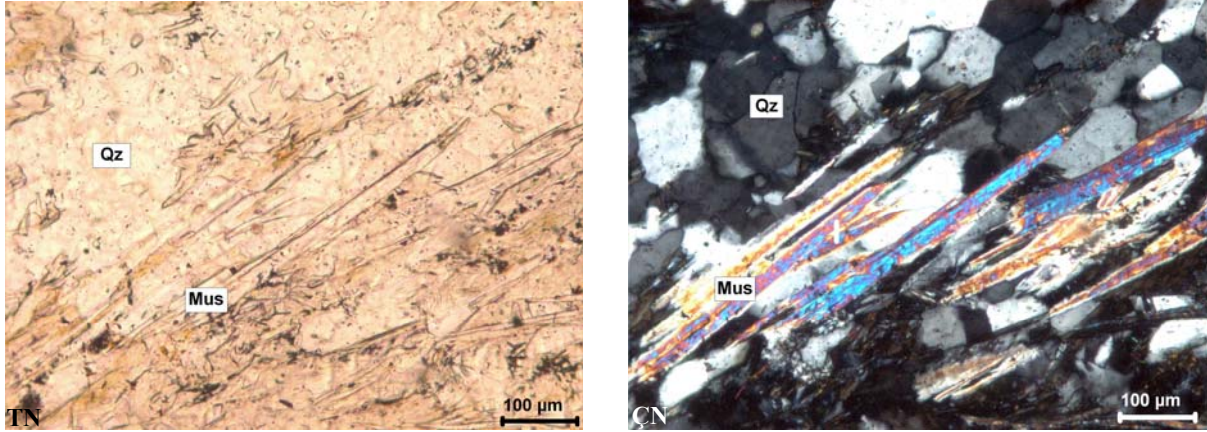


Şekil 4. 17. Belekum Tepe'nin Kuzeydoğusunda mermerin kalkşist üzerine itilmesi ve faylanma (GB'ya bakış).

Genel olarak kalkşistler gelişigüzel yüzlekler vermektedir. Ancak Altınsaç Köyü'nün üzerinde bulunduğu alüvyondan başlayarak Belekum Tepe'ye doğru yaklaşık K-G doğrultulu, 0,5–1,3 km aralığındaki genişliğe sahip düzenli bir yayılım da gözlenmektedir. Özellikle bu kısımda ve çalışma alanındaki diğer kalkşistler içerisinde yer yer 10-100 m aralığındaki genişliklere ve 50-350 m aralığındaki uzunluklara sahip farklı boyutlarda mermer bant ve mercikleri bulunmaktadır. Killi-karbonatlı kayaçların bölgesel metamorfizması sonucu oluşan kalkşistler (Erkan, 1998); ince taneli, yeşil ve açık kahve renkli minerallerin çoğunlukta olduğu, yönelme gösteren, tipik bir şist dokusu göstermektedir.

Kalkşist örneklerinin incekesitlerine bakıldığında, sıkışma rejiminden dolayı oluşmuş kataklazma izleri açıkça görülmektedir. Kataklazma etkisiyle, kuvarslar kırılıp parçalanmış küçük taneler halinde ufalanmıştır. Ayrıca muskovitlerde kıvrımlanma, yönelme gibi deformasyon izleri belirlenmiştir. Kalkşist içerisindeki yapraksı pulsu biçimlere sahip muskovit, biyotit, klorit, epidot gibi mineraller belirgin yönelme göstermektedirler (Şekil

4.18). Lepidoblastik dokuya sahip bir örnek dışındaki tüm kalkşist kesitlerinde lepidogranoblastik doku hakimdir. Kalkşist örneklerinin petrografik incelenmesi sonucu kuvars + kalsit + muskovit ± epidot ± klorit ± biyotit ± sfen ± kloritoyid mineral parajenezi belirlenmiştir.



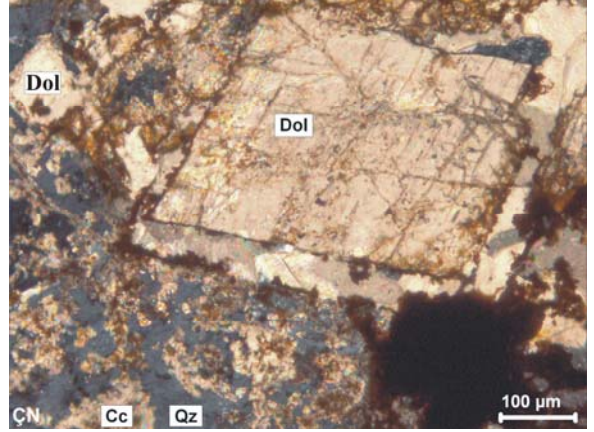
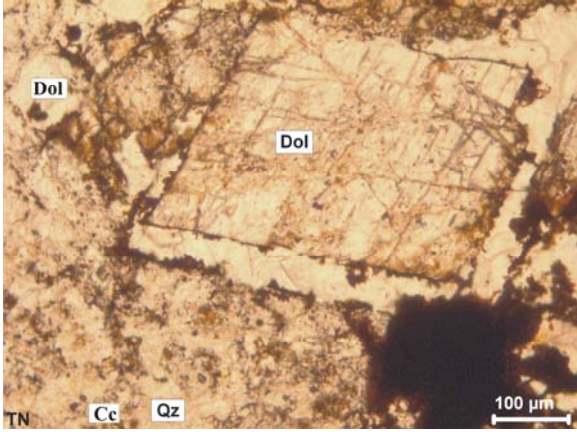
Şekil 4.18. Kalkşist içerisinde görülen muskovitlerdeki (Mus) belirgin yönlenme (Qz: Kuvars, TN: Tek nikol, ÇN: Çift nikol).

4.1.1.3. Dolomitik kireçtaşı

Çalışma alanının bazı yerlerinde, masif mermer içerisinde 40x150 m boyutlarına kadar varabilen küçük ölçekli dolomitik kireçtaşı mercekleri bulunmaktadır. Dolomitik kireçtaşı, mermerden sarımsı rengiyle ayırt edilebilmektedir. Çalışma alanının batısındaki bir dolomitik kireçtaşı merçeğinin mermerle sınır ilişkisi tektonik olup, mermer dolomitik kireçtaşına K10B doğrultusu boyunca GB'ya doğru yaklaşık 35⁰'lik bir açıyla bindirmekte ve bindirme zonu boyunca breşleşme gözlenebilmektedir (Şekil 4.19). Petrografik incelemelerle dolomitik kireçtaşı kayacının, ana mineral olarak dolomit mineralini içerdiği saptanmıştır. Bu dolomit mineralleri özşekilli oluşlarıyla kalsitten ayırt edilebilmektedir. Dolomitik kireçtaşının mineral parajenezinde kalsit ve kuvars mineralleri de gözlenmiştir (Şekil 4.20). Dolomitik kireçtaşı kesitlerinin heteroblastik dokuya sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca dolomitik kireçtaşı birimi içerisinde, hidrotermal sıvıların karbonat getirimi sonucu oluşmuş, yaklaşık 1x2 m ebatlarında kalsit damarları gözlenmektedir (Şekil 4.21).



Şekil 4. 19. Mermer-dolomitik kireçtaşı bindirme dokanağı (KB'ya bakış).



Şekil 4.20. Özşekilli dolomit (Dol) minerali (Cc: Kalsit, Qz: Kuvars, TN: Tek nikel, ÇN: Çift nikel).



Şekil 4.21. Dolomitik kireçtaşı içerisinde oluşmuş kalsit damarı.

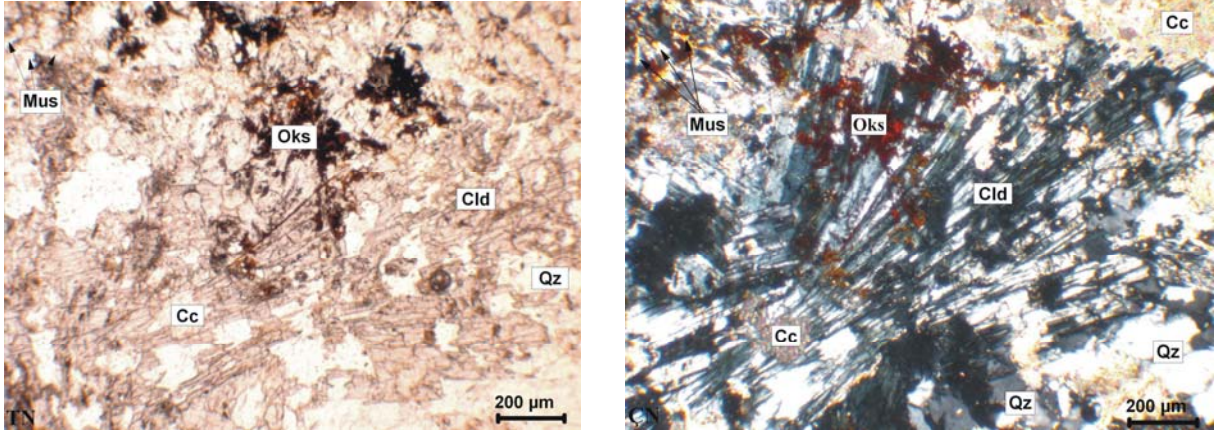
4.1.1.4. Kuvarsit

Çalışma alanındaki kalkşistler içerisinde yaygın bir şekilde silisçe zengin kuvarsit seviyeleri gözlenmiştir. Bu birim kalkşistin içerisinde 3-10 m kalınlıktaki bantlar halinde, büyük bloklar halinde ve 50x150 m'ye kadar varabilen yüzlekler halinde düzensiz bir şekilde görülmektedir. Buradaki kuvarsit seviyeleri 1/25.000 ölçekli haritaya işlenemeyecek kadar küçük ebatlı yüzlekler verdiği için, inceleme alanının jeolojik haritasına işlenmemiştir.

4.1.1.5. Yeşilşist

Kalkşistlerin içerisinde 1-5 m aralığında değişen kalınlıklarda gözlenen yeşilşist bantları jeolojik haritaya işlenmemiştir. Çalışma alanındaki yeşilşistler çabuk ayrışma özelliğine sahip olduğundan çoğu yerde aşınarak mostrası kaybolmuş veya şist bandının geçtiği istikamet derinleşmiştir. Bu birim ince taneli çok belirgin bir dizilim gösteren yeşil minerallerin (epidot, klorit gibi) çoğunlukta olduğu tipik şist dokusu göstermektedir. Kuvarslarda kataklazma etkisi gözlenmektedir. Belirgin yönlenme gösteren Yeşilşist örneklerinin incekesitlerinde nadiren de olsa çift nikolde ışınal görünüme sahip, yelpaze

şekilli kloritoyid minerali gözlenmiştir (Şekil 4.22). Kesitlerde lepidoblastik ve lepidogranoblastik dokuları belirlenmiştir.



Şekil 4.22. Yeşilist içerisinde gözlenen kloritoyid (Cld) ve demir oksit (Oks) mineralleri (Mus: Muskovit, Cc: Kalsit, Qz: Kuvars, TN: Tek nikol, ÇN: Çift nikol).

4.1.2. Kırıntılı-karbonatlı sedimanter kayaçlar

İnceleme alanının küçük bir kısmını kapsayan kırıntılı-karbonatlı sedimanter kayaçlar, fay zonları boyunca hareket eden sıcak sulu çözeltilerin karbonat getirimiyle oluşmuş travertenden ibarettir. Kırıntılı-karbonatlı sedimanter kayaçlardan olan traverten, çalışma alanında Kuvaterner yaşlı alüvyondan sonraki en genç birimdir.

4.1.2.1. Traverten

Çalışma alanında bulunan sol yönlü doğrultu atımlı bir fay boyunca gözlenen traverten, küçük bir alanı kaplamaktadır. Bu birim Van Gölü Kıyısı'ndaki düşük kotlarda gözlenmektedir. Travertenin, fay zonları ve kırıklar boyunca hareket eden sıcak sulu çözeltilerin karbonat getirimi ve çökeltilmesi sonucu oluştuğu düşünülmektedir.

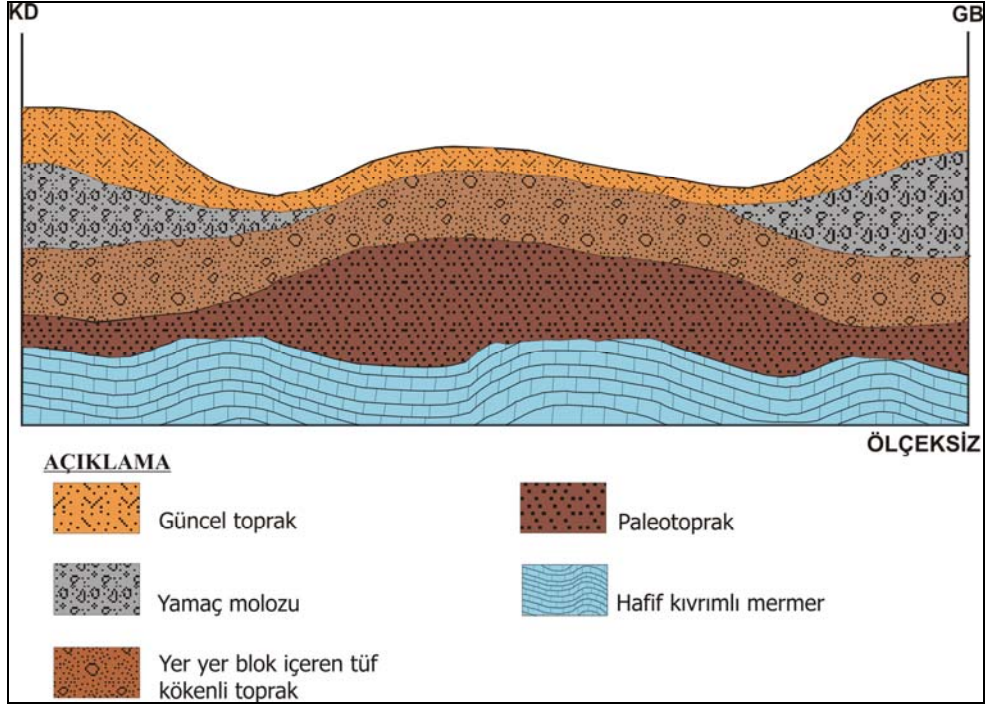
4.1.3. Güncel çökeller

İnceleme alanında Van Gölü Kıyısı ve dere yataklarının oluşturduğu vadiler boyunca yaygın bir şekilde gözlenen güncel çökeller, genel olarak alüvyondan ibarettir. Alüvyonun dışında, özellikle dere yatakları boyunca haritalanamayacak kadar küçük ölçeklerde yamaç molozu ve tuf kökenli toprak gözlenmektedir (Şekil 4.23). Çalışma alanındaki bazı vadiler boyunca gözlenen, hafif dışbükey paleotoprak üzerine, Nemrut Kalderası'nın patlaması esnasında rüzgar aracılığıyla taşınarak gelip çökelen tuf, zamanla topraklaşarak tuf kökenli toprak oluşmuştur (Yrd. Doç. Dr. Mustafa Karabıyıkoglu'nun kişisel görüşü). Daha sonra mermer ve kalkışist kayaç parçalarından oluşmuş moloz akıntısı yamaçlardan dökülerek, tuf kökenli toprağın kenarlarına ve kısmen de içerisine yerleşmiştir. Yamaç molozunun tuf kökenli toprağın kenarlarında sık, içerisinde kenarlara oranla daha az görülmesi, tufün çökeli esnasında da bazen moloz akıntısının gerçekleştiğini göstermektedir.

4.1.3.1. Alüvyon

Genel olarak göl kıyısında gözlenen alüvyon, bazı yerlerde dere yataklarının oluşturduğu vadiler boyunca da gözlenmektedir. Bölgede sarp yamaçların yaygın olması nedeniyle, temel kayalardan kopup gelen parçaların oluşturduğu yamaç molozu, bu çökellerin içerisinde çoğu yerde gözlenmektedir. Özellikle kıyıda çökelmiş alüvyonların, bazı yerlerinin Nemrut Kalderası'ndan kaynaklandığı düşünülen pomza içermesi bu birimin oldukça genç bir çökel olduğunu göstermektedir.

Çalışma alanındaki alüvyonlar kendi içerisinde iri, orta ve ince taneli malzemelerden oluşan bantlar halinde çökelmiştir (Şekil 4.24). Birim içerisinde 0,1-3 cm çap aralığında değişen yuvarlaklaşmış taneler, 3-10 cm çaplarında çoğu yuvarlaklaşmış, kısmen de köşeli olan taneler ve 10 ile 25-30 cm aralığında değişen ebatlarıyla, çoğu yamaç molozu olan köşeli-yarı köşeli malzemeler bulunmaktadır.



Şekil 4.23. Çalışma alanında yamaç molozu ve paleotoprağın görüldüğü bir vadinin enine kesiti.



Şekil 4.24. İnceleme alanındaki yaygın güncel çökellerden alüvyonun genel görünümü.

4.2. Jeokimya

4.2.1. Giriş

Saha çalışmalarında uygun görülen yerlerden toplam 45 adet kayaç ve cevher örnekleri alınmıştır. Bu örneklerin 33 tanesinden kimyasal analizler yaptırılmıştır. Bu 33 örnekten tümünün ana ve iz element içerikleri ICP-AES yöntemi ile belirlenirken (Çizelge 4.1), 25 tanesinin major oksit içerikleri XRF yöntemi ile belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

4.2.2. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Çalışma alanında bulunan demir cevherleşmesi, oluşum zamanı ve mineral içeriği bakımından farklılıklar gösteren iki ayrı zondan oluşmaktadır. Bunlardan alt zon; nispeten derinde bulunan, hidrotermal aktiviteler sonucu çeşitli fay zonları ve kırık-çatlaklar boyunca gelişen hematit damar ve damarcıklarından, üst zon ise; hematit damar ve damarcıklarının üzerinde bulunan ve karstlaşmaya bağlı olarak oluşmuş limonit cevherleşmelerini kapsamaktadır.

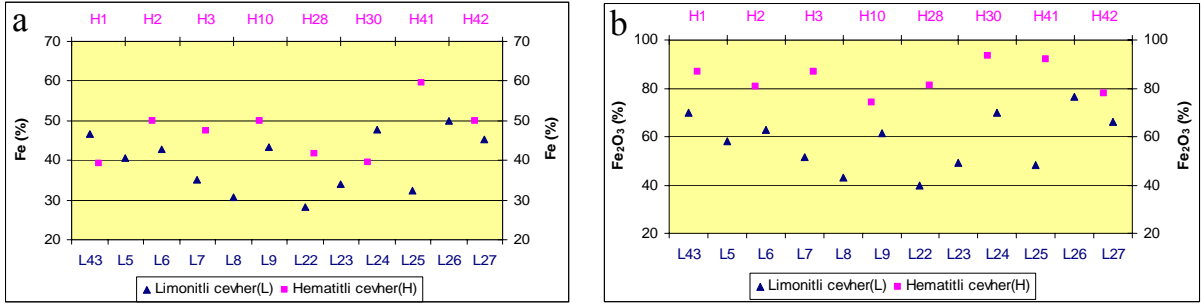
Kimyasal analiz sonuçlarına göre cevherli örneklerin Fe içerikleri %28 ile %60 arasında değişirken, Fe içeriğinin ortalaması yaklaşık %41 olarak saptanmıştır. Üst zondan alınan limonitli örneklerin Fe içeriklerinin alt zondan alınan hematitli örneklere oranla genel olarak daha düşük olduğu saptanmıştır (Şekil 4.25-a). Cevher zonuna yakın yankayaçlarda Fe oranı kısmen yüksektir (Çizelge 4.1). Saha gözlemleri esnasında, çalışma alanının birçok yerinde yüzeydeki kayaçların kırık çatlaklarında hematit sıvamaları gözlenmiştir. Cevherli örneklerin Fe₂O₃ içerikleri; alt zondan alınan hematitli örneklerde %74 ile %93 arasında (ortalama %84), üst zondan alınan limonitli örneklerde ise %40 ile %70 arasında (ortalama %58) değişmektedir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.25-b).

Altınsaç demir cevherleşmesine ait örneklerin eser element dağılımları incelendiğinde Pb ve Zn metalleri limonit ve hematitçe zengin örneklerde belirgin bir değişiklik göstermemektedir. Ancak çok belirgin olmasa da, özellikle limonitli üst zonda Pb-Zn zenginleşmelerinde ters orantılı bir dağılım olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.26). Pb değerinin daha yüksek olduğu gerek limonitli üst zonda gerekse de hematitli alt zonda Zn'nin düşük değerler göstermesi; çözünürlükleri farklı olan bu iki elementten, çok daha hareketli olan Zn'nin ortamdan uzaklaşarak azaldığını göstermektedir. Zn'nin yüksek değerler

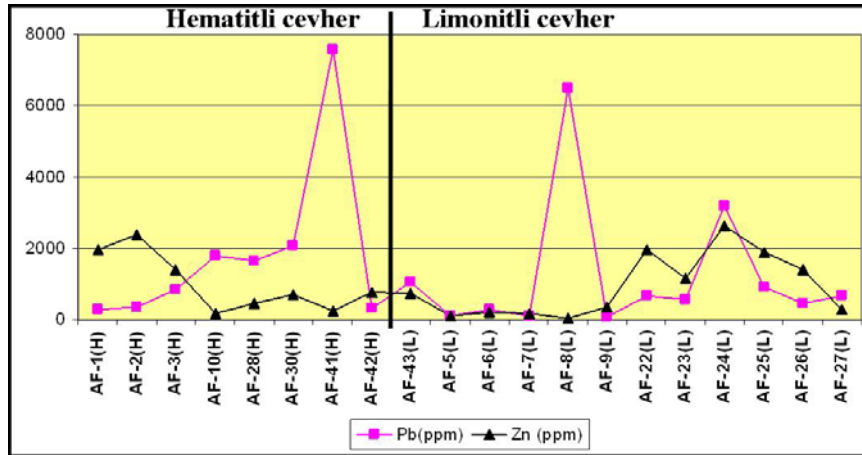
gösterdiği örneklerin Cd içeriği de yüksektir. Kadmiyum (Cd) Zn'nin kristal kafesine girdiğinden, Zn ile Cd arasında pozitif bir korelasyon gözlenmektedir (Şekil 4.27). Cevherli örneklerin Cu içerikleri hematitli alt zonda, limonitli üst zona oranla düşük değerlerde gözlenmektedir (Şekil 4.28-a). Cu ile Fe cevherli örneklerde ters orantılı bir dağılım göstermektedirler (Şekil 4. 28-b).

