

AKÜ FEMÜBİD 18 (2018) 015801 (648-663)

AKU J. Sci. Eng.18 (2018) 015801 (648-663)

DOI: 10.5578/fmbd.67032

Madenköy (Ulukışla/Niğde) Yöresi Karbonat Yan Kayaçlı Au-Ag-Zn±Pb Yatağının jeolojisi ve jeokimyası

Asuman KAHYA¹Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, 06800, Ankara

asuman27@gmail.com

Geliş Tarihi: 13.12.2017 ; Kabul Tarihi: 05.07.2018

Özet

Niğde İli, Ulukışla İlçesi, Maden köyde bulunan Au-Ag-Zn±Pb Yatağı Bolkar dağlarında, Üst Triyas yaşlı Bolkar dağı karbonat kayaçları içinde yer almaktadır. Madenköy Au-Ag-Zn±Pb yatağı superjen Au-Ag zenginleşmesi ile hipojen sülfat mineralizasyonun kalıntılarından oluşmaktadır. Bu superjen zenginleşme, Oligo-Miyosende bölgedeki yükselmeye bağlı olarak yaygın tektonizma ve sonrasında karstlaşma nedeniyle hipojen cevherleşmenin tamamen oksitlenerek, karstik boşluklarda ve kırık hatlarına yerleşmesi sonucunda oluşmaktadır. Oksidasyon koşullarında galenitler büyük ölçüde seruzit ve anglezite, sfaleritler ise tamamen simitsonite dönüşmüştür. İlksel sülfürlerden, galenitler seruzitler içerisinde, karstik boşlukların tavan ve duvarlarında kalıntıları şeklinde bulunmaktadır. Parajenezde: seruzit, anglezit, simitsonit, limonit, piroluzit, psilomelan, manganit, kalkofanit, beudantit, kovellin, götit, lepidokrokite, hemimorfit, mimetit, korkit ve nabit altın bulunmaktadır. Ekonomik olarak işletilen cevherli zonlar karstik tipteki simitsonit, seruzit/anglezit bakımından zengin zonlardır. Bu çalışma ile superjen cevherleşmenin jeolojik, mineralojik, jeokimyasal ve kökensel özellikleri önceki çalışmalarla yeniden yorumlanmıştır.

Anahtar kelimeler

Jeoloji,
Mineraloji,
Karbonat-yankayaç
Au-Ag-Zn±Pb yatağı,
Ulukışla,
Türkiye.

Geology and Geochemistry of Madenköy (Ulukışla/Niğde) Area Carbonate-hosted Au-Ag-Zn±Pb Deposits

Abstract

Au-Ag-Zn±Pb deposit located Maden village (Niğde Province, Ulukışla city) is located Upper Triassic age Bolkar Mountain carbonate rocks. The Madenköy Au-Ag-Zn±Pb deposits consist of supergene Au-Ag enrichment and relict of hypogene sulfide mineralization. The supergene enrichment occurs as a result of widespread tectonism and karstification during the uplift of the region in the Oligo-Miocene. Therefore, the hypogene ores entirely oxidizing, and setting in the karstic pocket and fracture lines. Under this oxidation condition, while galena largely turns into cerussite/anglesite, sphalerite completely transform to smithsonite. Galenas from primary sulfides are found as a relict in the cerussite/anglesite and ceiling/wall of karstic cavities. In the paragenesis, cerussite, anglesite, smithsonite, limonite, pyrolusite, psilomelane, manganite, chalcophanite, beudantite, covellite, goethite, lepidocrocite, hemimorphite, mimetite, corkite and native gold are found. Economically operated ore zones are karstic type smithsonite and cerussite/anglesite rich zones. In this study geology, mineralogy, geochemistry and origin of the supergene ore the deposits are reinterpreted with previous studies.

Keywords

Geology,
Mineralogy,
Carbonate-hosted
Au-Ag-Zn±Pb deposits,
Ulukışla,
Turkey

1. Giriş

Maden Köy Au-Ag-Zn±Pb yatağı,Orta Toroslarda, Bolkar Dağında, Niğde İli, Ulukışla ilçesi, Madenköy'de yer almaktadır. Bolkardağları Torid platformunun bir parçasıdır ve Alt Paleozoik-Üst Kretase yaşlı rekristalize kireçtaşı, dolomit, mermer ve kalkıştten oluşur (Şekil 1; Özgül, 1976; Demirtaşlı vd. 1984). Bolkardağının Jura-Kretase yaşlı rekristalize kireçtaşlarında bulunan cevherleşme, kuzeye devrik antiklinalin kuzey kanadında yer almaktadır. Bu yatak çok eski zamanlardan günümüze kadar önemli olmuştur ve Hitit, Roma ve Osmanlı dönemlerinde de işletilmiştir. 2007'den beri özel firma olan Gümüştaş Madencilik A.Ş tarafından Au ve Ag işletilmektedir. Daha önce Maden Köydeki bu cevherleşme ile ilgili jeolojik ve mineralojik çalışmalar yapılmış ve cevherleşmenin oluşum koşulları ve kökensel özellikleri ortaya konulmuştur (Blumental, 1956; İlkışık ve Özcan, 1968; Demirtaşlı vd. 1973; Çalapkulu 1974; 1978; 1980; Şişman ve Şenocak, 1981; Çevikbaş 1991; Temur, 1991; Çevikbaş ve Öztunalı, 1991). Çalapkulu (1974; 1978; 1980)Bolkardağı ve çevresinin genel jeolojisini ve cevherleşmenin özelliklerini inceleyerek, Bolkardağ Pb, Zn, Ag ve Au cevherleşmesini sülfürlü ve oksitli olmak üzere ikiye ayırarak cevherleşmenin oluşumunda Horoz granodiyoritinin yerleşimi sırasında dolaşan hidrotermal çözeltilerin etkili olduğunu belirtmiştir. Şişman ve Şenocak (1981),birincil cevherleşmenin sülfidli minerallerden oluştuğunu ikincil cevherleşmenin ise sülfidli minerallerin değişmesiyle oluştuğunu belirtmişler. Çağatay ve Arman (1989)bu cevherleşmeyi hidrotermal metasomatik, Çevikbaş (1991)volkanik-ilişkili, (Temur (1991) de stratabound-epijenetik olarak sınıflandırmıştır ve Bolkardağı mermerlerinin içine yerleşmiş olan çinko-kurşun yataklarının Horoz Granodiyoriti ve bunun damar kayaçlarından kaynaklanan hidrotermal çözeltiler tarafından oluştuğunu belirtmiştir. Bu çalışma kapsamında, yukarıda bahsedilen çalışmalardan elde edilen bulgular, jeolojik, mineralojik (XRD, parlak kesit, ince kesit), jeokimyasal analizleri yapılarak yeniden yorumlanmıştır. Bu çalışma ile cevherleşme hipojen

ve superjen olarak sınıflandırılarak, mineralojik ve jeokimyasal farklılıkları belirlenmiştir.

