



Akdağmadeni (Yozgat) Kurşun-Çinko Yatağının Makro-Mikro Dokusal Özellikleri ve Kökensel Yorumu *Macro-Micro Textures and Genetic Evolution of Lead-Zinc Deposits of Akdağmadeni (Yozgat) Region*

Ali Rıza ÇOLAKOĞLU,

Yurdal GENÇ

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532, Beytepe, ANKARA
(e-posta: alic@hacettepe.edu.tr)

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532, Beytepe, ANKARA
(e-posta: ygenç@hacettepe.edu.tr)

Öz

Bu çalışmada Akdağmadeni ilçesinin doğusunda yer alan (Yozgat I35-c2 paftasında) ve granit çevresindeki metamorfik kayalar içerisinde görülen cevherleşmelerin göstermiş olduğu makro-mikro özellikler sunulmaktadır. Önceki çalışmalarda bu kayalarda yer alan cevherleşmelerin bölgede yer alan granitlerle ilişkili olarak skarn tipinde oldukları belirtilmektedir. Bu çalışmada ise Akdağmadeni Pb-Zn yatağının jeolojik, petrografik, mineralojik, ve yapı-doku özellikleri açısından hem skarn hem de metamorfik yataklara özgü özellikler gösterdikleri belirlenmiş ve cevherleşmelerin literatürde bugüne kadar kabul edildiği gibi sadece granitlerin varlığıyla açıklanabilecek basit bir skarn yatağı olmadığı, hem bölgesel hem de kontakt metamorfik özelliklerin ve / veya etkilerinin birarada gözlemlendiği kompleks bir yatak olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Akdağmadeni, Kurşun-çinko cevherleşmesi, Makro-mikro doku, Metamorfizma

Abstract

In this study, macro and micro ore textures within the metamorphic rocks around the granites of Akdağmadeni Pb-Zn deposit to the east of Akdağmadeni district are presented. In the previous studies the ores were interpreted as a simple skarn type related to granites. However, in this study it is concluded that the Akdağmadeni lead-zinc deposit can be interpreted not only as skarn types but also as metamorphic types on the basis geologic, petrographic, mineralogic and structural-textural properties. Therefore, it is postulated that the Akdağmadeni lead-zinc deposit is a complex deposit in which features and / or effects of both regional and contact metamorphism are observed, rather than being a simple skarn type deposit as revealed by previous studies on the basis of the presence of granite.

Key Words: Akdağmadeni, Lead-zinc mineralizations, Macro-micro textures, Metamorphism

GİRİŞ

Akdağmadeni Pb-Zn yatağı Orta Anadolu Kristalin Masifi (Ketin, 1954) olarak adlandırılan bölgenin kuzeydoğu kesimini oluşturan Akdağmadeni Masifi içinde yer alır (Şekil 1). Yozgat'ın 120 kilometre doğusunda bulunan inceleme ocakları (Yozgat I35-C₂ paftasında) Akdağmadeni ilçesinin 7-8 kilometre kuzeydoğusunda, yaklaşık 26 km²'lik bir alan içinde bulunur (Şekil 1). Bölgesel olarak Akdağmadeni Pb-Zn yatağı Türkiye Tektonik Birliklerinden Anatolit Kuşağı içinde yer almaktadır (Ketin 1966). Ankara-Erzincan Kenet Zonu inceleme alanının kuzeyinde yaklaşık D-B yönünde uzanmaktadır. Bu kenet zonu kuzeyden güneye doğru bir bindirmeyle yer alır

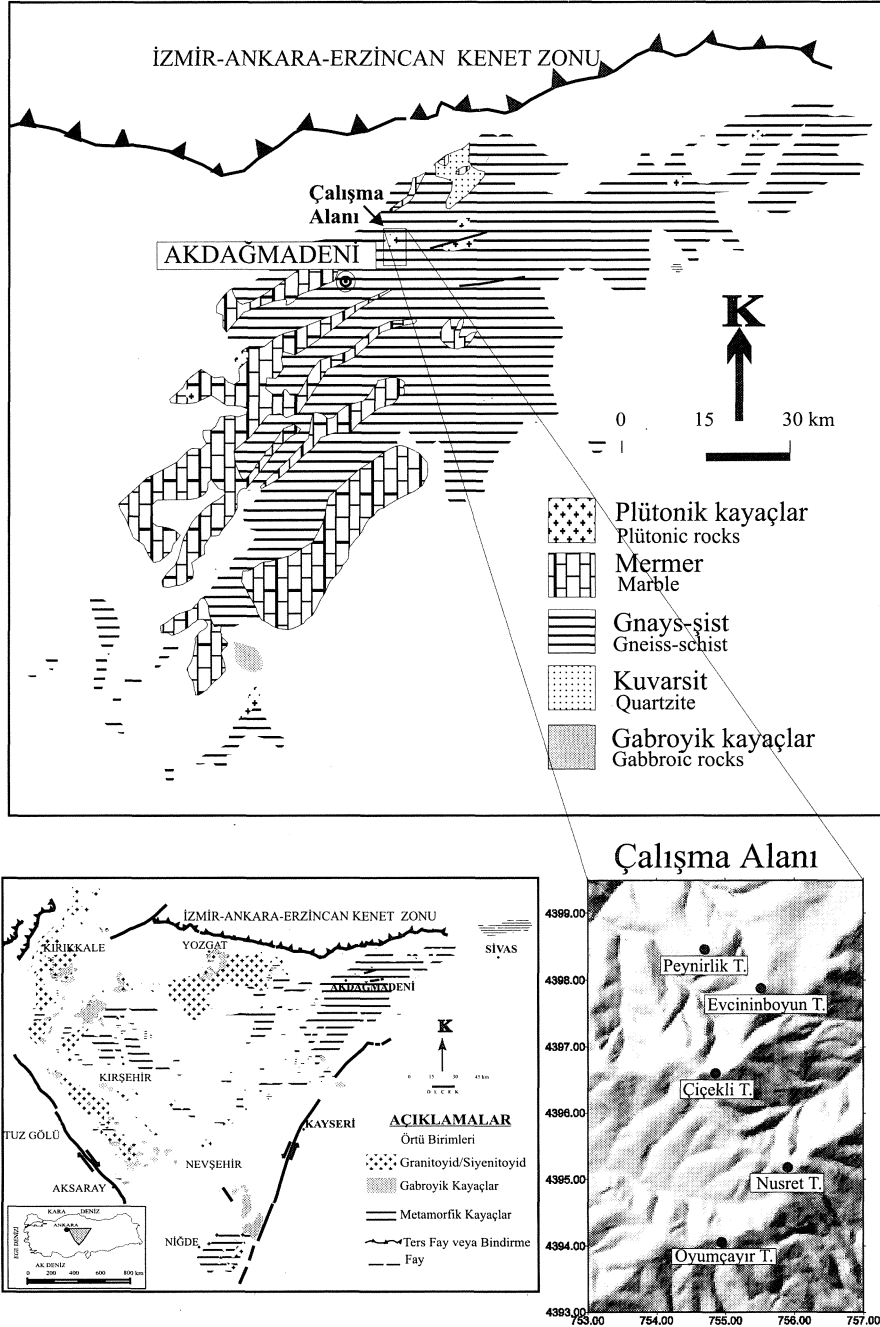
(Şekil 1). Akdağmadeni Pb-Zn yatağının içinde yer aldığı bölge gerek bulunduğu jeolojik çevre açısından gereksede cevherleşmenin metamorfikler içerisinde yer alması ve bu metamorfiklerin granitik kayalar tarafından kesilmesi bakımından ilgi çekicidir.