Analize gönderilen örneklerin Ag içerikleri genel olarak düşüktür. Ancak Pb ve Zn içeriği yüksek olan örneklerde Ag'nin de kayda değer bir yükselme gösterdiği gözlenmektedir. Bununla birlikte Ag ile Pb arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır (Şekil 4.29). Cevherleşmede görülen iz elementlerden Mo, W ve Sb hematitli alt zonda yüksek, limonitli üst zonda ise nispeten düşük değerlerde gözlenmektedir (Şekil 4.30). Mo limonitli örneklerde ortalama %8 ppm iken, hematitli örneklerde bu değer % 33 ppm'e kadar yükselmektedir. Mo yüksek çözünürlüğe sahip bir element olduğundan hidrotermal aktiviteler esnasında, ortama taşındığı ve demirle beraber fay, kırık ve çatlaklarda zenginleştiği düşünülmektedir.

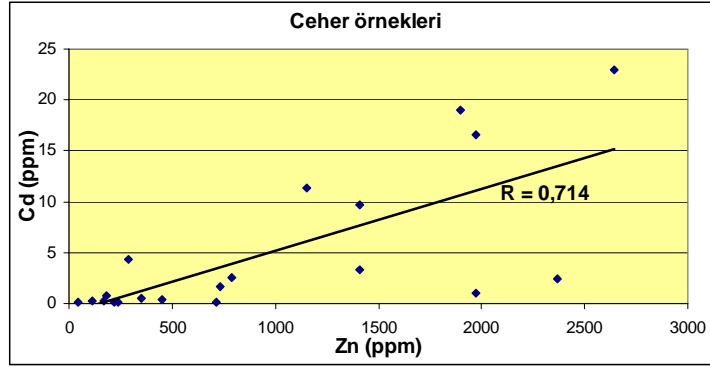
Örneklerdeki arseniğin üst ve alt zonlarda bulunma oranındaki belirgin fark göze çarpmaktadır (Şekil 4.31-a). Arsenik (As), üst zondan alınan limonitli örneklerde 5.900 ile 10.000 ppm'in üzerindeki değerler arasında değişirken, alt zondan alınan hematitli örneklerde (7.700 ppm As içerikli AF-42 örneği hariç) 957-3480 ppm arasında değişen değerler göstermektedir (Çizelge 4.1). Arsenik sulu Fe oksitlerin üzerinde kolaylıkla emilebilmektedir (Akçay, 2002). Cevherleşmeye ait örneklerin As içeriğinin üst zonda yüksek olması, As'nin sulu ortamda zenginleştiğini göstermektedir. Limonitik üst zonun stronsiyum (Sr) içerikleri arseniğe benzer şekilde yüksek olup ortalama 161 ppm değerine sahiptir. Buna karşın alt zonda gözlenen hematitli örneklerde Sr 100 ppm'in altında (ortalama 28 ppm) değerler sunmaktadır (Şekil 4.31-b). Sr'nin limonitli üst zonda yüksek değerler sunması, Sr'nin kalsitin kristal yapısına girmesiyle açıklanabilir. Altınsaç Fe cevherleşmesine ait örneklerin Th içerikleri limonitli üst zonda hematitli alt zona göre yüksek değerlerde gözlenmektedir (Şekil 4.32). Cevherli örneklerin genelinde düşük bir Au içeriği gözlenmektedir. Limonitli üst zon ile hematitli alt zondan alınan örneklerin Au içeriğinde belirgin bir fark olmasa da, Au'nun limonitli üst zondan alınan örneklerde nispeten yüksek olduğu yadsınamaz (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.33-f). Ayrıca üst zondan alınan limonitli örneklerin Ba, P, S, Al ve V içerikleri de alt zondan alınan hematitli örneklere oranla genel olarak yüksektir (Şekil 4.33-(a-e)). Analiz sonuçlarında genel bir değerlendirme yapılmış ve üst zonda nispeten yüksek olan Au, Al, As, Ba, Cu, P, S, Sr, Th ve V'a karşın, önemli iz sürücü elementlerden Mo, W ve Sb'nin alt zondaki hematitli örneklerde daha zengin olduğu saptanmıştır.



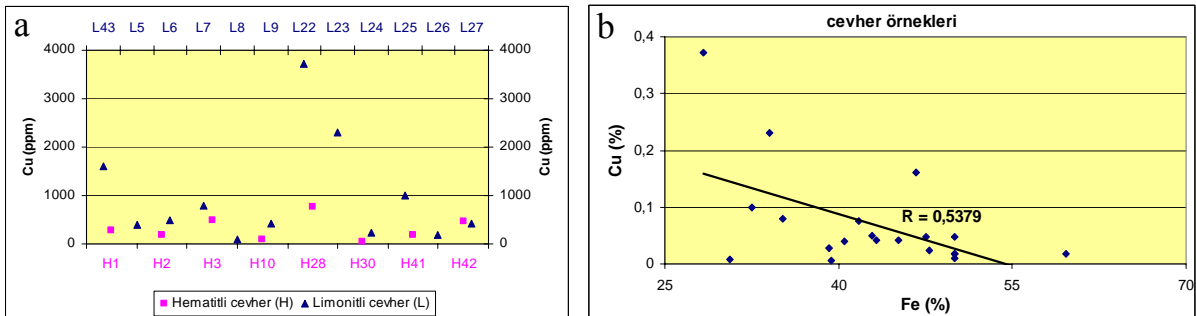
Şekil 4.25. Alman cevher örneklerinin a) Fe ve b) Fe₂O₃ içerikleri (H: Hematit, L: Limonit).



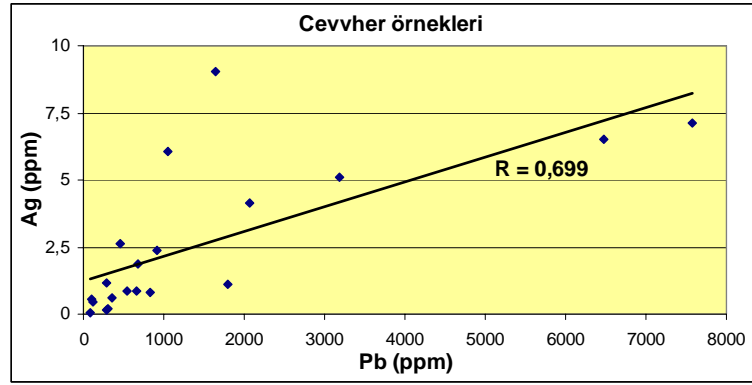
Şekil 4.26. Altınsaç Fe cevherleşmesine ait örneklerin Pb ve Zn içerikleri.



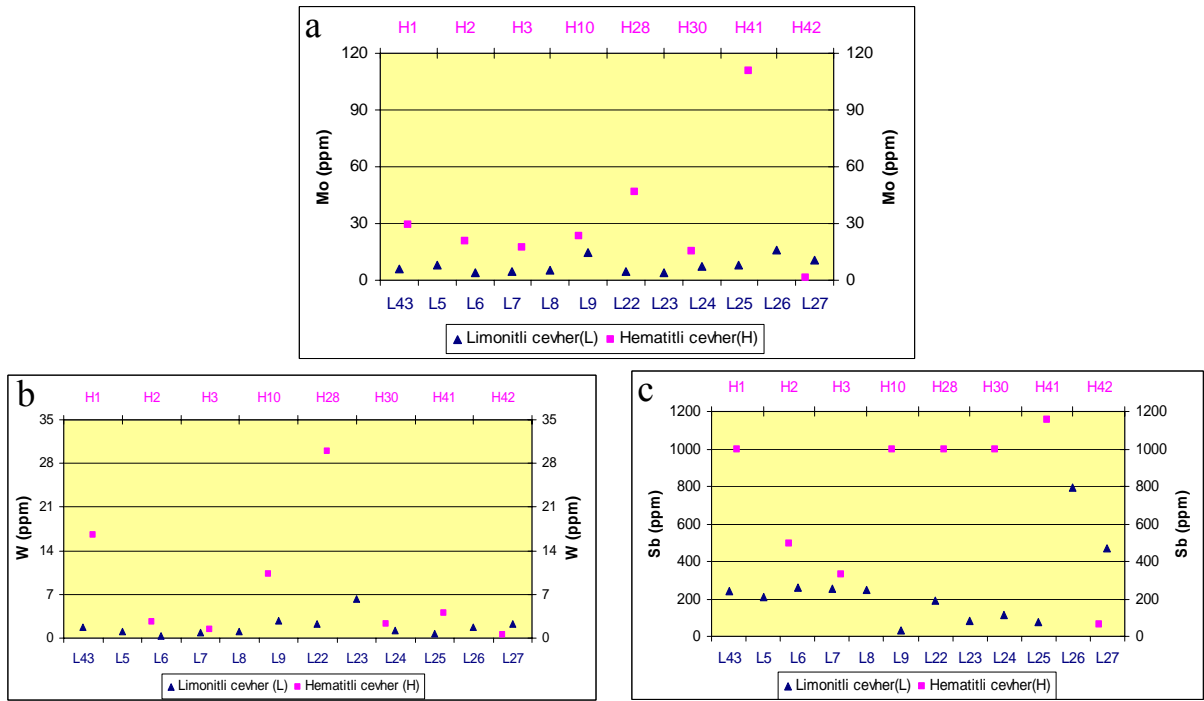
Şekil 4.27. Cevher örneklerindeki Zn-Cd ilişkisi.



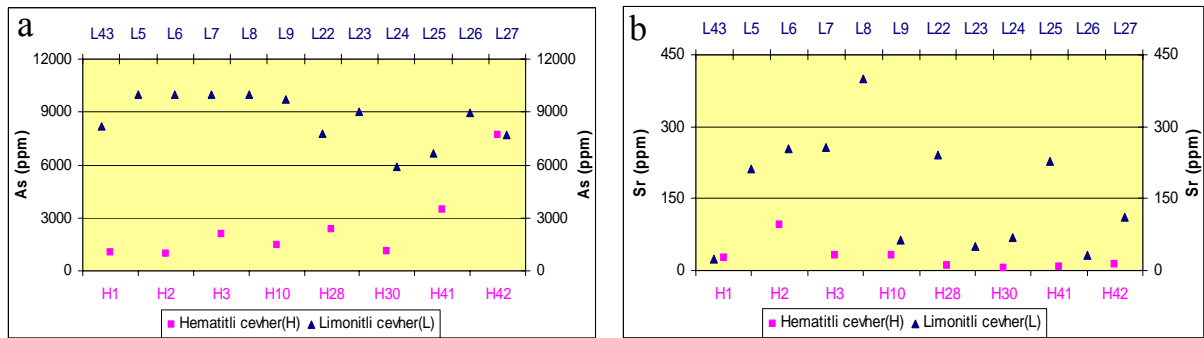
Şekil 4.28. Cevherli örneklerin a) Cu içerikleri ve b) Cu ile Fe arasındaki ilişki (H: Hematit, L: Limonit).



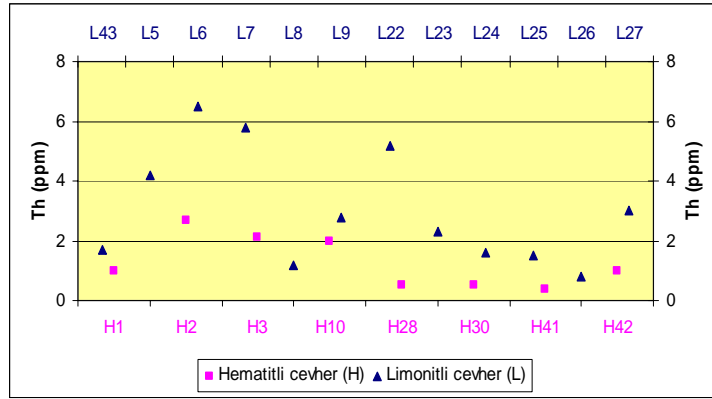
Şekil 4.29. Altınsaç Fe Cevherleşmesi örneklerindeki Pb ve Ag dağılımları.



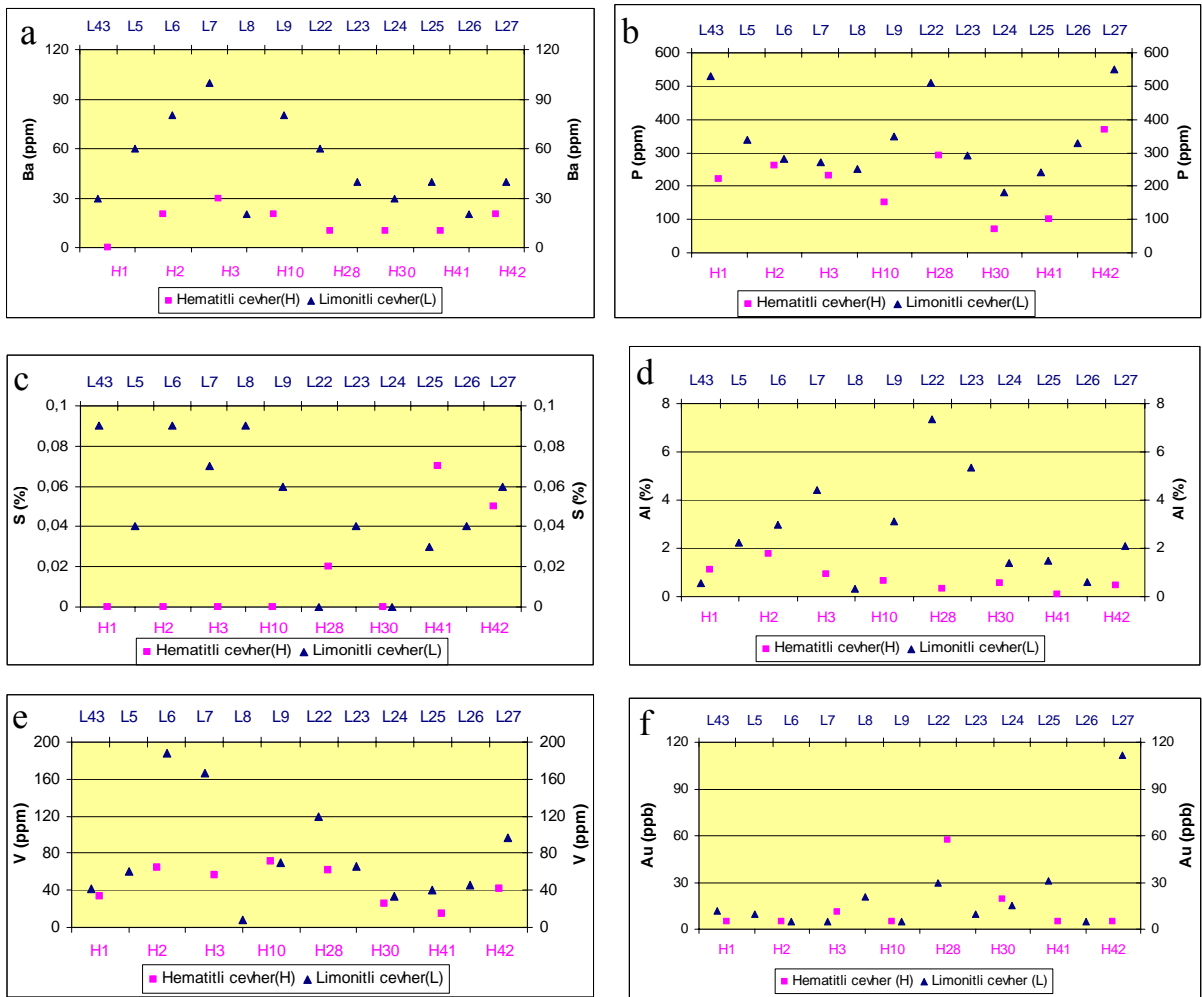
Şekil 4.30. Alman cevher örneklerinin a) Mo, b) W ve c) Sb içerikleri (H: Hematit, L: Limonit).



Şekil 4.31. Alman cevher örneklerinin a) As ve b) Sr içerikleri (H: Hematit, L: Limonit).



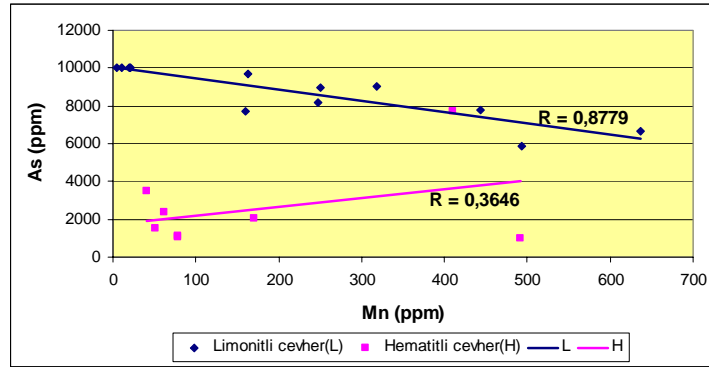
Şekil 4.32. Cevherleşmeye ait örneklerin Th içerikleri (H: Hematit, L: Limonit).



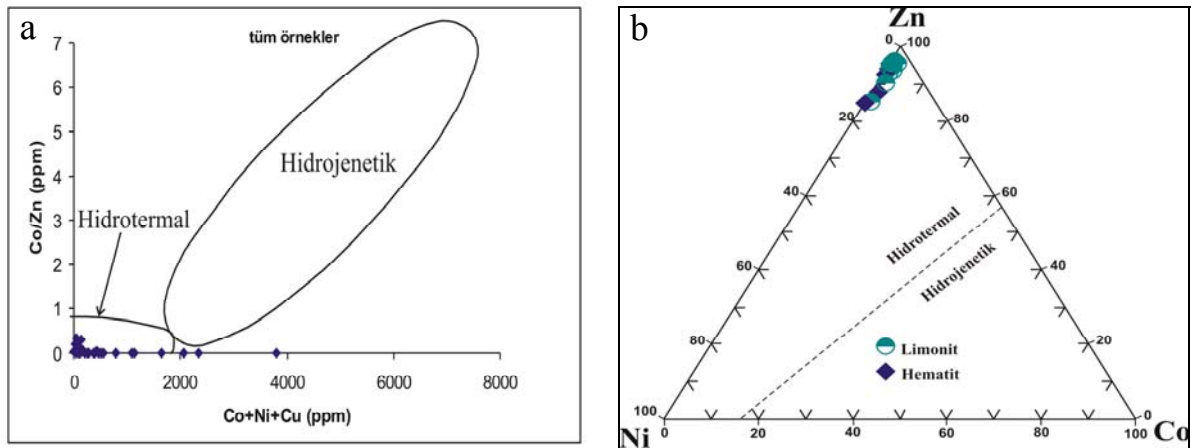
Şekil 4.33. Alınan cevher örneklerinin a) Ba, b) P, c) S, d) Al, e) V ve f) Au içerikleri (H: Hematit, L: Limonit).

Demir cevherleşmelerinde Pb, Cu, Zn, S ve Ba içerikleri hidrotermal gelişlere işaret ederken (Doğan ve ark., 1998), Altınsaç demir cevherleşmesinde bu elementlerden Pb, Cu ve Zn içerikleri yüksektir (Çizelge 4.1). Bu durum cevherleşmenin hidrotermal oluşum tezini desteklemektedir. Nicholson (1992), hidrotermal yataklarda As-Ba-Cu-Li-Mo-Mn-Pb-Sb-Sr-

V-Zn şeklinde bir element zenginleşmesinin gelişebileceği ve Mn ile As arasında jeokimyasal bir ilişki bulunduğu fikrini savunmaktadır. Altınsaç demir cevherleşmesinde de bu elementlerden As, Cu, Pb, Sb, Sr ve Zn oldukça yüksek değerler sunmaktadır (Çizelge 4.1). Ayrıca Altınsaç cevherleşmesindeki Mn-As ilişkisi diyagrama dökülerek limonitli cevher örneklerinde negatif yönde, hematitli cevher örneklerinde pozitif yönde uyumluluk gösterdikleri gözlenmiştir (Şekil 4.34). Çalışma alanından alınan örneklerin analiz sonuçları, diyagramlara aktarılarak, hem Toth'un (1980), Co/Zn-Co+Ni+Cu diyagramında hem de Choi ve Hariya'nın (1992), Zn-Ni-Co diyagramında Altınsaç demir örneklerinin hidrotermal alana düştüğü görülmektedir (Şekil 4.35). Daha çok Fe'li Mn yatakları için kullanılan bu diyagramlarda, Altınsaç demir cevherleşmesine ait elementlerin hidrotermal alan içinde yer alması, düşük kobalt (Co) içeriğine bağlıdır. Co çok yavaş zenginleşen bir element olduğundan, hidrotermal oluşumlarda zenginleşebilmek için gerekli zamanı bulamamıştır. Cevher-yankayaç ilişkilerine dayanılarak yatağın hidrotermal damar tipinde oluştuğu dikkate alındığında bu diyagramların kullanımının uygun olduğu anlaşılmaktadır.

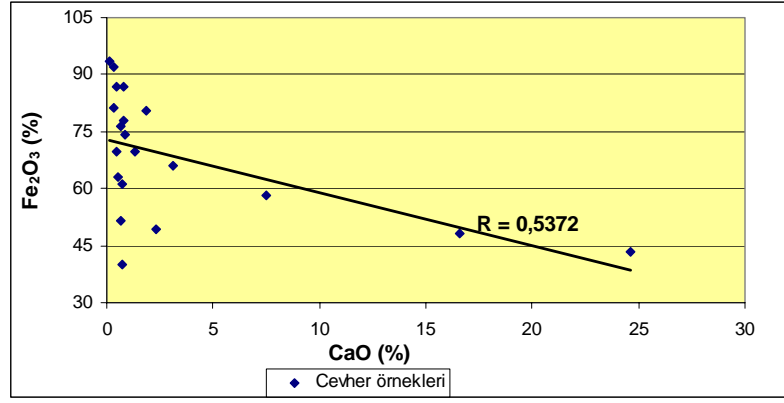


Şekil 4.34. Altınsaç cevherleşmesindeki Mn-As ilişkisi (H: Hematit, L: Limonit).