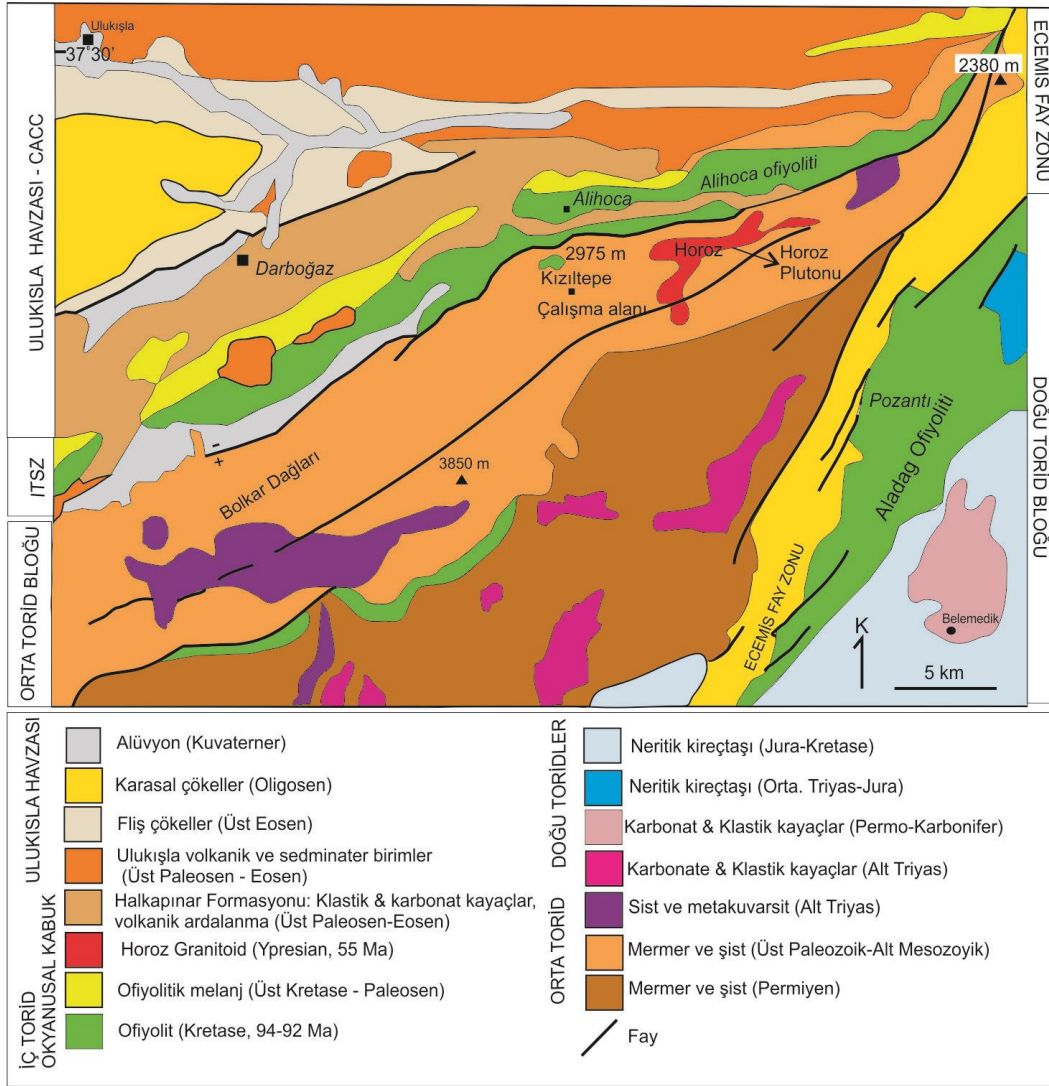
2. Materyal ve Metot

Laboratuvar çalışmaları, saha çalışmalarına paralel olarak yürütülmüştür. Toplam 62 örnek üzerinde analiz yaptırılmıştır. Bunların 53 tanesi cevherli örnek, 8'i yan kayaç, 1 de dayk örneğidir. Çalışma alanından derlenen 28 örneğin mineralojik içeriklerinin belirlenmesi amacıyla X-ışını kırınımı (XRD) çalışmaları Maden Tetkik Arama (MTA) Genel Müdürlüğü X - Işınları Laboratuvarı'nda Philips PW 3710/1830 XRD analiz cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Kalitatif analizler ICDD kartları ile karşılaştırma yapılarak gerçekleştirilmektedir. Her analiz için 100 µ altına kadar öğütülmüş en az 10 g numune gerekmektedir ve öğütme işlemi MTA'nin kırma, öğütme, eleme ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Bu kesitler mineral parajenezi, mineral ilişkileri, dokusal özellikler vb. özelliklerin saptanması amacıyla, MTA Mineraloji-Petrografi Araştırmaları Koordinatörlüğü'nde (Analiz Laboratuvarı'nda) Leica MZ 16 model motorize stage mikroskop ile incelenmiş ve fotoğraflanmıştır.Parlak kesitler MTA (Maden Etüt ve Arama Dairesi)'de Leica DM2500P alttan ve üstten aydınlatmalı polarizan mikroskobu ile incelenmiştir. Çalışma sahasındaki cevherli örneklerin ve yankayaçların kimyasal bileşimlerinin belirlenmesi amacı ile toplam 27 örneğin (18 adet cevherli örnek, 1 dayk, 8 adet yan kayaç) major oksit, iz element ve nadir toprak element analizleri yaptırılmıştır. Jeokimyasal analizler Acme Analytical Laboratories (Vancouver) Ltd, Kanada da yaptırılmıştır. Yan kayaçlarda Fire Assay ve ICP-MS, cevherli örnekler için ise G-603 Fire Assay yöntemi ile analiz yaptırılmıştır.

3. Bulgular

3.1 Bölgesel Jeoloji

Niğde İli (Maden Köy), Güney-Orta Anadolu'da yer alan çalışma alanı Toros Platformunun bir parçası olan Bolkar Dağları Birliğinde bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Merkez Torid Bloğundaki major tektonik birimler, faylar ve Horoz Plütunu gösteren, Güney-merkez Türkiye'nin jeolojik haritası. Not: ITSZ, İç-Torid Sütür Zonu, (Kadioğlu ve Dilek, 2010).

Toroslar Alp orojenik kuşağının Anadolu'nun güney ve doğu kesimlerinden geçen önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Toros kuşağı stratigrafik özellikleri ve kaya birimleri açısından Geyikdağı, Bolkardağı, Bozkır, Alanya ve Antalya birliklerine ayrılmıştır (Özgül, 1976). Bolkar Dağı, Aladağ, Geyik Dağı ve Alanya Birlikleri şelf türü karbonat ve kırıntılı kayaları kapsarlar. Bolkardağlarında yer alan bu cevherleşme, bu şelf türü karbonat kayaçlarında yer almaktadır. Toros Bloğu ITSZ (İç Toros Sütür Zonu)'un güneyinde yer almaktadır ve yükselmiş

karbonat platformunda deformasyon özelliği gösteren farklı derecelerde metamorfizma geçirmiş Paleozoik-Üst Kretase karbonatları ile silisiklastik ve volkanik ardalanmalı kayaçlardan oluşur (Özgül, 1976; 1984; Demirtaşlı vd. 1984; Kadioğlu ve Dilek, 2010). Toros bloğu Afro-Arabistan levhasının riftleşmiş parçası olarak yorumlanmıştır (Kadioğlu ve Dilek, 2010; Garfunkel, 1998) ve birim tüm uzanımı boyunca süreksiz Senomaniyen-Tutoniyen Neotetis ofiyolit mostraları tarafından tektonik olarak üzerlenmiştir (Şekil 2, Dilek ve Moores,

1990; Dilek vd. 1999a; Parlak vd. 1996; 2002; Çelik ve Chiaradia, 2008; Kadioğlu ve Dilek, 2010). Bolkar Dağlarındaki Platformkarbonatlar bindirme fayı boyunca çoklu kıvrımlanmış ve üst üste bindirmiş durumdadır, bu durum platform içindeki tasalkalınlaşma ve önemli kısalmaya neden olmuştur. Busıkışmayapısı ve kıtasal kısalma ilk olarak İTO (İç Toros Ofiyolit)'nin Geç Kretase'de kuzeyden üzerlemesi sırasında gelişmiştir, sonra ise Geç Paleosen-Eosen de Toros Bloğu ile CACC (Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı)'nin çarpışması sırasında gelişmiştir (Kadioğlu ve Dilek, 2010; Dilek vd. 1999b). Toros Bloğu, Miyosen'de kuzey kenarı boyunca kuzeyedalımlı normal fay sisteminin taban bloğundaki ademeli yükselmeye başlayarak, ve güneye dalımlı, asimetrik mega-fay bloğu oluşturarak engebeli alpin topografyası geliştirir (Kadioğlu ve Dilek, 2010; Dilek vd. 1999b). Bolkar Dağı birliği Üst Kretase-Alt Paleozoik yaşlı kristalize kireçtaşı, dolomit, mermer ve kalk-şistleri içerir (Şekil 1. ve (Özgül, 1976; Demirtaşlı vd. 1984; Alan vd. 2007). KD-GBegimli Horoz granitoidi ve kuvarsporfirler Bolkar Dağlarındaki Alt Paleozoik-Üst Kretase yaşlı Toros Bloğuna ait kayaçların içine sokulum yapar (Kadioğlu ve Dilek, 2010; Dilek ve Whitney, 2000). Horoz Plütonu, ağırlıklı olarak granit ve granodiyoritik kayalardan oluşur (Kadioğlu ve Dilek, 2010) ve yaşı Alan vd. (2007) tarafından Paleosen-Erken Eosen olarak, ve ayrıca Kadioğlu ve Dilek (2010)'un yaptıkları $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ zircon yaş tayini sonucu (56.1 Ma) Erken Eosen kristallenme yaşı bulunmuştur. (Kadioğlu ve Dilek, 2010) Mafik-felsik dayklar Eosen yaşlı Horoz granitoidini keser ve Horoz plütonu, Erken Miyosen'de kıtasal yükselme ve erozyon nedeniyle mostra verir. Ulukışla Havzası Geç Kretase döneminde İTO (İç Toros Ofiyolitini)'nin yerleşmesinden sonra; ve melanjların Geç Kretase sırasında Toros platformu üzerine gelmesi ile oluşur ve Geç Eosende ortaya çıkan deformasyona maruz kalır, Oligo-Miyosen denizel-olmayan çökellerin üzerine yerleşmesi ile oluşur (Blumental, 1956; Demirtaşlı vd. 1984; Kadioğlu ve Dilek, 2010; Atabey vd. 1990; Görür vd. 1998; Clark ve Robertson, 2002). Bu havza Neotetis bölgesinde sıkışma tektoniğinin baskın olduğu zamanda gelişmiştir (Kadioğlu ve Dilek, 2010; Görür vd. 1998; Oktay, 1982). Ulukışla havzası Oligo-

Miyosen-Üst Kretase'de volkanik vetortulmalzeme ile dolar ve daha geniş, sığ kıta-içi havzası haline gelir; başlıca göl ve nehir çökellerinden oluşur. Miyosen ve Kuvaterner dönemleri boyunca da Orta Anadoluyu kaplar (Kadioğlu ve Dilek, 2010).

