

formations (T_1 : $147\pm15^{\circ}\text{C}$, T_2 : $287\pm21^{\circ}\text{C}$ and T_3 : $365\pm28^{\circ}\text{C}$). The isotopic equilibrium temperature obtained from the oxygen geothermometry based on quartz and clay minerals were determined to be $348,5^{\circ}\text{C}$ on average, similar to T_3 .

Due mainly to the conditions of silica precipitation, various types of crystallisation, growth and replacement textures are present in the quartz veins. Among these are brecciated, cocard, comb and void-filling textures which reflect epithermal conditions. The presence of lattice-textured (or bladed) calcite, adularia and gold enrichment is an additional evidence for this, and also indicate that boiling of hydrothermal fluid took place which is highly likely to be the main reason for mineral precipitation. All the findings shown above denote the features of an adularia-sericite type epithermal system for the Mastra Au-Ag deposit.

Key Words: Mastra, Gold, Silver, Hydrothermal alteration, Quartz textures, Fluid inclusions, O-H-S isotopes.

HAZİNEMAĞARA VE KIRKPAVLİ (GÜMÜŞHANE) POLİMETALİK PB-ZB-CU-AU-AG MADENLERİİNİN JEOKİMYASAL VE KÖKENSEL ÖZELLİKLERİ

Miraç Akçay¹, Ö. Gündüz², R. Yaşar¹ ve O. Gümrük¹

¹KTÜ, Jeoloji Müh. Böl., 61080 Trabzon, Türkiye, akcay@ktu.edu.tr,

²KTÜ, Jeoloji Müh. Böl., 61080 Trabzon, Türkiye.

Gümüşhane ilinin yaklaşık 2 km güneyinde yer alan Hazine Mağara ve Kırkpavlı madenleri 1200'li yillardan itibaren değişik dönemlerde işletilerek yörenin ekonomisine önemli katkılar sağlamıştır. Özellikle gümüş içeriğine bağlı olarak bölgeye adını veren maden yöreyi imtiyazlı bir beylik haline getirmiştir.

Hazine mağara madeni yaklaşık $K40^{\circ}$ B doğrultulu ve $50\text{--}60^{\circ}$ GB'ya eğimli bir tektonik hatta bağlı olarak dolomitik kireçtaşı (Berdiga kireçtaşı) içerisinde, birimin daha çok kireçtaşı-fliş dokanağına yakın üst kesimlerinde damar ve mercekler halinde yataklanmıştır. Bununla birlikte cevherleşme Eosen'den daha yaşılı tüm kayaç birimlerini etkilemiş olup, Berdiga kireçtaşlarının yanı sıra Üst Kretase filişleri (karbonat kayaları), Liyas volkanotortulları (Hamurkesen Formasyonu) ve Gümüşhane granitleri (damar şekilli) içinde de görülmektedir. D-B yönünde yaklaşık 400 m, K-G yönünde 100-150 m boyutlarında olan cevherli kütle 1-17 m arasında değişen kalınlığa sahiptir. Halen yapılmakta olan çalışmalar, sadece Hazine Mağara sahasında ortalama 1,81 g/ton Au, 77,11 g /ton Ag, %0,6 Cu, % 5 Zn ve % 3 Pb tenörlü 1.815.000 ton rezervin varlığını ortaya koymuştur. Cevherleşme, genellikle masif pirit içerisinde yer yer zengin sfalerit ve galen ceplerinin ve daha az oranda da kalkopirit ve sülfitozlar içeren bakırcı zengin kesimlerin izlendiği mercekler şeklinde olmalıdır. Yatak içerisinde bu farklı mineral bileşimli (siyah ve sarı cevher zonlarından oluşan) kesimler arasındaki sınırlar dereceli geçişli ve düzensizdir. Cevher içerisinde barit bakımından zengin kesimler de bulunmaktadır. Mikroprob analizleri ile cevher içerisinde önemli oranda Bi ve Te içeren sülfitozlar ile nadiren altait (PbTe) tespit edilmiştir. Ag ve Au içeriği bu tür minerallerde artmaktadır.

Cevher çökelimini kontrol eden ana özelliklerden biri (riflesme sonucu oluşmuş olan) monolitik karbonat breşlerinin boşluklu zonlarıdır. Bu zonlardaki kayaç parçaları genellikle köşelidir ve boyutları mm'den metreye kadar değişmektedir. Cevherin yaygın olarak bu tür zonları tercih etmesi ve stratigrafik olarak daha üstte yer alan Üst Kretase flişinin taban seviyeleri ile tabanda yer alan Gümüşhane graniti içinde cevher mineralerinin varlığı epigenetik bir oluşuma işaret etmektedir. Karbonatlı kayaçların yer yer silislesmiş olması da bunu desteklemektedir. Ancak, yerel silisleşme dışında hidrotermal alterasyon son derece sınırlıdır. Benzer özellikte bir cevher oluşumunun Midi'de bulunması, Eosen volkanitleri içindeki epitermal Mastra Au yatağının sadece birkaç km mesafede olması muhtemelen Tersiyer mağmatitlerine bağlı ortak bir kökenin varlığını göstermektedir. Bu durumda Üst Kretase flişi çözeltiyi sınırlayıcı bir rol oynamış olmalıdır. Barit ve kuvarlar üzerinde yapılan sıvı kapanım çalışmaları düşük tuzluluk dereceli (<%8,5 NaCl eş deg.) ve düşük-ortaç homojenleşme sıcaklığına sahip ($130\text{--}370^{\circ}\text{C}$; $\bar{X}=240^{\circ}\text{C}$) bir çözeltiye işaret etmektedir. Sıcaklık – tuzluluk değişimi mineral çökeliminde soğuma ve seyrelmenin etkili olduğunu göstermektedir. Sfalerit, galen ve piritler üzerinde yapılan $\square^{34}\text{S}$ çalışmaları kükürdüñ mağmatik kökenli olduğuna işaret etmektedir ($\square^{34}\text{S} = \text{‰} -2 \text{ ilâ } 3$). Sfalerit-galen ile pirit - kalkopirit mineral çiftlerinden elde edilen izotobik denge sıcaklıklarını epitermal koşulları desteklemektedir. Bu şartlarda bir epitermal sistemin oluşumu, Eosen yaşılı mağmatik kütelerle (özellikle Dölek plutonu) yakından ilişkilidir.

Anahtar Kelimeler: Hazine Mağara, Kırkpavlı, Gümüşhane, Küükürt izotoplari, Sıvı kapanımlar.

GEOCHEMICAL AND GENETIC FEATURES OF HAZINEMAĞARA AND KIRKPAVLI (GÜMÜŞHANE) POLYMETALLİC PB-ZB-CU-AU-AG DEPOSITS

Miraç Akçay¹, Ö. Gündüz², R. Yaşar¹ ve O. Gümrük¹

¹*KTÜ, Jeoloji Müh. Böl., 61080 Trabzon, Türkiye, akcay@ktu.edu.tr,*

²*KTÜ, Jeoloji Müh. Böl., 61080 Trabzon, Türkiye.*

Located two km's to the south of Gümüşhane, the Hazine Mağara and kirkpavli deposits have been in operation since 1200's, contributed enormously to the economy of the region, and turned it into a privileged county based especially on their Ag content.

Following a tectonic zone with a strike of N040°W and a dip of 50-60° to SW, the Hazine Mağara deposit occurs as veins and lenses within dolomitic limestones (the Berdiga Limestone) nearer mainly to its upper contact with the overlying flysch. In addition, all lithological units older than Eocene have been affected by the mineralisation, with mineralised zones within Upper Cretaceous flysch, Liassic volcanics (the Hamurkesen Formation) and the Gümüşhane Granitoid. The ore zone is 400 m long along E-W direction, 100 to 150 m wide along N-S direction and has a thickness of 1 to 17 m. The recent exploration activities and feasibility studies indicate an estimated reserve of 1,815,000 tons at 1.81 g/ton Au, 77.11 g /ton Ag, 0.6 %Cu, 5% Zn and 3% Pb. The ore zones are mainly in the form of massive shoots with sporadic pockets of sphalerite and galena, and to a lesser extent, as Cu enriched lenses with chalcopyrite, sulphosalts and luzonite. The boundaries between zones with such different mineralogies is gradational but irregular. The ore also contains barite enriched zones. Microprobe analyses of the ore sections indicate sulphosalts with significant enrichments of Bi and Te, as well as rare altaite. These minerals are also enriched in Au and Ag.

The deposition of ore occurs within voids in monolithic carbonate breccias, which is, in turn, probably related to rifting. The rock fragments in such mineralised zones are angular and varies from mm to m scale. The preferential occurrence of the ore in brecciated zones, the presence of ore lenses nearer the upper contact of the Berdiga Limestone with the Upper Cretaceous flysch and along the lower contact of the flysch, as well as the weak mineralisation within units underlying the limestone point towards an epigenetic origin, despite the widespread mode of occurrence in the form of massive lenses which is the indication of a syngenetic origin. A mineral deposit with similar features is also present at Midi, about 20 km to further South. Besides, the Eocene volcanics at Mastra, only a few km's to South contains an epithermal Au-Ag deposit. These findings may indicate a joint origin connected with the Eocene magmatic activity, widespread in the region, which indicates that the overlying flysch unit may have behaved as a cover unit to restrict the movement of the mineralising fluids. Fluid inclusion research on quartz and barite suggest epithermal conditions with low salinities (<8.5wt%NaCl eq.) and low to moderate homogenisation temperatures (130-370 °C; X=240 °C). The sulphur contents of sphalerite, galena, pyrite and chalcopyrite were determined to be magmatic in origin, with near $\square^{34}\text{S}$ values ranging from -2‰ to +3‰. Mineral pairs found to be in isotopic equilibrium support epithermal conditions. The Eocene magmatics (such as the Dölek Pluton) in the close vicinity of the mineralised areas are likely to be responsible for the formation of such epithermal systems.

Key Words: Hazine Mağara, Kirkpavli, Gümüşhane, Sulphur isotopes, Fluid inclusions.

DOĞU KARADENİZ MASİF SÜLFİD YATAKLARINDA (LAHANOS, ÇAYELİ, KİLLİK, KIZILKAYA, KUTLULAR, AKARŞEN) TANIMLANAN PALEO-HİDROTERMAL ÇIKIŞ BACALARINA (CHIMNEY) AİT BULGULAR; OLUŞUM ORTAM VE ÖNEMLERİ

**M. Kemal Revan¹, Yurdal Genç², Valery Maslennikov³,
Semi Hamzaçebi⁴ ve Okan Zimitoğlu⁵**

¹*MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Ankara, Türkiye,
kemalrevan@gmail.com,*

²*Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, Ankara, Türkiye,*

³*Rusya Bilimler Akademisi, Mineraloji Enstitüsü, Urallar Şubesi, Miass, Rusya,*

⁴*MTA Genel Müdürlüğü, Trabzon Bölge Müdürlüğü, Trabzon, Türkiye,*

⁵*MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye.*

Vulkanojenik masif sülfit (VMS) bölgelerinde bugüne kadar tanımlanan iyi korunmuş metal içeriaklı paleo-hidrotermal çıkış bacalarına (chimney) ait bulgular oldukça sınırlı sayıdadır ve az sayıda bölgeye özgüdür.