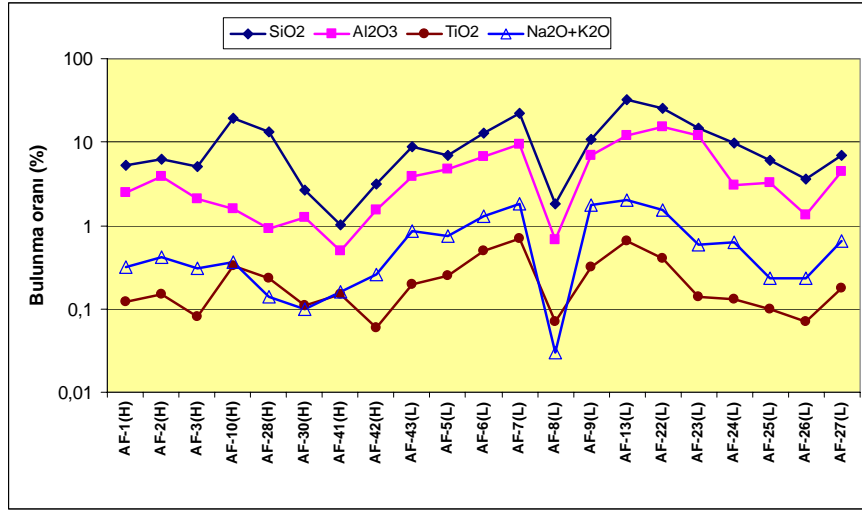
Şekil 4.35. Altınsaç Fe cevherleşmesine ait örneklerin a) Co/Zn-Co+Ni+Cu (Toth, 1980'den) ve b) Zn-Ni-Co (Choi ve Hariya 1992'den) diyagramlarındaki dağılımları.

Kimyasal analiz verilerinden cevherli örneklerin major oksit içerikleri incelenerek, SiO₂'in üst zondaki limonitli örneklerde %1.82 ile %25.06 arasında, alt zondaki hematitli örneklerde %1.01 ile % 19.56 arasında değiştiği gözlenmiştir (Çizelge 4.2). Tüm cevher örneklerindeki SiO₂ içeriğinin ortalaması ise %9.3'tür. Cevherli örneklerin Al₂O₃ içeriği %0.49-15.25 arasında olup, ortalama % 4.3 olarak belirlenmiştir. CaO hematitli örneklerde ortalama %0.7 iken limonitli örneklerin ortalama CaO içeriği %5'e kadar yükselmektedir. Bu durum, cevher kalitesi arttıkça CaO içeriğinin azaldığını göstermektedir (Şekil 4.36). Karstlaşmadan dolayı limonitik üst zonun karbonat içeriği arttığından bu zonun CaO içeriği de doğal olarak artış göstermektedir.

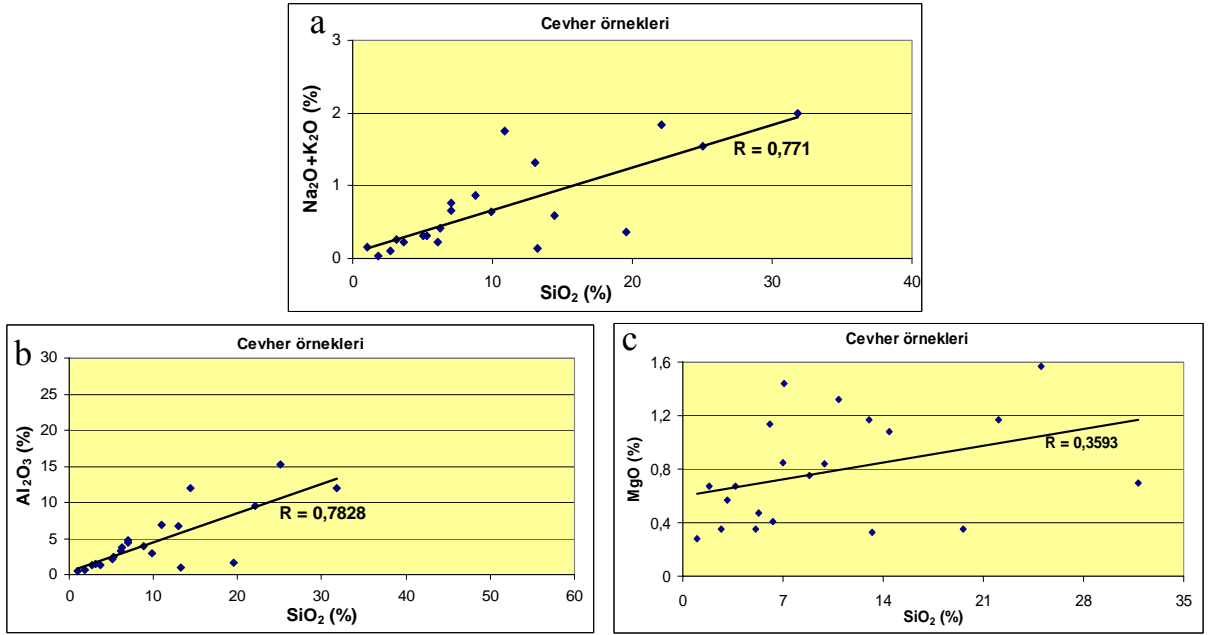


Şekil 4.36. Altınsaç Fe cevherleşmesinde Fe₂O₃ ile CaO arasındaki ilişki.

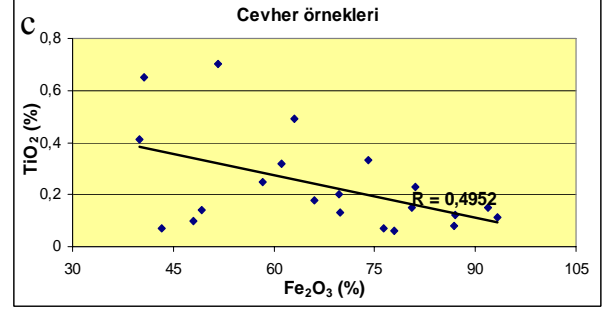
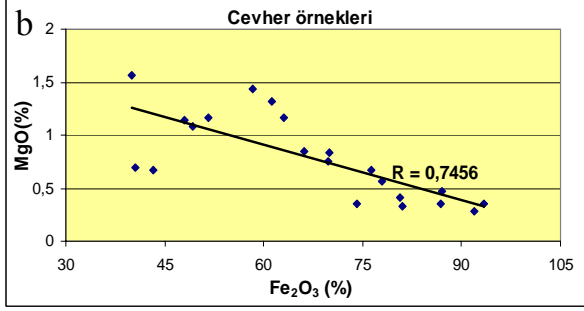
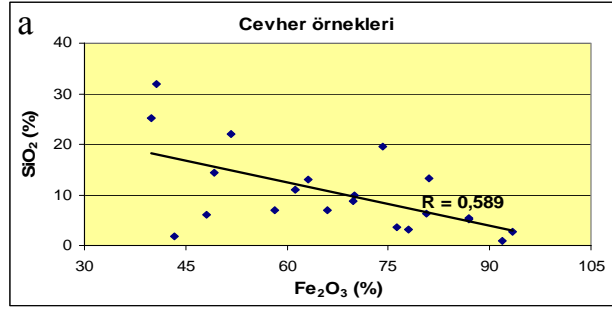
Altınsaç demir cevherleşmesindeki major oksitlerden SiO₂, Al₂O₃, toplam alkali (Na₂O+K₂O) ve TiO₂ birbirleriyle uyumlu bir eğilim göstermektedirler (Şekil 4.37). Cevherli örneklerin SiO₂ içeriği arttıkça Al₂O₃, MgO ve toplam alkali (Na₂O+K₂O) içerikleri de artmaktadır. Buna karşın cevherleşmedeki Fe₂O₃ oranının artmasıyla cevher örneklerinin SiO₂, MgO ve TiO₂ içerikleri azalmaktadır. Kısacası SiO₂-Al₂O₃, SiO₂-Na₂O+K₂O ve SiO₂-MgO arasında pozitif bir uyumluluk (Şekil 4.38), Fe₂O₃-SiO₂, Fe₂O₃-MgO ve Fe₂O₃-TiO₂ arasında negatif bir uyumluluk (Şekil 4.39) gözlenmektedir. Ayrıca cevher örneklerindeki Ca-Sr (Şekil 4.40-a) ve hematit örneklerindeki Ca-Mg beraberliği (Şekil 4.40-b) göze çarpmaktadır. Sr kalsitin kristal yapısına girdiğinden limonitik üst zonda Ca ve Sr'nin yüksek değerler göstermesi, bu zonun karbonat içeriğinin hematitli alt zona oranla daha yüksek olduğunu göstermektedir.



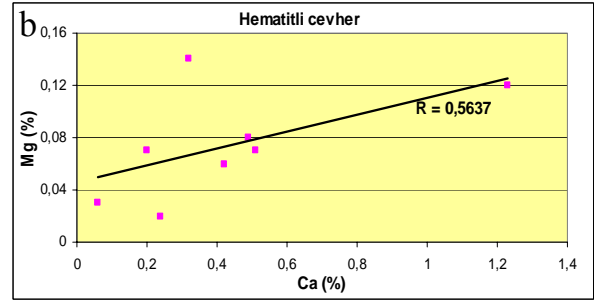
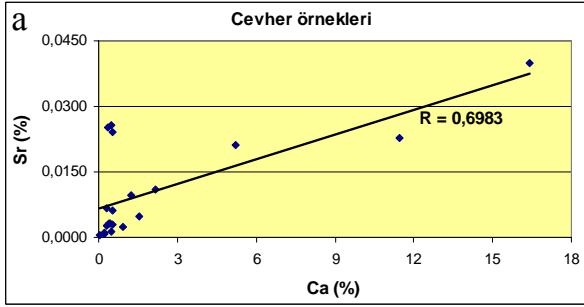
Şekil 4.37. Altınsaç demir cevherleşmesinin SiO₂, Al₂O₃, TiO₂ ve Na₂O+K₂O major oksit dağılımları.



Şekil 4.38. Cevherleşmede a) SiO₂-Na₂O+K₂O, b) SiO₂-Al₂O₃ ve c) SiO₂-MgO arasındaki ilişkiler.



Şekil 4.39. Altınsaç Fe cevherleşmesine ait örneklerin a) Fe_2O_3 - SiO_2 , b) Fe_2O_3 - MgO ve c) Fe_2O_3 - TiO_2 major oksit ilişkileri.



Şekil 4.40. Altınsaç Fe cevherleşmesinde a) Ca - Sr ve b) Ca - Mg arasındaki ilişki.

Çizelge 4.1. Altınsaç demir cevherleşmesine ait ana ve iz elementlerin kimyasal analiz sonuçları (L: Limonit, H: Hematit, YK: Yankayaç C.: Cevher)

	ÖRNEK NO	Au ppb	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Ce ppm	Co ppm	Cr ppm	Cs ppm	Cu ppm	Fe %	Ga ppm
HEMATİTLİ C. (H)	AF-1(H)	<5	1.17	1.13	1060	20	0.55	0.38	0.32	0.99	31.1	8.4	33	0.58	277	39.2	10.3
	AF-2(H)	<5	0.6	1.79	957	30	1.01	0.28	1.23	2.45	66.7	11.4	174	2.13	186	>50	22.3
	AF-3(H)	11	0.79	0.91	2070	20	0.94	0.23	0.51	3.27	23.5	12.7	125	1.22	477	47.5	19.95
	AF-10(H)	<5	1.09	0.67	1485	20	0.69	8.67	0.42	0.78	12.9	3.4	124	0.64	96.5	>50	11.9
	AF-28(H)	57	9.05	0.33	2360	10	0.42	102	0.2	0.36	2.83	3.2	59	0.16	761	41.7	3.01
	AF-30(H)	19	4.15	0.56	1105	10	0.21	2.96	0.06	0.12	2.14	3	12	0.06	56.6	39.4	12.15
	AF-41(H)	<5	7.11	0.09	3480	10	0.18	35.8	0.24	0.09	1.84	0.8	23	<0.05	176	59.6	4.93
	AF-42(H)	<5	0.21	0.45	7700	20	0.2	0.27	0.49	2.5	20.3	6.4	44	0.1	469	50	2.89
LİMONİTLİ C. (L)	AF-5(L)	10	0.47	2.25	>10000	60	0.53	0.88	5.22	0.28	25	2.2	141	2.73	403	40.5	9.23
	AF-6(L)	<5	0.16	2.98	>10000	80	0.88	0.31	0.36	0.19	46.9	1.5	224	3.84	499	42.9	17.55
	AF-7(L)	<5	0.57	4.4	>10000	100	1.2	0.34	0.47	0.22	40.8	1.5	332	5.99	788	35.2	24.7
	AF-8(L)	21	6.49	0.32	>10000	20	0.08	17.55	16.4	0.15	10.05	0.9	31	0.37	85.7	30.6	1.51
	AF-9(L)	<5	0.07	3.11	9720	80	0.69	0.24	0.51	0.53	17.5	7	55	2.61	416	43.3	12.4
	AF-22(L)	30	0.86	7.34	7760	60	1.8	3.2	0.52	16.55	48.9	13.6	120	3.96	3720	28.3	18.65
	AF-23(L)	10	0.87	5.35	9010	40	1.42	0.11	1.55	11.35	46.7	9.6	89	1.15	2300	34	11.45
	AF-24(L)	15	5.09	1.38	5900	30	0.86	0.12	0.31	23	133	37.1	20	1.56	241	47.8	4.56
	AF-25(L)	31	2.37	1.51	6630	40	1.11	0.23	11.45	19.05	81.7	28.2	53	1.69	999	32.5	4.49
	AF-26(L)	<5	2.61	0.61	8970	20	0.17	0.04	0.43	9.72	25.3	10	47	0.52	188.5	>50	2.78
	AF-27(L)	112	1.88	2.08	7720	40	0.54	0.54	2.17	4.35	18	4.7	98	2.45	412	45.2	9.16
AF-43(L)	12	6.05	0.58	8190	30	0.28	1.37	0.94	1.68	12.8	4.2	36	0.11	1605	46.7	2.41	
YANKAYAÇ (YK)	AF-4(YK)	<5	1.04	0.66	82	10	0.15	0.34	36.2	9.67	24	2.3	49	0.34	2060	0.24	1.25
	AF-11(YK)	<5	1.4	0.87	113	20	0.27	0.42	26.6	1.68	10.95	6.1	100	1	6	3.29	2.42
	AF-12(YK)	<5	658	0.43	2740	20	<0.05	<0.01	0.16	44	8.96	1.7	30	0.14	121	12.55	3.61
	AF-13(YK)	<5	0.71	5.49	40.5	80	1.59	0.17	0.61	0.11	20.7	13.4	68	3.52	45.8	28.7	18.2
	AF-14(YK)	<5	1.75	1.4	372	100	0.9	1.08	0.33	2.35	38.6	31	<1	0.62	30.8	48.7	3.81
	AF-15(YK)	<5	62.5	0.79	101.5	180	0.62	8	7.8	47.1	16.35	18.7	46	1.07	1050	41.5	6.59
	AF-16(YK)	<5	0.06	8.12	11	190	0.42	0.05	16.95	0.56	62.9	33.8	189	1.84	4.5	8.2	15.05
	AF-17(YK)	<5	0.38	7.52	33	120	1.94	0.12	10.8	0.15	66.9	15.4	76	3.26	10.8	4.51	19.15
	AF-18(YK)	<5	0.05	0.42	13	80	0.14	0.04	33.3	0.7	8.34	5.7	9	0.4	3.9	0.77	1.2
	AF-19(YK)	<5	0.05	2.52	78	50	0.88	0.01	9.96	0.04	31.2	11.8	17	1.34	12.8	5.04	5.54
	AF-20(YK)	<5	0.36	0.07	22	60	<0.05	<0.01	23.2	0.35	2.15	0.8	<1	0.06	1.7	5.33	0.28
	AF-21(YK)	<5	0.09	1.64	262	60	0.56	0.22	0.11	0.22	13.65	1.8	67	1.77	30.8	12.9	7.96
	AF-29(YK)	51	171	0.49	440	10	1.28	6.43	0.06	0.39	4.12	3.1	47	0.07	111.5	14.65	7.14

Çizelge 4.1. Altınsaç demir cevherleşmesine ait ana ve iz elementlerin kimyasal analiz sonuçları (L: Limonit, H: Hematit, YK: Yankayaç C.: Cevher) (devam)

	ÖRNEK NO	Ge ppm	Hf ppm	In ppm	K %	La ppm	Li ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Nb ppm	Ni ppm	P ppm	Pb ppm	Rb ppm	Re ppm
HEMATİTLİ C. (H)	AF-1(H)	0.3	0.4	1.175	0.09	21	12.2	0.14	78	29.2	0.03	1.6	76.3	220	295	4.2	<0.002
	AF-2(H)	0.4	0.5	3.34	0.16	45.4	15.2	0.12	492	20.7	0.08	2.3	90.9	260	352	9.4	<0.002
	AF-3(H)	0.35	0.2	4.44	0.1	24.9	5.8	0.07	171	17.55	0.04	1.3	57.7	230	827	5.9	<0.002
	AF-10(H)	0.39	0.7	2.1	0.18	13.6	6	0.06	51	23.5	0.03	6.5	21.7	150	1800	8.7	<0.002
	AF-28(H)	0.59	1	1.005	0.04	6	1.6	0.07	62	46.7	0.01	3.3	33.5	290	1650	2	<0.002
	AF-30(H)	0.44	0.2	0.838	0.02	2	3.6	0.03	79	15.4	0.01	0.5	32.6	70	2060	0.7	<0.002
	AF-41(H)	0.23	0.22	3.38	0.02	1.8	0.5	0.02	40	110.5	0.01	0.34	41.9	100	7580	0.7	<0.001
	AF-42(H)	0.33	0.13	0.817	0.04	19.8	1.2	0.08	411	1.66	0.02	0.22	44	370	302	2.1	<0.001
LİMONİTLİ C. (L)	AF-5(L)	0.44	0.7	0.517	0.45	15.8	14.8	0.21	11	8.17	0.14	2.1	9.7	340	111	25.8	<0.002
	AF-6(L)	0.61	1.1	2.58	0.69	25.5	19.2	0.2	19	3.83	0.22	3.2	8.6	280	280	40.8	<0.002
	AF-7(L)	0.53	1.5	3.9	1.05	24.4	31.3	0.31	21	4.93	0.33	3.9	9	270	107.5	59.9	<0.002
	AF-8(L)	0.24	0.2	1.1	0.07	7.6	1.8	0.11	<5	5.46	0.01	0.6	1.3	250	6480	3.6	<0.002
	AF-9(L)	0.33	1.2	0.821	1.12	12.4	17	0.43	163	15	0.08	6.4	17.6	350	76.7	42	<0.002
	AF-22(L)	0.44	1.9	14.8	0.88	35.5	45.7	0.63	444	4.98	0.3	7	64.3	510	658	54	<0.002
	AF-23(L)	0.4	0.6	12.05	0.36	30.6	13.3	0.33	319	4.19	0.04	2.3	34.8	290	549	15.8	<0.002
	AF-24(L)	0.66	0.6	0.053	0.36	98.3	11.1	0.3	494	7.57	0.04	2.9	109.5	180	3180	17.6	<0.002
	AF-25(L)	0.57	0.5	0.085	0.21	114	8.4	0.49	637	7.8	0.06	1.5	120.5	240	915	13.2	<0.002
	AF-26(L)	0.74	0.2	0.131	0.12	16.5	2.8	0.13	250	16.2	0.03	0.8	45.1	330	459	5.4	<0.002
	AF-27(L)	0.73	0.8	0.293	0.36	18.8	12.4	0.27	160	11	0.09	2.5	45.8	550	670	20.5	<0.002
AF-43(L)	0.29	0.18	0.383	0.09	6.7	1.5	0.11	248	6.32	0.02	0.45	32.1	530	1050	3.2	0.001	
YANKAYAÇ (YK)	AF-4(YK)	<0.05	0.1	0.112	0.06	15.8	8.1	0.27	284	0.24	0.02	0.5	1.9	20	198	3	<0.002
	AF-11(YK)	0.07	0.2	0.072	0.15	7.4	9	0.92	84	1.74	0.04	1.3	37	90	3070	7.4	<0.002
	AF-12(YK)	0.35	0.3	0.851	0.08	14.9	6.5	0.08	128	11.45	0.01	1.1	13.4	110	>300000	3.8	<0.002
	AF-13(YK)	0.27	1.1	0.11	1.1	10.6	41.2	0.33	155	14.95	0.36	8.7	25.6	2010	348	69.3	<0.002
	AF-14(YK)	0.54	2	0.047	0.31	20.1	20.8	0.2	651	11.05	0.03	2.3	91.4	200	730	14.2	<0.002
	AF-15(YK)	0.48	0.3	2.19	0.22	7.6	3	0.11	6260	9.34	0.02	1.7	12	160	4190	8.3	<0.002
	AF-16(YK)	0.14	0.2	0.087	0.57	33	25	1.9	603	0.28	0.07	15	101	1080	20	14.9	<0.002
	AF-17(YK)	0.13	0.3	0.096	0.78	31.8	122	0.16	448	1.53	0.41	6.9	32.2	780	329	44.2	<0.002
	AF-18(YK)	0.05	0.2	0.019	0.1	8.1	6.9	1.05	272	0.31	0.02	1.4	16	140	58.7	5.2	<0.002
	AF-19(YK)	0.07	0.2	0.037	0.42	14.3	35.4	0.54	1300	0.65	0.3	2.7	17.5	1350	18.1	20	<0.002
	AF-20(YK)	0.06	<0.1	0.076	0.02	2.5	3.7	7.25	2290	2.4	0.01	0.1	1.1	70	49.5	0.6	<0.002
AF-21(YK)	0.1	0.8	0.211	0.51	7.4	7.2	0.12	50	4.95	0.05	4.9	18	120	230	24.7	<0.002	
AF-29(YK)	0.4	2.9	8.81	0.03	13.8	1	0.08	38	35.2	0.03	0.7	25.9	70	>300000	1.1	<0.002	

