

## MURGUL - ARTVİN - MARADİT YÖRESİNDE (KD TÜRKİYE) ALTIN İÇEREN CEVHERLEŞMELER

Radule POPOVIC\*

ÖZ.- İncelenen altın içeren cevherleşmeler, Türkiye'nin en kuzeydoğusunda Murgul, Artvin ve Maradit yöresinde yer almaktadır. Çalışma alanı kuzeybatıda Karadeniz kıyısı, doğuda Çoruh nehri, kuzeyde Türkiye-Gürcistan sınırı, güneyde ise Artvin-Fındıklı çizgisi ile sınırlanır ve Murgul çayı'nın kaynağını içine alır. Çalışılan alanda Jurasik ile Kuvaterner arasında oluşmuş çeşitli volkanik, volkanosedimenter ve sedimenter kayalarla çok sayıda petrojenik kompleksleri oluşturan granitik birimler yer alır. Iskalka köprüsü ve Budiyet köprüsü bakır cevherleşmelerini içeren en yaşlı volkanik-volkanosedimenter birimler andezitik veya ortaç-asidik karakterli olup Jurasik yaşlıdır. Bu birim altın açısından henüz ayrıntılı irdelenmemiştir. Bu birimin üzerinde riyolit-riyodasit birleşimli ve büyük bölümü henüz araştırılmamış irili ufaklı bakır zuhurları içeren volkanik ve volkanosedimenter birimler yer alır. Bu kompleks Geç Jurasik - Erken Kretase volkanizmasının ürünüdür ve belirgin bir altın içeriğine sahip değildir. Bulgular, Murgul çevresinde (Anayatak, Çakmakkaya, Aduca dere, Kilise tepe vb.), ve Artvin yöresindeki (Kuarshan, İrsa Maden, Sinkot, Seyitler ve Umasen) bakır yataklarında değerli metallerin iz element olarak yer aldığını gösterir. Benzer altın ve gümüş içerikleri özellikle Hopa çevresindeki (Peronot, Sivrikaya, Kutunit ve diğerleri) bakır yataklarında beklenmelidir. Bu bakır zuhur ve yataklarında altın değerleri oldukça düşüktür (çoğun < 0.5 ppm). Gümüş değerleri ise iz element seviyesinden 180 ppm'ye kadar değişebilmektedir. Ancak 100 milyon tonu aşan bakır rezervleri dikkate alınırsa düşük tenörlere rağmen bu birimde 50 ton altın ve birkaç yüz ton gümüş bulunması beklenmektedir. Daha da üstteki bileşik petrolojik kompleksi Geç Kretase-Paleojen yaşlı volkanik-volkanosedimenter ve sedimenter kayalar oluşturur. Altta bazalt ve spilitle başlıyan istifler üste doğru andezitler ve dasit-riyolit birleşimli kayalara geçerler. Bu birimde değerli metaller bakır-çinko-kurşun cevherleşmeleri içeren andezitler ve kısmen andezitik volkanizmanın yeniden işlenmesi ile ortaya çıkan sedimenter kayalar içinde yer almaktadır. Bu petrojenetik kaya grubunda iki farklı tipte altın oluşumu ayırtlanmıştır. Bunlardan ilki Çayeli yakınındaki Akarşen, Hohur sırtı ve Madenköy baz metal yataklarıdır. Madenköy'de altın içeriği 11,43 ppm'dir. Gümüş içeriği ise tonda birkaç on gramdan 241 ppm'ye, hatta Akarşen galenitinde 350 ppm'ye ulaşır. Bu birim içindeki tüflü kumtaşları gibi potansiyel cevher içerecek çökellerde 0,11 ppm altın ve 2,25 ppm gümüş saptanmıştır. Diğer bir tip değerli metal oluşumu Maradit yakınındaki Pehlivan Köy'dedir. Bu cevherleşmeler yüksek hidrotermal alterasyonlu andezitlerde pirit ve bakır mineralleri ile birlikte bulunur. Burada özel bir alterasyon tipi olarak adularyalasma dikkat çekicidir ve epitermal kökenli bakır ve eşleniğindeki altın mineralizasyonuna işaret eder. Üçüncü tür altınlı oluşuklara Artvin yakınında Melo dere boğazında rastlanır. Burada Eosen yaşlı ve yer yer yüksek kalkopirit içerikli kuvars diyoritler düşük altın (> 0,03 ppm), ama nispeten yüksek gümüş (7,2 ppm) içeriklidirler. Bu bulgular Artvin-Murgul-Maradit alanının altınlı bakır-çinko-kurşun yatakları açısından önemini vurgulamaktadır.

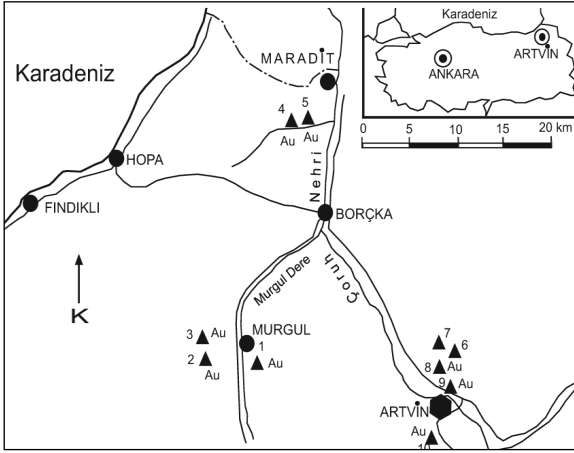
Anahtar kelimeler: Altın, gümüş, volkanizma, Murgul, Kuarshan, Artvin, Maradit, Türkiye.

### GİRİŞ

Bu makalenin konusunu oluşturan altınlı cevherleşmeleri içeren yöre; Hopa, Murgul, Artvin ve Maradit arasındaki metalojenik bölgeyi içermektedir (Artvin bölgesi, Şek. 1). Her ne kadar bu yöre son yüzyıldır, hatta daha uzun bir süredir ilgi odağı olmuş ve öncel çalışmalarına

konu oluşturmuşsa da altın ve gümüş oluşumlarına pek fazla dikkat edilmemiştir. Buna rağmen bakır sülfürleri, çinko, kurşun ve demir araştırmalarında altın içeriği de ara sıra tespit edilmiştir. Fakat, Kraeff (1963) tarafından yayımlanan, Akarşen polimetallik yataklarındaki altın ve gümüş içeriğine ilişkin veriler, Kuarshan yatakları hakkındaki MTA envanteri (MTA, 1966) Artvin

\* Geoinstitute, Rovinjska 12, 11000 Beograd, Serbia



Şek. 1- Kuzeydoğu Türkiye'deki altın ve gümüş içeren oluşumların yer bulduru haritası. Altın ve gümüş içeren sülfid oluşumları: 1. Anayatak ve Çakmak-kaya, 2. Akarşen, 3. Hohur sırtı, 4. Pehlivan köy, 5. Çavuşlu, 6. Kuvarshan, 7. Irsa Maden, 8. Sinkot, 9. Seyitler ve Umasen mahallesi, 10. Melo.

yakınlarındaki Sinkot (Kovenko, 1942; Novovic, 1979'den) taki altın içeriğine ilişkin veriler ile Anayatak ve Çakmak-kaya yatakları konusundaki Erseçen (1989) ve Özgür (1992) dışında, sözü edilen bölgedeki değerli metallerin konsantrasyon, dağılım ve diğer özelliklerini araştırmak için ciddi bir çaba sarf edilmemiştir.