Doğu Pasifik Yükselimi, Galapagos Sırtı, Juan de Fuca Sırtı ile Guaymas havzası gibi günümüz okyanus tabanında oluşmuş güncel sıcak su çıkış bacalarının göstermiş olduğu kimyasal ve mineralojik zonlanma ile dokusal özellikleri detaylı olarak ortaya konmuştur. Buna karşın fosil çıkış bacalarına ait bulgular ve detay çalışmalar ise oldukça sınırlı sayıdadır.

Doğu Karadeniz Bölgesi masif sülfid yataklarında fosil hidrotermal çıkış bacalarına (chimney) ait parçalar kıritaklı (klastik) cevherler içerisinde tanımlanmıştır. Cevherleşmiş bu masif sülfit sıcak su çıkış bacalarının çapları 2 cm ile 8 cm arasında değişir. Bacaların duvarlarına ait parçaların laminalı yapısı belirgindir, boyutları ise farklı olup genel olarak birkaç milimetreden birkaç santimetre arasında değişir. Örneklerde zonlanmaların varlığı dikkat çeker. Çayeli örneğinin mineralojik analizleri yapıldığında dıştan içe doğru dört zonun varlığı net olarak görülür. En dışta pirit ve sfaleritin egemen olduğu koyu gri renkli dış duvar tabakası (A zonu) ve bu zonu içten çevreleyen kalkopiritin hâkim olduğu iç duvar tabakasında (B zonu) sarı renk hakimdir. B zonunu içten çevreleyen sfaleritin hâkim olduğu iç duvar tabakası C zonu olarak ayırtlanılmış ve koyu gri renklidir. En iç kesimde ise genelde baritin doldurduğu D zonu yer alır ve "merkezi çıkış kanalı" olarak tanımlanır. Killik sahasından derlenen iyi korunmuş örnek dıştan içe doğru üç tabakadan oluşur. En içte barit ve fahlerz mineralerinin egemen olduğu koyu renkli bir merkezi iç duvar (C zonu) ve iç duvarı saran kalkopiritin hâkim olduğu sarı renkli ara zon (B zonu). En dışta ise pirit ve markazitin egemen olduğu dış duvar tabakası (A zonu) bulunur. Örneklerin ana ve iz element analizleri neticesinde ortaya çıkan kimyasal bir zonlanmanın varlığı mineralojik zonlanmayı destekler niteliktir.

Tanımlanan paleo-hidrotermal çıkış bacalarının mineral içerikleri incelendiğinde başlıca pirit, kalkopirit, sfalerit, galenit, markazit, bornit, pirotin, kalkozin, kovellin, Ag-sülfotuzlar, barit ve kuvars minerallerinin yanı sıra nadir olarak hessit, tellurobizmutit, wittichenite, altın ve elektrum saptanmıştır. Laser ablation ICP-MS kullanılarak yapılan analizler neticesinde çıkış bacalarını yatay kesitleri boyunca sistematik bir iz element dağılım modeli ortaya çıktıgı görülmüştür. Pontidlerde tanımlanan çıkış bacalarının mineral içeriği, dokusal özellikleri, alterasyon türü, zonlanmaları, şekilleri ve oluşum ortamları açısından güncel ve paleo bölgelerde tanımlanılanlara göre yakın benzerlikleri olduğu gözlenir. Farklı bölgelerde tanımlanmış bu çıkış bacalarının asıl farklılıkları oluşum yaşılarıdır. Pontidlerde tanımlanan çıkış bacalarına ait parçaların kıritaklı (klastik) doğası ve fosil fauna ile birlikteliği bölgelerdeki masif sülfid yatakların deniz tabanında oluşumuna işaret eden en önemli verilerdir. Dünyanın başka bölgelerinde tanımlanmış güncel ve paleo çıkış bacaları açılma-yayılma (rift) ve oldukça derin denizel ortamların bir ürünüdür. Çıkış bacalarının mineralojik ve kimyasal özellikleri analiz edildiğinde Doğu Karadeniz bölgesi masif sülfit tipi yatakları oluşturan metal içerikli sıcak çözeltilerin ilksel sıcaklıklar ile içerikleri açısından sürekli bir değişim içerisinde olmuşlardır. Metal taşıyan çözeltilerin ilk sıcaklıklarının düşük olduğu daha sonra sıcaklıkların yükseldiği ve son evrede sıcaklığın tekrar düşüğü söylenebilir. Güncel ve paleo-çıkış bacalarının tanımlandığı bölgelerin oluşum derinlikleri (1000?-3650 m), bu ortama özgü fosil fauna ile birlikteliği ve Pontid yataklarının içerisinde bulunduğu yan kayaç litolojilerinin (lavlar ve otoklastik fasiyesleri) büyük bir bölümünün patlamasız oluşumlu (non-explosive fragmentation) doğası göz önüne alındığında Pontidlerdeki VMS yataklarının oldukça derin denizel (> 1000 m) ve açılma-yayılma (rift) ortamında oluşukları söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Paleo-hidrotermal çıkış bacası, Pontidler, Doğu Karadeniz, Masif sülfid yataklar (VMS).

FINDINGS OF PALEO-HYDROTHERMAL BLACK SMOKER CHIMNEYS DEFINED IN EASTERN BLACK SEA MASSIVE SULFIDE DEPOSITS (LAHANOS, ÇAYELİ, KILLIK, KIZILKAYA, KUTLULAR, AKARŞEN); THEIR SETTING AND IMPORTANCE

**M. Kemal Revan¹, Yurdal Genç², Valery Maslennikov³,
Semi Hamzaçebi⁴ ve Okan Zimotoğlu⁵**

¹MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı,
06800 Ankara, Turkey, (kemalrevan@gmail.com)

²Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, Ankara, Turkey,

³Rusya Bilimler Akademisi, Mineraloji Enstitüsü, Urallar Şubesi, Miass, Russia,

⁴MTA Genel Müdürlüğü, Trabzon Bölge Müdürlüğü, Trabzon, Turkey,

⁵MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye.

In volcanic-associated massive sulfide districts (VMS), findings of well preserved metal-bearing paleo-hydrothermal chimneys to date, are rather rare and restricted to very few regions. Chemical and mineralogical zoning and textural features of modern hydrothermal chimneys formed on present-day oceans such as East

Pacific Rise, Galapagos Ridge, Juan de Fuca Ridge and Guaymas Basin, have been defined in detail, whereas, findings and detailed studies on fossil chimneys are rather rare.

Fragments of fossil hydrothermal chimneys of Eastern Black Sea Region massive sulfide deposits have been defined in clastic ores. Mineralized hydrothermal chimney fragments vary in diameter, from 2 to 8 cm. Fragments of chimneys have discrete laminar structures and range from several millimeters to centimeters in size. Samples display distinctive zoning. Based on mineralogical determination of Çayeli sample, presence of four zones, from the exterior to the interior, are clearly observed. The outermost skin of black smoker chimney consist of dark coloured outerwall (zone A) dominated by pyrite and sphalerite, and yellow coloured internal middle zone (zone B) dominated by chalcopyrite. Inner zone, dominated by sphalerite is classified as Zone C and is dark gray coloured. Innermost part (zone D) is filled by barite and termed "axial conduit". A well preserved sample from Killik mine has three distinctive concentric zones from interior to exterior across chimney walls. Dark coloured central axial conduit contain barite and fahlerz minerals (zone C) and yellow coloured inner zone including abundant chalcopyrite (Zone B). The outermost wall of chimney bears pyrite and marcasite (Zone A). The presence of chemical zonation revealed by trace elements analysis support mineralogical zonation.

Chimneys consist mainly of pyrite, chalcopyrite, sphalerite, galenite, marcasite, bornite, pyrrhotite, chalcocite, covellite, Ag-sulphosalts, barite and quartz with minor amount of hessite, tellurobismuthinite, wittichenite, gold and electrum. Trace element zoning across chimney walls was analyzed using laser-ablation ICP-MS. The study has shown systematic trace element distribution patterns across chimneys. Pontide chimney fragments display mineral associations, textures, alteration styles, zonations, geometries and geodynamic environments similar to observed in discovered hydrothermal vents forming on the modern sea-floors. Main differences of these chimneys determined in different districts are due to ageing. Fragmental nature of the mineralized hydrothermal chimneys defined in the massive ores of the deposits and fossil fauna association are the most important evidences indicating that massive sulfide deposits were formed on paleo-sea floor. Modern and paleo-black smoker chimneys all across the world are the products of the spreading centers and relatively deep-sea settings. Metal-bearing hydrothermal fluids which caused to form Eastern Black Sea massive sulfide deposits have always been changed with respect to their temperatures and contents. Each cycle of metal-bearing fluids started at lower temperatures, reached higher temperatures and declined to lower temperatures again. The geologic setting of the chimneys (1000?3650 m), fossil fauna association peculiar to this setting and non-explosive fragmentation products of host rock lithologies (lavas and autoclastics) of VMS deposits suggest that Pontide massive sulfide deposits formed on relatively deep-sea and spreading center (rift) setting.

Key Words: paleo-hydrothermal black smoker chimneys, Pontides, Easter Black Sea, massive sulfide deposits (VMS).

KABADÜZ (ORDU, KD TÜRKİYE) YÖRESİ Pb-Zn-Cu CEVHERLERİNİN MİNERAL KİMYASI, DURAYLI VE RADYOJENİK İZOTOP ÖZELLİKLERİ

Yılmaz Demir¹, M. Burhan Sadıklar² ve İbrahim Uysal²

¹Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-29000 Gümüşhane, Türkiye

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-61080 Trabzon, Türkiye

Kabadüz (Ordu) yöreni Pb-Zn-Cu cevherleri Geç Kretase yaşı andezit ve bazaltlar içinde KB-GD doğrultulu fay zonları boyunca oluşmuş hidrotermal damar tip cevherlerdir. Pirit, kalkopirit, sfalerit, galen ve tetrahedrit-tenantitten oluşan cevher minerallerine gang olarak kuvarsın yanında daha az oranda kalsit ve barit eşlik etmektedir. Kataklastik dokuların yanında pirit minerallerinde gözlenen zonlu ornatım dokusu ve kalkopirit minerallerinde gözlenen sfalerit ayrılımları, damarların çoğunda görülen karakteristik dokuladır. Yöredeki bütün cevherler mineral birlikteliği, minerallerin oluşum sıralaması ve dokusal özellikleri bakımından benzerlik göstermektedir.