Çizelge 4.1. Altınsaç demir cevherleşmesine ait ana ve iz elementlerin kimyasal analiz sonuçları (L: Limonit, H: Hematit, YK: Yankayaç C.: Cevher) (devam)

	ÖRNEK NO	S %	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ta ppm	Te ppm	Th ppm	Ti %	Tl ppm	U ppm	V ppm	W ppm	Y ppm	Zn ppm	Zr ppm
HEMATİTLİ C. (H)	AF-1(H)	<0.01	>1000	2	0.3	26.2	0.09	<0.05	1	0.038	0.08	5.3	34	16.6	13.1	1970	13.7
	AF-2(H)	<0.01	498	3	0.5	95.6	0.14	<0.05	2.7	0.047	0.49	7.9	64	2.6	44.9	2370	20.3
	AF-3(H)	<0.01	329	2	0.3	30.8	0.09	<0.05	2.1	0.025	0.16	3.1	56	1.4	41.6	1410	11.9
	AF-10(H)	<0.01	>1000	2	2.1	32.2	0.4	<0.05	2	0.132	0.21	6.8	71	10.2	14.8	182	27.9
	AF-28(H)	0.02	>1000	33	54	11.5	0.18	0.05	0.5	0.083	0.02	5.9	62	29.9	19.6	452	43.7
	AF-30(H)	<0.01	>1000	<1	0.3	4.6	<0.05	<0.05	0.5	0.017	<0.02	2	26	2.2	4.3	716	12.7
	AF-41(H)	0.07	1155	3.5	78.1	8.6	0.01	0.01	0.4	0.022	0.03	3.35	15	3.99	1.44	239	10.8
	AF-42(H)	0.05	66.6	0.8	0.3	14	0.01	0.01	1	<0.005	0.07	3.46	42	0.53	10.65	789	5.8
LİMONİTLİ C. (L)	AF-5(L)	0.04	210	2	0.9	211	0.16	0.05	4.2	0.044	0.52	7.1	61	1	4.3	110	25.2
	AF-6(L)	0.09	259	2	1.1	253	0.25	0.07	6.5	0.071	0.38	5.5	188	0.4	9.5	220	40.1
	AF-7(L)	0.07	252	2	1.5	256	0.29	0.08	5.8	0.089	0.59	4.3	167	0.8	6.9	172	55
	AF-8(L)	0.09	249	4	19.6	399	0.05	<0.05	1.2	0.012	0.03	2.9	8	1	3.9	45	5.9
	AF-9(L)	0.06	31.7	3	0.3	62.6	0.44	<0.05	2.8	0.112	0.68	5.9	70	2.7	6.6	352	42.9
	AF-22(L)	<0.01	188	4	2.9	241	0.51	<0.05	5.2	0.134	0.31	12.6	120	2.2	25.9	1970	65.3
	AF-23(L)	0.04	84.4	3	0.3	49.5	0.18	<0.05	2.3	0.044	0.74	11.4	66	6.2	23.9	1150	17.7
	AF-24(L)	<0.01	115.5	4	0.8	67.6	0.22	<0.05	1.6	0.052	0.42	5.1	33	1.3	43.5	2640	18
	AF-25(L)	0.03	78.7	2	0.4	227	0.11	<0.05	1.5	0.032	0.27	5.6	40	0.7	63.3	1900	14.2
	AF-26(L)	0.04	793	3	0.2	31	<0.05	<0.05	0.8	0.013	0.17	3.7	45	1.7	12.4	1410	8.1
	AF-27(L)	0.06	472	1	0.6	111	0.18	0.05	3	0.055	0.3	3.7	97	2.3	16.2	290	27.4
AF-43(L)	0.09	240	2.6	0.6	24.4	0.01	0.02	1.7	0.012	0.08	2.51	41	1.68	10.25	731	7.4	
YANKAYAÇ (YK)	AF-4(YK)	<0.01	22.4	3	<0.2	358	<0.05	0.08	0.5	0.01	0.05	0.9	7	0.1	8.5	53	2.5
	AF-11(YK)	<0.01	>1000	2	3.2	74	<0.05	<0.05	1.4	0.03	3.35	0.9	17	0.4	5.9	313	8.7
	AF-12(YK)	0.07	>1000	14	82.8	3160	<0.05	0.05	0.7	0.02	0.1	7.9	31	0.8	4.2	9090	10
	AF-13(YK)	0.07	8.64	2	1.8	511	0.6	<0.05	14.3	0.17	0.24	7.5	115	0.5	7.5	136	40.9
	AF-14(YK)	0.14	99.7	3	0.7	26	0.17	0.11	5.3	0.027	5.56	4.7	16	0.6	19.1	595	67.6
	AF-15(YK)	0.05	262	13	3.8	17.6	0.12	<0.05	2.4	0.039	10.6	5	69	1.6	8.2	11900	10.5
	AF-16(YK)	<0.01	2.66	2	2.2	1395	0.92	<0.05	5.4	0.444	0.08	3.9	179	0.6	40	112	4.5
	AF-17(YK)	<0.01	8.89	2	1.5	632	0.49	<0.05	11.1	0.175	0.19	0.4	158	0.6	11.2	99	9.4
	AF-18(YK)	<0.01	18.8	3	0.2	161	0.08	0.06	0.9	0.027	0.03	0.5	8	0.3	11	27	7.5
	AF-19(YK)	<0.01	2.78	2	0.5	131	0.17	<0.05	4.4	0.095	0.09	0.7	40	0.3	12.2	34	6
	AF-20(YK)	<0.01	11.8	2	0.2	125	<0.05	<0.05	<0.2	<0.005	0.09	1.3	1	0.1	4.1	75	0.5
AF-21(YK)	<0.01	120	1	1.3	23.4	0.31	0.05	1.7	0.122	0.22	2.4	74	3	8	117	28.8	
AF-29(YK)	0.38	>1000	15	312	905	<0.05	<0.05	0.9	0.164	0.05	13.2	18	1.1	5.4	973	92.9	

Çizelge 4.2. Altınsaç demir cevherleşmesine ait major elementlerin kimyasal analiz sonuçları (L: Limonit. H: Hematit. YK: Yankayaç. C.: Cevher)

	ÖRNEK NO	SiO2 %	Al2O3 %	Fe2O3 %	CaO %	MgO %	Na2O %	K2O %	Cr2O3 %	TiO2 %	MnO %	P2O5 %	SrO %	BaO %	Isı kaybı %	Toplam %
HEMATİTLİ C. (H)	AF-1(H)	5.29	2.46	86.95	0.48	0.47	0.17	0.15	<0.01	0.12	0.01	0.06	<0.01	0.01	1.96	98.13
	AF-2(H)	6.27	3.84	80.59	1.87	0.41	0.18	0.24	0.02	0.15	0.06	0.08	0.01	0.01	4.75	98.48
	AF-3(H)	5.08	2.11	86.83	0.79	0.35	0.16	0.15	0.02	0.08	0.01	0.06	<0.01	0.01	3.19	98.82
	AF-10(H)	19.56	1.58	74.11	0.87	0.35	0.11	0.25	0.01	0.33	<0.01	0.04	<0.01	0.01	1.69	98.92
	AF-28(H)	13.19	0.91	81.07	0.32	0.33	0.07	0.07	<0.01	0.23	<0.01	0.07	<0.01	0.01	2.25	98.53
	AF-30(H)	2.66	1.26	93.36	0.11	0.35	0.06	0.04	<0.01	0.11	0.01	0.02	0.01	<0.01	0.91	98.9
	AF-41(H)	1.01	0.49	91.88	0.36	0.28	0.08	0.08	<0.01	0.15	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	3.67	98.04
	AF-42(H)	3.14	1.54	77.95	0.78	0.57	0.07	0.19	0.01	0.06	0.05	0.09	<0.01	0.01	14	98.47
LİMONİTLİ C. (L)	AF-5(L)	7.04	4.71	58.24	7.51	1.44	0.15	0.61	0.02	0.25	<0.01	0.09	0.02	0.01	18.15	98.22
	AF-6(L)	13.01	6.66	63.04	0.54	1.17	0.29	1.02	0.03	0.49	<0.01	0.07	0.02	0.02	12.2	98.56
	AF-7(L)	22.09	9.5	51.62	0.69	1.17	0.36	1.47	0.04	0.7	<0.01	0.07	0.02	0.02	11.1	98.86
	AF-8(L)	1.82	0.68	43.26	24.64	0.67	<0.01	0.02	<0.01	0.07	<0.01	0.06	0.03	<0.01	27	98.25
	AF-9(L)	10.91	6.93	61.2	0.73	1.32	0.12	1.63	<0.01	0.32	0.01	0.08	<0.01	0.01	15.05	98.32
	AF-22(L)	25.06	15.25	39.91	0.73	1.57	0.34	1.2	0.01	0.41	0.05	0.13	0.02	0.01	14.65	99.34
	AF-23(L)	14.45	12.02	49.18	2.32	1.08	0.04	0.55	0.01	0.14	0.04	0.08	<0.01	<0.01	18.9	98.81
	AF-24(L)	9.87	3.01	69.88	0.47	0.84	0.13	0.51	<0.01	0.13	0.05	0.04	<0.01	0.01	13.25	98.2
	AF-25(L)	6.08	3.21	48.01	16.6	1.14	0.13	0.1	<0.01	0.1	0.1	0.06	0.02	<0.01	23.3	98.85
	AF-26(L)	3.65	1.35	76.33	0.65	0.67	0.05	0.18	<0.01	0.07	0.03	0.07	0.01	0.01	15.05	98.12
	AF-27(L)	7.02	4.44	66.07	3.09	0.85	0.16	0.5	0.01	0.18	0.01	0.12	0.01	<0.01	16.1	98.56
	AF-43(L)	8.82	3.93	69.72	1.35	0.75	0.17	0.7	0.01	0.2	0.02	0.14	<0.01	0.01	12.3	98.14
YANKAYAÇ (YK)	AF-4(YK)	1.58	1.42	0.28	51.95	0.49	<0.01	0.04	<0.01	0.02	0.06	<0.01	0.02	<0.01	42.7	98.56
	AF-11(YK)	17.46	1.78	4.94	38.59	1.65	0.09	0.12	0.01	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	33.4	98.18
	AF-13(YK)	31.85	11.92	40.6	0.83	0.7	0.48	1.52	0.01	0.65	0.01	0.49	0.05	0.02	10.85	99.96
	AF-21(YK)	75.27	3.35	18.43	0.13	0.24	0.17	0.62	0.01	0.47	<0.01	0.04	<0.01	0.01	1.05	99.8
	AF-29(YK)	2.05	0.98	27.98	0.06	0.16	0.03	0.07	<0.01	0.31	<0.01	0.02	0.02	0.02	11.7	43.38

4.3. Cevherleşme

4.3.1. Giriş

Bitlis Masifi Üst Birlik metamorfik kayalarından mermerin içerisinde oluşmuş olan Altınsaç demir cevherleşmesi, 2005 yılından beri işletilmektedir. Cevher zonu yaklaşık 400 m uzunlukta ve 5-25 m arasında değişen genişliğe sahiptir. Ayrıca cevher zonu doğrultusu boyunca ve bu zona paralel bir şekilde birkaç yerde limonit mostrası gözlenmektedir. Demir cevherleşmesinin ana cevher minerallerini hematit ve limonit oluşturmaktadır. Az miktarda ise spekülait, siderit, pirit, serüzit, malakit ve nabit bakır saptanmıştır. Hematitli cevher koyu kırmızı ve kahvemsî kırmızı renklerde olup eli boyamaktadır. Limonitli cevher ise siyahımsî kahve renkli götit ve açık kahve-sarı renklerdeki lepidokrozin ritmik bantlaşmasıyla oluşmuş bir matriksten ibarettir. K20B/70⁰KD konumlu ters bir faya bağlı olarak gelişmiş olan cevher zonu alt kesimlerinde hematit damar ve damarcıkları kesik kesik de olsa fay boyunca izlenebilmektedir. Cevher zonu üst kesimlerinde ise karstlaşmaya bağlı olarak gelişen limonitleşme yaygındır. Üst kesimdeki limonitik zonu genişliği hematit damarlarına oranla çok daha geniş bir yayılım sergilemekte olup, aynı zamanda fay zonu boyunca sürekli izlenebilmektedir. Cevher zonu hematit cevherleşmeleri genel olarak faylanmaya bağlı damar şekilli bir yapı sergilemektedirler. Daha az oranda mercek, cep ve kırık-çatlak dolgusu şeklinde oluşumlar da gözlenmektedir.

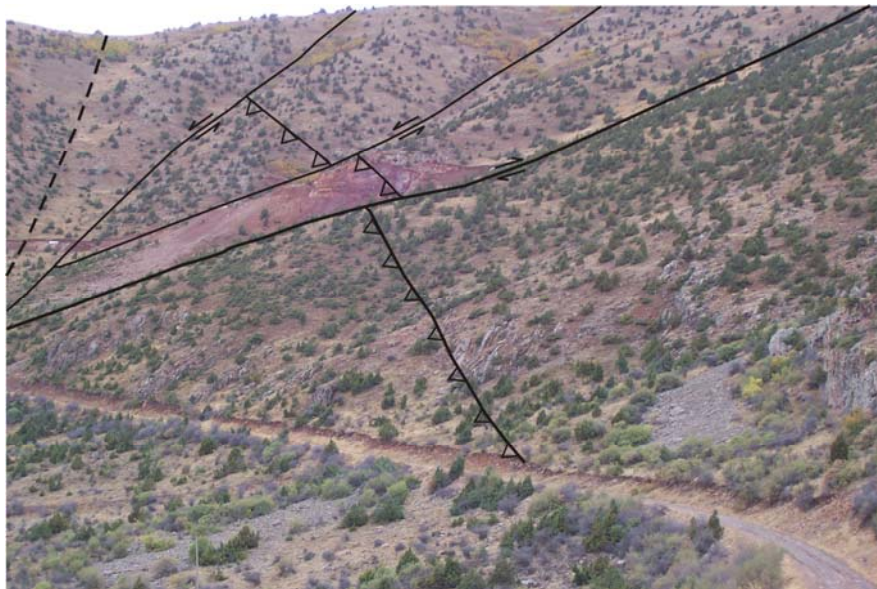
4.3.2. Cevherleşmenin tektonizma ile ilişkisi

Çalışma alanındaki cevher zonu yaklaşık K20B/70⁰KD konumlu ters bir fay boyunca izlenmektedir. Bu fay izlenerek yaklaşık 20 m derinliğe kadar olan kısmın cevheri açık işletme yöntemiyle alınmıştır (Şekil 4.41). Ters fayın oluşumundan sonra bölgedeki tektonizmanın devam etmesi ile bu ters fayı yaklaşık 50 derecelik açılarla kesen doğrultu atımlı faylar gelişmiştir. Bu faylardan K45D doğrultulu, sol yönlü doğrultu atımlı bir fay cevher zonu kesmekte ve cevheri atıma uğratmaktadır (Şekil 4.42). Ters fay zonu hematit damarlarının çevresinde tektonik etkiler sonucunda oluşmuş bol kırıklı, köşeli kayaç parçalarının varlığıyla karakterize edilen breşleşmeler gelişmiştir (Şekil 4.43). Ancak breşlerde herhangi bir silisleşme görülmemektedir. Hematit damarları ters fayın düzlemine paralel olarak 20–80 cm aralığında değişen kalınlıklarda görülmüştür. Fayın geometrisine

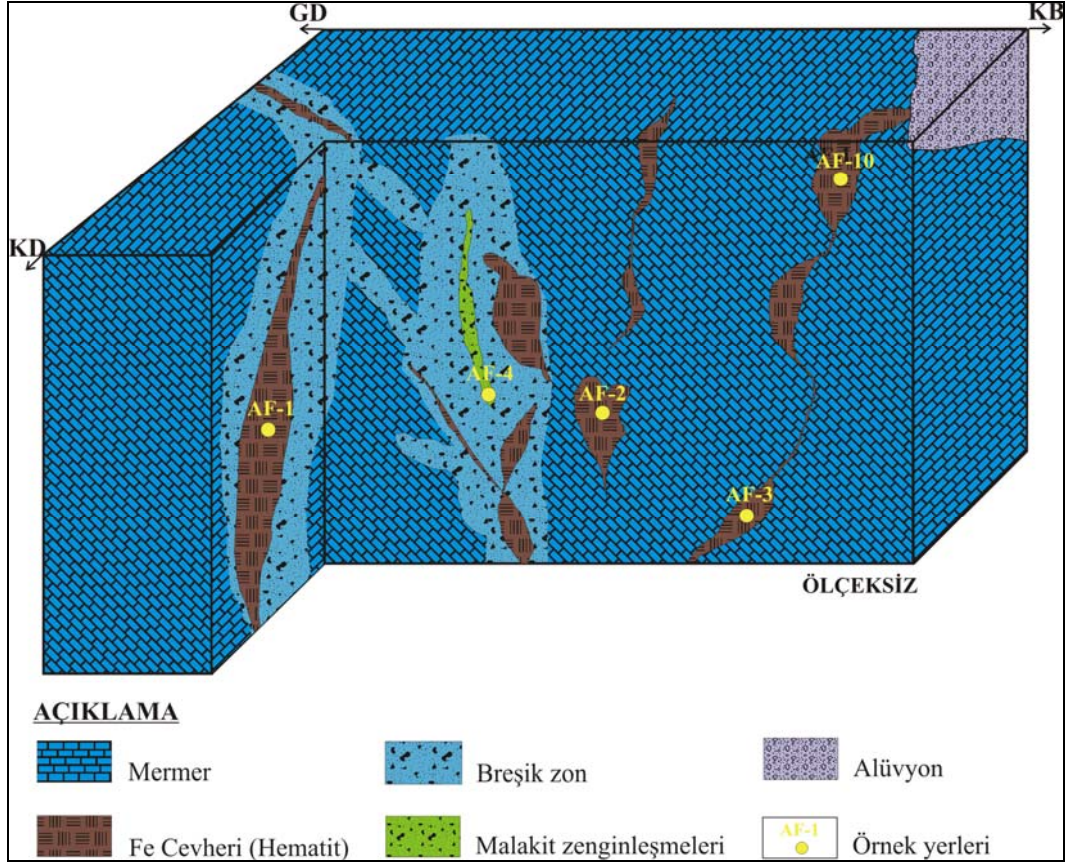
bağlı olarak damarlar yer yer mercek ve cep şekilli olarak gözlenmektedir (Şekil 4.43 ve 44). Ayrıca faya yaklaşık olarak dik gelişen 5–35 cm kalınlıklara sahip kırık ve çatlaklar içinde de hematit damar ve damarcıkları bulunmaktadır. Fay zonuna birkaç metre uzaklıktaki yankayaçlarda yer yer kırık-çatlak dolgusu şeklinde hematit damarcıklarının görülmesi hidrotermal aktivitelerin cevher oluşumunda etkili olduğunu göstermektedir (Şekil 4.45). Cevher damarlarının genç faylarla kesilmesi ve ötelenmesi, hematit oluşumundan sonra da tektonik aktivitelerin devam ettiğini göstermektedir.



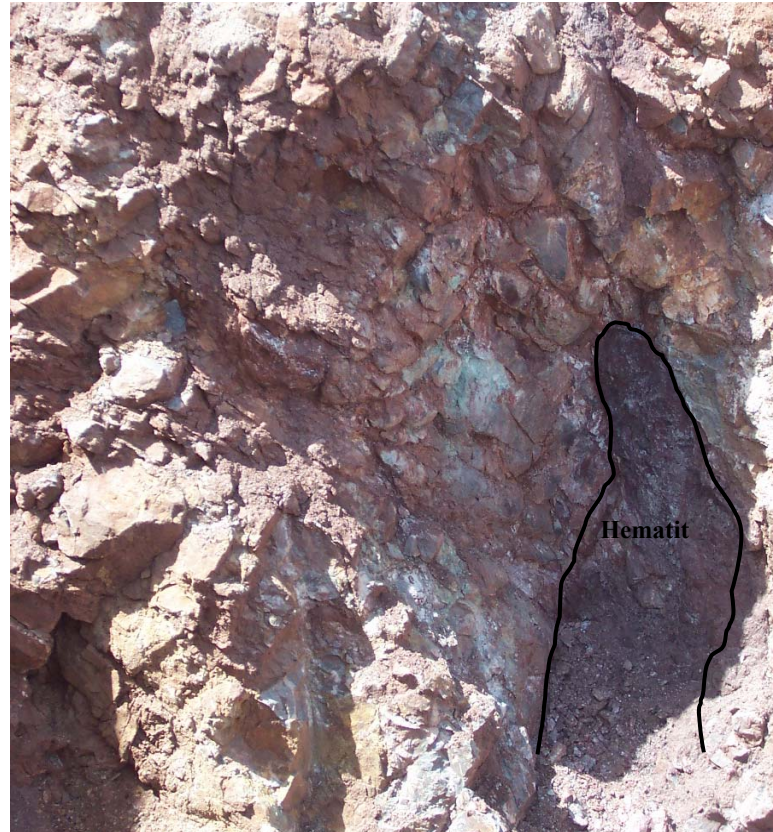
Şekil 4.41. Cevherleşmenin geliştiği ters bileşenli ana fay zonu (G'ye bakış).



Şekil 4.42. Cevher zonu ve yakın çevresinin tektoniği (G'ye bakış).



Şekil 4.43. Cevherleşmenin geliştiği ters bileşenli ana fay zonunun blok diyagramı.