Akdağmadeni Masifinin de içinde yer aldığı Orta Anadolu Kristalin Masifi Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı metamorfikler (kuvarsit, kalkşist, mermer, amfibolit, kalksilikatik gnays, mikaşist ve gnays), Üst Kreatase yaşlı ofiyolitler (Karakaya Ultramafiti ve Ankara Melanji) ve bunları kesen Üst-Kreatase-Paleosen yaşlı felsik ve mafik bileşimde intrüzif kayalardan (granitoid, siyenitoid ve gabroyik) oluşmaktadır. (Ketin, 1955, 1963; Tülümen, 1980;

Dökmeçi, 1980; Erkan ve Ataman, 1981; Göncüoğlu, 1977, 1981; Seymen, 1982; Tolluoğlu, 1986, Alpaslan, 1993, Yılmaz vd., 1995 ve Yıldız, 1998). Masifin magmatik ve metamorfik kayaları çok geniş alanlarda Tersiyer yaşlı örtü birimleriyle örtülmüştür (Ketin, 1955 ; Göncüoğlu, vd., 1991). Cevherleşme gnays-amfibolit-şist ve mermerlerden oluşan Paleozoyik (?) yaşlı metamorfik seriler içinde yer almaktadır. Bu metamorfitler Paleosen\ Eosen

yaşlı granitik kayaç tarafından kesilmiştir (Vache, 1963; Erkan 1980; Tülümen 1980; Sağiroğlu 1982).

Akdağmadeni bölgesinde ilk çalışmalar Paolo (1908) ile başlar. Raporda bölgenin 1820 den 1877 Osmanlı Rus savaşı kadar devamlı bir çalışmaya sahne olduğu belirtilmektedir. Kovenko (1944) ve Pollak (1958)' m prospeksiyonlarını takiben yapılan cevherleşme ile ilgili en son çalışmalar Vache



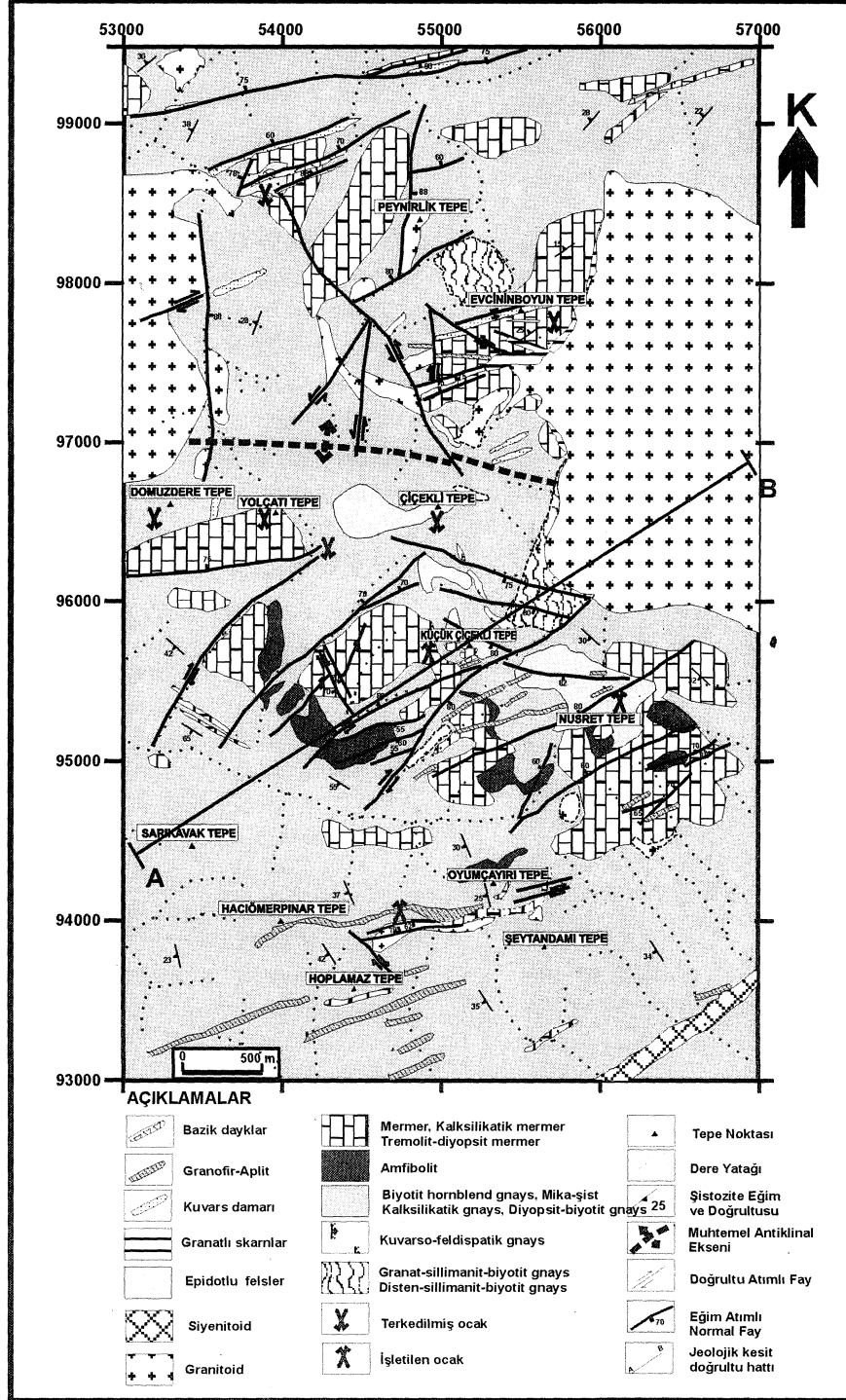
Şekil 1: İnceleme alanının bölgesel jeoloji haritası ve konumu.

Figure 1: Location and geological map of the study area (Modified from Gedik and et al, 1999).

AKDAĞMADENİ KURŞUN-ÇİNKO YATAĞININ MAKRO-MİKRO DOKUSAL ÖZELLİKLERİ

(1963); Tülümen (1980); Sağıroğlu (1982) ve Kuşçu (1997) tarafından yapılmıştır. Önceki araştırmacılar Akdağmadeni yatağının kontak metasomatik tipte gelişmiş bir skarn yatağı olduğunu belirtmişlerdir. Uzun süreden beri işletilmiş olan bu yataкта arama ve üretim çalışmalarına en son 1995 yılında tekrar başlanmıştır. Günümüzde de halen Küçükçiçekli

Tepe, Nusret Tepe ve Oyumçayırı Tepe' de kurşun ve çinko metalleri için işletilmektedir (Şekil 2). 1979-1980 yıllarında işletme yapan şirket (Rasih İhsan) ortalama tenörü %6-7 Zn + % 5-6 Pb olan cevherden flatasyonla 15000 ton/yıl zenginleştirme yaparken 1995 yıllarından sonra yapılan üretimlerde 6000-7000 ton/yıl cevher zenginleştirilmiştir.