Pirit, kalkopirit ve galenler stokiyometrik bileşimli olup, piritler 0.95 a. g. % Zn, ve 0.60 a. g. % As; kalkopiritler 0.86 a. g. % Zn, 0.14 a. g. % Au ve 0.07 a. g. % Ag; galenler ise 0.18 a. g. % Ag içermektedir. Sfaleritler Fe içerikleri bakımından fakir olup, en yüksek değerler olarak 0.35 a. g. % Mn, 2.18 a. g. % Cu, 0.07 a. g. % Ag, 0.89 a. g. % Cd ve 0.10 a. g. % Hg içermektedirler. Fe içerikleri oldukça düşük olan tetrahedrit ve tenantitler (1.56 a. %) ise 1.4 a. g. % Bi içermektedir. Yöredeki bütün damarlarda bulunan cevher mineralleri benzer stokiyometrik bileşimlidir. Piritlerin Ni ve Co içerikleri ve sfaleritlerin Zn/Cd oranları, bu cevherlerin asidik bir magmatizmanın ürünü olduğunu göstermektedir.

Demiroluk, Haydarlı ve Kuşyuvası damarlarında bulunan pirit, kalkopirit, sfalerit ve galenlerden ölçülen $\delta^{34}\text{S}$ bileşimleri % 2.14 ile -1.47 arasında değişmektedir. Ayrıca Demiroluk ve Haydarlı damarlarından ölçülen $\delta^{18}\text{O}$ izotop bileşimleri % 7.8 ile 8.5 arasında, δD bileşimleri ise % -40 ile -57 arasında değişmektedir.

Gerek $\delta^{34}\text{S}$ bileşimleri, gerekse $\delta^{18}\text{O}$ ve δD bileşimleri yöredeki cevherlerin oluşumunu sağlayan hidrotermal çözeltilerin magmatik kökenli olduğunu göstermektedir.

Haydarlı, Kuşyuvası ve Demiroluk damarlarına ait pirit ve galenlerde LA-ICPMS yöntemi ile yapılan kurşun izotop analizlerine göre $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ değerleri sırasıyla 17.24–19.91, 15.86–17.85 ve 37.57–40.01 arasında değişmektedir. Bu verilere göre yöredeki cevherler, alt kabuğun kısmi ergimesine bağlı olarak oluşan granitik bir sokulumla ilişkilidir. Hem kurşun izotoplardan hesaplanan yaş (0.51-1.22 milyar yıl), hem de kökenlerine göre yöredeki cevherlerin, Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Geç Kretase yaşı granitlerle jenetik açıdan ilişkili oldukları sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kabadüz (Ordu), Hidrotermal Yataklar, Mineral Kimyası, Duraylı İzotoplар, Kurşun İzotoplار.

MINERAL CHEMISTRY, STABLE AND RADIOGENIC ISOTOPE PROPERTIES OF THE Pb-Zn-Cu ORE DEPOSITS FROM THE KABADÜZ REGION (ORDU, NE TURKEY)

Yılmaz Demir¹, M. Burhan Sadıklar² ve İbrahim Uysal²

¹*Gümüşhane University, Department of Geology, TR-29000 Gümüşhane, Turkey*

²*Karadeniz Technical University, Department of Geology, TR-61080 Trabzon, 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 the ore veins are composed of pyrite, chalcopyrite, sphalerite, galena and tetrahedrite-tennantite with quartz and less amount calcite and barite as a gangue mineral. 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. Petrographical studies suggest that the ore veins in the region have similar mineral paragenesis, succession and textural properties.

Pyrite, chalcopyrite and galena have stoichiometric composition and pyrite contains up to 0.95 wt% Zn, and 0.60 wt% As, and chalcopyrite contains up to 0.86 wt% Zn, 0.14 wt% Au, and 0.07 wt% Ag. Galena is found to contain up to 0.18 wt% Ag. Sphalerite is poor in Fe and contains up to 0.35 wt% Mn, 2.18 wt% Cu, 0.07 wt% Ag, 0.89 wt% Cd, and 0.10 wt% Hg. Tetrahedrite and tennantite are also poor in Fe (up to 1.56 wt%) and it contains up to 1.40 wt% Bi. Different phases from the each different veins are found to be similar in composition. Ore minerals in the veins have similar stoichiometric composition. Ni and Co content of the pyrites and Zn/Cd ratio of the sphalerites suggest that hydrothermal solutions related to the acidic type magmatic activity.

Sulphur izotop composition of the pyrite, chalcopyrite, sphalerite and galena minerals of the Demiroluk, Haydarlı and Kuşyuvası ore veins are measured between 2.14 and -1.47 ‰. In addition, oxygen and hydrogen isotope compositions are measured between 7.8 - 8.5 ‰ and (-40) - (-57) ‰ respectively. Based on the Sulphur, oxygen and hydrogen isotope composition magmatic sources have been determined for the hydrothermal solutions.

According to the lead isotope data obtained by LA-ICPMS from the pyrite and galena phases of Haydarlı, Kuşyuvası and Demiroluk ore veins, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ and $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ values vary between 17.24-19.91, 15.86-17.85 and 37.57-40.01, respectively. Based on Pb isotopic composition, ore is related to partial melting of the Lower Crustal-derived granitic intrusions. In such a case, both Pb age data (0.51-1.22 billion year) and sources of the ore deposits indicated that they are genetically linked to Late Cretaceous granitic intrusions.

Key Words: Kabadüz (Ordu), Hydrothermal Ore Deposits, Mineral Chemistry, Stable Isotopes, Lead Isotopes.

DOĞU ANADOLU YİĞİŞİM KARMAŞIĞI (TORTUM-NARMAN-OLTU-PASİNLER-HORASAN-ERZURUM KD TÜRKİYE) KUZEY KESİMI METALOJENİK KUŞAK MI DIR ?

İsmet Cengiz¹, Mehmet Aslan², Serkan Özükümüş³ ve Neşat Konak⁴

¹ Demir Export A.Ş., Ankara, Türkiye,

² MTA Orta Anadolu IV. Bölge Müdürlüğü, Malatya, Türkiye,

³ MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06800, Ankara, Türkiye,

⁴ MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06800, Ankara, Türkiye.

Inceleme alanı, Erzurum kuzeyinde, Tortum-Narman-Oltu-Şenkaya-Pasinler ve Horasan ilçeleri arasında yer almaktır olup “Doğu Anadolu Yığışım Karmaşığı” olarak tanımlanan bölgenin kuzey kenarını oluşturmaktadır. Yığışım karmaşığının en yaşlı kaya birimleri temeli oluşturan Erzurum Kars Ophiolit Zonuna ait ophiolitik kayaçlardır. Tipik bir yığışım pirizması özelliğinde ve melanj karakteri sunan bu birim üzerine, Eosenden Pliyo-Kuvaternere kadar devam eden volkano sedimanter bir istif gelmektedir. MTA tarafından son yıllarda bu bölgede yapılan çalışmalarla farklı tip alterasyon ve cevherleşmeler tespit edilmiştir. Ophiolitik kayaçlarda krom cevherleşmelerinin yanında Kıbrıs Tip Masif Sülfit ile Lisvenitlere bağlı epitermal sistemde gelişmiş civa ve altın; Tersiyer havzada ise damar tip Cu-Pb-Zn ve epitermal As-Au cevherleşmeleri izlenir. Belirli bir dizilim ve farklı litolojiler içinde yer alan bu alterasyon ve cevherleşmeler, Doğu Anadolu Yığışım Karmaşığı olarak adlandırılan bölgenin kuzey kesimini önemli bir metalojenik kuşak haline getirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Metalojenik Kuşak, Erzurum Kars Ophiolit Zonu, Doğu Anadolu Yığışım.

IS THE NORTHERN SECTION OF THE EASTERN ANATOLIAN ACCRETIONARY PRISM (TORTUM-NARMAN-OLTU-PASİNLER-HORASAN-ERZURUM NE TURKEY) A METALLOGENIC BELT ?

İsmet Cengiz¹, Mehmet Aslan², Serkan Özükümüş³ and Neşat Konak⁴

¹ Demir Export A.Ş., Ankara, Turkey,

² MTA Orta Anadolu IV. Bölge Müdürlüğü, Malatya, Turkey,

³ MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06800, Ankara, Turkey,

⁴ MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06800, Ankara, Turkey.

The study area is located about 60 km north of Erzurum between the towns of Tortum-Narman-Oltu-Şenkaya-Pasinler and Horasan and forms the northern edge of the region named “Eastern Anatolian Accretionary Prism”. The oldest rock unit of the accretionary prism is ophiolitic rocks of Erzurum-Kars ophiolitic zone which comprises basement. This unit has typical features of accretionary prism and melange in character and overlain by volcano-sedimentary sequences.

In this region, different type of mineralizations and alterations have been discovered by MTA in recent years. Chromite mineralizations, cyprus type massive sulfides and lisvenite associated epithermal type gold and mercury within the ophiolitic rocks were detected. Moreover, vein type Cu-Pb-Zn and epithermal As-Au mineralizations were also detected in the Tertiary basin of the district.

These alterations and mineralizations which is found in different lithologies are aligned in the discrete direction and give rise to highly important metallogenic belt for northern section of the region called “Eastern Anatolian Accretionary Prism”

Key Words: Metallogenic Belt, Erzurum-Kars Ophiolite Zone, Eastern Anatolian Accretionary Prism

BATI ANADOLU ALTIN-BAKIR CEVHERLEŞMELERİNİN YASI VE MAGMATİZMA İLE OLAN JEOKRONOLOJİK İLİŞKİSİ

İlkay Kuşçu¹, Gonca Gençalioğlu-Kuşçu¹, Richard Tosdal²,
Thomas Ulrich³ ve Richard Friedman²

¹ *Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Muğla Üniversitesi, Kötekli, 48000 Muğla, Türkiye,*
ikuscu@mu.edu.tr,

² *Mineral Deposit Research Unit, Department of Earth and Ocean Sciences,*
University of British Columbia, Vancouver BC, V6T 1X7, Kanada,

³ *Almaden Minerals Ltd, Suite 1103 - 750 West Pender St, Vancouver, BC V6C 2T8, Kanada.*

Batı Anadolu Kışladağ Au porfiri ve Ovacık epitermal Au yataklarının bulunup işletilmeye başlanmasından beri altın cevherleşmeleri için önemli bir metalogenik provens olarak bilinmektedir ve çok sayıda altın cevherleşmesini barındırmaktadır. Bu çalışma batı Anadolu'dan seçilmiş toplam 52 altın yatak ve zuhurunun yaşıni ve magmatizma ile olan jeokronolojik çerçevesini ortaya koymaktadır. Bu yataklar epitermal ve porfiri yatak ve/veya zuhurlar olup bunlardan toplam 363 örnek derlenmiştir. Bu örneklerin petrografik analizleri sonrasında Ar-Ar jeokronolojisi için uygun 89 örnek belirlenerek Ar-Ar analizleri için University of British Columbia'da analiz edilmiştir. Bu analizlerde elde edilen Ar-Ar yaşları altın cevherleşmeleri ve magmatizma arasındaki zaman ilişkilerini ortaya koymuştur.

