

ana mekanizmadır. Karamadazı ( $48.74 \pm 0.7$  My yaşı) ve Horoz ( $54.3 \pm 1.7$  My yaşı) granitoyidleri Orta ve Doğu Anadolu'daki yaygın ve daha genç bu tür magmatizmanın örneklerini oluşturur. Bunlar, Fe-skarn (Karamadazı ve Horoz) ve Fe-Cu skarn yatakları için uygun kayaçlardır, ve Cu-Au porfiri yatakları ve Fe-Cu skarnlarıyla ilişkili Çöpler, Kabataş, Bizmişen, Çaltı ve Dedeyazı granitoyidleriyle oldukça benzerdirler.

Dünya çapında bilinen porfiri ve epitermal yatakların metalojenik, jeokimyasal ve tektonik ortam karakteristikleri, tansiyonel rejim ortamlarında oluşmuş ve belli ölçüde karışma uğramış magma serilerinin çok büyük porfiri yatağı oluşturma potansiyellerinin düşük olduğunu göstermektedir. Bu tür ortamların, Çöpler ve Kabataş (47-44 My yaşı) porfiri yatakları gibi sığ derinlikli ya da kabuğa yakın küçük-orta büyüklükteki porfiri ve epitermal sistemler için daha elverişli olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla, ekonomik Fe-skarn yataklarıyla ilişkili Erken-Orta Eosen magmatik seriler veya kısmen de olsa Geç Kretase alkalen birliktelikler porfiri ve epitermal cevherleşmeler açısından daha yüksek potansiyele sahip gibi görülmektedirler.

**Anahtar kelimeler:** *Jeokronoloji, cevherleşme yaşı, metalojeni, skarn, epitermal, jeokimya, Orta Anadolu*

## Geological and Geochemical properties of the Pb-Zn-Cu Mineralizations in the Area between Karadoru-Karaköy, Çanakkale

Didem KIRAY <sup>1</sup>, Mustafa KUŞCU <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Süleyman Demirel University, Geology Engineering Department, TR - 32260, Isparta, Turkey

(E-mail: dkiray@hotmail.com)

<sup>2</sup> Süleyman Demirel University, Geology Engineering Department, TR - 32260, Isparta, Turkey

The study area is located near Yenice, Çanakkale, NW Turkey. Carbonifer - Triassic Karakaya Formation forms the basement. The Karakaya formation is considered to be a structurally assembled tectonic unit. Structural base of the Karakaya formation is represented by the Nilüfer unit that is mostly consists of metabasite rocks. Hodul unit is dominated by arcozic sandstone and overlies the Nilüfer unit. The units in the Karakaya formation are cut by Oligocene Karadoru granitoid. Contact metamorphism and skarn zones have developed between the Karadoru granitoid and the Nilüfer and Hodul units of the Karakaya formation. Contact metamorphism appears to have extended from albit-epidot hornfels to hornblend hornfels facies. Skarn zone, on the other hand, appears to have developed in the type of garnet-epidot skarn. Karadoru granitoid is covered unconformably by the Oligocene Çan volcanics.

In the area, in the Karakaya Formation (Triassic) Pb-Zn-Cu mineralizations are found in Karadoru, Peynir Deresi, Maden Çeşme and Karaköy locations. Occurrences are seen generally cutting Karakaya formations in vein forms. Mineral paragenesis consists of galena, sphalerite, pyrite, chalcopyrite, limonite, hematite, quartz, calcite and chlorite.

In the Pb-Zn-Cu mineralizations analyses show that Sb/Bi range in between 0.01 and 0.06 ppm. Range of  $\delta^{34}\text{S}$  values in sulphide minerals collected from ore deposits vary; in galenas and sphalerites, from  $\text{‰} -4.0$  to  $-1.7$  and from  $\text{‰} -3.9$  to  $-1.6$  respectively. The narrow spread of the values and their closeness to zero per mil indicates a magmatic hydrothermal origin for the sulfur. Since Pb-Zn-Cu occurrences are in epigenetic vein form with higher trace element contents and range of  $\delta^{34}\text{S}$  values close to zero support that occurrences are in magmatic - hydrothermal origin.

**Key words:** *karakaya formations, S34/32 isotope ratios, Sb/Bi ratio, magmatic - hydrothermal*

## Karadoru - Karaköy (Çanakkale) Arasındaki Pb-Zn-Cu Cevherleşmelerin Jeolojik ve Jeokimyasal Özellikleri

Çalışma alanı, Çanakkale - Yenice çevresinde bulunmaktadır. Bölgede en alta Karbonifer - Triyas yaşı Karakaya Formasyonu yer alır. Karakaya Formasyonu en alt tektonostratigrafik birimi olan Nilüfer birimi ağırlıklı olarak metabazik kayaçlardan oluşmaktadır. Nilüfer birimi üzerinde kireçtaşları, spilitik bazalt, diyabaz ve arkozik kumtaşlarının hakim olduğu Hodul birimi yer alır. Karakaya Kompleksine ait birimleri Oligosen yaşı Karadoru granitoyidi kesmektedir. Karadoru granitoyidi ile Karakaya kompleksine ait Nilüfer ve Hodul birimleri arasında kontak metamorfizma ve skarn zonları gelişmiştir. Kontak metamorfizmanın albit - epidot hornfels ve hornblend hornfels fasiyesine kadar ilerlediği görülmektedir. Skarn zonunun ise tipik granat - epidot skarn türünde geliştiği görülür. Karadoru granitoyidi kayaçlarını yine Oligosen yaşı Çan volkanitleri uyumsuz olarak örter.

Çalışma alanında Pb-Zn-Cu cevherleşmeleri Triyas yaşı Karakaya Formasyonu içerisinde yer alır. Cevherleşme Karaköy, Peynir Deresi ve Karaköy mevkilerinde gözlenir. Cevherleşme damar şeklinde Karakaya Formasyonunu keserek gelişmiştir. Mineral parajenezini galen, sfalerit, pirit ve kalkopirit cevher mineralleri ile limonit, hematit, kuvars, kalsit ve klorit oluşturmaktadır. Analiz sonuçlarına göre Pb-Zn-Cu cevherleşmelerinde Sb/Bi oranı 0.01 - 0.06 ppm arasında değişmektedir. Bu cevherleşmelerden alınan  $\delta^{34}\text{S}$  değerleri galen örneklerinde ‰ -4.0 ile -1.7 aralığında, piritlerde ‰ -3.9 ile -1.7 arasında değişen değerlerdedir. Değerlerin dağılımının sıfıra yakın olmalarına dayanarak kükütün kökeninin mağmatik hidrotermal olduğu söylenebilir. Pb-Zn-Cu cevherleşmelerinin damar şeklinde epigenetik yataklanması, iz element içeriklerinin yüksekliği ve  $\delta^{34}\text{S}$  izotop oranlarının sıfıra yakın olması cevherleşmenin hidrotermal kökenli olduğunu destekler niteliktedir.

**Anahtar kelimeler:** *karakaya formasyonu, S34/32 izotop oranları, Sb/Bi oranı, mağmatik - hidrotermal*

## Fluid Inclusion Petrography in Porphyry-Type Alteration Zones on İnanmış Oltu-Erzurum (KD Türkiye)

Gülay Sezerer Kuru

*sezererkuru@turkeymineral.com*

The study area is located in the southeastern part of East Pontides. The region comprises various Jurassic-Cretaceous units, bordered by structural lineaments with an about NE-SW trend. Exhibiting distinct lithostratigraphical features, these units are categorized by Konak et al. (2001) as four zones. These are Hopa-Borçka zone, Artvin-Yusufeli zone, Olur-Tortum zone and Erzurum-Kars ophiolite zone, respectively from north to south, taking into consideration similarities between them. Of these, the southernmost Olur-Tortum zone is distinguished as "Olur, Aksu and Çardaklı Units" from north to south, and these units were chaotically overthrust around a locality between İnanmış and Balkaya, constituting "Oltu Overthrust Zone" (OOZ) (Konak et al., 2001). Enclosing this zone in the south, Tertiary successions are composed of Eocene marine clastic and volcanic rocks at the bottom and Oligo-Miocene continental evaporitic rocks and andesitic-basaltic volcanic rocks at the top. The youngest units in the region are volcanic rocks of Late Miocene and Plio-

Quaternary deposits. Located within Oltu Overthrust Zone, İnanmiş locality is 25 km distant from Erzurum-Oltu district in the west, around a locality between Çamlıbel and İnanmiş villages.

The region have observed outcrops of Jurassic- Cretaceous basic volcanic rocks (Konak et al., 2001), contemporaneous Meydantepel limestone, Eocene clastic rocks together with acidic and basic rocks, intruding all rocks. Often bearing porphyry-texture, basic volcanic rocks of Jurassic-Cretaceous were intruded by acidic, intermediate and basic rocks, and subjected to a common alteration. Alterations, which are observed in the field, are argillitization, limonitization, hematitization, pyritization, chloritization and epidotization. Besides this, basic volcanic and acidic intrusive rocks have veins/veinlets of quartz, calcite and pyrite. The alteration, which is observed in the field, is associated with tectonic lineaments and dykes, oblique to main tectonic lineament with a NE-SW trend in the region. It may be estimated that there have been fluid inclusions trapped within a magmatic-hydrothermal system during the crystallization of magma. Hence, all data related with ore genesis may be obtained and so ore mineralization may be traced. In order to do so, it is determined that there are fluid inclusion types both laterally and vertically on alterations occurred in porphyry-type copper deposits (Bodnar, 1982). With the help of this general assumption, alteration zones and particularly ore mineralization zones could be easily determined. Fluid inclusions, took place in porphyry copper deposits, have a varying distribution and type with the emplacement in depth. For instance, deeper-occurring oldest fluid inclusions contain liquid-rich triphase fluid inclusions with chalcopyrite-bearing daughter minerals and milder salinity, shallower-occurring younger fluid inclusions are represented as gas-rich triphase fluid inclusions with chalcopyrite and milder salinity, and finally the shallowest fluid inclusion assemblages involve higher salinity magmatic liquids with co-existing halite- and vapour-rich FIAs. Fluid inclusion assemblages (FIA) observed in porphyry copper deposits, as well as systematic variations occurred in time and space during the formation of PCDs, allow to use FIA's for the mineral exploration efficiently. For this reason, 65 samples were taken from alteration zones within the study area to study for fluid inclusion petrography by means of alteration petrography. Characterizing a phyllitic zone, a mineral assemblage built from quartz, pyrite, muscovite-illite, chlorite, hematite and anhydrite is detected using alteration petrography. A table is prepared, determining fluid inclusion assemblages on the samples, especially quartz, both laterally and vertically in these altered zones. It is concluded that altered samples taken from the region characterize a phyllitic zone of alteration contain fluid inclusion assemblages related phyllitic zone.

**Key words:** Coexisting, Fluid inclusion assemblages, Porphyry copper deposit (PCD)

## İnanmış Oltu-Erzurum (KD Türkiye) Bölgesindeki Porfiri Tip Alterasyon Zonlarında Sıvı Kapanım Petrografisi

İnceleme sahası, Doğu Pontitlerin Güney doğu kesiminde yer almaktadır. Bölgede yaklaşık KD-GB doğrultuya sahip yapısal hatlarla sınırlanan Jura-Kretase yaşılı çeşitli birlikler izlenir. Farklı lithostratigrafik özellikler sunan bu birlikler, aralarındaki ortak yönler dikkate alınarak kuzeyden güneye doğru Konak ve dig.2001 tarafından Hopa-Borçka zonu, Artvin-Yusufeli zonu, Olur-Tortum zonu ve Erzurum-Kars ofiyolit zonu olmak üzere dört zon olarak grupperlendirilmiştir. Bu kuşakların en güneyinde yer alan Olur-Tortum zonu kuzeyden güneye doğru “Olur, Aksu ve Çardaklı Birliği” şeklinde ünitelere ayrılır ve bu üniteler, yaklaşık İnanmış-Balkaya arasında düzensiz bir şekilde ekaylanarak “Oltu Ekaylı Zonu”nu (OEZ) oluştururlar (Konak ve dig., 2001). Bu zonu güneyden sınırlayan Tersiyer istifleri alta Eosen yaşılı denizel kırıntılı ve volkanik kayalardan, üstte ise Oligo-Miyosen yaşılı karasal evaporitik kırıntılı kayalar ve andezitik-bazaltik volkanitlerden oluşur. Bölgede yer alan en genç birimler Geç Miyosen yaşılı çeşitli volkanik kayalar ve Pliyo-Kuvatner yaşılı çökellerdir. İnanmış bölgesi, Oltu Ekaylı Kuşağı içinde yer almaktadır, Erzurum Oltu ilçesinin yaklaşık 25 km B'sında Çamlıbel ve İnanmiş köyleri arasındadır. Bölgede, Jura-Kratese yaşılı bazik karekterli volkanitler (Konak ve dig.2001) ile yine aynı yaşılı

Meydantepe kireçtaşı, Eosen yaşlı kirintılı kayaçlar ve bütün bunları kesen asidik ve bazik kayaçlar gözlenir. Jura-Kratese yaşlı bazik volkanitler, çoğunlukla porfirik dokulu olarak gözlenen, asidik, ortaç ve bazik kayaçlar tarafından kesilmişler ve yaygın bir alterasyona uğramışlardır. Sahada gözlenen alterasyon, killeşme, limonitleşme, hematitleşme, piritleşme, kloritleşme ve epidotlaşmadır. Bunun yanında, bazik volkanik ve asidik intrizüf kayaçlarda, kuvars, kalsit ve pirit damar/damarcıkları gözlenmektedir. Sahada gözlenen alterasyon bölgesel ana tektonik gidiş olan KD-GB hattına verev gelişmiş tektonik hatlarla ve dayklarla ilintili olarak gözlenmektedir. Magmanın kristalleşmesi sırasında magmatik-hidrotermal sistem içinde kapanan sıvı kapanımlar tahmin edilebilmektedir. Dolayısıyle cevherleşme ile ilgili tüm verileri elde edebilir ve cevherleşmeyi takip edebiliriz. Bu amaçla porfiri bakır yataklarda gelişen alterasyonlarda hem yanal hemde düşey olarak sıvı kapanım tipleri belirlenmiştir (Bodnar, 1982). Bu genel düşüncenin kullanılması ile alterasyon zonları ve özellikle cevher zonları kolayca belirlenebilmektedir. Porfiri bakır yataklarındaki sıvı kapanımların dağılımları ve tipleri derinlerdeki yerleşimle değişikler göstermektedir. Örneğin, daha derinlerde oluşmuş, en yaşlı sıvı kapanımlar, orta tuzluluğa sahip, kalkopiritten oluşan daughter mineralleri içeren sıvica zengin üç fazlı sıvı kapanımlar içerirken, daha yüzeyde ise genç sıvı kapanımlar orta tuzluluğa sahip kalkopiritli gazca zengin üç fazlı sıvı kapanımlar ile, en yüzeyde bulunan sıvı kapanım birliklerini ise bunlar daha yüksek tuzluluğa sahip magmatik sıvılardan itibaren ve coexisting halitçe ve buharca zengin FIA lardan oluşmaktadır. Porfiri bakır yataklarında gözlenen sıvı kapanım birlikleri (FIA) PCD yatakların oluşumları sırasında zaman ve mekan arasında meydana gelen sistematik değişikler, FIA'ların bu yatakların araştırılmasında etkili olarak kullanılmasına izin vermektedir. Bu amaçla çalışma alanı içerisinde gözlenen alterasyon zonlarından seri olarak alınan 65 adet örnekte alterasyon petrografisi ile sıvı kapanım petrografisi yapılmaya çalışılmıştır. Alterasyon petrografisi ile fillik zonu karakterize eden quartz, pirit, muskovite-illit, klorit, hematit ve anhidrit mineral topluluğu tespit edilmiştir. Bu altere zonlardaki özellikle kuvarslardaki sıvı kapanım birliklerini alınan örneklerde hem yanal hemde düşey olarak belirlenerek bir tablo oluşturulmuştur. Bölgeden alınan altere örneklerin fillik alterasyon zonunu temsil ettiği ve fillik alterasyon zonuna ait sıvı kapanım birliklerini içerdığı gözlenmiştir.

**Anahtar kelimeler;** *coexisting (aynı sıcaklık, basınç ve kimyasal koşullarda oluşum), sıvı kapanım birlikleri (FIA), porfiri bakır yatakları (PCD)*

**IRB-1-O2. Maden Yatakları Oturumu-II / Mineral Deposits Session-II****First Results of Geochemistry of Platinum Group Elements of the Chromitites from Kızıldağ (Hatay) and İslahiye (Gaziantep) Ophiolites****Hatice Kozlu<sup>1</sup>, Hasan Yıldız<sup>2</sup>, Afitap Taş Doğan<sup>2</sup>**<sup>1</sup> MTA Genel Müdürlüğü, Mineraloji-Petrografi, 06520-TR, Ankara, Turkey(E-mail: [haticerdal@mta.gov.tr](mailto:haticerdal@mta.gov.tr))<sup>2</sup> Doğu Akdeniz MTA Bölge Müdürlüğü, Adana, Turkey

Kızıldağ ophiolitic complex, being an allocton mass, is the last member in southwestern part of Amonos mountain. The Kızıldağ ophiolite is one of the best preserved Neothetyan oceanic lithospheric remnants in southern Turkey. It is represented by, from bottom to top, mantle tectonites, ultramafic to mafic cumulates, isotropic gabbros, sheeted dike complex, plagiogranites and extrusives (low-K tholeiites and boninites). The ultramafic to mafic cumulate rocks are composed of dunite, wehrlite, olivine gabbro, olivine gabbronorite and gabbro. The sheeted dikes are composed of diabase and microdiorite. There have been tectonic rocks such as harzburgite and dunite which is stratigraphically visible at the bottom level of Kızıldağ ophiolite.

The chromitite deposits, having studied for PGE geochemistry in Kızıldağ ophiolite, are hosted by cumulate dunites (banded and disseminated type) and tectonite dunites at Hatay-Kisecik-Sarıgöl area. Total PGE content of chromitite samples are between 94-334 ppb and the Pd/Ir ratios are between 0.16-1.50 and Pt/Ir ratios are between 0.25-1.85. It has been determined that all the samples are enriched for Ir-group PGEs as a result of PGE analysise data (average Os: 33.5, Ir: 31.3, Ru: 76.6, Rh: 11.3, Pt: 23.3, Pd: 15.8 ppb) of Kızıldağ chromitites.

Tectonite dunite hosted and usually being in massive type chromitites were been collected from the ophiolites which are composed of harzburgite-dunite, gabbros and diabases in Gaziantep-Islahiye area. They are also determined relatively enriched in IPGE and their total PGE values are between 98-187 ppb. Their Pd/Ir ratios are between 0.29-0.83, Pt/Ir ratios are between 0.19-0.65 and the average PGE values are Ir: 25.6, Os: 23.6, Pd: 14, Pt: 13, Rh: 11.6, Ru: 71.4 ppb.

By the results of previous studies, the crystallization order of cumulus phases in Kızıldağ ophiolite, and the presence of highly magnesian olivines and pyroxenes as well as highly calcic plagioclase in the cumulates, indicate a subduction-related tectonic environment.

According to PGE geochemistry analysise data of the being studied Kızıldağ chromitites, essentially displaying enrichments in Ir-group of PGEs and being the Pd/Ir ratio range between 0.16-1.50, have been suggested that they are depleted in a lesser extend and have wider range crystal fractionation values of Pd/Ir than those of Gaziantep-Islahiye chromitites, thus they are occurred from a parental magma which is depleted character due to varying degree crystal fractionation in subduction zone tectonic environment. These are preliminary results of the studies and they have been carrying on.

## Kızıldağ (Hatay) ve İslahiye (Gaziantep) Ofiyoliti Kromititlerinin Platin Grubu Element Jeokimyasına Ait İlk Bulgular

Allokton bir kütle olan Kızıldağ ofiyolit kompleksi, Amanos dağlarının güneybatıdaki en son birimidir. Kızıldağ ofiyoliti, Türkiye'nin güneyinde en iyi korunmuş Neotetis okyanusal litosfer kalıntılarından birisi olup; tabandan tavana doğru manto tektonitleri, ultramafik-mafik kümülatlar, izotrop gabrolar, levha dayk kompleksi, plajiyogranitler ve volkaniklerle (düşük-K toleyitler ve boninitler) temsil edilmektedir. Ultramafik ve mafik kümülatlar; dunit, verlit, olivinli gabro, olivinli gabronorit ve gabro'dan oluşmaktadır. Levha daykları diyabaz ve mikrodiyortitlerden oluşmaktadır. Kızıldağ ofiyolitinin stratigrafik olarak gözlenebilir en alt seviyesinde tektonit türü harzburjıt ve dunit gibi kayaçlar yer almaktadır.

Kızıldağ ofiyolitlerine ait PGE jeokimyası çalışılan kromitit yatakları Hatay-Kisecik-Sarıgöl bölgesinde kümülat dunitler (bantlı ve dissemine tip) ve tektonit dunitler (masif) içerisinde bulunmaktadır. Kromitit örneklerinin toplam PGE içerikleri 94-334 ppb arasında olup, Pd/Ir oranları 0.16-1.50 ve Pt/Ir oranları 0.25-1.85 arasındadır. Kızıldağ kromititlerinin PGE analiz verilerine göre (ortalama Os: 33.5, Ir: 31.3, Ru: 76.6, Rh: 11.3, Pt: 23.3, Pd: 15.8 ppb) örneklerin tamamının Ir-grubu PGE'lerce zenginleşmiş oldukları saptanmıştır. Harzburjıt-dunit, gabro ve diyabazdan oluşan Gaziantep-Islahiye bölgesindeki ofiyolitler içerisinde derlenmiş olan tektonit dunitler içerisinde bulunan ve genellikle masif tipte olan kromititlerin PGE içeriklerinin de IPGE'lerce göreceli olarak zenginleşmiş oldukları ve toplam PGE değerlerinin 98-187 ppb arasında bulunduğu saptanmıştır. Pd/Ir oranları 0.29-0.83, Pt/Ir oranları 0.19-0.65 arasında olup ortalama PGE değerleri Ir: 25.6, Os: 23.6, Pd: 14, Pt: 13, Rh: 11.6, Ru: 71.4 ppb'dir. Önceki çalışmalarla göre Kızıldağ ofiyolitinin kümülüüs fazlarının kristalleşme sırası, kümülatlardaki yüksek-Mg'lu olivin ve piroksenlerin varlığı ve yüksek Ca'lu plajiyoklazlar dalma-batma ile ilişkili bir tektonik ortamı yansımaktadır. Çalışılan Kızıldağ kromititlerinin PGE jeokimyası analiz verilerine göre, özellikle Ir-grubu PGE'lerce zenginleşme göstergeleri ve Pd/Ir oranlarının 0.16-1.50 aralığında bulunması, bunların Gaziantep-Islahiye kromitit örneklerinininkine (Pd/Ir 0.29-0.83) göre daha az tüketilmiş ve daha geniş aralıkta Pd/Ir kristal farklılaşması değerlerine sahip oldukları ve yitim üzeri zonu tektonik ortamında farklı derecelerdeki kristal farklılaşması sonucu tüketilmiş karakterde bir ana magmadan oluşturuklarını düşündürmektedir. Bu sonuçlar çalışmaya ait ilk bulgular olup, çalışmalar halen devam etmektedir.

