

T.C.
Niğde Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Armutbeli (Niğde) Altın ve Bakır İçerikli Demir Yatağının Mineralojik ve Jenetik
Özelliklerinin İncelenmesi

Beyhan SAYIN

112656

Yüksek Lisans Tezi

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Danışman: Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU

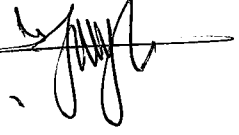
Ekim 2001

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma jürimiz tarafından.....*JEOLOJİ*.....ANABİLİM DALI' nda
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU

(Niğde Ünv)



Üye : Prof. Dr. Sedat TEMUR

(Selçuk Ünv)



Üye : Yrd. Doç. Dr. M. Gürhan YALÇIN

(Niğde Ünv)



ONAY:

Bu tez, 23.11/2001 tarihinde, Fen Bilimleri Yönetim Kurulu' nca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu' nun kararıyla kabul edilmiştir.



27.11./2001

Doç. Dr. Aydın TOPÇU
Enstitü Müdürü

ÖZET

ARMUTBELİ (NİĞDE) ALTIN VE BAKIR İÇERİKLİ DEMİR YATAĞININ MİNERALOJİK VE JENETİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

SAYIN, Beyhan

Niğde Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Anabilim Dalı

Danışman : Prof.Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU

Ekim 2001, 94 sayfa.

Çamardı (Niğde) ilçesinin 10 km. batı-güneybatısında yer alan çalışma alanında, Niğde Masif'i formasyonları gözlenmektedir.

İnceleme alanında gözlenen formasyonlar, yaşlıdan gence doğru sırasıyla Paleozoyik'e ait Gümüşler, Kaleboynu ve Aşıgediği formasyonlarıdır. Bu formasyonları Mesozoyik yaşlı Sineksizyayla Metagabrosu ve Üçkapılı Granodiyoriti boylu boyuna kesmektedir. Bu formasyonların üzerine uyumsuz olarak Senozoyik'e ait Çamardı Formasyonu gelmiştir. Bununla birlikte üzeri kuvaternere ait yamaç molozu ve alüvyon ile örtülmüştür.

Armutbeli demir cevherleşmesi Aşıgediği formasyonu ile bunun üzerine uyumsuz olarak gelen Çamardı formasyonunun geçiş zonunda yer almaktadır. Cevher Aşıgediği formasyonunun üst seviyelerindeki mermerin fay hatlarında ve zayıf zon olarak seçtiği mermer ile kuvarsit dokanağında gözlenmiştir. Mermer ile kuvarsit birbiriyle aralanmalı olup, arazide tektonik dokanaklı olarak da gözlenmektedir. Cevher yerleşimi ilk önce yan kayaç boşluklarının hidrotermal eriyikler tarafından doldurulmasıyla oluşmuştur. Cevher kütlelerinin şekli de yan kayacın yapısal özelliklerine bağlı olarak gelişme göstermiştir. Ancak olası magma kaynaklı, yüksek ısıya sahip cevher bileşimli akışkan, yerleşimi sırasında yan kayacın mineralojik ve kimyasal bileşimini değiştirmiştir. Mermer metazomatoza kolayca uğramış ancak kuvarsitte ise, fazla bir değişiklik görülmemiştir.

Bölgedeki cevherleşmelerin hemen hemen tamamı K-G yönünde yerleşmiştir. Cevherli mostalar, 40-80° batıya eğimlidir. Eni 1-15 metre arası değişmekte, 20-50 metre arası derinliklerde bulunmakta, 20-100 metre uzunluk göstermektedir.

Parlak kesit çalışmalarında az miktarda birincil cevher minerali olarak siderit, fahlerz, kalkopirit, pirit, antimonit, zinober, galenit ve sfalarit, bunların alterasyonu sonucu oluşan malahit, azurit, limonit açığa çıkmıştır. Eser miktarda çok ince taneli nabit altının da varlığı belirlenmiştir. Gang mineralleri olarak kalsit, barit ve kuvars yaygın olarak bulunmaktadır. Sideritten dönüşen götit, Armutbeli demir cevherleşmesinin ekonomik cevher minerali olup, yer yer radyal, ışınal, konsantrik ve böbreğimsi yapı göstermektedir.

Cevker örneklerinin kimyasal analizleri sonucu yukarıda belirtilen cevher minerallerini oluşturan Fe, Cu, Ag, Hg, Au, Pb, Zn, elementlerin varlığı belirlenmiştir.

Gerek cevher mostalarının yüzeysel dağılımı ve yataklanma özelliği, gerekse yüksek sıcaklık minerallerinin mevcudiyeti bize cevherleşmenin hidrotermal metasomatik olarak oluştuğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Armutbeli demir cevherleşmesi, hidrotermal metasomatik

SUMMARY

INVESTIGATION OF MINERALOGICAL AND GENETICAL CHARACTERISTICS OF GOLD AND COPPER-BEARING ARMUTBELİ (NİĞDE) İRON DEPOSIT

SAYIN, Beyhan

Niğde University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geological Engineering

Supervisor : Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU

September 2001, 94 pages.

Study area is located 10 km W-SW of Çamardı (Niğde) where formations of the Niğde masif. Largely crop out.

These formations, progressing upward, Gümüşler, Kaleboynu and Aşıgediği Formations of Paleozoic age Mesozoic Sineksizyayla Metagabro and Üçkapılı Granodiorite teaverse these formation. Çamardı formations of Cenozoic age overlies these formations. Quaternary talus and aluvial flous deposits sit an all.

Armutbeli iron deposit is hosted by the transition zone of Aşıgediği Formation and Çamardı formations. The are is observed along the boundaries of marble and quartzite, and fault zones Aşıgediği formation. Marble and quartzite are intercalated and also have a tectonic contact in the field. Ore emplacement occurs as emplacements within the wall rock by hydrothermal deposits. The shape of ore body controlled by the structural features of the wall rock.

However, high temperature ore bearing fluid, probably magmatic in origin, caused mineralogical and chemical compositional changes in the wall rock. Marble is metasomatized, but quartzite did not undergo much change. Nearly all ore bodies are deposited in N-S direction. The ore bodies also have a dip of 40-80⁰ to west. The width

changes between 1-15m, and the length varies between 20-100 m, while the depth is about 20-50 m.

Siderite, fahlerz, chalcopyrite, pyrite, antimony, cinnabor, malachite, azurite are observed as primary ore minerals in small amounts during ore microscopy major. Secondary ore minerals are goethite, limonite, hematite and arsenic oxides. Calcite is the gangue mineral. Goethite which is altered from siderite is the main ore mineral in Armutbeli iron deposit, and displays radial, concantric and botryoidal forms.

Chemical analyses of ore samples indicated the prence of as major ore-forming elements Fe, Cu, Ag, Hg, Au, Pb, Zn.

Both the distribution of ore mineralization outcrops and their depositional characteristics in addition to the presence of high temperature minerals altogether suggest that the ore mineralization occurred from hydrothermal fluids through metasomatic interactions with the host rocks.

Key Words: Armutbeli (Niğde) iron deposit, hydrothermal metasomatic.



TEŞEKKÜR

Bu araştırmayı yöneten, yürütölüşü ve yazımı sırasında değerli katkılarını esirgemeyen danışman hocam Sayın, Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROğLU'na teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Araştırma boyunca yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. M. Gürhan YALÇIN'a, Yrd. Doç. Dr. Sait METİN'e, Yrd. Doç. Dr. Ali GÜREL'e, Yrd. Doç. Dr. Emin ÇİFTÇİ'ye, Yrd. Doç. Dr. Gonca KUŐÇU'ya, Yrd. Doç. Dr. Cahit Tağı ÇELİK'e ve tüm bölüm elemanlarımıza ayrı ayrı teőekkürlerimi iletirim.

Ayrıca, meslek hayatımın her döneminde bana maddi ve manevi yönden destek olan, sabır ve anlayıő gösteren aileme en içten teőekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmam rahmetli babam gazeteci ve matbaacı Sayın, İsmet SAYIN'a ithaf olur.

Beyhan SAYIN

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	iii
SUMMARY.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
FOTOGRAFLAR DİZİNİ.....	xiv
SİMGE ve KISALTMALAR.....	xvi
BÖLÜM I GİRİŞ.....	1
1.1 Bölgenin Tanıtımı.....	1
1.2 Çalışmanın Amacı.....	3
1.3 Önceki Çalışmalar.....	3
1.3.1 Genel jeoloji ve stratigrafi.....	3
1.3.2 Maden yatakları ve jeokimya.....	6
BÖLÜM II MATERYAL ve METOD.....	10
2.1 Materyal (Altın, bakır, demir).....	10
2.1.1 Altın'ın genel özellikleri.....	10
2.1.1.1 Altın mineralleri.....	13
2.1.1.2 Altın yatakları.....	14
2.1.1.2.1 Hidrotermal altın yatakları.....	14
2.1.1.2.2 Volkanik kayalardaki altın yatakları.....	14

2.1.1.2.3 Tektonik kontrollü altın yatakları.....	14
2.1.1.2.4 Karmaşık jeolojik ortamdaki altın yatakları.....	14
2.1.1.2.5 Epitermal altın yataklarının oluşumu.....	14
2.1.1.2.6 Plaser ve fosil plaser altın yatakları.....	16
2.1.2 Bakır.....	18
2.1.2.1 Bakır'ın genel özellikleri.....	19
2.1.2.2 Bakır mineralleri.....	21
2.1.3 Demir.....	22
2.1.3.1 Demir'in genel özellikleri.....	22
2.1.3.2 Demir mineralleri.....	25
2.1.3.3 Demir cevher yataklarının sınıflandırılması.....	27
2.2 Metod.....	30
2.2.1 Arazi çalışmaları.....	30
2.2.1.1 Jeolojik harita yapımı.....	30
2.2.1.2 Cevher numune alımı.....	30
2.2.2 Labaratuvar çalışmaları.....	30
2.2.2.1 Parlak kesitlerin hazırlanması.....	30
2.2.2.2 Parlak kesitlerin cevher mikroskobunda incelenmesi.....	31
2.2.3 Büro çalışmaları.....	31
BÖLÜM III ARAŞTIRMA BULGULARI.....	32
3.1 Bölgesel Jeoloji.....	32
3.2 Niğde Grubu.....	34
3.3 İnceleme Alanının Jeolojisi.....	37
3.3.1 Gümüşler formasyonu.....	38

3.3.2 Kaleboynu formasyonu.....	39
3.3.3 Aşıgediği formasyonu.....	40
3.3.4 Çamardı formasyonu.....	41
3.3.5 Sineksizyayla metagabrosu.....	41
3.3.6 Üçkapılı granodiyoriti.....	42
3.3.7 Alüvyon.....	45
3.3.8 Niğde masifi örtü kayaları.....	45
3.4 Tektonik.....	46
3.4.1 Genel yapılar.....	47
3.4.2 Faylar.....	49
BÖLÜM IV CEVHERLEŞME.....	51
4.1 Armutbeli Cevherleşmesi.....	51
4.1.1 Cevher yüzeylemeleri.....	54
4.2 Mineraloji.....	66
4.3 Jenez.....	67
4.4 Jeokimya.....	76
BÖLÜM V SONUÇLAR.....	90
KAYNAKLAR.....	92

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Niğde Masifi Metalik Maden Yatakları.....	9
Çizelge 2.1 Altının Kayaçlardaki Bulunuş Miktarı.....	12
Çizelge 2.2 Altın İçeren Başlıca Mineraller.....	13
Çizelge 2.3 Bakırın Fiziksel Özellikleri.....	19
Çizelge 2.4 Bakırın Kimyasal Özellikleri.....	20
Çizelge 2.5 Bakırın Alaşımları ve Bileşikleri.....	20
Çizelge 2.6 Yaygın Bakır Minerallerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	21
Çizelge 2.7 Demir Elementinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	23
Çizelge 2.8 Bir Demir Cevherinin Ekonomik Olarak Değerlendirilmesinde Dikkat Edilmesi Gereken Etkenler.....	24
Çizelge 2.9 En Çok Rastlanan Demir İçeren Mineraller.....	25
Çizelge 2.10 Demir Cevheri Yataklarının Sınıflandırılması.....	28
Çizelge 3.1 Önceki Çalışmalara Göre Bölgedeki Formasyon Adlanmalarının Karşılaştırılması.....	36
Çizelge 4.1 Cevherin Katkıları.....	67
Çizelge 4.2 Armutbeli Demir Yatağının Rezerv Durumu.....	68
Çizelge 4.3 Cevher Numunelerinin Kimyasal Analiz Sonuçları.....	77
Çizelge 4.4 Au Verilerinin Normal Sınıflandırma Dağılım Diyagramı.....	78
Çizelge 4.5 Au Verilerinin Logaritmik Sınıflandırma Dağılım Tablosu.....	79
Çizelge 4.6 Cu Verilerinin Normal Sınıflandırma Dağılım Diyagramı.....	80
Çizelge 4.7 Cu Verilerinin Logaritmik Sınıflandırma Dağılım Tablosu.....	81
Çizelge 4.8 Pb Verilerinin Normal Sınıflandırma Dağılım Diyagramı.....	82

Çizelge 4.9 Pb Verilerinin Logaritmik Sınıflandırma Dağılım Tablosu.....	83
Çizelge 4.10 Zn Verilerinin Normal Sınıflandırma Dağılım Diyagramı.....	84
Çizelge 4.11 Zn Verilerinin Logaritmik Sınıflandırma Dağılım Tablosu.....	85
Çizelge 4.12 Ag Verilerinin Normal Sınıflandırma Dağılım Diyagramı.....	86
Çizelge 4.13 Ag Verilerinin Logaritmik Sınıflandırma Dağılım Tablosu.....	86
Çizelge 4.14 Analiz Edilen Elementlerin Korelasyon Katsayıları Matrisi.....	87



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 İnceleme Alanı Yer Bulduru Haritası.....	2
Şekil 3.1 Niğde Masifi ve Çevresinin Jeotektonik Haritası.....	33
Şekil 3.2 Niğde Masifi'nin Genleştirilmiş Stratigrafik Kesiti.....	35
Şekil 3.3 İnceleme Alanı (Armutbeli civarının) 1/25000 Ölçekli Jeoloji Haritası.....	37
Şekil 3.4 Armutbeli (Niğde) Civarının Stratigrafik Sütun Kesiti.....	44
Şekil 3.5 Landsat Uydu Görüntüsünden Elde Edilen Niğde Bölgesinin Kırık ve Fay Sistemleri.....	48
Şekil 4.1 Jeokimyasal Analiz İçin Araziden Alınan Numune Yerleri.....	76
Şekil 4.2 Au Verilerinin Normal Sınıflandırma Histogramı.....	79
Şekil 4.3 Au Verilerinin Logaritmik Sınıflandırma Histogramı.....	79
Şekil 4.4 Cu Verilerinin Normal Sınıflandırma Histogramı.....	81
Şekil 4.5 Cu Verilerinin Logaritmik Sınıflandırma Histogramı.....	82
Şekil 4.6 Pb Verilerinin Normal Sınıflandırma Histogramı.....	83
Şekil 4.7 Pb Verilerinin Logaritmik Sınıflandırma Histogramı.....	83
Şekil 4.8 Zn Verilerinin Normal Sınıflandırma Histogramı.....	84
Şekil 4.9 Zn Verilerinin Logaritmik Sınıflandırma Histogramı.....	85
Şekil 4.10 Ag Verilerinin Normal Sınıflandırma Histogramı.....	86
Şekil 4.11 Ag Verilerinin Logaritmik Sınıflandırma Histogramı.....	87
Şekil 4.12 Zn-Pb Element Çiftinin Dağılım Diyagramı ve Regresyon Doğrusu.....	88
Şekil 4.13 Analiz Edilen Elementlerin Koefitik Korelasyon Katsayılarına Göre Hiyerarşik Dizilimi.....	89

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Foto 4.1 Armutbeli Demir Yatağının Genel Görünümü.....	51
Foto 4.2 Armutbeli Tepe Galeri Ağızı, Hidrotermal Damarlar Boyunca FeO.....	52
Foto 4.3 Hematit-Götitin Boşluk Dolgusu Şeklindeki Oluşumu.....	52
Foto 4.4 Kireçtaşının Boşluklarına ve Fay Zonlarına Yerleşmiş FeO.....	53
Foto 4.5 Armutbeli Tepe, Galeri Ağızı.....	54
Foto 4.6 Kırık ve Çatlaklı Kireçtaşlarının İçerisine Nüfus Eden FeO Eriyikleri.....	55
Foto 4.7 Hidrotermal Aktiviteye Bağlı Olarak Oluşan BaSO ₄ (Barit) Kristalleri.....	56
Foto 4.8 Fay Boşluğunda BaSO ₄ (Barit) Kristalleri.....	56
Foto 4.9 Armutbeli Tepe Açık ve Kapalı İşletme Alanı.....	59
Foto 4.10 Armutbeli Tepesinin Zirvesine Kadar Ulaşan FeO Oluşumları.....	59
Foto 4.11 Hidrotermal Fe-Oksit oluşumları.....	60
Foto 4.12 Hidrotermal Fe-Oksitin Kireçtaşında Fay Dolgusu Şeklindeki Oluşumu.....	60
Foto 4.13 Hidrotermal Fe-Oksit Oluşumları.....	61
Foto 4.14 Fe-Oksit'in Kireçtaşı İçerisindeki Fay Dolgusu ve Kireçtaşı ile Olan Dokanağı.....	61
Foto 4.15 Glaskopf Oluşumları.....	62
Foto 4.16 Götitin Konsantrik Kabuklu Yapısı ve Yan Kayaçla Olan Dokanağı.....	62
Foto 4.17 Konsantrik Kabuklu Götüt Oluşumu.....	63
Foto 4.18 Hidrotermal Fe-Oksit Oluşumları.....	63
Foto 4.19 Konsantrik Kabuklu Götütin Kalsit ile Birlikte Oluşumu.....	64
Foto 4.20 Konsantrik Kabuklu Götüt Oluşumu.....	64
Foto 4.21 Cam Kafa Oluşumları.....	65

Foto 4.22 Götitin Kabuklu ve Konsantrik Katmanları Yapısı.....	65
Foto 4.23 Böbrek Yapılı Hematit-Götit (// N x 10)	69
Foto 4.24 Relikt Pirit (// N x 100).....	69
Foto 4.25 İleri Derecede Limonitleşmiş Öz Şekilsiz Pirit (// N x 100).....	70
Foto 4.26 İleri Derecede Limonitleşmiş Öz Şekilli Pirit (// N x 100).....	70
Foto 4.27 Limonitleşmiş Öz Şekilli Pirit (// N x 100).....	71
Foto 4.28 Nabit Altın (// N x 200).....	71
Foto 4.29 Nabit Altın (// N x 200).....	72
Foto 4.30 Limonitleşmiş Öz şekilli Pirit (// N x 100).....	72
Foto 4.31 Limonitleşmiş Öz Şekilli Piritler (// N x 100).....	73
Foto 4.32 Limonitleşmiş Öz Şekilli Pirit (// N x 100).....	73
Foto 4.33 Kalkopirit ve Pirit Arasında Limonitleşmiş Pirit (// N x 100).....	74
Foto 4.34 Limonitleşme Damarları (// N x 100).....	74
Foto 4.35 Nabit Altın (// N x 200).....	75
Foto 4.36 Nabit Altın (// N x 200).....	75

SİMGE ve KISALTMALAR

μ	: Mikron (1000 μ = 1 mm)
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
km	: Kilometre
ppm	: Part per million (milyonda kısım)
ppb	: Part per billion (milyarda kısım)
$^{\circ}\text{C}$: Santigrad derece
kb	: Kilobar
my	: Milyon yıl
K	: Kuzey
G	: Güney
D	: Doğu
B	: Batı
// N	: Paralel nikol
X	: Mikroskopta objektif büyütmesi
<	: Büyük
>	: Küçük
M.T.A.	: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1 Bölgenin Tanıtımı

Orta Anadolu Kristalin Masifi'nin en güney parçasını oluşturan ve Niğde-Çamardı arasında bulunan inceleme alanı, Türkiye 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalardan Kozan M33-b3, b4 paftaları içerisinde, yaklaşık 30 km² ' lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1).

Niğde Masifi, Niğde ili ve Çamardı ilçesi arasında yaklaşık 800 km² ' lik bir alanı kaplayan, etrafı genç volkanik ve çökellerle örtülü, Paleosen öncesi birimlerden meydana gelen, üstten alta doğru, beyaz ve çok kalın mermerler, gnays, mika, şist, fillit, kuvarsit ve amfibollerin oluşturduğu metamorfik bir bölgedir.

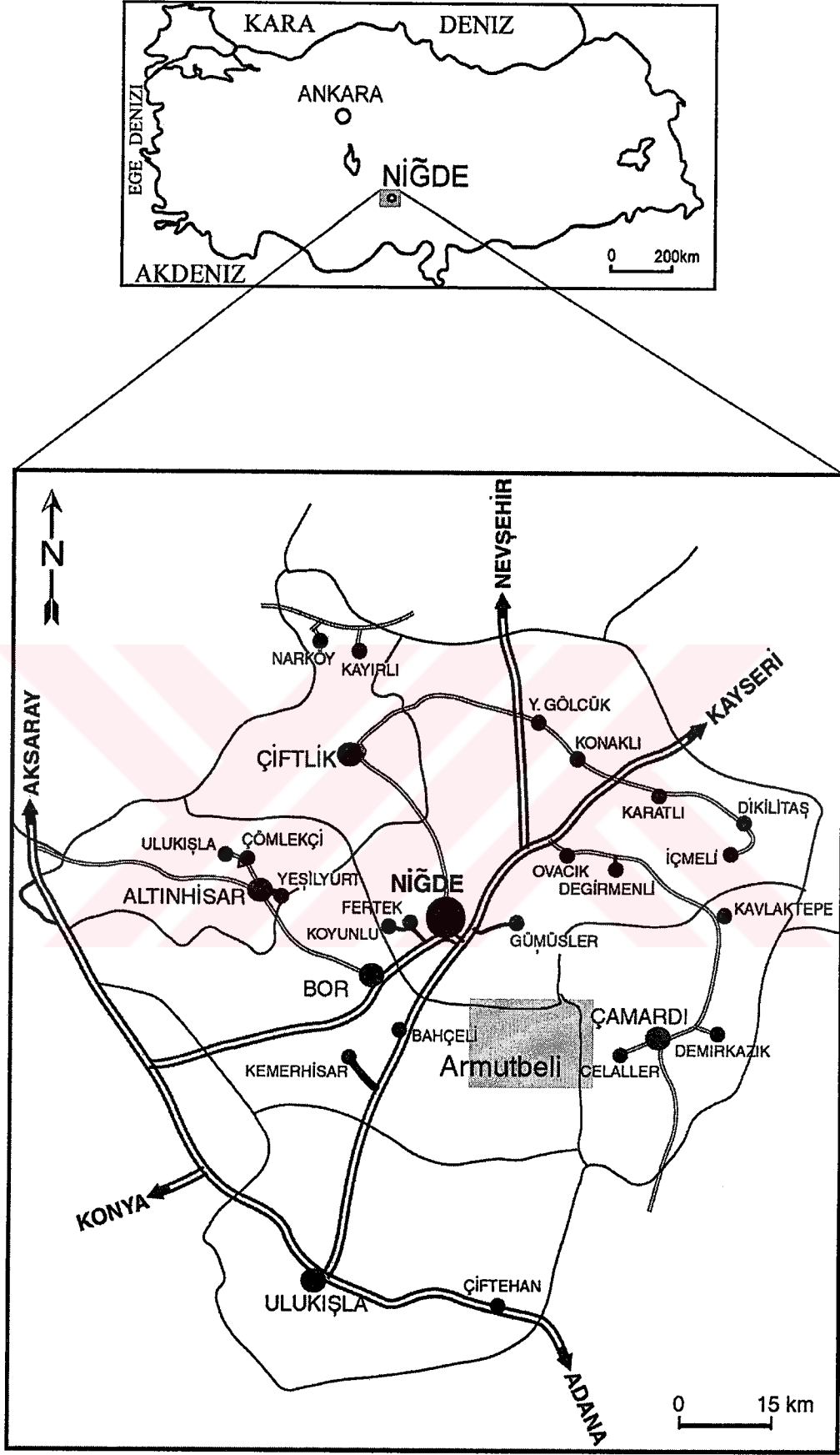
Bu metamorfik seri içerisinde domsal yapılar oluşturarak sokulum yapan Üçkapılı granodiyoritlerine bağlı olarak Au, Ag, Sn, W, Bi, As, Sb, Hg, Cu, Pb, Zn ve Fe elementlerinin oluşturduğu birçok cevherleşmeler bilinmektedir. Bu cevherleşmeler genellikle küçük zuhur ve yüzeysel mostralar şeklinde olup, ekonomik olabilecek büyük yataklar henüz bulunamamıştır.

İklim: Bölgede karasal iklim hakimdir. Yaz mevsiminde gündüzler sıcak, geceler serin olur. Kış ayları ise karlı ve soğuk geçer. Yıllık ortalama sıcaklık 11⁰ C dir. En sıcak ay ortalaması ise 40⁰ C dir.

Akarsular: Masifte çok sayıda mevsimlik dereler vardır. Bunlar yüksek tepeler çevresinde ırsal sistemler oluşturarak her zaman sulu olan akarsulara dökülürler. Masifi doğudan sınırlayan Ecemiş Fayı, sürekli sulu olan akarsuların en büyüğüdür.

Bitki örtüsü: Yörede bitki örtüsü azdır. Doğal bitki örtüsü ot ve çayır, kurakçıl otlar ile seyrek meşe çalısı v.b'den oluşur. Dere ve vadiler boyunca yaygın olarak elma ve diğer meyve bahçeleri bulunmaktadır.

Ulaşım: Ulaşım karayollarından sağlanmaktadır. Masifin kuzeyinden dolaşan 67 km'lik bir asfalt yolla Çamardı ilçesi Niğde'ye bağlanır. Yöredeki tüm taşımacılık bu yoldan yapılmaktadır. Çamardı'yı Niğde'ye bağlayan bir başka yol ise, stabilize olup, masifin güneyinden dolaşır. Masifi kuzeybatıdan güneydoğuya doğru geçen bir stabilize yol daha vardır. Masifteki cevherleşmelerin hemen hemen tümüne motorlu araçlarla gidebilmek mümkündür.



Şekil 1.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası

1.2 Çalışmanın Amacı

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanmış bu çalışmada, Armutbeli altın ve bakır içerikli demir yatağının mineralojisi ve jenezinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmada 1/25000 ölçekli topografik haritalar baz olarak alınmış, bölgede yüzeyleyen kayaç birimlerinin sınırları ve dokanak ilişkileri araştırılarak inceleme alanının 1/25000 ölçekli jeoloji haritası çıkarılmıştır (Şekil 2).

Cevher kayaçlarından derlenen numunelerin parlak kesitleri yapılmış ve cevher mikroskobunda incelenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar ve bölgedeki cevher ve cevher yan kayaçlarının mineral oluşumları ve ilişkilerine ait veriler altın ve bakır içerikli demir yatağının jenezinin ortaya çıkarılması için referans bilgiler olmuştur.

1.3 Önceki Çalışmalar

1.3.1 Genel jeoloji ve stratigrafi

Tchihatchef (1869); Niğde Masifi'nden ilk defa söz etmiş, ancak tam olarak "Niğde Kristalien Kompleks" olarak açıklayan ise, Blumenthal (1941 ve 1952) olmuştur. Buna göre; Niğde karmaşığı, Aladağlar'ın kristalin tabanının batı ön bölümünü oluşturmaktadır. Masifte beyaz veya mavimtrak mermerler hakimdir. Bunlar kuvarsit, amfibolit, fillit, mika şistler ve biyotitli gnayslar ile yakından ilişkilidir. Bölgenin güneyinde, batısında ve kuzeyinde ise andezitli proklastikler yüzeylemektedir. Nummulitli Paleosen kireçtaşları ve Eosen filişleri masifi doğudan kuzeye doğru sınırlar.

Tromp (1942); "Niğde Serisi" beyaz mermerler, mika ve granatlı şistler, kuvarsitten oluşan metamorfik ve tam yaşı bilinmeyen bir dizi görünümündedir. Çevrede yer alan Devoniyen ve sonrasına ait çökellerin Niğde dizisindekilerle hiç benzerlikler görülmez. Yaşları bilinmeyen granodiyoritik kayaçlar Niğde dizisi içine girmiştir. Bu granitler Kırşehir, Yozgat, Yerköy ve Keskin'e kadar uzanmaktadır.

Okay (1955); Masif, en üstte çok kalın beyaz mermerler olmak üzere alta doğru gnays, mika şist, ikincil mermer damarları, fillit, kuvarsit, kuvarsit şist ve amfibolit şistlerden oluşmaktadır. Kristalin şistler içerisine granit ve diyorit kütleleri sokulmuştur. Niğde kompleksi aynı kayaç türlerinden oluşan "Kırşehir Masifi" ile birlikte Orta Anadolu'nun temelini oluşturmaktadır. Masife ancak erken Eosen yaşı verilebilir.

Kleyn (1968, 1970); Niğde-Çamardı kristalin masifinin İç Anadolu'nun altında bulunan kristalin temele ait olduğunu belirtmiştir. Niğde Masifi'nin metasedimanter serileri,

uyumlu bir şekilde çeşitli gnayslar, amfibolitler, kuvarsitler ve üste doğru artan oranda mermer aralanmalarından oluşan alt seri, orta seri ve üst seri olarak ayırtlanmıştır. Amfibolit fasiyesindeki bölgesel dinamotermal metamorfizma muhtemelen Varistik öncesinde oluşmuştur. Metamorfik seriler içerisinde granit ve gabro sokulum yapmıştır.

Dennis (1970); Metamorfitleerin alt almandin-amfibolit fasiyesinde olduklarını, metakuvarsit ve mermerli metaperlitlerin oluşturduklarını ve bunların tamamını Erken Paleozoyik (Kambriyen) veya Prekambriyen yaşta olduklarını belirlemiştir.

İleri (1975); Niğde Masifi'nin genç volkanik ve sedimanter kayaların altında dom şeklinde yükselmiş metamorfik bir kütle olduğunu savunarak, buradaki kayaların mermer, çeşitli şistler ve kuvarsitlerden oluştuğunu, tabandan tavana doğru sırayla Maden, Ilıca, Kılavuz ve Çamardı formasyonlarının yer aldığını açıklamıştır. Masifin ekonomik yapısı bakımından önemli olan granodiyorit sokulumu esas olarak Maden formasyonunun tabanında kalmış, yer yer de Kılavuz formasyonunun içine girmiştir.

Göncüoğlu (1977 ve 1981 a,b); Niğde Masifi'nin batı kesiminde yaptığı çalışmalarında çeşitli gnayslar, amfibolitler, kuvarsitler ve mermerlerden oluşan Gümüşler, Kaleboynu ve Aşıgediği formasyonları ayırt etmiştir. Ayrıca Sineksizyayla metagabrosu, Niğde metamorfitleeri ile birlikte kıvrımlanarak metamorfizmaya uğradığını, Kaleboynu formasyonunun tabanı olan Üçkapılı granodiyoritinin Niğde grubu kayalarının tamamını kestiğini belirtmiştir. Niğde Masifi'nin yaşını ise, Paleosen öncesi olarak vermiştir.

Yetiş (1978); Çamardı çevresinde ve Ecemiş Fay Zonu'n da yaptığı çalışmalarda mermer, kuvarsit, gnays çeşitli şistlerden oluşan Niğde metamorfitlelerinin Alt Paleozoik olduğunu savunmuştur. Bu temelin üzerine uyumsuz olarak Orta Paleosen- Alt Eosen yaşlı Ulukışla grubu gelmektedir.

Niğde Masifi'nde bulunan metalik maden yataklarına yönelik olarak çok sayıda araştırmalar yer almıştır. Bunları (Poldini, 1937), (Kovenko, 1948), (Brennich, 1956), (İmren, 1964), (Aytuğ, 1964), (Kuru ve Sezer, 1966), (Kleyn, 1968 ve 1970) ile bu çalışmada yaptıkları jeolojik çalışmaları temel olarak alınan (Özgüneyli, 1978) ve (Oygür ve diğ., 1984)'ün ayrıntılı çalışmaları izlemiştir.

Belirtilen bu çalışmalar içerisinde (Viljoen ve İleri, 1975) ile (Göncüoğlu, 1977) yürüttükleri çalışmalarla, Niğde Masifi'ni çeşitli formasyonlara ayırmışlardır. Buna göre, Niğde Masifi'nin mermer, amfibolit, kuvarsit, gnays ve şistlerden oluşan en alt kısmına Gümüşler formasyonu; mermer, gnays, muskovit, şist ve amfibolit aralanmalı seviyeye Kaleboynu formasyonu; bu serinin üzerinde ve masifin güney batısında yüzeylenen, kalın

tabakalı mermerler, muskovit-biyotitli gnayslar, amfibolit arabantlarından oluşan seriye de Aşıgediği formasyonu, masifin en üst serisini oluşturan seriye ise, Çamardı formasyonu adı verilmiştir. Buna ilave olarak sözkonusu formasyonlar kuvarsit, biyotitli gnayslar, amfibolit ile mermer ara bantların içermektedir.

Masifin kuzeyinde, Sineksizyayla civarında ileri derecede amfibolitleşme özelliği gösteren ve (Göncüoğlu, 1977 ve 1981 a ve b) tarafından, metagabro olarak adlandırılan bazik sokulum kayacı ile, Üçkapılı köyü civarında geniş yüzeylenmeleri izlenen garodiyoritlere bağlı olarak oluşmuş olan aplit ve pegmatit damarlarına rastlanmaktadır. Söz konusu granodiyorit (Özgür, 1988) ayrıntılı olarak incelenmiş olup, ancak bu kayacın ne bünyesinde ne de yan kayaçlarla olan dokanaklarında herhangi bir cevherleşmeye rastlanmamıştır.

Niğde Masifi'ni doğudan ve güneyden tümüyle örten filiş serisi (Göncüoğlu, 1977) ve (Yetiş, 1978)'e göre, Niğde Masifi'ne ait metamorfitleerin çakıllarını içermektedir. Masifin güneybatısında kuzeye doğru olan bölgeyi ise, tüfitler örtmektedir.

Niğde Masifi, jeotektonik konumu itibariyle Anatolidler'in Torid'ler ile olan güney sınırlarında yer almakta, Alpin dağ oluşumunun Laramiyen evresinde gelişimini tamamladığı bölgede çalışan tüm yerbilimcilerin ortak görüşüdür. Masif içerisindeki granodiyorit sokulumunun neden olduğu domsal yapılar ve kırık sistemler, (Henden, 1983) tarafından "Landsat Uydusu'ndan" alınan görüntülerle belirlenmiştir. Masif, doğudan KKD-GGB yönü ve 80-90 km sol doğrultulu atımı olan Ecemiş Fayı ile sınırlanmıştır. Batıda ise Şerefli Koçhisar'dan başlayıp, Hasandağ-Bor üzerinden masife kadar ikinci büyük bir fay uzanmaktadır. Bu iki fay arasında sıkışan masif, büyük tektonik etkilenmelere neden olmuştur.

Oygür (1984); Niğde Masifi, Kırşehir masifinin güney ucunu oluşturmakta, ancak her iki masifin arasındaki alanın Tersiyer çökelleri ve genç volkanitlerce örtülü olması ilişkilerin doğrudan görülmesini engellemektedir.

İlhan (1976); Niğde Masifi, Toridler tektonik birliğin Güney Anadolu kıvrımları ile güney sınırları içerisinde yer almaktadır. Masifi oluşturan kayaçlar, doğu ve güneyde Orta-Üst Paleosen yaşlı filiş ve bunun üzerine uyumsuz olarak gelen Lutesiyen yaşlı Nümmulitli kireçtaşları örtmektedir (Göncüoğlu, 1977) (Yetiş, 1978). Güneydoğuda bu filiş üzerine uyumsuz olarak Üst Oligosen yaşlı gölsel kireçtaşları gelmektedir (Blumenthal, 1941). Bölgenin batı ve kuzeyinde ise, muhtemelen Üst Pliosen yaşlı volkanitler diğer birimleri örtmektedir (Beckmann, 1966).

Ketin (1966); Orta Anadolu masifleri Alpin orojenezi (Laramiyen) sırasında oluşmuş Alpin sıradağlarıdır.