Epitermal ve porfiri yataklar Batı Anadolu'da genellikle porfirik intrüzyonlar, subvolkanik kütleler ya da volkano-tektonik çöküntülerde, kaldera ve volkanoklastik sekanslarda, meta karbonatlarda, ya da grabenlerde; çoğunlukla orojenik çökme ya da blok faylanmasıyla ilişkili fay veya yırtılma zonları boyunca oluşan yataklardır. Ovacık, Efemçukuru, Küçükdere, Kaymaz, Ağdağ, Kirazlı, Doğancılar, Kartaldag, Madendağ, Serçeler, Kepez, Eğmir, Kuşçayır, Beyköy, Cebrail, Göynük, Avcılar, Kısacık, Gökköy, Arapdağ, Keditaşı, Yatıktaş, Sarısu, ve Şahinli bu çalışma kapsamında ele alınan epitermal yatak/zuhurlardır. Öte yandan porfiri yataklar Dereköy, Şükrüpaşa, Muratdere, Tüfekçikonak, Kuşçayır, Kartaldağ, Pirentepe, Ağdağı, Tepeoba, Sandıklı olarak yer almaktadır.

Hem alterasyon zonlarından hem de taze magmatik kayaçlardan derlenen mineraller (serizit, biyotit, hornblend, K-feldispat, turmalin) üzerinde yapılan Ar-Ar jeokronoloji çalışmaları, Batı Anadolu'daki porfiri-epitermal Cu-Au cevherleşmelerinin Geç Kretase-Geç Miyosen zaman aralığında olduğunu ve bunların uzay-zaman ilişkisi bakımından altı ardışık fazda meydana geldiğini göstermektedir: (1) Geç Kretase (82-70 My) kalkalkalen magmatik komplekslerle ilişkili porfiri Mo-Cu cevherleşmeleri (Dereköy, Şükrüpaşa), (2) Orta Paleosen-Orta Eosen (57-37 My) volkano-plütonik kayaçlarla ilişkili porfiri Cu-Mo, Au ve epitermal Au-Ag cevherleşmeleri (Muratdere, Tüfekçikonak, Kaymaz, Kuşçayır, Kartaldağ, Madendağ, Serçeler, Kirazlı, Pirentepe), (3) Geç Eosen-Erken Miyosen (28-23 My) kalkalkalen volkano plütonik komplekslerle ilişkili porfiri Mo-Cu, Au, Cu-Au ve epitermal Au, Fe-Cu-skarn cevherleşmeleri (Tepeoba, Şamlı, Evciler, Küçükdere, Ağdağ, Halilağa, Eğmir, Ayazmant), (4) Erken Miyosen (22-20 My) kalkalkalen volkanik ve plütonik topluluklarla ilişkili epitermal cevherleşmeler (Kepez), (5) Orta Miyosen (20-15 My) kalkalkalen volkano-plütonik komplekslerle ilişkili cevherleşmeler ve (6) Orta-Geç Miyosen (14-11 My) alkali kayaçlarla ilişkili cevherleşmeler (Kışladağ, Sandıklı, İnlice).

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu, Epitermal, Porfiri, Cu-Au cevherleşmeleri, Ar-Ar jeokronolojisi

THE GEOCHRONOLOGY OF GOLD-COPPER DEPOSITION AND TEMPORAL ASSOCIATION WITH MAGMATIC ROCKS IN WESTERN ANATOLIA

İlkay Kuşçu¹, Gonca Gençalioğlu-Kuşçu¹, Richard Tosdal²,
Thomas Ulrich³ and Richard Friedman²

¹ *Geological Engineering Department, Muğla University, Kötekli, 48000 Muğla, Türkiye, ikuscu@mu.edu.tr,*
² *Mineral Deposit Research Unit, Department of Earth and Ocean Sciences, University of British Columbia,*

Vancouver BC, V6T 1X7, Canada

³ *Almaden Minerals Ltd, Suite 1103 - 750 West Pender St, Vancouver, BC V6C 2T8, Canada*

The western Anatolia has long been known as metallogenic province for Au porphyry mineralization since the discovery of Kışladağ porphyry and Ovacık epithermal gold deposits, and contains several porphyry mineralizations. A total of 52 prospects/deposits known to contain gold mineralization were examined for age of ore deposition temporal association of gold deposition and magmatism in the western Anatolia. These include

mainly epithermal and porphyry deposits and/or prospects. 363 samples from the alteration zones and fresh magmatic host rocks were collected. These samples were examined under the microscope, and a total of 89 samples suitable for Ar-Ar geochronology were selected for geochronological analyses.

The epithermal and porphyry deposits are commonly localized within or around porphyry intrusives, subvolcanic masses or in volcano-tectonic depressions, volcanoclastic sequences, meta-carbonates, calderas, and grabens, typically in faults and fissures related to block faulting and/or orogenic collapse. The epithermal deposits/prospects included in this work are; Ovacık Au-Ag, Efemçukuru Au, Küçükdere Au-Ag and Kaymaz Au as well as Ağdağ, Au, Kirazlı, Doğancılar, Kartaldağ Au, Madendağ Au-Ag, Serçeler Cu-Au, Kepez Au, Eğmir Au, Kuşçayır Au, Beyköy Sb-Hg-Au, Cebraile Hg-Au, Göynük Sb-Hg-Au, Avcılar Au, Kısacık Au, Gökköy, Arapdağ Au, Keditaşı Au, Yatıktaş Au, Sarısu Hg, and Şahinli Au; and the porphyries included in this work are Dereköy Cu-Mo, Şükrüpaşa Cu-Mo, Muratdere Mo-Cu, Tüfekçikonak Mo-Cu, Kuşçayır Au-Cu, Ağdağı Au-Cu, Pirentepe Au, Tepeoba Cu-Mo, Sandıklı Cu-Au, Halilağa Cu-Au, Armutveren Cu, Topukdere Cu-Mo, Üsküfcü Cu deposits/prospects.

The Ar-Ar geochronology carried out on the mineral separates (sericite, biotite, hornblende, K-feldspar and tourmaline) from alteration zones and fresh magmatic rocks revealed that the hydrothermal systems resulted in porphyry and epithermal mineralization in western Anatolia took place between Late Cretaceous to Late Miocene, and are spatially-temporally related to six successive pulses of magmatism. These are; (1) a Late Cretaceous (81.9-70.37 Ma) calc-alkaline igneous complexes mainly to the northern promontory of Turkey (Thrace region, Strandja massif, northern Turkey) (Dereköy, Şükrüpaşa), (2) Middle Paleocene-Middle Eocene (57.3-36.9 Ma) magmatic associations (Muratdere, Tüfekçikonak, Kaymaz, Kuşçayır, Kartaldağ, Madendağ, Serçeler, Kirazlı, Pirentepe) exposed mainly within the Biga Peninsula and southern coasts of Marmara sea, (3) Late Eocene-Early Miocene (28-22.7 Ma) calc-alkaline volcano-plutonic complexes (Tepeoba, Şamlı, Evciler, Küçükdere, Ağdağ, Halilağa, Eğmir, Ayazmantı), (4) Early Miocene (22.3-20.1 Ma) volcanic and plutonic calc-alkaline associations (Kepez and Baklan), and (5) Middle Miocene (20-15) calc-alkaline volcano-plutonic rocks mainly at Biga Peninsula, and (6) Middle-Late Miocene (14-11 Ma) alkaline rocks (Kışladağ, Sandıklı, İnlice) at the southern margin of the region.

Key Words: Western Anatolia, Epithermal, Porphyry, Cu-Au mineralization, Ar-Ar geochronology.

ALADAĞ Fe-Pb-Zn-Cu SKARN YATAĞININ (EZİNE-ÇANAKKALE) JEOLOJİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Fetullah Arık¹ ve Ümit Aydin²

¹ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,

Alaaddin Keykubat Kampüsü Selçuklu Konya, Türkiye, fetullah42@hotmail.com,

² Maden Tektik Arama Genel Müdürlüğü maden Etiüd Dairesi, Ankara, Türkiye.

İnceleme alanı Ezine İlçesi'nin (Çanakkale) 8 km güneybatısındaki Aladağ ve çevresinde yaklaşık 80 km²'lik bir alanı kapsamakta olup yörede Prekambriyen-Holosen zaman aralığında oluşan birimler yüzeylemektedir. Pre-Alt Kambriyen yaşlı düşük dereceli metamorfik kayaçlarla temsil edilen Geyikli formasyonu inceleme alanının temelini oluşturmaktır ve Orta-Üst Permilen yaşlı rekristalize kireçtaşlarından oluşan Bozalan formasyonu tarafından örtülmektedir. Kretase yaşlı Denizgören ofiyolitler diğer birimler üzerinde tektonik sınırla durmaktadır. Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Hallaçlar volkanitleri diğer birimleri örterken Hallaçlar volkanikleri ile aynı yaşlı olan ve başlıca kuvars-monzonit, monzonit, monzonit porfir, siyenit porfir ve kuvars siyenit porfirlerden oluşan Kestanbol plütonu diğer birimleri kesmektedir. Alt-Orta Miyosen yaşlı Ezine volkanikleri ise piroksen andezit ve traktitlerden oluşmaktadır. Pliyokuvaterner yaşlı az, tatturulmuş konglomera, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşan Bayramiç formasyonu ise bütün birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.

Aladağ'ın kuzeyinde Bozalan formasyonuna ait karbonatlı kayaçlar ve Denizgören ofiyolitlerini kesen Kestanbol plütonu arasında plütonun sokulumuna bağlı olarak kontakt metazomatik bir zon ve skarn tip mineralizasyon gelişmiştir. Skarn zonu belirlenen mineral parajenezine göre endoskarn ve ekzoskarn zonu olarak iki ayrılabilir. Endoskarn zonunda kırmızı-kahverengi granat (andradit) ve epidot ile birlikte galenit, sfalerit ve kalkopiritler bulunmaktadır. Eksoskarn zonunda ise yeşil garanat (grossular), proksen (ojit, diyopsit), amfibol (aktinolit-tremolit) epidot grubu (epidot, zoosit, klinozoisit) gibi Ca-silikat mineralleri ile birlikte magnetit, hematit, az miktarda kalkopirit ve pirit oluşumları bulunmaktadır. Skarn zonunda ayrıca ikincil kovellin, dijenit, seruzit ve malahitler oluşmuştur. Plütonun ofiyolitlerle sınırında ise yer yer talk ve amfibol asbest oluşumları vardır.