Murgul-Artvin-Maradit bölgesindeki araştırmalar sırasında, pek çok Cu, Zn ve Pb zuhurundan, ayrıca Çayeli yakınlarındaki Madenköy sülfid yataklarından çok sayıda örnek toplanmıştır.

Aynı zamanda flotasyon konsantrelerinden de örnek alınmıştır. Toplanan örneklerin analizleri yapılarak bu makaleye temel oluşturan ilginç sonuçlara ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra, arazi notları ve sınırlı literatür verilerine dayanarak bazı altın içeren bakır oluşumlarının potansiyeli üzerine bilgi edinilmiştir.

Eldeki tüm verilere dayanarak, bu çalışmanın sonuçlarını yayımlamanın, özellikle de Özgür (1992) ve altın ile diğer bazı maden yatakları konusundaki münferit yayınlar dışında basılmış veri olmadığı göz önüne alınarak faydalı olacağı düşünülmüştür.

## TEMEL JEOLJİK ÖZELLİKLER

### Murgul-Artvin-Maradit

Bu bölgenin en önemli jeolojik özelliği volkanizma olup, volkanik ve volkanosedimenter alanlardaki aktiviteler, sülfid yataklarının, çoğunlukla bakır ile takip eden çinko, kurşun ve molibden ile altın ve gümüş oluşumlarında başrolü oynamaktadır.

Temel olarak, bu bölgedeki volkanik aktivitenin çeşitli evreleri ayırtlanabilmektedir. Birincisi Jurasik sırasında olmuş, ancak halen kesin bir şekilde tanımlanamamıştır. Bu evrede, genellikle andezitik volkanik kayalardan meydana gelen ortaç asidik volkanik ve volkanosedimenter formasyonlar oluşmuştur. Bölgedeki en geniş bakır yataklarıyla birliktelik gösteren, çoğunlukla riyolit kompozisyonundaki volkanik ve volkanosedimenter formasyonların oluşumuna yol açan Geç Jurasik-Erken Kretase volkanizma ilk evreyi takip etmiştir.

Bu evrenin ardından, volkanik aktivitede bir kesinti meydana gelmiş, Geç Kretase'de tekrar hareketlenerek volkanik ve volkanosedimenter formasyonların oluşumuna neden olmuştur. Volkanizma bazik kayalarla başlayıp, ortaç asidik ve asidik kayalarla devam eden tam bir gelişimle nitelendirilir. Pejatovic (1979)'in verilerine göre genel olarak toleyitik kompozisyonundadır. Volkanizmanın ortaç asit bölümü bakır, çinko ve kurşun yatakları ve yüksek altın içeriği ile tanımlanır. Fakat bunlar Geç Jurasik - Erken Kretase asit volkanizmasıyla ilişkili yataklara göre daha az ekonomik önem taşımaktadır.

### BAŞTA DEĞERLİ METALLER (ALTIN VE GÜMÜŞ) OLMAK ÜZERE VOLKANİK AKTİVİTENİN ÖNEMLİ METALOJENİK ÖZELLİKLERİ

Daha önce belirtildiği gibi, Murgul yöresinin en önemli özelliği, toplam 100 milyon ton üzerinde maden rezervi içeren Geç Jurasik-Erken Kretase yaşlı geniş bakır yatakları ile yaklaşık %1 bakır içerikli Geç Kretase-Eosen bakır, çinko ve kurşun yatakları (genel olarak polimeta-

lik) dir. Bu yataklar araştırılmamış olup, mevcut bilgiye göre maden rezervleri 5 milyon tonun altında olmakla birlikte, potansiyel olarak çok daha fazla olduğu ve bakır, çinko ve kurşun içeriğinin %3'ten fazla olduğu tahmin edilmektedir. Bunlar her iki durumda da, masiften ağısı-içerimli (stockwork-impregnation)'ye damar tiplerine ve önemsiz skarn cevherleşmelerine kadar farklı zuhurlar şeklinde olan genel olarak volkanik ve volkanosedimenter yataklardır.

Mevcut veriler ışığında, en önemli altın ve gümüş yatakları, Anayatak, Çakmakkaya, Aduca dere, hohur sırtı ve Akarşen (Murgul civarı), Kuvarshan, Sinkot, Irsa Maden ve diğerleri (Artvin civarı) ve Maradit (Güreşen dere vadisi) civarındakilerdir. Tüm bu bakır içeren lokasyonlarda, çinko ve yer yer kurşun en önemli yan madenlerdir. Bunlara ek olarak altın ve gümüş de bu madenlerle birlikte bulunmaktadır. Altın içeren zuhurlar, yatağın tipine ve volkanik aktivitenin evrelerine göre sınıflandırılabilir.

En yaşlı olan altınlı cevherleşmeler bakır yatakları ile ilişkili olarak asit riyolit ve riyodasit kompozisyonundaki volkanizmayla Geç Jurasik-Erken Kretase sırasında oluşmuştur. Bu evre geniş bakır yataklarının oluştuğu zamandır. Fakat, parajenezde sıklıkla tenantit (gümüş içeren tethahedrit) bulunmasına rağmen bu evrede altın önemli miktarlarda bulunmamış, buna karşın gümüş yüksek konsantrasyonlar göstermiştir.

Geç Jurasik-Erken Kretase metalojenik evresini, yeni bir Geç Kretase-Tersiyer toleyitik magmatizma izlemiştir. Bu volkanik aktivite, polimetallik yatakların (bakır, çinko ve kurşun) ve en dikkate değerleri Hohur sırtı, Akarşen (Murgul yakını), Pehlivan köy, Çavuşlu (Maradit yakını) ile Madenköy (Çayeli yakını) olan önemli miktarlarda altının bulunmasıyla tanımlanır.

Tersiyer yaşlı olduğuna inanılmakla beraber şimdiye kadar kesin olarak sınıflanamamış Pehlivan köy civarındaki ilginç bakır zuhuru cevherleşme içeren andezitlerle temsil edilmektedir. Yüksek bakır içeriğinin yanı sıra, bu zuhur yüksek altın konsantrasyonuna da sahiptir. Ancak, asıl önemi epitermal yatak oluşumunu sağlayan

karakteristik alterasyon tipine dayanmaktadır. Söz konusu olan alterasyon tipi kesin bir şekilde adularyalaşma olarak saptanmıştır. Bu nedenle, yatak özel bir tip olarak ayrımlanarak sunulmuştur.