1.3.2 Maden yatakları ve jeokimya

Niğde Masifi'nin de Sb-W-Hg-Bi-Mo-Sn-Cu-Pb-Zn-Ag-Au ve Fe elementlerinin oluşturdukları çok sayıda cevherleşmelerin varlığı bilinmektedir (Oygür ve diğ. 1984). Bilinen bu yatak ve zuhurlar toplu olarak 1/50000 ölçekli jeolojik harita üzerine işaretlendiğinde; burada 6 adet metalojenik bölgelerin varlığı ortaya çıkmaktadır. Bunlar;

- 1- Gümüşler Bölgesi
- 2- Üçkapılı Bölgesi
- 3- Eynelli Bölgesi
- 4- Çamardı Bölgesi
- 5- Celaller Bölgesi
- 6- Kılavuz Bölgeleri

Bölgede çok eskiden beri yoğun bir şekilde madencilik çalışmaları yürütülmüş olup, günümüzde sadece Çamardı kuzeyindeki antimuan cevheri Madsan şirketi tarafından işletilmektedir. Bu konu ile ilgili olarak M.T.A. Genel Müdürlüğü arşivlerinde, 1937 yılından beri yapılan jeolojik ve prospeksiyon çalışmalarına ait çok sayıda rapor mevcuttur. Bu çalışma kapsamında, bütün bölgedeki mevcut bilinen cevher yatak ve zuhurları belirlenmiş ve 1/50000 ölçekli jeolojik harita tamamlanarak bunun üzerine işaretlenmiştir.

Poldini (1937); Niğde Masifi'ndeki cevherleşmeyle ilgili en eski çalışma Poldini (1937) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yapalıağzı boğazındaki Fe cevherleşmesini inceleyen yazar, beyaz kristalin kalkerler ile diyorit sokulumu dokanağındaki limonitlerin kontakt metazomatik olarak oluştuklarını ve bunların faylarla kontrol edildiklerini açıklamıştır. Ayrıca söz konusu limonitlerin derinlerde var olan siderit damarlarının demir şapkası olduğunu savunmuştur. Aynı yazar, yatağın rezervini 100.000 ton olarak vermiştir.

Kovenko (1944); Çalışmasıyla, Yapalıağzı cevherleşmesinin bir pirit yatağının demir şapkasını temsil ettiğini belirleyerek, yatağın yüksek ısıda metasomatik olarak oluştuğunu ileri sürmüştür. Yazar, bu çalışmada Elmaldere'de K-G ve D-B yönlü faylar tarafından kesilen kireçtaşları içerisinde manyetit cevherleşmesinden söz etmektedir. Aynı zuhur hakkında Brennich (1956) çalışmasıyla, üst kısmı limonitleşmiş hematit cevheri olduğunu, bunun bant kalınlığının kısa aralıklarla değiştiğini belirtmektedir.

Aytuğ (1964); Kepeztepe ve Eynelli civarındaki Fe cevherleşmelerinin granit ile mermer dokanağında kontakt metazomatik ve bu dokanağa yakın mermerler içerisinde yüksek sıcaklıkta hidrotermal olarak oluştuğunu ileri sürmüştür. Aynı yazara göre, Kepez Tepe'den 1.5 milyon ton ve Eynelli'de ise, 90 000 ton Fe cevher rezervi bulunmaktadır.

Kuru ve Sezer (1966); Niğde yöresinde yaptıkları prospeksiyon çalışmalarında Sb-Hg-W cevherleşmesinin genellikle gnays ve şistler ile kireçtaşı dokanaklarında ve bunların içerisinde mercerler şeklinde bulduklarından söz etmektedir.

Kleyn (1968, 1970); Niğde Masifi'nin doğu yarısında yaptığı prospeksiyon çalışmasıyla Sb-Hg-W cevherleşmesinin epijenetik özellikte olduklarını ve alt-üst seriler içerisindeki gnayslar ile mermerler arasındaki litolojik dokanaklarda gözlemlediklerini belirtmiştir. Aynı yazar, söz konusu granit ve mermer dokanaklarının şeelit bakımından da önemli olabileceğini vurgulamıştır.

Dennis (1970); Gümüşlerdeki Sb-Hg-W cevherleşmeleri üzerine yaptığı çalışmasıyla, bunların beyaz mermerler içerisinde ve faylanmalarla ilişkili olarak oluşan hidrotermal kuvars damarlarında gözlemlendiğini açıklamıştır.

Viljoen ve İleri (1972); Niğde Masifi'ndeki cevherleşmelerin Gümüşler ve Ören domları ile ilişkili olduğunu ileri sürerek, cevherleşmelerin çoğunun damar dolgusu şeklinde, bir kısmında değişik stratigrafik düzeylerde katmanlı yataklar olarak şekillendiklerini belirtmiştir.

Henden (1974); Niğde yöresinde yaptığı prospeksiyon çalışmasıyla Armutbeli'ndeki hematit cevherleşmesinin kontakt metazomatik olarak oluştuğundan söz ederek, cevher uzanımının KB-GD yönünde, yatağın rezervinin ise 84 000 ton civarında olduğunu hesaplamıştır.

Özgüneyli (1978); Niğde Masifi'nde metalik cevherleşme açısından ayrıntılı bir prospeksiyon çalışması yaparak Elmadere'deki sedimanter, metamorfik hematit cevherleşmesinden bahsederek, mercer şeklindeki Fe mostralalarının geniş yayılım gösterdiğini ve muhtemel rezervin 30 000-40 000 ton civarında olduğunu açıklamıştır.

Oygür ve diğ. (1984); Niğde Masifi'nde M.T.A. adına bugüne kadar yapılan çalışmaları derleyerek, "Demir Cevherleşmesi Maden Raporu"nu hazırlamıştır.

Yalçın (1995); Gümüşler (Niğde) alanındaki Sb-Hg damar yatağı, genellikle şist ile mermer kontağında görülmekte ve kontakt boyunca izlenen yaklaşık E-W yönlü bir fay

zonunda yer almaktadır. Cevherleşmenin 250⁰ C veya düşük sıcaklıklardaki hidrotermal eriyiklerden oluştuğunu belirtmiştir.

Yalçın ve Çopuroğlu (2001); Niğde Masifi metamorfiteeri içerisinde yer alan metalik maden yataklarının mineralojisi, altın anomali sahaları ve bu yatakların jenezleri üzerine çalışma yapmışlardır. Bu çalışmaya göre, Celaller bölgesinde kasiterit-şeelit ile manyetit-ilmenit cevherlerinin varlığı, cevherleşmenin yüksek sıcaklıkta, Gümüşler, Üçkapılı, Eynelli, Celaller ve Çamardı bölgelerindeki, altın-şeelit-zinober, antimonit-altın, antimonit-şeelit-zinober-altın, antimonit-zinober-altın, hematit-limonit-götüt ile, Kılavuz bölgesindeki kalkopirit-sfalarit-galenit cevherleşmeleri, mezotermal ve epitermal evreye doğru bir zonlanmanın mevcut olduğuna işaret etmektedir.



Çizelge 1.1 Niğde Masifi metalik maden yatakları (Yalçın ve Çopuroğlu, 1995)

1:50 000 Ölçekli Jeoloji Haritası			
Yatak ve Zuhur Adı	Sembol	Lokasyon	Cevher Mineralleri
Fe Cevherleşmeleri	EFe-1	M33	Hematit-Limonit
1) Elma Dere			
2) Meşe Çatağı Dere	MFe-2	M33	Hematit-Limonit
3) Armutlar Tepe	AFe-3	M33	Hematit-Limonit
4) Asılık Tepe	AFe-4	M33 b1 paft.,62.15E-00.15N	Hematit-Limonit
5) Susuzyurt Sırtı	Sfe-5	M33 b3 paft., 67E-86.5N	Hematit
6) Armutbeli	AFe-6	M33 b3 paft.,67.5E-85.6N	Siderit-Götüt-Limonit-Kalkopirit-Fahlerz-Malakit (Au,Pb,Zn,Cu,Sb,As,Mn,Hg). Kuvars-Kalsit-Barit
7) Kepez Tepe	KFe-7	M33 b3 paft.,72.7E-98.4N	Hematit-Limonit
8) Eynelli Köyü	EFe-8	M34 b1 paft.,75.9E-10.9N	Limonitli Toprak
9) Kaler Dere	KFe-9	M33 b2 paft.,70.8E-97.95N	Limonit
10) Köşker Dere	KFe-10	M33 b2 paft.,74.05E-99.8N	Götüt-Limonit
11) Menikbaşı Tepe	MFe-11	M34 a1 paft.,77.4E-03.15N	Hematit Blok ve Çakıl
12) Yapalıağızı Boğazı	YFe-12	M33 b3 paft.,65.1E-88.5N	Hematit-Limonit
13) Tucur Çeşmesi	TFe-13	M33 b3 paft.,66.2E-89.7N	Hematit-Götüt
14) Boztepe Sırtı	BFe-14	M33 a3 paft.,52.15E-87.5N	Hematit-Götüt
Cu-Pb-Zn Cevherleşmeleri	KPb-15	M33 b2 paft.,72.6E-94.25N	Galenit-Sfalarit
1) Kavlak Tepe			
2) Büyükardıç Sırtı	BPb-16	M33 b3 paft.,68.7E-89.7N	Galenit-Pirit-Kalkopirit-Malakit-Azurit
3) Sarıtuzla	KPb-17	M33 b3 paft.,69E-87N	Galenit (Zn ve As)
Sb-W-Hg Cevherleşmeleri	GSb-18	M33 b1 paft.,60E-00.5N	Antimonit-Zinober-Şeelit-Pirit-Arsenopirit-Kalkopirit-Sfalerit-Galenit-Kovellin-Nabit Au-Sb-Limonit-Kuvars-Kalsit
1) Rasih-İhsan Sahası (Gümüşler Ören)			
2) Armutlar Tepe	AsB-19	M33 a2 paft.,61E-00.4N	Antimonit-Şeelit-Zinober-Kalkopirit-Sfalerit-Galenit-Nabit Au
3) Mehmetler Yurdu (Sivrisi Tepe)	MSb-20	M33 a2 paft.,57E-99N	Antimonit-Pirit-Zinober-Nabit Au
4) Madsan İşletmesi A.Ş. (Tandırılısırtı)	MSb-21	M33 b2 paft.,73E-92N	Antimonit-Pirit-Zinober-Nabit Au
5) Dedeman İşletmesi	AsB-22	M33 b2 paft.,72E-91N	Antimonit
Mn Cevherleşmesi	KMn-23	M33 Celaller Güneyi	Psilomelan Sıvaması, Manganit
1) Kızıltepe			
Sn Cevherleşmesi	CSn-24	M33 b2 paft.,70E-87N	Kasiterit, (Turmalin,Apatit,Kuvars)
1) Celaller			
Altın Anamoli Alanı	UAu-25	M33 b2 paft.,68E-95N	Nabit Au-Kalkopirit
1) Üçkapı			

BÖLÜM II

MATERYAL ve METOD

2.1 Materyal (Altın, demir, bakır)

Altın kolay işletilebilmesi, parlak sarı rengi, dayanaklılığı ve doğada serbest olarak bulunması gibi özellikleri nedeniyle insanoğlu tarafından kullanılan ilk metallere biri olmuştur. Yüzyıllar boyu uluslararası parasal mübadele aracı olarak, fiziksel özellikleri sebebiyle de mücevher ve diğer süs eşyalarının yapımında kullanılmıştır.

Altın madeninin en az 6000 yılından beri işletilmekte olduğu bilinmektedir. M.Ö. 4000 yıllarında Mısır'da M.Ö. 2700-2600 yıllarında Ur kral mezarına işlenmiş altın süs eşyalarının bulunduğu ortaya çıkarılmıştır. Mısır'da altın işletme sanatı M.Ö. 1250 yıllarında gelişmiş ve bugün metal işletme sanatının ustalık örneği olarak gösterilen çocuk kral Tutakhamen'in 242 poundluk (1pound =453 gr) altın tabutu bu dönemde yapılmıştır (Andiç, 1992).

Altın değeri nedeniyle yüzyıllar boyu savaş sonralarında ganimet olarak bir ülkeden bir ülkeye taşınmıştır. 16. Yüzyılda İspanyollar yeni dünyayı buldukları zaman önce oradaki medeniyetlerin altınlarını ele geçirmişler, daha sonra da bunu Avrupa'ya taşımışlardır.

1848 yılında Amerika'da Kaliforniya civarındaki bir su bendinde James Marshall'ın bulduğu altın, bu ülkede altına hücumun başlamasına neden olmuştur. Kaliforniya yüzyıl süre ile ABD'nin en önemli altın üreticisi olmuştur.

1851 yılında Avustralya'da New South Wales'te bulunan plaser altın ikinci kez, altına hücumu neden olmuştur (Andiç, 1992).

1886 yılında Güney Afrika Cumhuriyeti'nin de Transvaal'de altın içeren çok büyük bir plaser yatak bulunmuştur. Dünya yıllık altın üretiminin % 40'ı bu sahalardan yapılmaktadır.

2.1.1 Altının genel özellikleri

Altın, bakır, gümüş ve altının yer aldığı periyodik cetvelin IB grubunun üyesidir. Kimyasal tepkimeler açısından bazı yönleriyle gümüşe benzese de kimyasal karakteri belirgin biçimde daha asildir. Başlıca oksidasyon biçimleri Au (I) ve Au (III) dür. Çözeltide bu biçimiyle sulu iyonları bulunmamakta, buna karşılık başlıca $\{Au(Cn)_2\}$ - $\{AuCl_2\}$ -,

{Au(OH)₄}- ve {AuCl₄}- komplekslerine sıkça rastlanmaktadır. Doğada bilinen tek izotopu Au¹⁹⁷ dir.

Doğada egemen olarak nabit halde bulunmakta, ya da başlıca gümüş, bakır ya da platin grubu metallerle alaşım oluşturmaktadır. Ayrıca çeşitli altın ve altın gümüş tellüridlerinde varlığı bilinmektedir. Bunların başlıcaları silvenit, kalaverit, petzit, krannerit ve nagyagit'tir. Bazı altınlı yataklarda aurostibit (Ag₃AuSe₂) ve bizmutit olan moldonit (Au₂Bi) bulunmaktadır. Altının başlıca cevher mineralleri nabit altın aurostibit ve çeşitli tellüridleridir.

Altın, kendine has parlak sarı renkli, yumuşak ve çok kolay şekil alabilen, dövülebilen, oldukça ağır bir mineraldir.

Simgesi	: Au
Sertliği	: 2.5-3
Özgül Ağırlığı	: 19.33 gr/cm ³
Atom Ağırlığı	: 197
Atom Numarası	: 79

Genişleme özelliğine sahip olan altını 0.00014 mm'ye kadar inceltmek mümkündür. Ovalanarak kolayca toz haline gelir, ısıyı ve elektriği çok iyi iletir.

Altın, kimyasal olarak nötr elementlerden biridir. Saf ve katı altının denge sıcaklığı 1063 °C'dir. Aynı şartlardaki altının özdirenci °C de 2.055-2.060 mikro ohm/cm³'tür. Kimyasal olarak zor tepkimeye giren altın, yüksek ısıda dahi oksijenden etkilenmez. Bu özelliği ile diğer metallerden ayrılan altın, yüksek sıcaklıkta çalışan aygıtlarda kullanılır. Altın bütün asitlere karşı dayanıklıdır. Fakat kral suyu diye adlandırılan 1mol HNO₃, 3 mol HCl karışımına dayanıklı değildir. Ferrik klorürün sıcak solüsyonu tarafından çözünür. Rutubetli klor gazı ise, altını AuCl₃'e çevirir. İyice öğütülmüş altın ortamda oksijen varsa alkali siyanür çözeltilerinde kolayca çözünür. Bu tepkime Güney Afrika'da altın cevheri elde edilmesinde esas yöntem olarak kullanılmaktadır. Az miktarda kurşun (% 0.1'den az) ve Bi, Te, Sn, Sb, As altını bilhassa sıcakken kırılğan yapar.

Serbest altın mono izotopiktir. 20 civarında izotopu üretebilir ki bunlardan Au¹⁹⁸ kanser tedavisinde ve metalürji araştırmalarında kullanılır.

Altın kuzey merkezli kubik bir yapıya sahip olup allotropiye uğramaz.

Serbest altın genellikle az veya çok miktarda gümüşler ile birlikte bulunur. Genellikle pirit, pirotin, galenit, kalkopirit, arsenopirit ve daha az olarak da çinkoblend içinde bulunabilir.

Altın bazen ince noktalar halinde sülfürler içinde dağılmış bazen de mineral taneleri üzerinde oldukça iri taneler halinde bulunur. Özellikle kalkopirit altının en çok bulunduğu sülfid mineralidir. Nötron aktivasyon metodu ile yapılan araştırmalarda arz kabuğunun 1-6 ppb (ortalama 3.5 ppb) altın içerdiği sonucuna varılmıştır. En fazla sedimanter kayalarda (kumtaşlarında) görülmektedir. Magmatik kayalarda daha azdır (Konya, 1992).

Çizelge 2.1 Altının kayalardaki bulunuş miktarı (Türkiye altın ve gümüş envanteri, MTA, 1993)

Kayaç cinsi		Miktar (ppb)
Magmatik kayalarda		0.2-73
Plütonik kayalarda	Granit	2.8
	Siyanit	2.5
	Diyorit	3.5
	Gabro	5.4
	Dunit	8.2
Volkanik kayalarda	Riyolit	12
	Trakit	6.5
	Andezit	5.2
	Bazalt	3.4
Sedimanter kayalarda		0.3-41

Altın erozyon ve alterasyon neticesinde açığa çıkıp primer yataklardan ayrılarak plaser olarak bulunmaktadır. Deniz suyu ortalama 0.05 ppb altın içerir. Aktif termal sularda da bir miktar altın olduğu bilinmektedir. Hatta termal sular diğer sulardan daha fazla miktarlarda altın içerir. Bitkilerde de altının olduğu eskiden beri bilinmektedir. Ana kayaktan ağaç kökleri tarafından alınan altın, bitki hücrelerine yerleşmektedir. Bitki köklerinde tespit edilmemesine rağmen yapraklarında bir miktar altın toplanabildiği gözlenmiştir. Yapraksız bitkilerde de bir miktar hidrojen siyanür tespit edilmiştir. Dökülen yapraklar ve organik artıklarla oluşan toprakta altın konsantre olmaktadır (Konya, 1992).

2.1.1.1 Altın mineralleri

Doğal altın kübik sistemde kristallenir. Oktaeder, küp, rombendodakaeder ve kombinasyonları kristalleri seyrek olup, çoğunlukla levha, tel, pul, tane ve külçe biçimindedir. Rengi tipik altın sarısıdır. Genellikle gümüşle alaşım halindedir. Gümüş oranı % 20'den fazla ise, mineral elektrik adını alır. Gümüş oranının artması ile renk açılır. Doğal altın dışında en önemli altın mineralleri önem sırasıyla şunlardır;

Silvanit (Au, Ag)Te₄ ; Bilinen en önemli altın gümüş mineralidir. Altın yüzdesi % 24.2-29.9'dur. Monoklinik kristal yapısına sahiptir. Kristalleri genellikle keskin yüzeyli bazen de granül halindedir. Rengi gümüş beyazı, özgül ağırlığı 8 gr/cm³, sertliği 1.5-2'dir. Kalaverit, pirit, ve flüorit ile beraber bulunur. En önemli silvanit yatakları Kolorado'dadır. Romanya, Avustralya ve Kanada'da silvanit zuhurları vardır.

Kalaverit (AuTe₂) ; Altın tellürittir. Altın yüzdesi % 30.7-43.9'dur. Monoklinik kristal yapısına sahiptir. Dilinimi yoktur. Çizgisi yeşilimsi gri, sertliği 2.5-3, özgül ağırlığı 9.3 gr/cm³'dür. Önemli zuhurları A.B.D., Avustralya ve Kanada'dır.

Altın, platin ve pallyum ile tam bir katı çözeltileri dizisi oluşturur.

Doğal altının % 10 'u kadar platin içeren çözeltilisine **platinli altın** denir.

Auricupride ; Doğal olarak rastlanan, bazen % 20 'ye kadar bakır içeren bir altının katı çözelti serisi mineralidir.

Çizelge 2.2 Altın içeren başlıca mineraller (Türkiye altın ve gümüş envanteri, MTA, 1993)

Mineralin Adı	Bileşimi	Au İçeriği(%)
Krennenit	(Au,Ag)Te ₂ Au	30.7-43.9
Kostavit	(Cu,Au,Te ₄)Au	25.7
Petzit	(Ag,Au,Te ₂)Au	18-25.2
Hessit	(Ag ₂ Te)Au	4.7
Montbrayit	(Au ₂ Te ₃)Au	38.6-44.3
Nagyagit	(Pb ₅ Au(Te,Sb ₄) ₄ SbAu	7.4
Rodit	(Au,Rh)Au	57-65 Rh:35-43
Porpezit	(Au,Pd)Au	90-95 Pd:5-10
Aurostibit	(Au,Sb)Au	43.5-50.9
Aurobismutinit	(Au,Bi,S)Au	12.3
Aurosmiridital	(Au,Os,Tr)Au	19.3

2.1.1.2 Altın yatakları

2.1.1.2.1 Hidrotermal altın yatakları

Hidrotermal altın yataklarının çoğu granitik ve alkali granitik bileşimli plütonik, subvolkanik ve volkanik kayalarla ilişkilidirler. Kaynak kayaları, yan kayaları ve bulunuş şekilleri dikkate alınarak çeşitli tipleri tanımlanmıştır (Sillitoe ve Goppe, 1984).

2.1.1.2.2 Volkanik kayalardaki altın yatakları

Daha çok stokwork, baca, çatlak/fay dolgusu veya makaslama zonlarında gelişen silisleşmiş kütleler halinde bulunurlar. Bu tip yatakların çoğu Prekambriyen ve Tersiyer yaşlıdır. Yatakların içinde ve çevresinde Cu, Zn, Cd, Hg, B, Pb, As, Sb, Bi, V, Se, Mo ve W anomalileri oluşabilir. Altın tenörleri 5-20 ppm arasındadır

2.1.1.2.3 Tektonik kontrollü altın yatakları

Sedimanter kayaların yüzeyletiği alanlarda fay, kırık, tabaka yüzeyi, makaslama yüzeyi, dilinim, antiklinal gibi yapıların içine yerleşmiş olarak ortaya çıkarlar. Prekambriyenden Tersiyer'e kadar her yaşta yatağa rastlanmaktadır.

2.1.1.2.4 Karmaşık jeolojik ortamlardaki altın yatakları

Bu tip altın yatakları sedimanter, volkanik ve derinlik kayalarının birlikte yüzeyletiği karmaşık jeolojik ortamlarda damar, stokwork veya silisfiye zonlar şeklinde bulunmaktadır. Altınlı kesimler fay, kırık, makaslama zonları veya diğer tektonik yapılara bağlı olarak yayılım gösterirler. Altın, nabit metal, tellürit veya pirit ve arsenopiritlerin bünyesinde saçınımlı olarak ortaya çıkar. Altın tenörleri 5-20 ppm arasındadır.

2.1.1.2.4 Epitermal altın yataklarının oluşumu

Epitermal altın yatakları yüzeye yakın ortamlarda paleo-sıcak su kaynaklarına bağlı sistemler tarafından oluşturulmuş genellikle düşük tenör ve çok büyük rezervli altın yataklarıdır. Dissemine, porfiri veya görünmez altın yatakları olarak da bilinen bu yataklar için kullanılan "epitermal" terimi jeolojideki jenetik anlamından farklıdır. Böylece bu tip kıymetli metal yatakları için bazı karakteristik özellikler ifade edilmektedir. Epitermal terimi esas itibari ile yüzeye yakın hidrotermal bir ortamdan söz etmektedir. Bu ortamlarda oluşan epitermal sistemleri özellikle karasal kalk-alkalin volkanizmaya eşlik ederler ve daima olmasa da genellikle bu volkanizmanın ürünlerinin de bunlara eşlik eden sedimanter kayalar içinde yer alırlar (Kiriş, 1994).

Genel olarak iki büyük grup altında incelenen epitermal altın yataklarından sedimanter kayaçlara bağlı olanları “Carlin Tipi” olarak da adlandırılır. Volkanik kayaçlara bağlı olan epitemal altın yatakları ise, kendi içinde en fazla çeşidi bulunduran ikinci belki de en yaygın ve en önemli grubu meydana getirir.

Oluşum sıcaklığı çoğunlukla 170 °C ile 250 °C arasında değişen epitermal altın yataklarının oluşumuna etki eden jeolojik faktörleri basitçe üçe ayırmak mümkündür. Bunlar yatağın yer aldığı formasyonun özellikleri, tektonik yapı ve ısı kaynağıdır. Ayrıca bu tip yataklanmalarda altı yapısal kısmın ayırt edilmesi ve arama safhasında bunlara dikkat edilmesi gerekir. Bu tip yatakların aranmasında; tipik alterasyon birliklerinin ayırt edilmesi, jeokimyasal iz element dağılımları, jeolojik, tektonik özellikler yanı sıra jeofiziksel ve sondajlı arama tekniklerinin de ayrı yeri vardır. Te, Tl, As, Sb ve Ag iz bulucu elementler olarak önemli ve jeokimyasal prospeksiyon sırasında en yaygın kullanılan elementlerdir. İşletilen tek epitermel kıymetli metal yatağı olarak Kütahya’daki Etibank’a ait Gümüşköy gümüş madeni örnek verilebilir (Kiriş, 1994).

Epitermal altın yatakları üç ana modele ayrılır:

Düşük sülfür modeli

Bu modele kuvars, adularya karbonat serisit alterasyonu eşlik eder. Toplam sülfür miktarı düşük bir ortamda meydana gelen bu tip cevherleşme genellikle yüksek Ag/Au oranına sahip olup jeokimyasal olarak Mo, W, Mn, F ve Se elementleri anomali oluşturabilecek miktardadır. Bazı metal sülfür mineralleri ise, değişen oranlarda bu elementlere eşlik ederler. Bu tip cevherleşmelerin yer aldığı kayaçlar ise, genellikle riyolitik karakterdedir. Silis içeriği düşük ve yüksek olabilir. Tonogah, Nevada ve Meksika’daki yataklar bu tipteki cevherleşmelere örnek olabilir (Sillitoe, 1990).

İleri derece killeşmiş (Asitle yıkanmış) ve killeşmiş bir alterasyon ile karakterize edilen altın oluşumu

Altına enarjit grubu mineraller eşlik eder. Toplam sülfür miktarı yüksek olup, bu sülfürler ve sülfatlar şeklindedir. Jenetik olarak eşlik eden kayaç türünü ise, nötr karakterli kalk-alkalin magmatik kayaçlar oluşturur. Gümüşlü tetradrit-tennantit ve galenit ile sfalerit de altın/enarjit cevherleşmesine zon oluşturacak şekilde eşlik eder. Bu özellik bir çok bölgede izlenmesine rağmen bazen gözlenmeyebilir. Bi, Mo ve Te ayrıca bazı yataklarda W en önemli iz elementleri oluştururlar. El İndio, Chli, Goldfield, Nevada ve Paebloviejo, Dominik Cumhuriyeti bu tip yatakların en önemlileridir (Sillitoe, 1990).

Kuvars, florit, karbonat, adularya, roseodit (vanadyumlu mika) alterasyonu ile tipik olan altın

Cevherleşmenin Ag/Au oranı düşük olup, altın çoğunlukla tellüridler şeklinde gözlenir ve jenetik olarak alkalin magmatik kayalarla ilişkilidir. Fe ve Te bu tip yataklar için önemli iz bulucu elementlerdir. Toplam sülfür miktarı düşük olan bu tip yataklarda Cu, Pb ve Zn tipik olarak az miktarlarda gözlenir. Cripple Creek, Kolorada ve Vatakoub, Fiji bu tip yatakların örneklerini teşkil eder (Sillitoe, 1990).

2.1.1.2.5 Plaser ve fosil plaser altın yatakları

Çok basit bir anlatımla; altın içeren bir kuvars damarının mostra vererek erozyona maruz kaldığını düşünelim. Zamanla fiziksel duraylılığını kaybeden kuvars, parçalanarak hapsettiği altını serbest bırakacaktır. Çeşitli taşınım medyasıyla (düşüş, yuvarlanma, rüzgar, yağmur suyu yıkaması v.s.) nehre kadar yıkanarak taşınan altın parçacıkları, özgül ağırlıklarının farklılığı nedeniyle (19 gr/cm^3) dibe çökerek nehir yatağındaki çakıllar arasında yerini almakta ve zamanla konsantrasyon artımıyla plaser adını verdiğimiz yataklar oluşmaktadır. Yukarıda tanımlandığı üzere, bu yataklar temel anlamda ağır minerallerin hafif minerallerden yer çekim kuvveti etkisiyle ayrışımı, dekantasyonu olgusuna dayanır. Ayrışımı yapan araçlar, hareketli olmak kaydıyla su (nehir, dalga), hava çoğunlukla bunların birkaçının birleşmesiyle oluşan “taşıyıcı-ayırıştırıcı” ayırıştırıcılar topluluğudur (Kiriş, 1994).

Ağır minerallerin bir yerde topluluk oluşturabilmeleri şöyle açıklanabilir; yüksek özgül ağırlık ($>3 \text{ gr/cm}^3$), atmosfer koşullarına yüksek direnç (fiziksel ve kimyasal). Konsantrasyon oluşturabilecek belli başlı mineraller ise şunlardır: Altın, zirkon, monazit, topaz, safir, beril, korund, spinel, gümüş, elmas, platinyum, kasiderit, ilmenit, rutil ve barit.

Oluşum şekline bakıldığında; yerinde konsantre olmuş plaserler; Rezidüel, elüvyal, hareketli sıvı ortamda oluşmuş plaserler; Alüvyal, kumsal, kıyı aşırı, rüzgarla oluşmuş plaserler; Eöliyen olarak adlandırılır.

Bunlar daha detaylı bir çalışmayla “Kuzvart ve Böhmer (1978) tarafından” şu şekilde açıklanmıştır;

Elüvyal: Yerinde parçalanmış veya fazla uzak olmayan bir yere taşınmış ve mineral topluluğu ilk kaynaktan farklı olmayan plaserler.

Kolluviyal: Mekanik olarak parçalanmış kaynak kayacın, eğim yıkaması, yağmur yıkaması, kayma ve diğer yer çekim kuvvetlerinin yardımıyla eğim aşağı inişli ve kil ile karışarak yatak oluşturmasıdır.

Alüvyel: Nehir yatağı plaserleri, nehir bankı kum-çakıl plaserleri, vadi plaserleri, teras plaserleri ve vadi darboğaz plaserleri olarak sınıflara ayrılan, akarsuya bağlı oluşan plaserlerdir.

Kıyı: Deniz ve göl kıyılarında oluşurlar. Delta plaserleri ise, alüvyel ve kıyı plaserleri arasında kalmasına karşın, bu grup altında toplanmıştır.

Buzul: Buzul sedimanları içinde bulunurlar. Buzulların içinde taşınan klastikler genelde ekonomik değerde bir yatak oluşturmaya ortam bulamazlar aksine buzullar var olan plaserleri süpürürler. Fakat morenler sulu bir ortama girdiklerinde ağır mineral konsantrasyonlarını alüvyel veya gölsel plaser olarak sunarlar.

Eoliyen: Çöl bölgelerinde sık olarak görülür. Çok büyük endüstriyel değerleri yoktur. Eski gölsel, nehirselle sedimanların rüzgar erozyonuna maruz kalarak, hafif partiküllerin taşınması, ağır olanların yerinde (in-situ) yataklar oluşturmasıdır.

Ağır minerallerin yaşı göz önüne alındığında ise, plaser yataklar genç ve yaşlı olmak üzere ikiye ayrılırlar. Genç plaserler, Kuvaterner'den bugüne ulaşmış olanlar, Fosil plaserler ise, Arkeen'e kadar uzanan eski yataklardır ve bunlar iki alt gruba ayrılırlar; tersiyer-mesozoyik ve Paleozoyik-Proterozoyik-Arkeen plaserler. Fosil plaserler, konsolide olmuş, çimentolanmamış, tektonik hareketlere maruz kalmış ve bazen de, eğer karbonatlı kayalarda yataklanmışlar ise, karstik olaylardan etkilenmişlerdir. Paleozoyik ve daha yaşlı plaserler çok sıkı çimentolanmış ve genellikle konglomera-iri taneli kumtaşı fasiyeslerine bağlı olarak yataklanmış başkalaşım geçirmiş ve tektonizmaya maruz kalmışlardır.

Plaser altın yataklarının önemi, dünyanın en büyük altın madeni olan Witwatersrand'le anlaşılabilir. Ortalama 9 gr/ton rezerv veren bu yataklar (Witwatersrand süper grubu) 1979'a kadar 30.000 ton altın üretimiyle, dünyada o güne kadar üretilmiş altının 3/4 ' ünü oluşturuyordu (Kiriş, 1994).

2.1.2 Bakır

M.Ö. 8000 yılından beri bilinen bakır tabiiatta saf olarak bulunabilen nadir metallendir. Metalik bakır tonlarca bloklar halinde, A.B.D.'lerinde yukarı göller mntıkasında, bulunan Urallarda, Şili'de ve Avustralya'da saf bakır oldukça büyük miktarda işletilmiştir. Ancak, bu yataklardan üretilmiş olan bakır, dünya üretiminde önemli bir yer tutmaz. Önemli yataklar kompleks bir yapıya sahip olduklarından pirit, kurşun-çinko, molibdenit gibi minerallerin üretiminde dayanak teşkil etmektedir. Bu nedenle bakır endüstrisi çoğu zaman kurşun-çinko, asit veya suni gübre endüstrileri ile birlikte entegre bir şekilde düşünmek gerekmektedir.

Bakır cevherleri % 0.7-0.1 Cu, kurşun cevherleri % 1.2-1.0 Pb, çinko cevherleri % 3-2 Zn ihtiva ettiği zaman rezervide elverişli ise işletilmektedir. Kompleks cevherlerde dış ülkelerde bu değer % 8-11 Pb+Zn+Cu şeklindedir. Türkiye'de ise % 0.5 Cu, % 10-11 Pb+Zn+Cu ihtiva eden yataklar bugünkü teknolojik koşullarda işletilebilmektedir. Yataklarda mevcut yan ürünlerin kazanılması tesisin iktisadi olmasını sağladığı gibi, bazen bu ürünler üretilen metallere de daha fazla kar bırakabilmektedir. Umumiyetle bakırla birlikte altın ve gümüşe her zaman rastlanır. Bunlar nihayetinde blister bakıra geçerler. Altın ve gümüşün blisterden ayrılması, blisterin elektroliz yolu ile saflaştırılmasından sonra olur. Diğer yan ürünler ise, kobalt, kadmiyum, selen, tellür, nikel, kurşun, çinko ve kükürt'tür. Yurdumuzdaki bakır madenleri altın, gümüş, kadmiyum gibi metal veya mineraller içermektedir.

Bakırın 165 minerali bilinmekle beraber ticari önemi haiz minerallerin sayısı 12'dir. Bunlarında 6'sı bakır üretiminin % 95 ini kapsar. Dünya bakır üretiminin % 50'si kalkozin, % 25'i kalkopirit, % 3'ü enarjit, % 1'i diğer sülfür minerallerinden, % 6-7'si nabit bakır, % 15'i oksit minerallerinden varılmaktadır.

Bakır mineralleri 4 grupta toplanır:

I- Nabit bakır	:Cu
II- Sülfürler	
1- Kalkozin	:Cu ₂ S
2- Kovellin	:CuS
3- Kalkopirit	:CuFeS ₂
4- Bornit	:Cu ₃ FeS ₃

III- Oksitler

1- Küprit	:Cu ₂ O
2- Tenorit	:CuO
3- Malahit	:CuCO ₃ (OH) ₂
4- Azurit	:Cu ₃ (CO ₃) ₂ (OH) ₂
5- Krizokolla	:Cu ₄ H ₄ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₈

IV- Diğer Mineraller

1- Enarjit	:Cu ₃ AsS ₄
2- Tetraedrit	:Cu ₂ Sb ₄ S ₁₃

2.1.2.1 Bakırın genel özellikleri

M.Ö. 8000 yıllarından beri bilindiği sayılan bakır, kırmızımtırak renkte, kolayca dövülüp işlenebilen bir maddedir. Soğuk iken dahi dövülüp biçim verilebilen bakırdan, M.Ö. 3700'de tunç yapılmaya başlanmıştır. Aktif metal olmadığı için tabiatta serbest olarak da bulunur. Nabit bakır iletkenlik bakımından gümüşten sonra ve aliminyumdan önce gelir. Bu yönüyle elektrik sanayiinde ve mutfak eşyaları yapımında kullanılır. Bakırın fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2.3 ve 2.4'de sunulmuştur.

İnsan vücudunda 150 mg kadar bakır vardır. Bilhassa kan, dalak, pankreas, böbrek, beyin ve karaciğer gibi organlarla plasmada bulunur.

Çizelge 2.3 Bakırın fiziksel özellikleri (Cornelius ve Hurlbut, 1982)

Yoğunluğu	8.92-8.93
Ergime Noktası	1083-1084 °C
Kaynama Noktası	2300 °C
Ergime ve Donma Isısı	43 Kcal/kg
0 °C'de Sıcaklık Emsali	0.0039
Orta Sıcaklıkta Isı İletkenlik Emsali	340-300 Kcal
0 °C-100 °C Arasında Ortalama Boyca	1657 °C
Genleşme Emsali	0.094 Kcal/kg
0 °C-100 °C Arasında Ortalama Isınma Isısı	0.0178Ohm/m
Spesifik Direnci (20 °C)	0.938 Cal/mxs
Isı İletkenliği (0 °C)	0.329 Mg/A.s
Elektrokimyasal Eşdeğerliği	

Dünyada yıllık bakır üretimi 8.500.000 ton civarında olup başlıca üretici ülkeler Şili, Kanada, Zambia, A.B.D., Kongo, Güney Afrika Cumhuriyeti, Avustralya, Peru, Filipinler, Yugoslavya, Zaire ve Japonya'dır.