Endoskarn zonu Pb-Zn-Cu bakımından zengin olup bu kesimden alınan cevherli örneklerde ortalama SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Cu, Pb ve Zn miktarları sırasıyla % 41.77, 4.28, 15.93, 3.53, 4.5 ve 4.83'tür. Aynı

örneklerdeki 34 ppm Ag ve 23 ppb Au dikkati çekmektedir. Eksoskarn zonunda ise Fe miktarı yüksek olup ortalama Fe_2O_3 miktarı % 66.75 iken SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO miktarları sırasıyla % 14.85, 1.37, 4.34 ve 8.63'tür. Eksoskarn zonunda Cu, Pb, Zn ve Ag ise sırasıyla 112, 162, 213 ve 0.4 ppm'dir. Skarn zonu örneklerinde sokulum kayacından itibaren dış zonlara doğru Ca ve Mg miktarlarında belirgin bir artış vardır.

Anahtar Kelimeler: Skarn tip mineralizasyon, kontakt metazomatizma, endoskarn, ekzosakarn, maden yatağı, Kestanbol, Aladag, Ezine.

GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS AROUND THE ALADAG (EZINE/CANAKKALE) Fe-Pb-Zn-Cu SKARN DEPOSIT

Fetullah Arık¹ and Ümit Aydin²

¹Selcuk University, Department of Geological Engineering, Konya, Turkey, fetullah42@hotmail.com,

²General Directorate of Mineral Research & Exploration, Ankara, Turkey.

The study area located around the Aladağ 8 km southwest of Ezine County (Çanakkale-Turkey) and covers about 80 km². Pre(?) Cambrian to Holocene aged magmatic, metamorphic and sedimentary rocks crop out in the study area. The basement of the study area is formed by low-grade metamorphic rocks of the Lower Cambrian- Pre(?) -Lower Cambrian aged Geyikli formation and covered by recrystallized limestones of the Middle-Late Permian Bozalan Formation. Cretaceous aged Denizgören Ophiolites thrusted over the older units. Upper Oligocene-Lower Miocene Hallaclar Volcanics cover the other units while same aged and represented by mainly quartz-monzonite, monzonite, monzodiorite porphyry, syenite porphyry and quartz-syenite porphyry Kestanbol Pluton cuts the older units. Lower- Middle Miocene aged Ezine Volcanics composed of pyroxene-andesite and trachyte. Plio-Quaternary Bayramiç Formation overlaid these units with disconformity and also consists of slightly cemented conglomerate, sandstone and mudstone.

A contact metasomatic zone and skarn type mineralization was developed between the carbonate rocks of Bozalan Formation together with Denizgören ophiolites and Kestanbol pluton depending on the intrusion of the pluton at the north of Aladag. Skarn zone can be divided into two zones such as exoskarn and endoskarn according to the mineral paragenesis. Red-brown garnet (andradite) and epidote together with galena, sphalerite, and are chalcopyrites were developed in the endoskarn zone. Some Ca-silicate minerals such as green garnet (grossular), proksen (augite, diopside), amphibole (actinolite-tremolite), epidote group (epidote, zoisite, clinozoisite), with magnetite, hematite and small amount chalcopyrite and pyrite formation were observed in the exoskarn zone. In addition secondary ore minerals such as covellite, digenite, seruzite and malachite were formed in the skarn zone. Amphibole asbestos and talcs were formed in the contact of the pluton and ophiolites

Endoskarn this zone is rich in Pb-Zn-Cu and the amounts of SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Cu, Pb and Zn samples taken from this zone are 41.77%, 4.28, 15.93, 3:53, 4.5 and 4.83% respectively. In the same samples 34 ppm Ag and 23 ppb Au is noteworthy. The amount of Fe_2O_3 was higher as 66.75% while the amount of SiO_2 , Al_2O_3 , MgO and CaO are 14.85%, 1.37%, 4.34% and 8.63% respectively in the Exoskarn zone. Cu, Pb, Zn and Ag amounts are 112, 162, 213 and 0.4 ppm respectively in the exoskarn zone. There is a significant increase in the amounts of Ca and Mg from intrusion rocks to wall-rocks in the skarn zone.

Key Words: Skarn-type mineralization, contact metasomatism, endoskarn, exoskarn, ore deposit, Kestanbol, Aladag, Ezine.

ARPAÇUKURU (SİMAV-KÜTAHYA) Fe-Cu-Zn-Pb CEVHERLEŞMESİNİN PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Yeşim Bozkır Özén ve Fetullah Arık

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya, Türkiye, ybozkir@selcuk.edu.tr

Arpaçukuru Fe-Cu-Zn-Pb cevherleşmesi, Anatolit tektonik kuşağının batısında, İzmir-Ankara zonunun güneyinde, Menderes Masifi kuzeyi ile İç Batı Anadolu Bölümü'nün kuzeyinde bulunan Simav (Kütahya) ilçesine bağlı Örey (Öreğler) Kasabası'nın 2,5 km güneybatısında yer almaktadır.

Prekambriyen yaşılı Menderes Masifi Metamorfiklerine ait Kalkan formasyonu bölgede temeli oluşturmaktadır. Arpaçukuru Fe-Cu-Zn-Pb cevherleşmesi, Kalkan formasyonuna ait biyotit-gnaysları kesen granit porfirin kırık ve çatlakları boyunca bulunmaktadır. Kalkan formasyonuna ait porfiroblastik ve

lepidoblastik dokulu biyotit-gnayalar başlıca biyotit (%30-45), kuvars (%27-35), plajiyoklas (%14-28), ortoklas (%15-25), klorit (%8-13), muskovit (%8-10), apatit (%1-2) ve epidot (%2-3) içermektedir. Ortoklasların büyük bir çoğunluğu gerileyen metamorfizma ile serisite dönüştümüşlerdir. Biyotit-gnayaları kesen granit porfir içerisinde ise ortoklas (~%74), kuvars (~%20), plajiyoklas (~%5) ve opak mineraller (~%1) gözlenmiştir.

Arpaçukuru Fe-Cu-Zn-Pb cevherleşmesinde birincil cevher minerallerini çokluk sırasına göre, manyetit (muşketofit), kalkopirit, pirit, sfalerit, fahlerz, arsenopirit ve kovellin oluşturmaktadır. İkincil cevherleşme ise limonit, hematit ve götit ile temsil edilmektedir. Muşketofitler yaygın olarak çubuklu kristaller şeklinde gözlenmektedir. Muşketofitler içerisindeki hematit kalıntıları ikincil oluşumun kanıtı olarak gösterilebilir. Cevherleşme içerisinde muşketofitin varlığı ve hidrotermal kaynaklı minerallerle birlikte bulunması kontakt metazomatizma ile olduğunu göstermektedir. Kataklastik yapılı, süngerimsi dokulu, yarı özçekilli ve yer yer de özçekilli piritler, kırık ve çatlaklı boyunca ayışarak ileri derecede limonite dönüşmüştür. Ana cevher damarlarının dışında granit porfirin içerisindeki ince damar ve damarcıklar boyunca yaygın olarak özçekilli ve süngerimsi dokulu yer yer limonit, götit ve lepidokrosite dönüşmüş piritlerle birlikte az miktarda manyetit oluşumları vardır. Cevher mikroskobisi çalışmaları ile piritlerin, granit porfirin kırık ve çatlaklı boyunca hidrotermal akışkanlarla üç ayrı evrede bölgeye geldiği açık bir şekilde gözlenmiştir. Cevherleşme içerisindeki minerallerin oluşum sırası ise, pirit-I, kalkopirit, sfalerit, arsenopirit, pirit-II, manyetit, fahlerz ve pirit-III şeklindedir.

Anahtar Kelimeler: Cevher mikroskobisi, Jeokimya, Arpaçukuru, Simav.

PETROGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF ARPAÇUKURU (SIMAV-KÜTAHYA) Fe-Cu-Zn-Pb MINERALIZATION

Yeşim Bozkır Özén and Fetullah Arık

¹*Department of Geological Engineering, Selçuk University, Selçuklu, Konya, Turkey,
ybozkir@selcuk.edu.tr*

Arpaçukuru Fe-Cu-Zn-Pb mineralization is situated in southwest 2,5 km of Örey (Öregler) town (Simav-Kütahya) located in the western part of Anatolian tectonic belt, in southern part of İzmir-Ankara zone, and in northern part of Menderes Massive and part of the Inner West Anatolian.

Pre-Cambrian Menderes Massive Metamorphics (Kalkan formation) is situated at the base in the region. Arpaçukuru Fe-Cu-Zn-Pb mineralization is situated throughout fractures and fissures of granite porphyry cut the biotite-gneiss of Kalkan formation. In porphyroblastic and lepidoblastic textured biotite-gneiss, belonging to Kalkan formation, consist of biotite (30-45%), quartz (27-35%), plagioclase (14-28%), orthoclase (15-25%), chlorite (8-13%), muscovite (8-10%), apatite (1-2%) and epidote (2-3 %). Most of the orthoclases turned into serisite in consequence of retrograde metamorphism. Orthoclase (~74%), quartz (~20%), plagioclase (~5%) and opaque minerals (~1%) were observed in the granite porphyry that was cut the biotite-gneiss.

In the Arpaçukuru Fe-Cu-Zn-Pb mineralization, primary ore minerals are magnetite (mushketoffite), chalcopyrite, pyrite, sphalerite, fahlore, arsenopyrite and covellite, respectively. Secondary mineralization is represented by limonite, hematite and goethite. The mushketoffites are generally observed as sticky crystals. Hematite relicts in the mushketoffites could be point out as evidence of secondary formation. In the mineralization the presence of the mushketoffite and situated with hydrothermal minerals can be suggested that is formed with contact metasomatism. Cataclastic structured, spongy textured, and commonly sub-idiomorphic and rarely idiomorphic pyrites were altered and turned into limonite throughout fractures and fissures. Commonly idiomorphic and spongy textured pyrite, turned partially into limonite, goetite and lepidocrocite and rarely magnetite were observed throughout fissures and fractures of veins and veinlets of the granite porphyry apart from the main ore veins. Pyrites that come with hydrothermal fluids with three different stages throughout fissures and fractures of the granite porphyry to the area were clearly observed with ore microscopy studies. In the mineralization, succession is pyrite-I, chalcopyrite, sphalerite, arsenopyrite, pyrite-II, magnetite, fahlore and pyrite-III.

Key Words: Ore microscopy, Geochemistry, Arpaçukuru, Simav.

MANSURLU HAVZASI DEMİR YATAKLARININ OLUŞUM SÜREÇLERİNE BEKİRHACILI'DAN (FEKE-ADANA) BİR BAKIŞ

**Deniz Tiringa¹, Taner Ünlü², Necdet Arda¹, Yılmaz Çelik¹,
Bülent Ateşçi¹ ve İ.Sönmez Sayılı²**

¹ MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06800, Ankara, Türkiye,
tiringa@mta.gov.tr,

² Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara Üniversitesi, 06100, Tandoğan, Ankara, Türkiye.