3.1 Çalışma Alanının Jeolojisi

Maden Köy Au-Ag-Zn±Pb yatağı, Orta Torosların doğu kesiminde Ulukışla (Niğde) ilçesinin güneyinde Madenköy'de yer almaktadır. Çalışma alanında, Bolkardağı Birliği, Namrun Tektonik Dilimi, Bozkır Birliğine ait birimler ile bunları örten Ereğli-Ulukışla havzasına ait Tersiyer yaşlı örtü kayaları yer almaktadır (Şekil 2, Alan vd. 2007). Çalışma alanında temelde, Bolkardağı birliğine ait birimler yer alır. Bu birliğin en altında dolomitler ve rekristalize dolomitik kireçtaşlarından oluşan Orta-Geç Triyas yaşlı Tozlutepe formasyonu yer alır. Bu birim üzerine Geç Triyas yaşlı Metrisyayla formasyonu uyumlu bir dokanakla gelir ve formasyon şist, kalkşist, rekristalize, çörtlü kireçtaşı mercikleri ve metavolkanik kayalardan oluşmaktadır. Bu formasyon, Jura-Kretase yaşlı Koçakkale formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir ve rekristalize kireçtaşı ile dolomitten oluşmaktadır (Alan vd. 2007). Çalışma alanındaki cevherleşmeler, Koçakkale formasyonunun rekristalize kireçtaşlarında yer almaktadır. Şişman ve Şenocak (1981) tarafından Bolkardağı mermeri olarak adlandırılan Koçakkale formasyonu, ekserisi doğu, kuzeydoğu-batı, güneybatı yönünde uzanan ve hafifçe kuzeye devrik bir antiklinalin kuzey kenarında yer almakta ve cevherleşmenin bulunduğu yerlerde kireçtaşlarında yer yer breşleşme (çökme breşleri) görülmektedir. Bolkardağındaki cevherleşme zonu Madenköy güneyinden, doğuda Kızıltepe ve Sulucadereye kadar uzanmakta olup, yaklaşık 7 km uzunluk ve 1-3 km genişliktedir. Koçakkale formasyonu altında bazı alanlarda Metrisyayla, bazı alanlarda Tozlutepe formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelir (Alan vd. 2007). Bolkardağı birliği birimleri üzerine Namrun Tektonik Dilimine ait birimler tektonik dokanakla gelmektedir. Bu birliğe ait birimler ise rekristalize kireçtaşı, şist, kalkşist ve kuvarsitlerden oluşan Karbonifer yaşlı Ardıçlıpınar formasyonu; üzerine

girvanellalı rekristalize kireçtaşı ile kalkıştten oluşan Çiğdemgölü Formasyonu; alttaki birimleri uyumlu olarak üzerleyen başlıca rekristalize kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşından oluşan Geç Permiyen yaşlı Karlığın-tepe formasyonu; başlıca şist, kalkışt, rekristalize kireçtaşı ile temsil edilen, alttaki birimler üzerine geçişli olarak gelen Erken-Orta Triyas yaşlı Kocatepe formasyonudur. Namrun tektonik dilimine ait birimler üzerine Geç Senoniyen yaşlı Bozkır Birliğine ait Kızılcaadağ Ofiyolitik Melanj ve Olistostrom birimi tektonik olarak gelmektedir. Birim çalışma alanında ofiyolitik melanj (Kkm), kireçtaşı blokları ve dilimler (Tkk) ile *Kalkankaya kireçtaşları (çörtlü dolomitik kireçtaşı) olarak görülmektedir.* Çalışma alanında görülen farklı litolojik özellikleri verilen bu birlikler ve dilimler, Tersiyer yaşlı Ereğli-Ulukışla havzasına ait birimler tarafından örtülür (Alan vd. 2007). Bu birimler, Paleosen-Orta Eosen yaşlı, çakıltaşı, kumtaşı, killi kireçtaşı, marn, spilitik lav, aglomera ve kireçtaşı bloklarından oluşan Halkapınar formasyonu ve bu birimin üzerine uyumsuz olarak gelen kumlu çakıltaşı ve çakıltaşından oluşan Orta-Eosen yaşlı Delimahmut formasyonlarıdır. Ayrıca, bölgede Orta Eosen öncesi birimleri kesen ve cevherleşmeye kaynak olan granadiyorit ve granitten oluşan Paleosen-Erken Eosen yaşlı Horoz granitoyidi de bulunmaktadır. Granit ve granadiyorite ait damar kayaları (kuvars porfir olarak adlandırılmış) Horoz Köy' den başlayıp Maden Köy'e kadar uzanan 3-4 km lik bir zon içinde görülmektedir (Şişman ve Şenocak, 1981). Bunlar, çalışma alanında cevherleşmenin bulunduğu Koçakkale formasyonuna ait rekristalize kireçtaşlarını da kesmektedir. Kuvars porfirlerin yan kayaçlar üzerindeki kontakt etkileri az ve/veya çok azdır. Cevherleşmelerin yakınlarında bulunan saçınımlı pirit içeren kuvars porfirler, yüzeysel suların etkisi ile yer yer killeşmiştir (kaolinleşmiştir). Horoz granadiyoritine bağlı hidrotermal sıvıların, Koçakkale formasyonuna ait rekristalize kireçtaşları ile ofiyolit melanj dokanağındaki kontakt zonda oluşan breşik zonda etkin olarak bu zonu silisleştirdiği (listvenitleştirdiği) belirtilmiştir

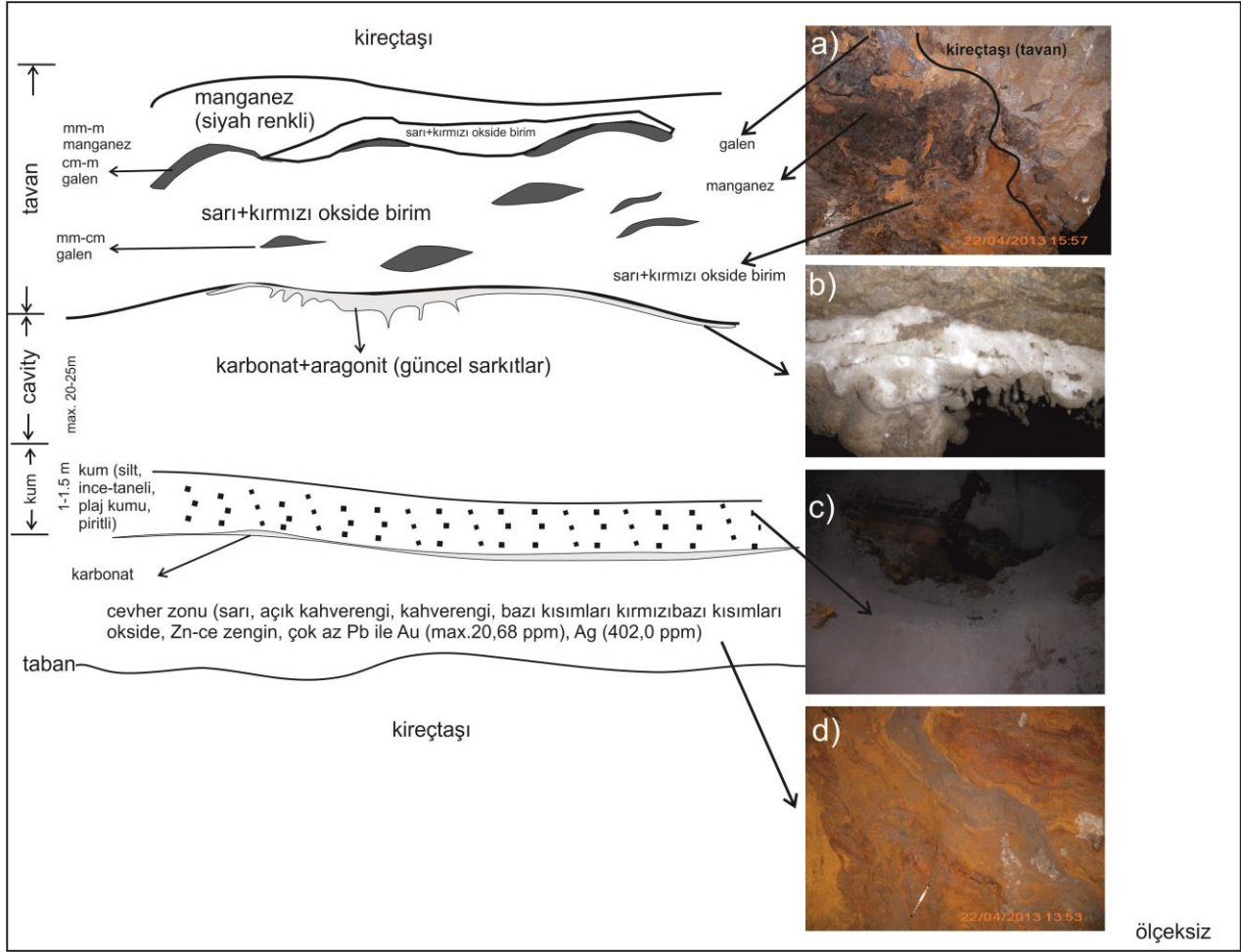
(Çevikbaş ve Öztunalı, 1991). Çalışma alanındaki tüm birimler, Kuvaterner yaşlı alüvyonlar tarafından üzerlenmektedir.