Periyodik sistemin birinci yan grubu (29,47 ve 79 Atom No'lu elementleri) "Bakır Grubu Metalleri" diye adlandırılıp bunlar bakır, gümüş ve altın'dır.

Çizelge 2.4 Bakırın kimyasal özellikleri (Cornelius ve Hurlbut, 1982)

Simgesi	Cu
Atom Numarası	29
Atom Ağırlığı	63,57
Değerliliği	I ve II
Yörüngedeki Elektron Sayısı	2-8-18-1

Saf halde iken yukarıda belirtildiği gibi, yumuşak olan ve bu nedenle dayanıksız olup tornaya da gelemeyen bakırdan, iletken dışında kullanabilmesi için alaşım haline getirilmesi icab eder. Saf haldekine nispetle daha sert dayanıklı ve döküme de elverişli olan bakırın başlıca alaşımları şunlardır (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5 Bakırın alaşımları ve bileşikleri (Bureau of Mines, 1991)

Gümüş Para	% 10 Cu	% 90 Ag
Nikel Para	% 75 Cu	% 25 Ni
Pirinç	% 60-73 Cu	% 27-40 Zn
Bronz	% 89 Cu	% 11 Sn ve Zn
Alman Gümüşü	% 57 Cu	% 19 Zn, % 24 Ni
Aliminyum Tuncu	% 90 Cu	% 10 Al
Çan Metali	% 75-80 Cu	% 20-25

1991 yılı istatistiklerine göre üretilen bakırın yaklaşık % 40'ı yapı kontrüksüyonlarında % 26'sı elektrik ve elektronik ürünlerinde, % 14'ü endüstriyel makine ve bunların elemanlarında, % 11'i taşıyıcı olarak ve % 9'u diğer alanlarda tüketilmektedir. Bakır elektrik iletkenliği çok yüksek bir metal olduğundan büyük bir kısımdan iletken tel yapımında faydalanılmaktadır. Pirinç ve bronz gibi alaşımlarda da önemli miktarda bakır tüketilir. Bakır cevheri metalurji tesislerinde işlenerek blister denilen ham bakır elde edilir. Daha sonra elektroliz yönüyle elektrolitik saf bakıra dönüştürülür

2.1.2.2 Bakır mineralleri

Toplam bakır minerallerinin sayısı 165'in üzerindedir. Bunları kendi gruplara ayıracak olursak;

- a) Primer Bakır Mineralleri
- b) Sekonder Bakır Mineralleri
- c) Terkiplerine göre Bakır Mineralleri
- d) Bakır İstihsal Edilen Mineraller

İstisnalar hariç, bakırla birlikte altın ve gümüşe her zaman rastlanır. Bunlar nihayette Blister Bakıra geçerler. Altın ve gümüşün blisterden ayrılması, blisterin elektroliz yolu ile saflaştırılmasından sonra olur. Bazı bakır minerallerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2.6'da verilmiştir.

Çizelge 2.6 Yaygın bakır minerallerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Cornelius ve Hurlbut, 1982)

MİNERAL	BİLEŞİM	S (mohs)	Y (gr/cm ³)	RENK	ÇİZGİ R.
Antrelit		3.5-4	3.9	Parlak yeşil	Açık Yeşil
Atakamit	Cu ₂ Cl(OH) ₃	3-3.5	3.7	Koyu zümrüt yeşili	Açık Yeşil
Azurit	Cu ₃ (CO ₃) ₂ (OH) ₂	3.5-4	3.8	Azur mavisi	Açık mavi
Bornit	Cu ₅ Fes ₄	3	5.1	Taze yüzeyleri kahve bronz	Siyah
Bournonit	PbCuSbS ₃	2.5-3	5.8	Gri-siyah	Siyah
Enarjit	Cu ₃ AsS ₄	3	4.4	Gri-siyah	Siyah
İdait		3.2	4.9	Gri	Siyah
Kalkantit	CuSO ₄ 5H ₂ O	2.5	2.2	Mavi	Açık mavi
Kalkopirit	CuFeS ₂	3.5-4	4.2	Tunç sarısı	Siyah
Kalkosin	Cu ₂ S	2.5-3	5.7	Kurşun siyahı	Gri-siyah
Kovellin	CuS	1.5-2	4.6	Mavi-siyah	Siyah
Küprit	Cu ₂ O	3.5-4	6	Kırmızı, kahve	Kırmızı
Malakit	Cu ₂ Co ₃ (OH) ₂	3.5-4	4	Parlak yeşil	Açık yeşil
Nabit Cu	Cu	2.5-3	8.9	Bakır kırmızısı	Kırmızı
Stannit	Cu ₂ FeSnS ₄	4	4.4	Çelik grisi	Siyah
Tetraedrit	(CuFeZnAg) ₁₂ Sb ₄ S ₃	3-4.5	4.9	Çelik grisi	Siyah
Tennantit		3-4.5	4.8	Çelik grisi	Siyah

2.1.3 Demir

Metaller arasında en çok kullanılan ve en ucuzu olan demir ve bir demir alaşımı olan çelik günlük yaşantımızın her alanında karşımıza çıkar. Bununla birlikte insanlar demiri, uygarlık tarihinin erken dönemlerinden beri bilinen altın, bakır ve tunçtan çok daha sonra kullanmaya başlamışlardır. Bakır, kalay, kurşun, gümüş ve altın gibi yumuşak madenlerin kolaylıkla işlenmesine karşın demirin ergitilmesi için, o dönem fırınlarına göre daha yüksek bir sıcaklık (1539 °C) ve katkı maddeleri (kömür ve kireçtaşı) gerekmektedir.

Demir cevheri, var olan ya da beklenen teknolojik ve ekonomik koşullarda, indirgen bir ortamda ısıtıldığında içinden demir metalinin ekonomik bir biçimde alındığı doğal mineral topluluğudur. Demir, diğer cevherlerden yan ürün veya eş ürün olarak da elde edilebilir. Ticaret adlamasında, demir cevheri kazançlı olarak işletilmesi gereken malzemedir.

Bu geniş tanımlamaya uygun düşen demir birikimlerine yatak (deposit) denirken, günümüzdeki ekonomik ve teknolojik koşullarda işletilmeyecek nitelikteki birikimlere de mineralleşme (mineral deposit) denir. Cevher yatağı (ore deposit), çok değişik biçimlerdeki demirce zengin zonlar için kullanılan tamamlayıcı genel bir terimdir. Cevher gövdesi (ore body) ise biçimi iyice tanımlanmış kütleyi tanıtmakta kullanılır.

Kendi doğal durumunda çıkarılmış olan demir cevheri ham cevher (Crude ore, run-of-mine ore) olarak adlandırılır. Ham cevherin hiçbir işleme tutulmaksızın ya da azme ve eleme gibi basit işlemlerle pazarlanması durumunda doğrudan yüklenebilir cevherden (direct-shipping ore) söz edilir. İster doğrudan yüklenebilir, isterse yoğun işlem ürünü olsun bir madencilik etkinliğinin sonuç ürünü olan cevher kullanılabilir veya pazarlanabilir cevher olarak adlandırılır.

2.1.3.1 Demirin genel özellikleri

Demir, % 5.4'lük bir bolluk ortalamasıyla yerkabuğunun O, Si ve Al'dan sonra dördüncü yaygın elementidir. Öte yandan kayalardaki dağılımıysa çok değişkendir. Bazaltta % 8.6 ile en yüksek, şeylde % 4.7, granitte % 2.7, kireçtaşında % 0.4 ile en düşüktür (Krauskopf, 1979). Demir elementinin fiziksel ve kimyasal özellikleri çizelge 2.7'de verilmiştir:

Çizelge 2.7 Demir elementinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Krauskopf, 1979)

Atom numarası	26
Atom Ağırlığı	5585
İyon Yarıçapı Fe ⁺²	0.86 Ao
İyon Yarıçapı Fe ⁺³	0.73 Ao
Elektronegative Fe ⁺²	6.18
Elektronegative Fe ⁺³	1.9
Ergime Noktası	1535 ⁰ C
Kaynama Noktası	2735 ⁰ C
Elektrik İletkenliği	12.25
Isı İletkenliği	11.9
Yoğunluğu	7.85 gr/cm ³

Demir doğada +2 (ferro), +3 (ferrik) ve 0 değerli olmak üzere üç biçimde bulunur. Her üçünde de fizikokimyasal davranışına bağlı olarak birikim davranışı farklıdır. Eksojen ortamda demirin davranışını belirleyen en önemli etken ortamın Ph ve Eh değerleridir. Genelde asidik ortamda +2 değerli olarak çözünür, buna karşın +3 değerli olarak çöker.

Demir çabuk oksitlendiğinden doğal (nabit) olarak ender bulunur. Doğal demire, yer kabuğunda bir iki yerde rastlanmıştır. Grönland adasında Ovifak'ta bazaltlar içinde büyük kütleler halinde bulunur (Dana, 1959).

Çizelge 2.8 Bir demir cevherinin ekonomik olarak değerlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken etkenler (Ohle, 1972)

Jeolojik etkenler	Jeolojik olmayan etkenler
Cevherin Tipi ve Tenörü: Doğrudan yüksek fırına gidecek türde, yıkama cevheri, ağır ortam cevheri, vd.; rice oranı safsızlıklar.	Pazar ve Fiyat
Tonaj: ham cevher rezervi, elde edilebilecek ürün miktarı, sermaye maliyetine etkisi.	Politik ve Genel İş Atmosferi
Tane Boyu: Öğütme boyu, doku, cevher minerallerinin ayrılması, yabancı maddelerin atılması.	Taşıma Maliyeti
Öğütülebilme: cevherin konsantre ve pelet yapılabilecek boyda öğütülmesi ve bu iş için gerekli elektrik enerjisi (t7kw-saat olarak).	İşçilik ve Yerleşme Olanakları, Maliyet
Mineraloji: Manyetit, hematit, götit, silikat ve karbonat yabancı madde mineralojisi.	Yapı Maliyeti
Cevher Tiplerinin Dağılımı: Tenör, doku, mineraloji; seçmeli madencilik yapılabilir mi?	Güç Kaynağı
Örtü malzemesi: kalınlığı, cinsi, doğası; yeraltımı yoksa açık işletme mi?	Su Temini
Cevher Gövdesinin şekli ve Duruşu: Düşeyde, metre başına ton miktarı. Dekepaj oranı üzerindeki etkisi.	Vergiler
Yer: Topoğrafya, iklim.	Ruhsat Hakkı (Rödövens)
	Enflasyon Etkisi
	Atıkların Uzaklaştırılması
	Ortamın Etkisi=Ekoloji
	Finansman

Doğada 366 tane demir minerali bilinmektedir (Gross,1965) (Çizelge 2.9). Demir mineralleri içinde en büyük grubu silikatların (128 tane) oluşturmasına karşın cevher minerali niteliğine sahip değildirler. Bu gruptaki minerallerde bulunan demiri yüksek fırında metale indirgeme işlemi çok büyük miktarda enerji gerektirmektedir. Demir, sülfütlere pirit, pirotin ve markazit daha çok kükürt hammaddesi olarak sülfirikasit (FeS₂) antimon kaynağı olarak; kalkopirit bakır kaynağı olarak kullanılırlar. Demir

cevheri olarak demir çelik sanayiinde manyetit, hematit, limonit ve siderit kullanılmaktadır.

Çizelge 2.9 En çok rastlanılan demir içeren mineraller (Gross, 1965)

MİNERAL	BİLEŞİM	DEMİR %	ÖZ. AĞIR.	SERTLİK	RENK
DOĞAL DEMİR	Fe	100	7.3-7.9	4.5	Çelik grisi
OKSİTLER					
Manyetit	Fe ₃ O ₄	72.4	5.17	5.5-6.5	Siyah, mavi, kahve ve siyah
Hematit	α-Fe ₂ O ₃	69.9	5.6	6.5	Çelik gri-kırmızı
Maghemit	δ-Fe ₂ O ₃	69.9	4.88	5	Kahverengi
Götit	HfFeO ₂	62.9	3.3-4.3	5.5	Kahve-sarı
Turgit	2Fe ₂ O ₃ · H ₂ O	66.1	4.2-4.7	6.5	Kahve-kırmızı
Limonit	FeO(OH), H ₂ O	62.3	3.6-4.0	5-5.5	Kahve-sarı
Lepidokrosit	FeO(OH)	63	3.3-4.3	5	Kahve-kırmızı
İlmenit	FeTiO ₃	29.4	4.72	5-6	Siyah-kahve
KARBONATLAR					
Siderit	FeC ₂ O ₃	48.2	3.96	3.5-4	Kül gri-kahve
Ankerit	Ca(Mg, Fe ²⁺) (CO ₃) ₂	26	2.8-3.1	3.5-4	Beyaz, gri, kahve
SÜLFİTLER					
Pirit	FeS ₂	46.5	5.01	6-6.5	Pirinç sarısı
Markazit	FeS ₂	46.5	4.8	6-6.5	Açık pirinç sarısı
Pirotin	Fe _(1-x) S	63	4.5-4.6	3.5-4.5	Bronz sarısı
Kalkopirit	CuFeS ₂	30.5	4.1-4.3	3.5-4	Sarı
Arsenopirit	FeAsS	34.3	6.07	5.5-6	Gümüş beyazı
Löllenjit	FeAs ₂	27.2	7.1-7.4	5	Gümüş beyazı
SİLİKATLAR					
Şamozit	(Fe ₂ Al ₂)(Si ₂ Al ₂)O ₁₀ (OH) ₈	32-42	3-3.5		Yeşil-açık sarı
Glakonit	K(Fe, Mg, Al) ₂ (Si ₄ O ₁₀)(OH) ₂	Değişken	2.5-2.8		Koyu gri-siyah
Grenalit	Fe ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₅	Değişken	3		Yeşilimsi
Minnesotait	Fe ₃ (OH) ₂ Si ₄ O ₁₀	Değişken	3-3.2		Soluk yeşil
Stilpnomelan	(OH) ₄ (K, Na, Ca) ₀₋₁ (Fe, Mg, Al) ₇₋₉ Si ₈ O ₂₃₋₂₄ 24H ₂ O				Koyu yeşil
DİĞERLERİ					
Jarosit	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	37	3.2	3	Sarı-kahve
Melanterit	FeSO ₄ · 7H ₂ O	26	1.9	2	Yeşil-mavi
Vivyanit	Fe ₃ (PO ₄) ₂ · 8H ₂ O	43	2.6	1.5-2	Renksiz
Skorodit	FeAsO ₄ · 2H ₂ O	34.6	3.1-3.3	3.5-4	Yeşil-kahve

2.1.3.2 Demir Mineralleri

Manyetit (FeO · 2/3 O₃)

Demir siyahı renginde, yağlı metal parlaklığında, porselen üzerinde siyah çizgi bırakan, gevrek yapılı, güçlü manyetik özelliğe sahip, elektriği çok iyi ileten bir mineraldir. Kübik sistemde kristallenir. Sertliği, 5.5 ve yoğunluğu, 4.9-5.2 gr/cm³. Saf halde iken % 72.4 Fe ve % 27 O₂ içerir. Yoğun HCl'de yavaş, üfleçte güç ergir ve oksitleyici alevde manyetik özelliğini kaybederek spekülait'e dönüşür.

Manyetit yataklarının üzerinde yer alan oksitlenme zonlarında oluşan manyetitin psödomorfozuna **martit** denir. Bir çeşit hematit olup, zayıf manyetik özellik gösterir. Manyetit yüksek sıcaklıklarda oluşur ve tipik yüksek sıcaklık minerali olarak kabul edilir. Magma kayalarında yaygın olarak bulunur. Kontakt metazomatizma ve metamorfizma sonucunda da oluşur.

Hematit (α -Fe₂O₃)

Kırmızı renkli, mat, porselen üzerinde kırmızı ve kahverengimsi kırmızı renk bırakan, en çok rastlanan demir mineralidir. Yumuşak topraksı, ya da gözenekli biçimlerde gevrek ya da sert biçimlere kadar çeşitli görünümde olabilir. Çelik grisi renkli, parlak metalik bloklu ya da levhalı kristaller veren hematitte **spekularit (olijist)** adı verilir. Paramanyetik bir mineral olan hematit safken % 69.94 Fe ve % 30.06 O₂ içerir. Sertliği 5-6, özgül ağırlığı 4.6-5.3 gr/cm³ arasındadır.

Hematit, magma kayalarda iki değerli demir eksikliği olduğunda gelişir. Volkanizma sırasında fümerol dönemin yaygın bir ürünüdür. Hava ile çürüme zonlarında diğer demir minerallerinden türeyebilir ve meteorik eriyikler tarafından çökeltilir. Hematit'in doğada metastabl olarak bulunan polimorfik yapısına **MAGHEMİT (Y-Fe₂O₃)** denir. Maghemit 200-700⁰C'de ısıtıldığında hematite dönüşebilir. Hematitin manyetite dönüşmesine ise **muşketofit** adı verilmektedir (Çubuksu manyetit).

Götit (HFeO₂)

Sarımsı kahverengiden koyu kahverengiye kadar değişen renkte, mat ile elmas parlaklığında, bazı lifsel türlerde ipeğimsi, yarı saydam, çizgi rengi sarımsı kahverengidir. Sertliği, 5-5.5, özgül ağırlığı, 4.37 gr/cm³ ile saf olmadığından 3.3'dür. Bileşiminde % 62.9 Fe, % 27 O₂ ve % 10.1 H₂O vardır. Şebeke yapısında % 5'e kadar manganez demirin yerine geçebilir. Masif türleri çoğu kez absorbe ya da kapiler su içerir. Zorlukla ergir. İndirgen alevde manyetik özellik kazanır. Limonitten dilinimi, ışınal büyümesi ve diğer kristallenme biçimleriyle ayırt edilir. Götit ile lepidokrositin kimyasal ve fiziksel özellikleri benzerdir ve ikisi de aynı ortamlarda oluşur (Gross, 1965).

Götit en yaygın demir minerali olup, genellikle demirli minerallerin alterasyon ürünü olarak oksitlenme koşullarında oluşur. Sudan doğrudan inorganik ya da biyojenik çözelmeye de oluşur ve bataklık ile kaynaklarda yaygın olarak bulunur. Limonitle birlikte metalik maden yataklarının üzerinde "demir şapka" oluşturur. Serpantinitin alterasyonu sonucunda kalıntı lateritik örtü biçiminde büyük miktarlarda götit oluşur.

Limonit (FeO(OH).nH₂O)

Koyu kahverengi ile siyah renkli, camsı parlaklıkta, çizgi rengi sarımsı kahverengi, yarı saydam amorf bir mineraldir. Sertliği, 5-5.5, özgül ağırlığı 3.6-4 gr/cm³'tür. Demir içeriği en çok % 62.3'dür. Çoğu kez hematit, kil mineralleri ve manganez oksitlerle katışık haldedir. Su kapsamı çok değişkendir. Limonitin aslında, absorbe ve kapiler su içeren amorf götit olması olasıdır. Güçlkle ergir. İndirgen alevde ısıtıldığında güçlü manyetik özellik kazanır. Götit'ten camsı görünümü ve dilinimi olmamasıyla ayırt edilir.

Limonit, önceden var olan demir minerallerinin alterasyonu ya da çözünmesiyle oluşan bir süperjen kökene sahiptir. Suda doğrudan oksitlenmeye ya da organik veya biyogenik çökellemeyle oluşabilir. Götitle birlikte demir şapka oluşturur.

Siderit (FeCO₃)

Sarımsı beyaz ve bezelye rengine, mat, çizgi rengi beyaz ya da açık gri, gevrek ve çok iyi dilinimi olan bir mineraldir. Işığı iyi ya da orta derecede geçirir. Sertliği, 4-4.5, yoğunluğu, 3.7-3.9 gr/cm³ arasındadır. Saf siderit % 62.1 FeO ve % 37.9 CO₂ içerir; demir içeriği ise, % 48.2'dir. iki değerli manganez ve magnezyum demirin yerine geçerek rodokrozitten manyezite uzanan bir katı karışım (izomorf) dizisi oluşturur. Üfleçte çatırdar ve manyetik özellik kazanır. Toz haline gelince asitlerde erir.

Siderit hidrotermal damarlarda ve yüksek sıcaklıklarda oluşan mineral topluluklarında bulunur. Çökel birimlerde, demir formasyonunun silikat-karbonat fasiyesinde ana karbonat mineralidir. Karbonlu ya da indirgen ortamlarda çökellerde siderit mercikleri ve yumruları görülür.

2.1.3.3 Demir cevher yataklarının sınıflandırılması

Ekonomik amaçlarla herhangi bir değerlendirme yapılmadan önce yer kabuğunda demirin yoğunlaşmasına yol açan ortamın fiziksel ve kimyasal koşulları, ortamın mineralojik ve jeolojik özellikleri, yoğunlaşmanın gelişmesine katkısı olan diğer tamamlayıcı süreçler, kısaca demir yataklarının jeolojisi kesin olarak bilinmelidir. Yatağın değerlendirilmesi, geliştirilmesi, zenginleştirilmesi ve kullanılması buradan elde edilecek bilgilerin üzerine kurulmalıdır. Yatak tipi cevherin çeşitli zenginleştirme yöntemlerine olan yatkinliğini da içerir.

Çizelge 2.10 Demir cevher yataklarının sınıflandırılması (Zitzmann, 1977a)

Tabakalı demir yatakları	
Metamorfik bantlı demir formasyonları:	a- Superior gölü tipi (çörtlü, oolitik) b- Algoma tipi (çörtlü, volkanizmayla ilişkili)
Denizel sedimanter demir yatakları:	a- Minette tipi (oolitik, siderit) b- Clinton tipi (oolitik, hematitli) c- Peine-lisede tipi (kırıntılı) d- Salzgitter tipi (oolitik, kırıntılı)
Kıtasal sedimanter demir yatakları:	a- Ruhr tipi (siyah bantlı cevher) b- Lipetsk tipi (göl ve bataklık yatakları) c- Lisakovsk tipi (akarsu yatakları)
Volkano-sedimanter demir yatakları Lahn-Dill tipi	
Masif demir yatakları	
Taberg tipi (titanomanyetiti)	
Kiruna tipi (apatitli manyetit)	
Magnitnaya tipi (skarn)	
Hidrotermal yataklar: a- Damar tipi yataklar; Siegerland tipi (siderit), harz tipi (hematit) b- Ornatma tipi yataklar; Bilbao tipi (siderit-hematit), Erzberg tipi (siderit)	
Kalıntı demir yatakları	
Plaser yataklar	
Conakry tipi (lateritik)	
Lindener Mark tipi (karstik)	
Delemont tipi (pizolitik)	
Hunsrück tipi (çökellerin alterasyonu ile oluşanlar)	
Demir şapkalar	

Hidrotermal yataklar

Hidrotermal demir yatakları magmatik dönemin sonunda ısıları 100-300 °C arasında değişen sulu eriyikler tarafından oluşturulmuştur. Bu hidrotermal çözeltiler geç tektonik ya da orojenez sonrası sokulumlarla ya da hemen bunları izleyen volkanizmayla ilişkilidir (Zitzmann-Redlin, 1977a).

Hidrotermal eriyiklerin kayaçları kat etmeleri sırasında mineral içeriği ya kayalardaki her türlü boşluğu doldurarak “damar tipi” yatakları, ya da yan kayayı metasomatik olarak etkileyerek “ornatma tipi” yatakları oluşturmuştur. Cevherin oluşumunda yan kayaların tektonik durumu çok önemlidir.

Damar tipi yataklar

Hidrotermal eriyiklerin, kayalardaki boşlukları doldurmalarıyla oluşmuşlardır. Cevherin tipine göre sideritli ve hematitli olarak ikiye ayrılır.

Ornatma tipi yataklar

Demirce zengin hidrotermal eriyikler çevre kayaca sokulur ve değiştirirler. Bu tip kayaçların en çok tepki vereni karbonatlardır. Magnitnaya tipi yataklara göre eriyiklerin sıcaklıkları daha düşüktür ve gazların etkinliği görülmez. Demir birikimi de manyetit yerine siderit ve hematittir.

Cevherleşme çoğu kez tabakalanma düzlemleri çatlaklar ve eklemler, breş ve makaslam zonlarında başlar. Cevher gövdelerinin biçimi çok çeşitlidir ve kısa mesafelerde değişir. Yan kayacın kimyasal bileşimi ve tektonik konumuna, geçirgen olmayan tepki göstermeyen kayaçlarla aratabakalanmasına ve cevher oluşumunun tipine bağlıdır. Cevherleşmenin türü cevherli eriyeklere ve yan kayaca bağlıdır (Zitzmann ve Neumann-Redlin, 1977a).

Plaser yataklar

Ana kayaçtan alterasyon sonucu serbestleşmiş ve nehir, deniz dalgaları ve akıntıları ya da rüzgarla mekanik olarak taşınmış ve konsantre olmuş birikimlerdir. Akarsu ve plaj çökellerindeki mekanik boylanma sonucu oluşan siyah kumlardaki en önemli demir minerali manyetitdir (Zitzmann ve Neumann-Redlin, 1977a)

2.2 Metod

2.2.1 Arazi çalışmaları

1998-1999 yılları arasında Temmuz-Ağustos aylarında yapılan arazi çalışmalarında jeolojik harita alımı, bölgedeki kayalardan örnek alımı, cevher ve tipik mostralardan fotoğraf ve slaytlarının çekilmesi şeklinde yürütülmüştür.

2.2.1.1 Jeolojik harita alımı

Armutbeli (Çamardı) bölgesinde görülen Cu, Au ve Fe cevherleşmelerinin mevcut olduğu 25 km²'lik alanda izlenen birimlerin dokanakları ve 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası elde edilmiştir (Şekil 4.1). Haritada bölgede gözlenen cevherleşmelerde ayrıca işaretlenmiştir. Arazideki birimlerin incelenmesinde jeolog çekici ve luptan yararlanılarak birimlerin tespiti yapılmaya çalışılmış ve tespit edilen litoloji, haritaya dokanak ile birlikte çizilmiştir.

2.2.1.2 Cevher numune alımı

Haritalama alanında izlenen birimlerden sistematik olarak 50 adet cevher içerikli örnek alımı yapılmıştır. Bölgede yüzeyleyen tüm kayaların ve cevherleşmelerin birbirleriyle olan ilişkilerine dikkat ederek toplanan numunelere "örnek no"ları verilmiş ve harita üzerinde yerleri işaretlenmiştir (Şekil 2.2). Petrografik incelemeler için kayaç örnekleri, cevher mostraları ve stok sahasından örnek toplanmıştır.

2.2.2 Laboratuvar çalışmaları

Labaratuar çalışmaları inceleme alanında toplanan örnekler üzerinde yapılan çalışmaları kapsamaktadır. Bu çalışmaları parlak kesitlerin hazırlanması ve cevher mikroskobunda incelenmesi ve bunların mikro görüntülerinin çekilmesi şeklinde sıralayabiliriz. Ayrıca aynı cevherli numunelerin bir bölümünden Yeni Anadolu Madencilik A.Ş. kanalıyla Amerika'da çok sayıda kimyasal analizler yaptırılmıştır (Çizelge 4.2).

2.2.2.1 Parlak kesitlerin hazırlanması

Cevher mostralarından ve işletmesi devam eden ocaklar ile ocak stok sahalarından alınan numunelerden parlak kesit yapılmış ve incelenmiştir. Cevher parajenezleri bu kesitler üzerinde tespit edilmiştir.

2.2.2.2 Parlak kesitlerin cevher mikroskobunda incelenmesi

Parlatılmış kesitlerin cevher mikroskobunda incelenmesi işlemi, planlı ve programlı bir çalışmayı gerektirir. Bir parlak kesitin incelenmesi işlemi, fiziksel ve optik özelliklerinin belirlenmesi işlemiyle başladı ve parlak kesitlerin tanınması için daha sonra fiziksel ve optik özellikler doğrultusunda parajenez ve doku tespitleri ile tamamlandı.

2.2.3 Büro çalışmaları

Büro çalışmaları arazi çalışmalarından önce başlatılmış ve tüm çalışmaların konusuyla ilgili rapor, yayın ve bilimsel çalışmalar araştırılmış ve konumuzla ilgili bilgiler derlenmiştir. Çalışma konumuzla ilgili yayın ve raporları derlemek için kurumların kütüphaneleri ile arşivleri taranarak çalışma alanı ile ilgili bilgiler elde edilmiştir. Önceki çalışmalardan yararlanılarak inceleme alanının jeoloji haritası ve arazi ile ilgili şekiller çizilmiştir. Bununla birlikte laboratuvar çalışmaları sonuçlandırılmıştır.



BÖLÜM III

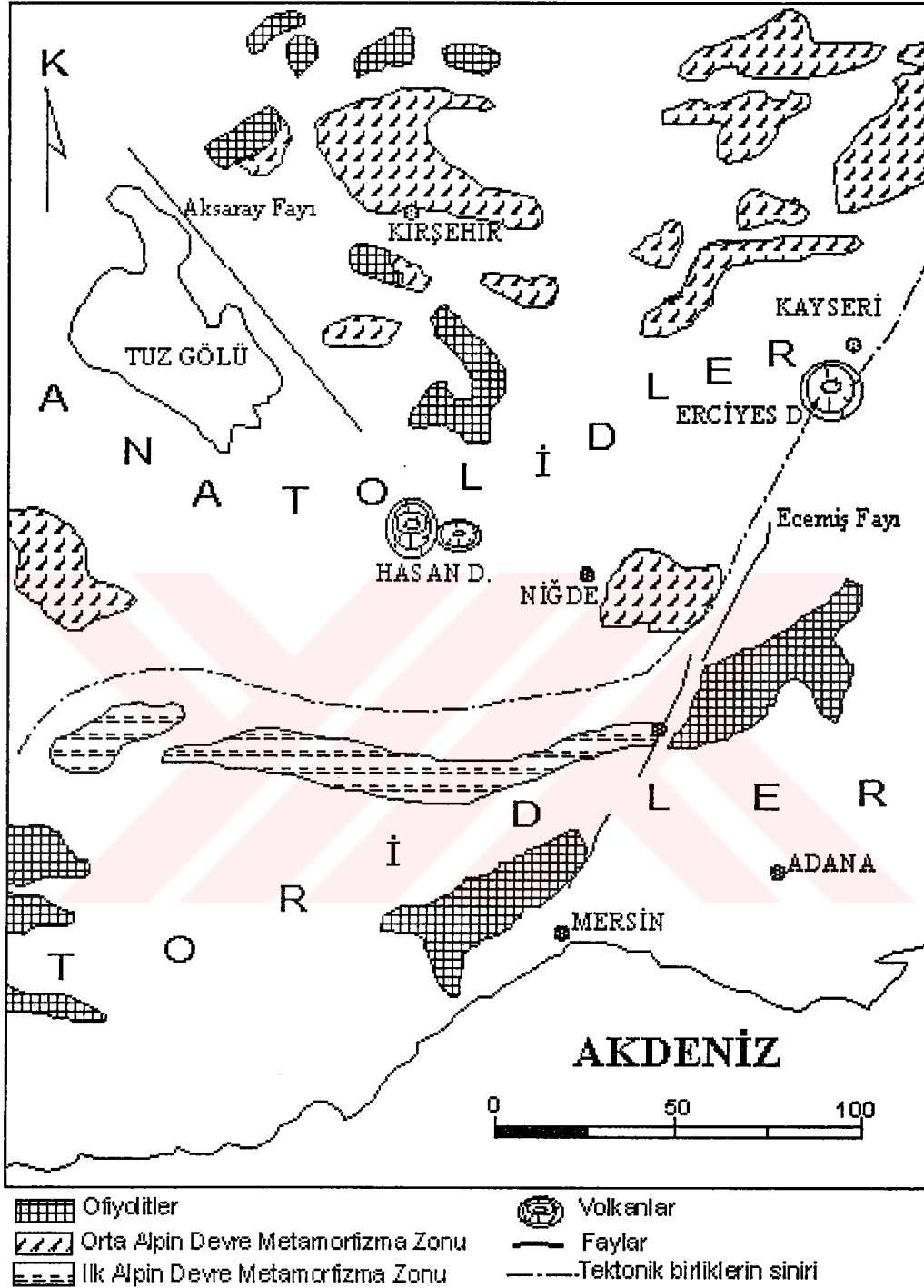
ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1 Bölgesel Jeoloji

Niğde Masifi, jeotektonik olarak Anatolid'ler içinde ve bu tektonik birliğin Torid'ler ile olan güney sınırında (Ketin, 1960) (Şekil 3.1), diğer bir çalışmaya göre ara masifler içinde, Güney Anadolu kıvrımlarında yer alır (İlhan, 1976).

Birçok araştırmacı tarafından Orta Anadolu'da, Niğde-Çamardı arasında yer alan Niğde Masifi'nin "Orta Anadolu Kızılırmak" veya "Kırşehir Masifi" olarak adlandırılan büyük metamorfik kütleinin güneydoğu ucunu oluşturduğu kabul edilmektedir. Aralarında Tersiyer çökelleri ve volkanitlerin bulunması nedeniyle masiflerin birbirleriyle olan ilişkileri açıkça görülmektedir (Blumenthal, 1941), (Ketin, 1960), (Kleyn, 1968), (Beckman, 1966), (İlhan, 1976), (Göncüoğlu, 1981a), (Seymen, 1981), (Oygür ve diğ., 1984).

Niğde Grubu metamorfitleri, bölgesel dinamotermal metamorfizmaya uğramışlardır. Masifte etkin olan bölgesel metamorfizma orta ile yüksek sıcaklık ve basınçta oluşan almandin-amfibolit fasiyesine karşılık gelir. Niğde metamorfitleri mineral bileşimi açısından bu fasiyesin disten-almandin-muskovit ve sillimanit-almandin-ortoklas alt fasiyeslerine uygundur. Niğde Grubu metamorfitleri, P-T diyagramına göre 4-6 kb ve 600-650 °C sıcaklıkta metamorfizmaya uğramışlardır (Göncüoğlu, 1977). Niğde grubunun tabanında yer alan birimlerin metamorfizmasının migmatitleşmeye çok yakın olduğunu ve bir miktar etkisi altında kaldığı düşünülmektedir. Metamorfitlerde kordiyeritin yokluğu, metamorfizmanın oluşum koşullarında basıncın 4 kb'dan düşük olmadığını, distenin yokluğu yüksek olmadığını gösterir. Disten-almandin alt fasiyesinin başlangıç sıcaklığı yaklaşık 600 °C'dir. Muskovitin kaybolmamış olması metamorfizma ısısının 680-690 °C'yi geçmediğini gösterir (Kleyn, 1968).