## Geochemical Characteristics of the Eymir (Sorgun-Yozgat) Manganese Mineralizations, Turkey

Nursel Öksüz

*Bozok University, Department of Geological Engineering, Divanlı road TR-66200 Yozgat-Türkiye  
(e-mail: nursel.oksuz@gmail.com)*

The Eymir (Yozgat-Sorgun, Turkey) manganese deposit occurs within radiolarite cherts of the lower Cretaceous ophiolite complex. The mineralization is observed banded and lenticular forms. The geochemical characteristics of the Eymir deposit is studied by means of major oxide, trace and rare earth element (REE) contents and the origin of mineralization is discussed. The resulting data was evaluated with various descriptive diagrams, the origin of the hydrothermal mineralization is revealed. In chondrite normalized REE graphics samples are characterized by highly negative and positive Ce anomalies. Europium shows negative anomaly in all samples. The negative Ce anomaly is typical to submarine hydrothermal deposits and positive Ce anomaly is indicative of hydrogenous deposits. The negative Eu anomaly shows contamination from the continental crust and/or sediment contribution via dehydration.

The correlation coefficients indicate the presence of strong positive relations between major oxides and various trace elements ( $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ :  $r=0.75$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ :  $r=0.79$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ :  $r=0.80$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Zr}$ :  $r=0.66$ ;  $\text{TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ :  $r=0.98$ ;  $\text{TiO}_2\text{-CaO}$ :  $r=0.82$ ;  $\text{TiO}_2\text{-Zr}$ :  $r=0.85$  and  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Zr}$ :  $r=0.89$ ) and the contribution of mafic terrigenous material to the deposition. The available first data indicate that the Eymir manganese deposit is a hydrothermal and hydrogenous type volcanosedimentary mineralization.

**Key words:** manganese ore, ophiolitic, geochemistry, hydrogenous, hydrothermal, Eymir (Turkey-Yozgat-Sorgun)

### Eymir (Turkiye-Yozgat-Sorgun) Bölgesi Manganez Cevherleşmesinin Jeokimyasal Karakteristikleri

Eymir (Türkiye-Yozgat-Sorgun) manganez cevherleşmesi, Alt Kretase yerleşimli ofiyolit karmaşığının üyelerinden olan radyolaritli çörtler içerisinde, tabakalı ve mercek şeklinde gözlenmektedir. Analiz edilen tüm cevher örneklerinin ana oksit, eser ve NTE (Nadir Toprak Element) içerikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler, çeşitli tanımsal diyagramlarla değerlendirildiğinde, cevherleşmenin kökeninin hidrotermal olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, NTE içeriklerinin spider diyagramı da cevherleşmenin kökenini belirleme kullanılmış olup, diyagramdaki tüm örneklerde gözlenen negatif Eu anomalisi cevherleşmedeki kıta kabuğundan kirlenmeye ve/veya sediman dehidratasyonu yoluyla sediman katkısı olduğuna işaret eden önemli bir kriterdir. Bununla birlikte örneklerin bir kısmında gözlenen çok yüksek negatif Ce anomalisi, tipik denizaltı hidrotermal yatakların kökenine işaret ederken, diğerlerinde gözlenen pozitif Ce anomalisi ise cevherleşmenin hidrojenetik kökeni olduğunu ifade eder.

Cevherleşmedeki terjen katkının varlığını belirlemek amacıyla, tüm cevher örneklerinin ana oksit ve çeşitli eser element içerikleri ile korelasyon diyagramları çizilmiştir. Buna göre  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  ( $r=0.75$ ),  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$  ( $r=0.79$ ),  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$  ( $r=0.80$ ),  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Zr}$  ( $R=0.66$ ),  $\text{TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$  ( $r=0.98$ ),  $\text{TiO}_2\text{-CaO}$  ( $r=0.82$ ),  $\text{TiO}_2\text{-Zr}$  ( $r=0.85$ ) ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Zr}$  ( $r=0.89$ ) elementleri arasında gözlenen kuvvetli pozitif korelasyon, cevherleşmedeki mafik bileşimli terjen katkının varlığını belirtmektedir.

Bu çalışmada ilk veriler, literatürdeki değişik tip yataklara ait değerlerle de karşılaştırıldığında, Eymir bölgesi manganez cevherleşmesinin, hidrotermal ve hidrojenetik kökenin her ikisi tarafından da kontrol edilen volkanosedimentan bir cevherleşme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** manganez cevherleşmesi, ofiyolitik, jeokimya, hidrojenetik, hidrotermal, Eymir (Turkiye-Yozgat-Sorgun)

## Investigation of the Geology and Geochemistry Gol-e- Gohar Iron Deposit, Sirjan-Iran

**<sup>1</sup>M. Shirnavard shirazi, <sup>2</sup>A. Moghtaderi, <sup>1</sup>B. Hajalilou**

<sup>1</sup>Department of geology, Payam noor, Tabriz, Iran; <sup>2</sup>Department of geology, Payamnoor, Evaz, Iran  
e-mail: shirazi645@yahoo.com

The Gol-e-Gohar iron ore deposit is located in southwest of Sirjan in Kerman province and is situated on the east margin of Sanandaj-Sirjan tectono-metamorphic belt. Gol-e-Gohar metamorphic complex is the oldest unit in this area. The complex contains ultramafic rocks such as metamorphosed gabbros, dolomitic marbles, micaschist, gneiss, serpentinite, amphibolite, garnet amphibolite and quartzite. Major ore minerals of Gol-e-Gohar are Magnetite (in deeper levels) with Sodic- Potassic alteration and Hematite (shallower levels) with silicic alteration. Other ore minerals are included Goethite, Martite, Lemonite, Pyrite, Chalcopyrite and Pyrothite. In this area lineaments and curvilinear features and the vast alteration minerals play an important role in iron ore mineralization. In X-ray study appearance Sodic, Potassic and silicic alteration. Terms of rocks are generally located at Andesite, Andesite- Basalt, Rhyolite, Dacite domain, which related into partial melting processes. Field studies, petrography, ore microscopic, geochemistry and remote sensing evidences suggest that The Gol-Gohar Iron ore deposit may be an Iron oxide (Cu+ Au+ U+ REE) ore deposit.

**Key word:** *Gol-e-Gohar-Alteration-Iron oxid-Features*

## Are The Manganese Deposits Within The Koçali Melange Related With Cyprus Type Massive Sulfide Deposits?

**Burcu Gören<sup>1</sup>, Mustafa Akyıldız<sup>1</sup>, Nail Yıldırım<sup>2</sup> & Semih İlhan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Balcalı, TR-01330 Adana, Türkiye  
(E-mail: goren\_burcu@hotmail.com)

<sup>2</sup> MTA Orta Anadolu 4. Bölge Müdürlüğü, Malatya

The deposits (Çağalalı and Bezardağı) in the study area, outcropped in the Koçali Melange, which was trusted over Arabian platform in the Southeast Anatolian Orogenic Belt at Upper Cretaceous, are located to the north of Koçali village in the Adıyaman. In the study area, the basement consist of radiolarian (Konak formation) and spilitic pillow lavas (Tarasa formation) which are belong to allochthonous Koçali Melange, settled as a result of tensile sliding. Towards up, the Germav formation in a moderate thickness and Gercüş formation discordantly precipitated on the Koçali formation. The Midyat formation consisting nummilitic limestones is formed over all these units. The ores are occurred in radiolarians in the volcano-sedimentary unit of the ophiolitic section within the Koçali melange, and observed as irregular lenses and stratas oriented towards E-W/30N, where stratas are concordant with the wall-rocks. The ore paragenesis is; pyrolusite, psilomelane, manganite, hematite. The grain sizes of the ores are variable and shown as massive and crack filled. The whole rock geochemistry of the the ores (MnO: 8.98%-73.64%, SiO<sub>2</sub>: 3.26%-86.19%) are akin to the ocean floor hydrothermal deposits. The Fe/Mn ratio of the representative samples, which are varying between 0.001 and 0.019 are too low. The Fe/Mn ratios are similar with the deposits formed at the ocean floor centers with a rapid precipitation velocity. The ores are populated at the hydrothermal areas in the diagrams made by major and trace elements. The trace and total REE

content of the ores are relatively low and all samples have light negative Eu anomaly. The negative Eu anomalies indicate that the temperatuare of the solution, which led to the precipitation of the ores was not increased over 250 °C.

The Çağalalı ve Bezardağı Manganese ore deposits were sourced by hydrothermal solutions, led to formation of the volcano-sedimentary sequence belong to the ophiolitic units in the Koçalı Ophiolitic Melange, which are also fed the formation of the Cyprus Type Massive Sulfide deposits that are derived from the ocean floor volcanism during the ocean floor spreading. Downwards, the transition from Mn ores to massive stockwork Cu ores formed in the spilitic pillow lavas is confirming this genetic relation.

**Key words:** Koçalı melange, the Cyprus type massive sulfide ore, hydrothermal source, the manganese ore deposit

## Koçalı Karmaşığı İçerisindeki Mangan Cevherleşmeleri Kıbrıs Tipi Masif Sülfit Yataklarıyla İlişkili Midir?

İnceleme alanındaki cevherleşmeler (Çağalalı ve Bezardağı) Adiyaman iline bağlı Koçalı Köyünün kuzeyinde bulunmakta, Güney Doğu Anadolu Orojenik Kuşağı içerisinde Arap platformu üzerine Üst Kretase'de bindirmiş olan Koçalı Karmaşığı içerisinde yer almaktadır. İnceleme alanında temeli, bölgeye gravite kaymalarıyla yerleşmiş allokton konumlu Koçalı karmaşığına ait spilitik yastık lavlar (Tarasa formasyonu) ile radyolaritler (Konak formasyonu) oluşturmaktadır. Koçalı Karmaşığı'nın üstüne çok kalın olmayan Germav Formasyonu ile Gerciș formasyonu uyumsuzlukla gelmektedir. Tüm bu birimlerin üstünde nummulitli kireçtaşlarından oluşan Midyat formasyonu bulunur.

Cevherleşmeler, Koçalı karmaşığı içerisinde, ofiyolitik istifin üst seviyelerini temsil eden volkano-sedimanter birim içerisinde yer alan radyolaritler içerisinde düzensiz mercekler ve D-B/30K konumlu tabakalar şeklinde olup genellikle yan kayaçlarla uyumludur. Cevherleşme parajenezleri olarak; pirolusit, psilomelan, manganit ve hematitten oluşmuştur. Cevherleşmeyi oluşturan minerallerin tane boyları değişken olup masif ve çatlak dolgusu şeklinde gözlenmektedir.

Cevherleşmeler jeokimyasal olarak incelendiğinde ana oksit içerikleri ( $MnO: \%8.98-73.64$ ,  $SiO_2: \%3.26-\%86.19$ ) denizaltı hidrotermal yataklara benzemektedir.  $Fe/Mn$  0.001-0.019 aralığında değişmekte olup, oldukça düşüktür.  $Fe/Mn$  oranları denizaltı hidrotermal merkezlerde hidrotermal çözeltilerden hızla çökelimle oluşmuş olan yatakların oranlarına benzemektedir. Ana ve iz elementler kullanılarak oluşturulan diyagramlar üzerinde de cevherler hidrotermal alanlar içerisinde yoğunlaşmaktadır. Cevherleşmelerin iz element içerikleri ile toplam NTE içerikleri düşük olup tüm örnekler hafif negatif Eu anomalisi göstermektedir. Negatif Eu anomalileri cevherlerin çökelmiş olduğu çözeltinin sıcaklığının 250 °C nin üzerine çıkmadığını gösterir.

Çağalalı ve Bezardağı Mangan cevherleşmeleri; Koçalı Ofiyolitik Karmaşığı içerisinde yer alan ofiyolitik seviyelerdeki volkano-sedimanter kısımların oluşumlarına neden olan okyanus tabanı yayılması sırasında ki denizaltı volkanizmasına bağlı olarak Kıbrıs Tipi Masif Sülfit yataklarını da oluşturan hidrotermal eriyiklerden oluşmuştur. Mn cevherleşmelerinin alta doğru masif-stokwork Cu cevherleşmelerini de içeren spilitik yastık lavlara geçiş göstermesi bu genetik bağlantıyı doğrulamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Koçalı karmaşığı, Kıbrıs tipi masif sülfit cevherleşmesi, hidrotermal köken, mangan cevherleşmesi.

**IRB-2-O1. Maden Yatakları Oturumu-III / Mineral Deposits Session-III****The Geological Features of Dutlu (Oltu-Erzurum-NE Turkey) Porphyry Cu Mineralisation**

**Mehmet ASLAN<sup>1</sup>, İsmet CENGİZ<sup>2</sup>, Serkan ÖZKÜMÜŞ<sup>2</sup>, Muhittin YİĞMATEPE<sup>1</sup>, Ömer KESİN<sup>3</sup>, Oktay TUVAR<sup>3</sup>, Nizami DENİZ<sup>4</sup>, Cevdet ÇAKIR<sup>2</sup> ve Neşat KONAK<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> MTA Genel Müdürlüğü Malatya Bölge Müdürlüğü-Malatya-Türkiye  
(Email:mehmetaslan@mta.gov.tr)

<sup>2</sup> MTA Genel Müdürlüğü Maden Etiüt ve Arama Dairesi Balgat/ Ankara-Türkiye

<sup>3</sup> MTA Genel Müdürlüğü Sivas Bölge Müdürlüğü-Sivas-Türkiye

<sup>4</sup> MTA Genel Müdürlüğü Trabzon Bölge Müdürlüğü-Trabzon-Türkiye

The study area is located in Güvendik dyke complex which is on the southern part of Eastern Pontides. Güvendik dyke complex is evaluated in the Oltu İmbriated Zone which is tectonically related to East Anatolian Accretionary Complex in the south and Pontide (Sakarya Fragment) in the north.

The “Güvendik Dyke Complex” consists of Olur, Aksu and Çardaklı units from NW to SE. These units’ lithologies are irregularly sliced in the northern part of Tertiary Oltu-Balkaya basin, and these units form the Güvendik Dyke Complex which is determined a magmatic complex that is formed by the gneiss, amphibolite, metagabbro and metabasit wall rocks often cutted by dioritic, tonalitic, dacitic, aplitic, pegmatitic, granitic, and diabasic dyke and their veins.

Dutlu Cu mineralisation is located in the porphyritic textured dacitic rocks that are apophysis of Eocene aged Coşkunlar Dacite cutting the Güvendik Dyke Complex. The clay, hematization, limonite and pyrite alterations are commonly observed in the study area in which are collected 358 soil samples through ridge and valley profiles. There is up to 520 ppm Cu values in these samples. Dutlu Cu mineralisation presents the typical features of porphyry copper mineralisation in terms of ore deposit geometry, structure-texture features, alteration and geochemical elements distribution.

**Key words:** *Oltu Imbricated Zone, porphyry, copper, mineralisation*

**Dutlu (Oltu-Erzurum-KD Türkiye) Porfiri Cu Cevherleşmesinin Jeolojik Özellikleri**

İnceleme alanı, Doğu Pontitlerin güneyinde yer almaktır olup kuzeyde yer alan Pontit (Sakarya Kıtası) ve güneyde yer alan Doğu Anadolu Yığışım Karmaşığı ile tektonik ilişkili olarak bulunan Oltu Ekayı Kuşağı içinde değerlendirilen, güvendik dayk karmaşığı içinde yer alır. Kuzeybatıdan güneydoğuya doğru Olur, Aksu ve Çardaklı birlikleri olarak tanımlanan ve bu birliklere ait kaya birimlerinin Oltu-Balkaya Tersiyer havzasının kuzeyi boyunca düzensiz bir şekilde dilimlenmesi ile oluşan “Güvendik Dayk Karmaşığı”, ilksel ilişkisi gözlenemeyen gnays, amfibolit, metagabbro ve metabazitlerden meydana gelen yan kayaların, dioritik, tonalitik, dasitik, aplistik, pegmatitik, granitik ve diyabazik dayk ve damarlarca sıkça kesilmesiyle oluşan ve bir magmatik kompleks olarak tanımlanmaktadır. Dutlu Cu cevherleşmesi Güvendik dayk karmaşığını kesen erken Eosen yaşı Coşkunlar dasitinin apofizi olan porfirik dokulu dasitik kayaçlar içinde yer alır. Yaygın bir killeşme, limonitleşme, hematitleşme ve pirit alterasyonu izlenen inceleme alanında, sırt ve dere profilleri boyunca 358 toprak örneği alınmıştır. Bu örneklerde, 520 ppm'e kadar varan Cu değerleri elde edilmiştir.

Dutlu Cu cevherleşmesi, yan kayaç cevher ilişkisi, cevherin yapı-doku özellikleri alterasyon ve jeokimyasal element dağılımı açısından porfiri Cu cevherleşmelerinin tipik özelliklerini sunmaktadır.

**Anahtar Kalimeler:** *Oltu Ekaylı Zonu, porfiri, bakır, cevherleşme*

## Geological Features of Tavşan Tepe (Narman-Oltu-Erzurum) Brecciated Vein Type Cu-Pb-Zn Mineralization

**İsmet CENGİZ<sup>1</sup>, Mehmet ASLAN<sup>2</sup> Serkan ÖZKÜMÜŞ ve Halide DUMANLILAR<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt ve Arama Dairesi Balgat/ Ankara-Türkiye  
(e-mail: ismetcengiz@yahoo.com)

<sup>2</sup> MTA Genel Müdürlüğü Balıkesir Bölge Müdürlüğü-Malatya-Türkiye

<sup>3</sup>MTA Genel Müdürlüğü Maden nalızları ve Teknoloji dairesi Balgat/ Ankara-Türkiye

The study area located within the Eastern Anatolia accretionary zone is situated in Narman-Oltu (Erzurum). The basement rock units of the area are Upper Cretaceous Erzurum-Kars Ophiolites. Eocene-Upper Miocene volcano-sedimentary sequence overlies the basement. The youngest rock unit observed in the region is Plio-Quaternary sediments. Tavşantepe Cu-Pb-Zn mineralization is hosted by “pyroxene andesites” defined as Oligo-Miocene “Narman Volcanite”. The ore-bearing and altered zone has a N-S location extension and presents showing 300 m length and 150 m width. Within the zone, two silicified-brecciated veins are observed with N15W and N10E oriented and 3-5 m thick, 150 m long. Also, angular- silica pebbles are observed with various sizes on mm-cm within brecciated veins. Silica, limonite, hematite, chalcocite, covellite, malachite and azurite are abundant as fillings in matrix of breccia within brecciated-veins with occasional comb textured-quartz. Limonite and clay alterations developed in the periphery of the veins. There are white-grey chalcedonic stockwork quartz veins inside the altered zone with a size of dm. The main alteration types are limonite, hematite, silica and clay alterations. The eastern border of the altered zone is restricted by a N40E trending dip-slip fault. Cu-Pb-Zn >1000 ppm, Ag: 103 ppm, As>600 ppm and 158 pp Mo values were detected in the samples taken from mineralization. Tavşantepe Cu-Pb-Zn mineralization is similar to hydrothermal vein type mineralization when evaluated in terms of mineralogy, host-rock relation, and also mineralization type.

**Key words:** *Vein type, breccia, Cu-Pb-Zn*

## Tavşan tepe (Narman-Oltu-Erzurum) Breşik Damar Tip Cu-Pb-Zn Cevherleşmesinin Jeolojik Özellikleri

İnceleme alanı, Narman-Oltu (Erzurum) civarında “Doğu Anadolu Yığışım Karmaşığı” içerisinde yer almaktadır. Bölgenin temelini, Üst Kratese yaşı Erzurum-Kars Ofiyolit Zonuna ait kayaçlar oluşturmaktadır. Ofiyolitik seri üzerinde ise Eosen-Üst Miyosen yaşı volkano-sedimanter istif yer almaktadır. Bölgede gözlenen en genç birim ise Pliyo-Kuvatrener yaşı çökellerdir.

Tavşantepe Cu-Pb-Zn cevherleşmesi, Oligo-Miyosen yaşı “Narman Volkaniti” olarak tanımlanan “piroksen andezitler” içinde yer almaktadır. Cevherli ve altere zon, yaklaşık KG konuma sahip olup, 300 m. uzanım, 150 m de genişlik sunmaktadır. Zon içinde, K15B ve K10E doğrultulu 3-5 m kalınlığında 150 m uzunlığında iki adet silisifiye breşik damar izlenmektedir. Breşik damarlar içinde, mm-cm boyutuna kadar değişen köşeli silis çakılları gözlenir. Yer yer dişli kuvars

dokularının izlendiği breşik damarın matriksinde, breşlerin arasını doldurmuş şekilde, silis, limonit, hematit, kalkosin, kovellin, malahit ve azutit mineralleri izlenir. Damarların çeperinde, limonitleşme ve killeşme gelişmiştir. Altere zon içinde, içinde kalınlığı yer yer dam boyutlarına ulaşan ağısal beyaz-gri kalsedonik kuvars damar/damarcıkları bulunmaktadır. Alteresyon birlaklılığı, limonitleşme, hematitleşme, silisleşme ve killeşme şeklindedir. Altere zonun doğu sınırı yaklaşık K40E doğrultulu eğim atımlı fayla sınırlanmaktadır. Cevherleşmeden alınan örneklerde, Cu-Pb-Zn >1000 ppm, Ag: 103 ppm, As>600 ppm ve 138 ppm Mo değerleri elde edilmiştir.

Tavşan Tepe Cu-Pb-Zn cevherleşmesi, mineraloji, yankayaç ilişkisi ve yataklanma tipi açısından değerlendirildiğinde hidrotermal damar tip cevherleşmelere benzerlik göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** *Damar tip, breş, Cu-Pb-Zn*

## Geology of Au mineralization near Sivas-Kangal Pinargözü

**A. Onur Karakaya, Metin Avgan, Özcan Dumanlılar, S. Yiğit Keskinler ve Oğuz Turunç**

*Demir Export I:C, Ankara  
(E-posta: onurk@demirexport.com)*

Gold occurrences of Pinargözü area and its surroundings are located 25 km SSE of Sivas-Kangal, northeast end of the Bolkardag Unit of Torids. Paleozoic metamorphics, Jurassic-Lower Cretaceous limestone and ophiolitic units are tectonically related with each other and intruded by the Eocene granitoids. All these units are unconformably overlain by Neogene clastics and volcanics. Au mineralizations in the area appear to have developed along N20-70E trending fracture systems and are present in various lithologies.

Pinargözü-Hidolar Au mineralization is hosted by serpentinites which have been altered into silica, carbonate and clay minerals and cut by various types of silica veinlets. According to soil geochemistry analyses, Au contents range from 1 to 85 ppb and has a positive correlation ( $>+0,5$ ) with Bi, Te and In.

The Bakırtepe Au mineralization has occurred in two different sectors. Mineralizations on the northern sector (located in the center and Northwest of Bakırtepe) are in the shape of quartz veins and veinlets which developed in the quartzites. Veins and veinlets are N30-70E oriented and dipping towards SE with 70-85° or vertical. Southern Sector (south of Bakırtepe); Au mineralization have developed along the ankeritic zone which have formed along an EW/30-40N oriented discontinuity plane between schist and quartz-sericite schist. Soil geochemistry studies show that Au values vary between 1 – 2.110 ppb without any correlation with other elements (As, Sb, base metals, Bi, Te, In, Hg).

The Kınalar Au-Fe mineralization formed along the boundary between quartzite and schist or tectonic lines within quartzites. Strike and dip of the tectonic line is measured as N45-65E/65NW. Ore minerals are massive hematite and limonite-hematite stockworks. Au content reaches up to 1.285 ppb and Fe content is greater than 50 %. According to rock geochemistry, Au has a positive correlation ( $>+0,5$ ) with Ag, As, Bi, Cu, Fe, Mo, P, S and Te.

In addition; throughout the thrust zones in the vicinity of the study area, Au anomalies and some alteration zones have been detected. Geological and geochemical evidences suggests that Au mineralization has been originated from various hydrothermal activities related with fracture zones.