3.3. Maden Jeolojisi

Permo-Triyas yaşlı karbonat kayaçlarından oluşan Bolkardağı kuzeye devrik bir antiklinal olup, eksen KD-GB yönündedir. Cevherleşme bu antiklinalin kuzey kanadında yer almaktadır (Şekil 2). Cevherleşme superjen zenginleşme (karstik tip) ve hipojen cevherleşmenin kalıntıları şeklindedir. Hipojen cevherleşmenin konumları daha sonra gelişen tektonik süreçler ve karstlaşma sonucunda bozulmuştur. Karstik tip cevherleşme Jura-kretase yaşlı Koçakkale formasyonunun rekristalize kireçtaşlarındaki süreksizlikler boyunca gelişen, karstik ceplerde izlenmektedir. Bunlar düzensiz ve karmaşık geometriye sahiptir. Karstik boşluklar genellikle doğu-batı yönünde, rekristalize kireçtaşlarının tabakalanmasına uyumlu uzanım göstermektedirler. Karstik mağaranın tavanlarında ve yan duvarlarında cevherin ilksel konumuna ait veriler gözlenmektedir (Şekil 3, 3a). Hipojen cevherleşme oluştuğundan sonra, tektonik hareketlere bağlı olarak ve Eosen'de Bolkardağlarında tektonik hareketlerin artmasına bağlı olarak Bolkardağı rekristalize kireçtaşlarının zayıf zonlarında karstlaşma başlar. Kırık çatlak zonlarındaki hipojen cevherleşme yer altı suları ile ayrışmaya başlar, aynı zamanda karstlaşmada başlamıştır ve karstik boşluklarda ikincil mineraller birikmeye başlar. Bu olay günümüze kadar devam etmektedir. Çalışma alanında tektonik süreçlerden etkilenen hipojen cevherleşme, birincil yapısal özelliklerini kaybetmiştir. Stok ve/veya cep şekilli süperjen cevherleşmede birincil sülfürlü cevher minerallerinden (galenit ve sfalerit) tamamen okside olarak sülfatlar, karbonatlar ve Fe-hidroksitlere dönüşmüştür. Galenitler kısmen korunmuş, simitsonitler içinde, karstik boşlukların tavan/tabasında kalıntıları vardır, fakat sfalerit tamamen simitsonite dönüşmüştür. Hipojen cevherleşme oksidasyona maruz kaldığı için cevher zonlarının etrafında mangan mineralleri (piroluzit-

psilomelan-manganit-kalkofanit) ile Fe-oksit ve hidroksil mineralleri oluşmuştur.Çalışma alanında

superjen cevherleşme 3 şekilde gözlenmektedir: 1)



Şekil 3. Superjen cevherleşmenin oluşumu. a) Yan kayaç ile oksitli birim arasındaki düzensiz dokanak, b) Karbonat-limonit-simitsonit kabuktaki böbreğimsi yapılar ve küçük sarkıtlar c) kum d) Bantlı çökeltme, ritmik yapılar (limonit-hematit).

birincil mineralizasyonun yerinde oksitlenmesi ile galenit kalıntıları içeren ikincil cevherleşme, 2) koyu kırmızı-sarı okside karbonatlar ve sülfatlar, bunlar çoğunlukla kumlu ve çamurlu limonit içerirler ve karstik boşluklarda birikme ile oluşurlar, ve 3) alüvyon-tipi cevherleşme. Çeşitli boyutlardaki karst ceplerinin dolgulanması şeklinde gelişen bu cevherli zonlarda, karst tipi sedimentasyon oldukça iyi gelişmiş olup, limonitçe zengin simitsonit ve kil ara seviyelerinden oluşan laminalı yapı yer yer iyi gözlenmektedir. Limonitler yumuşak ve toprağımsıdır; hematit ve limonitlerde ritmik

laminalı yapı ve bantlı yapılar mevcuttur (Şekil 3d). Çalışma alanında karstik boşluklarda stok şekilli cevherleşmeler genellikle 2-3 metre kalınlığında olabilmektedir (Şekil 3c). Kimyasal süreçlerle, ikincil cevher kabuğu gelişmiştir, bunlar karstik tavan ve duvarlarda gözlenmektedir ve Zn içeriği yüksektir. Bu kabukta konsantrik ve böbreğimsi yapılar gözlenmiştir, güncel karbonatlar böbreğimsi, sarkıt ve dikit şeklinde yapılar göstermektedir. Karstik boşlukları duvarlar ve tavanlarda, galen kalıntıları serizit, simitsonit, hidrozsinkit gözlenir. İkincil mineral olarak, bu zonda

serizit, anglezit, simitsonit, götit, lepidokrokite, hemimorfite, mimetite, covellin, beudantite, piroluzite, psilomelan, manganite ve kalkofanite ile galen kalıntıları içerir. Bu karstik dolgu

şeklindeki yatak düzensiz şekillidir ve yüksek tenörde Au ve Ag içerir. Bu zondaki ortalama Pb, Zn, Ag ve Au değerleri sırasıya 1000 ppm, 8439 ppm, 506 mg/t, 4,19 ppm dir. Bantlı, merceksi

3.4. Mineralojik Özellikler

Parlak kesit, XRD çalışmaları sonucuna göre Maden Köyü Au-Ag-Pb±Zn yatağına hipojenmineral olarak galen, sfalerit, tetrahedrit, pirit, markazit, arsenopirit, bulanjerit, pirotit, minerallerinden; simitsonit, limonit, seruzit, anglezit, hematit, piroluzit, psilomelan, manganite, kalkofanite, kovellin, götite, lepidokrokite, hemimorfite, mimetite, beudantite ve korkite ikincil mineral olarak; kalsit, dolomit, ve aragonit gang minerali ile birlikte mineral parajenezini oluşturmaktadır (Şekil 4, Tablo1). Nabit (Au) ise bir limonit örneğinde saptanmıştır. Rutile manyetit oksit minerallerdir. Oksidasyon zonundaki mika/illit grubu mineraller ve kil gibi alterasyon mineralleri XRD ile saptanmıştır. Galen en yaygın sülfid mineralidir, özşekilli ve yarıözşekilli kristaller şeklindedir, galenler genellikle oksidasyon nedeniyle kenarlarından ve çatlaklarından itibaren kısmen veya tamamen seruzit/anglezite dönüşmüştür (Şekil 5a, b, c, e). Boulangerite galeninde kapanım şeklinde bulunmaktadır (Şekil 5b). Tetrahedrit küçük taneler şeklindedir sfalerit ve galen kapanımları içerir, bazı galenlerin içinde de küçük taneler halinde görülür. Piritler ise özşekilli ve yarı özşekilli olarak oluşan sfalerit, galenite, tetrahedrit gibi minerallerle kenetli olarak yada bu mineralleri çevreler şeklinde gözlenmiştir (Şekil 5c).

Parajenez	Birincil	İkincil
galen	—————
sfalerit	—————
bulanjerit	—————	
tetrahedrit min. grup	—————
pirit/markazit	—————	—————
arsenopirit	—————	—————
anglezit		—————
seruzit		—————
kovellin		—————
simitsonit		—————
limonit	
manganez min. grup.		—————
dolomit	—————	
kalsit	—————	
aragonit	

yapılar, böbreğimsi yapılar gözlenmiştir. Güncel karbonatlar en önemli yapı-doku özellikleridir (Şekil 3). Güncel karbonatlarda ise böbreğimsi yapı, sarkit ve dikit şeklinde yapılar vardır (Şekil 3b).

Bazı piritlerde limonitler içinde kalıntı olarak bulunmaktadır. Oksidasyon nedeniyle bazı piritler kısmen veya tamamen götite/lepidokrokite dönüşmüştür. Sfaleritler iki türdür. Birincil sfaleritler kaba taneli ve özşekilsizdir, ikincil sfaleritler galenlerin içinde kapanım şeklinde bulunmaktadır (Şekil 5c) ve tetrahedrit kapanımları içermektedir. Au limonit içinde gözlenmiştir (Şekil 5d). Simitsonit başlıca yaygın ikincil mineraldir, mostrada demir içeriği nedeniyle (33-73% Fe₂O₃ içeriği) kahverengi ve kırmızımsı-kahverengindedir ve kolloform iskeletimsi yapıdadır. Sfaleritler genellikle altere olmuştur ve simitsonite dönüşmüştür. Götite ve lepidokrokite pirit ve markazitten oluşmuştur. Bunlar sfalerit, kovellin, tetrahedrit, ve galen etrafında ve çatlaklarında ikincil mineral olarak bulunur. Kalkofanite genellikle kovellin, seruzit/anglezit, ve sfalerit gibi galenin çatlaklarında gözlenir. Beudantite ve mimetite XDR ile belirlenmiştir, beudantite mostrada turuncu-kahverengi yumuşak ve toprağimsi malzemedir. Kaolinit veya mika/illitten oluşan birçok kil tabakası mevcuttur. XRD çalışmalarına göre kireçtaşlarında yer alan mangan mineralleri, piroluzite, psilomelan, manganite ve kalkofanittir.