Şekil 3.1 Niğde Masifi ve çevresinin jeotektonik haritası (Ketin, 1960)

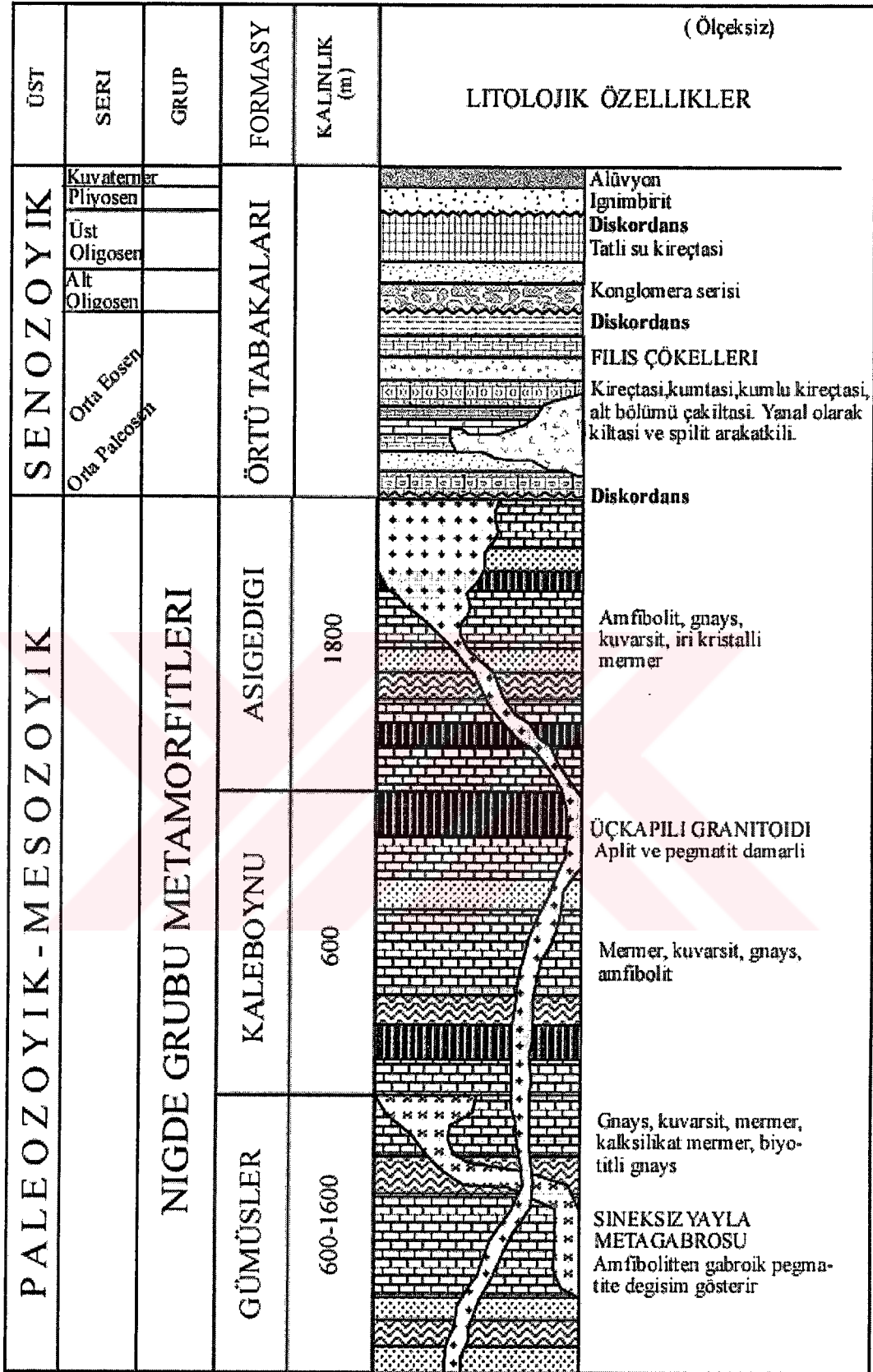
3.2 Niğde Grubu

Niğde Grubu mermerler, çeşitli gnayslar ve amfibolit şistlerden oluşan bir metamorfik kitledir. Bu metamorfik kütle, doğu ve güneyden, Orta-Üst Paleosen yaşlı bir filiş ve bunun üzerine uyumsuz olarak gelen Lütésiyen yaşlı nummulitli kireçtaşları örter (Göncüoğlu, 1977 ve Yetiş, 1978). Güneybatıda bu filişin üzerine uyumsuz olarak Üst Oligosen yaşlı gölseyel kireçtaşları gelir (Blumenthal, 1941). Batı ve kuzeyden olasılıkla Üst Pliyosen yaşlı volkanik fasiyesle örtülüdür (Beckman, 1966).

Niğde Masifi'nin metamorfik kayalarına doğrudan yaş verebilecek kesin bulgular yoktur. Masife yaş verebilecek veriyi doğu ve güneydoğusunda yer alan Lütésiyen yaşlı kireçtaşları sağlar. Bu birimin İlerdiyen yaşlı taban çakıllarında Niğde metamorfitlerine ait çakıllar bulunur. Ketin (1960)'e göre, Orta Anadolu masifleri Paleozoyik ya da Prekambriyen yaşlı eski masifler değillerdir; aksine Orta Alpin Orojenezi (Laremiyen) sırasında oluşmuş Alpin sıradağlarıdır. Bu verilere göre başka veriler bulununcaya kadar, Niğde Grubu metamorfitlerinin yaşına Paleosen öncesi demek doğru olacaktır (Göncüoğlu, 1977).

Niğde metamorfitlerini; gnayslar, beyaz ve mavimtrak mermerler, kuvarsitler ve koyu yeşil renkli amfibolitler oluşturmaktadır. Bu kayaç topluluğu "Niğde Grubu" olarak adlandırılmıştır (Viljoen ve İleri, 1974). Ağırlıklı kayaç türleri ve birbirleriyle olan ilişkilerine dayanılarak önceki araştırmacılar tarafından bu grup içinde üç formasyon ayırtlanmıştır. Bunlar tabandan tavana doğru Gümüşler, Kaleboynu ve Aşıgediği formasyonlarıdır. Niğde Grubu kayaları için kullanılmış olan formasyon isimlerinin karşılaştırılmalı özellikleri Çizelge 3' de verilmiştir. Niğde metamorfitlerini örten en yaşlı birim Orta-Üst Paleosen yaşlı filiş çökelleridir (Göncüoğlu, 1977 ve Yetiş, 1978). Çamardı'nın hemen kuzeyinde, Evliya tepe de bu filiş üzerine açısız uyumsuzlukla Lütésiyen yaşlı nummulitli kireçtaşları gelir (Yetiş, 1978). Birim İlerdiyen yaşlı çok ince bir taban çakıltası ile başlar. Çakıltalarında Niğde metamorfitlerinin çakılları da bulunur (Göncüoğlu, 1977).

Masifin güneybatısında Kılavuz köyünün yakın çevresinde filiş çökellerinin üzerine bir çakıltası düzeyi ile uyumsuz olarak Üst Oligosen yaşlı gölseyel kireçtaşları gelir (Blumenthal, 1941). Bu çökel birimlerini güneybatıdan kuzeye doğru tüfler örtmektedir. Tüfler masifin batı ve kuzeyinde büyük bir yayılım sunmakta masif içinde de Üçkapılı köyü çevresi ve Elmadere' de yer yer kalıntılar şeklinde izlenmektedir.



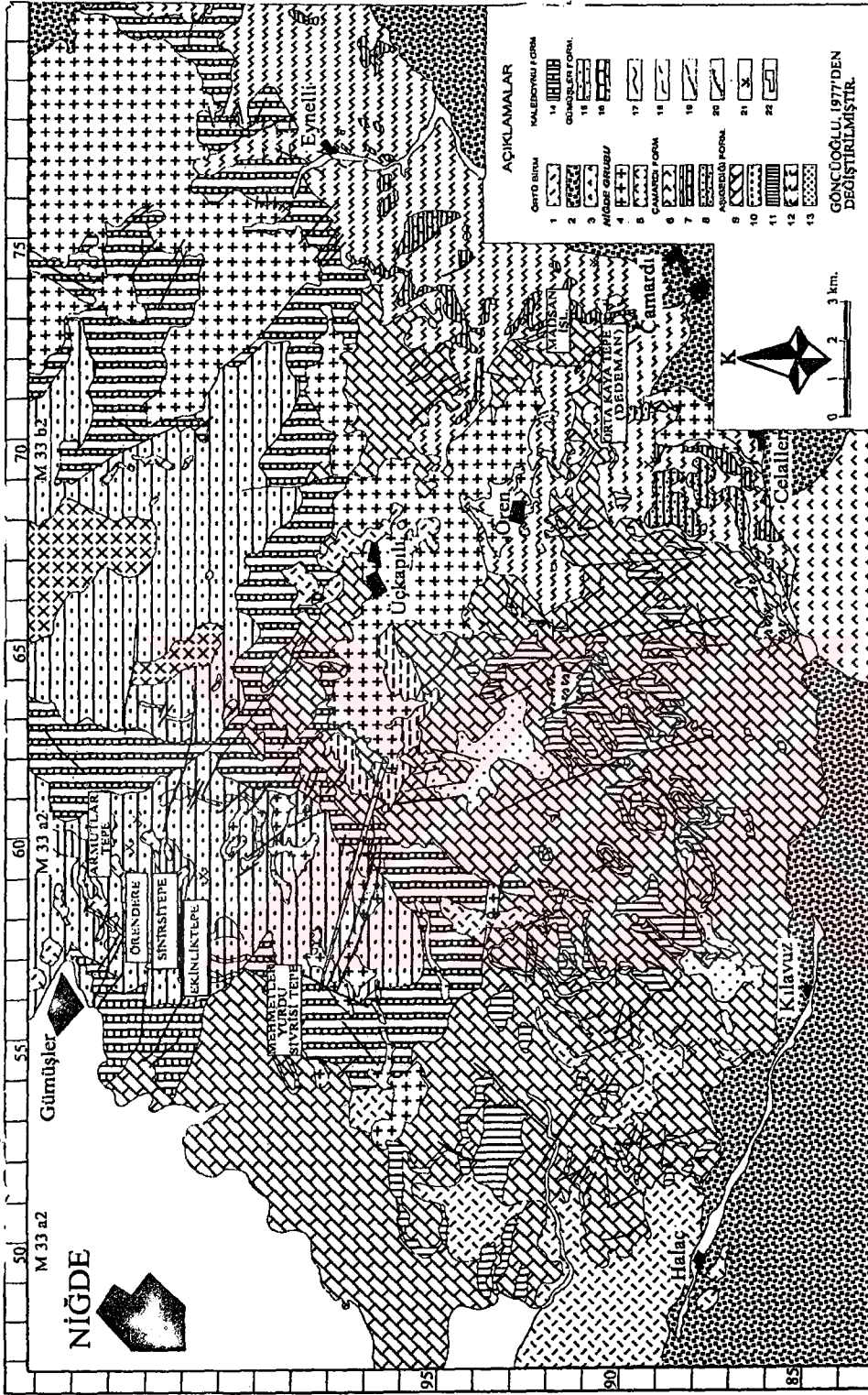
Şekil 3.2 Niğde Masifi'nin genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti

(Göncüoğlu, 1985)

Çizelge 3.1 Önceki çalışmalara göre bölgedeki formasyon adlamalarının karşılaştırılması
(Akçay, 1995 ve Yalçın, 1995)

TCHIHATCEF, 1869	TROMP, 1942	BLUMENTHAL, 1952
Mikaşistler	Niğde	Niğde
Killişistler	Serisi	Kompleksi
Beyaz mermerler	(Devoniyen)	(Paleozoyik)
KLEYN, 1970	VİLJOEN ve İLERİ, 1972	GÖNCÜOĞLU, 1977
Alt seri	Maden Formasyonu	Gümüşler Formasyonu
Orta seri	Ilıca Formasyonu	Kaleboynu Formasyonu
Üst seri	Kılavuz Formasyonu	Aşıgediği Formasyonu
	Çamardı Formasyonu	
ÖZGÜNEYLİ, 1978	OYGÜR ve diğ., 1984	ATABEY ve diğ., 1986
Alt seri	Gümüşler Formasyonu	Gümüşler Formasyonu
Orta seri	Kaleboynu Formasyonu	Kaleboyny Formasyonu
Üst seri	Aşıgediğ Formasyonu	Aşıgediği Formasyonu
	Çamardı Formasyonu	Çamardı Formasyonu

3.3 İnceleme Alanının Jeolojisi



Şekil 2 : İnceleme alanının Jeolojisi haritası; 1)Tuf, 2)Neojen Çökeller, 3)Gnays, 4)Üçkapılı Granotoidi, 5)Sineksizyayla Metagabrosu, 6)Gnays, 7)Mermer, 8)Kuvarsit, 9)Mermer, 10)Gnays, 11)Amfibolit, 12)Serpantinli, 13)Kuvarsit, 14)Mermer-gnays, 15)Gnays, 16)Mermer, 17)Dokanak, 18)Şüpheli dokanak, 19)Fay, 20)Bindirme, 21)Maden, 22)Yerleşim yeri

Şekil 3.3 Armutbeli (Niğde) civarının 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası

3.3.1 Gümüşler formasyonu

Niğde grubunun en alt litostratigrafi birimini oluşturur. Formasyon adını en geniş yayılımını sunduğu Gümüşler köyünden alır (Göncüoğlu, 1977). Kleyn'de (1970) yer alan "Alt Gnays "serisinin alt bölümlerine ve Viljoen ve İleri'de (1972) tanımlanan Maden formasyonuna karşılık gelir. "Maden" adı Viljoen ve İleri (1972) tarafından formasyonun tipik olarak görüldüğü Gümüşler madeninden dolayı verilmiştir. Ancak Çamardı ilçesinin eski adı da maden olduğundan, tanımlamadaki karşılığı önlemek amacıyla Gümüşler formasyonu denmiştir.

Formasyon, Gümüşler köyünün doğu ve güneydoğusunda yüzeyleyir. Gümüşler domunun çekirdeğini oluşturur. Formasyonun tabanı görülmez. Gümüşler formasyonunun görünen kalınlığı 600 m. (Viljoen ve İleri, 1972). Gümüşler formasyonu, Kaleboynu formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülür. Bu formasyonun % 70'den fazlasını çeşitli gnayslar oluşturmaktadır. Gnayslar içinde amfibolit, mermer, kuvarsit ve migmatitik kayalar arabantlı olarak gözlenir. Geri kalan kısımları ise, merceksel konumlu mermerler, kuvarsitler ve amfibolitler oluşturmaktadır (Atabey ve Ayhan, 1986).

Çalışma alanında, Gümüşler formasyonu içinde şu kayalar ayırt edilmiştir.

Gnayslar; Gümüşler formasyonu içerisinde en geniş yayılımı sunan gnayslardır. Bu türlerden de en yaygın olanı ise, sillimanit-muskovit-biyotit-gnays oluşturmaktadır. Taze yüzeyi gri, kahverengimsi gri olan kayada koyu renkli kısımlarda biyotit, açık renkli bölümlerinde ise kuvars ve feldspatlar hakimdir. Yersel alterasyonlara bağlı olarak da kayacın rengi kahve, gri ve toprağımsıdır.

Dayanım yüzeysel alterasyonlardan aşırı derecede etkilenmiş ve bu yüzeylerde oldukça düşmüştür. Taze yüzeylerde dayanım belirgin olarak artmıştır. Taze yüzeylerde mika belirgindir. Birim içerisinde yer yer 1-30 cm arasında beyazımsı renkli, dayanımı yüksek olan kuvarsit bantlarına rastlanmıştır.

Çatlaklar, düzensiz ve sık gelişmiştir. Çatlak yüzeylerinde hidrotermal etkiler sonucu boylanmalar gözlenmiştir. Kırılma yüzeyi konkoidaldir.

Kayaç içerisinde birden fazla deformasyon sahalarında karşılık gelen, yeniden kıvrılmış ve kopmuş kıvrımlar ile foliasyonu kesen ve kıvrılmış kuvarsit damarlarına rastlanmaktadır (Göncüoğlu, 1985).

Mermerler; Gümüşler formasyonu içinde kalınlığı yer yer 100 m'ye ulaşan gnayslarla ara tabakalı, çeşitli renkler sunan mermer bant ve mercekleri görülmektedir. Bölgede bulunan

mermerlerin çoğunluğu saf mermerler oluşturmaktadır. Saf mermerin rengi beyaz ile krem arasında değişmektedir. Bazen iri ve ince taneli kalsit içeren bölümlerin araldanması ile bantlı bir görünüm kazanmıştır.

Dayanımı iyi, sık ve düzensiz çatlaklıdır. Çatlakların sık ve düzensiz gelişimi ekonomikliğini kaybettirmekte ve blok verimini düşürmektedir. Eski çatlaklar kalsit dolguludur. Yeni çatlaklar ise, yarık şeklindedir. Çatlakların sık bulunduğu alanlarda dayanım oldukça düşmüştür. Birimde gelişen çatlakların genelde tansiyon tipli geliştiği gözlemlenmiştir.

Kuarsit; gnayslar içerisinde merceksel ve arabant olarak bulunmaktadır. Hakim mineral iyi yönlendirilmiş, dalgalı sönmeli kuvars ve tamamıyla ayrılmış feldispatlardır. İçerisinde yer yer de biyotit ve muskovite rastlanmıştır. Kuarsit, içerdiği laminalanma ile ilksel kıvrımlanma düzlemlerinin takibi ile birimin en az iki kez deformasyona maruz kaldığı kanısı yaygınlık göstermektedir.

Amfibolit bantları ise, birkaç santimetre ile birkaç metre kalınlığındadır. Koyu gri, yeşil ve siyah rankli olan kayacın mineral bileşimi plajiyoklas, hornblende, diyopsid, biyotit daha az oranlarda kuvars, klorit, epidot, apatit ve serizitten oluşur.

3.3.2 Kaleboynu formasyonu

Gümüşler formasyonunu uyumlu olarak örten Kaleboynu formasyonu, tip kesiti en iyi görülen Kaleboynu Tepe'den adını alır (Göncüoğlu, 1977). Formasyon, Kleyn'de (1970) yer alan "Alt Gnays Serisi"nin üst bölümlerine ve Viljoen ve İleri'de (1972) tanımlanan "Ilıca Formasyonu"na karşılık gelir.

Kaleboynu formasyonu yoğun gnays, mermer, kuarsit ve amfibolit araldanmasından oluşur. Masifin batısında yüzeylenen ve Gümüşler formasyonunu çevreleyen birimin kalınlığı yaklaşık olarak 600 m (Göncüoğlu, 1977). Formasyonun tabanında kuvarşça zengin granat-sillimanit-biyotit-gnayslar, ortada gnayslarla arakatkılı, çoğu zaman saf ve bazen diyopsidli mermerler, tavanda ise, yine gnayslar egemendir. Gnays ve mermerler içinde kuarsit ve amfibolit bantları yer alır.

Bantların kalınlığı 0.5 m ile 30 m arasında değişir ve kilometrelerce kesintisiz izlenebilir. Kaleboynu formasyonu gnayslarının mineral bileşimini kuvars, alkalifeldispat, plajiyoklas, biyotit, granat, sillimanit ve muskovit oluşturur. Ayrıca aksesuar olarak da stavrolit, grafit, zirkon, apatit, klorit, rutil, turmalin ve opak mineraller izlenir.

Kaleboynu formasyonunda yer alan amfibolitler Gümüşler formasyonundakiyle aynıdır.

Göncüoğlu'na (1977) göre, Kaleboynu formasyonu kumtaşı, killi kumtaşı, kireçtaşı, killi kireçtaşı, bazik volkanit ve tüf kökenli malzemenin metamorfizmasından oluşmuştur.

3.3.3 Aşıgediği formasyonu

Kaleboynu formasyonunun üstünde yer alan Aşıgediği formasyonu yaklaşık 2000 m kalınlığındadır. Formasyon, masifin batı ve güney batısında yüzeylenir ve en güzel Aşıgediği Tepe'de görülür. Kleyn'de (1970) tanımlanan "Mermer Serisi"ne ve Viljoen ve İleri'de (1972) yer alan Kılavuz formasyonuna karşılık gelir.

Formasyonun ana kayacı kalın katmanlı mermerler oluşturur. Birimin alt düzeylerinde yaklaşık 400 m. kalınlığında bir saf mermer zonu bulunur. Üste doğru mermer içinde gnays, kuvarsit ve amfibolit bant ve mercekleri yer alır.

Aşıgediği formasyonunun mermerleri dolomitli, kuvarslı ve kalsilikat mermer olmak üzere birkaç tipte görülür (Göncüoğlu, 1977). Mermerler beyaz renkli, orta ile kaba taneli ve şeker dokuludur. Kayaç kalsit, dolomit, kuvars ve aksesuar olarak plajiyoklas, muskovitten oluşur. Kalsit kristalleri basınç ikizlenmesi ile kolayca tanımlanmaktadır.

Aşıgediği formasyonunun muskovit-biyotit gnaysı 0.5 m ile 5 m lik bantlar biçimindedir. Mineral bileşimi kuvars, kalifeldispat (ortoklas), plajiyoklaz (andesin), biyotit, muskovit ve aksesuar olarak da granat, sillimanit, viridin, turmalin, zirkon, rutil, apatit, grafit, klorit ve opak minerallerden oluşur. Yer yer kısmen şistsel doku da görülebilir.

Üst kesimlerdeki amfibolit arabantları formasyon için ayırtman özelliktedir. Amfibolitler, biri normal ve diğeri diyopsidli olmak üzere iki tiptedir. Normal amfibolitler koyu yeşil renklidirler. Genelde hornblendden oluşurlar, bunun yanında albit potasyumlu feldpat, epidot, zeosit ve kuvarstan oluşurlar. Kleyn'e (1970) göre, her ikisi de paraamfibolit olup, karbonatlı ve killi karışımlar içeren kumlu çökeltilerin metamorfizmasıyla oluşmuşlardır.

Mermer içinde yer alan ince kuvarsit arabantları parlak beyaz renklidirler ve laminalanma gösterirler.

Aşıgediği Tepe'de amfibolitler içinde Göncüoğlu'nun (1981b) metaofiyolit olarak adlandırdığı serpantinit bantları bloklu amfibolit görülür. Serpantinitin mineral bileşimi talk, klorit, karbonat, antigarit, krizotil, manyetit, hornblend ve aksesuar olarak da kümingtonit, enstatit, ilmenit, spinel, olivinden oluşur. Serpantinit yapısal olarak Aşıgediği formasyonu ile uyumlu olup Aşıgediği tepenin batısında formasyonu oluşturan birimler ile birlikte kıvrımlandığı ve metamorfizmaya uğradığı açıkça görülmektedir (Göncüoğlu, 1981b).

3.3.4 Çamardı formasyonu

Niğde gurubunun en üst metamorfik birimini oluşturan Çamardı formasyonu masifin güneydoğusunda yüzeylemektedir. Formasyonun yaklaşık kalınlığı 2800 m. dolayındadır (Viljoen ve İleri, 1972). Formasyon adını masifin güneydoğusundaki Çamardı ilçesinden alır. Kleyn (1970) tarafından tanımlanan “Üst Gnays Serisi”ne karşılık gelir.

Aşıgıdiği formasyonunu örten formasyonun üstüne Çamardı ilçesinin batısında Orta-Üst Paleosen yaşlı filiş gelir (Göncüoğlu, 1977; Yetiş, 1978).

Çamardı formasyonunun ana bileşeni, birimin tabanındaki iyi gelişmiş olan kuvarsitler oluşturur. Üste doğru başlıca arkozik ve biyotitli gnayslara geçer ve sınırlı amfibolit bantları da içerir. Formasyonun orta kesimlerinde önemli büyüklükte bir bazen de iki tane küçük beyaz renkli mermer bantının yer aldığı gözlenmektedir.

Kuvarsitler bol miktarda muskovit ve biyotit içerirler ve şistsel bir yapı gösterirler. Kuvars kristalleri şistoziteye paralel olarak dizilmişlerdir. Ayrıca plajyoklas, klorit ve serizit ile aksesuar olarak zirkon ve granatta izlenir. İleri’ye (1975) göre gerek yapı ve gerekse bileşim, bu kayaçların değişik koşullarda oluşmuş arkozik çökellerden türediği izlenimini vermektedir.

Çamardı formasyonunun da yer alan gnays şistler bir yapı gösterir. Mineral bileşimi kuvars, plajyoklas, muskovit ve biyotit aksesuar olarak da klorit, epidot, zirkon, opak minerallerden oluşur. Muskovit ve biyotit şistlenmeye paralel bantlaşma gösterirler.

3.3.5 Sineksizyayla metagabrosu

Masifin kuzeyinde yer alan Sineksizyayla çevresinde en geniş yüzeylenimi görülen bu birim çeşitli aşamalarda deformasyon ve metamorfizma gösteren metagabrolardan oluşmaktadır (Göncüoğlu 1977,1981 a ve b). Birim de genel olarak yaygın amfibolitleşme görülür. Kayaç yer yer porfiroblastik metagabrodan, gabroik pegmatite dek değişimler göstermektedir. Kayacın mineral bileşimi plajiyoklas (oligoklas), amfibol (hornblend), klinopiroksen (diyopsit) ve aksesuar olarak da titanit, klorit, serizit, rutil ve opak minerallerden oluşur.

Sineksizyayla metagabrosu, Niğde metamorfileri ile birlikte kıvrımlanmış ve metamorfizmaya uğramıştır. Göncüoğlu’na (1977,1981a) göre, kayaçta izlenen farklı deformasyon ve metamorfizma, ya bazik magmatizmanın deformasyon ve metamorfizma olayı boyunca ve hemen ardından sürmesi ya da sokulum yapan asidik kütlelerin büyüklüğü ile ilgili olmalıdır.

Göncüoğlu (1977,1981 a ve b), Sineksizyayla metagabrosunun Gümüşler ve Kaleboynu formasyonlarını kestiğini ileri sürmektedir. Ancak sahada Gümüşler formasyonu üzerinde yer aldığı gözlenen birimin Kaleboynu formasyonu ile doğrudan ilişkisi görülmemiştir. Bu nedenle metagabronunun, Gümüşler formasyonunun en üstünde bulunduğu kabul edilmiştir. Ayrıca bu birim, Aşıgediği formasyonunda ki amfibolitler içinde yer alan meta ofiyolitlerden ayrı tutulmuştur. Sineksizyayla metagabrosu, Üçkapılı köyünün kuzeybatısında granodiyorit tarafından kesilir ve büyük bloklar biçiminde granodiyorit içinde yüzer.

3.3.6 Üçkapılı granodiyoriti

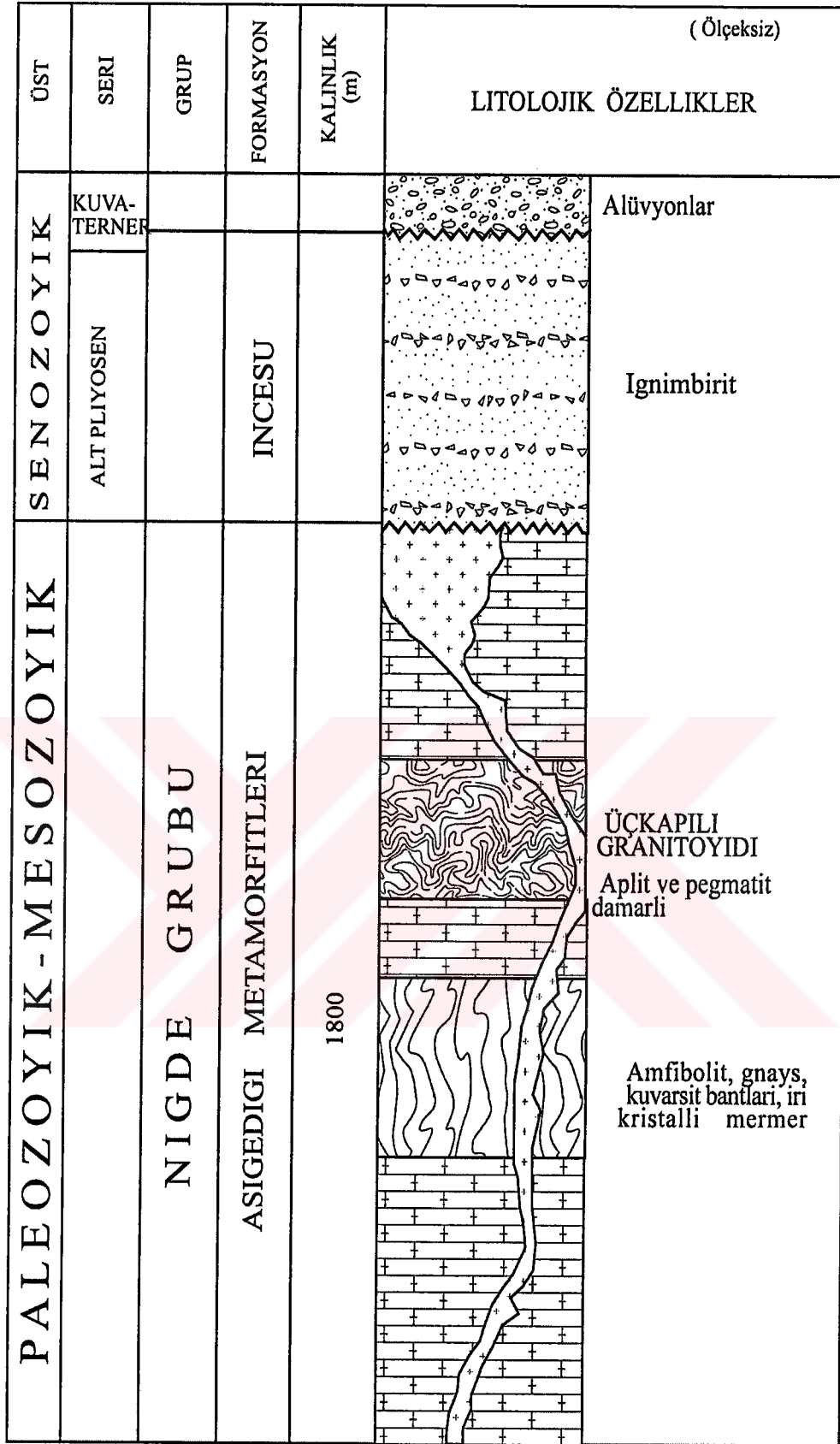
Üçkapılı köyü yöresinde en geniş yayılımı görülmektedir. Burada kuzeydoğuya doğru yayılan bir stok görülmektedir. Ayrıca gümüşler köyünün güneydoğusunda çok sayıda yüzeylemelerin bulunması da bu yörede granodiyoritin yüzeye çok yakın olduğunu düşündürür. Granodiyorite ilişkin aplit ve pegmatit damarları da sahada oldukça yaygındır. Granodiyoritin gnayslarla olan dokanağı şistoziteye uyumlu değildir (diskordans). Mermerlerle olan dokanak ise uyumludur (Özgür, 1998).

Üçkapılı granodiyoriti Niğde Grubu kayaçlarının tümünü kesmektedir. Ana yerleşim düzeyi Kaleboynu formasyonunun tavan gnaysları ve Aşıgediği formasyonunun taban mermerleri arasındadır (Kleyn, 1970; Viljoen ve İleri, 1972; Göncüoğlu, 1977, 1981a). Masifin güneyinde yer alan Celaller köyü yakınında bulunan Paleosen taban çakıltaşında, tüm aramalara karşın Üçkapılı granodiyoritinin çakıltaşları bulunamamıştır. Bu nedenle granodiyoritin yaşı hakkında kesin bir görüş ileri sürülmez. Kayaç, Göncüoğlu (1977) tarafından modal bileşimine göre granodiyorit olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.4). taneli doku gösteren kayacın mineral bileşimi bol kuvars, plajiolklas, biyotit, az ortaklas ve çok az muskovitten oluşur. Kuvars kristalleri dalgalı sönme gösterirler. Plajiolklaz genellikle serizitleşmiş ve kısmen de az miktarda kalsitleşmiştir. Alkali feldispatlarda kil mineralleşmesi görülür. Aksesuar olarak opak mineraller ve apatit içermektedir. Kayaç mirmekitik dokudadır (Özgür, 1998).

Kılavuz köyünün kuzeyindeki yüzeylemeden ve stoğun Eynelli köyünün batısı ve kuzeyinden alınan örneklerin mikroskopik incelemesi sonunda kayacın yapısal etki altında kaldığı ve hafif bir yönlenme gösterdiği görülmüştür..Muskovit ve biyotitlerde bükülme ve kuvars kristallerinde ise, yer yer kırılanmalar görülür. Bu nedenle Niğde masifinde görülen asit intrüziflerin bir bölümü "Metagranit" olarak adlandırılabilir. Bunlar olasılıkla, masifin deformasyonu ve metamorfizmasından önce yerleşmişlerdir. Daha sonra ise

deformasyon izleri görülemiyen Üçkapılı granodiyoriti Niğde Grubu kayaçlarını keserek yerleşmiştir.





Şekil 3.4 İnceleme alanı (Armutbeli civarının) stratigrafik sütun kesiti

Metagranitlerin yerleşimini ve kökenini ve bunların Üçkapılı granodiyoriti ile olan ilişkilerini açıklayabilecek yeterli çalışmalar yapılmıştır (Özgür, 1998).

Granodiyorit dokanağı çevresinde kontakt metamorfizma ve skarnlaşma sadece yerel olarak görülmektedir. Üçkapılı köyü yöresinde birkaç metre genişliğinde piroksenli skarnlar oluşmuştur (Kleyn, 1968).

Kleyn (1968)'e göre, bunun nedeni granodiyorit sokulumunun oluşturduğu ısı metamorfizmasının, bölgesel metamorfizma derecesini aşmamasındandır.

Üçkapılı granodiyoritinin kendisi deformasyon izi göstermez. Ancak, masifin bir bölümünde metagranitlerin bulunması, birisi erken orojenik evrede olmak üzere iki dönemde granodiyorit yerleşmesi biçiminde yorumlanabilir. Orojenez öncesi veya sırasında metagranit sokulum yapmış ve Niğde Grubu kayalarıyla birlikte deformasyona uğramıştır. Üçkapılı granodiyoriti ise, Niğde Grubu kayalarının deformasyonu ve metamorfizmasından daha sonra geç orojenik evrede sokulum yapmış ve bu sırada tüm masifte yeniden kristalleşmeye yol açmış olabilir. Granodiyorit sokulumuna ilişkin olarak aplit, pegmatit ve beyaz kuvars damarları da masifte yaygındır. Bu daykların doğrultuları genel olarak KB-GD ve dalımları KD'dur (Özgür, 1998).

3.3.7 Alüvyon

Genel olarak akarsu ve sellerin bıraktığı tutturulmamış materyaller alüvyon olarak tanımlanmıştır. Bölgede çok kalın bir alüvyon istifli bulunmamasına rağmen bazı çukurluklarda gözlenmektedir. Akarsular alüvyonları, kopmuş malzemeleri yatakları boyunca biriktirmeleriyle oluştururlar. Bu materyaller, kaynağın enerjisinin ve eğiminin yüksek olduğu kesimlerde blok, enerjinin ve eğiminin azalmasına bağlı olarak çakıl-kum-silt ve kilden ibarettir. Materyalin boyutunda değişme gözlenmekte olup, tarım toprağında da geniş alanlar kapsadığı gözlenmektedir.

Mevsimsel olarak enerjinin değişimine bağlı olarak düşey olarak malzemenin boyutunda değişiklikler gözlenmektedir. Bütün alüvyonlar Kuvaterner yaşlı olarak kabul edilmektedir.

3.4 Niğde Masifi Örtü Kayaçları

Niğde Masifi'ni örten en yaşlı birim Orta-Üst Paleosen yaşlı filiş çökelleridir (Göncüoğlu, 1977; Yetiş, 1978). Bu birim Çamardı'nın hemen batısında yüzeyleyerek masifi doğudan ve güneyden tümüyle örtmektedir. Niğde metamorfitlerinin çakıllarını içeren bir taban

çakıltası düzeyi ile başlayan filiş gri yeşil renkli çamurtaşı-silttaşı ve kireçtaşından oluşur. Birim içinde yer yer spilit arakatkılarında görülür.

Çamardı'nın hemen kuzeyinde, Evliya tepede bu filiş üzerine açılal uyumsuzlukla Lütesiyen yaşlı nümmülitli kireçtaşları gelir (Yetiş, 1978). Birim İlerdiyen yaşlı çok ince bir taban çakıltasıyla başlar (Göncüoğlu, 1977). Çakıltasında, Niğde Grubu metamorfitlerine ilişkin çakıllar da bulunur.

Masifin güneybatısında Kılavuz köyünün yakın çevresinde filiş çökellerinin üzerine bir taban çakıltası düzeyiyle ve uyumsuz olarak Üst Oligosen yaşlı gölsel kireçtaşları gelir (Blumenthal, 1941). Bu tatlı su kireçtaşı içinde fosillere göre Şattiyen yaşındadır.

Bu çökel birimlerini güneybatıdan kuzeye doğru tüfler örtmektedir. (Şekil 3.4). Masifin içerisinde özellikle Üçkapılı köyünün çevresinde yer yer yüzeylemeleri görülür. Beckmann'a (1966) göre, bu volkanik fasiyes Üst Pliyosen yaşlıdır. Tüfler bir çakıllı düzeyle gölsel kireçtaşlarının üzerine gelir. İgnimbitik dokuya sahip olan tüfler litiktir. İçlerinde plajioloklas, kuvars, biyotit, volkanik kayaç ve derinlik kayacı parçaları ve çok az alkali feldspat ve kireçtaşı parçaları bulunur.

3.5 Tektonik

Niğde Masifi daralan ve genişleyen Alpin tektonik fazları ile ilişkili basınç-sıcaklık koşulları ve yapısal özelliklerine sahiptir. Masif bir bütün olarak Kordileran tipi metamorfik çekirdek karmaşığının tüm elemanlarını içermektedir. Bunlar plastik olarak deforme olmuş metamorfik ve plütonik temel, sedimanter örtü kayaçları ve temel ile örtü birimlerini birbirlerinden ayıran düşük açılı normal fay zonudur. Sedimanter örtü kayaçları, metamorfize olmamış Paleosen-Orta Eosen çamurtaşı, volkanoklastik kumtaşı, şeyl ve kireçtaşı ile bunların üzerinde Miyosen marnları ve gölsel kireçtaşlarından oluşmaktadır. (Whitney ve Dilek, 1997).