Toridler tektonik birliği içinde yer alan Bekirhacılı köyü ve çevresinde Geyikdağı Birliği'ne özgü; Emirci formasyonu (Prekambriyen), Zabuk formasyonu (Alt Kambriyen), Değirmentaş formasyonu (Orta Kambriyen) ve Armutludere formasyonu (Ordovisiyen) litolojileri yüzeyler. Havzada yapılan öncel çalışmalarla Emirci formasyonu içerisinde rastlanmış bulunan asit ve ortaç volkanik kayaçlara, Bekirhacılı köyünün güneyinde bazik volkanik kayaçların da eşlik ettiği saptanmıştır. Bu lokasyondan derlenen örneklerde yapılan mineralojik, petrografik ve kimyasal analizler sonucu, kayaçların diyabaz türünde olduğu belirlenmiştir. Olasılıkla Prekambriyen'de bir yay ardi havzada açılmış rifte işaret eden bu bimodal volkanizmaya ait bulgular, havzadaki demir yataklarının kökenine ışık tutar niteliktedir.

Prekambriyen zamandaki az oksijenli indirgen atmosfer şartları düşünüldüğünde, demirin Fe^{+2} iyonları şeklinde karalardan denizlere taşınmasının zorluğu nedeniyle, volkanosedimanter oluşum modeli bu koşullarda ağırlık kazanmaktadır. Riftleşmeye bağlı olarak sokulum yapan gabro türü kayaçlardan demir elementince beslenen hidrotermal sıvılar, denizel havza ortamının Fe^{+2} iyonlarında zenginleşmesini sağlayacaktır. Demir iyonları, havzaki ortam koşullarına bağlı olarak farklı türlerde demir mineralleri şeklinde çökeleceklerdir. Mansurlu havzasında gözlenen demir yatak ve zuhurlarında yapılan gözlemler ve önceki çalışmacılar tarafından da kabul edilen görüşlere göre, demirin kaynağı, Prekambriyen yaşlı Emirci formasyonu içerisinde gözlenen sedimanter pirit, siderit ve hematitlerdir.

Bekirhacılı köyü ve yakın çevresinde volkanosedimanter oluşumun küçük bir modeli gözlenmektedir. Köyün güneyindeki diyabaz ve bazik volkanitlerinden türeyen demir iyonları, sedimanter bir havzayı temsil eden Bekirhacılı köyünde; dar bir alanda gözlenen bitümlü şistler içerisinde piritler (sülfür zonu), bunların kuzeydoğusundaki Taşlıtepe demir yatağında siderit ve/veya siderit dönüşüm ürünü veya birincil oluşumlu hematitler (karbonat zonu) ve güneybatisındaki spekülarit yatağında (oksit zonu) ise spekülaritler olarak çökelmiştir.

Mansurlu havzasının hemen tamamındaki yatak ve zuhurlarda pirit, siderit, hematit ve dönüşüm ürünü zengin cevherlerin gözlenmesi, Bekirhacılı köyündeki bu modelin, havzanın tamamını karakterize ettiği görünümü desteklemektedir. Günümüzde işletilen yüksek tenörlü cevherler, yan kayaçlarla tektonik ilişkilidir. Bu görünümüne göre cevherler, oluşumlarından sonra gelişen faylarla kırılıp tektonik olarak taşınarak yüzeylemişler, ayrıca bu fayları kullanan çözeltilerin etkileriyle de zenginleşmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Mansurlu, Bekirhacılı, Bimodal volkanizma, Demir, Volkanosedimanter oluşum.

A VIEW FROM BEKİRHACILI (FEKE-ADANA) OF FORMATION PROCESSES OF MANSURLU BASIN IRON DEPOSITS

**Deniz Tiringa¹, Taner Ünlü², Necdet Arda¹, Yılmaz Çelik¹,
Bülent Ateşçi¹ and İ.Sönmez Sayılı²**

¹ MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06800, Ankara, Türkiye,
tiringa@mta.gov.tr,

² Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara Üniversitesi, 06100, Tandoğan, Ankara, Türkiye.

A variety of formations peculiar to Geyikdağı Unit of Tauride Tectonic Belt are located Bekirhacılı village and its surrounding. Emirci formation (Precambrian), Zabuk formation (Lower Cambrian), Değirmentaş formation (Middle Cambrian) and Armutludere formation (Ordovician) are some of those exposed in the region. Based on previous works in the basin, acidic and intermediate volcanic rocks of Emirci formation are accompanied by basic volcanic rocks to the south of Bekirhacılı village. Based on mineralogical, petrographical and chemical determinations of the samples collected from this location, these rocks are classified as diabase in composition. Findings regarding bimodal volcanism in rifting back-arc basin which was likely developed during Precambrian provides useful clues to the origin of iron deposits in the basin.

When evaluated a reduced atmospheric conditions that prevailed during Precambrian, a volcanogenic sedimentary model is suggested due to difficulty of mobility of Fe⁺² from sub-areal to marine environments. Hydrothermal fluids enriched in iron elements sourced from rifting related gabbroic rocks gave rise to concentration of Fe⁺² ions in the marine basin setting. Iron ions precipitate in the form of different types of ion compounds, depending on the environmental condition of the basin. According to researches on the iron deposits and occurrences in the Mansurlu basin and previous studies conducted by investigators, the source of iron is believed to be sedimentary pyrite, siderite and hematite in the Precambrian aged Emigazi formation.

A small-scale model of volcano-sedimentary formation are observed in Bekirhacılı village and its surrounding. Iron ions derived from diabase and basic volcanics in the southern part of village, precipitate as pyrite (sulphur zone) in bituminous schist of Bekirhacılı village, as siderite and/or replacement products after siderite or primary hematite (carbonate zone) in Taşliktepe iron deposit exposed in the northeastern sector of the village and as specularite in the specularite deposit (oxygenated zone) exposed in the southwest of village.

Nearly all of the deposits and occurrences in the Mansurlu basin contain pyrite, siderite, hematite and replacement products after such minerals. That is why, volcanogenic sedimentary model formed for Bekirhacılı support the idea that this model represent the whole basin. High grade ores in operation are tectonically related to host rocks. In such a case, ores were destructed and exposed by means of post-ore faults and enriched by fluids migrating same fractures.

Key Words: Mansurlu, Bekirhacılı, Bimodal volcanism, iron, volcano-sedimentary formation.

VOLKANİK MASİF SULFİD YATAĞINDA MİNEROLOJİ, İZ ELEMENT VE NADİR TOPRAK ELEMNET JEOKİMYASI: KOÇALI BAKIR CEVHERLEŞMESİ (ADIYAMAN, GD TÜRKİYE)

Muharrem Akgül¹ ve Ömer Nedim Alçıçek²

¹*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Fırat Üniversitesi, 23119, Elazığ, makgul@firat.edu.tr,*

²*MTA Bölge Müdürlüğü, Malatya, Türkiye.*

Bakır cevherleşmeleri Üst Kretase'de Arap platformu üzerine yerleşen Koçalı karmaşığı içerisindeidir. Çalışma alanının temelini Koçalı karmaşığına ait spilitik yastık lavlar ve diyabazdan oluşan Tarasa formasyonu, pelajik sedimanlar ve spilitik yastık lavlarından oluşan Konak formasyonu ve serpentin, diyorit ve diyabazlardan oluşan Kale formasyonu oluşturmaktadır. Ancak inceleme alanı ve yakın çevresinde yarı derinlik kayaçları, yüzey kayaçları ve bu birimler ile ardalanmalı derin deniz sedimanları ve çörtler izlenmektedir.

Bakır cevherleşmesi Havşadere ve Kevriker tepe bölgesinde görülmektedir. Havşadere cevherleşmesi agası şekilde olup K80⁰B / 50⁰KD' duruşuna sahiptir. Kevriker tepedeki cevherleşme masif olup, D-B / 55⁰KD konumunda yer almaktadır. Cevherleşmenin üst bölümünde demir şapka ve masif cevher bulunurken, bunların altında ağısı cevher bulunmaktadır.

Mikroskopta görülen cevher mineralleri birincil olarak pirit, kalkopirit, bornit, manyetit, ve sfalerit; ikincil olarak ise kalkozin, kovellin ve limonitdir. Yan kayaçlarda kloritleşme, karbonatlaşma, epidotlaşma ve silisleşme görülmektedir.

Sedimanter, volkanogenik ya da diyajenetik kökenli şeyller içindeki pirit ya da pirotinlerde yüksek Co ve Ni içerikleri gözlenmekle beraber Co/Ni oranları birden küçüktür. Hidrotermal kökenli sulfidlerde genellikle düşük Co ve Ni içerikleri gözlenir (100 ppm'den daha az) ve Co/Ni oranları birden daha büyütür. Koçalı cevherleşmelerine ait piritlerden yapılan analizlerde Co/Ni oranlarının 1'in üzerinde (21,68) olduğu görülür. Bunun yanısıra düşük Ni (ortalama 60 ppm) ve yüksek Se (ortalama 66 ppm) değerleri gösterirler. Bu durum cevherleşmelerde hidrotermal süreçlerin etkin olduğunu açıkça göstermektedir. Aynı zamanda çalışma alanındaki cevher örneklerin kondridite normalleştirilmiş değerleri Kuzey Amerika Şeyl Bileşimi (NASC) ve Avrupa Şeyllerinin (European Shale) kondridite normalleştirilmiş değerleri ile karşılaştırılmıştır. Şeyllerde, kondridite normalleştirilmiş Nadir Toprak Element (REE) değerlerinin kondriditler göre yaklaşık 30 ila 100 kat zenginleşikleri görülmektedir. Çalışma alanındaki örneklerin REE içeriklerinin kondridite benzer değerler gösterir. Bu durum cevherleşmeyi oluşturan metallerin denizel sediman kökenli olmayıp magmatik kayaçlar ile ilişkili olduğunu işaret etmektedir. Çalışma alanındaki cevher minerallerinden seçilen 10 adet örnekte (Geochron Laboratuvarında, ABD) δ³⁴S analizi yapılmıştır. Çalışma alanındaki pirit ve kalkopirit örneklerinde ³⁴S / ³²S değerleri -1,1 ile -2,0 arasında değişmektedir. Bu değer dar bir aralık ve sıfıra yakın bir değerdir. Bu nedenle kükürdüün kaynağının magmatik kökenli olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak, Koçalı bakır cevherleşmesinin Koçalı Ofiyolitine ait diyabaz ve bazaltlar içerisinde gelişmiş Kıbrıs tipi Masif sulfit yatağı şeklinde oluşu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Koçalı, Masif Sulfit Yatağı, Ofiyolit, Cu cevherleşmesi

**MINERALOGY AND GEOCHEMISTRY OF TRECE ELEMENTS AND
REE IN VOLCANIC MASSIVE SULPHIDE DEPOSITS:
KOÇALI CU MINERALIZATION (ADIYAMAN SE TURKEY)**

Muharrem Akgül¹ and Ömer Nedim Alçıçek²

¹ *Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Fırat Üniversitesi, 23119, Elazığ, makgul@firat.edu.tr*

² *MTA Bölge Müdürlüğü, Malatya, Turkey.*

The Copper mineralizations are outcropped in the Koçalı Melange, which is trusted over Arabian platform at Upper Cretaceous, are located to the north of Adiyaman. In the study area, the basement consist of basalt and diabase (Tarasa Formation), radiolarian, pelagic limestones and basalt (Konak Formation) and serpentine, diorite and diabase (Kale Formation) which are belong to allochthonous Koçalı Melange.