**Key words:** *Sivas, Kangal, Pinargözü, Gold, Quartzite*

## Sivas-Kangal Pinargözü çevresindeki, Altın Mineralizasyonlarının Jeolojik Özellikleri

Pinargözü ve civarındaki altın oluşumları, Sivas ili Kangal ilçesinin 25 km GGD'sunda, Toros kuşağına ait Bolkardağ Birliği'nin kuzeydoğu ucunda yer almaktadır. İnceleme alanı ve yakın çevresinde, birbirleriyle tektonik ilişkili olarak izlenen Paleozoyik yaşılı metamorfik birimler ile Jura-Alt Kretase yaşılı kireçtaşı ve ofiyolitik kayaçlar mostra vermektedir. Bu birimler, Eosen yaşılı granitoid tarafından kesilmektedirler. Neojen yaşılı sedimanter ve volkanik kayaçlar ise yukarıda açıklanan birimlerin üzerine açısal uyumsuzlukla gelmektedir. Bölgedeki Au mineralizasyonları K20°-70°D doğrultulu kırık hatlarına bağlı olarak gelişmiş olup, farklı jeolojik birimler içerisinde yer almaktadır.

Pinargözü-Hidolar Au mineralizasyonu; yoğun olarak silis, karbonat ve kil alterasyonuna uğramış serpentinitler içerisinde izlenmektedir. Altere olmuş serpentinitler içerisinde farklı tiplerde silis damarcıkları gözlenmektedir. Bu zonun metal içeriğini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen toprak jeokimya çalışması sonucunda; elde edilen altın değerlerinin 1-85 ppb arasında değiştiği, Bi, Te ve In elementler ile de >+0,5 korelasyon sunduğu gözlenmiştir.

Bakırtepe Au mineralizasyonu, kuzey ve güney olmak üzere iki sektörlerden oluşmaktadır. Kuzey sektördeki cevherleşme (Bakırtepe'nin merkezi ve kuzeybatısı), kuvarsitlerin kırık ve çatlaklarında izlenen hematit saçılımlı kuvars damar-damarcıklarından ibarettir. Kırıklar K30°-70°D doğrultulu olup, 70°-85° GD'ya eğimli ya da dik olarak izlenmektedir. Güney sektör olarak adlandırılan bölgede (Bakırtepe'nin güneyi) ise altın cevherleşmesi, şistler ile kuvars-serisit şistler arasında, yaklaşık DB/30°-40°K konumlu süreksızlık düzlemi boyunca gelişmiş ankeritik zon içerisinde gözlenmektedir. İki zonda gerçekleştirilen toprak jeokimya çalışmaları sonucunda, elde edilen altın değerleri 1-2.110 ppb arasında değişmektedir. Altının diğer elementlerle olan ilişkisi incelendiğinde de anlamlı bir korelasyon elde edilememiştir (As, Sb, baz metaller, Bi, Te, In, Hg). Kınalar köyü Fe-Au cevherleşmesi, kuvarsit-şist dokanlığında ya da kuvarsitlerin içerisindeki tektonik hatlarda yer almaktadır. Tektonik hattın konumu K45°-65°D/65°KB'dır. Cevherleşme, masif hematit veya ağsal limonit-hematit damarcıkları şeklindedir. Bu zonlardan alınan kayaç numunelerinde Au değerleri 1.285 ppb'ye, Fe değerleri ise % >50 ulaşmaktadır. Kayaç jeokimya çalışması sonucunda; altının diğer elementlerle olan ilişkisi incelendiğinde Ag, As, Bi, Cu, Fe, Mo, P, S ve Te elementleri ile >+0,5 korelasyon sunduğu gözlenmiştir.

Ayrıca, inceleme alanı içerisinde, farklı lokasyonlarda, bindirme düzlemleri boyunca Au anomalileri ve alterasyon alanları bulunmaktadır. Jeoloji ve jeokimyasal özellikler birlikte değerlendirildiğinde, bölgedeki Au cevherleşmelerinin, kırık hatlarına bağlı, farklı fazlara ait hidrotermal oluşumlardan kaynaklandığı söylenebilir.

**Anahtar kelimeler:** *Sivas, Kangal, Pinargözü, Altın, Kuvarsit*

## Preliminary Findings Of Fossil Traces From Massive Sulfide Deposits (Lahanos, Killik, Çayeli) Of Eastern Black Sea Region

M. Kemal REVAN<sup>1,2</sup>, Yurdal GENÇ<sup>2</sup>, Taner ÜNLÜ<sup>3</sup>, V. Valery MASLENNİKOV<sup>4</sup> ve Şenol KARSLI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520, Balgat-Ankara  
(kemalrevan@yahoo.com)

<sup>2</sup> Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe-Ankara

<sup>3</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tandoğan-Ankara

<sup>4</sup> Institute of Mineralogy, Ural Division, Russian Academy of Sciences, Miass, Russia

<sup>5</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Trabzon Bölge Müdürlüğü-Trabzon

Hydrothermal vents at the bottom of the modern oceans (such as East Pacific Rise, Juan de Fuca and Galapagos Ridge) are surrounded by metallic ore deposits as well as distinctive organisms. Some of the most impressive of the unusual organism are the tube-worms which live in a symbiotic relationship with bacteria. The reduced sulfur in the hydrothermal solutions constitute the base of a food chain for unusual organisms clustered around the vents (Haymon et al. 1984). Sulfide minerals precipitating within these habitats of tube worms enveloped and preserve the worms in a sulfide matrix. Traces of ecological actualism of these unique organisms that found near present-day vents are rarely encountered in the massive sulfide paleohydrothermal fields.

Size of mineralized tubular worms identified in Lahanos, Killik and Çayeli ore deposits reach up to 25 mm diameter and 8 cm lenght and preserved in a brecciated sulfide matrix. Traces of tube worms are usually filled by mineral fragments (pyrite, sphalerite, chalcopyrite and galenite) and a few number of tube worms are observed to be replaced by opaque and gangue minerals from the exterior to the interior. According to Raman spectrometry, goethite, native sulfur, serpierite, covellite, dolomite, jarosite and pyrite minerals were detected from Lahanos samples. Lahanos samples replaced by opaque minerals have mineralogical zonation. Mineralogical zonation sequence, from the exterior to the interior, is sphalerite+pyrite >> chalcopyrite >> sphalerite+chalcoprite. Mineralogical zonation of the Çayeli samples is pyrite >> galenite. The fossil fauna discovered in Pontid deposits are well-preserved in comparision to other massive sulphide districts (Maslennikov, 2009, per. commun.)

Above mentioned tube worm traces are accompanied by the chimney frgments. The geological setting of these deposits and mineralogical and textural features of fossiliferous samples indicates that these deposits and its fossil fauna are remnant of hydrothermal vents at the bottom of paleo-oceans. The existence of modern tube worms in the present-day oceans could presumably be evidence of evaluation of fossil tube worms detected in the paleo-massive sulphide deposits (such as Urals, Pontids and Samail Ophiolite). Although amount of these fossils samples detected in present-day oceans are plentiful, findings of faunas in the paleo-massive sulphide deposits are rather limited. In the contex of this study, deposits in the Eastern Black Sea region were added to other massive sulphide districts (Urals, Cypress, Oman and Ireland) where these unique fauna were detected (Revan et al. 2010).

**Key words :** *Tube worms, Pontide, massive sulphide, fossil fauna, chimney, Lahanos, Killik, Çayeli*  
REFERENCES

Haymond, R.M., Koski, R.A. and Sinclair, C., 1984, Fossils of hydrothermal vent forms discovered in Cretaceous sulfide ores of The Semail ophiolite, Oman, Science, v. 223, p. 1407-1409.

Maslennikov, V.V., 2009, kişisel görüşme; Institute of Mineralogy, Russia Academy of Science, Ural Division of RAS.

Revan, M.K., Ünlü, T. ve Genç, Y., 2010, Preliminary Findings Of Fossil Traces From Massive Sulfide Deposits (Lahanos, Killik, Çayeli) Of Eastern Black Sea Region, MTA Bulletin (in press).

## Doğu Karadeniz Bölgesi Masif Sülfid Yataklarındaki (Lahanos, Killik ve Çayeli) Fosil İzlerine Ait İlk Bulgular

Günümüz okyanus tabanlarındaki sıcak çıkışların gözlendiği alanlar (Doğu Pasifik yükseltimi, Juan de Fuca sırtı, Galapagos sırtı gibi) metalik maden yatakları yanı sıra, sıra dışı organizma toplulukları ile çevrilidir. Sıra dışı organizma toplulukları içerisinde en ilginç olanları ise bakterilerle simbiyotik bir yaşam süren tüp solucanlardır. Hidrotermal çözeltilerdeki indirgen sülfür, çıkış bacaları (chimney) çevresinde yiğmiş bu sıra dışı canlılar için bir gıda zincirinin temelini teşkil eder (Haymon vd., 1984). Bu solucanların bulunduğu yaşam ortamı içerisinde çökelen sülfit mineralleri tüp formundaki bu solucanları sardığı ve sülfit bir matriks içerisinde tüp solucanın izlerinin korunduğu gözlenir. Günümüz denizlerde yoğun olarak gözlenen bu sıra dışı canlı faaliyetlerinin masif sülfit paleo-hidrotermal sahalardaki izlerine ise çok nadir rastlanmaktadır.

Lahanos, Killik ve Çayeli maden yataklarında tanımlanan tüp solucanların çapları 25 mm ve uzunlukları 8 cm ye ulaşır ve genelde sülfit matriksli breşik cevher zonu içinde bulunur. Tüp şekilli fosil izlerinin içi genelde mineral kırıntıları (pirit, sfalerit, kalkopirit ve galenit) tarafından doldurulurken az sayıda fosil izinin ise kenardan içeriye doğru opak ve gang mineralleri tarafından ornatıldığı gözlenmiştir. Lahanos'a ait örnek fosil izi dolgularında mikroskopta ayırt edilemeyecek oranlarda, götit, serpiyerit, nabit kükürt ve jarosit gibi oksidasyon ürünü ikincil minerallerin ve dolomitin varlığı Raman spektrometresi incelemeleriyle saptanmıştır Lahanos örneklerinde kenarlarından itibaren opak minerallerce ornatılmış fosil izlerinde, dıştan içe doğru sfalerit+pirit >> kalkopirit >> sfalerit+kalkopirit şeklinde mineralojik zonlanma tanımlanabilmektedir. Çayeli örneklerinde ise cevherleşmiş fosil çeperlerinde dıştan içe doğru pirit >> galenit şeklinde gelişmiş bir mineral zonlanması gözlenmektedir. Bu yataklardaki fosil topluluklarının sağlamlığı diğer bölgelerde tespit edilen benzerlerine kıyasla oldukça iyi durumdadır (Maslennikov, 2009; sözlü görüşme).

Söz konusu tüp solucan fosil izlerinin çıkış bacalarına (chimney) ait parçalarla birlaklılığı dikkat çekicidir. Lahanos, Killik ve Çayeli masif sülfid yataklarının içerisinde bulunduğu jeolojik ortamın yanı sıra içerdiği fosilli örneklerin göstermiş olduğu mineralojik ve dokusal özellikler incelendiğinde söz konusu yataklar ve içerdiği fosil faunasının paleo-deniz tabanındaki hidrotermal çıkışların kanıtları olduğuna işaret eder. Günümüz denizlerinde gözlenen güncel tüp solucanlarının varlığı ise, paleo-masif sülfid yataklarında tespit edilen söz konusu tüp solucan fosillerinin (Urallar, Pontidler ve Samail ofiyoliti tüp formları gibi) geçmişten günümüze gelişim göstermiş olabileceği bir kanıt olarak verilebilir. Güncel denizlerde tanımlanan bu fosillere ait örnekler bol olmasına karşın paleo-masif sülfid yataklardaki faunalara ait bulgular oldukça sınırlıdır. Bu çalışma kapsamında, söz konusu bu özel fosil fauna'ya ait bulguların tespit edildiği (Revan vd., 2010, basımda), masif sülfid bölgelerine (Urallar, Kıbrıs, Umman ve İrlanda) Doğu Karadeniz Bölgesindeki yataklar da dahil edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Tüp solucanlar, Pontid, masif sülfid, fosil fauna, çıkış bacası, Lahanos, Killik, Çayeli*

### KAYNAKLAR

- Haymond, R.M., Koski, R.A. and Sinclair, C., 1984, Fossils of hydrothermal vent forms discovered in Cretaceous sulfide ores of The Semail ophiolite, Oman, Science, v. 223, p. 1407-1409.  
 Maslennikov, V.V., 2009, kişisel görüşme; Institute of Mineralogy, Russia Academy of Science, Ural Division of RAS.  
 Revan, M.K., Ünlü, T. ve Genç, Y., 2010, Doğu Karadeniz Bölgesi Masif Sülfid Yataklarındaki (Lahanos, Killik ve Çayeli) Fosil İzlerine Ait İlk Bulgular, MTA Dergisi (basımda).

**Tunca (Ardeşen-Rize) Ore – Ore Mineralogy and Geochemistry****E. Çiftçi<sup>1</sup>& A. Ceritbinmez<sup>2</sup>**<sup>1</sup>İTÜ, Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Böl., 34469 Maslak-İstanbul<sup>2</sup>Niğde Üniversitesi, MMF, Jeoloji Müh. Böl., 51245 Niğde

The Tunca ore is hosted by the Late Cretaceous felsic volcanics. Lensial massive sulfide ore is about 5 m in thickness. South edge of the mineralization exposes about 70 m along an E-W striking fault trailing the Tunca creek. Ore body plunges 25° towards north and it is covered by hematite-bearing dacite, which is itself overlain by basaltic rocks. In the base, stock work veins, veinlets and dissemination of ore is observed within the dacite window. In the Tunca prospect, 1 million tons of probable reserve was reported. The deposit is still under investigation.

Principle ore minerals include primary Fe-Cu-Zn-Pb sulfides (e.g., pyrite, chalcopyrite, sphalerite, galena, and bornite), sulfosalts (essentially tennantite), and secondary sulfides (e.g., covellite. Quartz, barite, various phyllosilicates (e.g., kaolinite and sericite), calcite and dolomite account for the gangue minerals. Ore mineralization is unmetamorphosed and has well-preserved primary ore mineral textures. Ore miner paragenetic sequence is pyrite-chalcopyrite (I) – sulfosalts – sphalerite – galena – chalcopyrite (II) – bornite – products of oxidation/cementation, which well agrees with regional scale paragenetic succession proposed for the volcanogenic massive sulfide deposits (VMS) of the Eastern Pontides. Bornite mineralization represents last stage of the primary sulfide mineralization and replaces all of the earlier mineral phases.

Ore mineral paragenesis and geochemical analyses suggest that the mineralization could be considered as Cu-Zn type deposition. Gold content of typical ore is about 3.5 ppm that is within the range of the values typical to the other VMS deposits of the region (<5 ppm). Silver content is 87 ppm that is very similar with the ones reported for semi-black ores of Harköy and Lahanos deposits.

$\delta^{34}\text{S}$  analyses for chalcopyrite and pyrite, representing main mineralization stage as determined through ore microscopy study were carried out and the results are +0.83‰ - +1.23‰ for chalcopyrite and +1.60 ‰ - +1.66‰ for pyrite. Sulfur isotope composition varies within relatively narrow range typical to the magmatic source. These results appear to be well-suited with the values reported for the primary sulfide of the Eastern Pontide VMS deposits.

**Key words:** Tunca, VMS, Eastern Pontides, ore, mineralogy, sulfur isotopes

## Tunca (Ardeşen-Rize) Cevheri – Cevher Mineralojisi ve Jeokimyası

Tunca cevheri Üst Kretase yaşı felsik volkanitler tarafından içerisinde bulunmaktadır. Mercek biçimindeki masif sülür yataklanması ortalama 5 m kalınlıktadır. Güney kenarı, Tunca deresini takip eden doğu-batı yönlü bir fay boyunca 70 m boyunda yüzeylenme göstermektedir. Kuzeye doğru yaklaşık 25°lik bir eğimle dalan masif cevher kütlesi, hematitli bir dasit birimi ile örtülülmekte ve bu dasit birimini de üzerleyen bazaltlar bulunmaktadır. Altta asıl cevher yan kayacını oluşturan bir dasit penceresi içinde ağsal damar ve damarcık ile saçılımlı cevher zonları bulunmaktadır. Tunca yatağında 1.000.000 ton muhtemel rezerv tespit edilmiştir. Sahada halen arama çalışmaları devam etmektedir.

Ana cevher mineralleri, birincil Fe-Cu-Zn-Pb sülürler (esas olara pirit, kalkopirit, sfalerit, galen, bornit), sulfotuzlar (esas olarak tenantit), ikincil sülürler (kovelit gibi)'den oluşurken, gang mineralleri olarak kuvars, barit, çeşitli filosilikatlar mineralleri (kaolinit ve serisit gibi), kalsit ve dolomit gözlenmektedir. Cevherleşme metamorfize olmamış ve iyi-korunmuş birincil cevher dokularına sahiptir. Cevher mineral süksesiyonu pirit- kalkopirit (I) – sulfotuzlar (tenantit) – sfalerit - galen-kalkopirit (II)-bornit-oksidayon/segmentasyon ürünleri olarak belirlenmiş ve bu bölgesel ölçekte Doğu Pontidlerdeki volkanogenik masif sülür yatakları için önerilen parajenetik süksesiyonla oldukça uyumludur. Bornit cevherleşmesi primer sülfit cevherleşmesinin son safhasında gerçekleşmiş olup, erken bütün fazları ornatmaktadır.

Cevher mineral parajenezi ve jeokimyasal analizler cevherleşmenin Cu-Zn-tipinde sınıflanabileceğini önermektedir. Tipik cevherdeki altın içeriği 3.54 ppm olup, bölgedeki diğer masif sülür yataklarına benzerlik göstermektedir (<5 ppm). Gümüş içeriği 87 ppm olup, bölgedeki diğer yarı siyah cevher içeren Harköy ve Lahanos yataklarına ait değerlerle büyük benzerlik sunmaktadır.

$\delta^{34}\text{S}$  izotop analizleri ana cevherleşme parajenezine ait olduğu, cevher mikroskopu çalışması ile belirlenmiş olan kakopirit ve pirit üzerinde yapılmış ve kalkopirit için ‰ +0.83 ila ‰ +1.23 arasında değerler, pirit için ‰ +1.60 ila ‰ +1.66 arasında değerler bulunmuştur. Kükürt izotop bileşimleri nispeten dar aralıkta değişim göstermekte ve kükürt için magmatik kökeni ima etmektedir. Bu değerler aynı zamanda doğu Pontidlerdeki diğer majör masif sülür yatakları ile oldukça uyumlu gözükmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Tunca, VMS, Doğu Pontitler, cevher, mineraloji, kükürt izotoplari

## Preliminary Findings of Porphyry Copper Mineralization in Olur-Tortum Zone: Yeşilbağlar and Kaban Mineralization (Olur-Erzurum-NE Turkey)

**İsmet CENGİZ<sup>1</sup>, Mehmet KILIÇ<sup>2</sup>, Güzide ÖNAL<sup>3</sup>, Mehmet ASLAN<sup>4</sup>, Serkan ÖZKÜMÜŞ<sup>1</sup>  
ve Neşat KONAK<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüti ve Arama Dairesi Balgat/ Ankara-Türkiye  
(ismetcengiz@yahoo.com)

<sup>2</sup> Pregold Madencilik, Merter/İstanbul

<sup>3</sup> Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana

<sup>4</sup> MTA Genel Müdürlüğü Malatya Bölge Müdürlüğü-Malatya-Türkiye

The region of the study area is located in the south of Eastern Pontids (Sakarya). In the eastern part of the Eastern Pontids, there are various Jurassic-Cretaceous aged sequences that are adjacent and overlapping with the structural line with NE-SW direction and that continues until Paleocene. In the Hopa-Narman section these sequences are grouped in four zones and named as Hopa-Borçka zone, Artvin Yusufeli zone, Olur-Tortum zone and Erzurum-Kars ophiolite zone from the north to the south. Yeşilbağlar and Kaban mineralization is hosted by the rocks of the Olur Assemblage that are part of Olur-Tortum zone. Olur Assemblage is represented by Lias-Dogger aged andesitic-basaltic lava and pyroclastics (Oltu River Volcanites) in the bottom and dacitic lava and pyroclastics at the side (Kaban Dacite). Malm aged turbiditic character deposits (Olurdere Formation) pass upwards to the Berriyasiyen-Apsiyen aged pelagic-semi pelagic limestones (Soğukçam Formation). The sequence continuing up to Paleocene with various clastic carbonates and volcanic rocks is unconformably overlain by the early Eocene aged clastics. All these sequences are cut by pre-early Eocene porphyritic textured dacitic-rhyodacitic intrusives (Coşkunlar Dacite).

Yeşilbağlar mineralization is observed in the dacites that are the apophysis of the pre-early Eocene aged Coşkunlar dacite cutting the Jurassic to Cretaceous age basalt/andesite lava origin volcanics in the Olur-Tortum zone. The advance argillic alteration and leaching zone is developed in the porphyritic textured dacites. The alteration which is 300 m wide and 600 m long in the N10-15E direction is observed as argillization, silicification, limonitization, hematization, pyritization and barite. Stockwork quartz veins/veinlets are observed within the alteration. Quartz veinlets are grey-white coloured and there are also chalcedonic features in place. The secondary gypsum formations are widely observed.

Kaban mineralization is located 7 km east of the Yeşilbağlar mineralization. Alteration and mineralization developed within the porphyritic textured dacites extending in 300 m length and 100 m width in east-west direction intrusive to Jurassic aged Akdağ limestone and dacites boundaries. The alteration observed in the field has identical features with the Yeşilbağlar alteration. Porphyritic textured altered dacite/limestone boundaries are observed as silicified. Yeşilbağlar-Kaban alteration zone is observed discontinuously 7 km in the east-west direction. 69 rock samples were collected along certain profiles in this zone and with these samples the following values have been detected: 1800 ppm Cu, 1360 ppm Pb, 3000 ppm Zn, 330 ppm Au, 90 ppm Mo, 28 ppm Ag, 600 ppm Sb and up to 1200 ppm As.

Ore-host rock relation, alteration, ore features and geochemical element distribution of Yeşilbağlar-Kaban mineralization, have features similar to the porphyry Cu mineralization. These alterations and mineralization observed in the Olur-Tortum Zone located in the south east of the Eastern Pontides turn this zone an important porphyry copper zone. The existence of low temperature siliceous such as chalcedony and As, Sb, Au and Ag values obtained at the anomaly level in the element analysis should be evaluated as the products of the epithermal system overprinting the porphyry system.