## **MURGUL YÖRESİNDEKİ ALTIN İÇEREN CEVHERLEŞMELER**

Murgul civarındaki bütün altın içeren cevherleşmeler, iki zaman evresine gruplanmıştır. Birinci grup, geniş bakır yataklarının oluştuğu Geç Jurasik-Erken Kretase yaşındadır. İkinci grup ise önemli altın ve gümüş konsantrasyonlu polimetallik yatakların oluştuğu Geç Kretase-Tersiyer (Paleojen) yaşındadır. Genel olarak ikinci grup birinci gruba göre daha az ekonomik değere sahiptir.

### **Geç Jurasik-Erken Kretase altın içeren zuhurlar**

Daha önce belirtildiği gibi, bu evrede subvolkanik ve volkanik (genellikle deniz altı) bölgelerde büyük riyolit kütleleri oluşmuştur. Aynı zamanda, Doğu Pontidler' de bu volkanik kayalarla ilişkili olarak geniş bakır yatakları oluşmuştur. Murgul civarında çok miktarda bakır yatağı ve değerli maden (Au ve Ag) içeren zuhur oluşmuştur. Bununla beraber bu yataklar için düşük altın içeriği karakteristiktir. Aynı zamanda gümüş içeriği yer yer yüksek konsantrasyonlara ulaşan değişimler göstermektedir. Bu yatakların en büyük ve önemli olanları Anayatak ve Çakmakkaya ile Aduca dere, Kilise tepe vb. dir.

*Anayatak ve Çakmakkaya.*- Bu iki yatağın altın içeriği dikkate alındığında oldukça heterojen verilerin mevcut olduğu görülmektedir. Pejatovic (1973/1979) Daniels Griffith's Co - Londra tarafından 1966'da hazırlanan raporda, flotasyona tabi tutulan Anayatak konsantrelerinin 1,2 gr (12 gr/ton) altın ve 78,5 gr (785 gr/ton) gümüş elde edildiğinin belirtildiğini bildirmektedir. Engin (1986) çalışmasında Artvin ve Murgul civarındaki altın zuhurlarından bahsetmektedir. Ancak, altın içeriği konusunda daha detaylı bir bilgiye yer verilmemiştir. Özgür (1992) ise ortalama altın miktarının 0,2 gr/ton, gümüş miktarının ise 25 gr/ton

olduğunu belirtmiştir. Yazarın bu yayınındaki araştırmaları daha detaylıdır. Anayatak örneklerinin analizleri yapılmış ve ilginç sonuçlara ulaşılmıştır. Mineral kompozisyonu gözetilmeksizin farklı malzemelerdeki başlıca elementlerin (Cu, Zn, Pb, Fe vb.) içerikleri kullanılmıştır. Murgul flotasyon fabrikasından, eser miktarda pirit içeren kalkopirit (veya kalkopiritçe zengin cevher), ametist, kristalin pirit (pentagonal dodekahedron ve oktahedron), riyolit tüf (madenin asılı duvarı), cevherleşmiş riyolit tüflü breş (son ikisi 6.10.1970'de örneklenmiştir). Bu analizlerin sonuçları çizelge 1'de sunulmaktadır.

**Çizelge 1- Anayatak yatağındaki madenden iz element içerikleri ve flotasyon konsantreleri (ppm).**

	Au	Ag	As	Bi	Mo
Eser miktarda pirit içeren kalkopirit	0.45	76-180	340	70	500
Kristalin pirit	0.03	2	170	-	-
Pirit ve kalkopirit mineralizasyonları içeren ametist	0.05	1	250	-	5
Kalkopirit-pirit flotasyon konsantrisi	0.98	63	1740	320	60
Pirit flotasyon konsantrisi	0.53	61	1140	-	-

Çizelge 1'deki veriler altın miktarının düşük olduğunu ve gümüş oranının nispeten dikkate değer olduğunu açıkça göstermektedir. Bu şekilde, bizim araştırmalarımızın sonuçları Daniels Griffith's Co-Londra ve Pejatovic, (1973-1979) verilerinden farklılık göstermektedir. Bizim sonuçlarımızla karşılaştırıldığında, açıklanması güç önemli farklılıklar vardır. Muhtemel bir açıklama, 1970'lerdeki flotasyon teknolojisinin geri olduğu ve son yıllarda Murgul flotasyon fabrikasındaki kazanımın yalnız altın ve gümüş için değil bakır için de başlangıca göre oldukça düşük olduğu şeklinde olabilir. Fakat şu da bir gerçektir ki, madendeki kalkopiritle temsil edilen altın içeriği, flotasyon konsantrelerindeki düşük altın oranla hemen hemen aynıdır (Çizelge 1). Bu verilere göre anayatak bakır yataklarının temel olarak düşük altın içerdiği, bu arada gümüşün çok daha uygun miktarlarda olduğu sonucuna varılabilir. Kalan örneklerde altın içeriği önemsiz düzeydedir.

*Kilise tepe.*- Kilise tepe Anayatak ve Çakmakmaya ile aynı bölgede yer almaktadır. Üçü de aynı volkanik oluşum fazına ait olup, aynı mineral içeriğine sahip ve aynı litolojik ortamda oluşmuş bulunmaktadır.

Fakat, iki örnek dışında değerli madenler üzerinde araştırma yürütülmemiştir. Birinci örnek riyolit tüflerindeki pirit-kalkopirit oluşumları ile temsil edilir. Altın içeriği 0,1 gr/ton, gümüş içeriği ise 7 gr/ton'dur. İkinci örnek cevherleşme gösteren kuvars diyorit (506 gr/ton kurşun, 810 gr/ton ve 1,27 % çinko) ile tanımlanabilirken sadece 0,02 gr/ton altın ve 3 gr/ton gümüş bulunmuştur. Diğer yataklarda, Anayatak ve Çakmakmaya ile eş zamanlı olan bir değerli metal içeriği mevcut değildir. Her ne kadar sistematik araştırma yapılmamışsa da bu durum, Jurasik-Neokomiyen bakır metalojenizinin yüksek altın içeriği ile tanımlanamayacağı sonucuna yol açmaktadır. Tüm bunların sonucunda bakır yataklarındaki altın içeriğinin düşük olduğu söylenebilir. Gümüş ise sadece kalkopiritle ilişkili olduğu bazı yerlerde dikkat çekicidir. Kristalin pirit olarak gösterilen pirit ile altın birlitlik göstermemektedir. Gümüşte de aynı durum söz konusudur. Yüksek çinko konsantrasyonlarıyla yüksek değerli metal içeriklerinin ilişkisi ilginç olmakla birlikte tam olarak ispatlanmamıştır.

Altın ve gümüşü taşıyıcı mineraller dikkate alındığında, kalkopirit, arsenopirit, belki sfalerit ve kesinlikle de tenantitin ana taşıyıcılar olduğu kabul edilebilir.