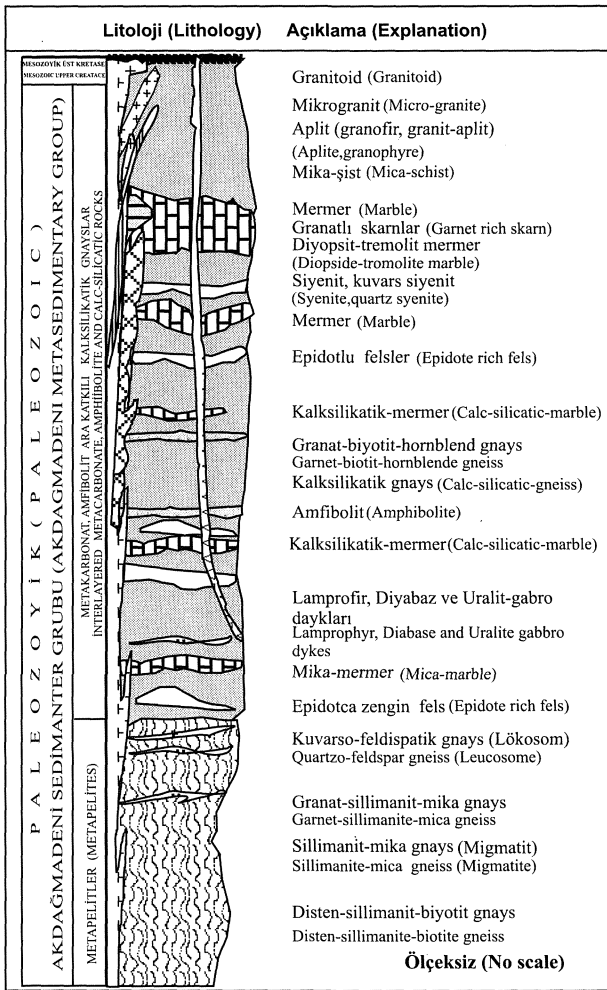


Şekil 2: İnceleme alanının jeoloji haritası (Çolakoğlu, Figure 2: Geological map of the study area. 2000)

YEREL JEOLojİ

İşletilen ocakların ve incelenen sondaj loğlarının da içinde bulunduğu litolojik birimler, metamorfik ve magmatik kayalardan oluşmaktadır (Şekil 2). Bu birimler harita üzerinde ve haritada Küçükçiçekli Tepe'den geçen bir jeolojik kesitte, Küçükçiçekli Tepe'de yer alan bazı sondaj loğlarında da görülmektedir (Şekil 3). Metamorfik kayalar, tabanda metapelitik kayaların saf türevleriyle temsil edilmekte ve üstlerinde, metakarbonat ve amfibolit ara katkılı kalsilikatik gnayslar yer almaktadır. Bu kayalar tabandan tavana uyumlu bir dizilim göstermektedir.

Granitlerin direk olarak mermerlerle olan bağlantı kesimleri skarn zonları olarak tanımlanırken sondajlarda farklı seviyelerde, kalsilikatik gnays ve



Şekil 3: İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (Çolakoğlu, 2000)

Figure 3: Generalized columnar section of study area.

kalsilikatik mermerlerle geçişli ve yer yer ardalımalı epidot, klinopiroksen, tremolit, kuvars, kalsit ± granat içeren minerallerinin görüldüğü yönlenme göstermeyen kayalar ise fels olarak adlandırılmıştır (Şekil 4).

Metapelitler

İnceleme alanı içerisinde yer alan metapelitler stratigrafik olarak alt kesimlerde yer almaktadır. Sondaj kuyularında ve arazide diğer kayalardan kaba bir şekilde gösterdiği bölünmeleri (> 1cm) ve rengi ile bariz bir biçimde ayrılırlar. Sondaj loğlarında stratigrafik olarak en alt seviyelerde görülmüşlerdir. Arazide Evcininboynun Tepe'nin kuzeybatısında ve Küçükçiçekli Tepe'nin kuzeydoğusunda mostraları görülmektedir. Makroskobik olarak gri ve beyazımsı renk tonlarına sahiptirler. İnceleme alanında mikroskobik çalışmalara göre tanımlanan metapelitik kökenli kayalar türleri; granat-biyotit gnays, sillimanit-biyotit gnays, granat-sillimanit-biyotit gnays, sillimanit-mika gnays ve disten-sillimanit-biyotit gnays olarak tesbit edilmiştir (Şekil 4).

Kuvarso-feldispatik gnays (Migmatitler)

Sillimanit-biyotit gnays, disten-sillimanit biyotit pelitik kayaların yüksek sıcaklık koşulları altında açık renkli bileşenlerinin ergimeye başlaması ve bu eriyiklerin göçü şeklindeki oluşumları (neosom) kuvarso-feldispatik gnays olarak değerlendirilmiştir. Karot örneklerinde yer yer yönlenme gösteren kuvars ve feldispatca zengin lükosomların pelitik gnayslar arasına düzensiz şekillerde girmesi sonucu kolayca ayırt edilmektedir. Genellikle pelitik seviyelerin aralarında ve tabanda yer alan pelitik gnaysların yakın kesimlerinde görülürler (Şekil 5). Harita üzerinde Küçükçiçekli Tepe ile Çiçekli Tepe arasında mostraları görülmektedir (Şekil 2). Küçükçiçekli Tepe'de yer alan Kırışbey galerisinde de kuvarso-feldispatik gnays olarak adlandırılan bu kayaların cevherleşmeyle de uyumluluğu izlenmiştir.

Kalsilikatik gnayslar

Haritada gri renkli görülen ve haritanın ana, birimini oluşturan çoğunlukla yarı karbonatlı kayaların oluşturduğu birimlerden biri olan kalsilikatik gnayslar Peynirlik Tepe'nin batısında,

AKDAĞMADENİ KURŞUN-ÇİNKO YATAĞININ MAKRO-MİKRO DOKUSAL ÖZELLİKLERİ

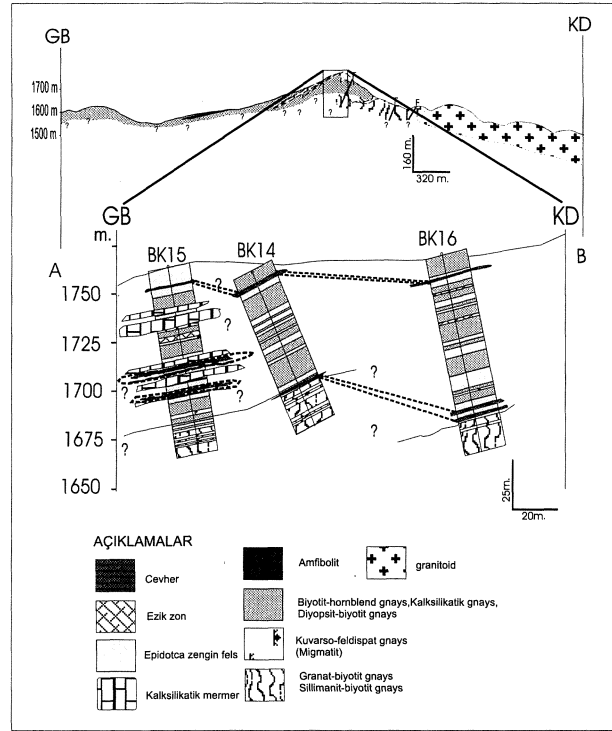
Değirmen Dere içinde oldukça güzel mostra sunmaktadır (Şekil 2). Ayrıca incelenen sondajlarda bu kayalar tanımlanmıştır. Bu kayaların mineralojik bileşimlerini kuvars, plajiyoklaz, skapolit, diyopsit, kalsit, tremolit, titanit \pm granat, grafit ve pirit, kalkopirit, pirotin gibi opak mineraller oluşturmaktadır. Değirmen Dere içinde yer alan kalsilikatik gnayslar sondajlarda tanımlanan kalsilikatik gnayslara göre daha yaygın granat ve grafit içermektedir. İncekesitte birbirlerine her türlü geçişin gözlenebildiği benzer fasiyes koşullarının ürünü yarı karbonatlı bu topluluk içinde makroskobik olarak da izlenen ince biyotit bantlarını da görmek mümkündür. Bu kayalar parajenezlere bağlı olarak diyopsit-biyotit gnays, granat-biyotit-hornblend gnays, hornblend-biyotit gnays, hornblend gnays, tremolit-biyotit gnays gibi petrografik olarak tanımlanmış kayalara geçiş gösterirler.

Amfibolit

Amfibolitlerin petrografik türevlerine inceleme alanında yüzeyde Nusretli Tepe'de, Oyumçayırı Tepe'de, Küçükçiçekli Tepe'nin yamaçlarında ve bu tepedeki incelenen sondajlarda birkaç metre kalınlıklarda rastlanmaktadır. Amfibolitlerde diğer kayalarla aralanmalı olarak görülmektedir. Yüzeyde görülen amfibolitlerin kalınlıkları 50 santimetreden 1 metreye kadar değişmektedir. Küçükçiçekli Tepe'nin güneybatısındaki yamaçlarda izlenen amfibolitlerin kalınlıkları yer yer 5-40 santimetre kalınlıklara kadar incelmektedir buna karşın yüzey yayılımları daha geniştir.