**Key words:** Eastern Pontids, Olur-Tortum Zone, Porphyry Copper Belt–Porphyry Cu mineralization

## Olur Tortum Zonunda Porfiri Bakır Cevherleşmelerine Ait İlk Bulgular: Yeşilbağlar ve Kaban Cevherleşmeleri (Olur-Erzurum-KD Türkiye)

İnceleme alanının içinde bulunduğu bölge Doğu Pontidlerin (Sakarya) güneyinde yer alır. Doğu Pontidler'in doğu kesiminde, yaklaşık KD-GB gidişli yapısal hatlarla yan yana ve üst üste gelen ve Üst Paleosen'e kadar sürekli sunan, Jura-Kretase yaşlı çeşitli istifler gözlenir. Hopa-Narman kesitin boyunca, dört zon bazında gruplandırılan bu istifler, kuzeyden güneye doğru Hopa-Borçka zonu, Artvin-Yusufeli zonu, Olur-Tortum zonu ve Erzurum-Kars ofiyolit zonu olarak adlandırılmıştır. Yeşilbağlar ve Kaban cevherleşmeleri, Olur-Tortum zonu içinde Olur Birliği'ne ait kayaçlar içinde gelişmiştir. Olur Birliği, alta Liyas-Dogger yaşlı andezitik-bazaltik lav ve piroklastikler (Oltu Çayı Volkanitleri) ile yanalda dasitik lav ve piroklastikler ile (Kaban Dasiti) temsil edilir. Bunun üzerine olasılı uyumsuzlukla gelen malm yaşı türbiditik karekterli çökeller (Olurdere Formasyonu) üstte doğru Berriyasiyen-Apsiyen yaşlı pelajik yarı pelajik kireçtaşlarına (Soğukçam Formasyonu) geçer. Geç Paleosen kadar çeşitli kırtılı karbonatlar ve volkanik kayalarla devam eden istifi, Erken Eosen yaşlı kırtılılar uyumsuzlukla örter. Tüm bu istifleri Erken Eosen öncesi porfirik dokulu dasitik-riyodasitik sokulumlar (Coşkunlar Dasiti) keser.

Yeşilbağlar cevherleşmesi Olur-Tortum zonu içinde Jura-kratese yaşlı bazalt/andezit lav karekterli volkanikleri kesen erken Eosen öncesi yaşlı "Coşkunlar Dasiti"nin apofizi olan dasitler içinde gözlenir. Porfirik dokulu dasitlerde, ileri derecede arjilik alterasyon ve yıkama zonu (leaching) gelişmiştir. Yaklaşık 300m genişliğinde, K10-15D doğrultulu olarak 600 m uzanım gösteren alterasyon; killeşme, silisleşme, limonitleşme, hematitleşme, piritleşme ve barit olarak gözlenir. Alterasyon içinde ağsal kuvars damar/damarcıkları izlenir. Kuvars damarcıkları gri beyaz renkli olup yer yer kalsedonik özelliklerde de gözlenir. İkincil jips oluşumları ise yaygın olarak izlenmektedir.

Kaban cevherleşmesi; Yeşilbağlar cevherleşmesinin 7 km doğusunda yer alır. Altersyon ve cevherleşme Olur-Tortum zonu içinde Jura kratese yaşlı Akdağ kireçtaşı ve dasitlerin dokanağına sokulum yapan yaklaşık D-B doğrultusunda 300 m uzanım ve 100 m genişlik sunan porfirik dokulu dasitler içinde gelişmiştir. Sahada gözlenen altersyon Yeşilbağlar altersyonu ile aynı özelliklere sahiptir. Porfirik dokulu Altere dasit/kireçtaşı dokanakları silislesmiş olarak izlenir. Yeşilbağlar ve Kaban altersyon zonu kesintili olarak yaklaşık DB doğrultulu olarak 7 km izlenir. Bu zondan belirli profiller boyunca 69 adet kayaç örneği alınmış ve bu örneklerde, 1800 ppm Cu, 1360 ppm Pb, 3000 ppm Zn, 330 ppm Au, 90 ppm Mo, 28 ppm Ag, 600 ppm Sb, 1200 ppm'e varan As değerleri elde edilmiştir.

Yeşilbağlar ve kaban altersyon ve cevherleşmeleri, cevher yan kayaç ilişkisi, altersyon ve cevher özellikleri ile jeokimyasal element dağılımı açısından porfiri Cu cevherleşmeleriyle benzerlik göstermektedir. Doğu Pontidlerin güney doğusunda Olur-Tortum zonunda gözlenen bu altersyon ve cevheleşmeler bu zonu önemli bir porfiri bakır kuşağına da dönüştürmektedir. Element analizlerinde anomali düzeyinde elde edilen As, Sb, Au ve Ag değerleri ile kalsedon gibi düşük sıcaklık silislerinin varlığı, porfiri sistemi gölgelemiş epitermal sistemin ürünleri olarak değerlendirilmelidir.

**Anahtar kelimeler:** *Doğu Pontidler/ Olur –Tortum Zonu/Porfiri Bakır kuşağı- Porfiri Cu cevherleşmesi*

**IRB-2-O2. Maden Yatakları Oturumu-IV / Mineral Deposits Session-IV****Comparison of Trace Element Contents of Some Pb-Zn Mineralizations and Biogeochemical Data at NW Anatolia- First Evidences****Hilal Ulukol<sup>1</sup>, I.Sönmez Sayılı<sup>1</sup>, Abdullah Sungurlu<sup>2</sup>, Latif Kurt<sup>2</sup>, Seda Ozdemir<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Ankara University Faculty of Engineering Department of Geological Engineering, Tandoğan, TR-06100 Ankara, Turkey

(E-Mail: hulukol@eng.ankara.edu.tr)

<sup>2</sup>Ankara University Faculty of Science Department of Biology, Tandoğan, TR-06100 Ankara, Turkey

In this study, the trace element contents of samples collected from ore bearing veins of Çanakkale-Balcılar Pb-Zn-Ba and Kalkım-Handeresi Pb-Zn mineralizations are compared with the trace elements values of the roots, leafs and reeds of some plants and their soils. The accumulator and indicator properties of these plants are evaluated in terms of Pb-Zn-Cu-Ba elements.

Balcılar mineralizations are located in andesites as barite-galena-sphalerite bearing quartz-veins. Pb-Zn-Cu contents of veins vary between 400 ppm and higher than 1% in three different vein areas. Ba exhibit 300->5% values. The Pb-Zn-Cu contents of the soils of *Taraxacum officinale* (Dandelion) and *Cyperus laevigatus* plants change between 100-4600 ppm. Ba reaches up to 1300 ppm.. The roots and leafs of Dandelion display very high contents of Cu, Pb and Zn with 17-72 ppm, 16-300 ppm and 280-800 ppm, respectively. Ba values are 100-260 ppm. Otherwise, the Pb-Zn-Cu-Ba contents of *Cyperus laevigatus* present similar values as Dandelion.

Pb-Zn mineralizations of Handeresi are located in Paleozoic aged metamorphic units. Ore samples collected from the adits showed 12 ppm to >1% values of Pb-Zn-Cu. The average content for Ba is 9 ppm. While the Pb-Zn-Cu values of the soils of Dandelion vary between 40-815 ppm., Ba displays 114 ppm. The analyses from the roots and leafs of this plant exhibited 5-14 ppm, 47-200 ppm and 41-700 ppm for Cu-Pb and Zn respectively. Ba varies between 25-45 ppm. Consequently, Dandelion and *Cyperus laevigatus* are good accumalator and indicator plants.

**Key words:** Çanakkale, Pb-Zn mineralizations, indicator-accumulator, *Taraxacum officinale*, *Cyperus laevigatus*

## KB Anadolu'da Bazı Pb-Zn Cevherleşmelerinin İz Element Değerleri ile Biyojeokimyasal Verilerinin Karşılaştırılması- Önbulgular

Bu çalışmada, Çanakkale-Balcılar Pb-Zn-Ba ve Yenice-Kalkım-Handeresi Pb-Zn yatağı civarında cevherli damarlardan toplanan örnekler, onların etraflarındaki bazı bitkilerin kök, yaprak ve kamışları ile topraklarından alınan örneklerin iz element değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bu bitkilerin Pb-Zn-Cu-Ba elementleri açısından indikatör(gösterge)-akümülatör(biriktirici) özellikte olup olmadıkları irdelenmiştir.

Balcılar yöresinde cevherleşmeler andezitler içinde barit-galenit-sfalerit içeren kuvars damarları şeklindedir. Üç ayrı damar grubunda Pb, Zn ve Cu 400 ppm ile %1'den büyük değerler arasındadır. Ba ise 300 ppm ile %5 arasında oynamaktadır. Bu bölgede Taraxacum officinale (Karahindiba) ve Cyperus laevigatus bitkilerinin topraklarında Pb-Zn ve Cu değerleri 100-4600 ppm, Ba ise 800-1300 ppm gibi yüksek değerler sunmaktadır. Taraxacum officinale bitkisinin kökleri ve yapraklarından yapılan analizler sonucunda; Cu için 17-72 ppm, Pb için 16-300 ppm, Zn için 280-800 ppm gibi çok yüksek değerleri bulunmuştur. Ba ise 100-260 ppm civarlarındadır. Cyperus laevigatus bitki örneğinin kamışlarından yapılan analizlerde de Pb-Zn-Cu-Ba değerleri Karahindiba'nın kök ve/veya yaprak ile örtüsen değerler sunmaktadır.

Kalkım-Handeresi Pb-Zn cevherleşmeleri Paleozoyik yaşı metamorfik birimler içinde yer almaktadır. Galerilerden alınan cevher örneklerinde Pb, Zn ve Cu 12 ppm ile %1'den büyük değerler arasındadır. Ba ise ortalama 9 ppm'dir. Karahindiba'nın yetiştiği topraklarda Pb-Zn-Cu, 40-815 ppm, Ba ise 114 ppm değerlerindedir. Bu bitkinin kökleri ve yapraklarından yapılan analizler; Cu için 5-14 ppm, Pb için 47-200 ppm, Zn için 41-170 ppm gibi yüksek değerler göstermektedir. Ba değerleri 25-45 ppm civarlarındadır. Baryum'un düşük olmasının nedeni cevherleşmenin Ba açısından fakir olmasındandır.

Sonuç olarak, Taraxacum officinale (Karahindiba) ve Cyperus laevigatus bitkilerinin iyi birer gösterge ve biriktirici oldukları belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Çanakkale, Pb-Zn cevherleşmeleri, indikatör-akümülatör, Taraxacum officinale, Cyperus laevigatus

## The Mineralogical Data of Pb-Zn Mineralizations at Handeresi- Bağırkaç and Fırıncıkdere Adits(Çanakkale-Yenice-Kalkım)

**Sinan Akışka<sup>1</sup>, Gökhan Demirela<sup>1</sup> & İ.Sönmez Sayılı<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering 06100 Tandoğan – Ankara

(E-mail: akiska@eng.ankara.edu.tr)

In the study area which is located at the Kazdağ Massif in NW-Turkey, detailed mineralogical studies were performed on ore and wall rock samples taken from Handeresi, Bağırkaç and Fırıncıkdere Pb-Zn ore adits. The rock units determined are partly hydrothermally altered graphite-schists, calc-schists, meta-sandstones, meta-serpentinites, marble lenses, and felsic textured rocks. Due to microscopic investigations; garnets, pyroxenes, large actinolites, epidotes and tremolites are determined from older to younger. The zoned garnets are designated by the Raman spectroscopy and SEM studies. Large iron-rich cores (andraditic) are observed in garnets. Thin grossular zones are overgrown upon them. Following these zones, thin andraditic belts take place. Minerals complete their growths with a grossular zone. Pyroxenes and epidotes are named as diopside and pistacite-clinozoisite, respectively. The ore minerals are pyrites and the almost contemporaneous sphalerites, chalcopyrites, and galenites due to forming sequence. Chalcopyrite exsolutions and inclusions are observed in sphalerites. Sphalerites are sometimes zoned and in iron-rich and iron-poor types. They are cut and surrounded by galenites and sometimes they include the galenites. After the formation of ore minerals, calcite and quartz cut gangue and ore minerals or fill the gaps between them, occur as veins.

Consequently, it can be stated that hydrothermal solutions selected the fractured zones. At first, as anhydrous minerals, garnets and pyroxenes formed in carbonaceous rocks. Afterwards, hydrous minerals such as actinolite, tremolite and epidote occurred. At the beginning stage of anhydrous phases, Fe-Al fluctuations are detected at garnet zones. Following all these stages, at first Zn-Cu rich and subsequently Pb rich solutions took place. After the ore settlements, carbonate and silica rich solutions give rise to form calcite and quartz minerals.

**Key words:** Handeresi, Bagirkac, Firincik, mineralization, lead, zinc

### Handeresi- Bağırkaç ve Fırıncıkdere (Çanakkale-Yenice-Kalkım) Galerileri Pb-Zn Cevherleşmelerinde Mineralojik Veriler

KB Anadolu'da Kazdağ masifine ait olan bölgede yer alan çalışma alanında, Handeresi- Bağırkaç Ve Fırıncıkdere Pb-Zn cevherleşmelerini işletmek üzere açılmış galerilerden alınan yankayaç ve cevher örneklerinde ayrıntılı mineralojik incelemeler gerçekleştirilmiştir. Bu incelemelerde kaya türü olarak; yer yer hidrotermal alterasyona uğramış grafitiştler, kalkıştalar, metakumtaşları, metaserpentinitler, mermer mercekleri ve felsik dokulu kayaçlar Belirlenmiştir. Cevher damarlarının mikroskopik incelenmesinde, yaşlıdan gence doğru yer yer granatlar, piroksenler, iri aktinolitler, epidotlar ve tremolitler belirlenmiştir. Raman Spektroskobisi ve SEM çalışmalarında ise granatlarda zonlanmalar saptanmıştır. Granatların çekirdek kesimlerinin oldukça iri ve demirce zengin (andraditik) oldukları, bunları oldukça ince, alüminyumca zengin bir grossular zonunun sardığını daha sonra ince bir andraditik zonun geldiği ve minerallerin grossularitik bir zonla büyümelerini tamamladığı belirlenmiştir. Piroksenlerin diyopsit, epidotların ise pistazit ve

klinozoizit türlerinde oldukları saptanmıştır. Cevher mineralleri de sırasıyla; önce piritler sonra yaklaşık eş yaşı sfalerit, kalkopirit ve galenitlerden oluşmaktadır. Sfaleritler içinde kalkopirit kapanımları ve ayrılımları gözlenmektedir. Sfaleritlerin hem demirli hem de demirsiz (balblend) türde oldukları ve bazlarının zonlanma gösterdiği belirlenmiştir. Galenitler ise sfaleritleri kesmekte, sarmakta ve bazen de sfaleritler içerisinde kapanım olarak bulunmaktadır. Cevherleşme sonrasında gang ve cevher minerallerini kesen veya aralarındaki boşlukları dolduran kalsit ve kuvars yer yer damarlar şeklinde olmuştur.

Sonuç olarak hidrotermal çözeltilerin, faylanmalar sonucu kırılmış bölgeleri seçerek karbonatlı kayaçlar içinde önce susuz granat ve piroksen minerallerini oluşturduğu daha sonra sulu faza gereken aktinolit, tremolit ve epidot mineralleri oluşumuna yol açtığı belirlenmiştir. Susuz fazın ilk evrelerinde Fe-Al elementlerinin azalıp çoğaldıkları saptanmıştır. Daha sonra önce Zn-Cu ve son olarak da Pb içeren cevherli çözeltilerin bu zonlara yerlediği görülmektedir. Cevher yerleşiminden sonra karbonatlı ve silisli çözeltiler kalsitler ve kuvarları oluşturmuştur.

**Anahtar kelimeler:** *Handeresi, Bağırkaç, Firincık, cevherleşme, kurşun, çinko*

## Geology and Mineralization of Sarıoluk Reworked Pb-Zn Deposit, Biga Peninsula, Turkey

Bahri Yıldız<sup>1</sup>, Nahide K. Yalçınkaya Ünal<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Stratex Madencilik San. ve Tic. Ltd. Şti., İran Cad. 53/6, TR-06700 Ankara, Turkey  
(E-mail: bahri.yildiz@stratexplc.com)

<sup>2</sup> Çanakkale Madencilik Anonim Şirketi, Balıkesir Yolu 5. km, TR-17100 Çanakkale, Turkey  
(E-mail: nahideunal@yahoo.com)

Sarıoluk Pb-Zn deposit is located 45km NE of Çanakkale. Eocene age andesitic and felsic lithic tuffs (Flt), rhyolite lavas and eroded riyolite domes are exposed in the area. The Pb-Zn mineralization in the Sarıoluk area occurred related to Eocene rhyolitic domes, and then uplifting and erosion of this mineralization and transportation into the basin occurring between the rhyolitic domes and redeposited together with Flt in the basin. Matrix supported thin and medium bedded Flt containing clasts with flow banded texture, kaolinized white tuff with trace of barite, kaolinized rhyolite lavas with Fe oxide are exposed in the basin. Different volcanic clasts, galena clasts, rhyolite clasts with disseminated pyrite and locally Flt with banded galena and sphalerite occurred between these rhyolite lavas. Cross bedding is observed in the Flt. Basin covers about 700m along NW-SE trend and 400m along NE- SW trend. Flt exposed NW of the basin consist of galena and sphalerite occurred as clast and banded type, Flt exposed SE of the basin consist of pyrite and trace of chalcopyrite are observed. The strike of the Flt with ore clasts located NW of basin is NE-SW and dips 12°-30° SE. The strike of the Flt with ore clast exposed SE of basin is N-S and dips 14° W. The Flt exposed SW edge of the basin consists of 100m galena and sphalerite clasts along strike. About 70% of these zones were operated before. Average grade of operated zone is about 3.57% Pb, 2.62% Zn. Reworked type mineralization may originate from eroded rhyolite domes exposed 200m NW of zone operated before. Sarıoluk Pb-Zn reworked deposit is first deposit identified in the Eocene basin in the Biga Peninsula.

**Key words:** Çanakkale, Koru, Sarıoluk, Biga, reworked

## Sarıoluk Aşınıp Taşınmış Pb-Zn Yatağının Jeoloji ve Cevherleşmesi, Biga Yarımadası, Türkiye

Sarıoluk Pb-Zn yatağı Çanakkale<sup>5</sup> nin 45 km KD da bulunmaktadır. Sahada Eosen yaşlı andezitik ve felsik litik tüflerle (Flt) riyolit lav ve aşınmış riyolit domları yüzeylemektedir. Eosen yaşlı riyolitik domlara bağlı olarak oluşan Pb-Zn cevherleşmelerinin daha sonraki yükselmeye aşındığı ve aşınan cevherleşmelerin riyolitik domların arasında bulunan havzaya taşınarak Flt'lerle birlikte çökelerek Sarıoluk Pb-Zn cevherleşmesini oluşturduğu belirlenmiştir. Havza içinde akıntı yapıtı riyolit klastları içeren matriks ağırlıklı ince ve kalın tabakalı Flt'lerle, kaolinleşmiş, yer yer az baritli beyaz tüfler, kaolinleşmiş ve Fe oksitli riyolit akıntıları mostra vermektedir. Bu riyolit akıntılarının arasında ise değişik volkanik klastlar, galenit klastları, saçılımlı pirit içeren riyolit klastları, yer yer galenit ve sfalerit bantları içeren Flt'ler olmuştur. Bu Flt'lerde boyanma görülmektedir. Havza KB-GD doğrultusunda 700 metre, KD-GB doğrultusunda ise 400 metrelük bir alan kaplamaktadır. Havzanın KB kesiminde bulunan Flt'ler içerisinde klast ve yer yer bandlı şekilde olmuş galenit ve sfalerit, havzanın GD kesimindeki Flt'ler içerisinde ise bol miktarda pirit az kalkopirit görülmektedir. Havzanın KB'sında cevher klastı içeren Flt'lerin doğrultusu yaklaşık KD-GB, eğimi ise  $12^{\circ}$ - $30^{\circ}$  GD dur. Havzanın GD ucunda ise Flt'lerin doğrultusunun yaklaşık K-G ve eğiminin ise  $14^{\circ}$ B'ya dalaklı olduğu gözlenmiştir. Havzanın GB ucundaki Flt'ler doğrultu boyunca yaklaşık 100 metre galenit ve sfaleritli cevher çakılları içermektedir. Bu bölümün %70 lik kesimi önceden işletilmiştir. İşletilen cevherin tenörü yaklaşık %3.57 Pb, %2.62 Zn dir. Havzadaki taşınmış cevherin önceden işletilen bölümün yaklaşık 200m KB daki riyolit domlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sarıoluk Pb-Zn cevherleşmesi Biga yarımadasında belirlenen ve riyolit domlarına bağlı olmuş Pb-Zn cevherleşmesinin aşınıp taşınarak riyolit domları arasındaki Eosen havzasında çökelerek olmuş tek cevherleşme örneğidir.

**Anahtar kelimeler:** Çanakkale, Koru, Sarıoluk, Biga, taşınmış

**IRB-2-O3. Fikret TARHAN Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Oturumu-I / Fikret TARHAN**  
**Engineering Geology and Geotechnique Session-I**

**Quantitative Landslide Risk Assessment for the Şahna River (Mersin)  
Watershed**

**Engin ÇİL ve Tolga ÇAN**

*Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, ADANA (tolgacan@cukurova.edu.tr)*

In this study, multi-temporal landslide inventory maps of the Şahnadere watershed were prepared as a first stage by investigation of the landslide archive records and the interpretation of aerial photographs taken in different time intervals. In order to determine the spatial probability of landslide occurrence, susceptibility maps were prepared for particular time periods, by using logistic regression method. Temporal probability of landslides was determined by considering the triggering factors from rainfall – frequency relationships. The exceedance probability of landslides occurrence in 5, 10, 25, 50 and 100 years time intervals were calculated. The probabilities of landslide size (extent) were obtained from frequency – size distribution of 1969 event landslide inventory map. Probability density function in convenience with frequency distribution was achieved by three parameter inverse gamma distribution. The probability of a given landslide sizes were determined by integration of the gamma distribution. Landslide hazard maps for different landslide sizes ( $0.1 \text{ km}^2$ ,  $0.05 \text{ km}^2$  and  $0.01 \text{ km}^2$ ), that will occur having exceedance probabilities of 5, 10, 25, 50 ve 100 years periods were produced. Finally, landslide risk maps were prepared considering the vulnerability and economic losses of different elements at risk (houses, roads, agriculture areas) in different landslide hazard zones.

**Key words:** *Multi-temporal landslide inventory, spatial probability, temporal probability, probability of landslide extent, landslide hazard, landslide risk assessment.*

**Şahnadere (Mersin) Su Toplama Havzasının Niceliksel Heyelan Risk  
Değerlendirmesi**

Bu çalışmada, ilk aşamada heyelan arşiv kayıtları ile farklı tarihlerde çekilmiş hava fotoğrafları incelenerek, Şahnadere su toplama havzasının, çok zamanlı heyelan envanter haritaları hazırlanmıştır. Heyelanların mekansal olabilirliğinin belirlenmesi amacıyla mantıksal regresyon yöntemi kullanılarak belirli zaman aralığında gelişmiş heyelanlar için heyelan duyarlılık haritaları üretilmiştir. Zamansal olabilirlik değerleri, tetikleyici faktörler göz önünde bulundurularak, yağış frekans ilişkileri kullanılarak belirlenmiştir. Buradan 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık zaman dilimi içinde heyelan oluşma olasılıkları hesaplanmıştır. Heyelanların alansal olarak olabilirliği ise 1969 yılı, heyelan olay envanter haritasından elde edilen frekans dağılımlarına göre belirlenmiştir. Frekans dağılımına uygun olasılık yoğunluk fonksiyonu ise üç parametreli ters gama dağılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Belirli bir alana sahip heyelanların oluşma olasılık eğrisi ise gama dağılımının integrali alınarak hesaplanmıştır.  $0.1 \text{ km}^2$ ,  $0.05 \text{ km}^2$  ve  $0.01 \text{ km}^2$ 'den büyük heyelanların alansal olabilirlik değerleri ile, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık heyelan oluşma olasılıklarına göre heyelanların mekansal ve zamansal olabilirliğini gösteren heyelan olası tehlike haritaları üretilmiştir. Son olarak niceliksel heyelan risk haritaları ise olası tehlike haritalarına göre risk altındaki elemanların (konut, ulaşım ağı, tarım arazileri) hasargörebilirlik dereceleri ile yaklaşık ekonomik kayıpların değerlendirilmesi ile elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Cok zamanli heyelan envanter, mekansal olabilirlik, zamansal olabilirlik, alansal olabilirlik, heyelan olasi tehlike, heyelan risk degerlendirmesi.*

## Konsolidasyon Deneyi İçin Alternatif Bir Yöntem Olarak Santrifüj Tekniğinin Değerlendirilmesi

**Kamil Kayabaklı<sup>1</sup>, Adil Özdemir<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tandoğan, Ankara 06100

(e-posta: [kayabali@eng.ankara.edu.tr](mailto:kayabali@eng.ankara.edu.tr))

<sup>2</sup>Adil Özdemir Mühendislik ve Danışmanlık Hizmetleri, Neyzen Tevfik Sokak, 11/1, Çankaya Ankara 06420

Bu çalışmanın amacı, konvansiyonel konsolidasyon deneyinde bir hafta veya daha uzun olan deney süresini birkaç saatte indirme potansiyeli olan santrifüj teknığının değerlendirilmesidir.