### **Geç Kretase-Tersiyer (Paleojen) altın içeren sülfid zuhurları**

Bu zaman evresi ile ilişkili altın içeren cevherleşmeler kuzeydoğu Türkiye'de geniş alanlar kaplar. KD-GB istikametinde yaklaşık 150 km, KB-GD'da ise 40 km kadar uzanır. Kuzeydoğuda bu bölge Maradit'te başlar ve güneybatıda Çamur yaylada biter. Fakat bu güneybatıda bitmez, bazı yazarlar Çayeli'den Madenköy'e kadar devam ettiğini kabul ederler. Bu dönemde oluşan bütün altınlı cevherleşmeler, polimetallik zuhur ve yatakları barındıran volkanik ve volkanosedimen-

ter birimlerle beraber bulunurlar. Geç Jurasik-Erken Kretase volkanik ve volkanosedimenter karmaşıklarla bağlantılı olarak, bu Geç Kretase-Tersiyer karmaşıklarındaki sülfid yatakları oldukça yüksek altın konsantrasyonu ile tanımlanır.

Bu evredeki altınlı zuhurlar Türkiye-Gürcistan sınırı, Çoruh nehri, Balıklı yayla ve Çamur yayla ile sınırlanan bölgede yer alırlar. Bunlar Maradit (Çavuşlu ve Pehlivan köy), Murgul civarı (Hohur sırtı ve Akarşen) ve Artvin civarındaki (Melo dere boğazı) oluşuklardır. Bu gruba Çayeli yakınındaki Maden köydeki polimetalik yataklar da dahil edilebilir.

*Hohur sırtı.*- Hohur sırtındaki altınlı sülfid zuhurları Hohur ile Akarşen'i bağlayan bir sırt üzerinde bulunmaktadır. Bu zuhur Murgul'un 2,5 km kadar batısında yer alır. Altınlı sülfid cevherleşmesi Hohur Sırtının KB yamacında en yüksek noktası 1075 m olmak üzere yer almaktadır.

Jeolojisi; marnlar, marnlı kireçtaşları, bazaltlar, spilitler, andezitler, yer yer dasitler ve dasit-andezit piroklastik kayaçlar (tüfler, aglomeralar, breşler, tüflü kumtaşları), kumtaşları ve kireçtaşlarını kapsar. Altın cevherleşmeleri bakır, çinko ve kurşun sülfitleri ile ilişkilidir.

Kalın sediment örtüsü ve aktif heyelanların bulunması nedeniyle sadece bir zuhur yerinde-mostra olarak tanımlanabilmiştir. Fakat yayılımın mekanik halesi bu bölgede çok fazla mostra olduğu kanısını uyandırmaktadır. Bir mostrada eski bir maden kuyusu ve atıkları mevcuttur. Ne yazık ki madencilik kim tarafından ve ne zaman yapıldığının tespit edilmesi mümkün olmamıştır. Bakır madenciliği yapıldığı kabul edilebilir. Bu maden zuhuru makalenin yazarının da üyesi olduğu bir grup jeolog tarafından geniş bir şekilde kazılarak açılmıştır. Kazı, bunun hemen hemen 200 m boyunca izlenebilen yaklaşık kuzeydoğu uzanımındaki maden zonuna ait olduğunu göstermiştir (Popovic, 2002).

Bu zon yoğun bir şekilde hidrotermal alterasyon geçirmiş olup, kaolinleşme, silisleşme, piritleşme ve karbonatlaşma en baskın alterasyon tipleridir. Parajenezdeki başlıca mineraller pirit,

kalkopirit, sfalerit ve bazen galenit ve tetrahedrittir. Kapanım olarak son oluşan mineraller ise kalkopirit ve sfalerittir. Bunların yanı sıra eser miktarda markazit, bizmut sulfosalt ve ikincil mineral olarak bakır tespit edilmiştir.

Açılan hendeğin sistematik örnekleme, altın miktarının 0,5'ten 5 gr/ton'un üstüne çıktığını, gümüşün ise 16 ile 182 gr/ton arasında olduğunu göstermiştir (Çizelge 2, Popovic, 2002). Mostradaki oluşum şekillerine göre cevherleşmenin önemli miktarlarda altın ve gümüş içeriğiyle ağısı-ıçerimli tipinde olduğu görülmüştür. Bahsedilen mostra dışında mekanik yayılım halesinde sadece kısmî araştırma yapılmıştır. Değerli ve baz metal içerikleri dikkate alındığında benzer veya eşlenik sonuçlar elde edilmiştir. Bunun dışında bir çalışma yapılmamıştır.

Bu zuhur dışında, Hohur ve Akarşen'i birleştiren sırta, tüflü kumtaşlarıyla temsil edilen zonda sülfidli mineralizasyon oluşukları ve yüksek altın içerikleri de keşfedilmiştir (Çizelge 3).

Yan kayaç sedimentlerinden dolayı buradaki cevherleşmenin (düşük altın oranına rağmen) volkanosedimenter bir olay sonucu oluştuğu kesindir. Kurşun ve çinko içeriği bakırınkinden yüksektir. Fakat bu da herhangi bir şeyi değiştirmez. Buna karşın, değerli ve baz metal içerikleri, net bir şekilde, bu ortamın Murgul metalojenik bölgesinde önemli bir yeri temsil ettiğine göstermektedir.

*Akarşen.*- 1769,8 m'lik zirvesiyle Akarşen dağı Hohur sırtının yaklaşık 4 km güneybatısında yer alır. Bakır, kurşun, çinko ve değerli metal polimetalik yatakları bu zirve civarındadır. Yüzyıldan fazladır bilinen bu yatakta bir zamanlar madencilik yapılmıştır.

Bu bölgede ve yatak yakınlarındaki jeolojik birimler Hohur sırtı ile hemen hemen aynıdır. Farklılık Akarşen'deki kuvarsdiyorit kütleleri ve buna bağlı olarak gelişen kontak-metamorfik alterasyonlardan ibarettir.

Akarşen'deki maden yatağı bir kısmı volkanik kayaçlarla ilişkide olan pek çok maden oluşuğun-

**Çizelge 2- Hohur sırtındaki altınlı sülfid cevherleşmelerinin kimyasal kompozisyonu (Popovic, 2002).**

içerik (ppm)			içerik (%)				
Au	Ag	Cd	Cu	Zn	Pb	As	Bi
5,32	84	-	4,84	7,75	0,10	0,10	0,022
0,44	20	42	2,72	13,50	0,02	0,04	-
0,85	22	-	1,26	0,60	0,26	0,13	-
0,48	16	-	2,11	0,41	1,03	0,03	-
x	182	1280	1,00	1,50	0,26	-	-

x: analizi yapılmamıştır

**Çizelge 3- Tüflü kumtaşındaki bazı metallerin içerikleri.**

içerik (ppm)					
Au	Ag	Pb	Zn	Cu	As
0,11	2,25	2200	2950	556	217

dan meydana gelir. Zuhur tipleri damar veya içe- rimli şeklindedir. Bunların volkanik kökenli oldukları kabul edilmekle birlikte, bazıları volkanosedimanter kökenlidir. Oval maden yapıları (Vujanovic, 1976; Popovic ve Vakanjac, 2002) ve sülfid cevherleşmesi içeren tortul kayalar (Hohur sırtındaki altınlı zuhurlarla tanımlanmıştır) bunun göstergesidir.