Metakarbonatlar

Ana bileşen olarak %90'ın üstünde karbonat içeren kayalar saf mermer, %50-90 arasında karbonat içeren, kayacıkta ikinci derecede öneme sahip bileşenlerin yer aldığı kayalar saf olmayan metakarbonatlar olarak inceleme alanında yer alırlar. İnceleme alanında gerek sondajlardan gerekse yüzeyde mostralardan belirlenen mermer türleri başlıca, kalsilikatik mermer, diyopsit-tremolit mermer, muskovit-tremolit mermer, mika mermer ve kalsilikatik-kuvars mermer olarak tanımlanmıştır. Bu mermer türleri diğer birimlerle uyumludur ve aralanmalı olarak bulunur (Şekil 5). Haritada görülen mostraları antiklinalin her iki kanadında da belirli bir düzen içinde olup bölgedeki tektonik yapıyı yansıtmaktadır. Bu mermerlerin galeri incelemelerinde yer yer mercek şekilli yapılarda oldukları görülmüştür.



Şekil 4: İnceleme alanında Küçükçiçekli sahasından geçen jeolojik kesit (Çolakoğlu, 2000)

Figure 4: Geological cross section of the study area through to Küçükçiçekli area.

Felsler ve Skarn Zonları

İnceleme alanında sondajlarda farklı seviyelerde, kalsilikatik gnays ve kalsilikatik mermerlerle geçişli ve yer yer aralanmalı, masif ve yönlenme göstermeyen kayalar fels olarak tanımlanmıştır. Felslerde görülen ana mineraller epidot, tremolit, kalsit, kuvars, kilinopiroksen, klorit \pm granattır. Bu ana minerallerin yanısıra daha az olarak vollastonit, vezüviyan, ilvait, titanit, rutil, klinozoisit, aktinolit, fluorit ve opak mineraller bulunur. Önceki çalışmalarda kontak zona yakın yerlerden alınan kayalar bu çalışmada da granitlerin mermerlerle olan direkt bağlantılarından dolayı kontakt metasomatik olarak oluşmuş granatça yaygın skarn zonları olarak tanımlanmıştır. Skarn zonlarındaki minerallerden granatların andradit ve grossular bileşimli, piroksenlerin ise diyopsit-hedenbergit katı çözelti serisine ait, daha çok diyopsit ve salit bileşimli oldukları belirlenmiştir (Tülümen, 1980; Sağiroğlu, 1982 ve Kuşçu 1997). Akdağmadeni Pb-Zn yatağını tüm araştırmacılar (Vache, 1963; Tülümen, 1980; Sağiroğlu, 1982 ve Kuşçu, 1997) bir skarn yatağı olarak değerlendirilmiş ve cevher oluşumunun granite bağlı olarak geliştiğini belirtmişlerdir.

Granitik Kayaçlar

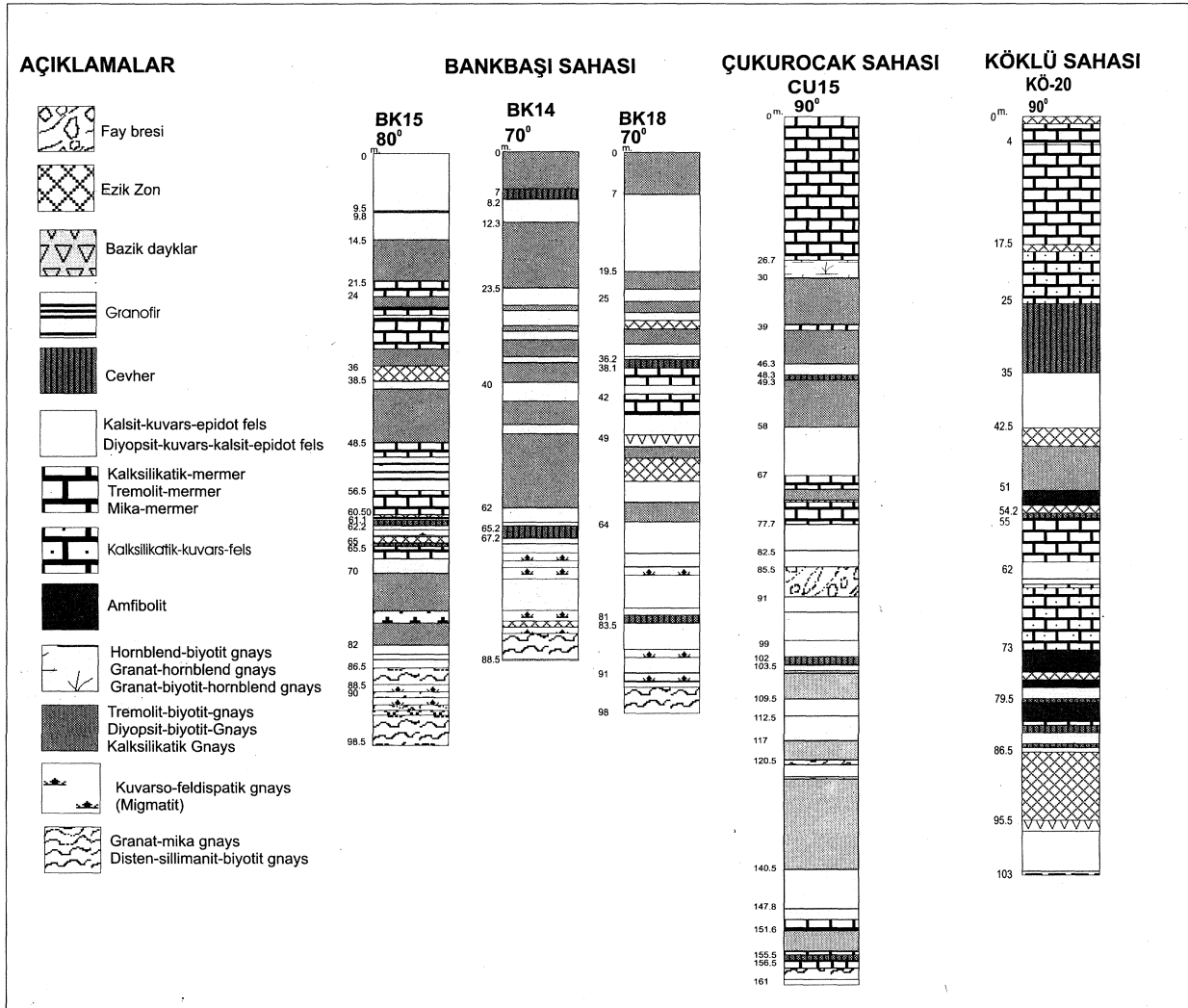
Magmatik kayaçlar granitik ve siyenitik karakterdedir. Granitik kayaçlar modal mineralojik analizlere göre monzogranit bileşimlidir. Ayrıca Tülümen (1980) ve Sağiroğlu (1982)' da bu granitoidlerin monzogranit bileşimli olduğunu ifade etmişlerdir. İnceleme alanında granitik kayaçlar, yaklaşık D-B uzanımlı olarak en geniş mostrasını vermektedir. Haritada en geniş olarak görülen plütonların kenar kesimleri plütonun merkezine göre daha porfirik dokulu olarak iri alkali feldispat içermektedir. Ayrıca çalışma sahasının değişik yerlerinde daha küçük mostralarını görmek mümkündür (Şekil 2). Üst-Kreatase-Paleosen yaşlı bu granitler metamorfizmaları kesmektedir.