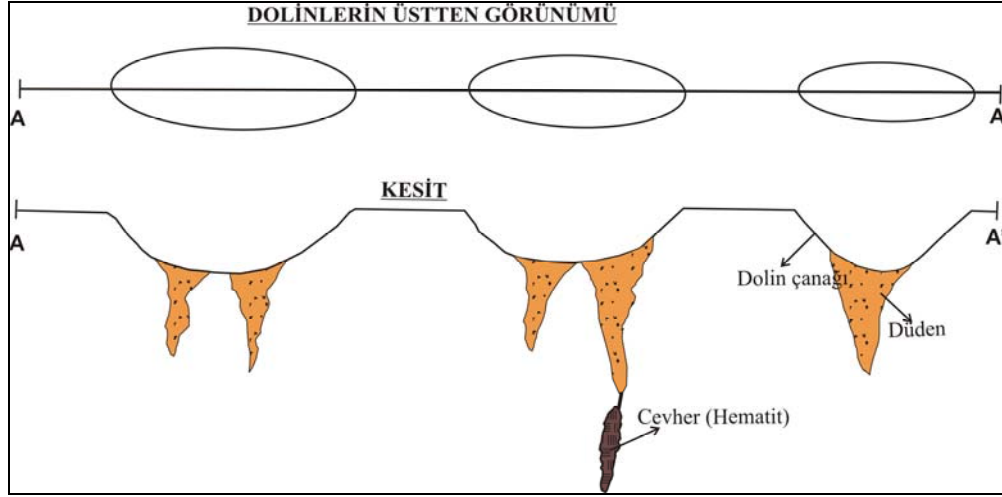
Şekil 4.44. Fay zonu boyunca yer yer görülen merccek şekilli hematit.



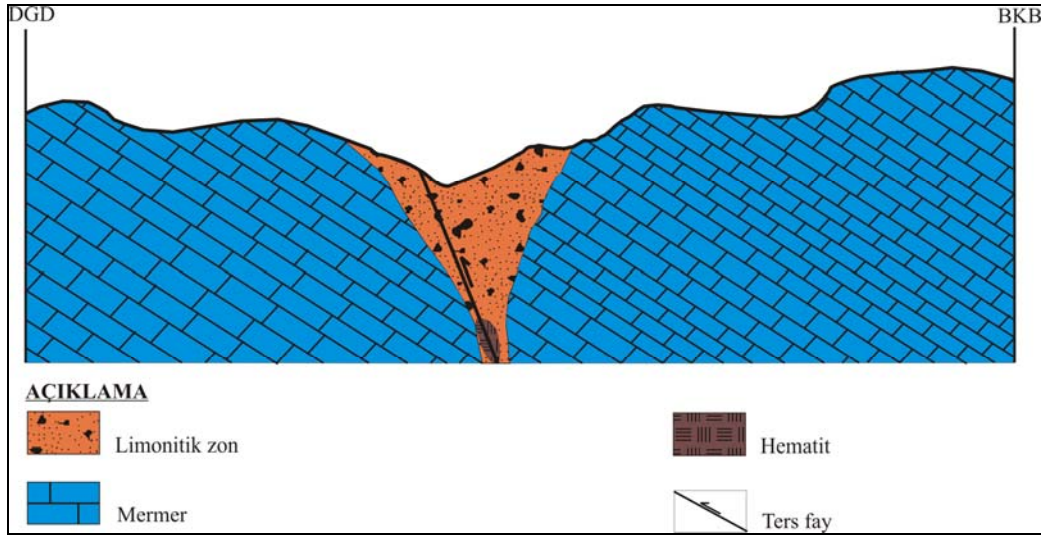
Şekil 4.45. Yankayaçtaki kırık-çatlaklar boyunca gözlenen hematit damarcıkları.

4.3.3. Karstlaşma

Karbonatlı kayaçların saf suda erime yetenekleri oldukça düşüktür, ancak doğal sular hemen hemen hiçbir zaman saf değildirler. Doğal suların oluşturduğu farklı çözeltilerin karbonatlar üzerinde güçlü eritici etkileri vardır. Çalışma alanında bulunan mermer, kalkşist, dolomitik kireçtaşı, traverten gibi karbonatlı kayaçlar, karstlaşma için uygun bir ortam oluşturmaktadırlar. Cevher zonu ve yakın çevresi yoğun bir sıkışma rejimi altında kalmıştır. Buradaki doğrultu atımlı ve ters fayların hareketleri sonucu breşleşmeler gelişmiştir. Bu breşik kesimin hidrotermal ve meteorik kökenli suların etkisi altında kalarak, zamanla karstik bir doline dönüştüğü düşünülmektedir (Şekil 4.46). Oluşan bu dolinin Van Gölü'ne bakan yamacı muhtemelen uzun zaman boyunca çeşitli etkenlerle çözünmeye maruz kalmış ve aşınmıştır. Çoğunlukla dolinlerin tabanında karstlaşma ve/veya faylanmaya bağlı olarak bir veya birden fazla düden oluşur (Şekil 4.46). Çalışma alanındaki K20B/70⁰KD konumlu ters bileşenli ana fay zonu ve bu fayın geometrisine uyumlu bir şekilde gelişen cevherleşmenin, bahsi geçen düden yapısıyla uyumluluk gösterdiği düşünülmektedir (Şekil 4.47).



Şekil 4.46. Dolin ve düden ilişkisini gösteren temsili kesit (ölçeksiz).



Şekil 4.47. Cevher zonuun ölçeksiz düşey kesiti.

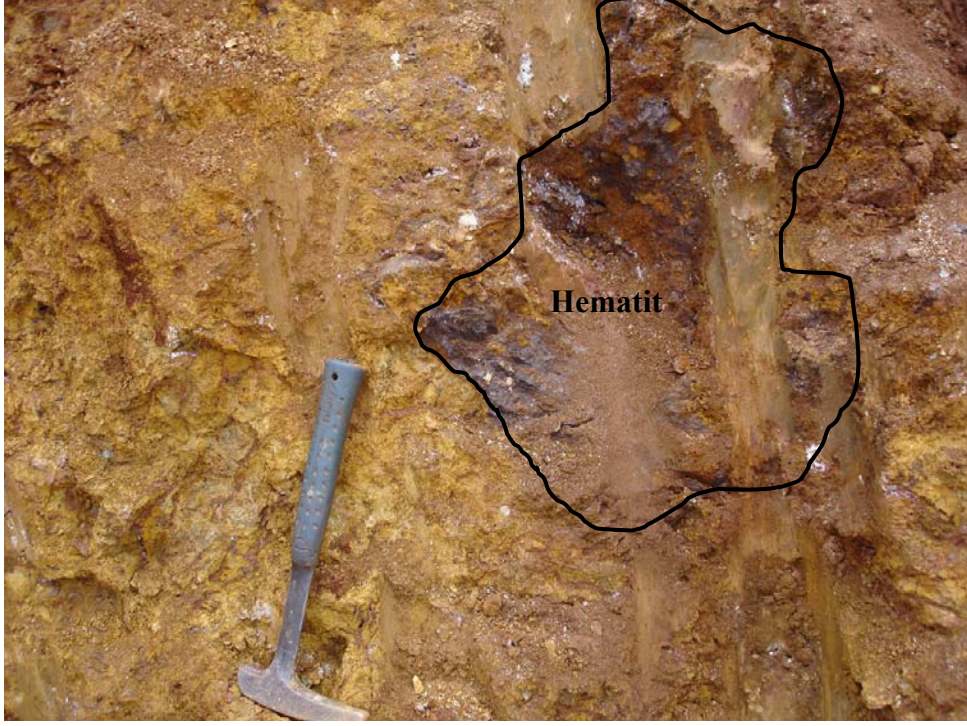
Cevherleşmenin üst kısımlarındaki limonitik zona bakıldığında, çeşitli karstlaşma izlerine rastlanmaktadır. Karstlaşma izleri görülen limonitik zon içerisinde cm-m boyutunda değişen boyutlarda mermer, kalkışist ve cevher blokları gözlenmektedir (Şekil 4.48). Limonitli zon içerisinde demir cevher blokları gözlenmiş ve cevherleşmenin karstlaşmadan önce geliştiği kanısına varılmıştır (Şekil 4.49). Ayrıca karstik bir boşluk içerisinde çökelmiş toprak dolgusunun üzerinde, hematit cevher parçasına rastlanmıştır (Şekil 4.50). Bu durum, karstik boşluk içerisinde zamanla toprakla dolduğu ve limonitik zon içinde asılı halde bulunan hematit cevher parçasının buraya düştüğü şeklinde yorumlanarak açıklanabilir. Limonitik zon içerisinde görülen cevher parçalarının yuvarlaklaşmış olması bu zonun karstlaşma geçirdiğini göstermektedir (Öztürk ve ark., 2005). Ayrıca, limonitli zon içerisinde aragonit oluşumları gözlenmiştir (Şekil 4.51).



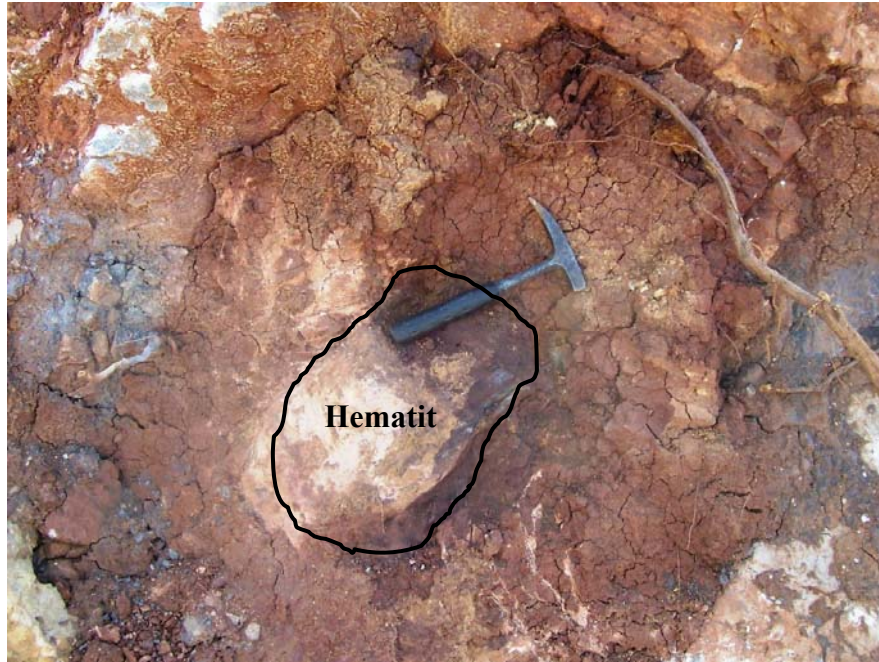
Şekil 4.48. Limonitik zonda gözlenen mermer blokları.

Limonitik zon içerisindeki blokların kenar ve köşelerinde karstlaşmanın karakteristik özelliklerinden olan erime izlerine rastlanılmaktadır (Şekil 4.52). Bununla beraber yankayaçta, hidrotermal ve/veya yüzeysel suların etkisiyle oluşabilecek, kayacın içerisine doğru erime izlerine rastlanılmaktadır (Şekil 4.53). Limonitik zon boyunca yaygın olan kayaç ve cevher bloklarının varlığı ve erime izlerinin yanı sıra mağara oluşumları da gözlenmektedir (Şekil 4.54). Metamorfik kayalarda karbondioksitten (CO_2) kaynaklanan ve dogteeth (köpek dişi) diye adlandırılan boşluk erimeleri yaygın bir şekilde görülür. Genellikle belirgin keskin kenarlarıyla karakteristik olan bu dogteeth yapıları, Altınsaç cevherleşmesindeki limonitik zon içerisinde yaygın bir şekilde gözlenmektedir (Şekil 4.55-a). Karstik boşluklarında, boşluk duvarının alt kesimlerinde popcorn (patlamış mısır) denen küçük tomurcuk şekilli çıkıntılar oluşur. Bunlar yüzeyden gelen karbonatça zengin suların sıçrayıp boşluk duvarına çarpmasıyla oluşmuş yapılar olup, limonitik zon içerisinde bu yapılara yer yer rastlanılmaktadır (Şekil 4.55-b). Ayrıca cevher zonundaki karstik boşluklarda yüzey sularıyla taşınmış çökelmiş killi-kumlu sedimanların (konsolide kilin) varlığı saptanmıştır (Şekil 4.56). Bu sedimanlar, ritmik gelişmiş limonit bantları ile uyumsuz olarak bulunmaktadır. Limonitik zondan alınan örnekler şekil 4.57 ve 4.58'deki gibi kesitlere aktarılarak, bu zonun yanal ve düşey değişimi hakkında bilgi edinilmiştir. Limonitik zon içerisinde gözlenen karstik boşluklar, erime izleri, mağara oluşumu, götit ve lepidokrositin görünümü gibi özellikler

ölçeksiz bir kesite çizilerek, karstik bölge hakkındaki veriler bir arada gösterilmiştir (Şekil 4.58). Ana kayaca ve cevhere ait cm-m boyutunda parçaların, karstlaşma izleri gösteren limonitleşmiş zon içinde gözlenmesi karstlaşmanın birincil cevher damarlarının oluşumundan sonra geliştiğini kanıtlamaktadır.



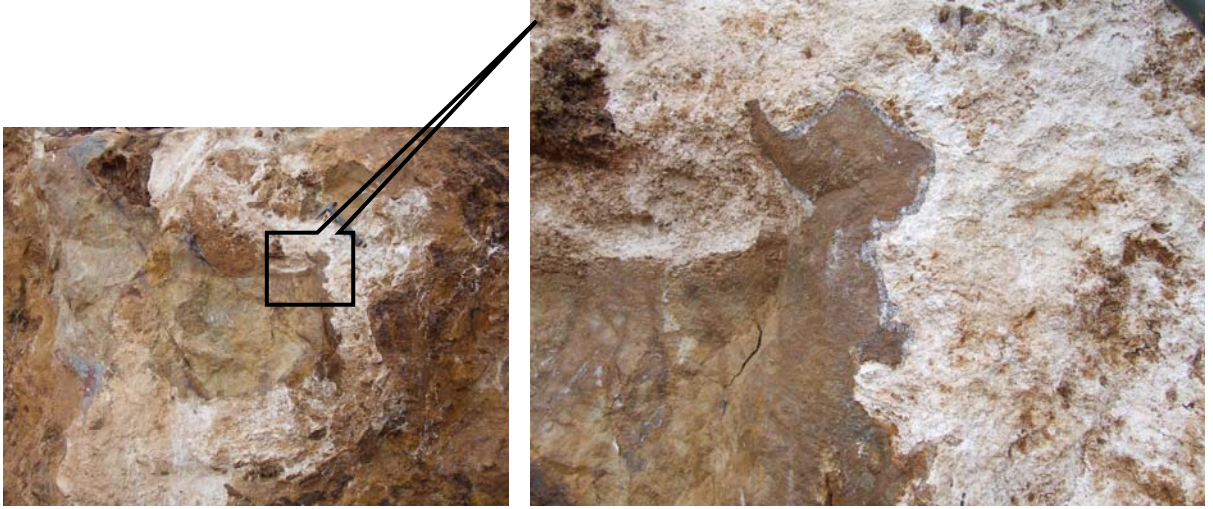
Şekil 4.49. Limonitli zon içerisinde gözlenen cevher bloğu.



Şekil 4.50. Karstik boşluktaki hematit cevher parçası.



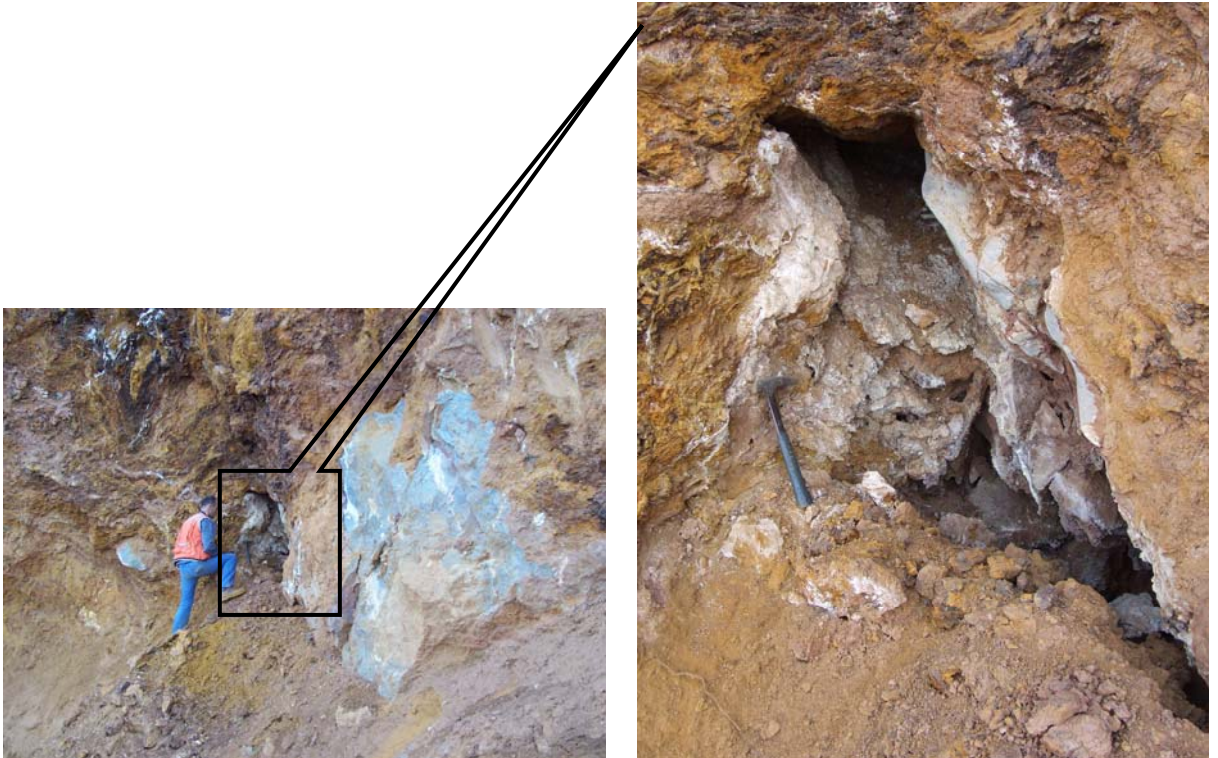
Şekil 4.51. Limonitik zon içerisinde görülen aragonit.



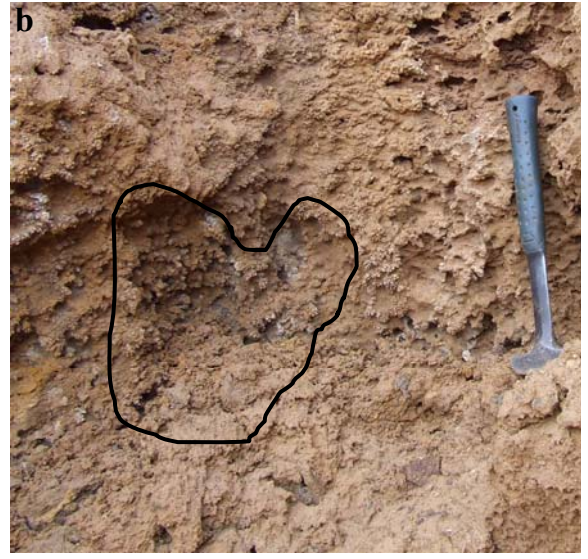
Şekil 4.52. Limonitik zon içerisindeki blokların kenar ve köşelerinde görülen erime izleri.



Şekil 4.53. Yankayaçta görülen erime izleri ve konsolide kilin görünümü.



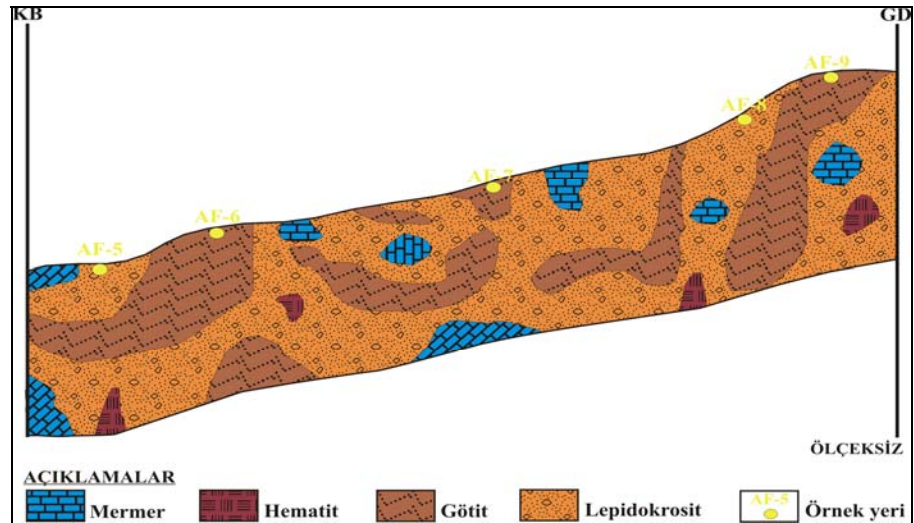
Şekil 4.54. Limonitik zon içerisinde gözlenen mağara oluşumu.



Şekil 4.55. Altınsaç Fe cevherleşmesindeki limonitik zon içerisinde gözlenen a) dogteeth (köpek dişi) ve b) popcorn (patlamış mısır) yapıları.



Şekil 4.56. Karstik boşlukta çökelmiş killi-kumlu sedimanlar (konsolide kil).



Şekil 4.57. Limonitik zonda görülen mermer blokları ve buradan alınan örneklerin yerleri.



Şekil 4.58. Limonitik zonda görülen karstlaşma izleri ve buradan alınan örneklerin yerleri.