Neo-Tetis okyanusunun kapanması muhtemelen Erken Kretase öncesi başlamıştır ve bunu takiben, Senomaniyen öncesinde İç Torid okyanusal levhasının Kırşehir Bloğu'nun altına dalması ve tüketilmesi sonucu ortaya çıkan kuzeye eğimli bir dalma-batma zonunun geliştiği belirlenmiştir. Bu dalma-batma, Niğde Masifi'ndeki gabroik intrüzyoların ortaya çıkmasına sebep olmuş olabilir. Dalma-batmayı takiben çarpışma sonrası olaylar Niğde grubunun psammo-pelitik kayaçlarının ve muhtemelen gabroik kayaçların kısmi ergimesine neden olmuştur (Akçay, 1995).

3.5.1 Genel yapılar

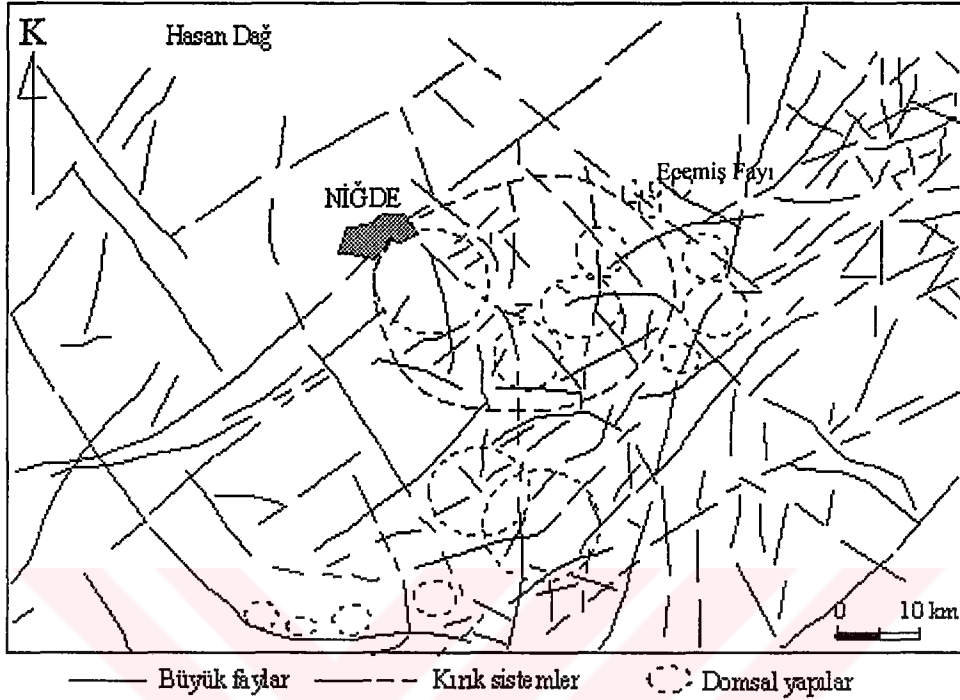
Niğde Masifi jeotektonik konumu itibariyle Anotolidler tektonik birliğine (Ketin, 1966) girer ve bu birliğin Toridler ile olan güney sınırında yer alır. (Şekil 3.1). Ketin'e (1966) göre Niğde Masifi Alpin dağoluşumunun Laramiyen evresinde gelişimini tamamlamış ve ancak Eosen'den sonra İç Anadolu'daki diğer masiflerle birlikte "Ara Masif" rolünü oynamıştır. Kleyn'e (1970) göre ise, masifin tektonik gelişimi Hersiyen öncesinde başlamış, Alpin döneminde son biçimini almıştır. Bu son dönemin etkileri çevredeki Tersiyer yaşlı çökellerde de görülür. Göncüoğlu'na (1977, 1981 a) göre de, masifte biri plastik diğeri katı iki deformasyon olayı vardır. Plastik deformasyona ilişkin olarak da iki kıvrımlanma evresi görülür.

Niğde Masifi'nin kendisi büyük bir dom yapısına sahiptir. Bu ana yapı içerisinde birisi masifin kuzeybatısında ve diğeri güneydoğusunda iki belirgin daha küçük dom bulunur. Bu domsal yapılar, Landsat uydusundan alınan görüntülerde belirgin olarak görülmektedir (Henden, 1983; Şekil 3.5). Jeolojik ve ekonomik yönden bu domlar masifin en önemli yapılarını oluştururlar. Masifte bunların dışında daha başka küçük dom yapılarında bulunması olasıdır. Domların oluşumunda, granodiyorit sokulumunun yerleşim süreci etkili olmuş olmalıdır. Masifin kuzeybatısında yer alan Gümüşler domu, Gümüşler köyünün güneydoğusundadır (Viljoen ve İleri, 1972). KD-GB yönünde uzanan ve eksenini güneybatıya dalan bir antiklinal bu domun ana yapısını oluşturur (Dennis, 1970). Domun çekirdeğinde Gümüşler formasyonu yüzeyler. Domun oluşmasına neden olan granodiyorit sokulumu Gümüşler, Kaleboynu ve Aşıgediği formasyonlarını keserek domun güney kesiminde yüzeye çıkar.

Ören domu (Viljoen ve İleri, 1972) göre, masifin güneydoğusunda ve Ören köyünün hemen kuzeydoğusundadır. Domun merkezinde Üçkapılı granodiyoriti yüzeyler. Ören domunun ana yapısını oluşturan antiklinal, KB-GD yönünde uzanır ve eksenini güneydoğuya dalımlıdır.

Niğde Masifi doğudan Ecemiş Fayı ile sınırlıdır (Şekil 3.5). KKD-GGB yönlü Ecemiş Fayı doğrultu atımlı olup 80-90 km'lik bir sol atımı vardır. Batıda yer alan Koçhisar-Akhisar Fayı da masife kadar uzanır (Şekil 3.5). Büyük oranlarda harekete sahip olan bu iki fay arasında sıkışan masifin bunlardan etkilenmemiş olması olası değildir. Masifi örten genç birimlerin iyice incelenmesi sonucunda her iki fayın da masif üzerindeki etkisi açığa çıkabilir.

Masifin tektonik gelişimi sırasında geçirdiği deformasyon dönemleri Kleyn (1970) tarafından çok ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır. Plastik deformasyonun birinci dönemi dört evrede gelişmiştir.



Şekil 3.5 Landsat uydu görüntüsünden elde edilen Niğde bölgesinin kırık ve fay sistemleri (Henden, 1983)

Bu dönemde çökel birimler metamorfizmaya uğramışlar ve kıvrımlanmışlardır. Bu dönemin sonuna doğru blok faylanmalar oluşmuştur.

İkinci dönem, kayalar artık plastik konumda değillerken olmuştur. Bu dönem başlarında granodiyorit sokulumu metamorfik kayaların içine yerleşmiştir. En azından iki evrede gelişmiş olan bu dönem cevherleşmelerin yerleşmesiyle belirlenir.

Üçüncü dönem, Toros dağ oluşumunun ana pareksisma hareketleriyle çakışır ve masifi şiddetle etkilemiştir. Bu etkiler çevredeki Tersiyer kayaları üzerinde görülür ve masif dom yapısını bu dönemde kazanmıştır.

Niğde Masifi çökellerini etkileyen deformasyonun başlangıç döneminde özgün katmanlanmaya (Sc) paralel olarak bir belirgin yapraklanma (S1) gelişmiştir. Kleyn'e (1968) göre bu S1 yapısı değişik bileşimli kayalar arasındaki sınırlara paraleldir ve çökeller henüz durgun iken ortaya çıkmıştır. Yapraklanmanın ana yönelimi KKD-GGB ve eğimi 30° den çok değildir.

Gnaysların yapraklanma yüzeylerinde çok belirgin olarak “b” çizgiselliği (kıvrım eksenine paralel olarak gelişen çizgisellik) görülür. Olasılıkla yapraklanma oluşumunu izleyen küçük kıvrımlardan sonra gelişmiştir. Ama yönü KD-GB dir ve genellikle kıvrım eksenlerinin dalımına ters yönde 10^0 KD dalımlıdır.

Deformasyonun başlangıç döneminde sıkışma ve makaslamaya bağlı olarak küçük kıvrımlar oluşmuştur. Bu küçük kıvrımların eksen düzlemleri olasılıkla ana antiformların kuzeybatı kanatlarındaki yapraklanma düzlemlerine paraleldir (Dennis, 1970).

Ana antiklinal ve senklinalleri oluşturan kıvrımlar deformasyonun daha sonraki evrelerinde gelişmişlerdir. Paralel (konsantrik) tipteki bu kıvrımlar açık kıvrımlardır. Olasılıkla DGD-BKB yönünde masifi etlileyen sıkışma kuvvetlerinin sonucunda oluşmuşlardır (Dennis, 1970). Masifte genel olarak biri KD-GB ve diğeri KB-GD yönünde kıvrımlanma görülür. KD-GB yönlü kıvrımlar masifin batı bölümünde görülür. Kıvrımların eksenleri 12^0 GB dalımlıdır (Dennis, 1970). Klyn (1970)’e göre, Üçkapılı granodiyoriti tektonikle eş zamanlı olarak (sintektonik) bu kıvrımlanma döneminde Niğde metamorfiteri içinde yerleşmiştir. İyi gelişmiş olan “b” çizgiselliği bu dönemde oluşmuş olabilir.

KB-GD yönünde gelişen kıvrımlar ise diğerlerinden daha yoğun biçimde belirgindir ve olasılıkla daha sonra oluşmuşlardır. İki yönde oluşan bu kıvrımların kesiştiği yerlerde dom ve çanak yapıları gelişmiştir. Gümüşler domu ve Ören domu masifte belirgin olarak görülen bu yapılardan iki tanesini oluşturur. Genel olarak Aşıgediği formasyonundaki amfibolit bant ve mercikleri her iki yöndeki kıvrımlanmalar için mükemmel belirleyici düzeyler oluşturur.

3.5.2 Faylar

Faylanma, masifin kuzeybatısı ve güneybatısı için dikkati çeken bir özelliktir. Masifin güney bölümünde ise daha küçük boyutlu faylanmalar görülür (Şekil 3.5).

Niğde Masifi’nin tektonik gelişimi sırasında çeşitli yönlerden gelen kuvvetlerin etkisiyle faylanmalar oluşmuştur. Bu kuvvetler ayrıca makaslama ve gerilim çatlaklarının oluşumuna da yol açmıştır. Masifin deformasyonu sırasında gerilme ve sıkışma kuvvetlerinin etkisiyle eklem takımları da oluşmuştur.

Masifin tümünü göz önüne aldığımızda çok sayıda normal fay ve Meşeliğin Sivrisi tepe bindirme fayı görülür. Sahadaki gidiş yönlerine göre normal fayları KB-GD, KD-GB ve D-B olmak üzere üç grupta toplayabiliriz. Normal faylar, granit sonucu oluşan blok faylanmalardır (Klyn, 1976; Dennis, 1970). Meşeliği Sivrisi tepe bindirme fayı masifin

kuzeybatısında ve Gümüşler domunun güneybatısında yer alır. Kuzeybatı-güneydoğu yönünde izlenen fay Göncüoğlu (1977) tarafından adlandırılmıştır. Kuzeydoğu yönünde gelişen sürüklenmeyle Aşıgediği formasyonu, Gümüşler ve Kaleboynu formasyonları üzerine bindirmiştir. Fayın eğimi 35° GB dır.



BÖLÜM IV

CEVHERLEŞME

4.1 Armutbeli Cevherleşmesi

Cevherleşme, genel olarak Aşıgediği formasyonu mermerleri içinde yer almakta ve kırık-çatlaklar ile fay zonlarına yerleşmiş hidrotermal oluşumlu hematit ve götit damarları biçimindedir (Foto 4.1,4.2 ve 4.3).

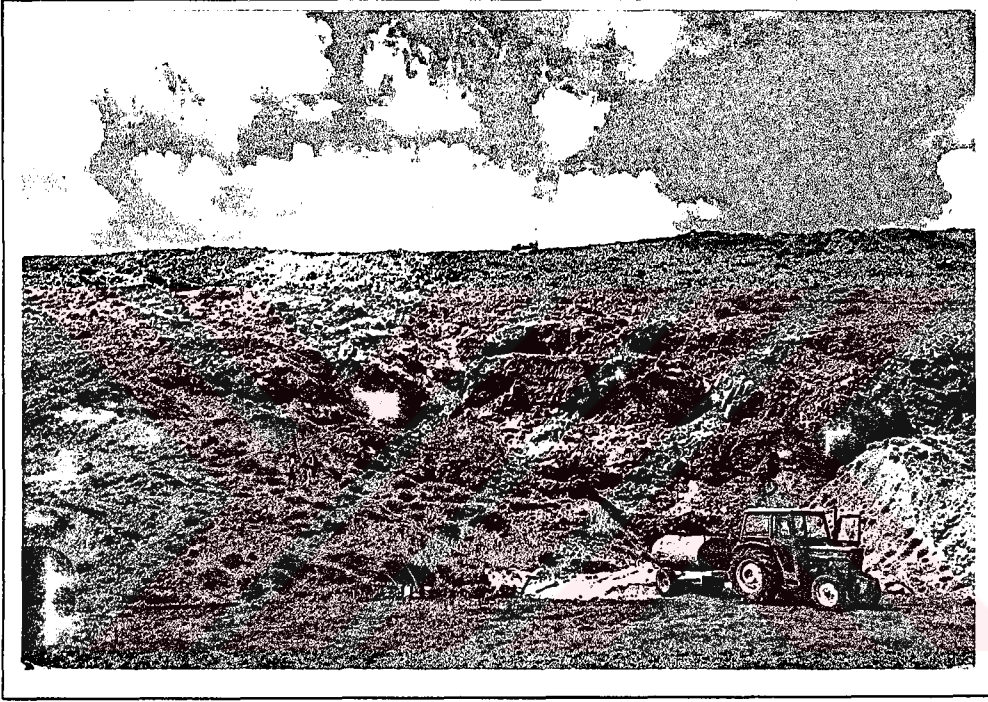


Foto 4.1 Armutbeli demir yatağının genel görünümü

Armutbeli demir cevherleşmesi Çamardı'nın batı-güneybatısında ve M33 b3 paftasında 85600-86500 kuzeysel ve 65100-65700 doğusal koordinatları arasındaki sahada yer almaktadır. Maden sahası Çamardı'ya stabilize bir yolla bağlanır.

Cevherleşme, Aşıgediği formasyonu ile bunun üzerine gelen Çamardı formasyonunun geçiş zonunda yer almaktadır. Her iki formasyona ait birimler çalışma alanında görülmektedir. Plançete ile 1/1000 ölçekli ayrıntılı jeoloji çalışması yapılan sahada en yaygın birim olan mermerler ile kuvarsitler birbiriyle ardalanmalıdır. Mermerler ile kuvarsitler çoğu yerde tektonik dokanaklarıdır. Sahada çok küçük bir alanda yüzeyleyen gnayslar da sahanın doğusunda kalan kısımda yaygınlaşmaktadır.

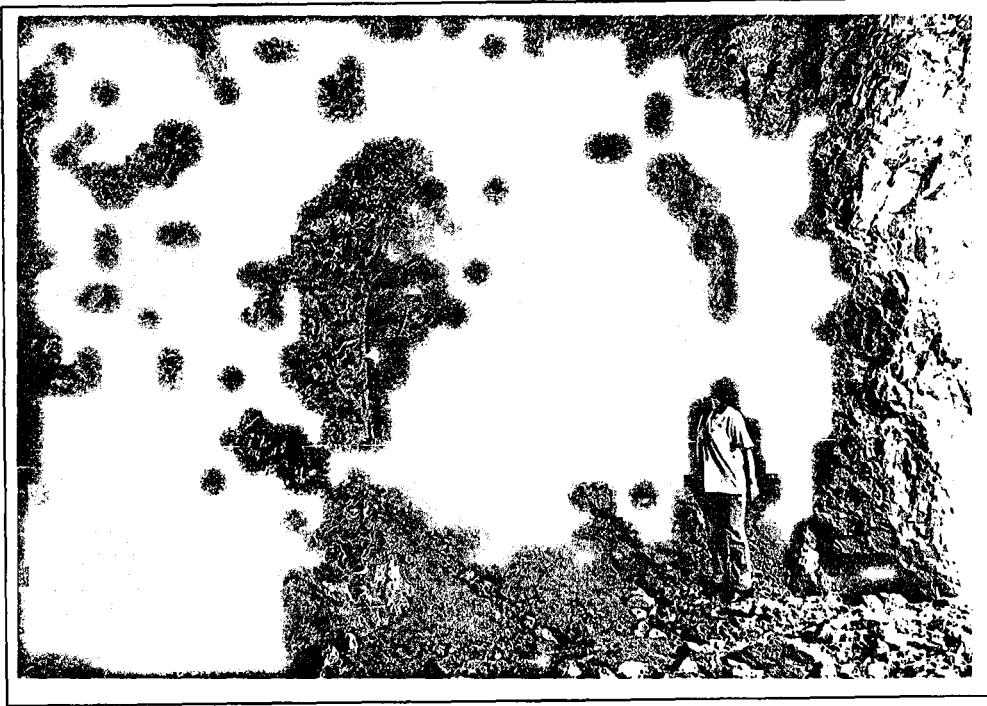


Foto 4.2. Armutbeli tepe galeri. ağız hidrotermal damarlar boyunca Fe-Oksit işletmesi yapılmış



Foto 4.3 Hematit-Götit'in boşluk dolgusu şeklindeki oluşumu. Galeri ağız

Batıya doğru kalınlığı artan ve çok kırıklı olan mermerler beyaz renkli olup, cevherleşmelerin yakınında ankeritleşmişlerdir. Sahanın en güneybatı ucunda ise, ince amfibolit bantları bulunur. Mermerlerin yüzey suları ile aşınmalarından dolayı ve sahada tektonik hatların yoğun olması nedeni ile bir kaç yer dışında katmanlanmayı görmek zordur. Mermerlerde genel katmanlanma KB-GD doğrultulu ve KD eğilimlidir. Kuvarsitler de buna uyum göstermektedir (Foto 4.4).

Armutbeli demir cevherleşmesi geçmiş yıllarda birkaç kez işletilmiş olmasına rağmen, şu andaki cevher yüzeylemeleri sahada daha alınabilecek cevherin var olduğunu göstermektedir. Fakat yatakta işletme faaliyeti durmuştur. Ancak demir cevheri içerisinde mevcut olan Cu, Au, Ag, Pb ve Zn'nin varlığı yatağın ekonomik değerini artırmıştır. Bu nedenle Yeni Anadolu Madencilik A. Ş. Sondaj çalışmalarını sürdürmektedir.

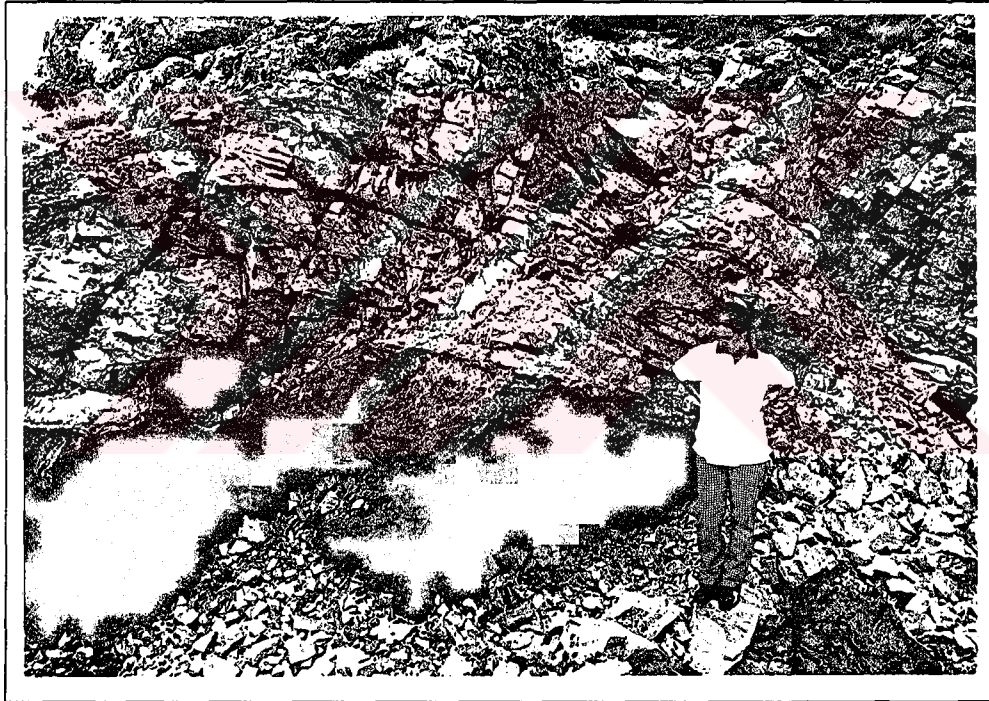


Foto 4.4 Kireçtaşının boşluklarına ve fay zonlarına yerleşmiş Fe-Oksit

4.1.1 Cevher yüzeylemeleri

Cevher yüzeylemelerinin çoğu, yaklaşık KB-GD yönünde uzanan sırtın doğuya bakan yamacındadır. Bu yüzeylemeler doğal durumdaki cevher yüzeylemeleri, işletme yarmaları ve alınmak için üzeri temizlenmiş cevher yüzeylemeleri biçimindedir. En büyük yüzeylemeler işletilmiş olduklarından, işletme yarmaları biçiminde görülürler (Foto 4.5).

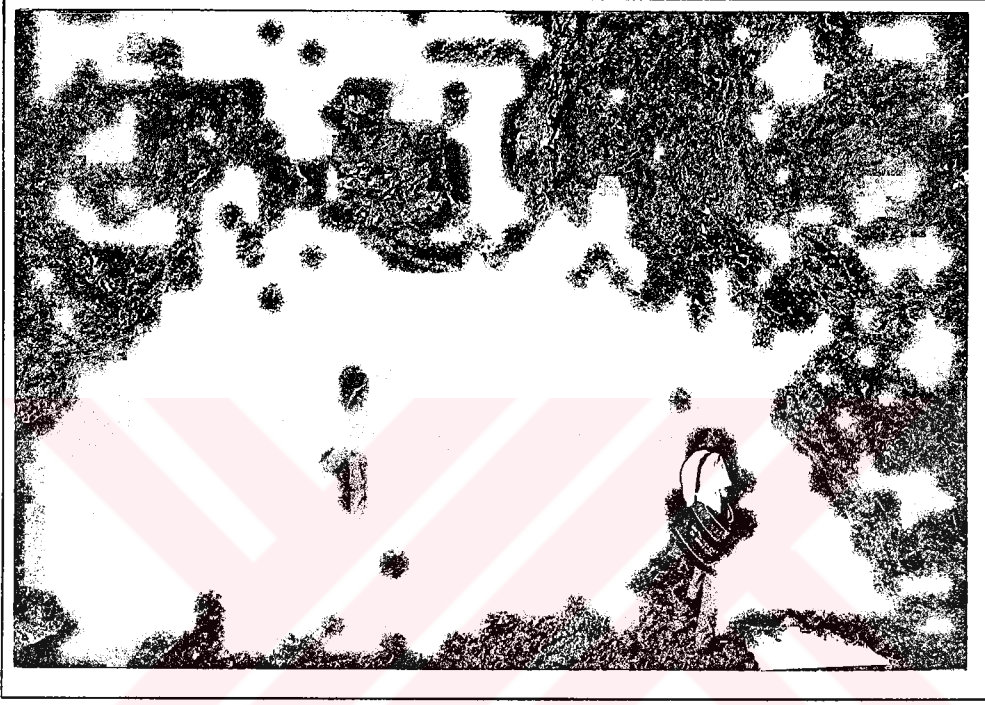


Foto 4.5 Armutbeli tepe galeri ağzı

1 Nolu Ocak Yarması: Armutbeli cevherleşmesinin en yaygın yüzeylemesi bu işletme yarmasında görülmektedir. Yaklaşık 15 m eninde 100 m boyunda ve 25 m derinlikte olan bu büyük yarmada cevher yaklaşık K-G yönlü $70-80^{\circ}$ batıya eğimli büyük bir faya bağlı olarak yerleşmiştir. Bu faya dik daha küçük kırıklarla da cevher çevreye dağılmıştır. Cevher kütlesi yaklaşık K-G yönünde 60 m kadar uzanır, genişliği birkaç metreden 8-10 m'ye kadar değişir ve eğimi dike yakındır. İşletme yarmasının duvarında görülen cevherin derinliği yaklaşık 25 m dir. Muhtemelen 20-30 m derine inmektedir. 1 nolu ocak yarmasının güneybatı kenarında ana cevher yüzeylemesinin uzanımına dik olarak yaklaşık D-B yönlü kırık hattı boyunca bir galeri açılmıştır. Girişi açık olan bu galeri içerisinde 15 m çapında geniş bir oda görünümündedir (Foto 4.5). Cevher kalıntıları ve pasa ile ağızları örtülmüş, girişleri daralmış olan yan yana iki ağızdan biraz daha gidilmiştir. Bu galeri duvarındaki çatlakları dolduran malahitleşmiş kalkopirit içeren demir cevherleri ve etrafa

yayılmış zengin tenörlü demir pasaları, bu galerinin demir için değil de bakır için açılmış olabileceği fikrini verir (Foto 4.6).

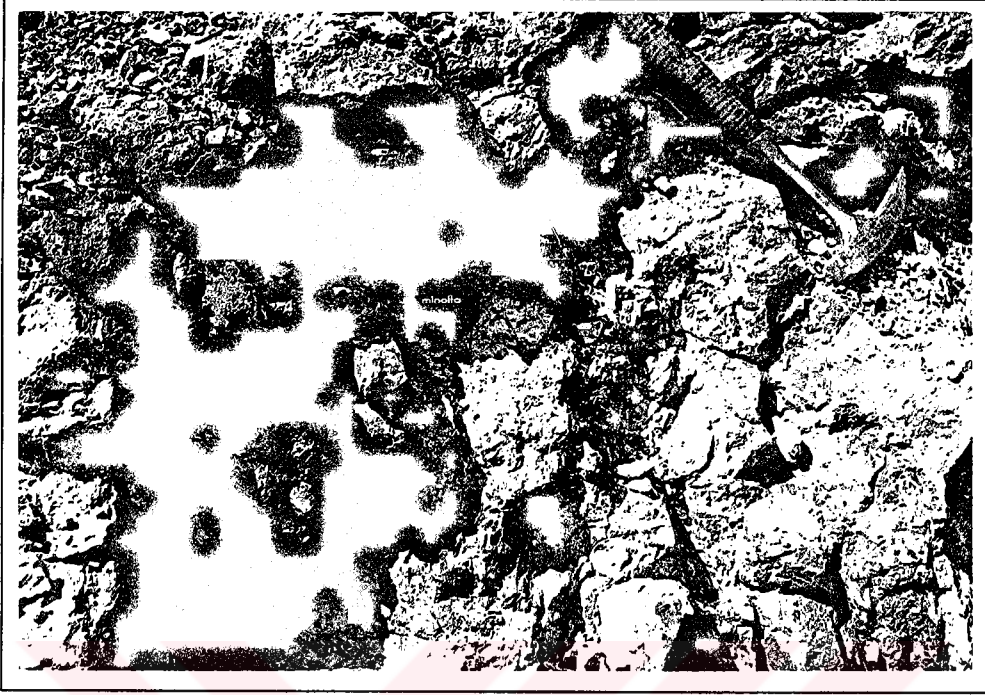


Foto 4.6 Kırık ve çatlaklı kireçtaşlarının içerisine nüfus eden FeO eriyikleri ve malahit sıvamaları

2 Nolu Ocak Yarması: 1 nolu büyük ocaktan geçen kırık hattı buraya kadar uzanmakta ve buradaki cevherleşme de bu kırık hattına bağlı olarak gelişmiştir. Cevherin eğimi dike yakın olup, yaklaşık K-G yönlü 30-40 m uzunluğunda ve 3-4 m genişliğindedir. Yarma içinde görünen derinliği 10-12 m'ye kadar uzanmaktadır. Muhtemelen 30-40 m daha derine gitmektedir. Yay biçiminde dar bir koridor olarak açılmış olan bu ocak yarmasında, cevher, belirgin olarak bir kırığın aynası şeklinde görülmektedir. Bu ocağın girişinde hemen sol yanda yaklaşık 3 m yüksekliğinde, 1-1.5 m genişliğinde barit cevherleşmesi görülür (Foto 4.7 ve 4.8).

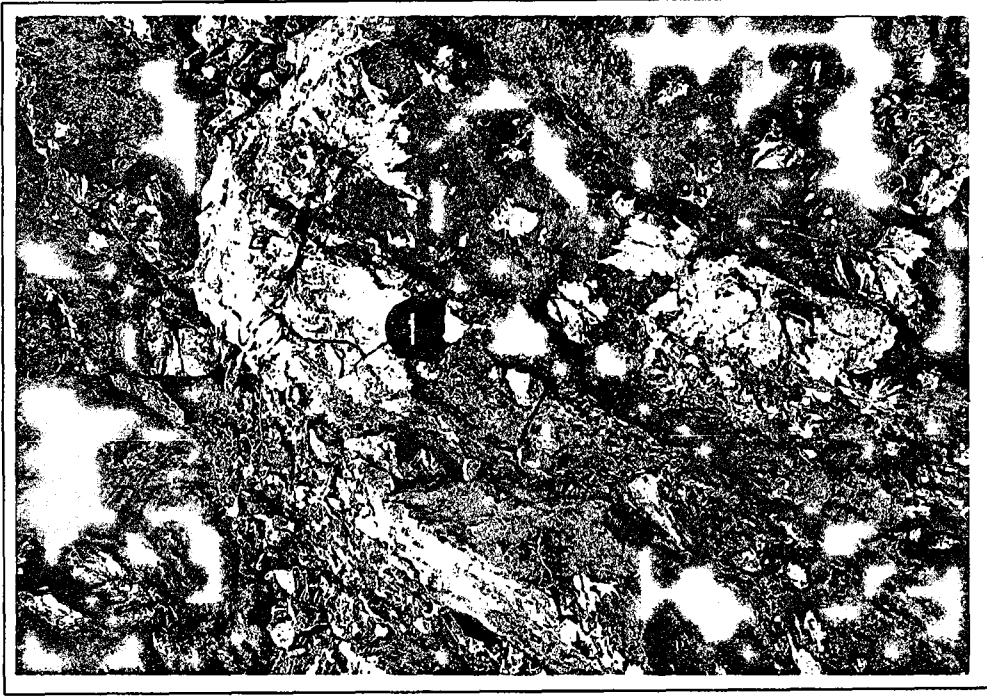


Foto 4.7 Hidrotermal aktiviteye bağlı olarak oluşan $BaSO_4$ (Barit) kristalleri (Beyaz renkli)

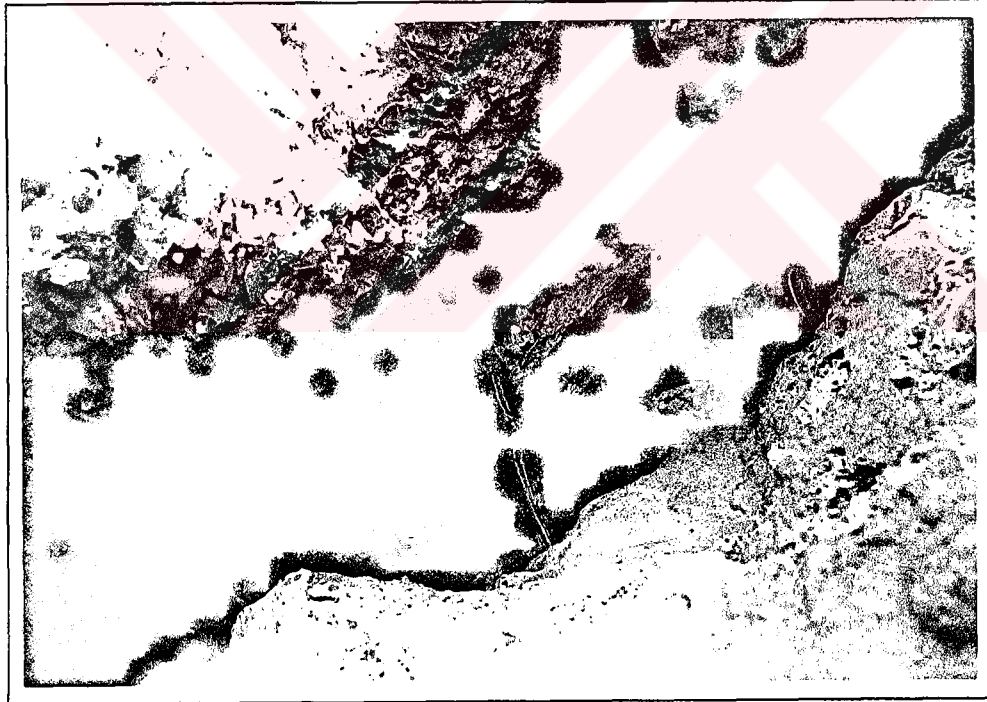


Foto 4.8 Fay boşluğunda $BaSO_4$ (Barit) kristalleri

3 Nolu Ocak Yarması: 1 ve 2 nolu ocakların üzerinde bulunduğu kırık hatının batısında, az çok buna paralel ikinci büyük kırık hattına bağlı ocaklar dizisinin en güney ucundadır. Bu ocakta cevher iki düzeyde yüzeylenmektedir. Cevher basamak biçimindeki bir işletmeyle her iki düzeyden de alınmış olup, yüzeyde işletilebilecek cevherli kısımlar hala mevcuttur. Üst düzeydeki cevher, yaklaşık K-G yönünde uzanan cevher yüzeylenmesi boyunca alındığı gibi, D-B yönlü ve çok uzun olmayan küçük girmelerle de alınmıştır. Bu cevher yaklaşık K-G yönünde 20 m' ye yakın bir uzunluk ve 1.5-2 m genişlik göstermekte olup, 45-50⁰ ile batıya eğilimlidir. Bu düzeyin güney ucunda D-B yönlü bir kırık boyunca cevher batıya doğru yayılmıştır.

Alt düzeydeki cevher 7-8 m genişliğinde 10-12 m uzunluğunda ve 4 m derinliğinde açılan bir yarma ile alınmıştır. Bu yarmada görüldüğü kadarı ile cevher güneyden kuzeye doğru 40-50 cm den 3-4 m kalınlığa kadar ulaşmaktadır. Batıya doğru 30-40⁰ ile üst düzeyin altına dalmaktadır.

4 Nolu Ocak Yarması: 3 nolu ocak ile aynı faya bağlı olarak yerleşen cevherleşme K-G yönünde 25-30 m. uzanım göstermektedir. Güneyden itibaren cevher kalınlığı 50-60 cm' den başlayarak 3 m' ye kadar ulaşmaktadır ve yaklaşık 45-50⁰ ile batıya eğilimlidir.

Bu işletme yarması güney uçta K-G yönlü ve 3-4 m genişliğinde bir koridor biçiminde açılmıştır. Kuzey bölümünde cevherleşmenin D-B yönlü kırıklarla basamak biçiminde yükselmesi ile üç parçalı bir görünüm kazanmıştır. En kuzeydeki yüzeylenmede açılan 5 x 8 m boyutundaki küçük yarmadan bir galeri ile cevher içinde batıya doğru 7-8 m gidilmiştir.

4 nolu ocak yarması K-G yönünde üç parçadan oluşmakta, 50-60 m uzanım göstermektedir.

5 Nolu Ocak Yarması: Üst ocaklar dizisinin en kuzey ucunda bulunan bu ocakta, cevherleşme K-G yönünde uzanmaktadır. Kalınlığı 1.5-2 m uzunluğu 8-10 m olup, yaklaşık 50⁰ lik bir eğim ile batıya dalmaktadır.

Diğer cevher yüzeylenmeleri: Bu beş ocak dışında da irili ufaklı ve yaygın cevher yüzeylenmeleri vardır. Çalışma alanının yer aldığı sırtın batı yamacında, sırtın üst kısmına yakın K-G yönlü ve 30-40⁰ ile doğuya eğimli bütün sırtı kateden büyük bir fay vardır. Çok eski işletme izleri olan iki galeri ağzı bu fay üzerindedir (Foto 4.9). Galerilerin içi zamanla dolduğundan gidiş yönlerini belirlemek oldukça zordur. Yalnızca galeri girişleri açıktır. Her iki galeri yakınında da yaygın bir cevher yüzeylenmesi yoktur; buna karşın fay boyunca sırta doğru dalan bir cevherleşme görülmektedir. Galeri içleri dolmuş olmasına rağmen, izlenebildiği kadarıyla cevherleşmenin fazla derinlere kadar uzanmadığı düşünülebilir.

Güneydeki galeri içerisinde, galerilerin bir kolu batıya doğru uzanmakta ve girişin 40 m altında yamaçta yeniden ortaya çıkmaktadır.

Yine sırtın batı yamacında dere içinde ve dereye yakın yerde cevher yüzeylemektedir. Buradaki cevherleşme, tam dere içinden başlayan ve dereyle 20-25⁰ lik bir açı yaparak, sırta doğru yaklaşık K-G doğrultulu ve 40-50⁰ ile doğuya eğimli bir kırık hattına bağlıdır. Dere içinden başlayan yüzeyleme derenin batı yamacına doğru uzanmaktadır.