The structure of ore, which takes part in Havşa dere stockwork mineralization, is N 80° W/50°NE. The geometry of Kevrikev tepe mineralizations is lenticular and the lenses are conformable with the pelagic limestones, as well as pillow basalt lavas. The position of ore is E-W/55°N in this area.

The observed primary ore minerals are pyrite, chalcopyrite, bornite, magnetite and sphalerite; secondary ore minerals, chalcosine, covellite, and limonite. Chloritization, carbonatization, silisification and epidote alterations are observed in wall rocks near mineralizations.

The pyrites and pyrhotites in the sediment, volcanic or diagenetic based shales are observed to consist of high level of Ni and Co and the Co/Ni ratio is similar then one. It is observed that hydrothermal based sulfides in general consist of low level Co and Ni (less then 100 ppm) and their Co/Ni ratio is higher then one. The concentration of elements (done performed) in pyrites of Koçalı mineralization showed that the Co/Ni ratio is higher than 1 (21.88% on average). Besides low Ni (60 ppm on average) and high Se values (66 ppm on average) are observed. These results show that hydrothermal processes are effective in mineralization. Additionally, REE values of ore samples were normalized to the chondrite in the study area and compared to the North American Shale Composed (NASC) and European Shale. It was seen that shales are richer 30-100 times that rare earth elements (REE) in chondritide. The samples in the study area presents REE compositions are similar to the chondritide. Thus it may be concluded that the metals consisting in the mineralization are not sourced of marine sediment but magmatic origin. The $\delta^{34}\text{S}$ values in the 10 ore samples in this study are have been analyzed (Geochron Lab., USA). The $^{34}\text{S} / ^{32}\text{S}$ ratio in pyrite and chalcopyrite change between -1 and -2. These values change interval narrow range and close to zero. Thus it may be concluding that the source of the sulfur is magmatic.

Finally, Koçalı copper mineralization is a Cyprus type massive sulfide deposits and situated in diabase and basalt of Koçalı ophiolites.

Key Words: Koçalı, Massive Sulphide Deposits, Ophiolite, Cu mineralization.

**ACIPAYAM VE BEYAĞAÇ (DENİZLİ, BATI ANADOLU-TÜRKİYE) KROMİT
YATAKLARININ JEOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

Yahya Özpinar, Serkan Kahriman ve Murat Kalkan

*Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kinikli, TR-20070 Denizli, Türkiye,
yozpinar@pau.edu.tr.*

Bu çalışmada, Acipayam ve Beyağaç ilçe merkezlerinin güneyinkı tektonitler de yer alan kromit yataklarının genel jeolojik özelliklerini detaylı olarak tanıtmayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda çalışılan alan dâhilindeki 26 önemli yatak ve 60'a yakın kromit oluşumu incelenmiştir. Önemli kromit oluşumları ve yakın çevresinde 1/2000, 1/500 ve 1/200 Ölçekli jeolojik harita alımları ve litolijik birimlerden derlenen örneklerden de petrografik çalışmalar yapılmıştır. İncelenen alandaki ofiyolitik seriler tektonitler ve damar kayaçları olmak üzere iki ana birim içerirler ve eksik dizi karakterli bir ofiyolit topluluğunu temsil ederler.

Kromit kütleleri, eğer tektonik dokanaklı değil ise, dünitik zonlar içinde yer almaktadır. Dünitik zonun kalınlığı ile kromit kütlesinin kalınlığı arasında bir ilişki bulunmamaktadır. Dünit ve harzburgit dokanakları geçişli olarak bulunmaktadırlar. Kromit kütlelerinin konumları, foliasyon düzlemleri ile uyumludur. Dünitik zonların haritalanması yeni kromit oluşumlarının bulunmasında önemli katkı yaptığı belirlenmiştir.

Merkezsel ve plakamsı şekillerde yataklanma gösteren kromit kütlerinin konumları Acipayam güneyinde $35-55^{\circ}$ E/ 75° W olup, Beyağaç güneyindeki sahanın kuzey kesiminde ($N40-50^{\circ}$ W/30-40° NE) ve güney kesiminde ($N40-50^{\circ}$ W/30-40° SW) oldukları belirlenmiştir. Her iki bölgede de kromit kütlelerinin

konumlarındaki değişim, ofiyolitik kütlenin kıtaya yerleşmesi esnasındaki sıkışma tektoniği, peridotitin serpentinleşme derecesi ve Neotektonik dönemde oluşan normal fayların önemli etkisi olmuştur. Kromit kütlelerinin sınırlandıran faylar, çoğunlukla dünit-harzburgit sınırında gelişmiştir. Birinci derecede egemen olan fay sistemleri $N50-70^{\circ}$ E doğrultu, sağ ve sol yanal atımlı normal ve ikinci derecede egemen olan fay sistemleri de N-S doğrultulu sağ ve sol yanal atımlı normal faylardır. Kütelerin kalınlıkları maksimum 4 m'ye devamlılıkları da maksimum 300-400 m kadar ulaştıkları belirlenmiştir.

Kromit oluşumlarında masif, bantlı saçınımlı ve nodüler cevher tipleri belirlenmiştir. Saçınımlı cevher daha çok bantlı cevhere geçişli olarak izlenir. Kromit örneklerinin mikroskopik incelemelerinde öz, yarı öz ve düzensiz şekilli taneler halinde izlenmiştir. Gang minerali olarak, olivin, ortopiroksen, klorit izlenmiştir. Kromit küteleri peridotitin iç yapısına uyumludur. İçinde bulundukları yan kaya ile eşzamanlı bir oluşum olduğunu belirtmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kromit küteleri, Kromit türleri, Jeolojik özellikler, Tektonik, Acıpayam-Beyağaç, Türkiye.

GEOLOGICAL PROPERTIES OF ACIPAYAM AND BEYAĞAÇ (DENİZLİ, WEST ANATOLIAN, TURKEY) CHROMITE DEPOSITES

Yahya Özpinar, Serkan Kahriman and Murat Kalkan

Pamukkale University, Department of Geological Engineering, Kinikli, TR-20070 Denizli, Turkey,
yozpinar@pau.edu.tr.

In this study, the detailed investigations of general geological properties of chromite deposits in tectonites located Acıpayam and Beyağaç have been aimed. According to this aim, in the investigated area, 18 important chromites deposits and nearly 60 chromites occurrences have been investigated. In the important chromite deposits locations and their surrounding areas, geological maps of 1/2000, 1/500 and 1/200 in scales and petrographic studies of samples collected lithological units were made. In the investigated areas," the ophiolitic serie" consist of tectonites and mafic dikes and they contain two main units and they represent incomplete ophiolitic units.

If the chromite ore body associated with wall rock isn't found as tectonic contacts, they are located within dunitic zones. Between thickness of chromite ore bodies and thickness of dunitic zones are not relationship were determined. Dunite and harzburgite contacts were determined as transitive. Attitudes of chromites ore bodies are conformably found with foliation planes. The mapping of dunitic zones have had great contributions to find the new chromite formations.

The chromite ore bodies observed as masses of lens and layer shapes, in the area located southern part of Acıpayam have structural attitude $35-55^{\circ}$ E/ 75° W and as for the areas located northern and southern part of Beyağaç have structural attitude $N40-50^{\circ}$ W/30-40 NE and $N40-50^{\circ}$ W/30-40 SW respectively. The changing in structural attitude of chromite ore bodies in the both regions, the compressional tectonics formed during settling on the continent of the ophiolitic mass, serpentization processing and normal faults formed Neotectonics period have been important effects. The chromite masses are limited by faults developed boarders of the dunit and harzburgite. The fault systems dominated first grades are $N50-70^{\circ}$ E directions. These are sinistral and dextral oblique faults and the fault systems dominated second grade are N-S direction, these are sinistral and dextral oblique faults. The masses thicknesses were determined maximum 4 meter and continuities maximum 300-400 meter.

In chromite ore bodies, four type's chromites occurrences have been observed. These are massive, nodular, disseminated and banded ores. Disseminated ore mainly is observed transitively to banded ore. According to microscopic investigations of chromite samples, as euhedral, subhedral and anhedral of chromite grains were observed. As gangue minerals, olivine, orthopyroxene and chlorite were observed. The chromite masses are suitable internal structure of peridotite. It indicates that chromite ore bodies have been formed contemporaneously with their enclosing rocks.

Key Words: The chromite ore bodies, Types of chromite, Geological properties, Tectonic, Acıpayam-Beyağaç, Turkey.

FUĞLATEPE (ORHANELİ, BURSA) KROMİT YATAĞININ JEOLOJİK, MİNERALOJİK VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Kamil Kavak, Yüksel Örgün ve Ali Haydar Gültekin

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, Maslak, İstanbul, Türkiye,
kavakk@gmail.com.*

Fuğlatepe kromit ocaklarının da içinde yer aldığı Orhaneli bölgesinde geniş alanlar kaplayan ultrabazik – bazik birim, gerek yerlesimi sırasında, gerekse de daha sonradan bölgeye yerleşen Eosen yaşlı granitik soksulular tarafından oldukça tahrif edilmiş, bol ezikli, kırıklı, çatlaklı, faylı bir yapı kazanmıştır. Ülkemizin önemli krom sahalarından biri olan bölgede, günümüzde düşük tenörlü krom cevherleri hem açık hem de kapalı ocak işletme yöntemleri ile üretilmektedir. Oacaklardaki ortalama işletme tenörü %5 - %7 arasında değişmektedir.

Bölgедe en yaygın kayaç birimini dünitler oluşturur. Bunlara az oranda piroksenit ve serpantinit eşlik etmektedir. Tüm bu kayaç grubu daha genç bazik dayklar tarafından kesilmiştir. Serpentinleşmiş olan dünitlerde karakteristik elek dokusu rahatlıkla gözlenmektedir. Yataktaki ana cevher mineral kromittir. Manyetit, pirit, kalkopirit, pirotin, nikelin, pentlandit, millerit, gibi cevher mineralleri kromite eşlik etmektedir. Kromitler saçılımış kristaller halinde ve tektonik etkenlerle kırılmış, parçalanmış şekilde gözlenir. Kromit kristallerinin boyutu 0,026 – 1 mm arasında değişmektedir.