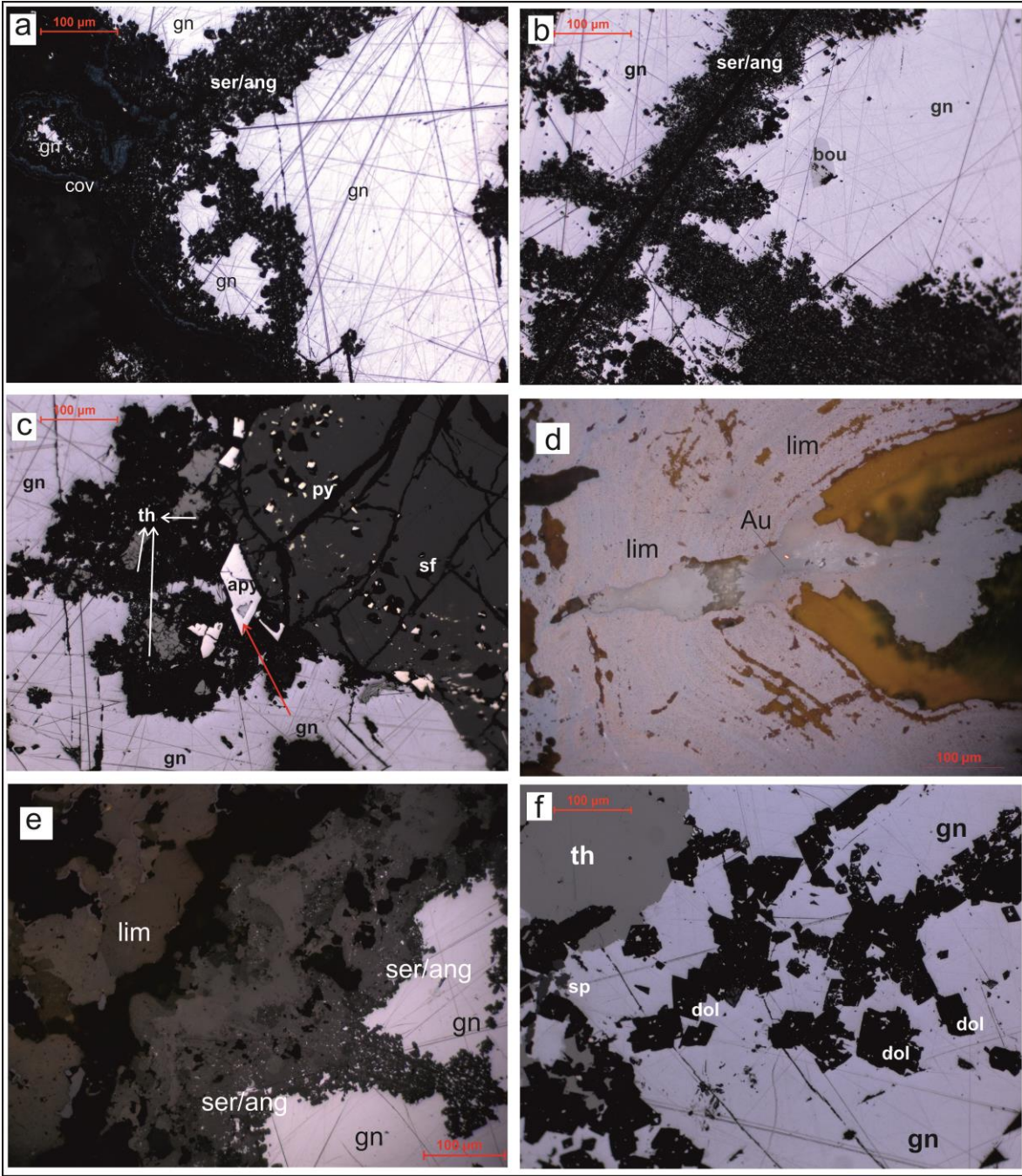
Şekil 4. Çalışma alanındaki karbonat yan kayaçlı cevherleşmenin mineral parajenezi ve süksesyonu

Oksidasyonun başlangıcında, birincil cevher ile kireçtaşı dokanağı arasında siyah renkli mangan minerali oluşur, oksidasyonun ve karstlaşmanın şiddetinin artmasıyla birlikte, birincil cevher galenit artıklıhematit+limonit araldanmasına dönüşmüştür.Mangan oluşumları, cevhere yakın

olarak bulunur. Taban ve tavan seviyelerde kalınlık bazı yerlerde 1-2 m'ye ulaşmaktadır. Dolayısı ile bir sıralama yapılacak olursa, kireçtaşı, mangan, galenit kalıntılı-kırmızı renkli hematit-limonit, yer yer götit üzerine de ince kum gelmektedir. Bu zonlanma, (Sangameshwar ve Barnes, 1983), farklı metal çözeltilerinin ve çözünme süreçlerinin, taşınma ve depolanmanın, süperjen cevher minerallerinin çökmesinde farklı elementlerin dereceli ayrışması ile zonlu dizilime neden olduğunu belirtmiştir. Oluşan karstik boşluklarda ikincil cevherleşme stok şeklinde depolanmaktadır.

Tablo1. Parlak kesit ve XRD sonuçları

Örnek	Parlak Kesit	XRD
1. IB (idari bina)	Galenit, sfalerit, fahlerz, pirit, markazit, boulanjerit, kovellin, anglesit (?), seruzit, götit	seruzit, feldispat grubu mineraller
2. H4-1	götit, lepidokrokit	Beudantite, lepidokrokit, götit
3. H4-2	Pirit, arsenopirit, götit, lepidokrokit	götit
4. H4-3	Pirit, götit, lepidokrokit	Kuars, götit, kristobalit, fedispat grubu mineraller
5. H5 (güncel karbonat oluşumları)		aragonit
6. A1	Pirit, götit, lepidokrokit	Beudantite, götit
7. B1	Pirit, götit, lepidokrokit	Kalsit, dolomit
8. B2	Manyetit, kromit, pirit, götit, lepidokrokit	Kalsit, kristobalit, hemimorfite
9. B3	Pirit, götit, lepidokrokit	Kalsit, kristobalit
10. No.1(2177 m kotu)		götit
11. No.2 (hematitli seviye)	Pirit, götit, lepidokrokit	Götit, kil grubu mineral
12. No.3 altere kireçtaşı (tavan)	-	Kuars, kil grubu mineraller, mika/illit grubu mineraller
13. No.6 altere kuvars porfir	-	Kuars, kil grubu mineraller, mika/illit grubu mineraller
14. No.8 jarositli seviye	-	Beudantite, kuvars, mika/illit grubu mineraller
15. No.10 (galen)	Galenit, sfalerit, fahlerz, pirit, markazit, boulanjerit, arsenopirit, kovellin, anglesit (?), seruzit, götit	Seruzit, anglesite, kil grubu mineralleri mika/illit grubu mineraller
16. NO.11		Hemimorfite, seruzit, kil grubu mineraller, Mika/illit grubu mineraller
17. No.12	Galenit, fahlerz, sfalerit, pirit, Au (?), götit, lepidokrokit, seruzit, anglesit (*) Birincil olarak izlenen mineraller oksidasyon zonunda kalan kalıntı cevher	Mimetit, seruzit, götit
18. No.13	-	Korkit, kuvars, mika/illit grubu mineraller
19. No.15 (ince kum)	-	Kalsit, kuvars, kil grubu mineraller, feldispat grubu mineraller, mika/illit grubu mineraller
20. No.16 (kumun altındaki birim)	-	Kuars, seruzit, mika/illit grubu mineraller, kil grubu mineraller
21. No.18 (galen)	Galenit, fahlerz, pirit, seruzit, anglesit (*), kovellin, götit, lepidokrokit	seruzit, perovskit, feldispat grubu mineraller
22. No.19		seruzit, kalsit, korkit, mika/illit grubu mineraller
23. No.20	Pirit, götit, lepidokrokit	kalsit
24. No.21	Piroluzit, psilomelan, kalkofanit, manganit, götit	Götit, kil grubu mineraller, mika/illit grubu mineraller
25. No.24	Pirit, götit, lepidokrokit	Götit, kalsit, kuvars, mika/illit grubu mineraller
26. No.26		Götit, kalsit, kristobalit, kuvars, kil grubu mineraller
27. No.30	Kromit, pirit, linneit, millerit, markazit, rutil, götit	Kuars, dolomit, kil grubu mineraller, mika/illit grubu mineraller
28. No.35	Galenit, sfalerit, fahlerz, boulanjerit, pirit, kovellin, seruzit, anglesit (*), götit, lepidokrokit, hematit	Hemimorfite, dolomit, manyezit, seruzit



Şekil 5. Madenköy cevher yatağında cevher minerallerinin dokusal özelliklerini gösteren mikro fotoğraf a, b,c) Sülfür minerallerinin genel görünümü, galen kenarlarından itibaren seruzit/anglezite dönüşmüştür, b) Bulanjerit inkluzyonu, d) Au içeren massive limonite, e) seruzit/anglezit f) sülfür mineralleri ile birlikte bulunan karbonat gang mineralleri (gn:galenit, ser/ang: seruzit/anglezit, bou:bulanjerit, sf:sfalerit, py:pirit, ap:arsenopirit, th: tetrahedrit, kv: kovellin, lim: limonit, dol:dolomit.