Buradaki yüzeyleme yaklaşık 8 m çaplı bir daire görünümündedir. Bir de yamaç molozu örtüsünün altında ağız dolmuş eski bir galeri dikkati çekmektedir.

K-G yönünde uzanan sırtın en güney ucunda yaygın cevher yüzeylemesi görülmektedir. Bunların derine doğru devamları görüldüğü kadarıyla yoktur. Yüzeysel olan bu cevher yüzeylemelerinin çoğunluğu alınmıştır. Yalnızca 5-6 m uzunluğunda ve 2-3 m genişliğindeki bir yarma ile dağınık ve küçük cevher yüzeylemeleri görülmektedir. Buradaki cevherleşme kırıklara bağlı olarak yükselmiş, olasılıkla mermerlerdeki katman aralıklarından yararlanarak yüzeylemiştir.

İşletmenin yer aldığı doğu yamaçta ocaklar arasında küçük yaygın yüzeylemeler olduğu gibi, 2 nolu ocağın üst kısmında ve güneybatısına doğru büyük yüzeylemelerde görülmektedir. Bunların bazıları üzerinde küçük yarmalar açılarak yoklanmış; bazılarının da yalnızca üstleri açılarak cevher alınabilecek duruma getirilmiştir. Bunların içinde önemli olabilecek biri 2 nolu ocağın 25-30 m batısında 40-50 cm kalınlık 60-70 m düzensiz uzanım gösteren ve güneydoğuya doğru yüzeyden yaygın bir görünüm alan cevher yüzeylemesidir.

1 ve 2 nolu ocakların güneyinde geniş bir alanda demiroksit boyamalı mermer rastlanmaktadır. Bunların büyük bir bölümü sırtın eteklerine kadar yamaç molozu ile örtülüdür. Bu yamaç molozunun altında da cevher yüzeylemeleri olması kuvvetle olasıdır. Hidrotermal oluşumu yansıtan diğer bir özellik ise, konsantrik kabuklu ve cam kafa (Glaskopf) oluşumlarının yaygın olarak bulunmasıdır (Foto 4.10-4.22).

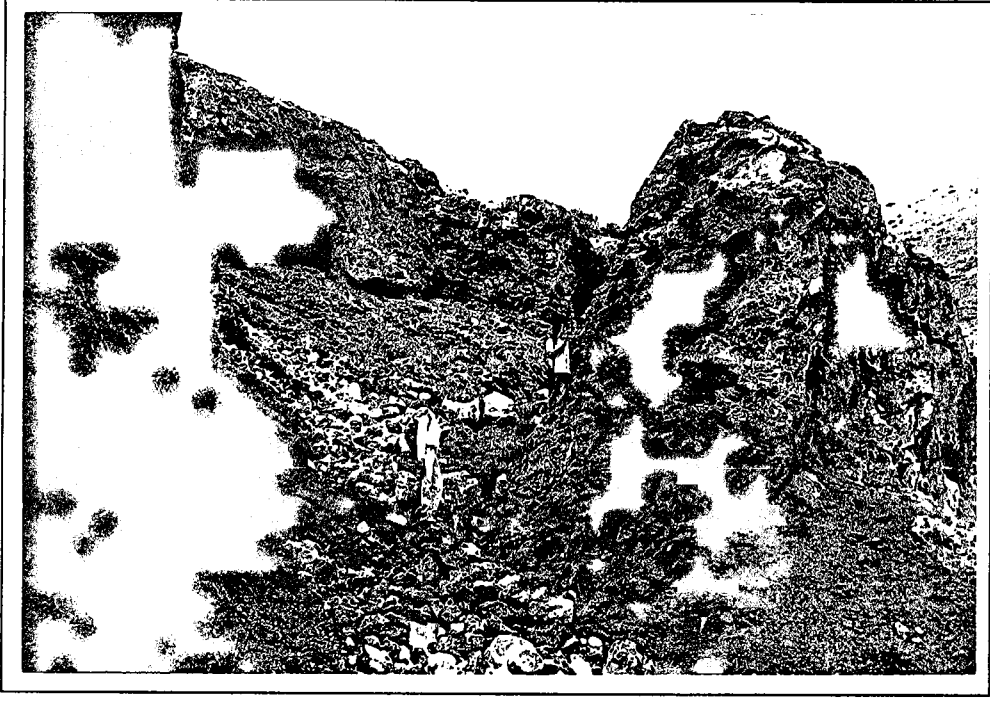


Foto 4.9 Armutbeli tepe açık ve kapalı işletme alanı

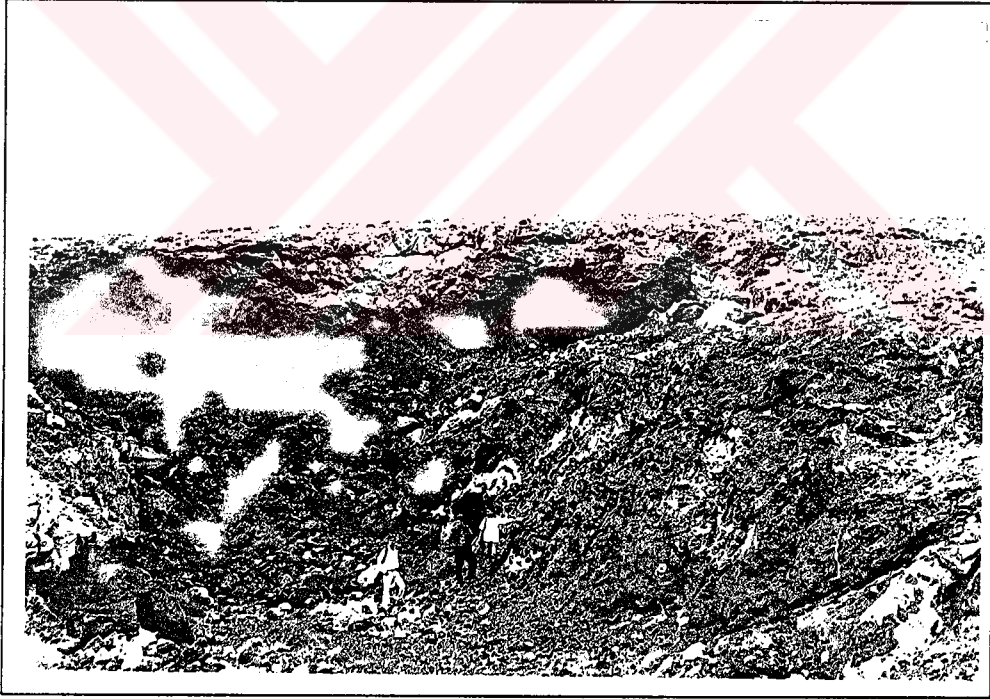


Foto 4.10 Armutbeli tepe zirvesine kadar ulaşabilen fay boşluklarını dolduran hidrotermal Fe-Oksit



Foto 4.11 Armutbeli tepe zirvesine kadar ulaşabilen, fay boşluklarını dolduran hidrotermal Fe- Oksit oluşumları

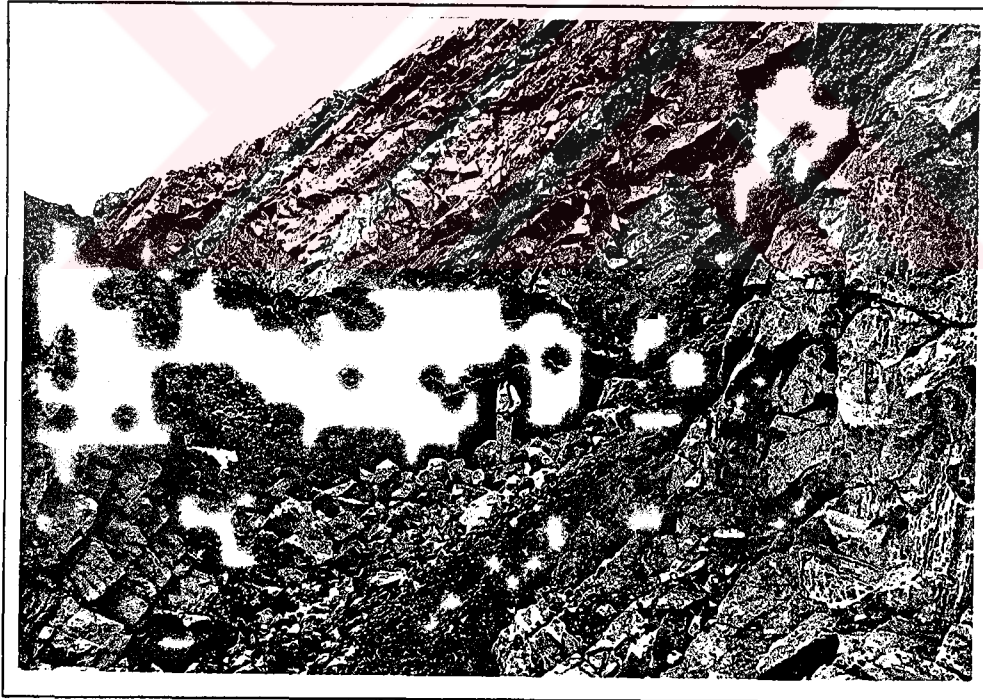


Foto 4.12 Hidrotermal Fe-Oksit'in kireçtaşı içerisinde fay dolgusu şeklindeki oluşumu

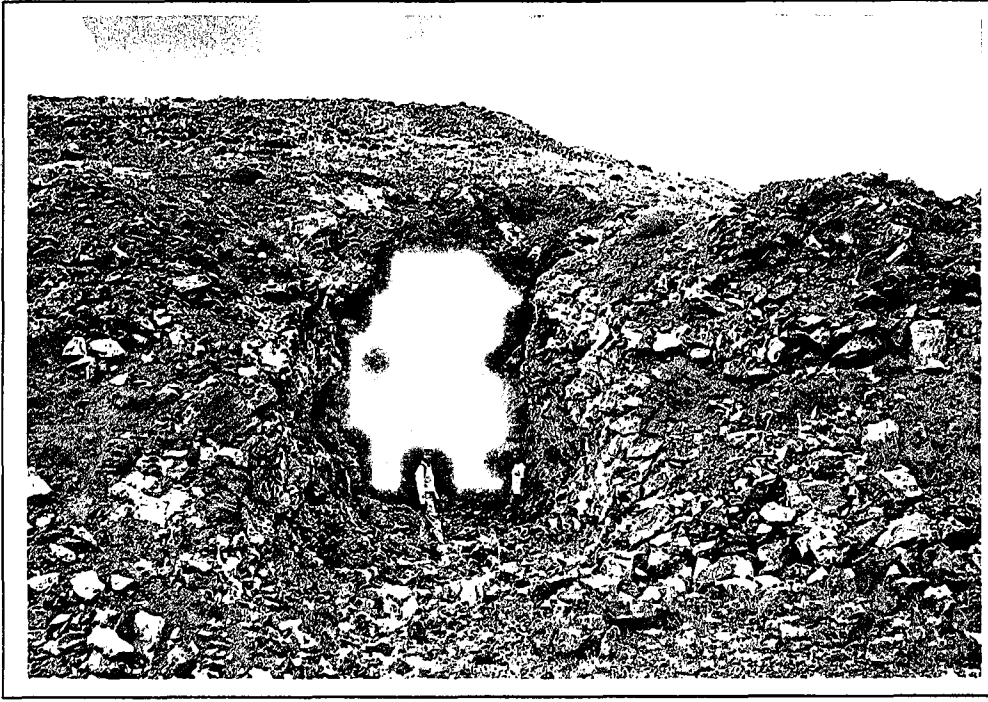


Foto 4.13 Armutbeli tepenin tepe zirvesine kadar ulaşan hidrotermal Fe-Oksit oluşumları

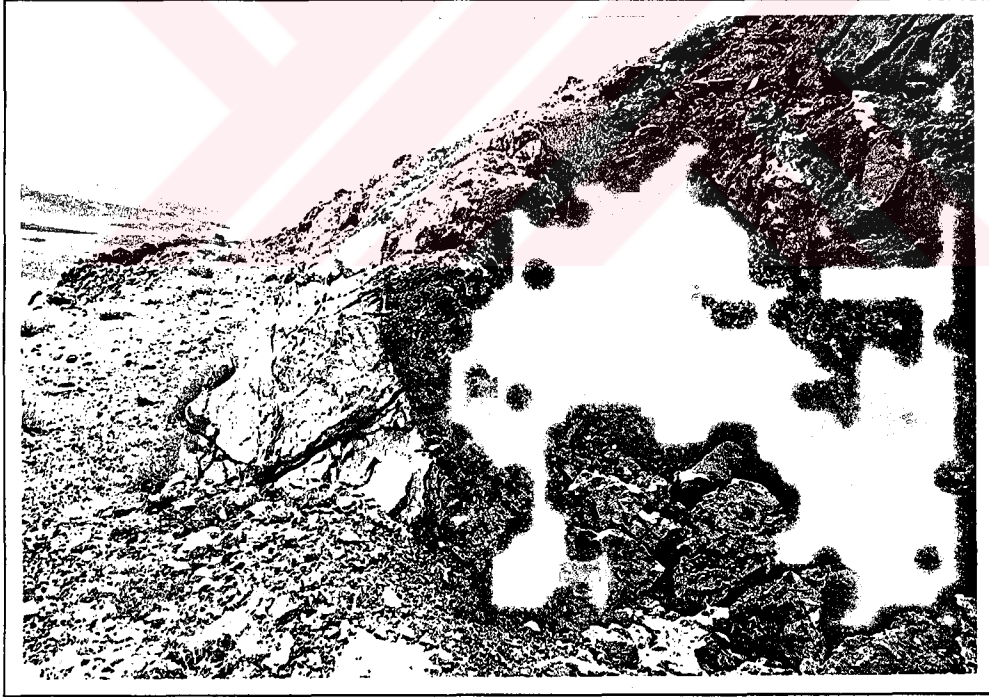


Foto 4.14 Fe-Oksit'in kireçtaşı içerisindeki fay dolgusu ve kireçtaşı ile olan dokanağı

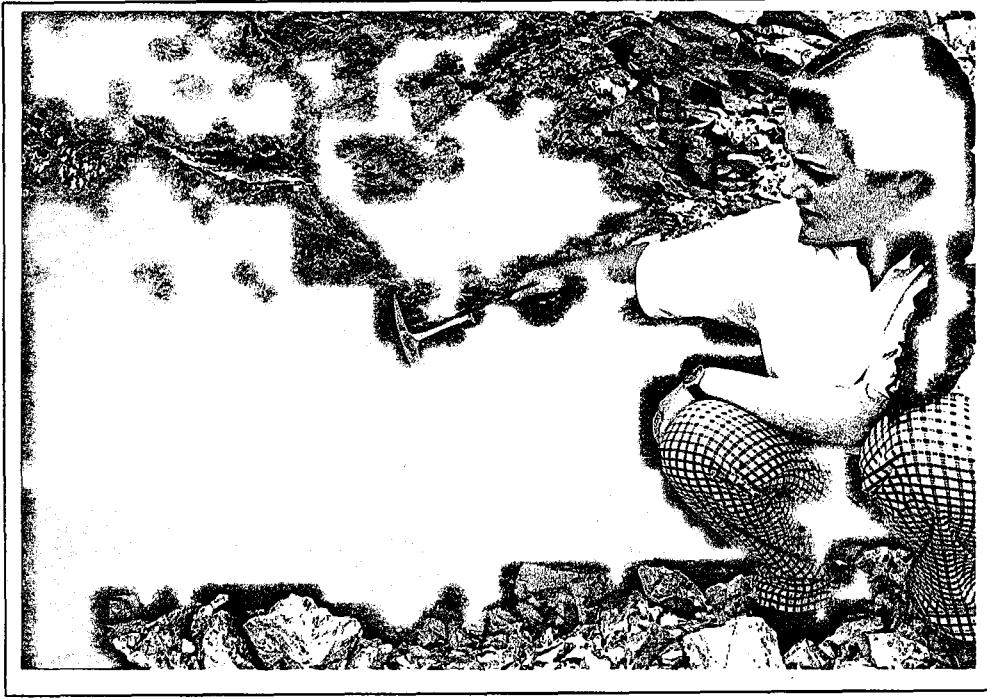


Foto 4.15 Hidrotermal gaz boşluğu ve damar kenarlarında “Glaskopf” cam kafa oluşumları

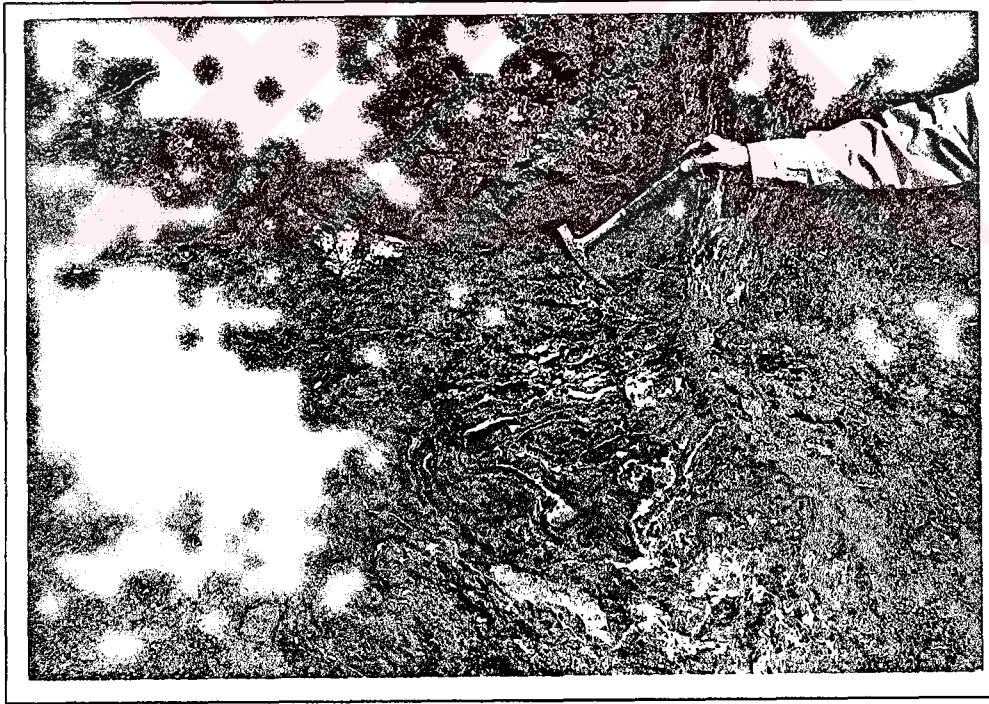


Foto 4.16 Götit’in konsantrik kabuklu yapısı ve yan kayaçla olan dokanağı

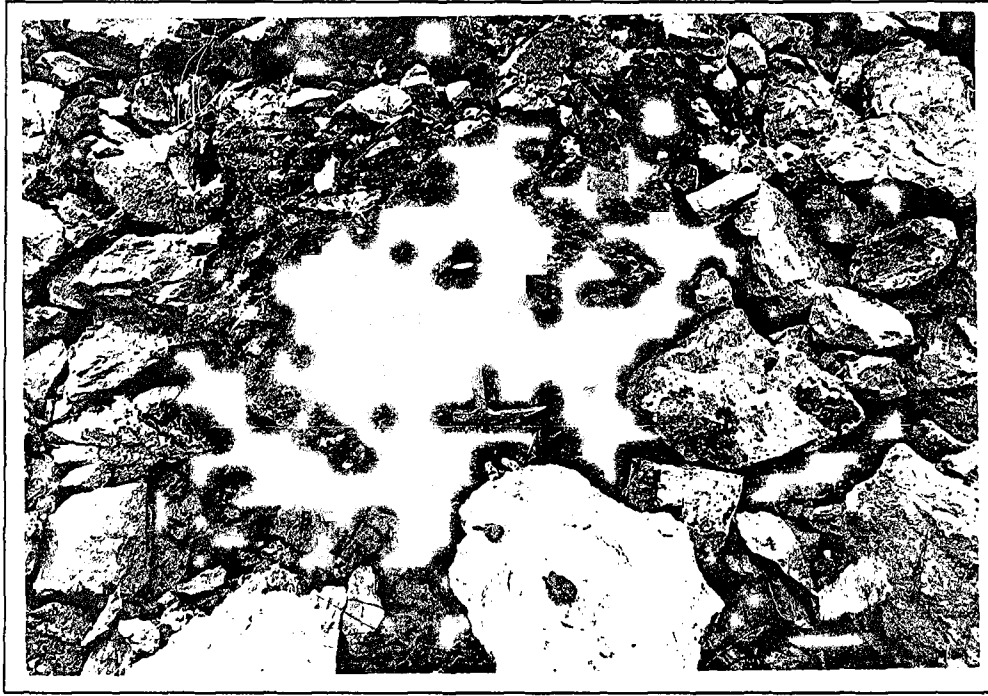


Foto 4.17 Oval- konsantrik kabuklu götit oluşumu

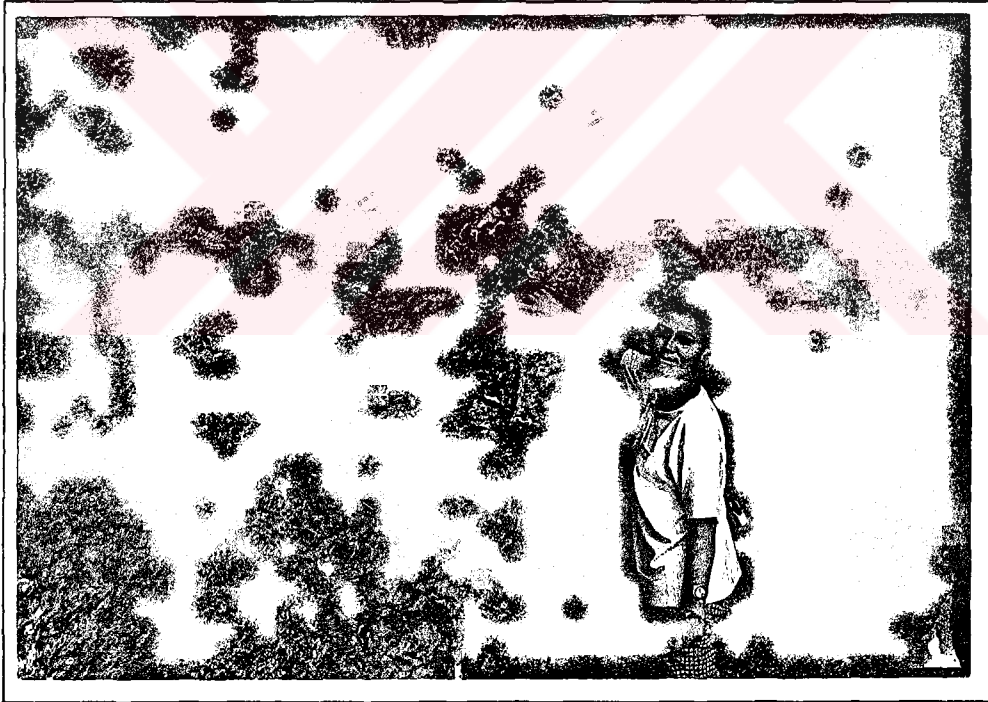


Foto 4.18 Armutbeki tepe galeri içi ve hidrotermal Fe-Oksit oluşumları



Foto 4.19 Konsantrik kabuklu götün kalsit ile birlikte oluşumu

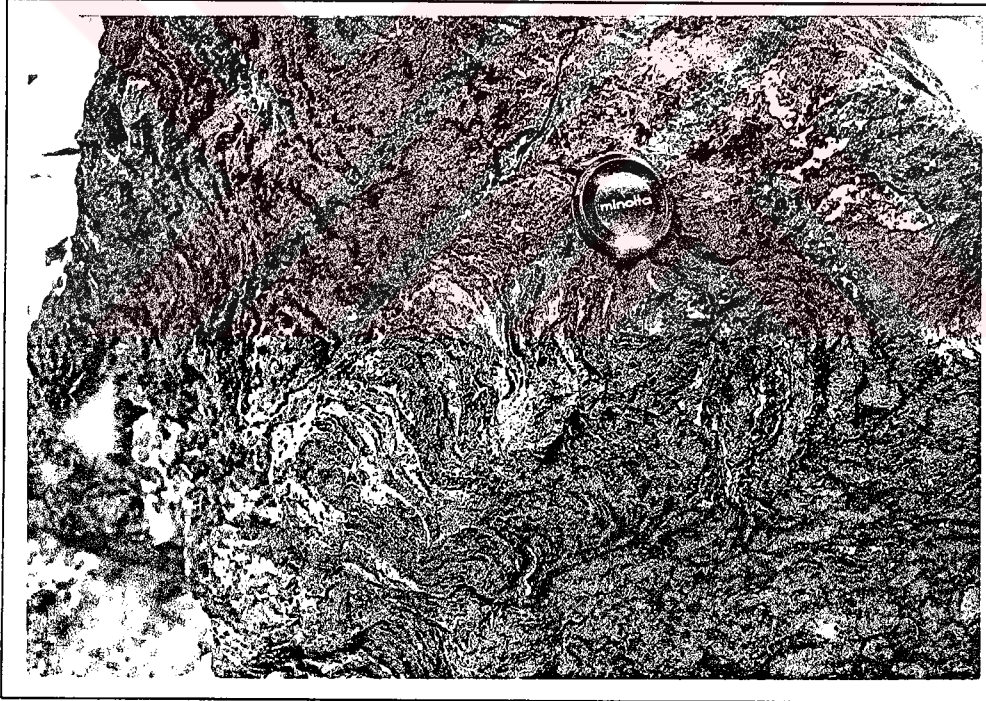


Foto 4.20 Konsantrik kabuklu götün oluşumu



Foto 4.21 “Glaskopf” cam kafa oluşumları

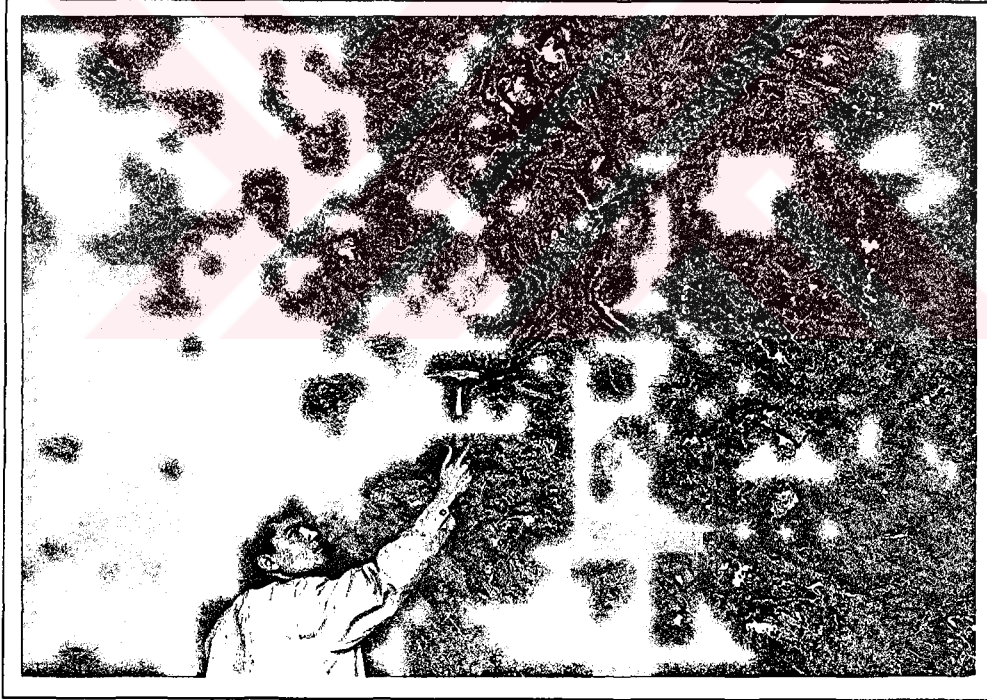


Foto 4.22 Götit'in kabuklu ve konsantrik katmanlı yapısı. Büyük ocak

4.2 Mineraloji

Armutbeli Fe yatağının ekonomik cevher minerali götittir. Götit, makroskopik olarak, radial ışınal, konsantrik kabuklu, böbreğimsi yapılar göstermektedir (Foto 4.23). Ayrıca, mostra ve galerilerden derlenen cevher numunelerinde makroskopik olarak götitin yanısıra ileri derecede azuritleşmiş kalkopirit, saçılımlı ince taneli pirit hemen tanınan cevher mineralidir. Gang minerali olarak, kalsit, barit ve kuvars fazlaca miktarlarda kırık ve fay boşluklarına yerleşmiş olarak izlenmektedir.

Cevher mikroskopisi incelemelerinde, en yaygın cevher minerali götittir. Götit, konsantrik kabuklu, böbreğimsi yapılarda olup, birincil minerali siderittir (Foto 4.23).

Pirit: Daha az miktarlarda öz, yarı öz ve öz şekilsiz ve sünger yapıları saçılımlı ince orta ve iri taneli olarak hemen hemen tüm parlak kesitlerde izlenmektedir (Foto 4.24).

Kalkopirit: Eser miktarlarda, öz şekilsiz ve çok ince tanecikler şeklinde izlenen kalkopirit, ileri derecede limonite ve azurite dönüşmüştür (Foto 4.33)

Fahlerz: Eser miktarda, kalkopirit, sfalarit ve galenit tanecikleri ile birlikte bazı kesitlerde rastlanmıştır. Renk tonundan bunların tennantit olduğu tahmin edilmektedir.

Sfalarit: Eser miktarda, çok ince taneli kahverengimsi iç yansıması en tipik özelliklerindedir. Ramdohr (1975)'e göre bu özellik sfalaritin Fe içeriğinin yüksek olmasına ve bununda yüksek sıcaklıkta oluştuğuna işaret etmektedir.

Galenit. Eser miktarda, pirit, kalkopirit, fahlerz (tennantit), sfalarit mineral parajenizinin en son oluşan mineralidir. Diğer mineralleri ornatmakta, bazen kama şeklinde tipik kırılım boşlukları içermektedir. Bu özellik Ramdohr (1975)'e göre yüksek sıcaklıktaki oluşumuna işaret eden özelliklerdendir.

Birincil mineral olan siderit götite dönüştüğü gibi, çok az oranda da limonite dönüşmüştür. Siderit ile birlikte yatağın birincil minerali olarak damarcıklar biçiminde fahlerz ve kalkopirit de izlenmektedir.

İkincil olarak oluşan fahlerzin ayrışması ile antımuon ve arsenik oksitler, malahit, kovellin, kalkosin ve zinober oluşmuştur. Malahit yer yer radyal, ışınal yapı göstermektedir. Cevherde, özbiçimli hidrotermal kuvarslar ve barit gang minerali olarak oldukça yaygındır. Ayrıca, örneklerde az oranda kalsit, eser miktarda pirit vardır. Pirit, yer yer limonite dönüşmüştür. Armutbeli cevherleşmesinde cevher mermerler içindeki kırık hatlarına ve zayıf zon olarak seçtiği mermer ile kuvarsit dokanaklarına yerleşmiştir. Yüksek ısıya sahip

akışkan haldeki cevher yerleşmesi sırasında, dokunduğu mermerleri özümlemiştir. Cevherleşmenin yan kayacı olan mermerler ile dokanaklarında bunu görmek mümkündür.

4.3 Jenez

Armutbeli demir cevherleşmesinin, cevher getirici sulu akışkanların etkisiyle hidrometazomatik (hidrotermal metazomatik) olarak oluştuğu düşünülmektedir. Hidrotermal sıvılar, sahada yoğun olarak gözlenen fay hatları boyunca yükselmişler; karbonatlı kayaçları kolayca eriterek yatağın oluşumuna neden olan tepkimelere yol açmışlardır. Bu olayların sonucunda sahadaki mermerler yer yer replasmana uğrayarak, faylar boyunca düzensiz kütleler biçimindeki yatak oluşmuştur. Buna bağlı olarak yatağın çevresinde ankeritleşmiş mermerler de görülebilmektedir. Daha sonraki ayrışmayla siderit, götit ve limonite dönüşen yatak, demirce daha da zenginleşmiştir. Yatakta görülen fahlerz ve kalkopiritin varlığı, hidrotermal eriyiklerin sülfür derişimi açısından da zengin olduğunu göstermektedir.

Cevherleşmeyi oluşturan hidrotermal eriyiklerin derinlik kayalarının, masifin kuzeybatısında yüzeyleyen magmatizmanın son evresine ait olduğu düşünülmektedir.