Çalışma için özel olarak tasarlanan santrifüjin yarıçapı 0,3 m ve dönme hızı maksimum 3000 RPM'dir. Çalışma prensibi, geleneksel konsolidasyonda 1g'lik yerçekimi altında drene olan boşluk suyunu 1000g ve daha üzeri merkezkaç ivmesi ile gözeneklerden atmak suretiyle konsolidasyon sürecinin birkaç saat içinde gerçekleştirilebilmesidir.

Çalışmada malzeme olarak Merzifon kılinden alınan doğal numuneler kullanılmıştır. Aynı seviyeye ait zeminden üç adet geleneksel konsolidasyon örneği, dört adet santrifüj konsolidasyon örneği alınarak deneyler yapılmış ve bu işlem yirmi değişik seviye için tekrar edilmiştir. Santrifüj konsolidasyon deneyinde yükler santrifüj kuvveti olarak ve geleneksel konsolidasyondaki gibi her evrede iki katına çıkarılarak (RPM'yi artırmak suretiyle) uygulanmıştır.

Değerlendirme aşamasında her bir seviyeden alınan numuneler için geleneksel konsolidasyona ait üç numunenin ortalama odometre eğrisi ile santrifüje ait dört numunenin düşey birim deformasyon – yük ortalama eğrisi arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Tüm seviyeler için bu işlem tekrarlandığında, santrifüj deneysel eğrisinden elde edilen yeniden sıkışma indeksi, sıkışma indeksi ve önkonsolidasyon gerilmesi değerlerinin geleneksel yönteminkilerle yüksek korelasyon katsayılarında uyum gösterdiği gözlenmiştir. İncelenen yöntemin başarı düzeyi şimdilik %80-90 düzeylerinde olup, halen devam eden konsolidasyon katsayıları tayin çalışmalarının da başarılı sonuç vermesi halinde, zemin mekaniğinde standart bir deney olarak kullanılabilecek; ve deney süresi birkaç günden birkaç saatte indirilmiş olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** *Konsolidasyon deneyi, santrifüj yöntemi, önkonsolidasyon gerilmesi, sıkışma indeksi, yeniden sıkışma indeksi*

## Evaluation of Centrifuge Technique as an Alternative for the Oedometer Test

The scope of this investigation is to evaluate the centrifuge technique which has the potential to reduce the test duration from a week or longer in the conventional consolidation test to a few hours. The model centrifuge designed for this investigation has a radius of 0.3 m and the speed of maximum 3000 RPM. The principle of the system is to drain pore water in several hours under the centrifugal accelerations over 1000g; the conventional system renders this under 1g only.

The material used for this research is Merzifon clay. Three specimens for the conventional method and four specimens for the centrifuge method were extracted from Shelby tubes and the related tests were conducted. This process was repeated on twenty different soil samples. The load for the centrifuge method was doubled at each stage as in the conventional method but this time by increasing the revolution speed.

At the evaluation stage the average curve for three samples of oedometer test and the average vertical strain versus the centrifugal force curve for four samples of centrifuge method for each sample was compared and repeated for all twenty levels. It was observed that there is a reasonably

good relationship with a high value of regression coefficient between the the recompression index, compression index and preconsolidation pressure parameters obtained from both techniques. The success level of the investigated method is around 80-90% at present. We believe it will reach up to 100% by inclusion of the coefficient of consolitaion which is presently under investigation. In conclusion, the proposed method appears to shorten the consolidation period significantly and bears a high potential as a standard soil mechanics test.

**Key words:** *Oedometer test, centrifuge method, preconsolidation stress, compression index, recompression index*

## A Very Quick Method to Determine the Hydraulic Conductivity of Fine Grained Soils

**Fatih Uçar, Kamil Kayabalı**

Ankara University, School of Engineering, Geological Engineering Department, Tandoğan, Ankara 06100  
(e-mail: fatihucar1984@gmail.com)

Almost all geotechnical problems pertinent to fine grained soils are related to the existence of water. One of such problems is related to water flow, for which the two important parameters are hydraulic gradient and coefficient of permeability. Measurement of hydraulic conductivity of fine grained soils in a laboratory is carried out almost unexceptionally using the falling head permeameter which takes at least a week and includes several uncertainties. The goal of this investigation is to examine an alternative method capable of reducing the test period to a few hours as well as reducing the number of uncertainties inherent to falling head method.

The adopted method for the study is dynamic centrifuge test. The apparatus used in the present research has a radius of 30 cm, loading capacity of 1 kg (X4) and has a maximum speed of 3000 RPM. It is aimed to drain pore water of fine grained soils under centrifugal accelerations greater than 1000g.

Because the investigation is parametrical in nature, it requires the use of soils of a large hydraulic conductivity range. To overcome difficulties of obtaining natural soils with hydraulic conductivity in such a large range and sufficient number, artificially prepared soils were utilized. A bulk sample of natural soil was first dried and later was sieved using #40 sieve. The first and second groups of artificial specimens were prepared by mixing the -#40 natural soil with -#40 marble dust and -#40 fly ash, respectively, at different ratios. All specimens were wetted under certain water contents and statically compressed under maximum load of 1000 kgf. Falling head specimens were compressed in cylindrical molds of 5 cm diameter and 5 cm height. Centrifuge samples were first compressed in a cylindrical container and then transferred to consolidation rings of 5 cm diameter and 2 cm height.

Three falling head specimens and four centrifuge test specimens were prepared for each of 30 mixtures. The centrifuge test was run at stages with different speeds and durations so that the applied load is doubled at the end of each stage. This way, 30 vertical strains versus centrifugal force curves were obtained, which resembled consolidation curves.

At the evaluation stage, the coefficients of permeabilities ( $k$ ) obtained from the falling head tests were correlated with the slopes of centrifuge experimental curves. Likewise, total vertical strains of centrifuge tests were correlated with  $k$ 's of falling head. Comparisons with high values of regression coefficients ( $R^2 > 0.9$ ) show that the coefficient of permeability can be estimated using the centrifuge test in as short as 2-4 hours with an error of less than  $\pm 10^{-1}$  cm/s. A series of repeated

tests revealed that the centrifuge test has fewer uncertainties. The other major conclusion obtained from this research is the determination of coefficient of consolidation empirically using the coefficient of permeability obtained from the centrifuge test.

**Key words:** *Hydraulic conductivity, coefficient of permeability, centrifuge test, coefficient of consolidation*

## İnce Taneli Zeminlerin Hidrolik İletkenliğinin Tayini İçin Çok Hızlı Bir Yöntem

İnce taneli zeminlerde jeoteknik problemlerin hemen hemen tamamı suyun varlığı ile ilgiliidir. Bunlardan biri akış ile ilgili olup, akışın da iki önemli parametresi hidrolik eğim ile geçirgenlik katsayısıdır. İnce taneli zeminlerin hidrolik iletkenliğinin laboratuvara ölçümü kuşkusuz düşen seviyeli deney ile yapılmaktadır. En az bir hafta süren düşen seviyeli deneyde ayrıca birkaç belirsizlik de söz konusudur. Bu çalışmanın amacı, düşen seviyeli deneyde geçen süreyi kısaltacak ve belirsizliklerini azaltacak alternatif bir yöntemin incelenmesidir.

Çalışma için seçilen yöntem dinamik santrifüj yöntemidir. İncelemede kullanılan düzeneğin yarıçapı 30 cm, yükleme kapasitesi 1 kg (4 adet) ve en yüksek dönme hızı 3000 RPM'dir. Düzenek ile, zeminlerin gözenek suyunun 1000g ve daha büyük merkezkaç ivmesi altında drene edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma karakter itibarıyle parametrik olduğundan, geniş bir aralıkta yayılım gösteren geçirgenliğe sahip zeminlerin kullanılmasını gerektirir. Hidrolik iletkenlik, geniş bir aralıkta ve tatmin edici sayıda doğal zemin bulmanın güçlüğü dikkate alınarak, yapay zeminler üzerinde ölçülmüştür. Hidrolik iletkenlik değerleri  $10^9$  ile  $10^{-5}$  cm/s arasında kalacak şekilde, kurutulmuş ve 40 numaralı elekten elenmiş (-#40) doğal zemin malzemesi, bir grup numune için -#40 atık mermer tozu ile ikinci grup numune için de -#40 uçucu kül ile değişik oranlarda karıştırılmıştır. Belirli su içeriklerinde karıştırılan zeminler toplam 100 kgf statik kuvvet altında sıkıştırılarak düşen seviyeli deney ve santrifüj deney numuneleri hazırlanmıştır. Düşen seviyeli deney numuneleri çapı ve yüksekliği 5 cm olan özel kalıplarda sıkıştırılmış; santrifüj numuneleri önce silindirik bir hazne içinde sıkıştırıldıktan sonra çapı 5 cm ve yüksekliği 2 cm olan konsolidasyon halkalarına aktarılmıştır.

Toplam 30 değişik karışımından her biri için üç düşen seviyeli deney ve dörder adet santrifüj deneyi yapılmıştır. Santrifüj deneyi değişik hız ve sürelerde aşamalı olarak yapılmış ve her aşama sonunda santrifüj kuvveti iki katına çıkarılarak, sonuçta toplam 30 adet düşey birim deformasyon – santrifüj kuvveti eğrisi elde edilmiştir.

Değerlendirme aşamasında santrifüj eğrilerinin eğimleri ile düşen seviyeli deneyden elde edilen geçirgenlik katsayıları karşılaştırılmıştır. Benzer şekilde, toplam düşey birim deformasyonlar geçirgenlik katsayıları ile denetirilmiştir. Belirleme katsayılarının yüksek ( $R^2 > 0,9$ ) olduğu karşılaştırmalarda, geçirgenlik katsayısının santrifüj deneyinden  $\pm 10^{-1}$  cm/s'den daha küçük hata ile ve 2-4 saat arası gibi kısa bir sürede tayin edilebileceği ortaya konmuştur. Yapılan bir dizi tekrar deneyler ile de geçirgenlik katsayıları tayininde santrifüj yönteminin daha az sayıda belirsizlik içерdiği sonucuna varılmıştır. Çalışmadan elde edilen bir başka önemli sonuç da, tayini genellikle zor ve spekulatif olan konsolidasyon katsayısının geçirgenlik katsayısından hareketle ampirik ve daha pratik biçimde hesaplanabilmesidir.

**Anahtar kelimeler:** *Hidrolik iletkenlik, geçirgenlik katsayıları, santrifüj deneyi, konsolidasyon katsayısı*

## Evaluation of Undrained Shear Strength Using the Reverse Extrusion Test

Mehmet Şahin<sup>1</sup>, Adil Özdemir<sup>2</sup>, Şafak Özsaraç<sup>1</sup>, Kamil Kayabahı<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ankara University, School of Engineering, Geological Engineering Department, Tandoğan, Ankara 06100  
(e-mail: mehmetshn06@hotmail.com)

<sup>2</sup>Adil Özdemir Engineering and Consulting Services, Çankaya Ankara 06420

One of the most practical methods to determine the undrained shear strength of fine grained soils in a laboratory is the unconfined compression test. The major setback involved in this method is the barreling of test specimen in some cases and thereby difficulties with the definition of failure load. This is considered to be an important uncertainty. There is no criterion about what kind of fine soils pose such barreling problems. It is certain, however, that all soft soils ( $c_u < 25$  kPa) do experience such a problem.

The scope of this investigation is to demonstrate that, the undrained shear strength of fine grained soils with particular reference to soft soils can be evaluated using the reverse extrusion technique. The material used for this research covers Merzifon clay. Two specimens for each of unconfined compression and reverse extrusion tests were extracted from the same level of a number of undisturbed samples and tested accordingly.

In conclusion, the results obtained from two different test methods were compared to establish a relationship between the undrained shear strength obtained from the unconfined compression test and the extrusion stress corresponding to the failure stage of the reverse extrusion test. It was observed that there is a linear relationship between extrusion stresses and undrained shear strengths. An empirical relationship was established to predict the undrained shear strength from the simple reverse extrusion test. In addition, the size effect of reverse extrusion test was investigated. It was observed that the reverse extrusion can be conducted with a great degree of accuracy on soil specimens as small as 2 cm in diameter and height. It was concluded that the reverse extrusion test can be employed in determining the undrained shear strength of fine grained soils and is specifically useful tool to evaluate the soils of low strength.

**Key words:** Undrained shear strength, unconfined compression test, reverse extrusion test, soft soils

## Drenajsız Makaslama Dayanımının Ters Ekstrüzyon Yöntemiyle Tayini

Kohezyonlu zeminlerin drenajsız makaslama dayanımını laboratuvara tayin etmede kullanılan pratik yöntemlerden biri de serbest basınç deneyidir. Bu deneyin en önemli dezavantajlarından biri, yükleme sırasında bazen zeminin fiçılanmasından dolayı belirgin bir yenilme yüzeyinin elde edilememesi ve dolayısıyla yenilme için hangi yükleme değerinin esas alınacağındaki belirsizluktur. Bu problemin hangi tür zeminlerde meydana geldiğine dair belli bir ölçüt bulunmamaktadır. Ayrıca, yumuşak zeminlerde ( $c_u < 25$  kPa) istisnasız bir sorundur.

Bu çalışmanın amacı, başta serbest basınç deneyi için elverişsiz yumuşak zeminler olmak üzere, ince taneli zeminlerin drenajsız makaslama dayanımının ters ekstrüzyon tekniği ile tayin edilebilirliğini ortaya koymaktır. Çalışma için malzeme olarak Merzifon kili kullanılmıştır. Sondajla değişik derinliklerden alınan örselenmemiş tüp örneklerinden, aynı seviyelerden olmak üzere, ikişer adet serbest basınç deneyi ve ters ekstürzyon deneyi örnekleri çıkarılmış ve iki farklı deney teknigi kullanılarak deney yapılmıştır.

Sonuçta iki farklı deneyden elde edilen bulgular topluca karşılaştırılmıştır. Ters ekstrüzyonda yenilme sırasında elde edilen ekstrüzyon gerimesi ile serbest basınç dayanımı arasında doğrusal bir

ilişki olduğu ortaya konmuş; ekstrüzyon gerilmesinden drenajsız makaslama dayanımını belirlemeye yarayan birinci derece bir denklem geliştirilmiştir. İncelemede ayrıca ters ekstrüzyon deneyinin boyut etkisi de irdelenmiş; ekstrüzyon gerilmesinden hareketle tayin edilen drenajsız makaslama dayanımının deney örneğinin boyutundan bağımsız olduğu ve ters ekstrüzyon deneyinin oldukça küçük çap ve boylarda ( $\geq 2$  cm) büyük bir doğrulukla yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, ters ekstrüzyon deneyinin ince taneli ve özellikle de düşük dayanımlı kohezyonlu zeminlerde başarılı bir şekilde kullanılabileceği ortaya konmuştur.

**Anahtar kelimeler:** *Drenajsız makaslama dayanımı, serbest basınç dayanımı, ters ekstrüzyon deneyi, yumuşak zemin*

## Dynamic Properties of Soils in Van and Influence of These Properties on Reinforced Concrete Structures

Mücip Tapan<sup>1</sup>, Murat Muvafık<sup>1</sup>, Ali Özvan<sup>2</sup> & Alper Şengül<sup>3</sup>

1Yüzüncü Yıl Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Zeve Kampüsü, TR-65080 Van, Türkiye

(E-mail: mtapan@yyu.edu.tr, mmuvafik@hotmail.com )

2Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zeve Kampüsü, TR-65080 Van, Türkiye

(E-mail: aozvan@yyu.edu.tr )

3İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Avcılar Kampüsü, TR-34850 Van, Türkiye

(E-mail: asengul@istanbul.edu.tr )

Soil properties and seismic factors may increase the fundamental period of the building as a result of soil-structure interaction. Any building designed without taking this interaction into consideration may be damaged as a result of large displacements during earthquakes. It is important to consider the soil-structure interaction during seismic performance evaluation studies for Reinforced Concrete buildings built on soft soils such as Van. In this study, 2D finite element analysis of a typical residential house (a 2 floor, 3 span, 4m wide and 2.7m high reinforced concrete frame building) constructed in Van, is done firstly assuming the columns' boundary conditions as fixed without any infill shear wall and then assuming a reinforced concrete shear wall at the middle span without considering soil-structure interaction. In order to evaluate the effect of soil properties on the behavior of the building an 8m deep soil mass is modeled at the bottom, left and right side of the building. The dynamic soil properties, such as the unit weight, modulus of elasticity and the Poisson ratio, used in the analysis were determined by the formulas developed by Tezcan et. al. (2009) using the results of seismic studies conducted in Van. The structural analysis of the typical reinforced concrete building is done separately with and without infill shear wall at the middle span considering soil – structure interaction. The lateral roof displacements of analyzed buildings are compared for each analysis case. The results showed that, the lateral roof displacement is 36 to 41.67% lower when SSI is not considered. The lateral roof displacement of strengthened building (RC shear wall at the middle span) is found to be 2.44 to 25.53% lower when compared to the displacements considering SSI. The results suggest that any strengthening technique used for increasing seismic performance of existing buildings should consider SSI during the structural analysis. On the other hand, the results of the analysis considering SSI showed that strengthening of the middle span by RC shear wall decreases the lateral roof displacement of the analyzed building by 54.96 to 95.04% depending on the soil properties.

**Key words:** *Soil-structure interaction, soil properties, seismic factors, building fundamental period, reinforced concrete buildings*

## Van'daki Zeminlerin Dinamik Özellikleri ve Bu Özelliklerin Betonarme Yapılar Üzerindeki Etkileri

Zemin özellikleri ve sismik faktörler, yapının titreşim periyodunun yapı-zemin etkileşimi sonucu artmasına sebep olabilmekte, etkileşim dikkate alınmadan yapılan tasarımlarda deprem anında aşırı ötelenmeler sonucunda yapılar hasar görebilmektedir. Van şehri gibi yumuşak zeminlerde inşa edilen betonarme yapıların deprem performansının belirlenmesi çalışmalarında zemin etkisinin de dikkate alınması gerekmektedir. Bu çalışmada, Van şehrinde yaygın olarak bulunan her biri 4 m olan 3 açıklıklı ve 2.7 m kat yüksekliğine sahip iki katlı betonarme bir binanın 2 boyutlu yapısal çözümlemesi sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak öncekile salt çerçeveye olarak ve zemin etkisi dikkate alınmadan çözülmüş, daha sonra perde etkisini gözlemelemek için binaya perde eklenerken analiz tekrarlanmıştır. Zeminin binanın davranışına olan etkisini belirlemek için binanın sağında, solunda ve altında 8 m olmak üzere dikdörtgen şeklindeki bir zemin kütlesi dikkate alınmıştır. Van'daki zeminlerin dinamik özellikleri jeofizik etütlerle belirlenerek elde edilen sismik veriler Tezcan vd. (2009) tarafından geliştirilen formüllerde kullanılarak zeminin yoğunluk, elastisite modülü ve Poisson oranı elde edilmiş ve incelenen her bir zemin için binada perde olmadan ve perde eklenerken analizler gerçekleştirilmiştir. Binanın en üst noktasında elde edilen maksimum yatay ötelenmeler belirlenerek karşılaştırılmış ve sonuç olarak, zemin etkisi dikkate alınmadığında binanın en üst noktasındaki yatay ötelenmelerin %36 ile %41.67 daha az olduğu belirlenmiştir. Yapının perde ile güçlendirilmesi sonucu zemin-yapı etkileşimi dikkate alınmadığında elde edilen yatay ötelenmeler zemin-yapı etkileşimi dikkate alınarak elde edilen ötelenmelerden %2.44 ile %25.53 arasında daha az olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, mevcut yapıların depreme karşı performansının artırılması gereçesiyle yapılan güçlendirme çalışmaları kapsamında kesinlikle yapı-zemin etkileşimi dikkate alınarak güçlendirme analizlerinin yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, yapı-zemin etkileşimi dikkate alınarak yapılan analizlerde, bahse konu yapının orta açıklığının betonarme perde duvar ile güçlendirilmesinin, yapının yanal ötelenmesini %54.96 ile %95.04 oranlarında, zemin özelliklerine bağlı olarak, azalttığı belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Zemin-yapı etkileşimi, zemin özellikleri, sismik faktörler, yapı titreşim periyodu, betonarme yapılar

## Engineering Properties of Volcanic Soils in the Isparta Plain

**Mahmut Mutlутürk<sup>1</sup> & Ermedin Totić<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Süleyman Demirel University, Department of Geological Engineering, TR-32260 Isparta, Turkey  
(E-mail: mutlu@mmf.sdu.edu.tr)

<sup>2</sup>Bartın University, Department of Civil Engineering, TR-74100 Bartın, Turkey

The Isparta Plain is an area approximately 80 km<sup>2</sup> and it covers Isparta city center. The plain is confined by graben faults and includes alluvial and volcanic soils. Alluvial soils derived from the Ispartaçay River are seen widespread at the southern part of the plain. Other parts of the plain are covered with volcanic soils originating from the Gölcük volcanic. Thin alluvial soils which are 30-40 cm in thickness are also observed on the volcanic soils. Volcanic soils are related to volcanic eruptions in the Gölcük area, which is at the southern part of the Isparta city. The thickness of volcanic soils in the plain is not known. But the thickness of the volcanic soils is assumed to be more than 300 meters based on the borehole data in the plain. The aim of the study is to determine engineering properties of top levels (20-30 m) of volcanic soils in the Isparta Plain. The top levels of the volcanic soils in the plain were divided 12 different levels. Disturbed and undisturbed samples were collected from these levels for laboratory works. Volcanic soils contain

six different tuff levels with andesite, pumice blocks and gravels; two pumice levels and transported and weathered tuff.

Except for pumice, weathered and transported levels, engineering properties of the Isparta volcanic soils are as follows: 1-8 % gravel, 50-73 % sand, 21-43 % silt, 1-7 % clay, USCS symbol SM, natural unit weight 12.55-12.46 kN/m<sup>3</sup>, dry unit weight 12.00-14.17 kN/m<sup>3</sup>, grain density 23.64-26.68 kN/m<sup>3</sup>, void ratio 0.675-1.062, porosity 40-52 %, water content at natural stage 3-22 %, degree of saturation at natural stage 8-64 %, relative density 2-65 %. According to direct-shear test results, friction angle and cohesion range between 32°-44° and 4.90-67.18 kPa, respectively.