3.4. Jeokimya

Çalışma sahasındaki hipojen ve superjen zenginleşme örneklerin jeokimyasal analizleri **Tablo 2'de verilmiştir**. SiO₂, cevherli örneklerde % 0.13 ile % 18.88 aralığında değişmektedir. SiO₂ içeriği yüksek olan cevher örnekleri No.2 (%10.48), No.8 (% 10.54), No.11 (% 18.88), No.19 (%23.76), No.35 (%7.60) olduğu görülmektedir. Genellikle SiO₂ içeriğinin yüksek olmasının nedeni kuvars mineralinden kaynaklanıyor olabilir. TiO₂ içeriği ise %0.01-79 aralığında değişmektedir. Bazı superjen zenginleşmenin bulunduğu örneklerde %0.04 (No.11), %0.20 (No.8), %0.03 (No.12), % 0.08 (No.24) biraz yüksek değerler gösterdiği görülmüştür. Al₂O₃ içeriği ise superjen zonda %0.01-14.26, hipojen cevherleşmede %0.06-0.14 aralığında değişmektedir. Fe₂O₃ içeriği açısından ise superjen cevherleşmede %3.35-70.56 aralığında, hipojen cevherleşmede ise %3.35-8.83 aralığındadır. Fe₂O₃ içeriği açısından yüksek değerler gösteren No.2 (%61.70), B3 (%16.53), No.1 (73.01), H4 (%70.56), A1 (%40.13), No.8 (33.21), No.12 (% 54.98), No. 21 (%49, 12), No. 24 (% 65.90), No.25 (%55.55) gibi superjen zenginleşme örneklerinin götit ve lepidokrokite mineralleri açısından zengin oldukları belirlenmiştir. MnO ise superjen örneklerde % 0.01-11.38 aralığında, hipojen cevherleşmede %0.01-0.07 aralığında değişmektedir. MnO içeriği yüksek örnekler No.21 (%11.38), No.25 (%15.76) gibi superjen zenginleşme örneklerinin mineral içeriklerine bakınca bunlardaki Mn değerinin başlıca piroluzit, psilomelan, kalkofanit, manganit gibi mangan minerallerinden kaynaklandığı görülmüştür. MgO ise, cevherli örneklerde %0.01 ile %10.64 aralığında değişmektedir. Bazı cevher örneklerinde ise örnek no.B2 (%10.54), No.34 (%10.19), No.35 (%6.20), No.36 (%10.64) olduğu görülmüştür. Yapılan XRD sonucunda bu örneklerin içinde bir miktar kalsit, dolomit gibi mineraller olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Cevher minerallerinin CaO içeriği %0.01 ile %37.89 aralığında değişmektedir. Özellikle CaO içeriği yüksek örnekler ise No.B1 (%35.34), No.B2

(%30.97), No.B3 %37.89), No.12 (%5.95), No.21 (7.73), No.25 (%5.86), No.35 (%9.70), No.36 (%19.49) olduğu, ve bu örneklerin mineral içeriklerinde ise, B1, B2, B3'de kalsit minerali olduğu belirlenmiştir. Hem superjen hem hipojen cevherli örneklerin Au, Ag, Zn, Pb, As, Cd, Sb açısından yüksek değerler içerdiği görülmektedir. Cevherli örneklerin Au içeriği superjen örneklerde 0.9-9.8 gm/t, hipojen örneklerde ise 0.9 gm/t dir. Au içeriği yüksek örnekler genellikle superjen zenginleşme örnekleridir. Bunlar A1 (9.493 ppm ile pirit, galenit, lepidokrokite, beudantit, götit), B3 ise (5.496 ppm ile pirit, götit, lepidokrokite), no.8 (5.970 ppm, beudantit), No.24 (4.941) ppm ile pirit, götit, lepidokrokite) gibi minerallerden oluştuğu belirlenmiştir. Ag içeriği ise 323-7405 mg/t aralığında değişmektedir. Ag içeriği yüksek örnekler, No.1B (7405 gm/t ile galenit, tetrahedrit, kovellin, anglezit, seruzit, götit, mineralleri içerdiği belirlenmiştir. No.8 (1489 gm/t) beudantit, No.10 (3854 gm/t) ile galenit, sfalerit, tetrahedrit, pirit, markazit, boulanjerit, arsenopirit, kovellin, anglezit seruzit, götit. No.18 (2801 gm/t) ile galenit, tetrahedrit, pirit, seruzit, anglezit, kovellin, götit, lepidokrokite. No.19'da (1953 gm/t ile örnek no.18 ile aynı minerallerden oluşmaktadır. No.36 (5455 gm/t) ile galenit, sfalerit, tetrahedrit, boulanjerit, pirit, kovellin, seruzit, anglezit, götit, lepidokrokite, hematit. Superjen zenginleşme örnekleri Ag açısından da yüksek değerler göstermektedir. Ni içeriği 198 ppm ile 20 ppm aralığındadır. Ni içeriği ultramafik kayalardan kaynaklanmaktadır. Cu içeriği 4453.1 ppm ile 0.2 ppm aralığında değişmektedir. Cu içeriği yüksek örnekler No.1B (3057.9 ppm), No.A1 (2684.5 ppm), No.B3 (1285.3 ppm), No.2 (3038.1 ppm), No.16 (2352.3 ppm), No.19 (1886.7 ppm), No.24 (1074.2 ppm), No.36 (4453.1 ppm) dir. Bu örneklerin mineral içeriklerine ise kovellin minerali vardır. Kovellin sülfürlü yatakların oksidasyon zonunda yaygın oluşan mineraldir. Co içeriği ise 13.7 ile 0.2 ppm aralığında bulunmaktadır. Co içeriği yüksek örnekler No. B1

(9.9 ppm), No. B3 (4.7 ppm), No.2 (7.2 ppm), No.9 (4.3 ppm), No.16 (13.7 ppm), No.25 (6.5 ppm). Bu örneklerin mineral içeriklerine bakacak olursak, piritin bünyesinde Co bulunduğu ve Co miktarı piritin bolluğuna göre değiştiği belirlenmiştir. Pb içeriği cevherli örneklerde 2886.3 ppm ile 5 000 ile aralığında değişmektedir. Pb içeriği yüksek örneklerin galenit, anglezit-seruzit, gibi minerallerden kaynaklandığı; Zn ise 352 ile 5 000 ppm aralığında olduğu ve sfalerit, kalkofanit, hemimorfite minerallerinden kaynaklandığı belirlenmiştir. As içeriği 5 000 ppm ile 196.1 ppm aralığındadır. As içeriği yüksek örneklerin tetrahedrit, arsenopirit, mimetit ve beudantit minerallerinden kaynaklanmaktadır. Cd içeriği ise cevherli örneklerde 12.7 ppm ile 1893.8 ppm aralığındadır. Sb içeriği 29.5 ile 1 000 ppm dir. Galenitin içinde küçük kapanımlar şeklinde boulanjerit vardır ve dolayısı ile Sb içeriğini artırmaktadır. (IB, No.15, No.28 gibi). Bi ise 38.1 ile <0.1 ppm aralığındadır. Cevher zonda bulunan Fe, Cu, Mn, Al, Mg, Ni, Ti, V, W, Co, Cd elementleri hidrotermal mineralizasyonu göstermektedir. Cu, Mo, Sni As, Au, Ag, Pb açısından zengin olan Madenköy polimetallik mineralleşmesi, plütonizmle ilişkili olabilir (Horoz plütonu). Bahsedilen hipojen cevherin yerleşiminden sonra atmosferik etkiler ve hidrotermal etkileşim ile bu cevherleşmenin karstlaşma, remobilizasyon, sedimentasyon sonucunda fay hattı, kırık-çatlak ve mağaralarda süperjen cevherleşme oluşmuştur. Çalışma sahasında Ag-içeren mineraller muhtemelen galen, tetrahedrit mineral grubu ve kalkopirittir. Süperjen Au zenginleşmesi ise Au içeren arsenopirit, pirit, ve pirotit gibi minerallerin çözünmesinden kaynaklanmaktadır. İkincil minerallerden limonit ve beudantitte nabit Au vardır.