Maden parajenezinde şu mineraller tanımlanmıştır; pirit, kalkopirit, sfalerit, galenit, tetrahedrit ve argentit. Tenantitin başlıca tetrahedrit minerali olduğu ve bu şekilde, argentele birlikte başlıca değerli maden taşıyıcısı olduğu düşünülmektedir.

Kraeff (1963)'ün verilerine göre madendeki altın miktarı 0,25 gr/ton'dan 7,2 gr/ton'a (en yüksek altın miktarı Murgul yöresinde olmak üzere) değişmekte olup; aynı yazara göre gümüş içeriği ise 338 gr/ton'dur. Bizim çalışmalarımıza göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4).

Bu yataktaki mevcut verilere dayanarak maden rezervinin, yüksek bakır, çinko, altın, gümüş ve bizmut içerikleriyle, 1 milyon tonun üzerinde olduğu tahmin edilebilir. Aynı zamanda,

2-3 ton altınla 50 tonun üzerinde gümüş olduğu tahmin edilebilir. Bu tahminler yalnızca jeologlar için değil yatırımcılar için de büyük bir iddia ve teşviktir.

Bu kapsamda; Murgani Hevi nehri Akarşen'den drene olan kollarda 0,03 gr/ton altın ve 350 gr/ton gümüş kaydedilen galenit parçası bulunduğu belirtilmelidir. Bu durum Akarşen'deki değerli metallerin önemi değerlendirilirken dikkate alınmalıdır.

**Çizelge 4- Değerli metal ve bazı mikroelement içerikleri.**

içerik (ppm)				
Au	Ag	As	Bi	Cd
1,9	53	590	1700	40
3,84	75	x	x	x

x: analizi yapılmamıştır

## ARTVIN CİVARINDAKİ DEĞERLİ METAL ZUHURLARI

Artvin civarındaki değerli metal zuhurları genellikle bakır-sülfid mineralizasyonları ile bağlantılıdır. Bunlar; Kuarshan, Irsa Maden, Sinkot, Seyitler, Umasen ve Melo deredir. Murgul yöresi gibi altınlı cevherleşmeler oluştukları petrojenetik ortama göre sınıflandırılabilir. Buna dayanarak şu zuhur tipleri ayırtlanabilir: riyodasit volkanik ve volkanosedimanter karmaşıklarla (Jurasi-

Neokomiyen) ilişkili ve Paleojen yaşlı kayaçlarla ilişkili zuhurlar. Sülfür zuhurları ve bakır yatakları, az miktarda çinko ve kurşun zuhurları Çoruh nehri sağ kıyısında. Diğerleri boğazı Melo deredeki granitoidlerle ilişkilidir.

### Geç Jurasik-Erken Kretase altın içeren zuhurlar

Çoruh nehri sağ kıyısındaki altın içeren sülfür zuhurları riyodasitik volkaniklerle ve volkanosedimenter karmaşıklıkla ilişkilidir. Birimin yaşı konusunda araştırmacılar hemfikir değildir. Fakat Murgul civarındaki eşlenik tipteki birimlerle benzerlikleri nedeniyle bu zuhurlar, oluşum zamanları aynı şekilde değerlendirilmelidir. Kuvarshan bölgesi çeşitli zuhurlar ve yataklar içermekle birlikte bunlardan sadece Çoruh nehri sağ kıyısındaki Kuvarshan lokasyonu iyi bilinmektedir. Yaklaşık 10 km uzunluğundaki bu zon ismini bu yataktan almış olup, Kuvarshan maden zonu Kuvarshan, Irsa Maden, Sinkot, Seyitler ve Umarsen zuhur ve yataklarını kapsamaktadır. Tüm bu yataklar, aynı petrojenetik ortamda (riyodasit) bulunmakta ve yoğun hidrotermal alterasyon, özellikle piritleşme, kaolinleşme, ağarma ve silileşme karakterize ile edilmektedirler (Şek. 2).

*Kuvarshan.*- Bakır içeren maden yatağı Çoruh'un 4 km kadar doğusunda yer almaktadır. Mercek damarları şeklinde çeşitli maden oluşukları ile tanımlanabilir. Önceki çalışmaların (özellikle Kovenko, 1942; Kraeff, 1963; Novovic, 1978, 1979; Simonovic, 1972) verilerine göre bu yatağın bakır cevheri, tektonik (fay) zonu ve riyodasit ana kayası ile birliktelik sunmaktadır. Maden kalkopirit, bornit, kalkosit gibi bakır mineralleri en baskın mineral olarak pirit içermesi nedeniyle pirit tipi olarak tanımlanmaktadır. Belirtilen minerallerin yanı sıra, maden, nispeten ağırlıklı olarak sfalerit ve az miktarda galenit ve tetrahedrit içermektedir. Bu makale için çok önemli bir özellik olarak tetrahedrit, daha kesin bir deyişle tenantit, bu yatakta yüksek birincil gümüş ve düşük altın içeriğinin beklenebileceğini şiddetle göstermektedir. Altın ve gümüş konusunda sistematik bir çalışmanın yapılmamış olduğuna dikkat edilmesi gerekir. Bazı dokümanlarda (Engin, 1986) Artvin civarında lokasyonlar hak-

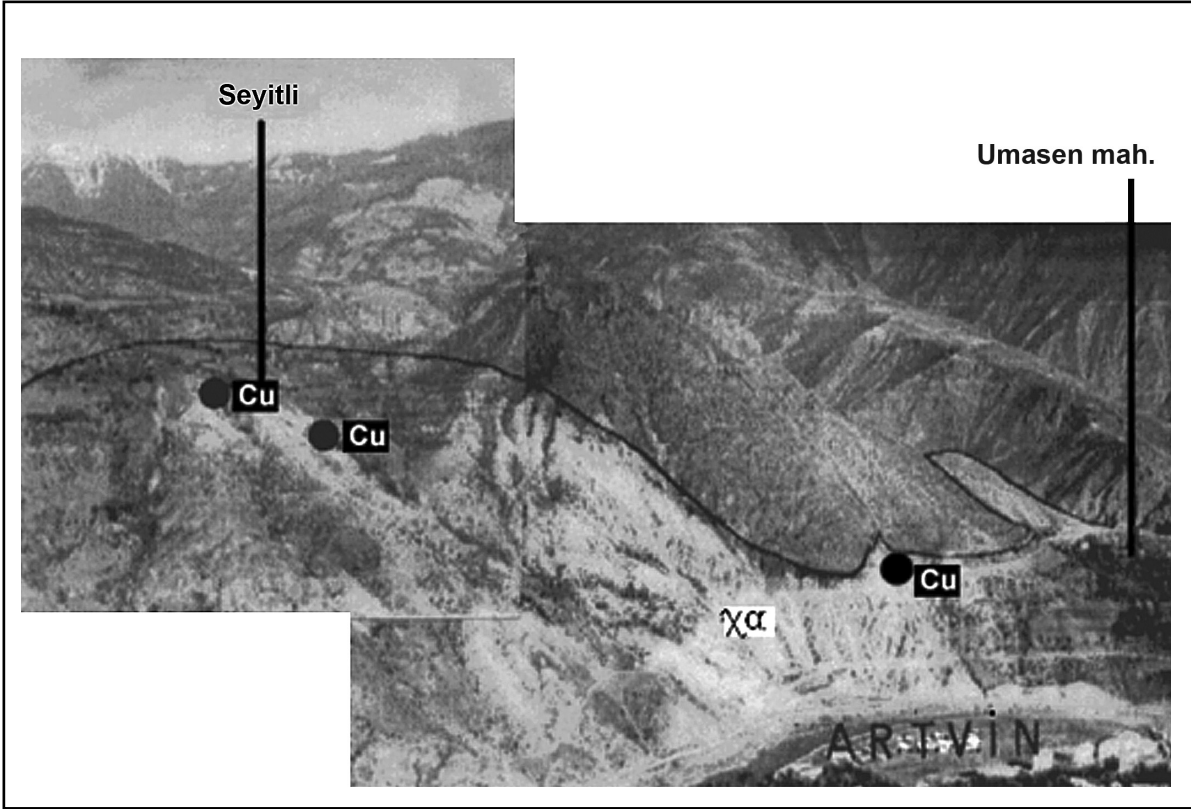
kinda kesin veri bulunmamakla birlikte altın yataklarının bulunduğu belirtilmiştir.