**Key words:** *Volcanic soil, engineering properties, Isparta Plain*

## Isparta Ovası Volkanik Zeminlerinin Mühendislik Özellikleri

Isparta Ovası, Isparta il merkezinin de içinde yer aldığı yaklaşık 80 km<sup>2</sup> büyüklüğünde bir alandır. Çevresi faylarla sınırlı bir çöküntü alanı niteliğindeki ova, kısmen alüvyon kısmen de volkanik zeminlerle kaplıdır. Ovanın güney kesiminde akan Isparta Çayı'nın bırakmış olduğu alüvyonlar geniş yayılım gösterirler. Ovanın diğer kesimleri, Isparta güneyinde yer alan Gölcük kraterinin bulunduğu alanda faaliyet göstermiş olan volkanın püskürtmüştür olduğu volkanik zeminlerle kaplıdır. Bu volkanik zemin üzerinde yer yer kalınlığı 40-50 cm yi geçmeyen alüvyal zeminler de gözlenir. Isparta Ovası'nın temel zeminini oluşturan volkanik zeminlerin kalınlığı kesin olarak belirlenebilmiş değildir, ancak ova içindeki su sondajlarına göre volkanik zeminin kalınlığının 300 m'nin üzerinde olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada Isparta Ovası volkanik zeminlerinin istifin üstteki 20-30 m'lik kısmının mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Isparta Ovası'nda yer alan volkanik zeminlerin üst kesimi 12 farklı seviyeye ayrılmıştır. Her bir seviyeden örselenmiş ve örselenmemiş örnekler alınarak laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Volkanik seride yer yer andezit, pomza blok ve çakılı altı farklı tuf, iki farklı pomza ile ayırmış ve taşınmış tuf seviyeleri bulunmaktadır.

Pomza, ayırmış ve taşınmış seviyeler hariç diğer tuf seviyelerin mühendislik özellikleri; çakıl %1-8, kum %50-73, silt %21-43, kil %1-7, USCS'e göre sembolü SM, doğal birim hacim ağırlığı 12.55-12.46 kN/m<sup>3</sup>, kuru birim hacim ağırlığı 12.00-14.17 kN/m<sup>3</sup>, tane birim hacim ağırlığı 23.64-26.68 kN/m<sup>3</sup>, boşluk oranı 0.675-1.062, porozite %40-52, doğal su içeriği % 3-22, doğal durumda doygunluk derecesi % 8-64, rölatif sıkılık % 2-65'dir. Kesme kutusu deneylerinden elde edilen sürtünme açısı 32°-44° ve kohezyon 4.90-67.18 kPa arasında değişmektedir.

**Anahtar kelimeler:** *Volkanik zemin, mühendislik özellikleri, Isparta Ovası*

**IRB-2-O4. Jeokronoloji ve İzotop Jeolojisi Oturumu / Geochronology and Isotope Geology  
Session****Source of the Carboniferous Flysch of the İstanbul Zone: Sandstone Petrography and Detrital Zircon-Rutile Geochronology****Nilgün OKAY<sup>1</sup>, Thomas ZACK<sup>2</sup>, Aral I. OKAY<sup>3</sup> and Matthias Barth<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Istanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Maslak 34469 İstanbul, Turkey,  
okay@itu.edu.tr*<sup>2</sup>*Universitaet Heidelberg, Mineralogisches Institut, Im Neuenheimer Feld 236, 69120 Heidelberg, Germany*<sup>3</sup>*Istanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Maslak 34469 İstanbul, Turkey,  
okay@itu.edu.tr*

The Lower Carboniferous flysch of the İstanbul Zone is an over 1500-m-thick turbiditic sandstone-shale sequence marking the onset of the Variscan deformation in the Pontides. It overlies Lower Carboniferous black cherts and is unconformably overlain by the Lower Triassic continental sandstones and conglomerates. The petrography of the Carboniferous sandstones and the geochronology and geochemistry of the detrital zircons and rutiles were studied to establish its provenance. The sandstones are feldspathic to lithic greywackes and subgreywackes with approximately equal amounts of quartz, feldspar and lithic clasts. The amount of feldspar decreases upwards in the sequence at the expense of quartz and lithic fragments. The lithic fragments are dominated by intermediate volcanic rocks followed by metamorphic and sedimentary rock fragments. Coarse lithic fragments are generally granitoidic. In the discrimination diagrams sandstone samples lie mainly in the field of dissected arc. 218 detrital zircons and 35 detrital rutiles from four sandstone samples were analysed with laser ablation ICP-MS. The detrital zircons show a predominantly bimodal age distribution with Late Devonian to Early Carboniferous (390 to 335 Ma) and Cambrian-Neoproterozoic (640 to 520 Ma) ages. About 9% of the analyzed zircons are in the 1700-2750 Ma range; zircons of the 700-1700 Ma age range are absent. The REE patterns and Th/U ratios of the zircons indicate a magmatic origin. With one exception (Neoproterozoic), the rutile ages are Late Devonian - Early Carboniferous and their geochemistry indicates that they were derived from amphibolite facies metamorphic rocks. Sandstone petrography and detrital zircon-rutile ages suggest one dominant source for the Lower Carboniferous sandstones: a Late Devonian to Early Carboniferous magmatic and metamorphic province with overprinted Neoproterozoic basement. Late Devonian - Early Carboniferous magmatic and metamorphic rocks are unknown from the Eastern Mediterranean region. They are, however, widespread in central Europe. The İstanbul Zone is commonly correlated with the Avalonian terranes in central Europe, which collided with the Armorican terranes during the Carboniferous resulting in the Variscan orogeny. The Carboniferous flysch of the İstanbul Zone must have been derived from a colliding Armorican terrane, as indicated by the absence of 700-1700 Ma zircons and by Late Devonian - Early Carboniferous magmatism, typical features of the Armorican terranes. This suggests that during the Carboniferous the İstanbul terrane was located close to the Bohemian Massif and has been translated by strike-slip along the Trans European Suture Zone to its Cretaceous position north of the Black Sea.

**Key words:** *İstanbul Zone, Carboniferous flysch, sandstone petrography, detrital zircon ages, detrital rutile ages, Pontides*

## İstanbul Zonu'nda Karbonifer Flişinin Kaynak Alanı: Kumtaşı Petrografisi ve Kırıntılı Zirkon-Rutil Jeokronolojisi

İstanbul Zonu'nun batı kesiminde yer alan ve Trakya Formasyonu olarak bilinen Alt Karbonifer flişi, Varisken orojenezinin başlamasını temsil eden, kalınlığı 1500 metreyi geçen bir kumtaşı-şeyl istifinden oluşur. Trakya Formasyonu Alt Karbonifer (Turnasıyen) yaşlı siyah çörtler üzerinde yer alır ve Alt Triyas yaşlı karasal kumtaşı ve konglomeralar tarafından uyumsuzlukla örtülüdür. Trakya Formasyonu'nun kaynağını saptamak amacı ile kumtaşlarının petrografisi ve kumtaşları içindeki kıratlı zirkon ve rutillerin jeokronoloji ve jeokimyası çalışılmıştır. Kumtaşları feldispatik ve litik grovak ve subgrovaklardan oluşur, yaklaşık eşit oranlarda kuvars, feldispar ve litik taneler içerir. Feldispar oranı istifin üstüne doğru artar, kuvars ve litik taneler azalır. Litikler baskın olarak ortaç volkanik tanelerden yapılmıştır, bunları metamorfik ve sedimenter kaya parçaları izler. İri litik taneler ise genellikle granitoid kaya parçalarından oluşur. Modal analizi yapılan 21 adet kumtaşı örneği tektonik diskriminasyon diyagramlarında genellikle parçalanmış magmatik yay alanına düşer. Dört adet kumtaşı örneğinden 218 adet kıratlı zirkon ve 35 adet kıratlı rutil tanesi lazer ablasyon ICP-MS teknigi ile analiz edilmiştir. Kıratlı zirkon yașları genellikle Neoproterozoyik (640- 550 Ma) ve en Geç Devoniyen - en Erken Karbonifer (390 - 335 Ma) olmak üzere bimodal bir dağılım gösterir. Analiz edilen zirkonların yaklaşık %9'u 1700-2750 Ma arası yaştadır, 700-1700 Ma yaşı aralığındaki zirkonlara rastlanmamıştır. Zirkonların REE dağılımları ve Th/U değerleri magmatik bir kökene işaret eder. Bir rutil haricinde diğer tüm rutiller Geç Devon - Erken Karbonifer yaştadır, rutillerin jeokimyası amfibolit fasiyesinde başkalaşım geçirmiş bir kaynak alanı göstermektedir. Kumtaşı petrografisi ve zirkon-rutil yașları Alt Karbonifer kumtaşları için tek bir kaynak alanı tanımlamaktadır. Bu kaynak alanı Neoproterozoyik bir temel ve bu temeli üzerinden Geç Devon - Erken Karbonifer magmatik-metamorfik kayalardan oluşmaktadır. Geç Devon - Erken Karbonifer yaşıda magmatik ve metamorfik kayalar Doğu Akdeniz bölgesinden bilinmemekte, buna karşın merkezi Avrupa'da yaygın olarak bulunmaktadır. İstanbul Zonu genellikle merkezi Avrupa'daki Avalonya levhacıkları ile korele edilmektedir. Erken Karbonifer'de Avalonya, Armorikan levhacıkları ile çarpılmış ve bu çarpışma sonucu Hersiniyen orojenezi meydana gelmiştir. İstanbul Zonu'nun Karbonifer flişinin malzemesi, İstanbul Zonu'na çarpan bir Armorikan levhacığından gelmiş olmalıdır. Armorikan levhacıkları Trakya Formasyonu'nda izleri görülen 700-1700 Ma yaştaki zirkonların bulunmaması ve yaygın Geç Devon-Erken Karbonifer magmatizması ile karakterize olur. Bu durum Karbonifer'de İstanbul Zonu'nun merkezi Avrupa'ya yakın bir bölgede yer aldığı ve Trans-Avrupa kenet zonu boyunca sol yönlü bir makaslama ile Kretase'de Karadeniz kuzeyindeki konumuna ulaştığını göstermektedir.

## Stable Isotope Geochemistry of Late Miocene Palesols in Denizli Region

Sonay BOYRAZ<sup>1</sup>, Hong WANG<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ankara University, Faculty of Engineering, Dept.of Geological Eng. 06100 Tandoğan-Ankara-TR  
(boyraz@eng.ankara.edu.tr)

<sup>2</sup>Illinois State Geological Survey, University of Illinois, Champaign, Illinois, 61820 USA  
(hongw@isgs.illinois.edu)

In this study, stable isotope ratios of pedogenic carbonates and soil organic matter in the Bekilli and Çal paleosol sequences in Denizli have been examined. The stable isotopic composition of pedogenic carbonate and soil organic matter from paleosols can be used to reconstruct the paleoclimate (temprature, $PCO_2$ ), the composition of paleometeoric water and the paleoecosystem (Cerling, 1984,1991; Quade et al.1989). The carbon isotopes of pedogenic carbonate and soil organic matter are good indicators to understand the local plant variation. The oxygen isotopes of pedogenic carbonate also show the changes of isotopic composition of meteoric water and consequently the variation of climates.

The  $\delta^{13}C$  values of soil organic matter (SOM) of paleosol sections vary between -22‰ and -31‰, suggesting isotopically depleted organic matter. The  $\delta^{13}C$  values of pedogenic carbonate of these paleosol sections vary between -4.46‰ and -10.13‰. The results indicate that Late Miocene paleosols supported a C<sub>3</sub> plant-dominated ecosystem, which could be trees, shrubs, and shade adapted grasses.

The  $\delta^{18}O$  values of Bekilli and Çal section vary between -5.81‰ and -8.85‰. In general, the heaviest  $\delta^{18}O$  values indicate hot and dry climate regimes, while the lightest values are associated with cooler and/or moister conditions. The results of oxygen isotopic composition of pedogenic carbonate in Denizli region confirmed that climate fluctuations like drier-warmer and wetter-moister occurred during the Late Miocene interval.

**Key words:** Soil organic matter, pedogenic carbonate, stable C and O isotopes, paleoclimatology

### References

- Cerling, T.E. 1984. The stable isotopic composition of modern soil carbonate and its relationship to climate. Earth and Planetary Science Letters, 71, 229-240.
- Cerling, T.E.1991. Carbon dioxide in the atmosphere: evidence from Cenozoic and Mesozoic paleosols. Am. J. Sci., 291, 377-400
- Quade, J., Cerling, T.E., and Bowman, J.R., 1989. Systematic variations in the carbon and oxygen isotopic composition of pedogenic carbonate along elevation transects in the southern Great Basin, United States: Geological Society of America Bulletin, v. 101, p. 464-475.

## Denizli Yöresi Geç Miyosen Paleosollerinin Duraylı İzotop Jeokimyası

Bu çalışmada, Denizli ili Çal ve Bekilli bölgelerindeki paleosol kesitlerindeki pedojenik karbonat ve toprak organik maddesinin duraylı izotop oranları incelenmiştir. Paleosollerdeki pedojenik karbonat ve toprak organik maddesinin duraylı izotopik bileşimi, paleoiklim (sıcaklık,  $PCO_2$ ), paleometeorik suyun bileşimi ve paleoekosistemi oluşturmak için kullanılabılır (Cerling 1984, 1991; Quade et al. 1989). Pedojenik karbonat ve toprak organik maddesinin karbon (C) izotoplari, yerel bitki değişimi anlamak için iyi belirteçlerdir. Pedojenik karbonatın oksijen izotoplari da, meteorik suyun izotopik bileşimindeki değişiklikleri ve sonuçta iklimlerdeki değişimleri gösterir.

Paleosol kesitlerinin toprak organik maddesinin  $\delta^{13}C$  değerleri -22‰ ve -31‰ arasında değişmekte olup, izotopik olarak organik maddenin tüketildiğini gösterir. Bu paleosol kesitlerinin pedojenik karbonatlarının  $\delta^{13}C$  değerleri -4.46‰ ve -10.13‰ arasında değişmektedir. Sonuçlar, Geç Miyosen paleosollerinin ağaçlar, çalılıklar ve gölgeye adapte olmuş çimelerin olabileceği C<sub>3</sub> bitkilerince hakim bir ekosistem tarafından desteklendiğini göstermektedir.

Çal ve Bekilli kesitlerinin  $\delta^{18}O$  değerleri -5.81‰ ve -8.85‰ arasında değişmektedir Genellikle, en ağır  $\delta^{18}O$  değerleri sıcak ve kurak iklim rejimlerini gösterirken; en hafif olan değerler ise daha soğuk ve/veya nemli koşullarla ilişkilidir. Denizli bölgesindeki pedojenik karbonatın oksijen izotop bileşimi sonuçları, Geç Miyosen aralığı boyunca daha kurak-ılık ve daha ıslak-nemli gibi iklim dalgalanmalarının olduğunu doğrulamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** *Toprak organik maddesi, pedojenik karbonat, duraylı C ve O izotoplari, paleoklimatoloji*

## Isotopic implications for the origin and geodynamic evolution of the Miocene granitic rocks in the northwest Anatolia (Turkey): comparison with the Aegean islands' granitoids

**Altuğ Hasözbe<sup>1,2</sup>, Muharrem Satır<sup>2</sup>, Burhan Erdoğan<sup>3</sup>, Wolfgang Siebel<sup>2</sup>,  
Erhan Akay<sup>3</sup>, Güllü Deniz Doğan<sup>4-5</sup>**

<sup>1</sup>Dokuz Eylül University, Technical Vocational School of Higher Education, Marble Programme, TR-35860, Torbalı, İzmir, Turkey  
(E-mail: altug.hasozbek@deu.edu.tr)

<sup>2</sup>Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen, Wilhelmstrasse 56, D-72074 Tübingen, Germany  
<sup>3</sup>Dokuz Eylül University, Engineering Faculty, Department of Geological Engineering,  
35160, Buca, Izmir, Turkey

<sup>4</sup>Hacettepe University, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-06800, Beytepe, Ankara-Turkey

<sup>5</sup>University Blaise Pascal, OPGC, Lab. Magmas et Volcans,  
UMR-6524 CNRS, 5 rue Kessler, FR-63038, Clermont-Ferrand Cedex

Eastern Mediterranean Magmatic Belt including the NW Anatolian Miocene Magmatic Belt is interpreted in the literature as formed along magmatic arc which has migrated southwardly to its present position. Along the southern part of the İzmir-Ankara Suture, widespread magmatism, consisting Eğrigöz, Koyunoba and Alaçam plutons, occurred in NW Anatolia and formed the NW Anatolian Miocene Magmatic Belt. In NW Anatolia, mostly Miocene I-type, shallow seated Egrigöz, Koyunoba, Alacam plutons expose along the southern part of the İzmir-Ankara Suture Zone. These granitoid rocks intruded into the basement rocks of the region which are from bottom to top Menderes Massif, Afyon Zone and Bornova Flysch Zone. Due to the complex geodynamic

evolution, the exact emplacement mode of the Miocene granitoids is still a subject for debate. New results give rise to re-consider the general mode of the Miocene magmatic activity and address the question if the magmatism was triggered by compression or extensional tectonic processes. The new data are also compared to the Aegean Islands' granitoids.

Initial isotopic signatures of Eğrigöz, Koyunoba, Alaçam granitoids are  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(\text{I}) = 0.70800-0.70975$ ,  $e_{\text{Nd}}(\text{I}) = -4.9$  to  $-7.3$ ,  $\delta^{18}\text{O} = 9.4-10.6$ ,  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.85-18.918$ . These characteristics indicate an assimilation-dominated crystallization and most probably origin of a metaluminous older meta-sedimentary protolith which is also common in most of the Aegean islands' granitoids. However, the geodynamic scenario for the mode of emplacement of the Miocene granitoids along the NW Anatolia implies remarkable differences when comparing to the Aegean islands' magmatic suites. These differences can be summarized as: 1) an extension related granitoid emplacement along the Aegean islands occurred between 15 Ma to 10 Ma. However, Eğrigöz, Koyunoba and Alaçam plutons are ca. 20 Ma in age. 2) Isotopic models with suggested mixing/mingling models imply a mantle derived source in the Aegean islands' granitoids. However, Eğrigöz, Koyunoba and Alaçam plutons are most likely affected from the upper mantle-lower crustal material rather than a mantle component. A post-collisional extensional emplacement model as suggested for the Aegean islands' granitic magmatism is not compatible with the petrogenetic and age implications of the Eğrigöz, Koyunoba and Alaçam plutons. According to their geological and new isotopic data, a collision-related progressive emplacement mode is more likely compatible in NW Anatolia.

**Key words:** Northwest Anatolia, Eastern Mediterranean, Post Collisional, Shallow intrusion, isotopes

## **KB Anadolu Miyosen granitik magmatizmasının kökeninin ve jeodinamik evriminin izotop verileri ile değerlendirilmesi ve Ege adaları granitoyidleri ile karşılaştırılması**

KB Anadolu Miyosen Magmatik Kuşağı' nı da içine alan Doğu Akdeniz Magmatik Kuşağı' nın, güneye doğru göç eden bir magmatik yay boyunca geliştiği ve şimdiki konumuna ulaştığı birçok çalışmada konu edilmiştir. KB Anadolu'daki Eğrigöz, Koyunoba ve Alaçam plutonları "KB Anadolu Miyosen Magmatik Kuşağı" nın içinde yer alan ve İzmir-Ankara Sütur Zonu'nun güneyi boyunca geniş yüzlekler sunan Miyosen yaşlı, I-tipi ve sığ yerleşimli plutonlardır. Bu plutonlar, alttan üste Menderes Masifi, Afyon Zonu ve Bornova Filiş Zonu temel kayalarını intruzif dokanaklar boyunca keserler. Bu temel kayalarını kesen Miyosen granitoyidlerinin yerleşim mekanizması ve bölgenin karmaşık jeodinamik evrimi halen tartışılmaktadır. Bu çalışmada Eğrigöz, Koyunoba ve Alaçam plutonlarının petrojenezi yeni izotop verileri ışığında yeniden değerlendirilmiş, Ege adaları granitoyidleri ile karşılaştırılmış ve bu magmatizmanın sıkışma ve/veya açılma tektoniği prosesleri sonucunda oluşup-olmuş olduğu tartışılmıştır.

Eğrigöz, Koyunoba, Alaçam granitlerinin izotop bileşimleri şu şekildedir:  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(\text{I}) = 0.70800-0.70975$ ,  $e_{\text{Nd}}(\text{I}) = -4.9$  to  $-7.3$ ,  $\delta^{18}\text{O} = 9.4-10.6$ ,  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.85-18.918$ . Yapılan izotop modellemeleri sonucunda, bu granitoyidleri oluşturan magmanın kökeninde asimilasyonun baskın olduğunu gösterir. Ayrıca, yapılan kısmi izotop eğime modellemeleriylede bu granitlerin, Ege adaları granitoyidlerinde de gözleendiği gibi yaşlı metaluminous karakterli sedimentler bir protolitten türündüğünü işaret eder. Ancak, KB Anadolu boyunca yüzlek veren Miyosen granitoyidlerinin yerleşim mekanizmaları, Ege adaları granitoyidleri ile kıyaslandığında oldukça önemli farklar sunarlar: Bu farklar şu şekilde özetlenebilir: 1) Genleşmeye bağlı yerleşim mekanizmasına sahip Ege adaları granitoyidlerinin oluşumu 15-10 My'dır. Ancak, Eğrigöz, Koyunoba and Alaçam plutonlarının kristalleşmesi ca. 20 My'dır. 2) Ege Adaları granitoyidlerinin izotop modellemeleri ve bunlara bağlı mixing/mingling modellemeleri, bu bölgedeki granitoyidlerin oluşumu sırasında

manto kökenli bir malzemenin katkısını işaret eder. Oysa bu tür izotop modellemelerinde, Batı Anadolu'daki magmatizmanın daha çok üst manto-alt kabuk bileşimli bir malzeme ile ilişkili olduğu ortaya çıkmaktadır. Ege adaları magmatizması için ön görülen çarpışma sonrası açılmağa bağlı yerleşim modeli, KB Anadolu Miyosen granitlerinden elde edilen petrojenetik, izotop ve yaş bulguları ile uyumlu değildir. KB Anadolu'daki Miyosen magmatizma, yeni jeolojik ve yeni izotop verilerine bağlı olarak, çarpışmaya bağlı progresif bir yerleşim modeli ile açıklanabilir.

**Anahtar kelimeler:** *KB Anadolu, Doğu Akdeniz, çarpışma sonrası, sık yerleşim, izotop kimyası*

## Sr, Nd and Hf isotopic signatures and LA-SF-ICP-MS U-Pb zircon ages from the Satansarı Granitoid (Aksaray), Central Anatolian Crystalline Complex

M. Cemal Göncüoğlu<sup>1</sup>, Serhat Köksal<sup>2</sup>, Dirk Frei<sup>3</sup>, Fatma Toksoy-Köksal<sup>1</sup>, Andreas Möller<sup>4</sup>, Axel Gerdes<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Middle East Technical University, Department of Geological Engineering, 06531 Ankara, Turkey  
(E-mail: mcgoncu@metu.edu.tr)

<sup>2</sup> Middle East Technical University, Central Laboratory, R&D Research and Training Center, Radiogenic Isotope Laboratory, 06531 Ankara, Turkey

<sup>3</sup> Ministry of Climate and Energy, Geological Survey of Denmark and Greenland, Department of Petrology and Economic Geology, Copenhagen K, Denmark

<sup>4</sup> University of Kansas, Department of Geology, 1475 Jayhawk Boulevard 120 Lindley Hall Lawrence, KS 66045-7613, Kansas, U.S.A.