4. Tartışma ve Sonuçlar

Niğde İli, Ulukışla ilçesi Maden köyde bulunan Au-Ag-Zn±Pb cevherleşmesi, Orta Toroslarda, Permo-Triyas yaşlı Bolkar Dağı mermerlerinde yer almaktadır. Maden Köyde yer alan bu cevherleşme,

cevher geometrisi, oluşum süreçleri, mineralojisine göre iki jenetik yapıya ayrılmıştır. Bunlar (1) hipojen (birincil) Pb-Zn sülfidler, (2) süperjen zenginleşme ile karstik-dolgu tipi cevherleşme (ikincil cevherleşme). Tetis Okyanusu Geç Kretase-Paleosen'de kapanmaktadır, Üst Kretasede Tetis Okyanusunun kapanması, sıkışmalı tektonik rejimi oluşturmaktadır. Paleosen'de Toros ile CACC (Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı) birbirine yaklaşarak, kıtasal çarpışmaya neden olmuştur. Eosen'de bölgede yüksek-Al adakitik magmatizma oluşmuş ve oluşan Horoz Plütonu hipojen cevherleşmenin oluşumunda etkili çözeltilerin kaynağı olabileceği belirtilmiştir. Horoz plütonu bu çarpışma sürecinde nap karmaşığı içerisine sokulmuştur. Oligo Miyosen'de Horoz plüton ve Toros bloğunun kuzey kısmı hızlı yükselmiştir. Bölgede, Miyosenden-günümüze sıkışma tektoniği nedeni ile yükselme devam etmektedir. Bu yükselmeye bağlı olarak, bölgede Bolkar dağlarının kireçtaşlarında yaygın karstlaşma gelişmiştir ve Oligosen'de faylar bu karstlaşmayı artırmıştır. Hipojen cevherleşme, bu yükselmeye bağlı olarak yaygın olarak oksitleşmeye maruz kalmıştır. Bu oksidasyon koşullarında, sfalerit altere olarak simitsonite, galen ise seruzit/anglezite, pirit'te götit/lepidokrokite dönüşmektedir. Zn iyonunun mobilitesi yüksek olduğu için uzun mesafelere taşınabilmektedir bu nedenle simitsonit cevher kütlelerinin her kısmında bulunabilmektedir. Pb iyonları daha az mobil olduğu için seruzit/anglezit sadece galen'in kenarlarında bulunmaktadır. Dolayısı ile birincil Zn-Pb sülfid cevherleşmesi okside olarak galenit kalıntılı, yaygın olarak simitsonitten oluşan hematit, limonit, götit gibi yumuşak toprağımsı malzemenin karstik boşluklar ve kırık-çatlaklara kısa mesafe taşınarak ve/veya yerinde birikmesi sonucu süperjen zenginleşme oluşmuştur. Bu süreçler sonucunda cevherleşme Au ve Ag açısından zenginleşmiştir. Günümüzde ekonomik olarak işletilen cevherli zonlar karstik boşluklarda biriken, simitsonit, hematit, limonit, götit ve seruzit/anglezitce zengin malzemedir.

Tablo 2. Madenköy cevher yatağının ICPM-MS analiz sonuçları (34, 35, 36 nolu örnekler hipojen cevherleşme, diğerleri superjen cevherleşme).

Örnek	IB	H4	A1	B1	B2	B3	1	2	8	10	11
<i>Major Oksit (%)</i>											
SiO ₂	0.13	1.84	4.61	2.38	1.46	1.21	1.51	10.48	10.54	0.26	18.88
Al ₂ O ₃	0.01	0.08	0.05	0.12	0.07	0.13	2.15	4.28	2.56	0.11	1.27
Fe ₂ O ₃	0.87	70.56	40.13	9.99	6.52	16.53	73.01	61.70	33.21	0.56	13.77
MgO	0.01	0.28	0.01	2.70	10.54	1.00	0.24	0.93	0.26	0.01	0.12
CaO	0.11	0.37	0.11	35.34	30.97	37.89	0.82	0.41	0.11	0.02	0.91
Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.01	0.01
K ₂ O	0.01	0.02	0.11	0.02	0.01	0.02	0.05	0.53	0.79	0.03	0.19
TiO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.20	0.20	0.01	0.04
P ₂ O ₅	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.10	0.01	0.06
MnO	0.01	0.13	0.01	1.21	0.56	0.78	1.27	0.69	0.17	0.01	5.36
Cr ₂ O ₃	0.002	0.002	0.002	0.008	0.002	0.005	0.011	0.013	0.014	0.002	0.006
LOI	13.1	14.7	26.6	35.8	41.7	36.8	16.0	14.6	28.7	15.4	10.9
Total	14.27	87.99	71.67	87.54	91.85	94.33	95.14	93.81	76.70	16.35	51.56
<i>İz Element (ppm)</i>											
Ni	20	20	20	40	30	43	54	116	20	20	41
Sc	1	1	1	1	1	1	2	5	2	1	1
Ba	10	60	70	4	2	5	243	103	68	15	130
Be	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Co	0.2	0.4	0.2	9.9	2.5	4.7	1.5	7.2	0.8	0.2	2.2
Cs	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	5.6	3.7	0.1	0.7
Ga	3.7	9.5	100.5	18.9	9.7	14.4	117.1	23.3	213.4	7.1	46.8
Hf	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1	0.9	0.1	0.2
Nb	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	4.7	4.2	0.1	0.2
Rb	0.1	0.1	0.2	0.6	0.2	0.8	1.8	25.1	29.0	0.7	7.5
Sn	76	10	2220	259	227	211	19	7	892	85	109
Sr	31.2	11.2	3.9	20.2	28.2	10.5	15.8	16.2	18.7	69.0	19.2
Ta	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.3	0.1	0.1
Th	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	1.0	3.2	6.8	0.2	0.4
U	1.3	9.9	10.1	19.1	10.9	15.1	8.1	9.4	7.3	1.7	9.5
V	8	8	19	16	11	18	45	77	77	9	8
W	0.5	0.5	16.7	6.6	2.4	6.9	1.6	1.2	39.2	0.5	0.8
Zr	0.2	3.0	0.6	1.2	0.8	1.4	6.5	41.4	36.6	1.2	5.5
Y	0.1	4.1	0.1	2.4	2.3	3.2	6.8	12.3	2.0	0.1	13.0
Au (gm/t)	0.9	0.9	9.8	2.6	0.9	5.7	-	-	5.8	0.9	-
Ag (gm/t)	7405	341	614	564	378	405	-	-	1489	3854	-
Mo	1.5	66.2	76.2	52.3	32.1	36.8	42.9	19.9	197.9	2.1	12.5
Cu	3057.9	375.7	2684.5	749.6	779.3	1285.3	1991.4	3038.1	341.1	378.3	681.0
Pb	5000	5000	5000	5000	5000	5000	1692.2	1101.0	5000	5000	3008.6
Zn	352	5000	7741	5000	5000	5000	5000	5000	2893	4393	5000
As	196.1	7990.5	5000	3466.6	1115.6	4559.9	5000	7989.7	5000	255.6	1434.8
Cd	308.3	23.0	23.5	153.4	256.9	95.3	1893.8	498.6	34.6	58.8	575.3
Sb	2000	2000	2000	649.1	661.2	979.5	265.4	15.5	1363.6	2000	39.1
Bi	2.5	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	2.9	1.0	38.1	0.1	0.1

Tablo2. Devamı

Örnek	12	16	18	19	20	21	24	25	34	35	36
<i>Major Oksit (%)</i>											
SiO ₂	4.76	53.92	2.11	23.76	31.39	5.30	3.94	3.58	7.60	1.11	3.58
Al ₂ O ₃	0.66	14.26	0.01	1.36	0.21	0.63	1.68	0.14	0.09	0.06	0.14
Fe ₂ O ₃	54.98	11.52	3.26	18.33	17.30	49.12	65.90	3.35	8.83	6.30	3.35
MgO	0.02	2.60	0.01	0.11	0.05	0.04	0.24	10.19	6.20	10.64	10.19
CaO	5.95	0.98	0.09	0.14	20.45	7.73	5.86	19.13	9.70	19.49	19.13
Na ₂ O	0.01	0.35	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
K ₂ O	0.21	2.48	0.01	0.42	0.03	0.23	0.46	0.04	0.02	0.01	0.04
TiO ₂	0.03	0.79	0.01	0.07	0.01	0.02	0.08	0.01	0.01	0.01	0.01
P ₂ O ₅	0.01	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	0.01	0.01
MnO	8.93	0.11	0.01	0.08	0.45	11.38	0.27	2.00	1.11	2.34	2.00
Cr ₂ O ₃	0.003	0.046	0.005	0.017	0.016	0.004	0.005	0.002	0.004	0.002	0.002
LOI	16.1	9.4	16.2	13.5	21.3	18.0	16.4	13.0	25.9	16.3	13.0
Total	91.68	96.60	21.69	57.76	91.25	92.40	94.80	51.41	59.50	56.31	51.41
<i>İz Element (ppm)</i>											
Ni	41	198	20	60	125	61	20	27	46	65	27
Sc	1	13	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Ba	130	246	3	22	4	141	28	9	2945	15	9
Be	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Co	2.2	13.7	0.4	1.5	2.8	2.8	0.2	1.2	2.5	2.2	1.2
Cs	0.7	12.2	0.1	0.4	0.1	0.6	0.7	0.1	0.1	0.1	0.1
Ga	46.8	22.2	0.9	60.8	5.0	47.8	135.9	14.6	13.6	9.1	14.6
Hf	0.2	5.3	0.1	0.3	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1
Nb	0.2	20.9	0.1	1.2	0.1	0.1	1.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Rb	7.5	125.1	0.1	16.8	1.1	7.8	17.5	1.3	0.5	0.3	1.3
Sn	109	11	491	2834	15	69	300	33	75	17	33
Sr	19.2	69.4	44.0	54.7	6.9	27.8	6.5	29.8	17.4	25.6	29.8
Ta	0.1	1.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Th	0.4	13.9	0.2	0.6	0.2	0.3	1.5	0.2	0.2	0.2	0.2
U	9.5	7.4	9.2	32.6	13.8	12.0	32.8	3.8	10.7	2.1	3.8
V	8	243	8	69	14	12	48	<8	8	8	8
W	0.8	4.5	1.6	241.6	72.0	1.6	1.6	0.9	0.5	1.5	0.9
Zr	5.5	193.0	0.2	12.8	1.0	4.6	16.3	1.8	1.6	1.1	1.8
Y	13.0	25.5	0.1	0.6	1.6	11.0	1.4	3.5	2.8	2.9	3.5
Au (gm/t)	-	-	1.7	24.7	2.8	-	-	0.9	0.9	0.9	0.9
Ag (gm/t)	-	-	2801	1953	323	-	-	1409	804	5455	1409
Mo	12.5	10.4	14.7	530.3	28.5	15.9	25.8	6.2	7.0	6.5	6.2
Cu	681.0	2352.3	335.1	1886.7	169.4	633.8	1074.2	968.5	292.9	4453.1	968.5
Pb	3008.6	1945.9	5000	5000	5000	2886.3	5000	5000	5000	5000	5000
Zn	5000	5000	420	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
As	1434.8	742.8	5105.1	5000	5557.8	698.7	5000	384.9	5411.5	476.9	384.9
Cd	575.3	28.4	12.7	55.0	133.1	564.3	73.3	822.7	1160.2	551.7	822.7
Sb	39.1	10.3	2000	2000	519.2	63.0	214.8	1918.7	832.4	2000	1918.7
Bi	0.1	4.9	1.0	1.9	0.1	1.0	3.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Teşekkürler:

112Y144 No'lu kariyer projesinin bir kısmını içeren bu çalışmada proje çalışanlarına ve TÜBİTAK'a, ayrıca olumlu eleştirileri ile makalemin gelişmesine katkı sağlayan hakemlere sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kaynakça

Alan, I., Sahin, Ş., Keskin, H., Altun, I., Bakırhan., B, Balcı, V., Böke, N., Saçlı, L., Pehlivan, Ş., Kop, A., Haniçili, N. ve Çelik, Ö.F., 2007. The geodynamic evolution of the intermediate taurus Zone: Ereğli (Konya)-Ulukışla (Nigde)-Karsantı (Adana)-Namrun (İçel) surroundings. MTA Report Number 11006 (in Turkish).

Atabey, E., Göncüoğlu, M.C. and Turhan, N., 1990. Turkish Geological Map Series (100 000 scale). **33**, Section J19.

Blumenthal, M. 1956. Yüksek Bolkardağının Kuzey Kenarı Bölgelerinin ve Batı Uzantılarının Jeolojisi, Mineral Research and Exploration Institute of Turkey. (MTA) Publication Special Publication Series **7**, 1-53.

Clark, M. ve Robertson, A.H.F., 2002. The role of the Early Tertiary Ulukışla Basin, southern Turkey, in suturing of the Mesozoic Tethys ocean: Journal of the Geological Society of London **159**, 637-690.

Çalapkulu, F. 1974. Bolkardağ Au-Ag-Pb-Zn sahası ön etüd raporu. Eti Bank Müdürlüğü, Ankara, (yayınlanmamış).

Çalapkulu, F. 1978. Bolkardağı Pb-Zn-Ag-Au Maden yatakları. Türkiye Jeoloji Kur. **32**. Kurultayı Bildiri Özetleri, 58-59.

Çalapkulu, F. 1980. Horoz Granodiyoriti'nin jeolojik incelemesi, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni **23/1**, 59-68.

Çelik, Ö.F. ve Chiaradia, M., 2008. Geochemical and petrological aspects of dike intrusions in the Lycian ophiolites (SW Turkey): A case study for the dike emplacement along the Tauride Belt Ophiolites. International Journal of Earth Science **97**, 1151-1164

Çevikbaş, A., 1991. Ulukışla-Çamardı (Niğde) tersiyer havzasının jeodinamik evrimi ve maden yatakları yönünden önemi. Doktora tezi (yayınlanmamış), İ.Ü. Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 235s.

Çevikbaş, A. and Öztunalı, O., 1991. Ore deposits of the Ulukışla-Çamardı Basin. Jeoloji Mühendisliği **34**, 22-40.

Çağatay, A. and Arman, B., 1989. Bolkardağ Sulucadere (Ulukışla-Niğde) kalay içerikli çinko-kurşun cevherleşmesinin mineralojisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, **32**, 15-20.

Demirtaşlı, E., Bilgin, A.Z., Erenler, F., Işıklar, S., Sanlı, D.Y., Selim, M. and Turhan, N., 1973. The geology of Bolkar Mountains, in The Congress of 50th Anniversary of the Turkish Republic. Ankara, MTA, p. 42-57.

Demirtaşlı, E., Turhan, N., Bilgin, A.Z. and Selim, M., 1984. Geology of the Bolkar Mountains, in Tekeli, O., and Göncüoğlu, M.C., eds., Geology of the Taurus Belt: Proceedings of the International Symposium. Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA), Ankara, Turkey:125-141.

Dilek, Y. and Moores, E.M., 1990. Regional tectonics of the eastern mediterranean ophiolites, in Malpas, J., Moores, E.M., Panayiotou, A., and Xenophontos, C., eds., Ophiolites, oceanic crustal analogues, proceedings of the symposium "Troodos 1987": Nicosia, Cyprus, The Geological Survey Department, pp. 295-309.

- Dilek, Y., Thy, P., Hacker, B. and Grundvig, S., 1999a. Structure and petrology of Tauride ophiolites and mafic dike intrusions (Turkey): Implications for the Neo-Tethyan ocean. Geological Society of American Bulletin, **111/8**, 1192-1216.
- Dilek, Y., Whitney, D.L. and Tekeli, O., 1999b. Links between tectonic processes and landscape morphology in an Alpine Collision Zone, south-Central Turkey, Annals of Geomorphology (Z. Geomorph, N.F.), **118**, 147-164.
- Dilek, Y., Whitney, D.L., 2000. Cenozoic crustal evolution in central Anatolia: Extension, magmatism and landscape development, in Proceedings of the 3rd International Conference on the Geology of the Eastern Mediterranean, Nicosia, Cyprus, September 1998, Geological Survey Department, pp.183-192.
- Görür, N., Tüysüz, O. and Sengör, A.M.C., 1998. Tectonic evolution of the Central Anatolian Basins. International Geology Review, **40**, 831-850.
- Garfunkel, Z., 1998. Constraints on the origin and history of the Eastern Mediterranean basin. Tectonophysics, **298**, 5-35.
- İlkışık, O.M. ve Özcan A. 1968. Bolkar dağ bölgesinde, Alihoca köyü civarında yer alan bakırlı ve nikelli zuhurlara ait jeolojik prospeksiyon raporu. MTA raporu derleme no: 4742, Ankara.
- Kadioğlu, Y., ve Dilek, Y., 2010. Structure and geochemistry of the adakitik Horoz granitoid, Bolkar Mountains, south-central Turkey, and its tectonomagmatik evolution. International Geology Review, **52**, 505- 535.
- Oktay, F.Y., 1982. Stratigraphy and geological history of the Ulukışla and its surroundings. Bulletin of the Turkish Geological Society , **25**, 13-23.
- Özgül, N., 1976. Some geological aspect of the Taurus orogenic belt (Turkey). Bulletin of the Geological Society of Turkey, **19**, 65-78.
- Özgül, N., 1984. Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides, in Tekeli, O., and Göncüoğlu, M.C., eds., Geology of the Taurus Belt. Proceedings of the international symposium on the Geology of the Taurus Belt, 1983.
- Parlak, O., Delaloye, M. and Bingöl, E., 1996. Mineral chemistry of ultramafic and mafic cumulates as an indicator of arc-related origin of the Mersin ophiolite (southern Turkey): Geologische Rundschau, **85**, 647-661.
- Parlak, O., Höck, V. and Delaloye, M., 2002. The supra-subduction zone Pozanti-Karsanti ophiolite, southern Turkey: Evidence for high-pressure crystal fractionation of ultramafic cumulates. Lithos, **65**, 205-224.
- Sangameshwar, S.R. and Barnes, H.L., 1983. Supergene processes in zinc-lead-silver sulfide ores in carbonate rocks. Economic Geology, **78**, 1379-1397.
- Şişman, N., and Şenocak, H., 1981. Geology and Ore Deposits around Bolkar Mountains. Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Publications report no: 1790, Ankara
- Temur, S., 1991. "Petrographic Investigation of carbonated Zn-Pb deposits in the (Ulukışla-Niğde) Area on the Bolkar Mountains", Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Publications, **112**, 71-84.