Siyenitik Kayaçlar

Siyenitik kayaçlar inceleme alanının güney-doğu'sunda K50-60°D doğrultulu, 150-200 metre genişliğinde bir zon şeklinde uzanmakta ve çalışma alanının dışında da devam etmektedir. Bu kayaçlar, yapılan modal mineralojik analizlere göre siyenit ve kuvars-siyenit bileşiminde oldukları tesbit edilmiştir. Siyenitlerin makro rengi ana granit plütonundan farklı olup, morumsu gri ve yeşilimsi gri arasında değişmektedir.

Dayk ve Damar Kayaçları

İnceleme alanında dayk ve damar kayaçlar, mineralojik bileşimleri açısından iki türde rastlanmaktadır. Bunlar mineralojik bileşimleri plütonik



Şekil 5: Küçükçiçekli (BK14, BK15 ve BK18) Çukurocak (CU15) ve Köklü sahalarında (KÖ20) yapılmış sondaj logları (Çolakoğlu, 2000)

Figure 5: Some drill logs in Küçükçiçekli (BK14, BK15 and BK18) Çukurocak (CU15) and Köklü area (KÖ20) (Çolakoğlu, 2000)

kayaçlara benzer olan ve benzer olmayan dayk/damar kayaçlarıdır. Buna göre inceleme alanında aplit, pegmatit, mikrogranit, kuvars daykı, dole-rit/diyabaz ve uralit-gabro, ve lamprofir türü damar kayaçları belirlenmiştir. Bazik olanlar haritada birleştirilmiş ve bazik damar kayaçları olarak gösterilmiştir. Aplitler tane boyu, renk ve dokusal özellikleri açısından yer yer farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle granit-aplit veya granofir türü kayaç isimlendirmeleri de bu başlık altında ele alınmıştır (Şekil 2). Bu dayk ve damar kayaçlarının kalınlıkları 0.5 metreden 3 metreye kadar değişmektedir. Bu daykaların doğrultularının mevcut fayların genel yönleriyle uyumlu oldukları görülmektedir. Buna göre bu kayaçların doğrultuları inceleme alanındaki genel fayların yönleri gibi genelde kuzeydoğu doğrultulu, daha az oranda ise kuzey-güney ve doğu-batı doğrultuludur.

Fay ve Kıvrımlar

İnceleme alanında kabaca iki ana şistozite eğim yönü egemendir. Bu eğim yönleri güneybatı ve kuzeybatıdır. Harita ölçeğinde bu iki eğim yönünün varlığına neden olan batı-kuzeybatı/doğu-güneydoğu yönlü bir antiklinal eksenini yer almaktadır (Şekil 2). Antiklinal ekseninin uzanımına paralel bir doğrultuda granit intrüzyonu görülür. Dolayısıyla granit intrüzyonunun uzanımı metamorfiklerdeki antiklinal kıvrım eksenlerine yaklaşık paraleldir. İnceleme alanında bu ana kıvrımlı yapıların yanısıra daha küçük ölçekli kıvrımlar da görülmektedir. Yöredeki etkin tektonik hareketler kayaç türlerinin kıvrımlı ve kırıklı bir yapı kazanmalarına neden olmuş ve bölgedeki bu kırıkların doğrultu atımlı, eğim atımlı (normal) ve yan atımlı (oblik) oldukları görülmüştür (Şekil 2). Yüzeyde bindirme faylarının saptanamamasına rağmen Küçükçiçekli sahasındaki Kırışbey galerisinde bindirme fayları görülmektedir.

Bölgede yaygın kırıklanmaların K 60-70° D ve K 70-80° B yönlerinde geliştiği ve daha az olarak diğer kırık ve fayların bunlara yaklaşık diyagonal şekilde oldukları görülmektedir. İnceleme alanında gelişen fayların en yaygın türü eğim atımlı normal faylardır. Eğim atımlı normal fayların eğimleri 50-90° arasında değişmektedir. (Şekil 2). Doğrultu atımlı faylar kırıklı yapıları takip eden bir evrede gerçekleşmiştir. Bu tür fayların cevherleşmenin olduğu alanlarda daha çok sağ yönlü hareketlerle çalışmış olduğu, çalışma alanının kuzey bölümlerinde ise sağ ve sol

yönlü oldukları görülür. Bu faylar ise dik ve dike yakın eğimlidirler. Küçükçiçekli Tepe, Nusret Tepe ve Oyumçayır Tepe'de faylar cevherleşmeden gençtirler.

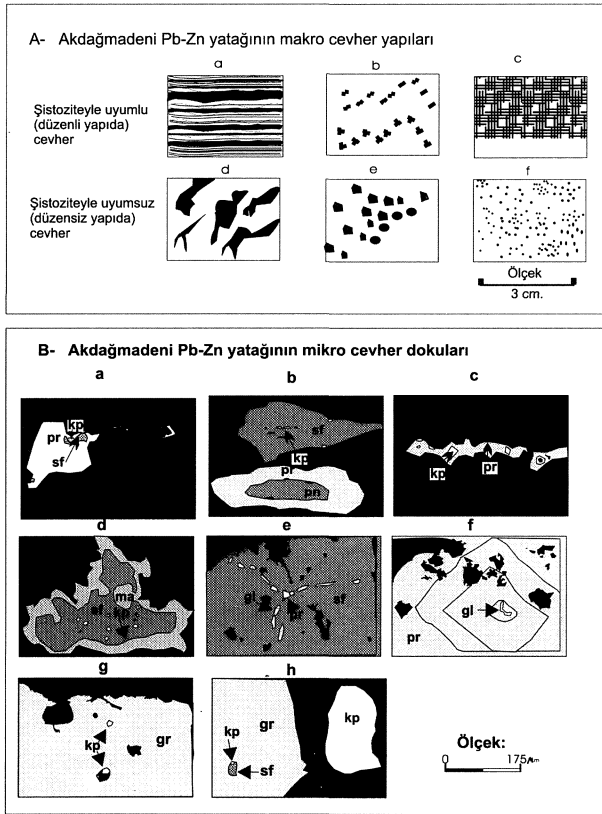
CEVHERLEŞME

Cevher-Yankayaç İlişkileri ve Cevher Tipleri

Cevher yankayaç ilişkileri yüzeyden, yapılan sondajların karot incelemelerinden ve ayrıca yeraltı galeri çalışmalarından belirlenmiştir. İnceleme alanında Peynirlik Tepe, Evcininboyun Tepe, Küçükçiçekli Tepe, Nusret Tepe ve Oyumçayır Tepe'lerinde 1995-1998 yılları arasında toplam 71 sondaj yapılmış (Şekil 2) ve bu sondajlardan cevherleşmelerin düşey yöndeki ilişkileri saptanmıştır. Bu makalede Küçükçiçekli T. (BK14, BK15 ve BK18) Nusret T. (CU15) ve Oyumçayır Tepe'lerinde (KÖ20) bulunan sondajlar gösterilmiştir (Şekil 5) bu sondajların derinlikleri 88.5-98.5 metre arasında değişmektedir.

İncelenen cevherli örnekler toplam modal mineralojik olarak en çok %60 sülfür ve metal oksit minerali içermektedir. Modal mineralojik olarak %30 dan fazla sülfür ve oksit minerali içeren cevherler "masif cevher", geometrik olarak en az 2-3 cm kalınlıktaki bandlı (% 10-20 Pb+Zn) cevherler "zengin cevher" ve saçınımlı olan cevherler ise "fakir cevher" olarak tanımlanmıştır. Evcininboyun Tepe'de cevherleşme granit mermer kontağına yakın skarn zonları içinde yer alırlar. Buradaki cevher mineralleri manyetit ve kalkopiritce zengin iken sfalerit ve galenit toplam %1 den az miktarda görülmüştür. Buradaki sondajlarda zengin cevher seviyelerine rastlanmamıştır. Buna karşın Küçükçiçekli T. (BK14, BK15 ve BK18) Nusret T. (CU15) ve Oyumçayır Tepelerindeki (KÖ20) sondajlarda farklı derinliklerde zengin cevher seviyeleri içermektedir (Şekil 5). "Zengin cevher" pelitik gnaysların üstünde yer alır ve genelde felslerle birlikte. Buradaki cevherler farklı kalınlık ve derinliklerde yaklaşık 90 metrelik bir zon içinde yer alır. Bu zon içindeki cevher seviyeleri birkaç santimetreden 8 metreye kadar değişen kalınlıklarda 2 ila 4 farklı seviyede bulunur (Şekil 5). Fakir cevher ise kalksilikatik gnays, kalksilikatik mermer, fels ve tabanda yer alan metapelitik gnayslarda görülmektedir.