4.3.4. Cevher mikroskobisi

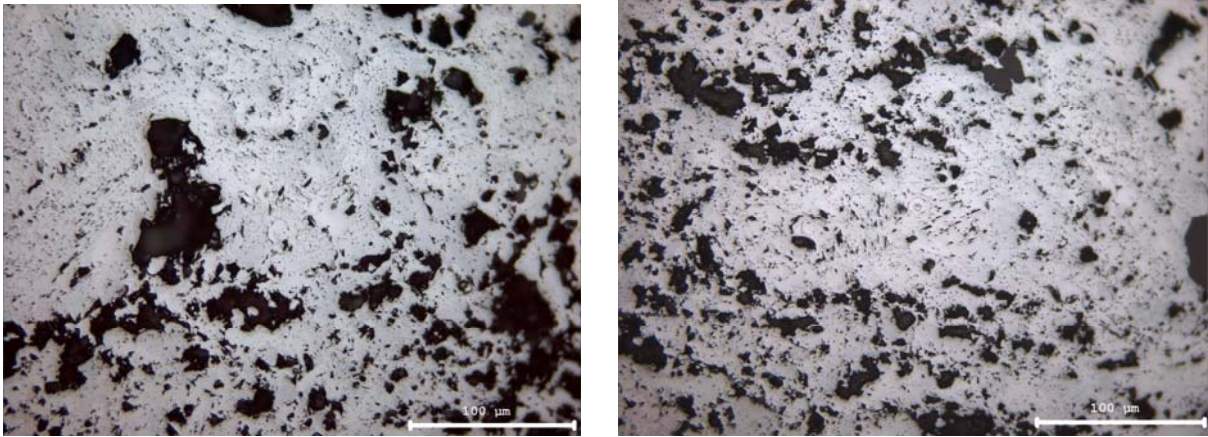
Çalışma alanından alınan örneklerden yapılan parlak kesitler incelenerek; cevheri oluşturan mineral parajenezi ve bu minerallerin özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Altınsaç cevherleşmesinde gözlenen ana cevher mineralleri hematit ve limonittir. Bunların dışında az oranda spekülait, siderit, pirit, serüzit, nabit bakır ve malakit saptanmıştır. Kalsit ve kuvars cevherleşmede görülen gang minerallerini oluşturmaktadır. Parlak kesitlerdeki cevher minerallerinin dokusal ve mineralojik özellikleri, oluşum koşulları hakkında bilgi vermektedir.

Çözeltilerden oluşan boşluk dolgularında, fizikokimyasal koşulların değişimi sonucu monomineralik halkaların/bantların meydana getirdiği, kollomorf kütlelerden oluşan ritmik yapılar tipiktir (Genç, 1998). Altınsaç demir cevherleşmesinin hidrotermal çözeltilerle oluşmuş damar tipi bir cevherleşme olduğu ve kırık-çatlak dolgusuna sıkça rastlandığı daha önce belirtilmiştir (Bkz. 4.3.1). Parlak kesitlerin incelenmesi sonucu gözlenen ritmik bantlaşma ve kollomorf dokular bu tezi desteklemektedir (Şekil 4.59). Altınsaç demir

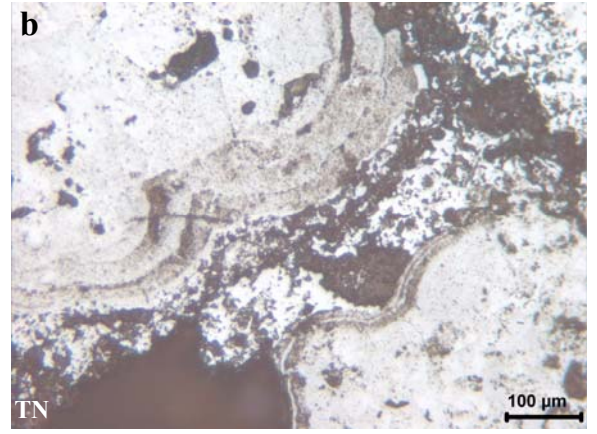
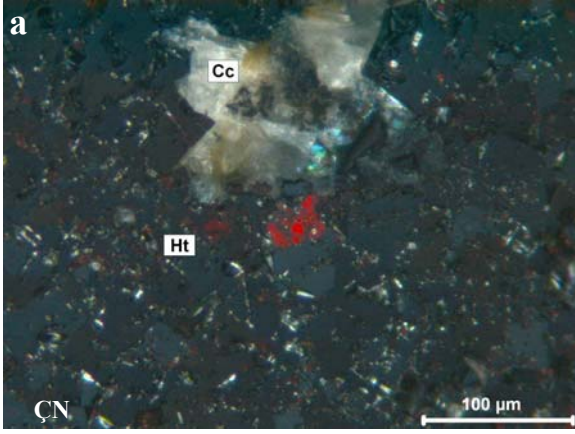
cevherleşmesine ait parlak kesitlerde kolloidal, ritmik bantlı dokuların varlığı aynı zamanda düşük oluşum sıcaklığına da işaret etmektedir (Ramdohr, 1980).

HEMATİT (Fe_2O_3): Hegzagonal sistemde kristalleşen bu mineral, parlak kesitlerde yüksek reflektivite özelliğine sahip olup hafif mavi tonun belirgin olduğu grimsi beyaz renkte gözlenmektedir. Hematitlerde yansıma çok renkliliğine rastlanmamıştır ancak, çift nikolde koyu gri-mavi tonlarda kuvvetli bir anizotropi gözlenmiştir. Hematitlerdeki kan kırmızısı iç yansımalar kesitlerde belirgin ve yaygın bir şekilde görülmektedir (Şekil 4. 60-a). Hematitli örneklerin kesitlerinde kolloidal, kolloform, ritmik bantlaşma gibi dokular belirlenmiştir (Şekil 4.59 ve 60-b).

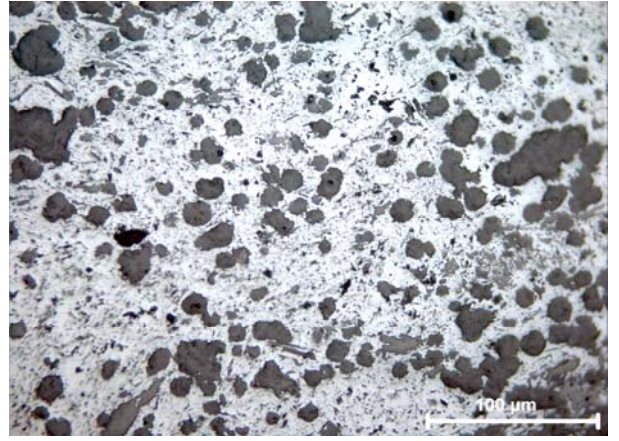
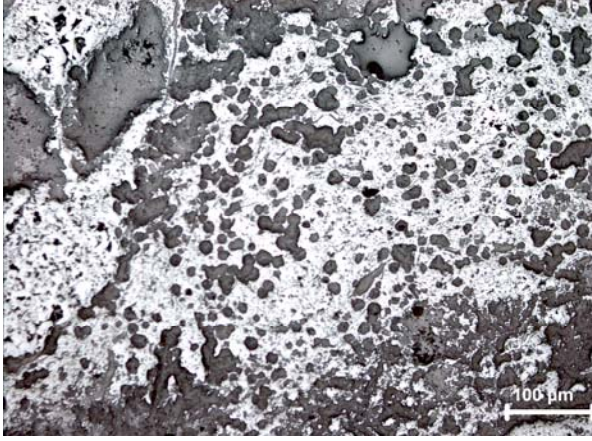
Aynı mineral değişik koşullar altında farklı deformasyon etkileri gösterebilmekte ve buna örnek olarak hematit düşük sıcaklıklarda kırılma şeklinde deforme olup, yüksek sıcaklıklarda deforme olanlar ise ikizlenme göstermektedirler (Genç, 1998). Bu bilgiler ışığında, Altınsaç cevherleşmesine ait hematit örneklerinde ikiz lamellerine rastlanmaması ve kesitlerde breşik bir yapının olması (Şekil 4.59 ve 61) düşük oluşum sıcaklığını bir kez daha desteklemektedir. Ayrıca hematitin yerleştiği yankayaçta da kırılıp parçalanma, breşleşme gibi deformasyon izlerine kesitlerdeki gang minerallerinde sıkça rastlanmaktadır (Şekil 4.62).



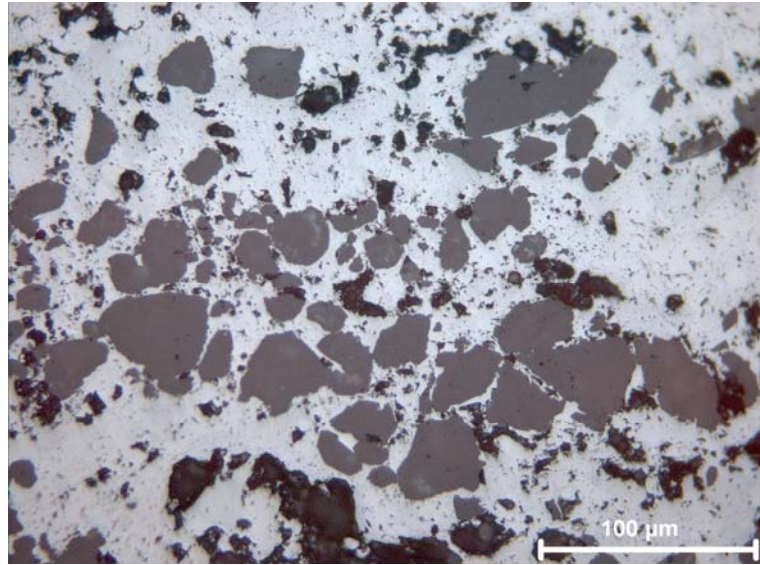
Şekil 4.59. Altınsaç cevherleşmesine ait hematitli örneklerde gözlenen kolloidal, kolloform ve ritmik bantlaşma dokuları (Tek nikol görüntüsü).



Şekil 4.60. Hematitlerde gözlenen a) kırmızı iç yansımalar ve b) ritmik bantlaşma (Ht: Hematit, Cc: Kalsit, TN: Tek nikol, ÇN: Çift nikol).

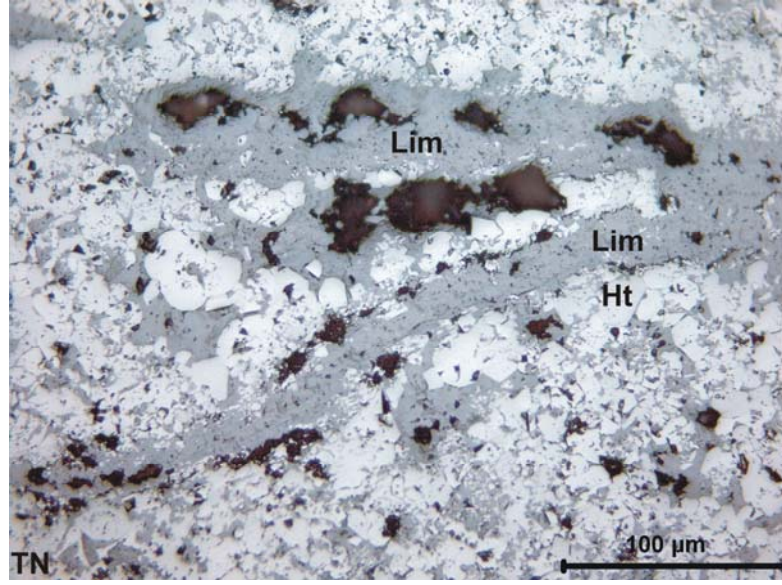


Şekil 4.61. Altıncağ cevherleşmesine ait hematitli örneklerde gözlenen kırıklı-breşik yapı (Tek nikol görüntüsü).

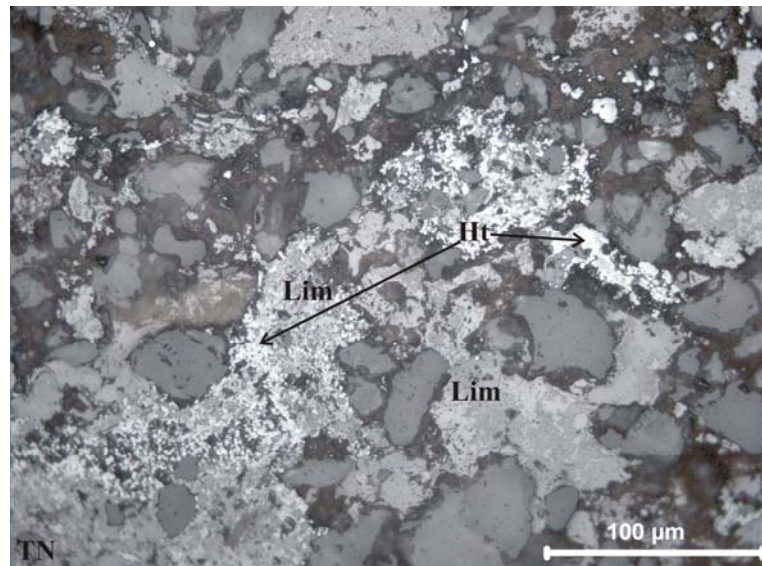


Şekil 4.62. Altıncağ cevherleşmesine ait gang minerallerinde görülen kırılmalar (Tek nikol görüntüsü).

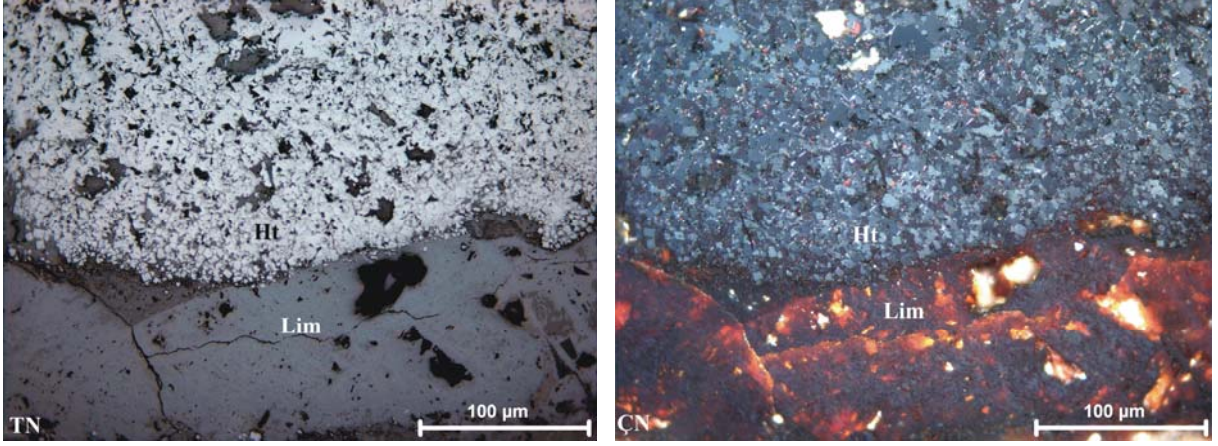
LİMONİT ($\text{FeO}(\text{OH})$): Kesitlerde götit ve lepidokrosit olmak üzere iki türde görülen limonitin kristal sistemi rombusaldır. Genelde hematit içerisindeki kırık-çatlaklar boyunca gözlenir (Şekil 4.63). Ancak hematitten dönüşmeyle oluşmuş limonitlere de rastlamak mümkündür (Şekil 4.64). İncelenen kesitlerde limonit, grimsi beyaz-gri renklere gözlenmekte olup düşük reflektiviteye sahiptir (Şekil 4.65). Yansıma çok renkliliği pek belli olmayan limonit, çift nikolde zayıf anizotropi göstermektedir. Çok yaygın olmamasına rağmen kahverengi-kırmızı tonlarda iç refleks gözlenmiştir.



Şekil. 4.63. Hematit (Ht) içerisinde damarlar boyunca gözlenen limonit (Lim) oluşumları (TN: Tek nikol).



Şekil 4.64. İnce taneli hematitten (Ht) itibaren oluşan limonitleşme (Lim) (TN: Tek nikol).



Şekil 4.65. Limonit (Lim) ve hematitin (Ht) cevher mikroskobundaki genel görünüşleri (TN: Tek nikol, ÇN: Çift nikol).

SPEKÜLARİT (Fe_2O_3): Altınsaç'taki cevherleşmede daha çok cevher zonunun üst kesimlerinde gözlenen spekülaritin el örneğinde, ışınsal dizilime sahip çubuksu minerallerden oluştuğu fark edilebilir. Ayrıca dokunulduğunda parmak üzerinde sime benzer pulcuklar bırakmakta ve eli hafifçe boyamaktadır. Gri hematit olarak bilinen spekülarit (Yılmaz ve ark., 2005), genelde mikroskop altında ışınsal dizimli pulcuklar/çubuklar şeklinde görünür (Sağiroğlu, 1986). Altınsaç cevherleşmesinde de ışınsal dizimli çubuklar şeklinde görülen spekülarit, bazı kesitlerde özşekilli-yarı özşekilli tanelere sahiptir (Şekil 4.66). Spekülaritlerin kenarlarından itibaren limonite dönüştükleri mikroskop altında gözlenebilmektedir.

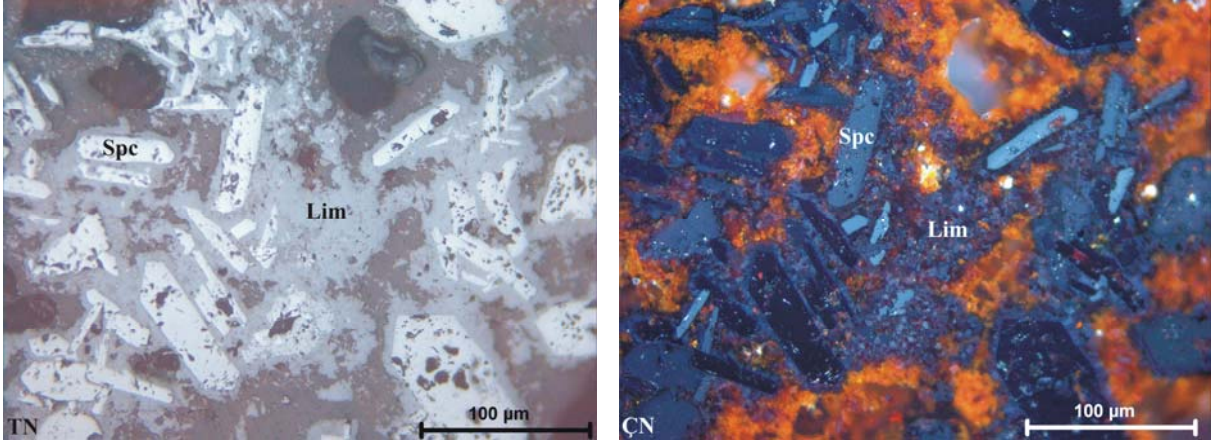
SİDERİT (FeCO_3): Trigonal sistemde kristallenen siderit, kesitlerde düşük reflektivitede gözlenmektedir. Mikroskop altında gri tonlara sahip olan bu cevher minerali, bazı kesitlerde limonitten kaynaklanan kahve renkli tonlarda da görülmektedir. Ayrıca tane kenarlarından itibaren limonite dönüşüm belirlenmiştir (Şekil 4.67).

SERÜZİT (PbCO_3): Mikroskop altında gri renklerde gözlenen serüzit, düşük reflektiviteye sahiptir. Yansıma çok renkliliği belirgin olan bu mineral, çift nikolde kuvvetli anizotropi göstermektedir (Şekil 4.68). Serüzit bir karbonat minerali olduğundan gang minerallerine benzerlik göstermektedir. Buna rağmen, tek nikoldeki yansıma çok renkliliği ve çift nikolde gri tonlardaki kuvvetli anizotropisi ile ayırt etmek mümkündür.

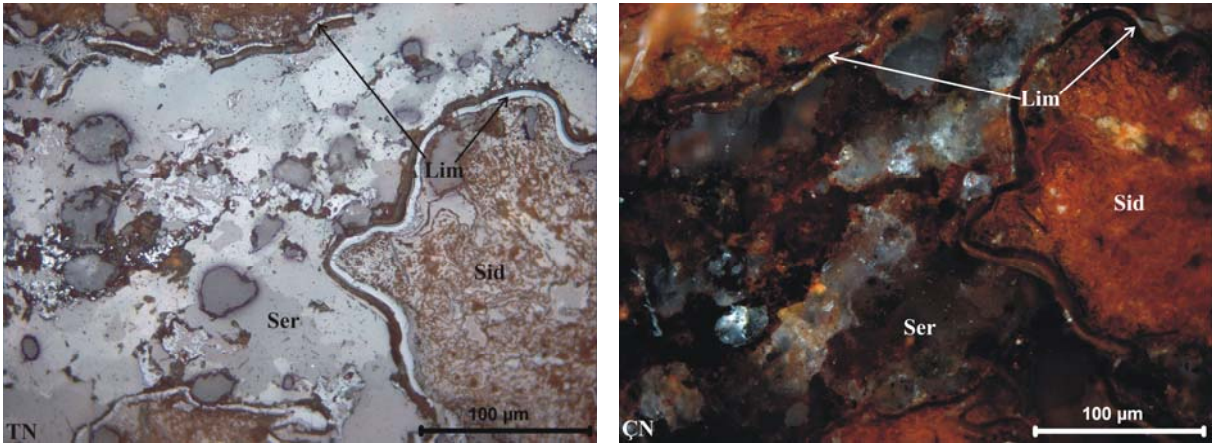
NABİT BAKIR (Cu): Kübik sistemde kristallenen bakır, kesitlerde pembemsi sarı, turuncuya çalan parlak sarı renklerde gözlenmektedir (Şekil 4.69). Kesitlerde küçük taneler halinde gözlenen bu mineral, çok yüksek reflektiviteye sahip olup yansıma çok renkliliği gözlenmemiştir. Bakırın izotrop olduğu ve çift nikolde koyu kahvemsi-gri tonlarda görüldüğü saptanmıştır. Bakırın bulunduğu kesitlerde gözlenmesi beklenen malakit veya diğer bakırlı minerallere rastlanmamıştır.

PİRİT (FeS_2): Kübik sistemde kristallenen pirit çok yüksek reflektiviteye sahiptir. Parlak kesitlerde hafif sarı tonda-beyaz renkli olan bu mineral, yansıma çok renkliliği göstermeyip izotropdur. Çoğu kez özşekilli olma eğiliminde olan pirit (Akıncı, 1999), cevherleşmeye ait kesitlerde özşekilsiz olarak görülmüştür (Şekil 4.70).