<sup>5</sup> Johann Wolfgang Goethe University, Institut für Geowissenschaften, Senckenberglage 28, D-60054 Frankfurt Am Main, Germany

Granitic rocks within the Satansarı area are mainly in monzonite and quartz-monzonite compositions with subalkaline, metaluminous and magnesian geochemical characteristics. The Satansarı granitoid show depletion in Ba, Nb, P and Ti and enrichment of Th, U, K and Pb on the primitive mantle-normalized spider diagrams. Moreover, the Satansarı granitoid displays LREE enriched patterns ( $[La/Yb]_N = 18.45 - 21.21$ ) with negative Eu-anomalies, although not very significant ( $|Eu/Eu^*|_N = 0.65 - 0.73$ ). Geochemical data infer crustal source with an inherited subduction component and the plagioclase and amphibole fractionation for the Satansarı granitoid. Furthermore, Sr and Nd isotopic data reveal crustal signature for the Satansarı granitoid with high  $^{87}Sr/^{86}Sr_{(T)}$  ratios (0.70826 – 0.70917), and low  $\epsilon Nd_{(T)}$  values (-6.86 – -7.59).

Magmatic zircon crystals are typical for the Satansarı granitoid with internal structures representing zircon crystals with inherited cores those are reworked, resorbed and overgrown by igneous zoning and/or completely newly grown zircon crystals in a single magmatic episode. LA-SF-ICP-MS U-Pb zircon ages yield mean  $^{206}Pb/^{238}U$  age of  $74.28 \pm 0.57$  Ma for the Satansarı granitoid with rare discordant analyses giving  $^{207}Pb/^{206}Pb$  ages ranging from the Devonian to the Proterozoic (i.e., 364 Ma to 1263 Ma). LA-MC-ICP-MS data reveal low  $^{176}Lu/^{177}Hf$  ratios and negative  $\epsilon Hf(t)$  values indicating the significance of the crustal signature within the Satansarı zircons. Therefore the potential sources of the Satansarı granitoid are suggested to be crustally-derived melts.

**Key words:** *Satansarı, Central Anatolia, granitoid, zircon, U-Pb, LA-ICP-MS*

## Satansarı Granitoyidinin Sr, Nd ve Hf izotopik özellikleri ve zircon LA-SF-ICP-MS U-Pb yaşları (Aksaray), Orta Anadolu Kristalen Kompleksi

Satansarı bölgesindeki granitik kayalar genelde monzonit ve kuvars-monzonit birleşimli olup subalkalin, metaluminalı ve magneziyen karakter gösterirler. İlkSEL manto ile normalize örümcek diyagramlarında granit örnekleri Ba, Nb, P and Ti'ca tüketilmiş, Th, U, K ve Pb'ce zenginleşmişlerdir. Dahası, granitler HNTE'ce zenginleşmiş ( $[La/Yb]_N = 18,45 - 21,21$ ) olup, çok belirgin olmayan ( $[Eu/Eu^*]_N = 0,65 - 0,73$ ) Eu-anomalisine sahiptirler. Jeokimyasal veriler bu granitoyitlerin dalma-batmadan etkilenmiş bir kıtasal kaynaktan türediklerini ve amfibol ve plajiyoklas fraksiyonlaşmasından etkilendiklerini göstermektedir. Örneklerin yüksek  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(T)}$  oranları (0.70826 – 0.70917), ve düşük  $\epsilon\text{Nd}_{(T)}$  değerleri (-6,86 – -7,59) de kıtasal kabuki kökenine işaret etmektedir. Kayanın içerdiği zirkonlar tipik magmatik zirkon özelliğinde olup tek magmatik evrede büyümüş zirkonlar yanında, daha eski ve resorbe çekirdekler üzerine büyümüş magmatik zonlanmalı tipleri de içerir. LA-SF-ICP-MS yöntemi ile ölçülen ortalama zirkon  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  yaşları  $74,28 \pm 0,57$  My dir. Az sayıda diskordan analiz Devoniyen-Proterozoyik arasında (364 My- 1263 My) değişen yaşlar vermektedir. Aynı yöntemle belirlenen düşük  $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$  oranları ve negatif  $\epsilon\text{Hf}(t)$  değerleri kıtasal kabuk katkısının ağırlığına işaret eder. Bu nedenle, Satansarı granitoyidinin olası kaynağının kabuktan türeme eriyikler olduğu öne sürülmektedir.

**Key words:** Satansarı, Orta Anadolu, granitoyid, zirkon, U-Pb, LA-ICP-MS

**IRB-3-O1. Maden Yatakları Oturumu-V / Mineral Deposits Session-V****Alteration Mineralogy, Fluid Inclusion and LA-ICPMS Lead Isotope Properties of Pb-Zn-Cu Ore Deposits from the Kabadüz Area (Ordu, NE-Turkey)**

**Yılmaz Demir<sup>1</sup>, M. Burhan Sadıklar<sup>2</sup>, İbrahim Uysal<sup>2</sup>, Andrea Ceriani<sup>3</sup> & Nurullah Hanılıç<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Gümüşhane University, Department of Geology, TR-29000 Gümüşhane, Turkey

(E-mail: ydemir78@hotmail.com)

<sup>2</sup>Karadeniz Technical University, Department of Geology, TR-61080 Trabzon, Turkey

<sup>3</sup>Pavia University, Department of Geology, IT-27100 Pavia, Italy

<sup>4</sup>Istanbul University, Department of Geology, TR-34320 Istanbul, Turkey

Hydrothermal vein type deposits of Kabadüz (Ordu), are located in the Upper Cretaceous andesitic-basaltic rocks and mostly formed in fault zones along the NW-SE directions. The primary mineral paragenesis of a number of ore veins with a thickness varying between a few centimeters to 2 meters are composed of pyrite, chalcopyrite, sphalerite, galena and tetrahedrite-tennantite with quartz and less amount calcite and barite as a gangue mineral. Covellite, chalcocite, malachite and azurite are also occurred as secondary phases. Two different stages of mineralisation have been distinguished in the ore veins. Petrographical studies suggest that the investigated deposits have been intensively deformed during the both first and second stage mineralisation. Concentrically zoned replacement of pyrites and sphalerite exsolutions in chalcopyrites as well as cataclastic textures are the most common textures observed in the investigated ore veins.

On the basis of chemical analyses of the drill core samples of Demiroluk and Haydarlı region, modal abundances of epidote, Fe-chlorite, sericite, albite and K-feldspar decrease whereas Mg-chlorite, calcite and quartz increase from the host rock towards the ore vein. The significant enrichment of calcium in the ore veins is thought to be related to the substitutions of Ca by Na and K since these elements are depleted because of the alteration of plagioclase by hydrothermal solutions. Considering the relative and net mass change calculations, Cu, Pb, Zn, As, Au, Ag ve Ca contents are found to be increase whereas Na, Ba, K and Rb contents decrease, both in propylitic alteration zone and in the ore veins.

All fluid inclusions measured in sphalerite and quartz minerals classified as fluid-rich with gas/fluid ratios between 5.2 and 37.2. On the basis of measured first melting temperatures (T<sub>f</sub>), CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> and FeCl<sub>2</sub> were dominant in the samples having higher homogenization temperature (T<sub>h</sub> > 360 °C) whereas NaCl and KCl were dominant in the samples having lower homogenization temperature (T<sub>h</sub> < 240 °C). Measured homogenisation temperatures and calculated salinity data vary between 180 and 433 °C (avg. 278 °C, σ=55) and, 1.1 and 15.1 % NaCl (avg. 7.7, σ=4.3), respectively in sphalerite minerals. However, homogenisation temperature and salinity values are slightly lower than those in sphalerite varying between 158 and 436 °C (avg. 261 °C, σ=58) and 0.2 and 14.3 % NaCl (avg. 5.2, σ=3.5), respectively. Well defined negative correlation between the homogenisation temperatures and salinity suggests that meteoric water involved in the system during the ore mineralisation.

According to the lead isotope data obtained by LA-ICPMS from the pyrite and galena phases of Haydarlı, Kuşyuvası and Demiroluk ore veins, <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb and <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb values vary between 17.24–19.91, 15.86–17.85 and 37.57–40.01, respectively. On the basis of these isotopic data, the lead addition from the host rocks could be the reason for the highly radiogenic lead (especially <sup>207</sup>Pb) enrichment of these ore veins. On the other hand <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb and <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb ratios demonstrate that leads in the ore veins represent Lower Crust and Island Arc environment in origin. Considering the alteration properties, fluid inclusion and lead isotope data, it is concluded that the ore veins in the investigated area connected Lower Crustal and Island Arc related magmatic activity besides leaching from host rocks around the ore veins.

**Key words:** Hydrothermal ore deposits, Alteration mineralogy, Lead isotope geochemistry, Pb-Zn-Cu ore deposits, Kabadüz-Ordu

## Kabadüz (Ordu, KD-Türkiye) Yöresi Pb-Zn-Cu Cevherleşmelerinin Alterasyon Mineralojisi, Sıvı Kapanım ve LA-ICPMS Pb İzotop Özellikleri

Yılmaz Demir<sup>1</sup>, M. Burhan Sadıklar<sup>2</sup>, İbrahim Uysal<sup>2</sup>, Andrea Ceriani<sup>3</sup> ve Nurullah Hanılıç<sup>4</sup>

Kabadüz (Ordu) yoresi Pb-Zn-Cu cevherleşmeleri, Üst Kretase yaşı andezitik-bazaltik kayaçlar içerisinde, genellikle KB-GD doğrultulu fay zonları boyunca gelişmiş hidrotermal damar tip oluşumlardır. Kalınlıkları birkaç cm'den 2 m'ye kadar değişen cevher damarlarında pirit, kalkopirit, sfalerit, galen, tetrahedrit-tenantit parajenezindeki birincil sülfürlü mineraller olup, gang olarak kuvarsın yanında daha az oranda kalsit ve barit bulunmaktadır. Kovelin, kalkozin, malahit ve azurit ise parajenezde bulunan ikincil oluşan minerallerdir. Yöredeki cevherleşme iki ayrı fazda gerçekleşmiş olup, her iki fazda ait mineraller yoğun deformasyona uğramıştır. Kataklastik dokuların yanında pirit minerallerinde gözlenen zonlu ornatım dokusu ve kalkopirit minerallerinde gözlenen sfalerit ayrılmaları, damarların çoğunda görülen karakteristik dokuladır. Demiroluk ve Haydarlı yoresinde cevher damarlarında yapılan sondajlara ait örneklerde, yan kayaçtan cevher zonuna doğru epidot, Fe'li klorit, serizit, albit ve K'lu feldispat minerallerinde azalma, Mg'lu klorit, kalsit ve kuvars minerallerinde ise belirgin bir artışının olduğu gözlenmektedir. Cevher zonunda kalsiyum miktarında önemli bir artış gözlenmeyecektir, bu durum hidrotermal alterasyon sürecinde plajiyoklaslarda sodyum ve potasyumun ortamdan uzaklaşması ve yerini kalsiyumun almasıyla açıklanabilir. Kütle değişim hesaplamalarına göre, propilitik alterasyon ve cevher zonunda, hem göreceli hem de net kütle değişimini bakımından Cu, Pb, Zn, As, Au, Ag ve Ca konsantrasyonlarında artış gözlenirken, Na, Ba, K ve Rb konsantrasyonlarında azalma belirlenmiştir.

Sfalerit ve kuvars minerallerinde tespit edilen sıvı kapanımların tamamı sıvıca zengin iki fazlı kapanımlar olup, gaz/sıvı oranı 5.2-37.2 arasında değişmektedir. Sıvı kapanımların ilk ergime sıcaklığı ( $T_e$ ) değerleri, kısmen yüksek homojenleşme sıcaklığına ( $Th > 360^{\circ}\text{C}$ ) sahip kapanımlarda çözelti bileşiminde baskın olarak  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$  ve  $\text{FeCl}_2$ 'nin varlığını, düşük homojenleşme sıcaklığına ( $Th < 240^{\circ}\text{C}$ ) sahip kapanımlarda ise baskın olarak  $\text{NaCl}$  ve  $\text{KCl}$ 'nin varlığını göstermektedir. Sfaleritlerdeki kapanımların homojenleşme sıcaklıklarının  $180\text{--}433^{\circ}\text{C}$  (ort.  $278^{\circ}\text{C}$ ,  $\sigma=55$ ) arasında, tuzluluklarının ise % 1.1-15.1  $\text{NaCl}$  eşdeğeri (ort. 7.8,  $\sigma=4.3$ ) arasında olduğu tespit edilmiştir. Kuvarslardaki sıvı kapanımların homojenleşme sıcaklıklarının  $158\text{--}436^{\circ}\text{C}$  (ort.  $261^{\circ}\text{C}$ ,  $\sigma=58$ ) arasında, tuzluluklarının ise % 0.2-14.3  $\text{NaCl}$  eşdeğeri (ort. 5.2,  $\sigma=3.5$ ) arasında değiştiği gözlenmiştir. Gerek sfaleritlerde ve gerekse kuvarslarda homojenleşme sıcaklığının düşmesiyle birlikte çözelti tuzluluğunun da azaldığı görülmektedir. Bu durum, cevher oluşum sürecinde çözelti sisteme olasılıkla daha az tuzluluğa sahip meteorik suyun da karıştığını göstermektedir.

Haydarlı, Kuşuyuası ve Demiroluk Pb-Zn-Cu damarlarına ait pirit ve galenlerde LA-ICPMS yöntemi ile yapılan kurşun izotop analizleri,  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  değerlerinin sırasıyla 17.24-19.91, 15.86-17.85 ve 37.57-40.01 arasında değiştğini göstermektedir. Bu izotop verilerine göre, radyojenik kurşunun büyük ölçüde (özellikle  $^{207}\text{Pb}$ ) zenginleştiği anlaşılmaktadır. Ayrıca,  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  ve  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  oranları, kurşunun kaynak olarak alt kabuk ve adayayı volkanitlerinden türediğini göstermektedir. Bu verilere göre yöredeki cevher damarlarının oluşumunda alt kabuk veya adayayı kökenli bir magmatik faaliyetin yanında, yan kayaçlardan türeyen cevher minerallerinin etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Hidrotermal yataklar, Alterasyon mineralojisi, Sıvı Kapanım, LA-ICPMS kurşun izotopu, Pb-Zn-Cu Yatakları, Kabadız-Ordu

## Nonferrous and precious metals postcollisional metallogeny in the Lesser Caucasus and NW Iran

V.Gugushvili

Al.Janelidze Institute of Geology, 1/9 Alexidze str. Tbilisi, 0193.  
gugushvili34@yahoo.com

In the Lesser Caucasus and NW Iran at the postcollisional stage after closure of the Tethys Ocean, a metallogeny province developed with significant porphyry, stockwork and lode deposits: molybdenum-copper porphyry mineralizations in Kajaran and Agarak, lode and stockwork gold mineralizations in Meghadzor and Zod, (Lesser Caucasus); copper porphyry mineralizations in Sungun, gold-copperporphyry mineralizations in Mazra, low sulphidation, epithermal gold and gold-copper porphyry mineralizations in Miverud (Iran) are the important mineralizations in this province.

The deposits temporally, spatially and genetically related to Megri-Ordubad and Alborz-Magmatic belts.

The mineralizations are related to the Tertiary (Oligocene-Miocene) diorite porphyry, syenite-diorite porphyry, granodiorite-porphyry intrusions and related apophyses.

Among those Kajaran with 4,5 mlnt Mo, Sungun with 5 mlnt Cu, Zod with 124 t Au, Meghadzor with 60 t Au and 30 t Ag reserves are the most significant deposits. They have been explored in detail and they are being exploited. On the other hand exploration has been continuing in the Miverud low sulphide Au and Au-Cu porphyry mineralizations. Miverud is mainly Au bearing mineralization. Upper lateral zone of the porphyry system which has low sulphide epithermal Au mineralization signatures appear to have been exposed and exploration has been on this section of the mineralization. Available data indicate that deep inner zone of the system has Au-Cu porphyry mineralization.

Drillings, trenching showed that Au-Cu porphyry mineralization zone, laterally and upwards passes into low sulphide mineralizations with disseminated mineralizations, stock work, veins and veinlets.

Disseminated mineralizations are related to metasomatic silicifications, K-Na feldspar alterations, sericitizations and argillizations.

Disseminated mineralizations are cut by quartz veins and veinlets as well as stockwork of argillites, related to the shear zones.

Low sulphide Au bearing mineralizations have minor quantity of Cu, so cyanide heap leaching technology which is the cheapest, considered to be suitable for Au extraction here.

In the low sulphide mineralization zone Au-Cu sulphide stockworks and veins are also present. They are considered to be the indicators of Au-Cu porphyry system down below. Drillings penetrating below the above lying low sulphide mineralization zone is expected to intercept Au-Cu porphyry mineralization zone.

It is noteworthy that presence of rare metals, Sb, W and Mo is the characteristic feature of post collision mineralization in the Lesser Caucasus and NW Iran.

The deposits such as Kajaran, Agarak, Zod, Meghradzor (Lesser Caucasus), so Sungun and Miverud (NW Iran) are associated with rare metals (Sb, Mo and W) mineralization.

**Key words:** *postcollision, low sulfidation, gold-copper porphyry.*

## Geology and Geochemistry of Manganese Ore of The Besni and Gölbaşı (Adiyaman) Area

Serdar Fidancı<sup>1</sup>, Ali Rıza Çolakoğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Yuvam w.d.c Engineering – Consultancy Service, Gölbaşı, TR-02500 Adiyaman, Turkey

<sup>2</sup> University of Yüzüncü Yıl, Geological Engineering Department, Zeve, TR-65080 Van, Turkey

(E-mail: serdarfidanci@hotmail.com)

Manganese ore with different sizes, are seen in different places along to Southern Anatolia Thrust Belt, especially in Koçalı Melange. In this study, geological and geochemical properties of the manganese mineralization, located in Haydarlı, Çatalağac and Suvarlı areas of Besni and Gölbaşı (Adiyaman, SE Turkey) were investigated. The ore bodies are concordant with the wall-rock are found as lenticular masses and thin bands hosted in limestone, silicified shale and radiolaritic chert. Manganese ores of Gölbaşı and Besni consists mainly of pyrolusite, psilomelane, manganite and a little amount of mangano-calcite. The low Fe/Mn ratios ( $<0.1$ ) of these mineralization indicates a typical hydrothermal sub-marine environment of occurrence where the precipitations are quite fast. Besides, in terms of the Fe, Al, and Ti content of mineralization, it could be denoted that the hydrothermal solutions discharged to place where is sea floor spreading. The major and trace element contents (such as Mn, Fe, Si, Al, Ti Ni, Co, Cu, Ba) of manganese ore in both regions shows a hydrothermal occurrence in relation with the sub-marine volcanism. The low REE contents of average (40 ppm) indicate that the mineralization formed under low temperature and sub-oxidic diagenetic condition. The negative Ce anomalies observed on chondrite-normalized diagrams show that mineralizations were occurred under low redox potential and it accumulated in stagnant seawater. The low Eu/Sm values indicated that mineralization precipitated as a result of mixing of hydrothermal liquids diluted with great amount of seawater. On the other hand, the negative Eu anomalies show that solution temperature which formed to mineralization was not above 350 °C. According to investigation of radiolarian fossils in mineralization which occurred contemporaneously with wall-rock was examined, it could be understood that the age of Besni mineralization was ascertained as Oxfordian-Early Tithonian (Late Jurassic). However it could not be defined certain age for Gölbaşı mineralization.

**Key words:** adiyaman, besni, gölbaşı, geochemistry, manganese ore

### Besni ve Gölbaşı (Adiyaman) Manganez Zuhurlarının Jeolojisi ve Jeokimyası

Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı üzerinde çok sayıda irili ufaklı manganez cevherleşmesi yer almaktadır. Bu cevherleşmelerin çoğunuğu bu kuşak üzerinde yer alan Koçalı Karmaşığı içerisinde yer almaktadır. Bu çalışmada bu karmaşık içinde Besni ve Gölbaşı ilçelerinde (Adiyaman, GD-Türkiye) bulunan Haydarlı, Çatalağac ve Suvarlı bölgelerindeki cevherleşmelerin jeolojik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiş, oluşum koşulları ve kökenleri belirlenmeye çalışılmıştır. Cevher gövdeleri kireçtaşı, silisli şeyl ve radyolaryalı çörtler içerisinde tabaka düzlemleri ile uyumlu mercekler ve ardalanmalı tabakalar şeklinde bulunmaktadır.

Cevher mikroskopisi ve XRD incelemeleri cevherleşmelerin ana mineraller olarak piroluzit, pisilomelan, manganit ve az miktardaki mangano-kalsit içerdiklerini göstermiştir. Bu cevherleşmelerin Fe/Mn oranlarının düşük olması ( $<0.1$ ) hızlı çökelimlerin geliştiği bir denizaltı hidrotermal oluşumu yansıtır. Ayrıca, Fe, Al ve Ti içeriklerine göre cevherleşme, hidrotermal çözeltilerin okyanus tabanının hızlı yayıldığı yerlerde doğrudan deniz suyuna boşalmasına işaret etmektedir. Tüm cevherleşmelerin ana element (Mn, Fe, Si, Al, Ti) ve iz element (Ni, Co, Cu, Ba) miktarları denizaltı volkanizmasına bağlı hidrotermal oluşumu önermektedir. Cevherleşmenin

ortalama NTE (40 ppm) içerikleri düşüktür. Cevherleşmedeki düşük NTE içerikleri düşük sıcaklık hidrotermal oluşuma ve sub-oksik diyajenetik kökene işaret etmektedir. Kondrit-normalize diyagramları üzerinde gözlenen negatif Ce anomalileri cevherlerin düşük bir redoks potansiyeli altında, iyi-oksijenlenmemiş ve durgun bir su kütlesinde çökelmiş olduğunu göstermektedir. Eu/Sm oranlarının düşük değerleri cevherleşmenin büyük hacimlerde deniz suyu ile sulandırılmış hidrotermal sivilarla karışımıları sonucunda oluştuğunu ve negatif Eu anomalileri ise çözelti sıcaklıklarının 350 °C'yi geçmediğini gösterir.

Yankayaçlarla eş zamanlı olmuş cevherleşmelerden incelenen radyolarya fosil içeriklerine göre Besni cevherleşmesinin oluşum yaşı, Oksfordiyen-Erken Titoniyen (Geç Jura) olarak saptanmışken, Gölbaşı cevherleşmeleri için kesin bir yaş aralığı belirlenememiştir.

**Anahtar kelimeler:** *adityaman, besni, gölbaşı, jeokimya, manganez cevherleşmesi*

## Laurite ( $\text{RuS}_2$ ) enriched Cr-rich Ophiolitic Chromitites from the İslahiye, SE-Turkey: Ore Microscopy and Electron Microprobe Data

İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Federica Zaccarini<sup>2</sup>, Necla Köprübaşı<sup>3</sup>, Utku Bağcı<sup>4</sup>, Tamer Rızaoğlu<sup>5</sup>,  
R. Melih Akmaz<sup>1</sup>, Ahmet D. Şen<sup>1</sup>, Giorgio Garuti<sup>2</sup>, Oskar Thalhammer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-61080 Trabzon, Turkey  
(E-Mail: iuysal@ktu.edu.tr)

<sup>2</sup> University of Leoben, Dep. Applied Geological Sci. and Geophysics, A-8700 Leoben, Austria

<sup>3</sup> Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-41380 Kocaeli, Turkey

<sup>4</sup> Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-33342 Mersin, Turkey

<sup>5</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-46100 Kahramanmaraş, Turkey

Ophiolite related podiform chromitites vary in size from small, low grade, sub-economic occurrences up to large ore bodies of more than hundred million tons, being the second world class producers of chromite ore, after stratiform chromitites of the Bushveld type. During the last three decades, ophiolitic chromitites have become a potential target for the recovery of platinum-group elements (PGE). Although so-far reported concentrations are usually sub-economic with prevalence of the low-priced IPGE (Os, Ir, Ru), occasional enrichment in the more precious Pt, Pd and Rh has been locally observed.