Cevherler yapısal özellikleri açısından düzenli ve düzensiz olmak üzere iki grupta incelenmiştir.



Şekil 6: A) Akdağmadeni Pb-Zn yatağındaki makro cevher tiplerinin şematize görünümleri a. şistoziteye uyumlu / laminalı-bantlı. b. saçınımlı-mikro kıvrımlı, c. masif bantlı. d. mercekk-budin. e. karbonatlarda benekli, f. saçınımlı. B) Akdağmadeni Pb-Zn yatağındaki mikro cevher dokuları, a.sillimanit-biyotit gnaysda pirit (pr), kalkopirit (kp) ve sfaleritin (sf) şistoziteyle paralel yönlü dokusu. Örnek No: BK18-14. b. granat-mika gnaysda kalkopirit (kp), sfalerit (sf) ve pirotinin (pn) pirit (pr) içinde şistoziteyle uyumlu yönlü dokusu. Örnek No: CU15-13. c. kalkopirit (kp) kapanımlı piritin (pr) sillimanit gnaysdaki mikrobudinaj dokusu. Örnek No: BK18-14. d. kalkopirit (kp) kapanımlı sfaleritin (sf) manyetit (ma) tarafından kuşatılması. Örnek No: CU15-10. e. sfaleritin (sf) merkezde pirit (pr) ve galenitle (gl) olan rekristalizasyon dokusu. Örnek No: KÖ20-6. f. merkezdeki kalıntı galenit (gl) tanesinden itibaren gelişen piritteki (pr) zonlu doku. Örnek No: BK15-26. g. granat-sillimanit-biyotit gnaysda almandin bileşimli granattaki kalkopirit (kp) kapanımı. Örnek No: BK15-32. h. granat-mika-gnaysda almandin bileşimli granatta sfalerit (sf) ve kalkopirit (kp) kapanımı. Örnek No: CU15-13 (Çolakoğlu, 2000'den derlenmiştir)

Figure 6: A) Schematised pictures of observed macro ore types in Akdağmadeni Pb-Zn deposits, a. conformable to foliated plane/laminated-banded, b. laminated-micro folded, c. massive banded, d. lensoid-boudine. e. mottled formes in carbonates, f disseminated. B) Micro observed ore textures in Akdağmadeni Pb-Zn deposits, a. foliated-lineated textures of chalcopyrite (kp) sphalerite (sf) and pyrite (pr) in sillimanite biotite gneiss. Sample No: BK18-14. b. foliated-lineated chalcopyrite (kp) in sphalerite (sf) and phytotite (pn) in pyrite (pr) in garnet-biotite gneiss. Sample No: CU15-13. c. photomicrograph of micro boudine of pyrite (pr) with chalcopyrite (kp) inclusions from sillimanite gneiss. Sample No: BK18-14. d. sphalerite (sf) with chalcopyrite (kp) inclusions surrounded by magnetite (ma). Sample No: CU15-10. e. recrystallization of sphalerite (sf) with galena (gl) and pyrite (pr) crystal, f photomicrograph of zoned pyrite (pr) with relict galena (gl) crystal at center. Sample No: KÖ20-6. g. chalcopyrite (kp) inclusions sphalerite (sf) in almandine type garnet from garnet-sillimanite-biotite gneiss. Sample No: BK15-32. h. chalcopyrite (kp) inclusions in almandine type garnet from garnet-mica gneiss. Sample No: CU 15-13

Düzenli yapıdaki cevher mikro kıvrımlı ve bantlı özelliklerde iken, düzensiz yapıdaki cevher mercekk-budin, benekli ve saçınımlı olarak bulunur (Şekil 6A). Düzenli cevherler şistoziteye uyumlu bantlı özellikler sunarlar. Bantlı cevher seviyeleri birbirine yakın (25-30 metre) sondaj loğlarında bile birbirleriyle tam olarak korele edilememektedir. Bu durum galeri incelemelerinde de gözlemlendiği gibi cevherlerin yer yer mercekklendiğini göstermektedir. Ayrıca felslerle birlikte görülen cevher minerallerinin yanı sıra hiç skarn minerallerinin görülmediği metakarbonatlarda iri kristalli cevher mineralleri de görülmektedir. Bunun yanı sıra skarn yataklarına özgü olmayan mikro dokular belirlenmiştir (rekristalizasyon, mikro kıvrımlı cevher bantları, deformasyon ve yönlü dokular gibi). Özellikle Küçükçiçekli ve Çukurocak sahalarında tabanda yer alan metapelitik gnayslarda deformasyon ve yönlü dokular yaygın olarak görülmüştür (Şekil 6B: a, b, c). Bu dokular incelenen diğer sondaj loğlardaki metapelitik kayalarda da görülmektedir. Küçükçiçekli sahasının bankbaşı sondajlarından BK15-26 nolu kuvars-kalsit fels olarak tanımlanan örneğinde merkezde galenit kapanımlı detritik pirit tanesinden itibaren gelişen zonlu pirit görülmektedir (Şekil 6B: f) Ayrıca pirit ve kalkopiritce zengin opak minerallerin görüldüğü mikro kıvrımlı bantlı doku yine Küçükçiçekli sahasındaki sondajlarda gnayslarda gözlenmiştir (Şekil 6A: b). Yine bu sahaların tabanda yer alan metapelitik gnayslarında pirsipit grubu granatlarda ve biyotitlerde pirit ve kalkopirit kapanımları gözlenmektedir (Şekil 6B: g, h). Çukurocak sahası CU15 nolu sondajda 150-160 metreleri arasında skarn yataklarına özgü olmayan sfalerit ve galenitleri kuşatan manyetitler gözlenmiştir (Şekil 6B: d). Köklü sakası KÖ20-6 nolu örnekte gözlenen rekristalizasyon dokusu (Şekil 6B: e) ve bu sondajlarda gözlenen makro budin dokuları (Şekil 6A: d) bu çalışmada ortaya konulan yeni gözlemlerdir.

Akdağmadeni Pb-Zn yatağında birincil sülfür ve oksit mineralleri sfalerit, galenit, pirit, kalkopirit, pirotin, markazit, bornit, molibdenit, sülfotuzlar, manyetit, hematit, ilmenit, rutil, ikincil mineraller limonit, seruzit, martit, muşketofit, kalkozin ve kovelindir. Ayrıca yankayaç ve cevherler içinde yaygın olarak "grafit" gözlenmektedir. Gang mineralleri granat, klinopiroksen, epidot, tremolit, kalsit, kuvars, klorit ve daha az vezüviyan, vollastonit, aktinolit, klinozoisit, titanit, fluorit ve ilvaittir. Ayrıca mermer ve siyenit içinde fluorit ve barit damarcıkları görülür.

SONUÇ VE YORUM

Harita ölçeğinde Evcininboynun sahasında granit-mermer dokanaklarında başlıca granat, piroksen ve epidot minerallerinden oluşan skarn zonları ayırtlanabilmektedir. Ancak granit-mermer dokanağında gelişen ve yer yer cevher içeren bu skarn zonlarının dışında yatakta gözlenen kökensele açıdan önemli diğer dokusal özellikler ve anlamları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Sondaj loğlarında cevherlerin farklı seviyelerde yer yer şistoziteyle uyumlu bantlı olması (Şekil 6A: a, c) ve yatağın stratiform yataklardaki gibi uzun mesafelerde takip edilebilmesi (Domuzdere Tepe, Küçükçiçekli Tepe, Nusret Tepe, Oyumçayır Tepe ve buradan inceleme sahası dışında batıya doğru devam etmektedir) cevher oluşumunun granitle sınırlı olmadığını ifade etmektedir.