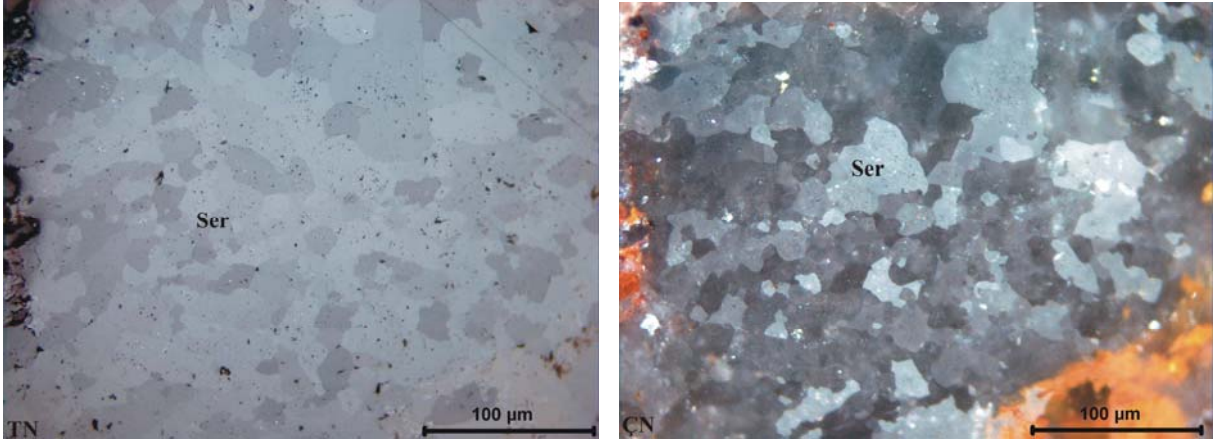
MALAKİT ($\text{Cu}_2(\text{OH})_2/\text{CO}_3$): Sadece makroskobik olarak mermerin kırık ve çatlaklarında izlenmiştir. Mikroskobik olarak cevherleşme içinde rastlanmamıştır.



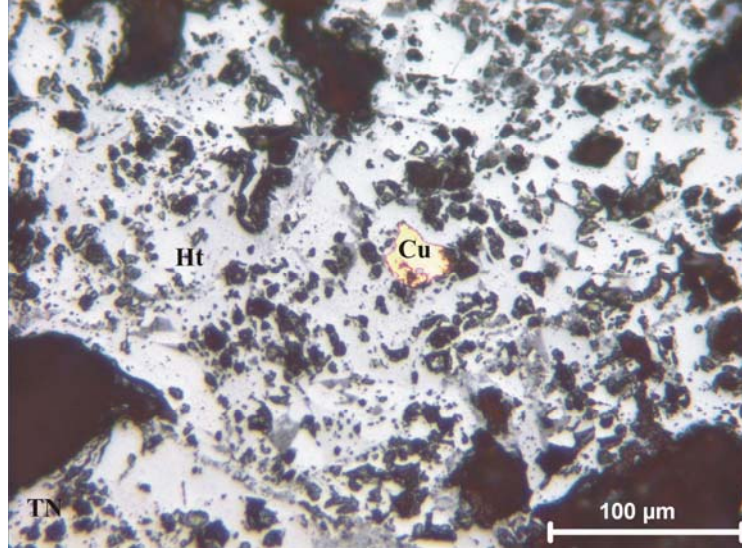
Şekil 4.66. Limonit (Lim) matrisi içinde görülen spekülarit (Spc) kalıntıları (TN: Tek nikol, ÇN: Çift nikol).



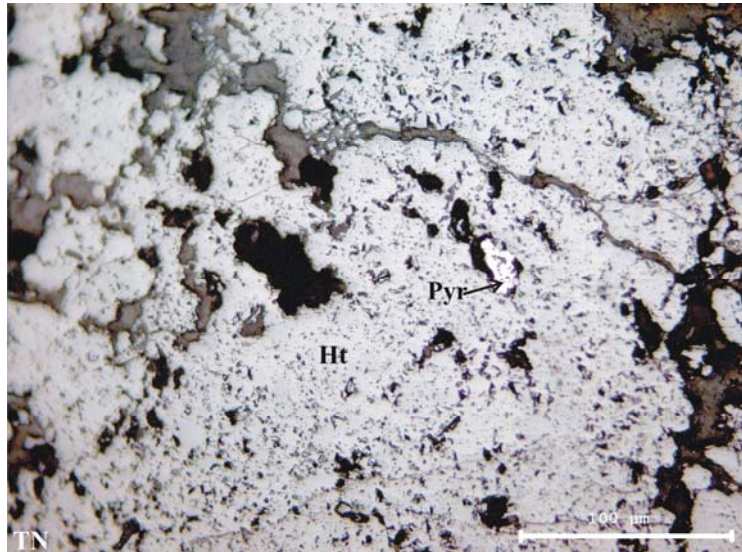
Şekil 4.67. Sideritin (Sid) kenarı boyunca gelişen limonitleşme (Ser: Serüzit, Lim: Limonit, TN: Tek nikol, ÇN: Çift nikol)



Şekil 4.68. Serüzit (Ser) mineralinin cevher mikroskobundaki görünümü (TN: Tek nikel, ÇN: Çift nikel).



Şekil 4.69. Nabit bakırın (Cu) cevher mikroskobundaki görünümü (Ht: Hematit, TN: Tek nikel, ÇN: Çift nikel).



Şekil 4.70. Hematit (Ht) içerisinde görülen pirit (Pyr) (TN: Tek nikel).

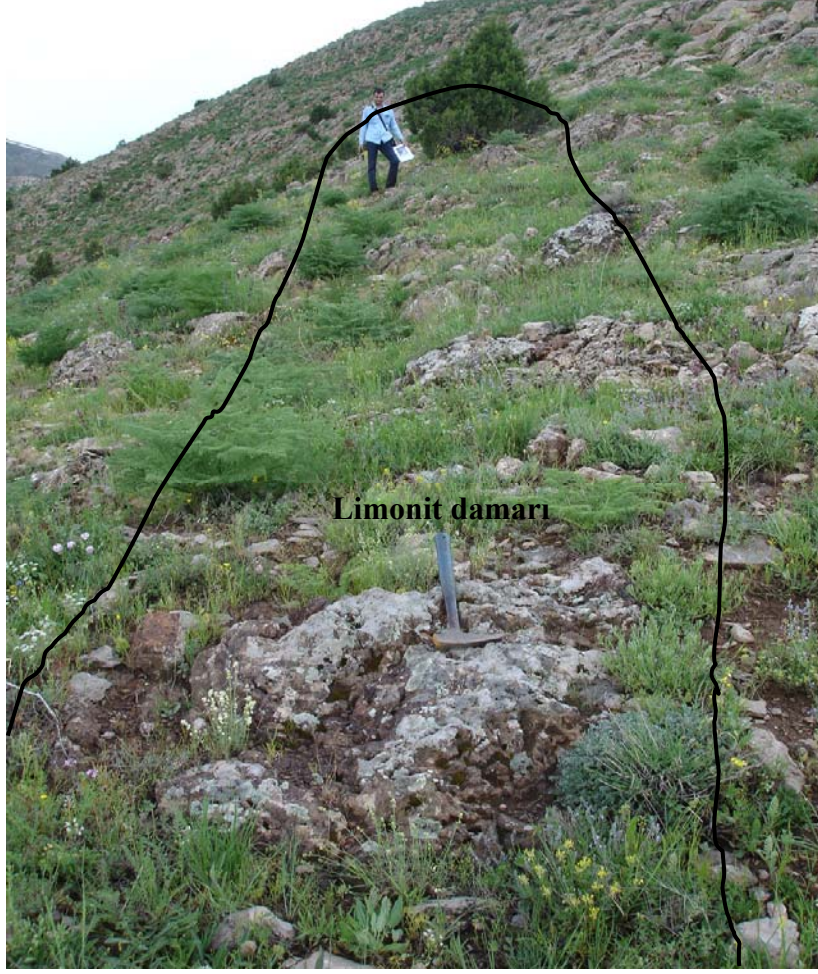
4.3.5. Cevherleşmenin baz metal içerikleri

Çalışma alanında da yer yer 0.5-5 cm arasında değişen kalınlıklarda çok küçük de olsa Pb-Zn damarları gözlenmektedir. Cevher zonunun yaklaşık 480 m GD'sundan alınan bir örneğin (AF-12) analiz sonuçlarında % 30'un üzerinde Pb içeriği saptanmıştır. Ayrıca cevher zonu içerisinden alınan döküntü halindeki bir örnekte de (AF-29) % 30'un üzerinde Pb içeriği belirlenmiştir. Ancak cevher zonunda bu örneği temsil edebilecek herhangi bir damar bulunamamıştır.

İnce Pb-Zn cevher damarlarının bulunduğu yerlerden alınan örneklerin parlak kesitlerde hematit, limonit, serüzit ve pirit belirlenmiştir. Ayrıca kimyasal analizi yaptırılan Fe örneklerinin ortalama 1470 ppm Pb, 956 ppm Zn ve 708 ppm Cu içerikleri belirlenmiştir. Limonitli örneklerin ortalama 1211 ppm Pb, 915 ppm Zn, ve 971 ppm Cu; hematitli örneklerin ortalama 1858 ppm Pb, 1016 ppm Zn ve 312 ppm Cu içerdikleri tespit edilmiştir. Yüksek oranlardaki Pb ve Zn varlığına rağmen cevherleşme içinde herhangi sülfürlü bir mineral fazı görülmemiştir. Ayrıca Pb ve Zn hematit ve limonitin kristal kafesi içinde subsidasyon olarak bulunamayacağından muhtemelen yüzey koşullarında oksitlenmiş mineral fazlarından kaynaklanmış olmalıdır.

Çalışma alanı içerisinde, cevher zonunun yaklaşık 2,5 km batısında 30-35 m uzunluğa ve 1-4 m genişliğe sahip, K35D doğrultulu bir limonit damarının varlığı tespit edilmiştir (Şekil 4.71). Cevher zonundaki limonitlere göre daha sert ve koyu renkli olan bu limonitlerin (Şekil 4.72) el örneklerinde galenit minerali makroskobik olarak gözlenebilmektedir. Bu limonit mostrasından alınan örneklerden yapılan parlak kesitler incelenerek, buradaki cevher minerallerinin götit, lepidokrosit, kalkofanit, hematit ve galenit olduğu belirlenmiştir. Daha az oranda pirit, serüzit, jamasonit ve fahlerz gözlenmiştir. Cevher mikroskobunda incelenen parlak kesitlerden, buradaki cevherleşmede ana cevher mineralinin, lepidokrosite göre daha koyu gri renklerde gözlenen götit olduğu saptanmıştır (Şekil 4.73). Kesitlerde saf beyaz renkli, izotrop olarak görülen galenit, kenarları boyunca serüzite dönüşmüştür (Şekil 4.74). Kuvvetli yansıma çok renkliliği ve çok kuvvetli anizotropiye sahip olan kalkofanitler, grimsi beyaz-gri renk tonlarında gözlenmektedir (Şekil 4.75). Ayrıca kalkofanitlerde sarı ile koyu kırmızı arasında değişen renklerde iç yansımalar görülmüştür.

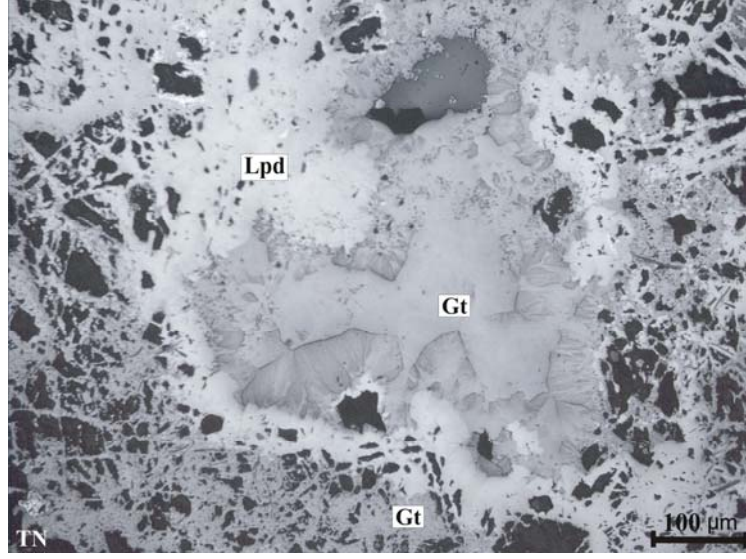
Çalışma alanındaki cevher zonu yakınlarında sülfürlü Pb-Zn damarlarının varlığı, cevherleşmenin yaklaşık 4 km güneyinde Pb-Zn yatağının olması, cevherli örneklerin Pb-Zn içeriklerinin yüksek olması gibi verilere dayanılarak, derinde Fe cevherleşmesinden farklı bir sistemde gelişmiş sülfürlü cevherleşmelerin olma ihtimalinin yüksek olduğu söylenebilir.



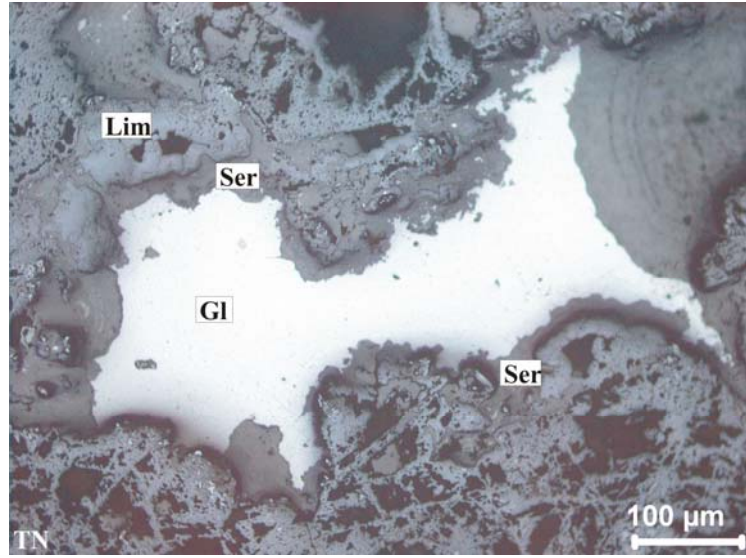
Şekil 4.71. Cevher zonunun yaklaşık 2,5 km batısında bulunan limonit damarı (Gb'ya bakış).



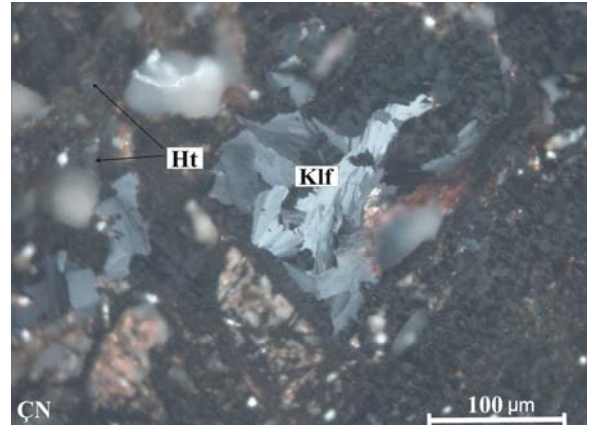
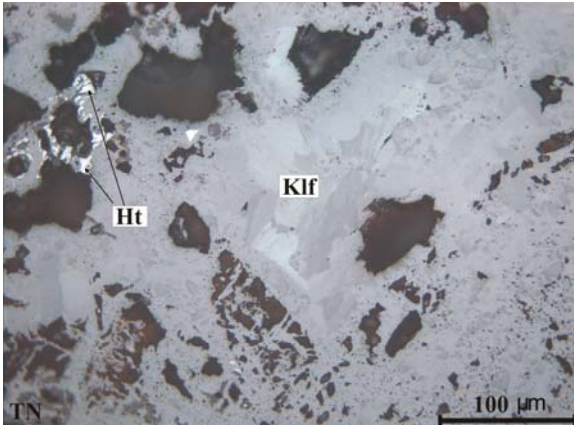
Şekil 4.72. Cevher zonunun yaklaşık 2,5 km batısında bulunan limonitten bir görünüm.



Şekil 4.73. Götitin (Gt) cevher mikroskobundaki görünümü (Lpd: Lepidokrosit, Tn: Tek nikel)



Şekil 4.74. Cevher zonu dışında görülen sülfürlü minerallerden galenit (Gl) (Lim: Limonit, Ser: Serüzit, TN: Tek nikel).

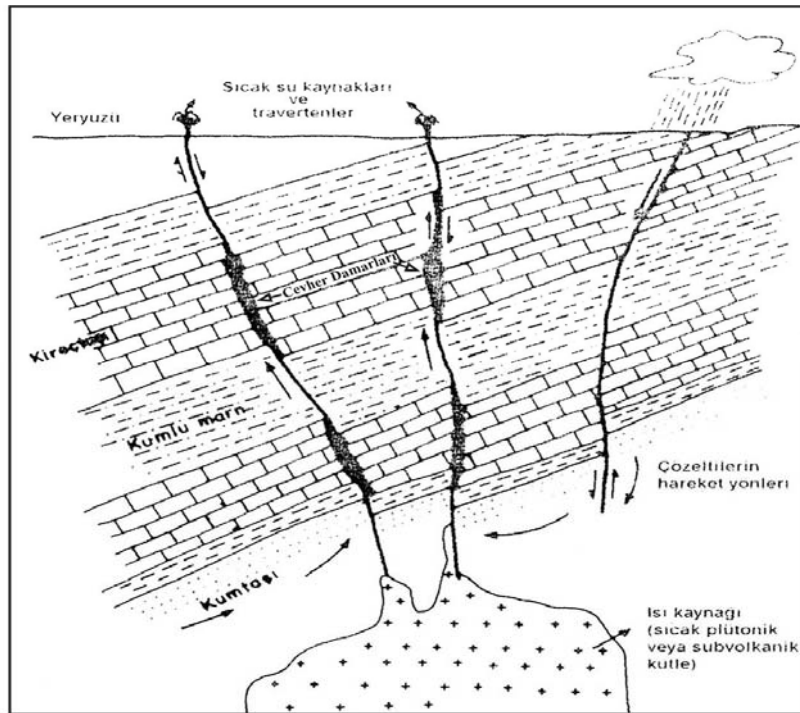


Şekil 4.75. Kalkofanitin (Klf) tek (TN) ve çift (ÇN) nikel görünüşleri (Ht: Hematit).

4.3.6. Cevher oluşum mekanizması ve jeodinamik modelleme

Saha gözlemleri, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikler göz önünde bulundurularak cevherin oluşum mekanizması aşağıdaki gibi açıklanmaya çalışılmıştır.

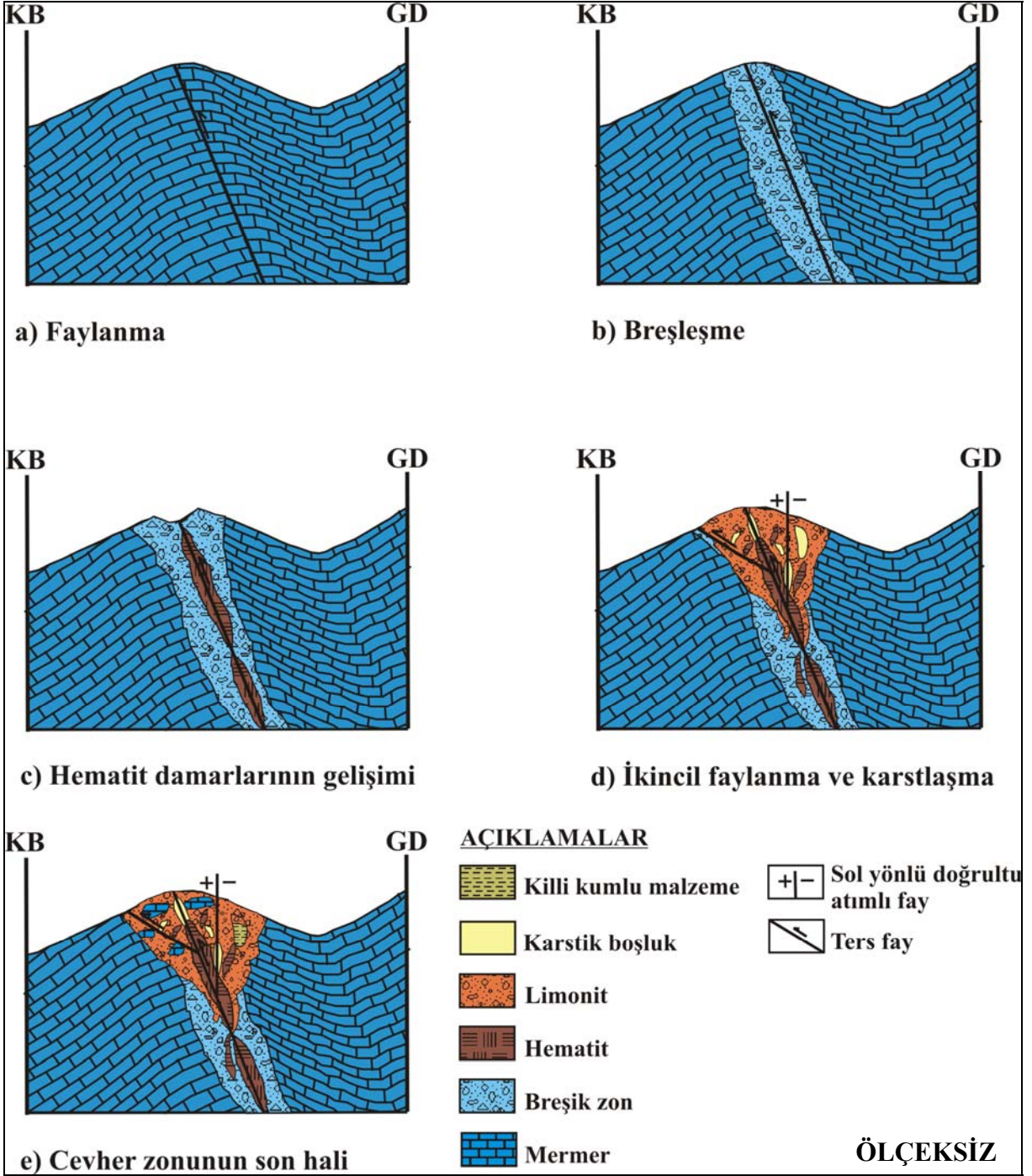
Meteorik kökenli yüzey suları, geçirimsizliği yüksek olan karbonatlı yankayaçlarda buldukları kırık-çatlak ve faylardan süzülerek derinlere doğru inerler. Derinlere doğru inildikçe, jeotermal gradyana bağlı olarak sıcaklığın ortalama 30 metrede 1⁰C arttığı bilinmektedir (Ketin, 1998; Erkan, 1999). Derine inerken sıcaklığı artan suların çözücülük yetenekleri de arttığından geçilen formasyondan çözerek aldıkları malzemeyi içlerine alarak çözelti haline gelirler. Hareket halindeki bu çözeltiler yeteri kadar derine indiklerinde sıcaklıkları iyice artar. Basınç ve sıcaklığın etkisiyle bu sıcak sulu çözeltiler yukarı doğru çıkma eğilimi gösterirler. Bununla beraber derinlerde sıcak bir plütonun varlığı da çözeltilerin sıcaklığının artmasına ve yukarı doğru yükselme eğilimi göstermesine neden olabilir. Sıcaklığı artan hidrotermal çözeltiler buldukları kırık-çatlak ve faylardan yüzeye doğru yükselirler. Yükselirken sıcaklığı düşen çözeltiler, kırık-çatlak ve faylar boyunca içerdikleri malzemeleri, sıcaklık düşüşüne ve geçtikleri ortamın koşullarına bağlı olarak çökeltirler. Böylece “damar tipi hidrotermal yataklar” oluşur (Şekil 4.76).