Fakat, bir diğer MTA envanterinde (MTA, 1966), bir örnekteki 1 gr/ton altın ve 25-30 gr/ton gümüş tenöründen bahsedilir. Bu gerçeğe ve diğer bakır yataklarının mineralojik, stratigrafik ve jenetik özelliklerine dayanarak bu iki değerli metalin yüksek konsantrasyonlarda olması beklenebilir. Bu görüşün ispatı olarak Sinkot zuhurunda saptanan yüksek altın içeriği gösterilebilir. Ne yazık ki, örnekleme Simonovic (1972) tarafından yapılmış ve bakır oranının %0,06'dan %6,01'e, çinkonun %0,31'dan %0,74'e kadar olduğu saptanmakla birlikte altın ve gümüş analizi yapılmamıştır.

*Irsa maden.*- Kuvarshan'ın 3 km kuzeyindedir. Önceki gibi bu yatak da 20. yüzyılda defalarca araştırılmıştır. Simonovic (1972)'in verilerine göre bu Kuvarshan civarındaki en zengin yataktır. Bakır içeriği %0,01-%7,33, çinko ise %0,32-%34,69 arasındadır. Kurşun bazen görülmemekle birlikte nadir galenit yığınlarındaki kurşun içeriği iz miktarlardan %24,82'ye kadar değişmektedir. Mineral kompozisyonu başta pirit, daha sonra sfalerit, kalkopirit, enarjit ve nadir miktarda tenantit temsil edilir. Başlıca ikincil bakır mineralleri bornit, kalkosit ve kovellittir. Galenit yalnız bazı yerlerde önemli miktarlarda bulunur.

Kuvarshan gibi, Irsa maden yatağında da önemli sayılabilecek miktarlarda tenantit saptanmıştır. Buna dayanarak nispeten önemli miktarlarda birincil gümüş beklenebilir. Fakat, altın da hariç tutulmamalıdır. Kuzeydoğu Türkiye'deki hemen hemen bütün yataklardaki, kalkopirit içinde çözünme şeklindeki tenantit varlığı, bu yatakta da önemli gümüş içeriğinin beklenmesi mümkün olduğunu göstermektedir.

*Sinkot.*- Bu zondaki diğer bir lokasyondur. Zuhur Kuvarshan'ın yaklaşık 2,5 km güneybatısında. Yoğun hidrotermal alterasyon ve sıklıkla yatağın üst kısımlarında yüksek pirit konsantrasyonları ile gelişmiş demir şapkalı (gossan) tarafından karakterize edilir. Daha önceki tanımlanmış yataklar gibi, defalarca araştırma konusu olan bu yatakta da, piritin en baskın mi-



Şek. 2- Seyitler ve Umasen alanının; yoğun hidrotermal alterasyonun gözlemlendiği riyolitik volkanik kayalarındaki ( $X^{\alpha}$ ), bakır, az miktarda çinko ve çok az kurşun cevherleşmeleriyle görünümü.

neral ve gossan malzemesinin kaynağı ve de kalkopiritin de maden parajenezinin başlıca içeriği olduğu sonucuna varılmıştır. Bu, bakır içeriğinin 100 gr/ton'dan %7,64'e değiştiği tipik bir pirit bakır yatağıdır. Çinko içeriği, %0,28'den %2,26'ya değişirken, kurşun yalnız ara sıra %0,25'e ulaşmaktadır. Ancak, yalnız bu lokasyonda değil, bütün Kuvarshan maden zonunda önemli ve değerli metaller için kesin bir potansiyel gösteren nokta Au ve Ag içeriğidir. Kovenko'nun verilerine değinen Novovic (1979)'e göre, altın içeriği 0,25 gr/ton'dan 0,5 gr/ton'a değişmektedir. Bu, yüksek altın ve gümüş içeriğinin bulunma ihtimalinin olduğunun açık bir ispatıdır (Çizelge 5). Önceleri, bu ihtimale pek az dikkat edilmiştir.

Seyitler ve Umasen mahallesi, Kuvarshan maden zonuna dahil bakır, çinko ve kurşun zuhurlarının bulunduğu iki lokasyon olup, maden

zonunun güney bölümünde ve Çoruh nehrinin hemen yakınındadır (Şek. 2).

Burada, 1-2 km boyunca çeşitli bakır cevherleşmeli mostralar mevcuttur. Bu zuhurlar daha önce de defalarca incelenmiştir. Önceki zuhurlarda olduğu gibi birincil parajenezde, pirit, kalkopirit, sfalerit, az miktarda galenit ve tenantit saptanmıştır. Kalkosit, kovellit, malahit ve limonit ikincil mineraller arasındadır. Tenantitin her zaman mevcut olduğu ve yüksek altın ve gümüş içeriğinin saptandığından hareketle Kuvarshan'den

Çizelge 5- Sinkota'daki altın ve bakır miktarları (Novovic, 1979).

Au ppm	0.50	0.25	0.28
Cu %	0.80	0.07	0.24



başlayıp Irsa Madeni ve Sinkota üzerinden Seyitler ve Uması mahallesine kadar bütün zonun altın ve gümüş içerdiğini tahmin etmek mantıklı gözükmemektedir.

### Geç Kretase-Tersiyer (Paleojen) altın içeren zuhurlar

Maradit'in batısındaki zuhurlar, Senoniyen-Paleojen volkanik kayalarının içerisinde gelişmiştir. Bu bölgede birçok bakır, çinko, kurşun sülfid cevherleşmesi belirlenmiştir. Bazı metallerle birlikte bulunan değerli metaller Güreşen dere vadisinde bulunan mostralardan alınan örneklerde kısmen incelenmiştir. Bir mostra Çavuşlu yakındadır ve ismini buradan alır. Diğer bir mostra, yoğun olarak alterasyona uğramış andezitik volkanik kayalar içerisinde gözlenmekte olup Pehlivan köy zuhuru olarak isimlendirilmiştir (Şek. 1). Bu mostralarda birbirlerinden yaklaşık 1 km uzaklıktadır. Çavuşlu zuhuru Güreşen deresinin Çoruh nehrine karışım noktasına 1 km mesafededir.