Mikrokıvrımlı cevher dokusunun (Şekil 6A: b) varlığı, cevherlerin içinde bulunduğu kayaçla aynı deformasyona uğradığını gösterir.

Küçükçiçekli sahasında bulunan Kıracıbey galerisinde, cevherlerin yer yer mercek-band şeklinde görülmüş olması ve karot örneklerinde de mercek-budün şekilli dokuların varlığı. Bu cevher şekilleri skarn yataklarında gözlenen cevher geometriğine uymamaktadır (Şekil 6A: d). Budün yapıları cevherin deformasyonun etkisinde kaldığını gösterir.

Akdağmadeni yatağında skarn minerallerinin görülmediği karbonatlı seviyelerde rekristalize, iri kristalli sfalerit ve galenitlerin varlığı (Şekil 6A: e) rekristalizasyon etkisinde kaldığını gösterir.

Tabanda yer alan pelitik gnayslardaki kalkopirit, pirit, sfalerit, ve pirotin gibi minerallerde mikrobudünaj ve yönlü dokuların (deformasyon) görülmesi (Şekil 6B: a, b, c) metamorfik ve deformasyon etkilerini ifade eder.

Bazı sfalerit ve galenitlerin manyetitler tarafından kuşatılması (Şekil 6B: d) skarnlar için öngörülen metal zonlanmasma uymamaktadır.

Sfaleritlerde bazı rekristalizasyon dokularının varlığı (Şekil 6B: e) metamorfik bir etkiyi göstermektedir.

Merkezde galenit kapammlı detritik pirit tanesinden itibaren gelişen zonlu piritin varlığı (Şekil 6B: f) daha sonraki metamorfizma veya granit etkisini

göstermektedir. Ayrıca detritik pirit metamorfizma öncesi bir oluşumu ifade eder.

Pelitik gnayslardaki granatlarda ve biyotitlerde sfalerit, kalkopirit ve pirit kapanımlarının saptanması (Şekil 6B: g, h) pirit, sfalerit ve kalkopirit gibi cevher minerallerinin bölgesel metamorfizmadan önce var olduğunu göstermektedir.

Cevher içermeyen kalkilikatik mermer ve kalkilikatik gnayslarda da yaygın olarak grafitin görülmüş olması köken kayacın organik maddece zengin olduğunu göstermektedir. Sedimanter Pb-Zn-Cu yataklarında organik maddece zengin köken kayacın cevherlerin çökeliminde indirgen ortam sağladığı bilinmektedir (Evans, 1993).

Yukarıda verilen gözlem ve bulgular Akdağmadeni'nde metamorfizma içinde granit intrüzyonundan önce Zn, Pb ve Cu metal zenginleşmelerinin varlığına işaret etmektedir. Diğer taraftan ilk defa Genç'in (1998) tanımladığı Başçatak Zn-Pb-Cu sülfür yatağı Akdağmadeni Pb-Zn yatağının 15 kilometre güneybatısında yer almaktadır. Başçatak yatağı cevherlerinde Genç (1998) makro-mikro ölçekte, rekristalizasyon, deformasyon ve remobilizasyon gibi metamorfik etkiler saptanmıştır. Araştırmacıya göre Başçatak yatağı, içinde bulunduğu kayaçlarla aynı metamorfizma ve deformasyon özellikleri göstermektedir. Araştırmacı yatakta ve yatağın yakın çevresinde herhangi bir intrüzyonun varlığını ve etkisini saptamamıştır. Ayrıca Genç (1998) tarafından Başçatak'ta saptanan cevher minerali parajenezleriyle Akdağmadeni'nde bu çalışmada saptanan parajenezler hemen hemen aynıdır.

Aynı masifte metamorfizma içinde granitik intrüzyonların etkilerinin gözlenmediği kesimlerde Akdağmadeni yatağında gözlenen cevher minerali parajenezlerine sahip bir yatağın (Başçatak) varlığı, granitlerin sokulum yapmasından önce metamorfizma içinde metal zenginleşmelerinin bulunduğunu kanıtlamaktadır. Bu nedenle jeolojik, makro-mikro yapı-doku ve parajenez özelliklerine göre granit sokulumlarıyla Akdağmadeni Pb-Zn yatağının ilişkisi kökensele olmaktan ziyade, ikincil olmalıdır. Granitlerin cevher oluşumundaki rolü metamorfizma içindeki birincil metal konsantrasyonlarının yeniden şekillendirilmesi ve rekristalizasyon gibi ikincil etkilerle sınırlı olmalıdır. Sonuç olarak jeolojik veriler, makro-mikro dokusal özellikler ve cevher parajenezleri dikkate alındığında Akdağmadeni Pb-Zn

yatağının kökensel açıdan sadece granitlerle ilişkili skarn tipi bir yatak olmayıp hem bölgesel, hem de kontakt metamorfik özelliklerin birlikte gözlemlendiği kompleks bir yatak olduğu ifade edilebilir.

KATKI BELİRTME

Yazarlar arazi çalışmalarının yapılmasına ve sondaj karotlarının incelenmesine olanak sağlayıp katkı gösteren şirket yetkililerine ve emeği geçen şirket çalışanlarına ve ayrıca çalışmaların çeşitli aşamalarındaki bilimsel görüşlerinden ve eleştirilerinden dolayı Prof. Dr. Berkin SALANCTya teşekkür ederler.

EXTENDED SUMMARY

Akdağmadeni Pb-Zn deposit is situated in Central Anatolian Crystalline Complex, 110 km east of Yozgat. In this study macro-micro ore textures within the metamorphic rocks around the granites of Akdağmadeni Pb-Zn deposit are presented. In the study area metamorphic rocks are represented by metapelites at the bottom with quartzo-feldspathic gneisses. These rocks are overlain by calc-silicatic gneisses intercalated by metacarbonate and amphibolite. Fels type rocks are incorporated within this sequence at different levels. They are intruded by Upper Cretaceous - Paleocene granite.

In terms of modal mineralogy, ores containing more than 30% sulphide and oxide minerals were defined as "massive ore", whereas those with more than 2-3 cm thick bands containing 10-20 % Pb +Zn were defined as "rich ore". Those in disseminated type were named as "poor ore". Rich ore is generally associated with fels type rocks which are located over the metapelitic gneiss. The ore is located in a 90m. thick zone extending at different depths and thicknesses. Ore levels comprise several cm up to 8m thick bands located at two to four different levels. "Poor ore" is located within the calc-silicatic gneiss, calc-silicatic marble, fels and metapelitic gneiss at the bottom. In terms of structural properties, ore has been studied in two distinct groups named as "regular" and "irregular". Regular type ore is characterized by micro-folded and banded forms, whereas irregular type is represented by lensoid-boudine, disseminated, nodule-pocket-lens and mot-tled forms.

Primary sulphide and oxide minerals of Akdağmadeni lead-zinc deposit are sphalerite, galena, chalcopyrite, pyrrhotite, marcasite, bornite, molybdenite, sulfosalt, magnetite, hematite, ilmenite, rutile. Secondary minerals are limonite, cerussite, martite, mushketovite, chalcocite and covellite. Furthermore, graphite is commonly observed in ore and wall rocks. Garnet, clinopyroxene, epidote, tremolite, calcite, quartz, chlorite and to a lesser extent vesuvianite, wollastonite, actinolite, clinozoisite, titanite, fluorite and ilvaite are gang minerals. Fluorite and barite veinlets are also observed in marble and syenite rocks.