Rezerv ve tenör:

Yatakta yüzeylemelerden derlenen örneklere göre aritmetik ortalama olarak demir tenörü % 43.40 dır. Cevherin katkıları ise şöyledir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Cevherin katkıları

CaO	%	8.36	Mn	%	1.14
MgO	%	0.153	Cu	%	0.46
SiO ₂	%	9.16	Sb	%	0.03
Al ₂ O ₃	%	0.5	Hg	%	13.5 ppm.
S	%	0.04			

Armutbeli demir yatağının rezervi yatakta sondajlı arama çalışmaları yapılmadığından geometrik olarak (uzunluk x genişlik x derinlik x yoğunluk) hesaplanmıştır. Yatağın rezerv durumu Çizelge 4.2’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.2 Armutbeli demir yatağının rezerv durumu

Ocak veya yüzeleme	Cevher Hacmi (m ³)		Rezerv
	Uzunluk x genişlik x derinlik	ton/m ³	Yoğunluk (ton) Gör. + Muh.
Ocak I			
A yüzelemesi	24000 (60x10x40)	3	72000
B yüzelemesi	12600 (60x7x30)	3	37800
C yüzelemesi	1250 825x5x10)	3	3750
Toplam	37950		113550
Ocak II	13500 (30x15x30)	3	40500
D yüzelemesi	2800 (70x1x40)	3	8400
E yüzelemesi	5100 (17x10x30)	3	15300
Ocak III			
F yüzelemesi	17500 (70x5x50)	3	52500
G yüzelemesi	450 (10x3x15)	3	1350
Toplam	17950		53850
Ocak IV			
H yüzelemesi	2800 (35x2x40)	3	8400
K yüzelemesi	1000 (20x1x50)	3	3000
Toplam	3800		11400
Ocak V	160 (10x2x8)	3	480
Diğer küçük yüzelemeler			
TOPLAM			243980

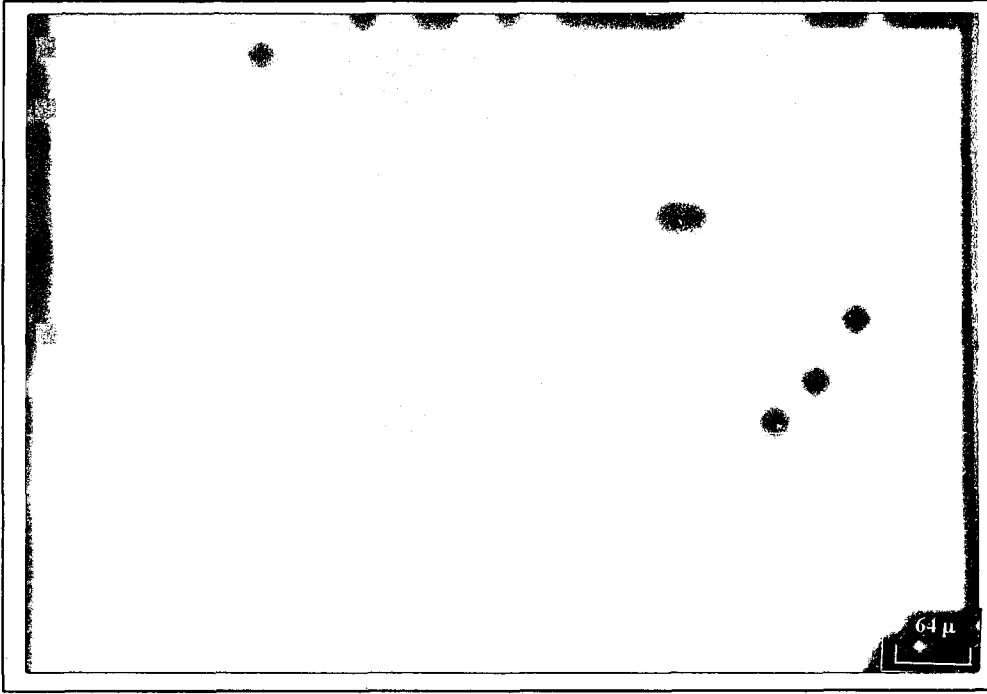


Foto 4.23 Böbrek yapılı hematit-götit, // N x 100



Foto 4.24 İleri derecede limonitleşmiş pirit (sarı) ve içerisinde pirit relikti içeren limonitleşmiş öz şekilli pirit (koyu renkli), // N x 100

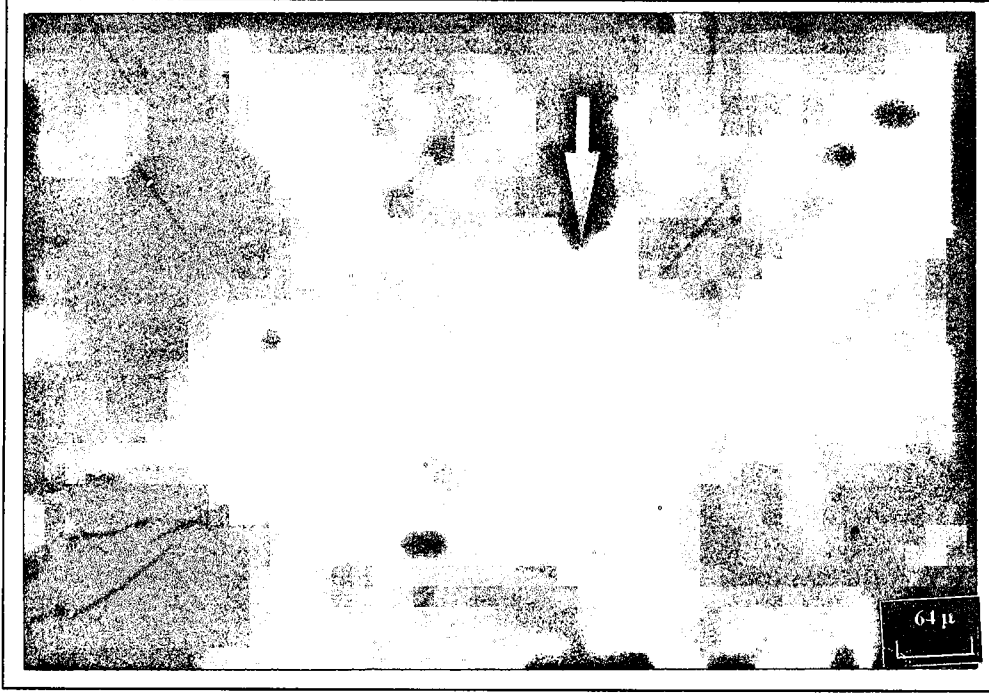


Foto 4.25 Kırık ve çatlakları boyunca ileri derecede limonitleşmiş (koyu renkli), öz şekilsiz pirit (sarı), // N x 100



Foto 4.26 Tamamen limonitleşmiş öz şekilli pirit (gri renk), // N x 100

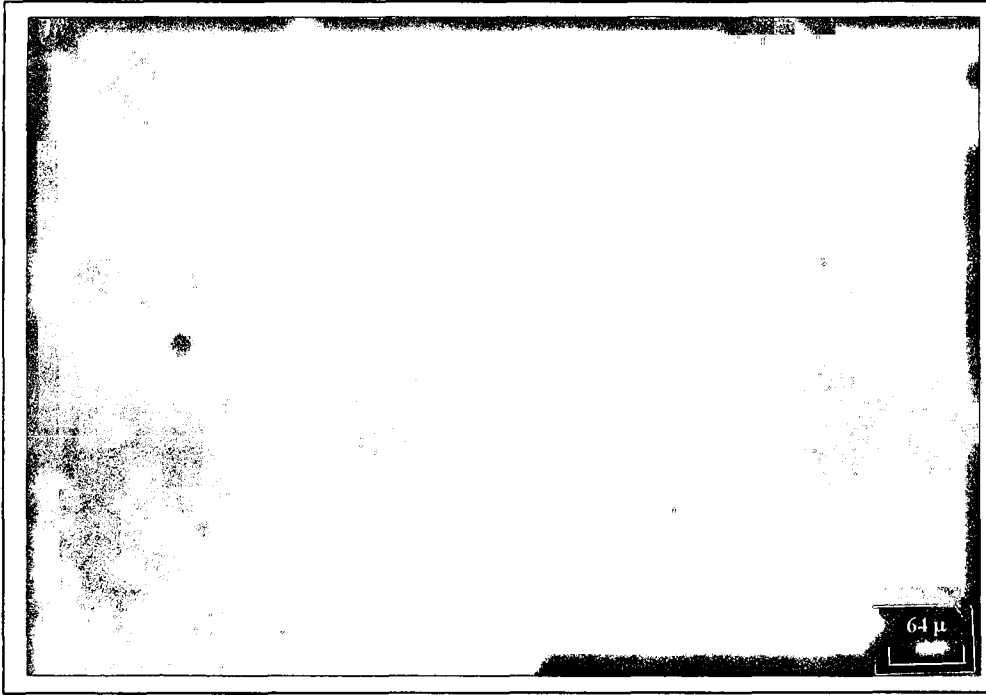


Foto 4.27 Limonitleşmiş öz şekilli pirit (koyu renkli), masif pirit (sarı renk),
// N x 100



Foto 4.28 Nabit altın, // N x 200

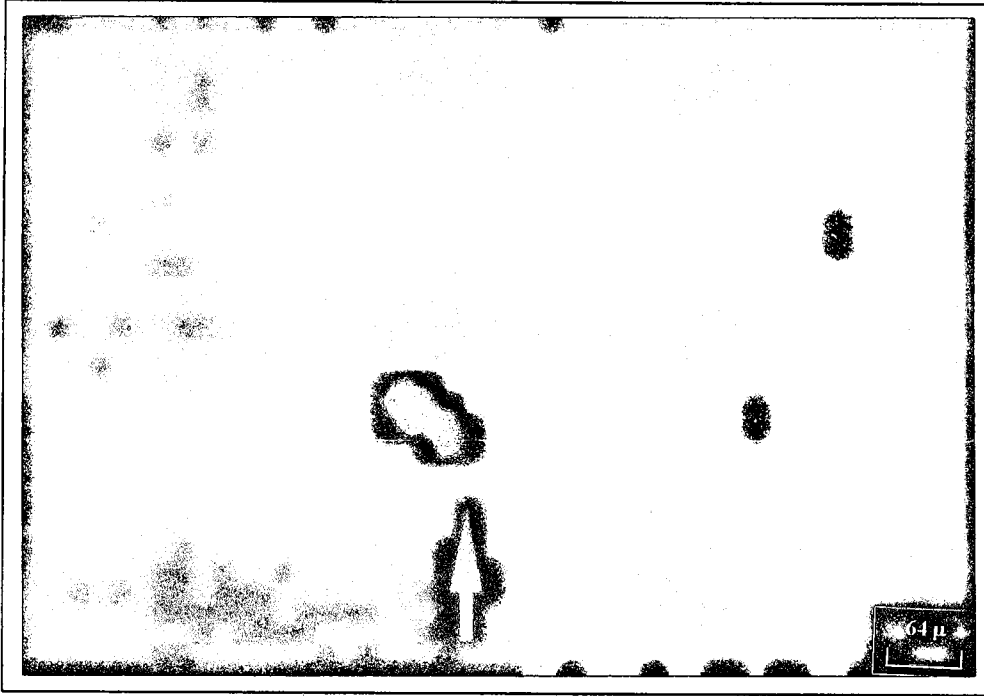


Foto 4.29 Nabit altın, // N x 200

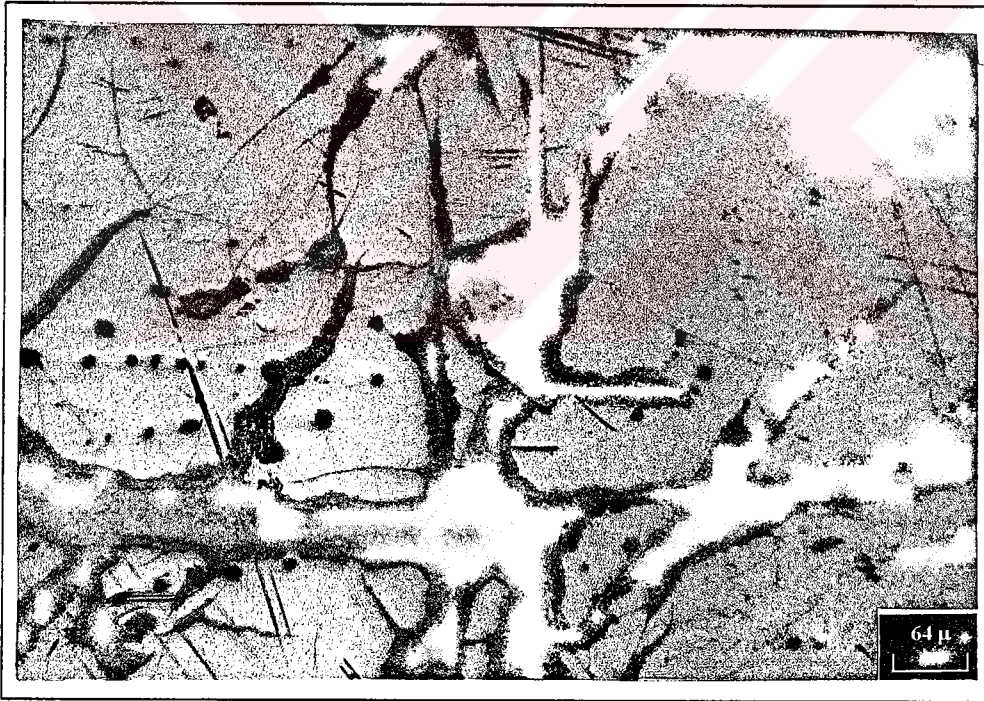


Foto 4.30 Limonitleşmiş öz şekilli pirit, // N x 100

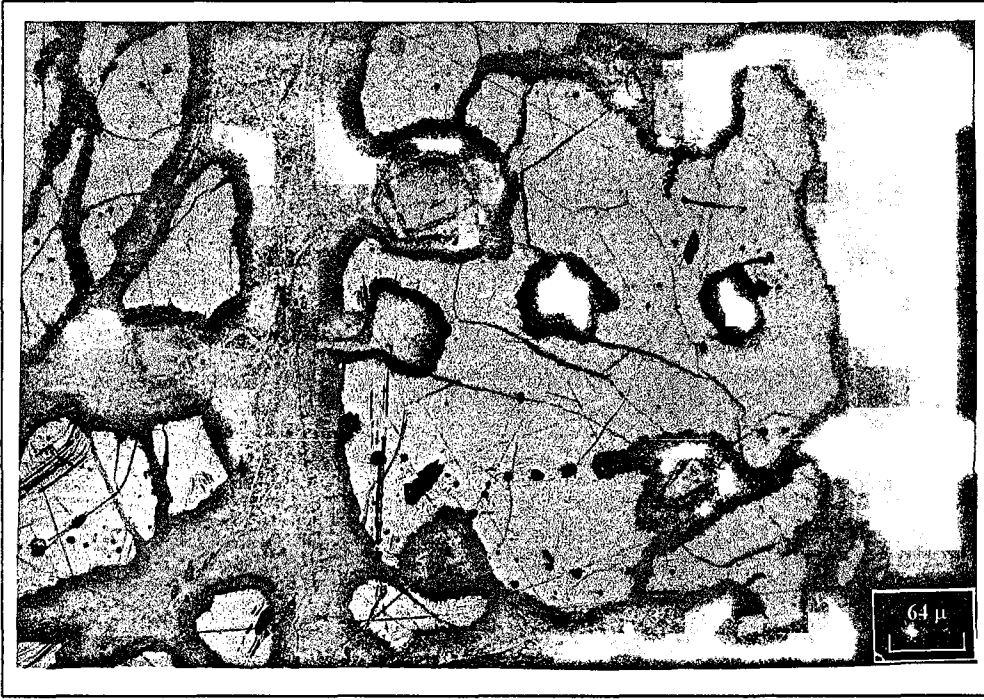


Foto 4.31 Limonitleşmiş öz şekilli piritler, // N x 100

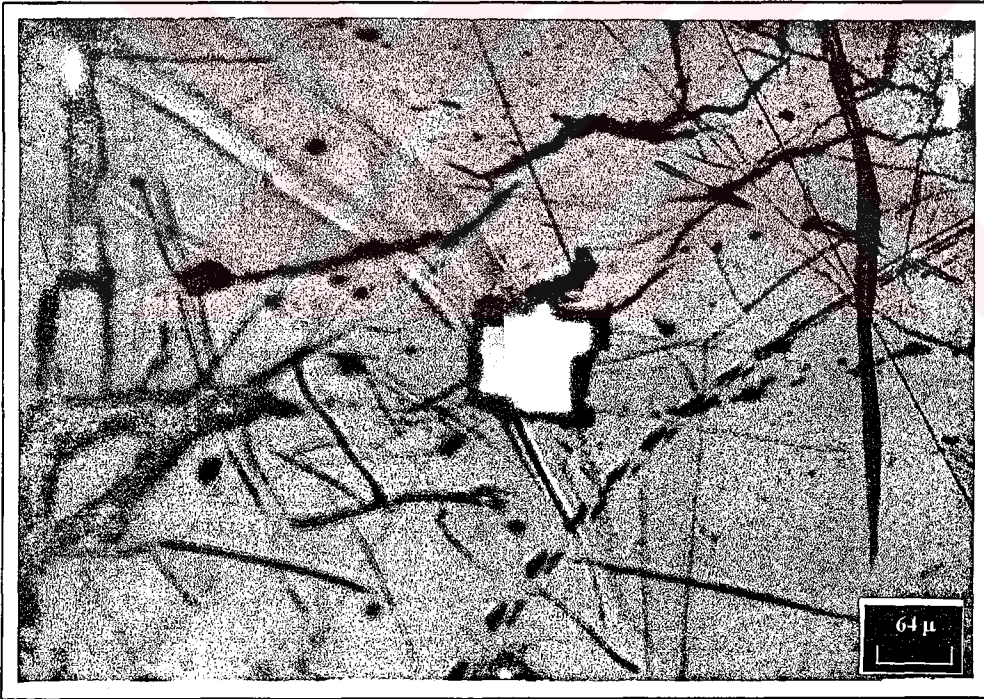


Foto 4.32 Limonitleşmiş öz şekilli pirit, // N x 100



Foto 4.33 Kalkopirit ve pirit arasında limonitleşmiş pirit, // N x 100

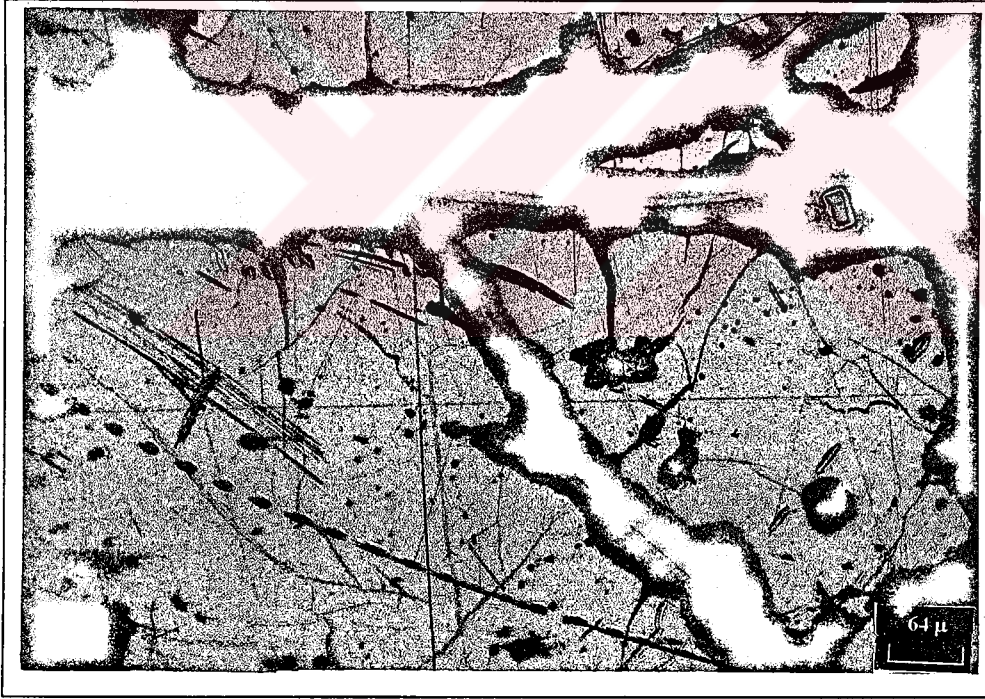


Foto 4.34 Limonitleşme damarları, // N x 100

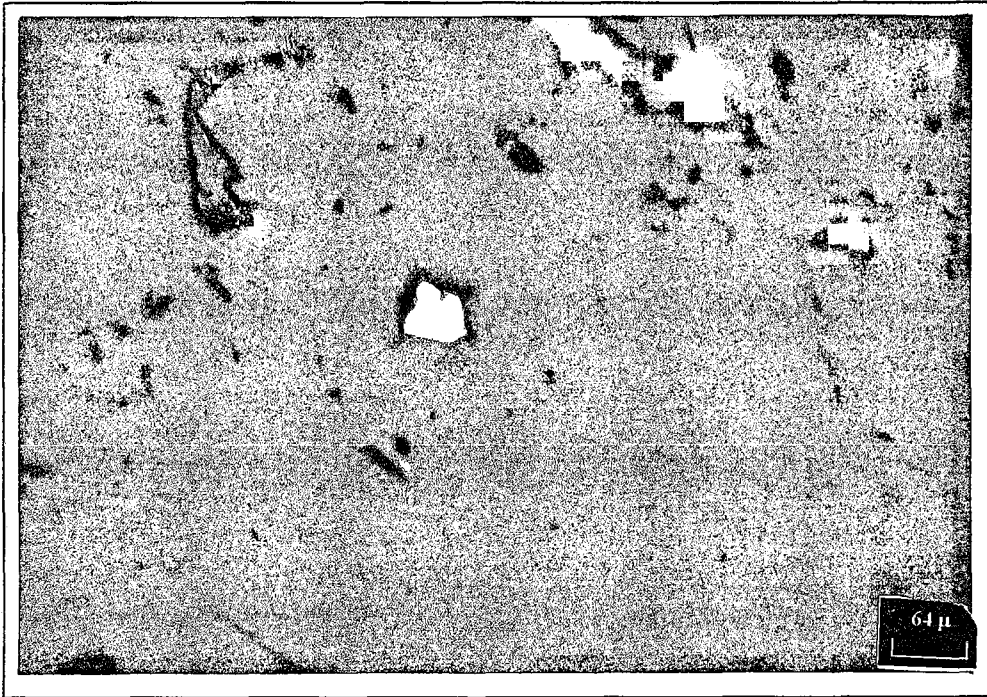


Foto 4.35 Nabit altın, // N x 200

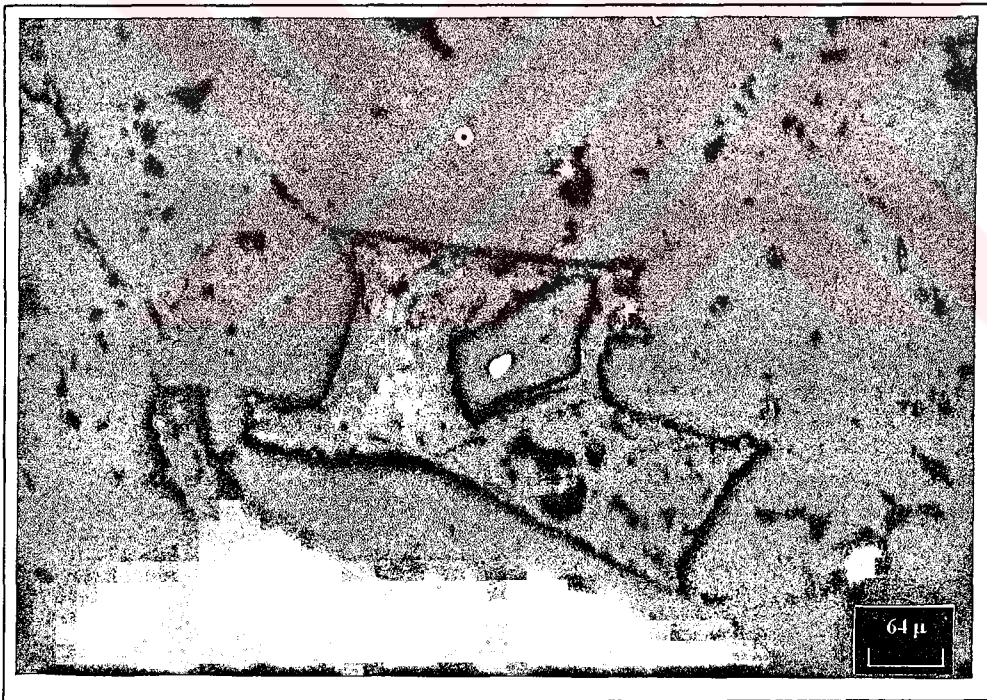
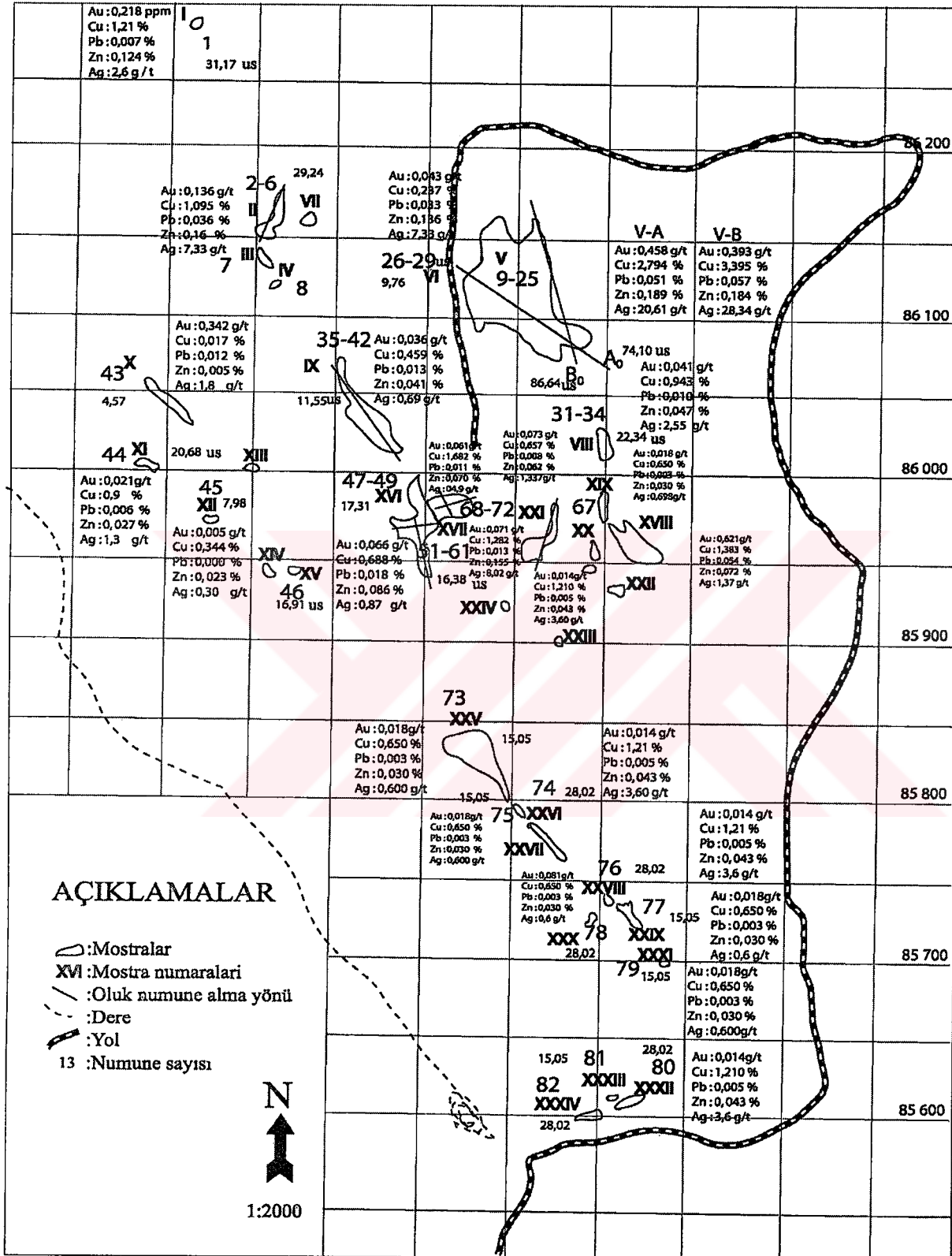


Foto 4.36 Nabit altın, // N x 200

4.4 Jeokimya



Şekil 4.1 Jeokimyasal analiz için araziden alınan numune yerleri

4.4.1 Elementlerin dağılımı

İnceleme alanındaki cevher mostralarını takip eden doğrultulara açılan oluklardan alınan 76 adet numunenin arazideki konumları Şekil 4.1’de, kimyasal analiz sonuçları ise Çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Cevher numunelerinin kimyasal analiz sonuçları (ppm)

	Au	Cu	Pb	Zn	Ag		Au	Cu	Pb	Zn	Ag
1	0,219	12100	70	1240	2,60	39	0,005	2500	80	730	0,30
2	0,219	12100	310	1620	2,50	40	0,342	100	120	60	1,80
3	0,098	340000	590	1670	7,80	41	0,021	9000	60	270	1,30
4	0,224	8900	450	1630	1,50	42	0,005	3400	5	230	0,30
5	0,100	15300	480	2320	3,50	43	0,014	7400	40	240	0,50
6	0,119	5400	30	350	20,10	44	0,113	7600	280	920	1,40
7	0,058	3800	320	2000	8,60	45	0,052	9100	180	780	1,00
8	0,300	8400	90	1080	1,70	46	0,034	4000	90	840	0,20
9	0,119	26500	80	820	32,60	47	0,023	19600	80	810	2,60
10	0,297	6800	260	1110	1,60	48	0,132	10000	220	1040	1,50
11	1,500	7900	590	1620	1,50	49	0,082	44700	100	110	21,40
12	0,233	8900	610	1670	3,50	50	0,035	8300	250	900	2,80
13	0,145	15100	580	1270	20,10	51	0,071	27200	50	590	0,40
14	0,495	110000	950	4150	143,00	52	0,038	3900	50	780	1,80
15	0,119	10300	430	1530	3,30	53	0,065	3900	40	690	1,80
16	0,387	36800	670	1710	19,50	54	0,082	7400	30	570	0,70
17	0,303	9400	640	1400	3,20	55	0,059	7500	190	820	1,40
18	0,259	8500	510	1160	2,80	56	0,077	4800	220	470	1,90
19	0,098	46300	330	1810	107,00	57	0,198	8500	990	770	0,40
20	0,504	103000	530	1730	56,40	58	0,925	19800	470	690	1,10
21	1,290	42000	380	2190	32,10	59	0,740	13200	170	700	2,80
22	0,088	12500	860	2410	2,90	60	0,018	6600	30	300	0,80
23	0,183	7700	350	930	1,70	61	0,014	12100	60	430	3,60
24	0,183	7700	350	930	1,10	62	0,192	9800	180	4590	1,90
25	0,053	2900	770	770	11,90	63	0,038	8300	40	490	0,80
26	0,048	1500	1740	810	14,00	64	0,031	33600	350	1380	35,10
27	0,055	2600	580	2000	4,00	65	0,059	8400	40	580	1,50
28	0,015	2500	240	1830	8,70	66	0,037	6000	60	710	0,80
29	0,035	6700	120	190	0,60	67	0,018	8600	30	300	0,80
30	0,061	14800	70	740	3,00	68	0,014	12100	60	430	3,60
31	0,040	9900	150	430	5,70	69	0,019	6600	30	300	0,60
32	0,065	3800	150	700	1,00	70	0,014	12100	50	430	3,60
33	0,019	2600	40	300	0,80	71	0,018	6600	30	300	0,60
34	0,036	8200	90	640	0,60	72	0,014	12100	50	430	3,80
35	0,012	4300	80	460	0,30	73	0,018	8500	30	300	0,60
36	0,036	3300	90	420	0,70	74	0,014	12100	50	430	3,60
37	0,023	2800	20	350	0,04	75	0,018	8500	30	300	0,60
38	0,057	7000	340	880	1,10	76	0,014	12100	80	430	3,60
Aritmetik Ortalama							0,155	17688	261	974	8,50
Standart Sapma							0,262	41596	298	804	21,72
Standart Hata							0,030	4835	35	94	2,53
En Küçük Değer							0,005	100	5	60	0,20
En Büyük Değer							1,500	350000	1750	4600	143,02
Hesaplanan t değeri							0,59	0,43	0,88	1,21	0,39
t tablo değeri							1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
Anakitle Aritmetik Ortalaması Alt Sınırı							0,104	9661	204	819	4,31
Anakitle Aritmetik Ortalaması Alt Sınırı							0,205	25715	319	1129	12,70

Toplam 34 farklı alandan numune alınmıştır. Sistematik olarak derlenen numunelerden en uzun profil boyu 45 m, en kısası 5 m olmak üzere açılan 5 m boyundaki oluklardan o kesimi temsil edecek miktarda cevher kırılarak bir araya getirilmiştir.

Altın

0,005 ppm ile 1,500 ppm arasında değişen altın konsantrasyonunun ortalaması 0,155 ppm kadardır. 0.95 anlamlılık düzeyinde bu ortalama önemli bir değer olup, örneğin temsil ettiği anakitlenin aritmetik ortalaması 0,104 ppm ile 0,205 ppm arasında beklenmektedir. Minimum işletme tenörü 2 ppm olan altının ekonomik sınırdan çok uzak olduğu, ancak demir işletmesi sırasında pasada 10 kat zenginleşmesi durumunda ekonomik olabileceği görülmektedir.

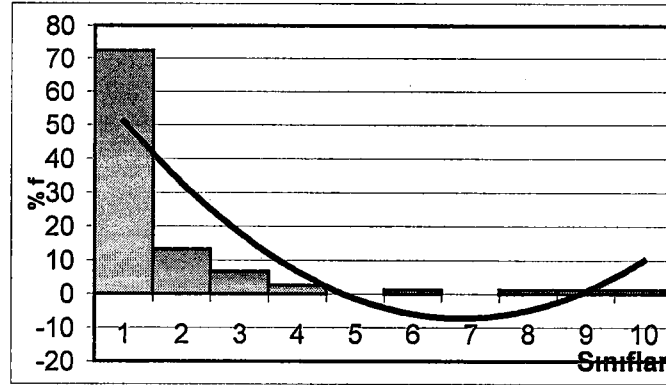
Altın verilerine normal sınıflandırma uygulandığı zaman “ters J” tipi ir dağılım sunmaktadır (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.2). Bu durum cevher içindeki altın konsantrasyonunun ilk sınıfları temsil eden temel değere sahip olması beklenirken bazı kesimlerde birkaç kat yükselerek anomali oluşturduğu anlamına gelmektedir. Bu anomali değerlerinin yeterli sayıda ve başka bir anakitleyi temsil edecek vasıfta olup olmadıklarını test etmek için aynı verilere logaritmik sınıflandırma uygulanmıştır.

Çizelge 4.4 Au verilerinin normal sınıflandırma dağılım diyagramı (ppm)

Sınıf	Sın.Tab	Sın. Tav	Sın.O.N.	Frek.	% Frek.	Küm. Frek.	% Küm. Frek.
1	0,001	0,150	0,075	55	73	55	76
2	0,151	0,300	0,225	10	13	65	86
3	0,301	0,450	0,375	5	7	70	93
4	0,451	0,600	0,525	2	3	72	96
5	0,601	0,750	0,675	0	0	72	96
6	0,751	0,900	0,825	1	1	73	97
7	0,901	1,050	0,975	0	0	73	97
8	1,051	1,200	1,125	1	1	74	98
9	1,201	1,350	1,275	1	1	75	99
10	1,351	1,500	1,425	1	1	76	100

Au verilerine logaritmik sınıflandırma (Çizelge 4.5) uygulandığı zaman normal dağılıma yakın düzenli bir çan eğrisi olduğu, sadece son sınıfın tabanından itibaren anomali olarak kadar dışarıda kalan (Şekil 4.3) verile bulunduğu görülmüştür. Bu durum da son sınıfın tabanı olan 0.890 ppm'den daha büyük değerlerin anomali sayılabileceği ve başka bir anakitle olarak tanımlanabileceği anlamına gelmektedir.

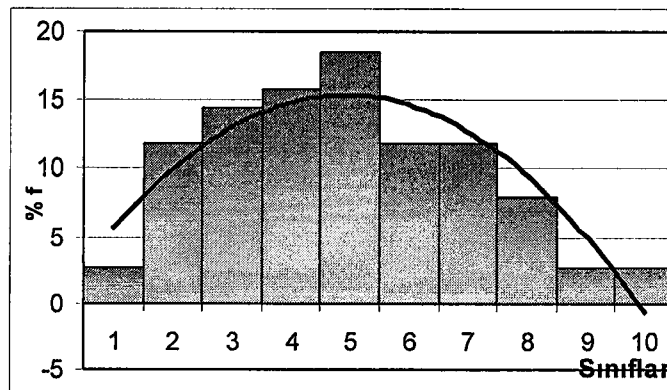
0.890 ppm aynı zamanda altının minimum işletme tenörüne çok yakın bir değerdir. Dolayısıyla sadece 0.890'dan büyük olan iki numune için (Şekil 4.3) altının öneminden bahsedilebileceği anlamı çıkmaktadır.



Şekil 4.2 Au verilerinin normal sınıflandırma histogramı

Çizelge 4.5 Au verilerinin logaritmik sınıflandırma dağılım tablosu (ppm)

Sınıf	Log. Sınıf Değerleri			Gerçek Sınıf Değerleri			Frek.	% Frek.	Kümü. Frekans	% Kümü. Frekans		
	Taban	Tavan	Orta	Taban	Tavan	Orta						
1	-2,301	-2,051	-2,176	0,01	0,01	0,01	2	3	2	76	3	100
2	-2,051	-1,801	-1,926	0,01	0,01	0,01	9	12	11	74	14	97
3	-1,801	-1,551	-1,676	0,02	0,03	0,02	11	14	22	65	29	85
4	-1,551	-1,301	-1,426	0,03	0,05	0,04	12	16	34	54	45	71
5	-1,301	-1,051	-1,176	0,05	0,09	0,07	14	18	48	42	63	55
6	-1,051	-0,801	-0,926	0,09	0,16	0,12	9	12	57	28	75	37
7	-0,801	-0,551	-0,676	0,16	0,28	0,21	9	12	66	19	87	25
8	-0,551	-0,301	-0,426	0,28	0,50	0,37	6	8	72	10	95	13
9	-0,301	-0,051	-0,176	0,50	0,89	0,67	2	3	74	4	97	5
10	-0,051	0,199	0,074	0,89	1,58	1,19	2	3	76	2	100	3



Şekil 4.3 Au verilerinin logaritmik sınıflandırma histogramı

Bakır

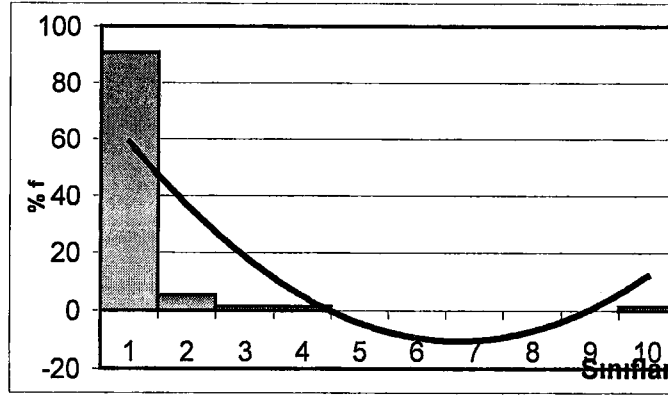
Örneğe dahil olan numunelerde ortalama 17688 ppm (% 1.7) bulunan Cu örnek içinde 100 ppm ile 35000 ppm arasında değişmekte, bu geniş dağılım aralığına rağmen Student t testinde aritmetik ortalaması % 95 anlamlılık düzeyinde önemli bir değer çıkmaktadır (Çizelge 4.1). Bu teste dayalı olarak yapılan tahminde de bütün yatağın içinde Cu yaklaşık 10000 ppm ile 25000 ppm (% 1.0 - % 2.5) arasında beklenmektedir. Böylece minimum işletme tenörü % 0.4 olan bakır (Temur, 2001) için oldukça yüksek ortalama değerleri elde edilmektedir.