Bu zuhurlardan bazıları önceden bilinmemekteydi. Ancak bunlardan hangisinin MTA (1966) envanterinde yer aldığı açık değildir. Yerleri muğlak olan bu zuhurlarda metal içerikleri şöyledir; %9,23'e kadar bakır, %5,86'e kadar kurşun, %0,81'e kadar çinko. Altın içeriği iz miktardan 3,5 gr/ton'a kadar, gümüş ise 41 gr/ton'a kadar değişmektedir. Çinko ve kurşun içerikleri dikkate alındığında bu değerlerin Çavuşlu damar zuhuruna ait olduğu düşünülmektedir.

**Çavuşlu sülfid zuhuru.**- Bu zuhur, 20. yüzyıl ilk yarısında çalışılmıştır. Eski bir maden girişi de olan, 1 m kalınlığında galenit-sfalerit damar mostrasından oluşmaktadır. Bu damarın doğrultusu KD-GB yönünde olup eğimi 50°GD'dur. Galenit, sfalerit, pirit, kalkopirit, arsenopirit, pirhotit, tethedrit (muhtemelen tenantit) parajenezi belirlenmiştir. 2 adet örnek alınmış (Popovic, 2002) ve içerikleri çizelge 6'da özetlenmiştir.

Element analiz sonuçları, bu cevherleşmede kurşunun en yaygın bileşen iken gümüşün de değerli metallerden en önemlisi olduğunu göster-

miştir. Gümüşün tenantit ile birliktelik sunduğu düşünülmektedir. Altın miktarı düşük olup nispeten az önem arz etmektedir.

**Pehlivan köy.**- Pehlivan köyüne doğru Çavuşlu zuhurunun 1 km batısında bulunan bu zuhur, son derece yüksek hidrotermal alterasyon etkisinde kalmış ve pirit-kalkopirit içerimli yapıda andezitik volkanik kaya içerisinde oluşmuştur.

**Çizelge 6-Çavuşlu damar cevherinin kimyasal değerleri.**

Örnek No.	%				ppm	
	Zn	Pb	Cu	As	Au	Ag
Örnek 1	10.00	1.50	0.60	0.10	0.04	47
Örnek 2	9.50	1.90	3.50	0.15	0.07	65

Alterasyonun yanı sıra, düşük miktarda kalkopirit olması ve bunun da yüksek bakır kaynağı olmasına rağmen bu andezitte yüksek miktarda malahit vardır. Bu zuhur, galenit-sfalerit damarından oluşan bir önceki zuhurdan birçok açıdan farklılık göstermektedir. Bu zuhur yalnızca bakır mineralleşmesi ile karakterize edilmektedir. Cevherleşme içerimli veya ağsı-içerimli tiptedir. Bir önceki zuhur fay düzleminde gelişmiş iken, bu zuhur andezitik volkanit içerisinde oluşmuştur. Son olarak ise, epitermal alterasyon sonucu oluşan adularyalaşma gözlenmektedir. Bu özellikleri ile bu zuhurun tipik epitermal mineralleşmesi sonucu oluştuğu düşünülmektedir.

Sistematik örnekleme yapılmamasına rağmen, analiz sonuçları çinko ve kurşunun çok düşük düzeylerde (en fazla 900 gr/ton Pb) göstermiştir. Fakat bakır içeriği %11,35'e kadar değişkenlik göstermektedir (bu değerlerin süperjen zenginleşmenin etkisindeki mostra yüzeyinden alınan örneklerden elde edildiği belirtilmelidir). Sadece bir örnekten analiz yapıldığından değerli metallerin içeriği hakkında kesin bir şey söylemek mümkün olmamakla birlikte, 0,72 gr/ton altın, 14'ten 50 gr/tona değişen miktarda gümüşün varlığı belirlenmiştir (Popovic, 2002). Adularyalaşmanın varlığı düşünüldüğünde bu zuhur iyimser bir yaklaşımla, gerek bakır gerekse değerli metaller bakımından daha önemlidir.

Bu zuhurların Geç Kretase-Tersiyer volkanik ve volkanosedimenter kompleksinde, kompleksle eş zamanlı geliştiği düşünüldüğünde, Murgul-Artvin-Maradit bölgesindeki zuhurların tümünün epitermal tipte oldukları varsayılabılır. Bu durumda, değerli metallere birliktelik gösteren sülfid mineralleşmesinin potansiyeli önemli derecede artmamaktadır.

## MADENKÖY

Çalışmalarımız sırasında Çayeli yakınındaki büyük Madenköy polimetalik yatağına da gidilerek bu alandan örnekler alınmış ve değerli ve baz metal analizleri yapılmıştır. Bu yatak, Hohur Sırtı ve Akarşen ile aynı tektonik ve metalojenik zonda yer alması nedeniyle alınan örneklerdeki metal içerikleri aktarmanın önemli olduğunu düşünmekteyiz. Ana Geç Kretase-Tersiyer zonu ile ilintilendirildiğinde Akarşen ve Madenköy arasındaki bölgenin önemli altın potansiyeli olduğu düşünülebilir. Bu fikir diğer yazarlarca da benimsenmiştir (Pejatovic, 1973, 1979). Madenköy'de altın ve gümüş yüksek olup, 11,43 gr/ton'a kadar altın ve 241 ppm'ye kadar gümüş değerleri elde edilmiştir. Bu nedenle, bu aydınlatıcı veriyi burada vermemizin önemli olduğunu düşünmekteyiz.

## SONUÇ

Elde edilen veriler KD Türkiye'nin (Murgul-Artvin-Maradit), özellikle de en yaygın gözlenen bakır için önemli bir maden potansiyeli olduğunu göstermektedir. Bu durum, tahmin edilen maden rezervlerinin (işletilenlerle birlikte) ortalama %1'lik bakır içeriğiyle 100 milyon tonun üzerinde olması durumu desteklenmektedir. Bakır veya polimetalik yatakta, kurşun ve bakır ile birlikte bulunan çinko daha az potansiyeliyle bakırdan sonra gelmektedir.

Küçükten büyüğe bütün yataklar ve maden zuhurlarında altın ve gümüş vardır. Diğer taraftan şu da belirtilmeli ki, oluşum zamanı, metallerin parajenezleri, oluştukları petrojenetik ortam, yatakların büyükleri, metal içerikleri, altın ve gümüş içerikleri ile sülfid yatakları iki ana gruba ayrılabilir.

Değerli metallere dikkate alındığında, birinci grup yatak ve maden zuhurlarının riyolit ve riyodasit kompozisyonunda Geç Jurasik-Erken Kretase volkanik ve volkanosedimenter kompleksiyle birliktelik sundukları gözlenmiştir. İkinci grup ise Geç Kretase ve Tersiyer (Paleojen)'de oluşan volkanik-volkanosedimenter ve sedimenter kompleksiyle jenetik olarak birliktelik sunan yatak ve maden zuhurları ile temsil edilmektedir.