Şekil 4.76. Damar tipi hidrotermal yatakların oluşum mekanizması (Gökçe, 1995'ten).

Altınsaç cevherleşmesinde de benzer bir sistemle demir cevherleşmesinin geliştiği düşünülmektedir. Muhtemelen, sıcak sulu çözeltiler cevher zonunun geliştiği ters fay ve kırık-çatlaklar boyunca yükselirken hidrotermal çözeltilerin sıcaklığı düşmüş ve çözeltilerin içindeki Fe elementleri kırık-çatlaklarda ve fay zonunda çökelmiştir. Böylece çalışma alanındaki K20B/70⁰KD konumlu ters fay zonu ve civarındaki kırık-çatlaklarda mobilizasyon yoluyla hematit cevherleşmesi gelişmiştir. Hidrotermal çözeltilerin cevherleşmeden sonra aktivitelerini sürdürmeleri, karbonatlı yankayaçtaki kırık ve çatlakların eriyerek genişlemesini sağlamışlardır. Cevherleşmeden sonra tektonizma ve hidrotermal aktivitelerin devam etmesi, yüzeye yakın kesimlerde süperjen koşulların etkisi, meteorik suların dolaşımı ve karbondioksitin etkisi gibi nedenlerin bir araya gelmesiyle karbonatlı yankayaçta erimeler başlamış ve hematit cevherleşmesinin üst kesimlerinde karstlaşma gelişmiştir. Sıcak sulu çözeltiler yukarı çıkarken uzaklardan getirdikleri ve alt kısımdaki hematit cevherleşmesinden geçerken çözdükleri Fe elementlerini, bu karstik bölgede çökeltilmişlerdir. Burada karbonatlı yankayaç, su ve oksijenin etkileşimi sonucu geniş bir limonitik zon gelişmiştir.

Cevher zonundaki faylanmalar ve cevherleşmenin zamana bağlı gelişimi ölçeksiz kesitlere çizilerek bir jeodinamik modelleme oluşturulmuştur (Şekil 4.77). Burada önce K20B/70⁰KD konumlu ters fay oluşmuş (Şekil 4.77-a), fay zonu boyunca breşleşmeler gelişmiş (Şekil 4.77-b) ve üst kesimler aşınmaya maruz kalmış, daha sonra hidrotermal çözeltilerle taşınan Fe, fay zonunda çökeltilerek hematit oluşmuştur (Şekil 4.77-c). Tektonizmanın devam etmesiyle bölgede doğrultu atımlı ve ters faylar gelişmiş, bu faylar cevher damarlarını keserek ötelemişlerdir. Ayrıca ana fay düzlemine yaklaşık dik bir şekilde hematit damarcıkları gelişmiştir (Şekil 4.77-d). Neotektonizma ve breşleşme etkisiyle oluşan kırık-çatlak ve faylar boyunca hidrotermal çözeltilerin harekete devam etmesi sonucu, cevher zonunun üst kesimleri karstlaşmaya maruz kalarak burada karstik boşluklar gelişmiş ve süperjen koşullar altında limonitleşme gelişmiştir (Şekil 4.77-d). Limonitik zon içerisine cevher damarlarından kopan hematit parçaları, daha üst seviyelerden kopup gelen yankayaç blokları birikmiş ve daha önce oluşan karstik boşluklarda zamanla killi-karbonatlı sedimanlar birikmiştir (Şekil 4.77-e). Karstlaşmanın devam etmesiyle limonitik zon içerisindeki blokların kenar ve köşeleri eriyerek cevher zonu bugünkü son halini almıştır (Şekil 4.77-e).



Şekil 4.77. Cevherleşmenin jeodinamik modeli.

5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Gevaş'ın (Van) Batısı'ndaki Altınsaç Köyü ve yakın çevresini kapsayan çalışma alanı, Bitlis Masifi Üst Birliği'ne ait meta-karbonatlı kayaç grubu içerisinde yer almaktadır. Saha çalışmaları sonucunda 1/25.000 ölçekli L49-b₁ ve b₂ paftalarının güney kesimi içindeki yaklaşık 20 km²'lik bir alanı kapsayan inceleme alanının, 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası yapılmıştır. Ayrıca Çalışma alanı içerisinde bulunan Altınsaç demir cevherleşmesi cevher zonunu ve yakın çevresini kapsayan 1/5.000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritası hazırlanarak Altınsaç Köyü yakın çevresinin jeolojik özellikleri ortaya konulmuş ve buradaki demir cevherleşmesinin jeolojik ve jeokimyasal özellikleri aktarılmaya çalışılmıştır. Jeokimyasal analiz yöntemleri, makroskobik ve mikroskobik incelemelerin yardımıyla inceleme alanındaki kayaçlar genel özellikleri bakımından; metamorfik kayaçlar, kırıntılı-karbonatlı sedimanter kayaçlar ve güncel çökeller olmak üzere üç ana başlık altında toplanmış ve toplam 7 litolojik birim ayırtlanmıştır. Bu litolojik birimlerden mermer, kalkşist, dolomitik kireçtaşı, kuvarsit ve yeşilşist metamorfik kayaçlar adı altında; traverten kırıntılı-karbonatlı sedimanter kayaçlar adı altında; alüvyon ise güncel çökeller adı altında toplanarak sınıflandırılmıştır.

İnceleme alanında yapısal jeoloji açısından sistematik bir çalışma yapılamamasına rağmen, buradaki litolojik birimlerin ve cevherleşmenin tektonizma ile ilişkisi açıklanmaya çalışılmıştır. Mermer, çalışma alanındaki kalkşist ve dolomitik kireçtaşı birimleriyle tektonik bir sınır ilişkisi sergilemektedir. Çalışma alanında Alpin Orojenezinin yoğun etkisi gözlenmektedir. Bu etkiler sonucunda inceleme alanında küçük ve büyük ölçekli kırırmlanmalar, bindirmeler ve faylanmalar gelişmiştir.

Saha çalışmalarında alınan toplam 45 adet kayaç ve cevher örneğinden 33 tanesinin kimyasal analizleri yaptırılmıştır. Bu 33 örnekten tümünün ana ve iz element içerikleri 25 tanesinin de major oksit içerikleri belirlenmiştir.

Saha gözlemleri, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal verilerden yararlanılarak, çalışma alanıyla ilgili aşağıdaki maddeler halinde verilen sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Altınsaç demir cevherleşmesi, Bitlis Masifi Üst Birliği'ne ait yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış meta-karbonatlı kayaç grubu içerisinde bulunmaktadır. Demir cevherleşmesinin ana cevher minerallerini hematit ve limonit oluşturmaktadır. Az miktarda ise spekülait, siderit, pirit, malakit ve nabit bakır saptanmıştır. Ayrıca

- cevher zonu dışında, daha küçük ölçekteki cevherli mostralardan alınan örneklerde galenit, serüzit, kalkofanit, jamasonit ve fahlerz minerallerine de rastlanmıştır.
2. Çalışma alanındaki cevher zonu yaklaşık K20B/70⁰KD konumlu ters bir fay boyunca izlenmektedir. Bu fayı ve cevheri kesen daha genç fayların varlığı belirlenerek cevherleşmeden sonra da tektonizmanın devam ettiği kanısına varılmıştır. Hematit damarları ters fayın düzlemine paralel olarak 20–80 cm aralığında değişen kalınlıklarda görülmüştür. Fayın geometrisine bağlı olarak damarlar yer yer mercekk şekilli olarak gözlenmektedir. Ayrıca faya yaklaşık olarak dik gelişen 5–35 cm kalınlıklara sahip kırık ve çatlaklar içinde de hematit damar ve damarcıkları bulunmaktadır.
 3. Yapılan kimyasal analizlerin sonuçları değerlendirilerek, Altınsaç demir cevherleşmesinin oluşum zamanı ve mineral içeriği bakımından farklılıklar gösteren iki ayrı zondan oluştuğu, bu zonlardan limonitçe zengin cevherin üst zonda, hematitçe zengin cevherin alt zonda devam ettiği sonuçlarına ulaşılmıştır. Saha gözlemleriyle cevher oluşum tipinin hidrotermal olduğu tezi savunulmuş ve kimyasal analiz sonuçları diyagramlara aktarılarak hidrotermal oluşum tipi desteklenmiştir.
 4. Alınan cevherli örneklerin Fe içerikleri %28 ile %60 arasında değişirken, ortalama %41 Fe içeriği saptanmıştır. Cevherli örneklerin Fe₂O₃ içerikleri; alt zondan alınan hematitli örneklerde %74 ile %93 arasında (ortalama %84), üst zondan alınan limonitli örneklerde ise %40 ile %70 arasında (ortalama %58) değişmektedir.
 5. Altınsaç demir cevherleşmesine ait örneklerin eser element dağılımları incelendiğinde Pb ve Zn metalleri limonit ve hematitçe zengin örneklerde belirgin bir değişiklik göstermemektedir. Ancak çok belirgin olmasa da, Pb-Zn zenginleşmelerinde ters orantılı bir dağılım olduğu gözlemlenmiştir. Pb değerinin daha yüksek olduğu gerek limonitli üst zonda gerekse de hematitli alt zonda Zn'nin düşük değerler göstermesi; çözünürlükleri farklı olan bu iki elementten, çok daha hareketli olan Zn'nin ortamdan uzaklaşarak azaldığını göstermektedir. Cevherli örneklerin Cu içerikleri hematitli alt zonda limonitli üst zonda oranla düşük değerlerde gözlenmektedir. Analize gönderilen örneklerin Ag içerikleri genel olarak düşüktür. Ancak Pb ve Zn içeriği yüksek olan örneklerde Ag'nin de kayda değer bir yükselme gösterdiği ve Pb ile doğru orantılı bir dağılım sergilediği gözlenmiştir.
 6. Arsenik (As) sulu Fe oksitlerin üzerinde kolaylıkla emilebildiğinden, limonitli üst zonda oldukça yüksek değerler göstermektedir. Cevher örneklerinin Ca ve Sr içerikleri limonitik üst zonda yüksektir. Sr kalsitin kristal yapısına girdiğinden Ca ve Sr'nin

limonitik üst zonda yüksek değerler göstermesi, bu zonun karbonat içeriğinin hematitli alt zona oranla daha yüksek olduğunu göstermektedir. Analiz sonuçlarında genel bir değerlendirme yapılmış ve üst zonda nispeten yüksek olan Au, Al, As, Ba, Cu, P, S, Sr, Th ve V'a karşın, önemli iz sürücü elementlerden Mo, W ve Sb'nin alt zondaki hematitli örneklerde daha zengin olduğu saptanmıştır.

7. Elimizde sondaj verisinin olmamasına karşın, yankayaçlardaki Fe oranının yüksek oluşu ve saha gözlemleri esnasında, çalışma alanının birçok yerinde yüzeydeki kayaçların kırık çatlaklarında hematit sıvamasından kaynaklanan kırmızılıkların gözlenmesi gibi verilere dayanılarak, derinde demir cevherleşmesinin devam etmesi ihtimalinin yüksek olduğu kanısına varılabilir.
8. Cevherleşme zonu ve yakın çevresinde karstlaşmaya ait izler gözlenmektedir. Bunlar yüzeyde gözlenen aşınmış dolinler ile yüzey altında dogteeth, popcorn gibi erime yapıları ile temsil edilmektedir. Karstlaşma izleri gözlenen limonitleşmiş zon içinde ana kayaca ve cevhere ait cm-m boyutunda parçalar bulunmakta ayrıca, yüzey sularıyla taşınan ve karstik boşluklarda biriken killi-kumlu sedimanlar yer almaktadır. Bu sedimanlar ritmik gelişmiş limonit bantları ile uyumsuz olarak bulunmaktadır. Cevhere ait cm-m boyutunda parçaların karstlaşma izleri gösteren limonitleşmiş zon içinde gözlenmesi karstlaşmanın birincil cevher damarlarının oluşumundan sonra geliştiğini kanıtlamaktadır.
9. Çalışma alanındaki cevher zonuna yakın yerlerde sülfürlü Pb-Zn damarlarının varlığı, cevherleşmenin yaklaşık 4 km güneyinde kurşun-çinko yatağının olması, cevherli örneklerin Pb-Zn içeriklerinin yüksek olması (ortalama 1470 ppm Pb ve 956 ppm Zn) gibi verilere bakılarak Altınsaç demir cevherleşmesinin derin kesimlerinde Pb-Zn cevherleşmesinin olma ihtimalinin yüksek olduğu kanısına varılmıştır.
10. Cevherleşme çevresinde mostra vermiş herhangi bir magmatik sokulum görülmemektedir. Mineralojik, petrografik ve saha gözlemleri sonucunda Altınsaç demir cevherleşmesinin Bitlis Masifi Üst Birliği meta-karbonatlı kayaçlar içinde ters faylara bağlı hidrotermal damar tipi olarak oluştuğu ve daha sonraki dönemlerde karstlaşmaya maruz kalarak yatağın üst kesimlerinin süperjen koşullarda limonitleştiği sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Acarlar, M., Bilgin, A.Z., Elibol, E., Erkan, T., Gedik, İ., Güner, E., Hakyemez, Y., Şen, A.M., Uğuz, M.F., Umut, M., 1991, Van Gölü Doğusu ve Kuzeyinin Jeolojisi, **MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüd Dairesi Yayını**, Rapor No: 9469, 94 s (yayınlanmamış).
- Akçay, M., 2002. **Jeokimya: Temel Kavramlar ve Uygulamaya Aktarımları**. Karadeniz Teknik Üniversitesi yay. No: 204, Trabzon, 506.
- Akıncı, Ö., T., 1999. **Cevher Mikroskobisi ve Mineral Tanımları**. S.D.Ü. yay. No: 4, Isparta, 415.
- Choi, J.H., Hariya, Y., 1992. Geochemistry and depositional environment of Mn oxide deposits in the Tokoro Belt, northeastern Hokkaido, Japan. **Econ. Geol.**, **87**: 1265–1274.
- Çelebi, H., 1992. Avnik (Bingöl) metamorfik manyetit oluşuklarının jeokimyası, jeostatistiksel incelenmesi ve kökenlerinin irdelenmesi. **T.J.K. Bülteni**, **35**: 115-126.
- Çelik, R., 1968. Bitlis Bölgesi Arazi Çalışmaları Bakır, Demir, Çinko, Kurşun Zuhurları. **M.T.A Raporu**, (Yayımlanmamış). Van.
- Dilek, Y., 1979. **Gevaş-Van İli Dolayının Jeolojisi**, Jeoloji Yüksek Mühendisliği Diploma Çalışması, İ.Ü., Fen Fakültesi Tatbiki Jeoloji Kürsüsü, İstanbul.
- Doğan B., Ünlü T., Sayılı S., 1998. Kesikköprü (Bala-Ankara) Demir Yatağının Kökenine Bir Yaklaşım. **M.T.A. Dergisi**, (120): 1-33.
- Erdoğan, B., Dora, O.Ö., 1983. Bitlis Masifi apatitli demir yataklarının jeolojisi ve oluşumu. **T.J.K. Bülteni**, **26**: 133-144
- Erkan, Y., 1998. **Metamorfik Petrografi**. H.Ü. Mühendislik Fakültesi, Yay. No:28, Ankara, 204.
- Erkan, Y., 1999. **Magmatik Petrografi**. H.Ü. Mühendislik Fakültesi, Yay. No:40, Ankara, 183.
- Genç, Y., 1998. **Cevher Mikroskobisi**. Nurol matbaacılık A.Ş., Ankara, 170.
- Gökçe, A., 1995. **Maden Yatakları**. C. Ü. Yayınları, Yay. No: 59, Sivas, 307.
- Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., 1981. Bitlis metamorfitlerinde yeni yaş bulguları. **M.T.A. Dergisi**, (95-96): 44-47.
- Helvacı, C., 1984. Bitlis Masifi Avnik (Bingöl) yöresindeki zengin demir yataklarının oluşumu. **T.J.K. Bülteni**, (27): 33-51.

- Ketin, İ., 1977. Van Gölü ve İran sınırındaki bölgede yapılan jeoloji gözlemlerinin sonucu hakkında kısa bir açıklama *Tür. Jeol. Kur. Bült.*, **2**(20): 79-85.
- Ketin İ., 1998. *Genel Jeoloji*. İ.T.Ü. Vakfı yay. No: 22, İstanbul, 564.
- Kıraner, F., 1959. Van Gölü Doğu bölgesinin jeolojik etüdü, *TJK Bült.*, **VII**(1): 30-57.
- Koçyiğit, A., Yılmaz, A., Adamia, S., Kulashvili, S., 2001. Neotectonics of East Anatolian plateau (Turkey) and lesser caucasus: Implication for transition from thrusting to strike-slip faulting. *Geodinamica Acta*, (14): 177-195.
- Nicholson, K., 1992, Contrasting mineralogical-geochemical signatures of manganese oxides: *Guides to Metallogenesis. Econ. Geol.* **87**: 1253-1264.
- Özkaymak, Ç., 2003. *Van Şehri Yakın Çevresinin Aktif Tektonik Özellikleri*. (yüksek lisans tezi, basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van. 84.
- Öztürk, H., Hanılçı, N., Kasapçı, C., Altuncu, S., 2005. Divriği bölgesi demir yataklarının yan kaya özellikleri. *Türkiye Demir Yatakları Jeolojisi Madenciligi ve Mevcut Sorunları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. 23-25 Haziran, 74-84.
- Öztürk, M., 1973. Bitlis Masifi Demir Prospeksiyon Sahasındaki Zuhurların Jeolojik Ön Etüdü. *M.T.A raporu* (Yayımlanmamış). Ankara.
- Ramdohr, P., 1980. *The Ore Minerals and Their Intergrowths*. International series in earth sciences, vol: 35, Pergamon press, USA, 440.
- Sağiroğlu, A., 1986. Kızıldağ-Elazığ cevherleşmesinin özelliklem ve kökeni. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, **29** (8): 13-20.
- Seyhan, İ., 1974. Doğu Anadolu'da Subvolkanik ve Porfirik Bakır İmkanları. *M.T.A raporu* (yayımlanmamış). Van.
- Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., 1984. Doğu Anadolu'nun Neo-Tektoniği ve ilgili magmatizması. *Ketin Sempozyumu*. 20-21 Şubat, Ankara, 149-162.
- Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., 1986. Doğu Anadolu'da neotektonik dönemdeki jeolojik evrim ve havza modelleri. *T.J.K. Bülteni*, 74-94.
- Şengör A. M. C., Özeren, S., Zor, E., Genç, T., 2003. Doğu Anadolu litosfer mekaniğine yeni bir yaklaşım. *IV. Kuvaterner Çalıştay*. İstanbul, 101-110.
- Şengün, M., 1984. *Bitlis Masifi Tatvan güneyinin jeolojik/petrografik incelenmesi* (Doktora tezi, basılmamış). H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şengün, M., 1993. Bitlis masifinin metamorfizması ve örtü çekirdek ilişkisi. *MTA dergisi*, **115**: 1-13.
- Ternek, Z., 1953. Van Gölü Güneydoğu bölgesinin jeolojisi, *TJK Bült.*, **IV** (2): 1-34.

- Tolluoğlu, A. Ü., Erkan, Y., 1982. Mutki (Bitlis) yöresindeki bölgesel metamorfik kayaçların petrografik incelenmesi. *Yerbilimleri Dergisi*, **9** (1): 73-91.
- Toth, J.R., 1980. Deposition of submarine crusts rich in manganese and iron. *Geological Society of America Bulletin* **91**: 44-54.
- Türkunal, S., 1980. *Doğu ve Güneydoğu Anadolunun Jeolojisi*. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını, Yay. No:8, Ankara, 125.
- Yılmaz, İ., Bargu, S., Hanilçı, N., Yurdağul, A., 2005. Güzpinarı (Feke) spekülait yatağının jeolojisi ve tektonik ilişkisi. *Türkiye Demir Yatakları Jeolojisi Madencilik ve Mevcut Sorunları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. 23-25 Haziran, İstanbul, 85-99.
- Yılmaz, O., 1975. Cacas bölgesi (Bitlis Masifi) kayaçlarının petrografik ve stratigrafik incelenmesi. *T.J.K. Bülteni*, **18** (1): 33-41.
- Yılmaz, Y., 1978. Gevaş (Van) dolayında Bitlis Masifi / ofiyolit ilişkisi. *Türkiye 4. Petrol Kongresi Bildiri Özleri Kitabı*. 17-21 Nisan, Ankara, 83-95.
- Yılmaz, Y., Dilek, Y., Işık H., 1981. Gevaş (Van) Ofiyolitinin jeolojisi ve Sinkinematik Bir Makaslama Zonu. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **24**: 37-44.

ÖZ GEÇMİŞ

Musa BALKAYA, 1983 yılında Muş il merkezine bağlı Kırköy Köyü'nde doğdu. İlk öğrenimini ve orta öğreniminin ilk iki yılını Muş'ta, orta öğreniminin son bir yılını Samsun'da, lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2001 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mimarlık-Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde öğrenime başladı. 2005 yılında jeoloji mühendisi ünvanıyla mezun oldu. Aynı yılın Eylül döneminde Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü Anabilim dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.