Verilere normal sınıflandırma uygulandığı zaman frekansların % 91'nin ilk sınıfta, % 99'unun da ilk üç sınıfta toplandığı görülmektedir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.4). Bu "Ters J" tipi dağılımın anlamı da aşırı değerlerin başka bir anakitleye ait olduğu ve bunun bazı cevher

Çizelge 4.6 Cu verilerinin normal sınıflandırma dağılım diyagramı (ppm)

Sınıf	Sın.Tab	Sın. Tav	Sın.O.N.	Frekans	% Frek	Küm. Frek	% Küm. Frek		
1	1	35000	17500	69	91	69	76	91	100
2	35001	70000	52500	4	6	73	7	97	9
3	70001	105000	87500	1	1	74	3	98	3
4	105001	140000	122500	1	1	75	2	99	2
5	140001	175000	157500	0	0	75	1	99	1
6	175001	210000	192500	0	0	75	1	99	1
7	210001	245000	227500	0	0	75	1	99	1
8	245001	280000	262500	0	0	75	1	99	1
9	280001	315000	297500	0	0	75	1	99	1
10	315001	350000	332500	1	1	76	1	100	1

bölümlerinde toplanmış olabileceğidir. Bunu test etmek için aynı verilere logaritmik sınıflandırma uygulanmıştır.

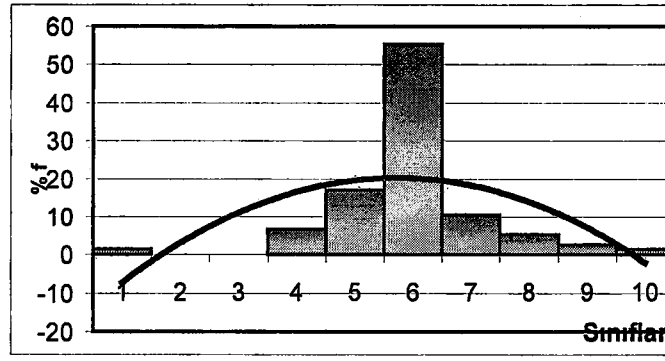


Şekil 4.4 Cu verilerinin normal sınıflandırma histogramı

Cu verilerine logaritmik sınıflandırma uygulandığı zaman dağılım tablosunda (Çizelge 4.7) verilerin 3, 4, 5 ve 6 numaralı sınıflarda toplanarak düzenli bir çan eğrisi oluşturduğu (Şekil 4.5) görülmektedir. Mod değerine karşılık gelen altıncı sınıfın orta noktası 9550 ppm (yaklaşık % 1) Cu tenörüne karşılık gelmekte, bu da minimum işletme tenörünü geçmektedir. Buradan bütün cevherin Cu için önemli ve tek bir anakitle olduğu anlaşılmaktadır. Harmanlanarak sadece bakır için işletilebilir ham cevher elde edilebilecektir.

Çizelge 4.7 Cu verilerinin logaritmik sınıflandırma dağılım tablosu (ppm)

Sınıf	Log. Sınıf Değerleri			Gerçek Sınıf Değerleri			Frek.	% Frek	Küm. Frek	% Küm. Frek
	Tb.	Tv.	Ort. No.	Tb.	Tv.	Ort. No.				
1	2,000	2,360	2,180	100	229	151	1	1	1	100
2	2,360	2,720	2,540	229	525	347	0	0	1	98
3	2,720	3,080	2,900	525	1202	794	0	0	1	98
4	3,080	3,440	3,260	1202	2754	1820	5	7	6	98
5	3,440	3,800	3,620	2754	6310	4169	13	17	19	92
6	3,800	4,160	3,980	6310	14454	9550	42	55	61	75
7	4,160	4,520	4,340	14454	33113	21878	8	11	69	19
8	4,520	4,880	4,700	33113	75858	50119	4	5	73	9
9	4,880	5,240	5,060	75858	173780	114815	2	3	75	4
10	5,240	5,600	5,420	173780	398107	263027	1	1	76	1



Şekil 4.5 Cu verilerinin logaritmik sınıflandırma histogramı

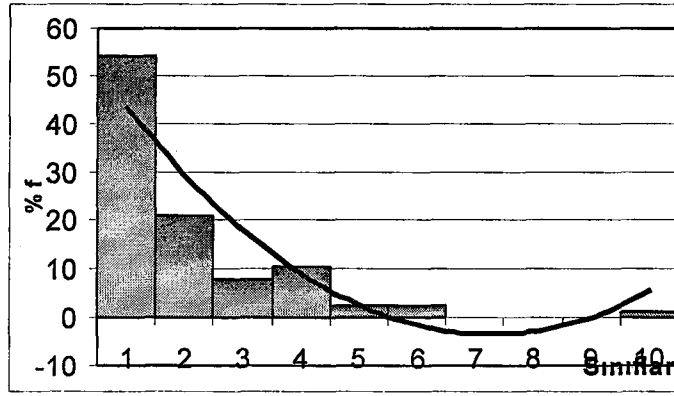
Kurşun

Tüm yatak içinde 204 ppm ile 319 ppm arasında beklenen kurşunun 299 standart sapması, 35 standart hatası ve 5 ppm – 1750 ppm dağılım aralığı ile 261 ppm’lik örnek aritmetik ortalaması % 95 anlamlılık düzeyinde önemli bir değer çıkmaktadır (Çizelge 1). Hesaplanan t değeri, tablo değerinden çok küçük kalmaktadır. Kurşunun minimum işletme tenörü % 3 olup (Temur, 2001) 319 ppm’lik (% 0.03) beklenen en büyük değer bile bunun 100 kat altında kalmaktadır. İşletme sırasında da pasa içinde 100 kat zenginleşmesi durumunda kazanılabilecektir.

Kurşun verilerine uygulanan normal sınıflandırma sonucunda verilerin % 54’ünün ilk sınıfta, % 75’inin de ilk iki sınıfta toplandığı (Çizelge 4.8) tipik bir “Ters J” tipi dağılım ortaya çıkmaktadır (Şekil 4.6). Böyle bir dağılım, bir veya iki aşırı büyük değerden kaynaklanabileceği gibi yatağın belli kısmında çok zenginleşen kurşunun dağılım olarak iki anakitleyi yansıttığından da ileri gelebilir.

Çizelge 4.8 Pb verilerinin normal sınıflandırma dağılım diyagramı (ppm)

Sınıf	Sın.Tb	Sın. Tv	Sın.O.N.	Frekans	% Frek	Küm. Frek	% Küm. Frek
1	1	175	88	41	54	41	76
2	176	350	263	16	21	57	35
3	351	525	438	6	8	63	19
4	526	700	613	8	10	71	13
5	701	875	788	2	3	73	5
6	876	1050	963	2	3	75	3
7	1051	1225	1138	0	0	75	1
8	1226	1400	1313	0	0	75	1
9	1401	1575	1488	0	0	75	1
10	1576	1750	1663	1	1	76	1

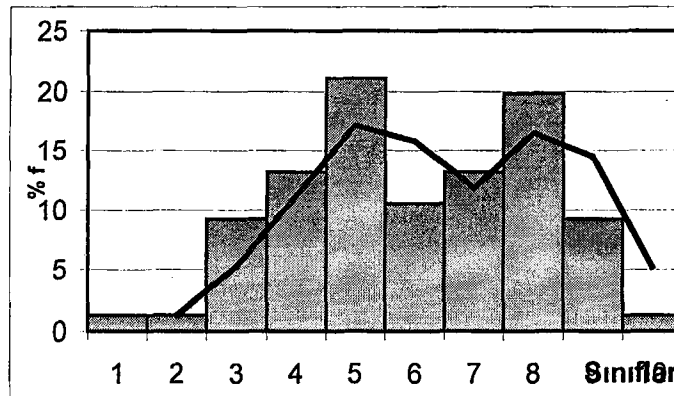


Şekil 4.6 Pb verilerinin normal sınıflandırma histogramı

Pb verilerine logaritmik sınıflandırma uygulandığı zaman dağılım tablosundan (Çizelge 4.9) iki modlu bir dağılımın arlığı belirlenmektedir (Şekil 4.7). Modlardan biri beşinci sınıfın orta noktası olan 74 ppm'e, ikincisi ise sekizinci sınıfın orta noktası olan 446 ppm'e karşılık gelmektedir.

Çizelge 4.9 Pb verilerinin logaritmik sınıflandırma dağılım tablosu (ppm)

Sınıf	Log. Sınıf Değerleri			Gerçek Sınıf Değerleri			Frek.	% Frek	Küm. Frek	% Küm. Frek		
	Tb.	Tv.	Ort. No.	Tb.	Tv.	Ort. No.						
1	0,699	0,959	0,829	5	9	7	1	1	1	76	1	100
2	0,959	1,219	1,089	9	17	12	1	1	2	75	2	98
3	1,219	1,479	1,349	17	30	22	7	9	9	74	12	97
4	1,479	1,739	1,609	30	55	41	10	13	19	67	25	88
5	1,739	1,999	1,869	55	100	74	16	21	35	57	46	75
6	1,999	2,259	2,129	100	182	135	8	11	43	41	56	54
7	2,259	2,519	2,389	182	330	245	10	13	53	33	69	43
8	2,519	2,779	2,649	330	601	446	15	20	68	23	89	30
9	2,779	3,039	2,909	601	1094	811	7	9	75	8	98	10
10	3,039	3,299	3,169	1094	1991	1476	1	1	76	1	100	1



Şekil 4.7 Pb verilerinin logaritmik sınıflandırma histogramı

Bu iki modlu dağılımda ikinci mod normal cevher içindeki Pb miktarından daha fazla zenginleşme gösteren kısımların istatistik olarak anlamlılığını göstermesine rağmen ikinci moda karşılık gelen 450 ppm (% 0.5) değeri kurşun için ekonomik düzeyin çok altında kalmaktadır.

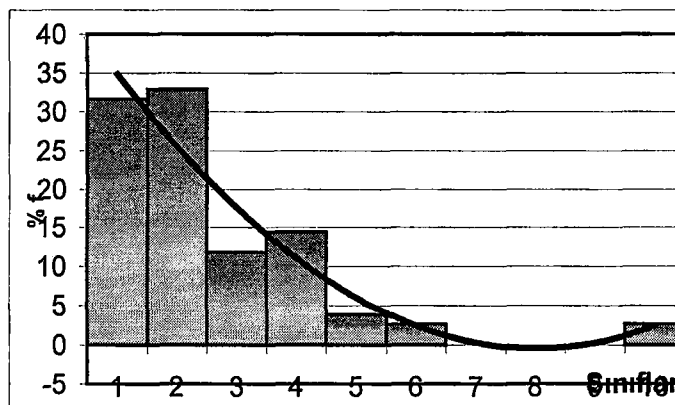
Çinko

Örnek aritmetik ortalaması 974 ppm olan çinkonun düşük standart sapması ve standart hatası ile verileri aritmetik ortalama etrafında iyi derecede toplanmaktadır. % 5 hata payı ile de anakitle aritmetik ortalaması 819 ppm ile 1129 ppm arasında beklenmektedir (Çizelge 4.1). Minimum işletme tenörü % 4 olan çinko için bütün bu değerler ekonomik olamayacağına işaret etmektedir.

Çinko verilerine normal sınıflandırma uygulandığı zaman (Çizelge 4.10) verilerin ilk altı sınıfta sola çarpık bir dağılım sergilediği, ancak iki numunenin aşırı değeri ile bu dağılımın “Ters J” tipine dönüştüğü görülmektedir (Şekil 4.8). Bu dağılıma göre veriler tek bir kaynaktan beslenen, aynı tip cevherleşmeyi yansıtan tek bir anakitleye karşılık gelmektedir.

Çizelge 4.10 Zn verilerinin normal sınıflandırma dağılım diyagramı (ppm)

Sınıf	Sın.Tab	Sın. Tav	Sın.O.N.	Frekans	% Frek	Küm. Frek	% Küm. Frek
1	1	460	230	24	32	24	32
2	461	920	690	25	33	49	65
3	921	1380	1150	9	12	58	77
4	1381	1840	1610	11	15	69	92
5	1841	2300	2070	3	4	72	96
6	2301	2760	2530	2	2	74	98
7	2761	3220	2990	0	0	74	98
8	3221	3680	3450	0	0	74	98
9	3681	4140	3910	0	0	74	98
10	4141	4600	4370	2	2	76	100

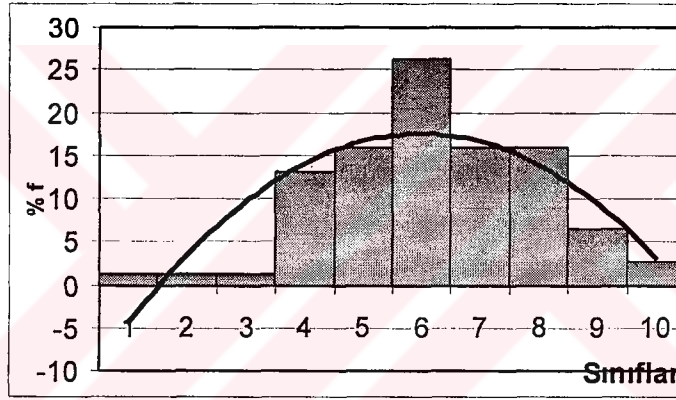


Şekil 4.8 Zn verilerinin normal sınıflandırma histogramı

İki aşırı değerin anlamını kuvvetlendirmek için de verilere logaritmik sınıflandırma uygulanmıştır. Dağılım tablosu (Çizelge 4.11) ve histogramında (Şekil 4.9) görüldüğü gibi oldukça düzenli tek modlu, simetrik ve bir anakitleyi yansıtan bölünme elde edilmiştir. Mod, dolayısıyla geometrik ortalama 828 ppm'e karşılık gelmektedir.

Çizelge 4.11 Zn verilerinin logaritmik sınıflandırma dağılım tablosu (ppm)

Sınıf	Log. Sınıf Değerleri			Gerçek Sınıf Değerleri			Frek.	% Frek	Küm. Frek	% Küm. Frek		
	Tb.	Tv.	Ort. No.	Tb.	Tv.	Ort. No.						
1	1,778	1,968	1,873	60	93	75	1	1	1	76	1	100
2	1,968	2,158	2,063	93	144	116	1	1	2	75	2	99
3	2,158	2,348	2,253	144	223	179	1	1	3	74	4	98
4	2,348	2,538	2,443	223	345	277	10	13	13	73	17	96
5	2,538	2,728	2,633	345	535	430	12	16	25	63	33	83
6	2,728	2,918	2,823	535	828	666	20	26	45	51	59	67
7	2,918	3,108	3,013	828	1283	1031	12	16	57	31	75	41
8	3,108	3,298	3,203	1283	1987	1596	12	16	69	19	90	25
9	3,298	3,488	3,393	1987	3077	2473	5	7	74	7	97	10
10	3,488	3,678	3,583	3077	4766	3830	2	3	76	2	100	3



Şekil 4.9 Zn verilerinin logaritmik sınıflandırma histogramı

Gümüş

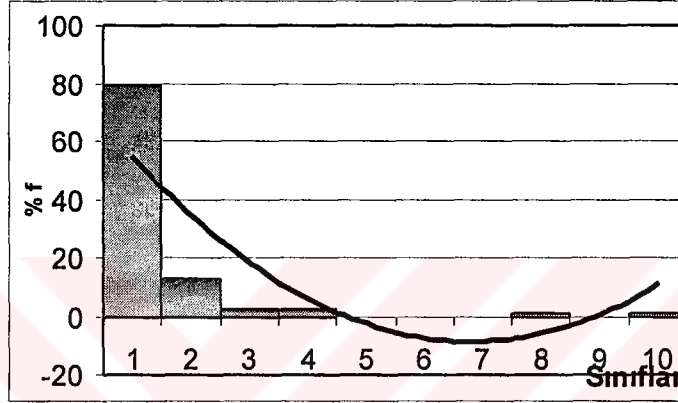
Öreneğe dahil olan elemanların üzerinde yapılan gümüş analizi sonuçlarına göre aritmetik ortalaması 8.50 ppm olan gümüşün 21.72'lik standart sapması oldukça yüksektir. Buna rağmen % 95 anlamlılık düzeyinde örne aritmetik ortalaması yine önemli çıkmaktadır (Çizelge 4.1). Bu verilere göre bütün cevherin içerisinde de 4.32 ppm ile 12.70 ppm arasında gümüş beklenmektedir. Minimum işletme tenörü 200 ppm olan gümüş için bu ortalamalar ekonomik sınırın çok (20 kat) altında kalmaktadır.

Gümüş verilerine normal sınıflandırma uygulandığı zaman (Çizelge 12 ve Şekil 10) verilerin % 76'sı birinci sınıfta % 92'si de ilk iki sınıfta toplanmakta ve tipik bir "Ters J" tipi dağılım sergilemektedir. Geometrik ortalaması birinci sınıfın orta noktası olup 7.5 ppm'e karşılık gelmekte ve aritmetik ortalamadan daha düşük kalmaktadır. Sadece iki veri

ise bu eğri alanının dışına taşmaktadır. Bundan dolayı da verileri daha sağlıklı yorumlamak için logaritmik sınıflandırma gereği doğmaktadır.

Çizelge 4.12 Ag verilerinin normal sınıflandırma dağılım diyagramı (ppm)

Sınıf	Sın.Tab	Sın. Tav	Sın.O.N.	Frekans	% Frek	Küm. Frek	% Küm. Frek
1	0,01	15,00	7,50	60	79	60	76
2	15,01	30,00	22,50	10	13	70	16
3	30,01	45,00	37,50	2	3	72	6
4	45,01	60,00	52,50	2	3	74	4
5	60,01	75,00	67,50	0	0	74	2
6	75,01	90,00	82,50	0	0	74	2
7	90,01	105,00	97,50	0	0	74	2
8	105,01	120,00	112,50	1	1	75	2
9	120,01	135,00	127,50	0	0	75	1
10	135,01	150,00	142,50	1	1	76	1

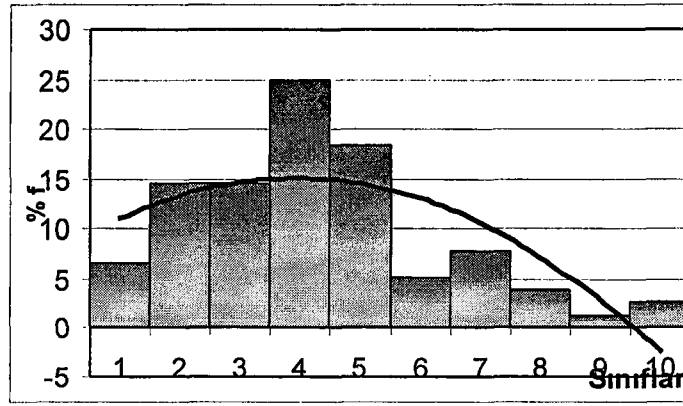


Şekil 4.10 Ag verilerinin normal sınıflandırma histogramı

Ag verilerine logaritmik sınıflandırma (Çizelge 4.13) uygulandığı zaman normal dağılıma yakın düzenli bir çan eğrisi oluştuğu, sadece son sınıfın tabanından itibaren anomali olarak kadar dışarıda kalan (Şekil 4.11) veriler bulunduğu görülmektedir. Bu durum da son sınıfın tabanı olan 41.79 ppm'den daha büyük değerlerin anomali sayılabileceği ve başka bir anakitle olarak tanımlanabileceği anlamına gelmektedir. 41.79 ppm de gümüşün minimum işletme tenöründen çok küçük bir değerdir.

Çizelge 4.13 Ag verilerinin logaritmik sınıflandırma dağılım tablosu (ppm)

Sınıf	Log. Sınıf Değerleri			Gerçek Sınıf Değerleri			Frek.	% Frek	Küm. Frek	% Küm. Frek		
	Tb.	Tv.	Ort. No.	Tb.	Tv.	Ort. No.						
1	-0,699	-0,409	-0,554	0,20	0,38	0,28	5	7	5	76	7	100
2	-0,409	-0,119	-0,264	0,39	0,75	0,54	11	14	16	71	21	94
3	-0,119	0,171	0,026	0,76	1,47	1,06	11	14	27	60	36	79
4	0,171	0,461	0,316	1,48	2,88	2,07	19	25	46	49	61	65
5	0,461	0,751	0,606	2,89	5,63	4,04	14	18	60	30	79	40
6	0,751	1,041	0,896	5,64	10,98	7,87	4	5	64	16	85	21
7	1,041	1,331	1,186	10,99	21,42	15,35	6	8	70	12	93	16
8	1,331	1,621	1,476	21,43	41,78	29,92	3	4	73	6	96	8
9	1,621	1,911	1,766	41,79	81,47	58,35	1	1	74	3	98	4
10	1,911	2,201	2,056	81,48	158,87	113,77	2	3	76	2	100	3



Şekil 4.11 Ag verilerinin logaritmik sınıflandırma histogramı

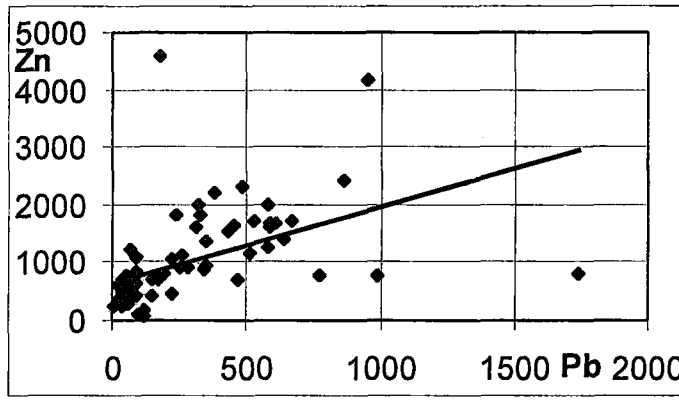
4.4.1 Regresyon – korelasyon analizi

Derlenen cevher numunelerinin analizleri yapılan Au, Cu, Pb, Zn ve Ag konsantrasyonlarından meydana gelen verilere regresyon ve korelasyon analizi uygulanarak bu elementlerin dağılımlarında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığı ve varsa bu ilişkinin yönü ve kuvveti yorumlanmıştır. Buna göre analizi yapılan elementlerden sadece Zn – Pb ve Zn – Ag arasında kuvvetli (0.450'den büyük) pozitif ilişki bulunmaktadır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 Analiz edilen elementlerin korelasyon katsayıları matrisi

	Au	Cu	Pb	Zn	Ag
Au	1,000	0,120	0,302	0,340	0,208
Cu		1,000	0,227	0,287	0,359
Pb			1,000	0,488	0,320
Zn				1,000	0,490
Ag					1,000

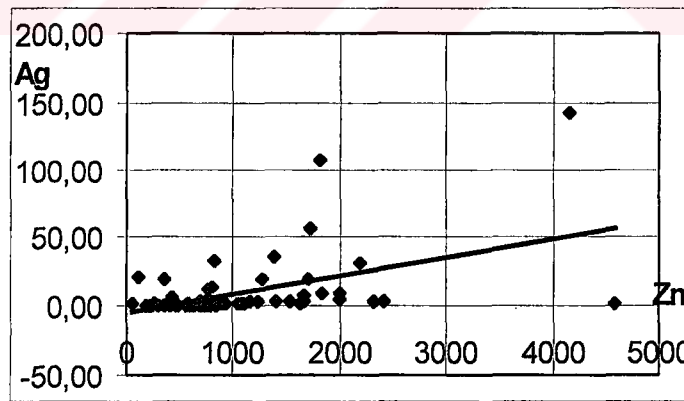
Korelasyon analizi yüksek olan Zn – Pb ve Zn - Ag element çiftleri için regresyon denklemleri hesaplanmış ve dağılım grafikleri çizilmiştir. Buna göre Zn – Pb element çiftinin arasında $Zn=650+1.3*Pb$ denklemi vardır Dağılım diyagramında (Şekil 4.12) ise bu denklemin temsil ettiği en küçük kareler doğrusunun etrafında noktaların toplanma derecesi oldukça zayıftır.



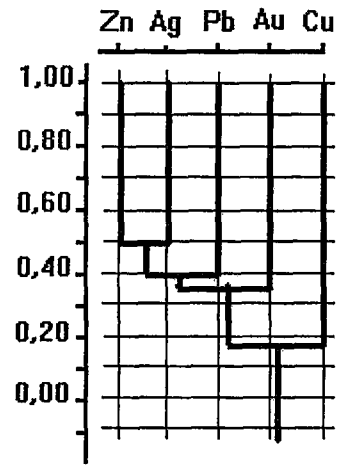
Şekil 4.12 Zn-Pb element çiftinin dağılım diyagramı ve regresyon doğrusu

Zn – Ag element çiftinin arasında ise $Zn=250+75*Ag$ denklemi hesaplanmıştır. Dağılım diyagramında (Şekik 4.13) ise bu denklemin en küçük kareler doğrusunun noktaları temsil etme kuvveti oldukça zayıf görülmekte, noktalar gelişigüzel dağılmış bulunmaktadır. Özellikle çok küçük kalan Ag değerleri noktaların büyük bir bölümünün yatay eksenin kenarında toplanmasına sebep olmaktadır.

Korelasyon katsayılarına göre hesaplanan koeitik korelasyon katsayıları şemasında (Şekil 4.12) elementlerin birbirlerine bağımlılıkları hirerarşik düzende olup, hepsinin aynı grup elemanı olduğu anlaşılmaktadır. Yakınlık derecelerine göre sıralamada ise Zn – Ag – Pb – Au – Cu düzeni ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.12 Zn-Pb element çiftinin dağılım diyagramı ve regresyon doğrusu



Şekil 4.13 Analiz edilen elementlerin koefitik korelasyon katsayılarına göre hiyerarşik dizilim



BÖLÜM V

SONUÇLAR

1. İnceleme alanında Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı Niğde Grubu Metamorfitleri, Üst Kretase öncesi Sineksizyayla Metagabrosu ve Üçkapılı Granitoyidi, Paleozoyik'e ait Gümüşler, Kaleboynu ve Aşıgediği formasyonları ve uyumsuz olarak Senozoyik'e ait Çamardı formasyonu gelmiştir. Bunun da üzeri Kuvaterner'e ait yamaç molozu ve alüvyon ile örtülmüştür.
2. Bölgedeki cevherleşmelerin hemen hemen tamamı K-G yönünde yerleşmiştir. Cevherleşme 40-80⁰ batıya eğimlidir. Eni 1-15 m arası değişmekte, 20-50 m arası derinliklerde bulunmakta, 20-100 m uzunluk göstermektedir.
3. Cevher, Aşıgediği formasyonunun üst seviyelerindeki mermerin fay hatlarında ve zayıf zon olarak seçtiği mermer ile kuvarsit dokanağında gözlenmiştir.
4. Mineral parajenezinin belirlenmesi ve bu cevher minerallerinin yapı ve dokularının özelliklerine göre jenezi hakkında yorum yapabilmek için çok sayıda parlak kesitler hazırlanmış, ve bunların cevher mikroskopisi altında incelenmeleri sonucu; birincil cevher minerali olarak siderit, fahlerz, kalkopirit, pirit, antimuan, zinober, galenit ve sfalarit belirlenmiştir. Bu cevher minerallerinin alterasyonu sonucu da malahit, azurit ve limonit açığa çıkmıştır. Gang mineralleri olarak kalsit, barit ve kuvars yaygın olarak bulunmaktadır.. Siderit'ten dönüşen Götit Armutbeli demir cevherleşmesinin ekonomik cevher mineralidir.
5. Mostra ve ana yataktan alınan çok sayıdaki cevherli numunelerin kimyasal analizleri sonucunda, yukarıda belirtilen cevher minerallerini oluşturan Fe, Ag, Au, Cu, Pb, Zn gibi elementlerin varlığı belirlenmiştir.
6. Gerek cevherleşme yapısının arazi bazındaki özellikleri, gerekse yüksek sıcaklıkta oluşabilen cevher minerallerinin varlığı cevherleşmenin plütonik bir kütlede türeyen metal iyonlarınca zengin eriyiklerinin hidrotermal metazomatik olarak oluşturduğu düşünülmektedir.
7. Niğde Masifi'nin diğer bölgelerinde yer alan demir cevherleşmelerinin oluşumlarına göre sedimanter ve hidrometazomatik yataklar olarak ele alınmış, her biri bir çok yer

bilimci tarafından ayrı ayrı incelenmiş, mevcut Cu-Pb-Zn ve Sb-W-Hg cevherleşmeleri de genel hatlarıyla anlatılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda bu çalışmada elde edilen sonuçlar bölgede yürütülen diğer söz konusu çalışmalarla elde edilen sonuçlara büyük benzerlikler göstermektedir. Armutbeli Fe-Cevherleşmesi de Niğde Masifi metalik maden yataklarının oluşumu ile birlikte ele alınmalı ve değerlendirilmelidir.

8. Armutbeli Fe-Yatağı % 43.40 Fe ve % 9.16 SiO₂ tenör içerikli ve 240.000 ton muhtemel rezerve sahiptir. Buna göre, demir cevheri olarak işletilebilir özellikte ancak istenmeyen silis oranı oldukça fazladır. Cevher içerisinde bulunan Au, Ağ, Pb, Zn, Sb, W, Hg elementleri ile birlikte değerlendirildiğinde ekonomik olabilecek bir potansiyele sahiptir.



KAYNAKLAR

- Akçay, M., (1995), "Gümüşler (Niğde) Yöresi Sb+Hg+W cevherleşmelerinin Jeolojik, Mineralojik ve Altın Potansiyeli Yönünden İncelenmesi", T.J.K. Bülteni, C.38, 23-34.
- Atabey, E., Göncüoğlu, M.C. ve Turhan, N., (1990), "1:100000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kozan J-19 Paftası", M.T.A. Yayınları, 28s.
- Aytuğ, G., (1964), "Niğde-Çamardı Demir Zuhurları", M.T.A. Derleme Raporu, No: 3722, (Yayımlanmamış).
- Beckman, P.H., (1966), "The Poliecene and Quaternary Volcanism in the Hasandağ-Melendiz Region", M.T.A. Bul., 66, 90-106.
- Blumenthal, M., (1941), "Niğde ve Adana Vilayetleri Dahilindeki Torosların Jeolojisine Umumi Bakış", M.T.A. Yayınları, Seri B, No: 6.
- Blumenthal, M., (1952), "Toroslarda Yüksek Aladağ Silsilesinin Coğrafyası, Stratigrafisi ve Tektoniği Hakkında Yeni Etüdlar", M.T.A. Yayınları, No: 6, 179 s.
- Bureau of Mines, (1992), "Mineral commodity summaries"; united states deprt. Interior, Bureau of mines, 204 s.
- Brennich, G., (1956), "Niğde' nin Doğusundaki Demir Cevheri Zuhurları", M.T.A. Derleme Raporu, No: 2467, (Yayınlanmamış).
- Cornelius, S. Ve Hurlbut, J.R., (1982), "Mineraloji", 2. Cilt, doyuran mtb. İstanbul, 315 s.
- Dana, J. D., (1959), "Manuel of Mineralogy", Wiley and Toppan, Tokyo, 17. Baskı, 609 s.
- Dennis, R.A., (1970), "The mineralisation at the mercury-antimony-tungsten mine near Niğde, South Central Turkey", Dep. Of Geology, Univ. College of Swansea, M.T.A. Arşiv, No: 949.
- Göncüoğlu, M.C., (1977), "Geologie des Westlichen Niğde Massivs", Ph.D. Thesis, Bonn Univ., 181s., (Unpublished).
- Göncüoğlu, M.C., (1981a), "Niğde Masifi' nin Jeolojisi", İç Anadolu' nun Jeolojisi Sempozyumu, T.J.K. 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 16-19.
- Göncüoğlu, M.C., (1981 b), "Niğde Masifinde Viridin-Gnaysın Kökeni", T.J.K. Bülteni, C.24/1, 45-51.
- Gross, G. A., (1965), "Geology of iron deposits in Canada", Ottawa, 181 s.
- Henden, I., (1974), "Kayseri-Niğde-Adana il sınırları içinde yapılan prospeksiyon çalışmaları ve Aşılık madeni raporu", M.T.A. Arşiv, No: M-239, (Yayımlanmamış).

Henden, I., (1983), "Uzay görüntülerinden Türkiye çizgisellik haritası ve maden aramaları için hedef sahaların seçilmesi, bölgesel çizgiselliklerin deprem ve sıcak su kaynakları ile ilişkisi", M.T.A. Dergisi, 95/96, 68-76.

İleri, S., (1975), "Antimuan yataklarında jeolojik konum ve jenez ilişkileri", T.J.K. Bülteni, C.18/1, 41-46.

İlhan, E., (1976), "Türkiye Jeolojisi", O.D.T.Ü. Yayınları, No: 51, 239 s.

İmren, L., (1964), "Çamardı kuzeyindeki (48/87 nolu ruhsat sahası) eski antimuan işletmeleri hakkında not", M.T.A. Derleme Raporu, No: 3749, (Yayımlanmamış).

Ketin, İ., (1960), "Anadolu' nun tektonik Birlikleri", M.T.A. Dergisi, C.54.

Kiriş, K., (1994), "Altın; Ekonomik yataklanma tipleri, arama safhaları ve maliyet", Jeoloji Müh. Odası Yayınları, C.44-45, 50-61.

Kleyn, Van der P.H., (1968), "Field report on the Geological and Geochemical Prospection in the Niğde-Çamardı Massif", M.T.A. Derleme Raporu, (Yayımlanmamış).

Kleyn, Van der P.H., (1970), "Recommandation of Exploration for Mineralizations in the SW Part of the Niğde-Çamardı Massif", M.T.A. Raporu, No: 4345.

Kovenko, V., (1944), "Bor Bölgesi İnkışafı", M.T.A. Derleme Raporu, No: 1391, (Yayımlanmamış).

Kuru, D. ve Sezer, İ., (1966), "Niğde civarı antimuan zuhurları prospeksiyonu ön raporu", M.T.A. Derleme Raporu, No: 2381, (Yayımlanmamış).

Kuzvart, M. and Böhmer, M., (1978), "Prospecting and exploration of mineral deposits", Elsevier Scientific pub. Com.

Ohle, E. L., (1972), "Evaluation of iron ore deposits", Econ. Geol., 67,953-964.

Okay, A.C., (1955), "Niğde-Çamardı (Maden) ve Ulukışla Arasındaki Bölgenin Jeolojisi", M.T.A. Raporu, No: 2381.

Oygür ve diğ., (1984), "Niğde Masifi Demir Cevherleşmeleri Maden Jeolojisi Raporu", M.T.A. Raporu, No: 7521.

Özgüneyli, A., (1978), "Niğde-Çamardı Kristalin Masifi genel Prospeksiyon Çalışması ve Demir-Baz Metal-Wolfram ve Altın cevherleşmeleri Hakkında Çalışma Raporu", M.T.A. Raporu, No: 6851, 46s.

Özgür, Z., (1998), "Üçkapılı Granitoidi' nin (Niğde) Jeolojik, Mineralojik, Petrografik ve Jeokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi", Niğde Üniv. Fen Bil. Enst. (Yüksek Lisans Tezi), 112s.,

Poldini, S., (1937), "Bor civarındaki Yapalıağzı boğazı demir yataklarının ziyareti hakkında rapor", M.T.A. Derleme Raporu, No: 471, (Yayımlanmamış).

- P, Ramdohr., (1975) "Erz Mineraliez und Ihre Vamahrunger Statlgort" 574s.
- Sillitoe, R.H., (1990), "Epithermal models (Genetic-types, geometric controls and shallow features)", IUGS-UNESCO Deposits modelling Conference, Ottawa-Canada,
- Tchihatchhef, P.D., (1866-1869), "Asie Mineure, Description Physique de cette contree", Paris.
- Tromp, W., (1942), "Kayseri-Niğde-Tuzgözü Arası Jeolojisi", M.T.A. Raporu, No: 1456,
- Viljoen, M.J. and İleri, S., (1974), "The Geology and Mineralisation of Portion of the Pozantıdağ (Niğde) Massive of South Central-Turkey", Johannesburg Consol. Invest. Co. Ltd. Geol. Res. Dept. Unpubl. Report No: 39, 54s.
- Whitney, D.L. and Dilek, Y., (1997), "Core complex development in Central Anatolia, Turkey", Geology, v.25, No: 11, 1023-1026.
- Yalçın, M.G., (1995), "Gümüşler (Niğde) Bölgesi Polimetalik Antimuan-Civa Cevherleşmesinin Mineralojisi ve Jeokimyasal İncelenmesi", Ç.Ü. Doktora Tezi, 165s.
- Yalçın, M.G. ve Çopuroğlu, İ., (2001), "Niğde Masifi Metalik Maden Yataklarının Mineralojisi ve Jenezi", Yerbilimleri Dergisi, (Baskıda).
- Yetiş, C., (1978), "Çamardı (Niğde) Yakın ve Uzak Dolayının Jeoloji İncelemesi ve Ecemiş Yarılım Kuşağı' nın Maden Boğazı-Kamışlı Arasındaki Özellikleri", İ.Ü.F.F. Doktora tezi, 164s.
- Zitzmann, A., (1977a), "The Iron ore deposits of the USSR", Iron Ore Deposits of Europe and Adjacent Areas da, a. Zitzmann, Hannover, 13-35.
- Zitzmann, A., (1977b), "Iron Ore Deposits of Europe and Adjacent Areas", Hannover.
- Zitzmann, A. Ve Neumann-Redlin, Chr., (1977), "The Iron Ore deposits of Spain, Iron Ore Deposits of Europe and Adjacent Areas da, A. Zitzmann, Hannover, 269-278.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