Çinko ve az miktarda diğer metallere (Pb, Mo) ile takip edilen bakır yatağı birinci grupta en yaygın olanıdır. Bu yataklar genellikle %1 civarı veya üstünde bakır içeriği olan her biri 10 milyon tonun üzerinde maden rezervinden oluşmaktadır. İkinci grup ise en çok Pb, Zn, Cu metallere oluşan polimetalik yataklardan oluşmaktadır. Bu grup, genel olarak, çalışılan alanda Pb+Zn+Cu toplamı %5'in üzerinde ve her biri 10 milyon tonun düşük küçük yataklardan oluşmaktadır. Madenköy polimetalik yatağı %1'in üzerinde bakır içeriği ve 10 milyon tonun üzerinde rezervlerden oluşmasıyla farklılık göstermektedir. İkinci grup maden bünyeleri, ortalama %10'un üzerinde Pb-Zn içeren 20 milyon tonun üzerinde rezervlere baskındırlar.

Değerli metallere düşünüldüğünde, Murgul-Artvin-Maradit bölgesinde, bütün yataklarda tenantit varlığı önemli karakteristik bir özelliktir. Bunun yanı sıra, polimetalik yataklarda arjentit varlığı, her iki tip yatakta da önemli miktarlarda gümüş konsantrasyonu olduğunun kanıtıdır. Fakat, daha yaşlı olan Jurasik-Neokomiyen yataklarında altın içeriği genelde düşüktür (0,5 gr/ton'un altında). İkinci bir nokta olarak ise, polimetalik yataklardaki altın ve gümüş içeriği oldukça yüksektir (11,43 gr/ton'a kadar altın ve hemen hemen 400 gr/ton gümüş).

Mevcut bilgilere dayanarak, Anayatak'taki altın içeriği 0,24 gr/ton olup, gümüş içeriği ise 20 gr/ton'dan 180 gr/ton'a 25 gr/ton ortalama ile değişmektedir. Benzer hatta daha düşük altın içerikleri Artvin civarında kaydedilmiştir.

Diğer taraftan; Murgul'daki polimetalik yataklarda (Hohur sırtı ve Akarşen) altın içeriği 0,44

gr/ton'dan 8 gr/ton'a ve gümüş içeriği ise 22 gr/ton'dan 180 gr/ton'a değişmektedir. Bir galenit örneğinde 350 gr/ton gümüşe rastlanmıştır.

Artvin civarında ise Geç Kretase-Paleojen birimlerindeki değerli metaller konusunda pek az bilgi mevcuttur. Maradit'teki Çavuşlu polimetallik damarında altın içeriği 0,04 gr/ton'dan 0,07 gr/ton'a, gümüş ise 47 gr/ton'dan 65 gr/ton'a değişim göstermektedir. Pehlivan köy civarındaki ikinci zuhurda ise altın içeriği 0,72 gr/ton iken, gümüş içeriği ise 50 gr/ton'a erişmektedir. Ancak daha önemli olan adularya tipindeki epitermal cevherleşmeyi gösteren hidrotermal alterasyondur. Bu, epitermal tipteki bakır ve altın yataklarının araştırılmasında sayısız imkan sağlayacaktır.

Son olarak bu makalede altın miktarının 11,43 gr/ton, gümüşünün ise 241 gr/ton olarak saptandığı Çayeli yakınlarındaki Madenköy de konu edilmiştir.

Görüldüğü üzere; Murgul-Artvin-Maradit bölgesinde yalnız bakır, çinko ve kurşun için değil, altın ve gümüş gibi değerli metallerde de önemli bir potansiyel vardır.

*Yayına verildiği tarih, 16 Ekim 2003*

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Engin, T., 1986, Türkiye Maden yatakları ve MTA'nın Maden Aramalarındaki Yeri. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayın no: 194, 46s.
- Erseçen, N., 1989, Türkiye'nin Bilinen Maden ve Mineral Kaynakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayın no 185, 108s.
- Kraeff, A., 1963, Geology and mineral deposits of the Hopa-Murgul region (Western part of the province of Artvin NE Turkey). Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 60, 45-60.
- Kovenko, V., 1942, Artvin Bölgesi Kuarshane Bakır madenleri. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 27, 230-266.
- MTA, 1966, Türkiye Bakır, Kurşun ve Çinko Yatakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayın no: 133, 299s.
- Novovic, T., 1978, Prilog poznavanju rudita bakra u Kuarshanu-Turska. Zapisnici Srpskog geološkog društva za, 111-118.
- \_\_\_\_\_, T., 1979, Prilog poznavanju sülfitne pojave bakra u Sinkotu kod Artvina, SI Turska. Zapisnici Srpskog geološkog društva za god, 31-37.
- Özgür, N., 1992, Geochemical proximity indicators of the Murgul Copper Deposit in the Eastern Pontic Metallotect, NE Turkey. 29th IGC. Abstracts Kyoto, 3, 771.
- Pejatovic, S., 1973, Metallogeny, valuable sulphide deposits, areal potentiality and prognosis for exploration in the eastern Pontid region. Survey of the Turko - Yugoslav Exploration 1968-1973. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor no 5662, 78s, (yayımlanmamış), Ankara.
- Pejatovic, S., 1979, Metallogeny of the Pontid-type massive sulfide deposits. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayın no: 177, 98s.
- Popovic, R., 1976, Some of the structural and genetic characteristics and the zonal distribution of nonferrous metal deposits in Eastern Pontides. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 85, 1-16.
- \_\_\_\_\_, R., 2002, O sülfitnim mineralizacijama na Hohur Sırtı (Murgul, svereoistona Turska). Vesnik Geozavoda, Geologija, Hidro-geologija i Inenjerska geologija, knj: 52, 105-119.
- \_\_\_\_\_, R., 2002, Sülfitne mineralizacije cinka, olova i bakra u dolini Güresen derea kod Maradita (severoistona Turska). Vesnik Geozavoda, Geologija, Hidrogeologija i Inenjerska geologija, knj: 52, 121-132.
- \_\_\_\_\_, R., ve Vakanjac B., 2002, Slinosti i razlike izmedju leita bakra murgulskog podruja (severoistona Turska) i istone Srbije (Yugoslavia). Tehnika br. 2-Rudarstvo, geologija i metalurgija, 1-10.
- Simonovic, R., 1972, Report on geological 1:10000 mapping and prospecting in the Artvin area (Kuarshane, Sinkot, Irsa, Seyitli-Umasen). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor no: 4912, 31s, (yayımlanmamış), Ankara.

Stern, I., 1971, Yugoslav jeologlar ekibi tarafından Murgul-Akarşen-Başköy (Türkiye) Bölgesinde 1970 yılında yapılan jeolojik çalışmalar hakkında rapor. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Ön Rapor, (yayımlanmamış), Ankara.

Vujanovic, V., 1976, Mikrostrukture sülfidnih vulkansko-sedimentnih ruda istonih Pontida. Zapisnici Srpskog geologog drutva za, 387-406.

---