During field work in the frame of the project supported by TÜBİTAK (109Y219), chromitite samples were collected from a very small occurrence in the vicinity of İslahiye (Gaziantep, SE Turkey). As a result of the systematic investigation of two polished blocks (2.5 cm in diameter) obtained from one chromitite sample, a total 23 grains of platinum-group minerals (PGM), up to 25 µm in size, were detected as primary inclusions in chromite crystals and along its cracks. Chromite and PGM compositions were determined by electron microprobe analyses. Chromite is of metallurgical type, having high Cr# and Mg# in the ranges 72.0–73.8 and 56.5–58.9, respectively, with low contents of  $\text{TiO}_2$  (0.06–0.09 wt %) and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0.11–0.59 wt %). Qualitative identification indicates strong prevalence of laurite in the PGM assemblage, occasionally accompanied by unknown Ir-sulfide and a Ru-Fe compound possibly containing oxygen. The Os-Ir alloys, which commonly occur in ophiolitic chromitites, were absent. Neither specific PGM species of Pt and Pd were found, although preliminary bulk ore assays had yielded up to 4.1 and 2.0 ppb of Pt and Pd respectively. Laurite has constant composition close to  $(\text{Ru}_{0.80-0.89}\text{Os}_{0.02-0.04}\text{Ir}_{0.01-0.03}\text{Rh}_{0.03}\text{Pd}_{0.04-0.05})\text{S}_2$ . It may occur included in fresh chromite either as single-phase grains or composite aggregates consisting of the associations: laurite+silicate (clinopyroxene, amphibole or chlorite) and laurite+base metal sulfides (millerite, pentlandite, chalcopyrite). The Ir-sulfide and the Ru-Fe (oxide?) occasionally are part of these composite

inclusions. The close association of laurite with Ni-Cu-Fe sulfides apparently indicates relatively high fS<sub>2</sub> conditions in the chromite forming-system at high temperature (~1200°C). This would not be consistent with the Os-poor nature of the laurite, and possibly suggests that the chromite parent melt was initially depleted in Os. The reason for that remains an open question. The high frequency of PGM observed in two polished section of 2.5 cm in diameter suggests that the investigated chromitite may have bulk-PGE concentrations up to 2–3 ppm. Unfortunately, the low valuable PGE association (mainly Ru+Ir), and the PGM texture, unsuitable for mechanical liberation of grains, make this chromitite not attractive for PGE recovery. However, some ophiolitic chromitites have been found to contain punctual and unevenly distributed high concentrations of Pt+Pd at the scale of ophiolite complexes and/or single ore bodies. For this reason, systematic exploration of chromitites in this region of Turkey is advisable, despite of their sub-economic size, and in consideration of an expected raise in the PGE's price on the international market.

**Key words:** *Laurite, chromitite, platinum-group element, platinum-group mineral, SE-Turkey*

## **Laurit (RuS<sub>2</sub>)'ce zengin Yüksek-Cr Ofiyolitik Kromititleri, İslahiye, GD-Türkiye: Cevher Mikroskobisi ve Elektron Mikropıprob Verileri**

Ofiyolitlerle ilişkili podiform kromititler küçük boyutlarda, düşük dereceli ve yarı-ekonomik yataklardan, Bushweld stratiform kromititlerinin ardından, yüzmilyon tondan fazla rezervleri ile dünyada ikinci sırada üretim yapabilen devasa yataklar oluşturabilirler. Ofiyolitik kromititler, platin grubu element içerikleri bakımından son 20–30 yıldır potansiyel hedef durumuna gelmiştir. Her ne kadar şu ana kadar rapor edilmiş PGE konsantrasyonları yarı-ekonomik boyutlarda kalmış ve daha düşük fiyatlı Ir-grubu PGE'ler (IPGE) bakımından zenginleşmiş iseler de, nadir de olsa, daha değerli ve yüksek fiyatlı Pt, Pt ve Rh bakımından bölgesel zenginleşmeler de söz konusudur.

TÜBİTAK tarafından desteklenen 109Y219 numaralı proje kapsamında yürütülen çalışmalar sırasında, İslahiye (Gaziantep, GD-Türkiye) civarında bir kromit cevherleşmesinden alınan kromitit örneğinden hazırlanan iki adet parlak kesitin (2.5 cm çapında) sistematik olarak incelenmesi sonucunda, kromit kristalleri bünyesinde birincil kapanımlar şeklinde ve kromit kırıkları boyunca konumlanmış, boyutları 25 µm'a varan 23 adet platin grubu mineral (PGM) gözlenmiştir. Kromit ve PGM'lerin kimyasal bileşimleri elektron mikropıprob ile belirlenmiştir. Kromit kristalleri, yüksek Cr# (72.0–73.8) ve Mg# (56.5–58.9) değerleri ve düşük TiO<sub>2</sub> (% ağ 0.06–0.09) ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (% ağ 0.11–0.59) içerikleri ile metalurjik tiptedir. Nitel tanımlamalar sonucu, laurit kristallerinin PGM parajenezinin önemli bir bölümünü oluşturduğu ve nadir olarak, tanımlanmamış Ir-sülfit ve muhtemelen oksijen içeren Ru-Fe bileşikleri ile çoklu fazlar çoklu fazlar şeklinde bulunduğu belirlenmiştir. Ofiyolitik kromititlerde sıkça rastlanan Os-Ir alaşımı gözlenmemiştir. Söz konusu kromitit örneğinin tüm kayaç Pt ve Pd içerikleri kısmen yüksek (Pt: 43.2 ppb ve Pd: 12.4 ppb) olmasına rağmen, Pt ve Pd içeren spesifik fazlara da rastlanılmamıştır. Laurit kristalleri benzer bileşimde olup (Ru<sub>0.80–0.89</sub>Os<sub>0.02–0.04</sub>Ir<sub>0.01–0.03</sub>Rh<sub>0.03</sub>Pd<sub>0.04–0.05</sub>)S<sub>2</sub> formülü ile temsil edilir. Genellikle taze kromit kristalleri bünyesinde tek fazlı veya laurit-silikat (klinopiroksen, amfibol ve klorit) ve laurit-baz metal mineral (millerit, pentlandit ve kalkopirit) birlilikleri şeklinde çoklu fazlar olarak gözlenir. Is-sülfit ve Ru-Fe (oksit?) fazları bu çoklu fazların bir kısmını oluşturur. Laurit kristallerinin Ni-Fe-Cu sülfit fazları ile olan yakın ilişkisi, kromit kristalizasyonunun yüksek sıcaklıkta (~1200°C) ve kısmen yüksek fS<sub>2</sub> koşullarında gerçekleştiğinin açık kanıdır. Bu durum, laurit kristallerinin çok düşük Os içerikleri ile uyumlu olmayıp, osmiyumun kromiti kristallendiren ergiyiğin Os bakımından daha önceden tüketildiğine işaret eder. Bu tüketilmenin sebebi henüz açıklanamamıştır. 2.5 cm çapında hazırlanmış 2 adet parlatılmış kromitit örneğinde gözlenen yüksek miktarındaki PGM, bu kromitit örneğinin yaklaşık 2–3 ppm civarında toplam PGE içeriğine sahip olabileceği göstermektedir. Düşük değerli PGE birlilikleri (Ru+Ir) ve PGM'lerin kromit kristalleri bünyesinden mekanik olarak ayrılmalarına

günüümüz teknolojisinde müsaade etmeyen dokusal özellikleri, bu kromititleri PGE içerikleri bakımından çekici kılmamaktadır. Ancak, bazı ofiyolitik kromititler ofiyolitik masif/tekli cevher kütlesi ölçüngde düzensiz dağılımlar sunan Pt+Pd zenginleşmeleri sunmaktadır. Bu sebeple, her ne kadar kromitit oluşukları PGE açısından yarı-ekonomik boyutlarda ise de, PGE fiyatlarının uluslararası piyasalarda gün geçtikçe artacağı düşünüldüğünde, bu bölgedeki kromititlerin sistematik bir şekilde araştırılması ve PGE içeriklerinin belirlenmesi önerilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** *Laurit, kromitit, platin grubu element, platin grubu mineral, GD-Türkiye*

## The Features of Göksun-Küçükçızılcık Au-Ag Mineralisation with Fluoride (Kahramanmaraş-Turkey)

Muhittin YIĞMATEPE<sup>1</sup>, Özden VERGİLİ<sup>2</sup> ve İsmet CENGİZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MTA Genel Müdürlüğü Malatya Bölge Müdürlüğü-Malatya-Türkiye  
(e-mail kavaktepe23@hotmail.com)

<sup>2</sup> MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt ve Arama Dairesi Balgat/ Ankara-Türkiye

The study area is located in 30 km northeastern of Göksun town on the west of the Eastern Taurus. In Eastern Taurus, there are autochthonous and allochthonous rock units which are in tectonic relations. They emerge from different ages and environment, and comprises of different rock units. In the study area, a structural unit which has supra-subduction character, Upper Jurassic-Lower Cretaceous aged Kömürhan Ophiolites, take place in the bedrock. Metamorphic rocks overlie on Kömürhan Ophiolites. They metamorphized as regional and in low-grade. These rocks are Upper Devonian (?) - Upper Cretaceous aged and belong to Bodrum Nappe which is also known 'Binboğa Metamorphites'. The first horizontal movement of Bodrum Nappe onto Kömürhan Ophiolite happened during Campanian-Maastrichtien and it removed with subsequent horizontal movements. These two structural units are cut by Baskil Granitoid (Bedi et all., 2009).

Küçükçızılcık Au-Ag mineralization observed in silification zone which is with fluoride, barite, limonite and breccia features. This zone evolved in the contact of schist-marble units which form the low level of Upper Devonian (?) - Carboniferaus aged Yoncayolu Formation belonging to Bodrum Nappe. The silification zone is 1.7 km length, directed N20E and ranging from 2-10 meters thickness. In the collected samples from the study area, 240 ppb Au, 32.1 ppm Ag, 9500 ppm As and 4000 ppm Sb are found. When Küçükçızılcık Au-Ag mineralization's type, wall rock relation, ore deposit geometry, structure-texture features and metal contents are considered, this formed in the tectonic-controlled epithermal system. Küçükçızılcık Au-Ag mineralization shows great similarities to uncorroded upper levels of Au-Ag ore deposits.

**Key words:** *Eastern Taurus, fluoride, barite, epithermal Au-Ag mineralization*

## Göksun-Küçükķızılçık Floritli Au-Ag Cevherleşmesinin Özellikleri (Kahramanmaraş, GD Türkiye)

Çalışma alanı, Doğu Torosların batısında yer alan, Göksun (Maraş) ilçesinin 30 km kuzeydoğusudur. Doğu Toroslar'da birbiriryle tektonik ilişkili farklı yaş ve ortam ve kayalarla temsil edilen allokton konumlu farklı yapısal birimler ile otokton konumlu kaya birimleri bulunur. Çalışma alanında en alta yer alan yapısal birim, Geç Jura- Erken Kretase yaşı suprasubduction karakterli Kömürhan Ofiyolitik kayalarıdır. Bunların üzerine ise bindirmeli tektonik dokanakla düşük dereceli ve bölgesel metamorfizma geçirmiş Geç Devoniyen-Geç Kretase yaşı Binboğa Metamorfitleri olarak da bilinen Bodrum Napı'nın metamorfik kayaçları gelmektedir. Bodrum Napı'nın Kömürhan Ofiyolitleri üzerine ilk yatay hareketi Kampaniyen-Maastrichtyen'de gerçekleşmiş olup, daha sonraki yatay hareketler ile de tekrar devrilmıştır (yeniden hareket haline geçmiştir, hareket etmiştir). Bu iki yapısal birim Geç Kretase yaşı Baskılı Granotoidleri tarafından kesilmektedir (Bedi vd., 2009).

Küçükķızılçık Au-Ag cevherleşmesi; Bodrum napının Üst Devoniyen (?)- Karbonifer yaşı Yoncayolu Formasyonunun alt seviyelerini oluşturan şist-mermer birimlerinin dokanlığında gelişen floritli, baritli, limonitli ve breşik özellikteki silisifiye zon içinde gözlenir. Silisifiye zon K20D doğrultulu olarak 1.7 km uzanımda olup, kalınlığı 2-10 m arasında değişmektedir. İnceleme alanından alınan örneklerde, 240 ppb Au, 32.1 ppm Ag, 9500 ppm As ve 4000 ppm'e varan Sb değerleri saptanmıştır. Küçükķızılçık Au-Ag cevherleşmesi, tipi, yan kayaç ilişkisi, yatak geometrisi, cevherin yapı-doku özellikleri ve element içeriği açısından tektonik kontrollü olarak epitermal sistemde oluşmuş Au-Ag cevherleşmelerin aşınmamış üst seviyelerine büyük benzerlik göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** *Doğu Toroslar, florit, barit, Epitermal Au-Ag cevherleşmesi*

## Chemistry and Cathodoluminescence Characteristics of Various Sphalerite Ores – Its Possible Use for Speciation of Ore Deposition Type

**Emin Çiftçi**

*İTÜ, Maden Fakültesi, Jeoloji Bölümü, 34469 Maslak-İstanbul*

Natural sphalerite associated with the major volcanogenic massive sulfide deposits (VMS), large variety of vein type mineralizations, skarn mineralizations occurring in Eastern Pontide Tectonic Belt (EPTB) have been studied by the CLM and electron probe microanalysis (EPMA) to determine the relationship between trace element activators and their contents and the CL properties of those sphalerites. In general, natural sphalerites from various localities can produce a spectrum of CL colour under electron bombardment that includes deep blue, turquoise, lime green, yellow-orange, orange-red and dull dark red depending on the type and concentration of trace quantities of activator ions.

Sphalerites from most of the VMS deposits (Köprübaşı-Tirebolu, Kanköy-Trabzon, Killik-Espiye, Murgul-Artvin and Lahanos- Espiye) show a range of CL colors (yellow to purple) with varying intensity due to Mn<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+, 1+</sup>, and Ag<sup>2+</sup> contents. Sphalerites from Pb-Zn dominant vein type occurrences (Midi, Tutak dağı, Güneşki, Batı Zamantı yatakları) do not cathodoluminescence due most probably to common CL-quencher, Fe<sup>2+</sup> content. However, sphalerites from epi-mesothermal mineralizations (e.g., Akoluk-Ordu) give strong CL due to various CL-activators (Ag<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+, 1+</sup>, and Mn<sup>2+</sup>). On the other hand, sphalerites from contact metasomatic type mineralizations

do not produce CL, although some of the sphalerites did contain very low Fe<sup>2+</sup>. They most probably had very low CL-activators in their crystal structures. Based on availabla data, by using the CLM technique, sphalerites could be used for fast identification of unknown ores for type speciation.

**Key words:** *sphalerite, activator, cathodoluminescence, ore mineralizations, Eastern Pontides*

## **Çeşitli Sfaleritlerin Kimyası ve Katodoluminesans Karakteristikleri –Cevher Yataklanma Tipini Belirlemede Muhtemel Kullanımı**

Doğu Pontit Tektonik Kuşağında (DPTK) bulunan ana volkanojenik masif sülfür (VMS) yataklarından, çeşitli damar tipi zuhurlardan ve skarn tipi cevher oluşumlarından doğal sfaleritler CLM ve elektron prob mikroanaliz (EPMA) ile çalışılarak, sfaleritlerin iz element aktivatör içeriği ve bunların miktarları ile katodoluminesans özellikleri arasındaki ilişkiler (renk ve renk şiddet) incelenmiştir.

Doğu Pontitlerdeki VMS tipi yataklar (Köprübaşı-Tirebolu, Kanköy-Trabzon, Killik-Espiye, Murgul-Artvin ve Lahanos- Espiye)'dan alınan örneklerle ait birçok sfalerit, Mn<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>,<sup>1+</sup> ve Ag<sup>2+</sup> içeriklerine bağlı olarak, bir dizi değişen şiddette CL (sarışın mora) verirken, Pb-Zn damar tipi yataklara (Midi, Tutak dağı, Gümüşki, Batı Zamantı yatakları) ait sfaleritler, muhtemelen yaygın CL söndürücü ferrüs demir içeriği nedeniyle CL üretmemektedir. Ancak epi-mezotermal sistem sfaleritleri (Akoluk-Ordu) çeşitli CL aktivatörler (Ag<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>,<sup>1+</sup> ve Mn<sup>2+</sup>) nedeniyle kuvvetli CL vermektedirler. Diğer taraftan kontak metazomatik cevher oluşumlarına (Dokumacılar-Yusufeli, Horozköy-Niğde) ait sfaleritler, bazlarının oldukça düşük ferrüs demir içermesine rağmen CL vermemektedirler. Bunlar muhtemelen kristal yapılarında çok düşük CL-aktivatör elementler bulundurmaktadırlar. Mevcüt veriler ışığında, CLM teknigi kullanılarak, sfaleritler cevherleşme tipi belirlemede hızlı tespit parametresi olarak kullanılabilir.

**Anahtar kelimeler:** *Sfalerit, aktivatör, katodoluminesans, cevher oluşumları, Doğu Pontitler*

**IRB-3-O2. Petrol Jeolojisi Oturumu-I / Petroleum Geology Session-I****Geology and geochemical characteristics of upper Triassic - lower Jurassic Galandrud coals of the Central Alborz in Northern Iran**

**L. Ardebili<sup>\*1</sup>, V.M. Babazadeh<sup>2</sup>, Z.İ.Mammadov<sup>2</sup>, P. Navi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Geology, Payame Noor University, IR-55135-469 Ardebil, Iran*

<sup>2</sup>*Department of Minerals, geology factually, Baku State University, AZ-370145 Baku, Azerbaijan.*

<sup>3</sup>*Geological Survey and Mineral Exploration of Iran.IR-13185-1494 Tehran, Iran*

<sup>\*</sup>*E-mail address: lardebili@gmail.com*

This paper presents the characteristics of regional geology and geochemistry of the Galandrud coal samples from Central Alborz in northern Iran. Coals of this region within carbonate sediments of Shemshak formation with the age of upper Triassic – lower Jurassic have been deposited in the form of 32 coal beds. These coals are bituminous coals and have low moisture (0.88-1.37%) contents, high ash (12.2-18.6%) yields, a broad range of total sulphur contents (0.45-1.05%<sub>wt</sub>), gross calorific values (7430-8830 kcal/kg) and high volatile matters (28.3-39.3%). The mineral matter of Galandrud coals is mainly made up of dolomite (more than 80%) with amount siderite, sphalerite, galenite, quartz and pyrite. Macerals forming organic part of these coals are mostly of vitrinite (collotelinite) and inertinite (fusinite) group in which the pores and fissures have been filled with carbonate and silica. Major elements have been concentrated in compound of minerals formed in coals of Central Alborz zone. Concentration some trace elements of Galandrud coal samples including Bi, Co, Cs, Cr, Cu, Eu, Ga, La, Li, Mn, Mo, Nd, Ni, Rb, Sm, Sr, Th, V, W, Y and Yb show anomaly when compared to the world coal values. These elements have organic or inorganic origin and their concentration relative to type of based sediments in central Alborz and hydrothermal activities. In Galandrud coals, as the percentage of coals volatile matters decrease from surface layers toward the bottom layers, the rank of coals increases. Friction metamorphism is involved in the process of change in coalification rank of coals in Galanderud region. This is due to the presence of tectonic pressures and activity of sub-faults, in addition to regional metamorphism.

**Key words:** *Galandrud, trace elements, bituminous coal, Shemshak formation, Central Alborz, Iran*

**Geochemical Characteristics of Organic Matter from Qom Formation Rocks of north-west of Iran (Uremia)**

**A.R.Gandomi<sup>1</sup> and F.Tezheh<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>*Research Department of Petroleum Geology & geochemistry, National Iranian Oil Company- Exploration Directorate (NIOC.EXP)-Tehran- Iran, Postal Code: 1994814695  
(E-mail: gandomisani@gmail.com , f\_tezheh@gmail.com)*

The northern margin of the Central Iran Basin is one of the main oil-gas exploration areas in north-west Iran, where source rocks are composed mostly of oligo-miocene dark shale.

Based on investigation of more than 50 samples taken from natural outcrops of the Qom Formation (Oligocene-Lower Miocene) in north-west of Iran (Uremia), the genetic hydrocarbon potential and the organic matter (OM) maturity of these rocks was estimated.

In the study region, sedimentary rocks of this formation were deposited under reductive or weakly oxidative conditions. Possessing a relatively medium to high (1.1%, on the average) content of organic matter of a mixed (continental–marine) OM, these rocks are able to generate both liquid and gaseous hydrocarbons under favorable conditions. The mean  $T_{max}$  for the samples translate to a vitrinite reflectance range of 0.75-1.1% based on standard conversion techniques ( $T_{max} = 55.5 \text{ VR} + 398$ ). Contributions of both the continental and marine components to the total organic carbon (TOC) varied in time and space. The upper and lower sub-formations of the Qom formation differ in the qualitative and quantitative compositions of OM. Oligocene rocks have a relatively lower OM content and are characterized by better oil-generating properties, as compared to lower Miocene rocks.

**Key words:** *organic matter, kerogen, rock eval, maturity, petroleum system*

## Geochemical Characteristics of Triassic-Jurassic Boundary in Tabas Basin, Central Iran

**Alizadeh Bahram\*, Alipour Majid, Hosseini S. Hossien and Jahangard A. Abbas**

*Department of Geology, Faculty of Earth Sciences, S. Chamran University of Ahvaz, Iran*

*\*Corresponding Author: alizadeh@scu.ac.ir*

A thick sedimentary succession of Upper Triassic-Lower Jurassic age, with a thickness of about 1600 m, provided a good case to study how the geochemical properties changes through the Triassic-Jurassic boundary in the Tabas Basin. The studied section (Kamarmacheh Kuh section) is composed of marine Nayband Formation (Upper Triassic) overlain by siliciclastic sediments of Shemshak Formation (Lower/Middle Jurassic). Detailed geochemical analyses were conducted on selected samples from both formations to see how geochemical properties change through the Triassic-Jurassic boundary. Unlike sharp boundaries encountered elsewhere, results reveal no significant variations in biomarker ratios across this boundary. High Pr/Ph ratios (1.07-1.25) and very low Gammacerane/Hopane ratios (0.03-0.04) together with the absence of 28, 30-bisnorhopanes, all indicate oxic to disoxic depositional conditions for both formations. The n-alkane distribution maximizing at  $C_{15}$ - $C_{17}$  range, very low values of TAR (0.08-0.12) as well as very low Oleanane/Hopane ratios (0.05-0.6) are typical of marine organic matter. Moreover, abundant  $C_{27}$  regular steranes compared to  $C_{28}$  and  $C_{29}$  homologues indicate the predominance of marine organic matter for both Shemshak and Nayband Formations. Maturity sensitive biomarker parameters, such as  $C_{29}\alpha\alpha\alpha$  20S/(20S+20R) sterane ratio (0.41-0.48) and  $C_{29}\alpha\beta\beta/(\alpha\alpha\alpha+\alpha\beta\beta)$  sterane ratio (0.52-0.54), show values near to equilibrium, representing a thermal maturity at the beginning of oil window. In addition, all the ratios used for determining thermal maturity remarkably decrease from base to top of the studied section. Detailed molecular analyses, together with the data form Rock-Eval pyrolysis, indicate almost very small changes in depositional conditions (oxicity, organic matter type and sedimentary environment) across the Triassic-Jurassic boundary.

**Key words:** *Tabas basin, Shemshak & Nayband formations, biomarkers, Triassic-Jurassic boundary*