On the Evcininboyun area skarn zones composed of garnet, pyroxene and epidote minerals can be observed along granite-marble contact. Apart from these features, genetically important textural properties and their meanings are as follows:

Ore is mostly banded and parallel to the schistosity in the different levels (Fig. 6A: a, c) Besides the ore body can be followed for several of kilometers towards west.

-Microfolded ore texture (Fig. 6A: b) is the proof that the ore body was deformed together with the rocks which is involved.

In Kıraçbey gallery (Küçükçiçekli area), the ore is lenticular to banded in places. Besides the core samples including lenticular to boudinage textures. These ore geometries do not resemble to the ore geometries encountered in skarn deposits (Fig. 6A: d). boudinage structures indicate that the ore body was effected by deformation.

In Akdağmadeni deposits carbonate levels where skarn minerals are absent the existence of large recrystallized sphalerite and galenite minerals indicate recrystallization. (Fig. 6A: e).

The existence of microboudinage and lined textures (deformed) in chalcopyrite, pyrrhotite, sphalerite and pyrrhotite minerals within the pelitic gneisses indicate metamorphism and deformation effects. (Fig. 6B: a, b, c).

The existence of sphalerite and galena surrounded by magnetite (Fig. 6B: d) do not coincide with the metal zonation proposed for skarns.

The presence of zoned pyrrhotite growing from detritic pyrrhotite containing galena inclusion indicate

AKDAĞMADENİ KURŞUN-ÇİNKO YATAĞININ MAKRO-MİKRO DOKUSAL ÖZELLİKLERİ

metamorphism or the influence of granite (Fig. 6B: f). Besides detritic pyrite shows a pre-metamorphic metal source.

Chalcopyrite, sphalerite and pyrite inclusions within the garnet and biotite in pelitic gneisses (Fig. 6B: g, h) indicate the existence of pyrite, chalcopyrite and sphalerite minerals prior to regional metamorphism.

These observation and data indicate the Pb, Zn and Cu enrichment within the Akdağmadeni metamorphics prior to granite emplacement. The Başçatak Pb-Zn-Cu sulfid deposit situated 15 km. southwest of the Akdağmadeni, first described by Genç (1998) also indicates metamorphics features.

In view of geologic, petrographic, mineralogic and structural-textural properties, the Akdağmadeni lead-zinc deposit exhibits similarities to those of both skarn and metamorphic types. Therefore, it is postulated that the Akdağmadeni lead-zinc deposit is a complex deposit in which features and / or effects of both regional and contact metamorphism are observed, rather than being a simple skarn type deposit as revealed by previous studies on the basis of the presence of granite.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Alpaslan, M., 1993, Yıldızeli yöresinin petrografik incelenmesi. Doktora Tezi. (yayınlanmamış), C.Ü.359s.
- Çolakoğlu, AR., 2000, Akdağmadeni (Yozgat) yöresi kurşun-çinko, fluorit ve barit yatak ve zuhurlarının jeolojik ve kökensel incelenmesi. H.Ü. Doktora tezi. 162s, (yayınlanmamış).
- Dökmeci, L., 1980, Akdağmadeni yöresinin jeolojisi. M.T.A. Rapor No: 6953. 37s.
- Erkan, Y., 1980, Orta Anadolu Masifi'nin kuzey-doğusunda (Akdağmadeni - Yozgat) etkili olan bölgesel metamorfizmanın incelenmesi. T.J.K. Bül, c.23, 213-218.
- Erkan, Y. ve Ataman G., 1981, Orta Anadolu Masifi (Kırşehir yöresi) metamorfizma yaşı üzerine K/Ar yöntemi ile bir inceleme. H.Ü. Yerbilimleri, 8, 27-30.
- Evans, M.A., 1993, Ore geology and industrial min-

erals an introduction. Blackwell scientific publications, Oxford, third edition. 390 p.

- Genç, Y., 1998, Başçatak-Akdağmadeni (Yozgat) Zn-Pb-Cu sulfide deposit: an example of metamorphosed sulfide deposit in the Akdağmadeni massif. Third International Turkish Geology Symposium Abstracts book. p. 69. ANKARA
- Göncüoğlu, M.C., 1977, Geologie des westlichen Niğde Massive, Ph.D Thesis, Bonn University, 167 p.
- Göncüoğlu, M.C., 1981, Niğde masifinin jeolojisi. T.J.K. 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı "İç Anadolunun Jeolojisi Sempozyumu", 16-19, ANKARA
- Göncüoğlu, M.C., Toprak, V., Kuşçu, İ., Erler, A. ve Olgun, E., 1991, Orta Anadolu Masifi'nin batı bölümünün jeolojisi, Bölüm 1: Güney Kesim. TPAO Rep., No. 2909,140p.
- Ketin, İ., 1954, Yozgat bölgesinin jeolojik löveri hakkında rapor: M.T.A. Enst. Derleme Rap. No:2141, 50s., Ankara (Yayınlanmamış).
- Ketin, İ., 1955, Yozgat bölgesinin jeolojisi ve Orta Anadolu Masifinin tektonik durumu. Türkiye Jeol. Kur. Bult., v. 6, 1-40.
- Ketin, L., 1963, 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Kayseri Paftası. M.T.A. Yay., 83s.
- Ketin, L., 1966, Tectonic units of Anatolia (Asia Minor). M.T.A. Bull, v. 66, 23-34. Kovenko, V., 1944, Akdağ bölgesindeki eski madenler hakkında rapor. M.T.A. Ens., Arşiv No: 1604, Ankara.
- Kuşçu, İ., 1997, Mineralogical and geochemical composition of skarns in the Akdağmadeni, Akçakışla and Keskin districts, Central Anatolia, TURKEY, Ph.D. studies in the Middle East Technical University p., 192.
- Paolo, S., 1908, Akdağ gümüş madeni raporu. M.T.A. Arşiv No: 392 (yayınlanmamış).
- Pollak, A., 1958, 1957 yılında Akdağmadeni - Yıldızeli sahasında yapılan prospeksiyon. M.T.A. Arşiv No:2679. (yayınlanmamış).
- Sağiroğlu, A., 1982, Contact metasomatism and ore deposition of Lead- Zinc deposits of

- Akdağmadeni, Yozgat, Turkey: Londra Üniversitesi (Yayınlanmamış) Doktora tezi, 324s.
- Seymen, İ., 1982, Kaman dolayında Kırşehir masifinin Jeolojisi: İ.T.Ü., Doçentlik Tezi, 164 s., (Yayınlanmamış).
- Tolluoğlu, A.Ü., 1986, Orta Anadolu Masifinin güneybatısında (Kırşehir yöresinde) petrografik ve petrotektonik incelemeler. H.Ü. Fen Bil. Ens. Doktora tezi (yayımlanmamış), 237s., Ankara.
- Tülümen, E., 1980, Akdağmadeni yöresinde petrografik ve metaloj enik incelemeler: Doktora tezi, K.T.Ü. Fen Fakültesi Yayını, 157s. (yayınlanmamış).
- Vache, R., 1963, Akdağmadeni kontak yatakları ve bunların Orta Anadolu Kristalinine karşı olan jeolojik çerçevesi. M.T.A. Enst. Bult., v. 60 s. 22-36.
- Yıldız, M., 1998, Akdağmadeni (Yozgat) doğusunda yer alan metamorfik birimlerin jeolojik petrografik incelenmesi. Doktora tezi: Ankara Üniv. 185 s.
- Yılmaz A., Uysal, T., Bedi, Y., Yusufoglu, H., Havzoğlu, T., Ağan, A., Göç, D ve Aydın, N., 1995, Akdağ Masifi ve dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi No. 117, 125-138.

Makalenin geliş tarihi: 29.05.2000

Makalenin yayma kabul edildiği tarih: 24.01.2001

Received May 29, 2000

Accepted January 24, 2001