Yapılan kimyasal analizlerde kromitin yan kayacı olan dünitlerin ortalama kimyasal bileşiminin % 41,82 SiO₂, % 44,49, MgO ve % 9,6 Fe₂O₃ şeklinde olduğu ortaya konmuştur. Çalışma kapsamında 10 adet cevherli kayaç örneğinden hazırlanan parlak yüzeylerde mineral kimyası analizleri yapılmıştır. Analizler TÜBİTAK – MAM Malzeme Enstitüsü Electron Micro – Prob Laboratuvarları'nda SEM/EDS yöntemiyle yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre kromitlerin ortalama kimyasal bileşimi %19.4 Fe, Mg %11.12, Cr %27.47, Al %3.6 olarak belirlenmiştir. Bazı kromit kristallerinde % 4'e varan oranlarda Pt saptanmıştır. Elde edilen bir diğer önemli sonuç da bazı olivin kristallerinin içinde %2.52 - %4.58 değişen oranda Pt saptanmış olmasıdır.

Çalışma kapsamında elde edilen tüm jeolojik, mineralojik ve kimyasal analiz sonuçları birlikte ele alınarak irdelenmiş ve başta kromitlerin kristal boyutları olmak üzere kimyasal bileşiminin cevher üretimine ve zenginleştirilmesine olan etkileri tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Orhaneli, ultrabazik – bazik birim, mineral kimyası, kimyasal analiz, kromit kristali.

GEOLOGICAL, MINERALOGICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF FUĞLATEPE (ORHANELİ, BURSA) CHROME ORE

Kamil Kavak, Yüksel Örgün and Ali Haydar Gültekin

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, Maslak, İstanbul, Turkey. kavakk@gmail.com

Ultrabasic – basic formation which spreads in a wide range in Orhaneli region has gained a considerably destroyed and smashed structure, which is rich in fractures, joints and faults, during its placement and also by the granitic intrusions of Eocene age which took place afterwards. Today in Orhaneli region, one of the significant chrome areas in Turkey, chrome ore of low tenor is produced by application of both open and closed mine methods. The average tenor of processed ore in the quarries varies between 5% and 7%.

Dunites are the most common rocks in the region. They are accompanied by less pyroxenite and serpentinite. All components of this group of rocks are cut by younger basic dykes. Characteristic sieve texture is well observed in serpentinitized dunites. Chromite is the major ore in the ore bed. Small amounts of ore minerals such as nickeline, magnetite, protine, pentlandite, chalcopyrite, millerite have also been observed. Chromites are observed in form of crystals and in a manner of broken and shattered structure due to the tectonic factors. Geological, mineralogical and chemical properties of territory is presented in this study. Dimensions of chromite crystals vary between 0.026 – 1 mm.

The average chemical composition of dunites which are the host rocks of chromites, is stated as 41,82% SiO₂, 44,49 % MgO and 9,6% Fe₂O₃, regarding the chemical analysis performed. Mineral chemistry analysis are carried out on the polished surfaces which are prepared from In scope of study mineral chemistry analyses were performed on prepared 10 nos rock samples. All analyses were carried out in TÜBİTAK – MAM Material Institute Electron Micro – Prob Laboratories by using the method of SEM/EDS. According to results of these analyses the average chemical composition of chromites is determined as Fe %19.4, Mg %11.12, Cr %27.47,

and Al % 3.6. In some chromite crystals Pt up to ratios of 4% has been detected. In addition, another important result obtained is that in some olivine crystals Pt is detected with a ratio varies between %2.52 and %4.58.

In the scope of work, the results of the geological, mineralogical and chemical analyses are evaluated and the effects on the ore production and its enrichment of foremost the crystal size and chemical composition are discussed.

Key Words: Orhaneli, ultrabasic – basic formation, mineral chemistry, chemical analysis, chromite crystal.

SİVAS, ÇETINKAYA-YELLİCE MANYETİT OLUŞUMLARININ MADEN JEOLOJİSİ

Ceyda Öztürk, Taner Ünlü ve İ. Sönmez Sayılı

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Tandoğan, Ankara, Türkiye.
cozturk@eng.ankara.edu.tr.

Çalışma alanı olan Yellice köyü ve yakın çevresinde; Toros platformuna özgü Munzur kireçtaşları üzerine Maastrichtyen öncesi yaşta tektonik olarak yerleşmiş olan ofiyolitik kayaçlar, temeli oluşturmaktadır. Bunların üzerini post-tektonik havza çökelleri (Saya formasyonu ve Sincan grubu) uyumsuz bir biçimde örtmektedir. Üst Kretase ve/veya hemen sonrası yaşlı granitik kayaçlar ile Plio-Kuvaterner yaşlı volkanitler sahada gözlenen magmatik aktiviteyi karakterize etmektedir. Araştırmaya konu edilen ve ağırlıklı bir biçimde manyetitlerden oluşan cevher, ofiyolitik kayaçlara özgü serpantinleşmiş ultramafik kayaçlar içerisinde konumlanır. Yellice sahasında gözlenen birincil cevher mineralleri, likid magmatik evreyi karakterize eden; kromit, manyetit, makinavit kurtçukları içeren pentlandit, pirotin, kübanit lamelleri içeren kalkopirit ve pirit disseminasyonlarından oluşmaktadır. Kromit, manyetit ve sülfit birlikteligidenden oluşan bu birincil parajeneze, bir sonraki evreyi karakterize eden serpantinleşme olayı ile ferromagnezyen minerallerden yoğun bir biçimde açığa çıkan demir elementinin oluşturduğu ikincil manyetit oluşumları ve daha az oranlardaki piritler ile silikat mineralleri eşlik eder. Serpantinleşmiş ultramafik kayaçlar genelde ortalama; % 20,34 toplam Fe_2O_3 , % 0,2564 MnO , % 33,19 MgO , % 1,08 CaO , % 0,14 Al_2O_3 , % 10,49 ateşte kayıp, 5678 ppm Cr_2O_3 , 1772 ppm Ni, 191,7 ppm Co, 280 ppm V_2O_5 , 163 ppm TiO_2 ile % 31,99 SiO_2 , % 0,18 K_2O ve % 0,075 Na_2O içermektedir. Serpantinitler içerisinde mercek şeklinde konumlanan ve ana bileşeni manyetit olan cevherin; ortalama Fe_3O_4 tenörü %18-20 arasında değişmekte olup, 125 milyon ton görünür+olası (muhtemel) rezerv, bu sahada saptanmış bulunmaktadır. Demir oluşumunun ilk evrelerinin ultramafik kayaçlar içerisinde saçılmış (dissemine) tipte gelişerek başladığı, daha sonra ise ultramafik kayaçlardaki ferromagnezyen minerallerin (olivin ve piroksen gibi) serpantinleşmeleri ile açığa çıkan demir elementinin oluşturduğu minerallerle yoğunluk kazandığı tezi, bu çalışma ile övgünleşmektedir. Bu bağlamda, Yellice manyetit oluşumlarının, Divriği demir yataklarının oluşumundan bir önceki oluşum evresini karakterize ettiği görüşü, ağırlık kazanmaktadır. Bu tip oluşumların daha sonraki evrede Divriği demir yataklarında olduğu gibi granitik kayaçlarla kesilmeleri sonucu demirce zengin cevherleşmelerin oluşabileceğini, derinlerde henüz saptanmamış bulunan yeni demir yatak ve zuhurlarının bölgede bulunabilme hedefini gündeme getirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sivas, Çetinkaya, Yellice, Ofiyolit, Demir, Maden Jeolojisi.

MINING GEOLOGY OF THE MAGNETITE OCCURRENCES OF ÇETINKAYA YELLİCE, SİVAS

Ceyda Öztürk, Taner Ünlü and İ. Sönmez Sayılı

Ankara University, Department of Geological Engineering, 06100, Tandoğan, Ankara, Turkey.
cozturk@eng.ankara.edu.tr.

In the study area located at the near vicinity of Yellice, ophiolitic rocks which trusted tectonically before Maastrichtian over Munzur limestones of Taurus platform form the basement. Post-tectonic basin deposits (Saya formation and Sincan group) cover them unconformably. Magmatic activity observed at the field is characterized by granitic rocks of Upper Cretaceous and/or subsequent ages and volcanites of Plio-Quaternary. The ore which is subject to this study mainly composed of magnetites are located within serpentinized ultramaphic rocks of ophiolites. Primary ore minerals observed at the Yellice area, consist of chromite, magnetite, machinavite droplets bearing pentlandite, pyrrhotite, cubanite lamellae bearing chalcocite

and pyrite disseminations characterizing liquid magmatic phase. In addition to this primary paragenesis of chromite, magnetite and sulphide assemblages, secondary magnetite minerals formed from iron elements released intensively from ferromagnesian minerals during serpentinization processes characterize subsequent phase. Small amount of pyrite and silicate minerals accompany to these assemblages. In general, the average composition of serpentinized ultramafic rocks contain 20.34 % Fe₂O₃ (total Fe), 0.2564 % MnO, 33.19 % MgO, 1.08 % CaO, 0.14 % Al₂O₃, 10.49 % ignition loss, 5678 ppm Cr₂O₃, 1772 ppm Ni, 191.7 ppm Co, 280 ppm V₂O₅, 163 ppm TiO₂ and also 31.99 % SiO₂, 0.18 % K₂O and 0.075 % Na₂O. In this study area the ore located as lenses within serpentinites comprises mainly magnetite and reveals an average grade of 18-20 % Fe₃O₄ with visible and probable tonnage of 125 million tons. The hypothesis proposing that early stage of iron formation had started to develop in disseminated type within ultramafic rocks and gained intensity subsequently with the minerals of iron elements released from ferromagnesian minerals such as olivine and pyroxene during the serpentinization processes of ultramafic rocks is the original result of this study. Within this context, the opinion that Yellice magnetite occurrences characterize previous stage of Divriği iron deposits becomes importance. The possibility of iron rich ores that could have formed by granitic rocks intersecting such occurrences mentioned above as the sample of Divriği iron ore deposits, moots the vision for probable target areas with new iron ore deposits and occurrences buried and yet not determined.

Key Words: Sivas, Çetinkaya, Yellice, Ophiolite, Iron, Mining Geology.

DOĞANŞEHİR (MALATYA) KORUND OLUŞUMLARININ GEMOLOJİK DEĞERLENDİRMESİNE DAİR ÖN BULGULAR

Meltem Gürbüz ve İlkay Kaydu

*Mersin Üniversitesi, Taki Teknolojisi ve Tasarımı Yüksekokulu, 33342 Çiftlikköy Kampüsü,
Yenişehir/Mersin, Türkiye, mgurbuz@mersin.edu.tr.*

Gemolojik açıdan yapılan çalışmaların çoğunuğu Batı Anadolu, Orta Anadolu ve Karadeniz Bölgeleri'nde yoğunlaşmaktadır. Gemolojik çalışmalar Doğu ve Güneydoğu Anadolu yok denecek kadar azdır. Malatya ve çevresi ile ilgili jeolojik, petrografik ve mineralojik içerikli birçok çalışma bulunmasına rağmen süstaşı oluşumları konusunda yeterli çalışma bulunmamaktadır. Korundum farklı renkteki çeşitlerinin, granit veya gnays gibi yaşılı, kristalli ana kaya içerisinde gömülülmüş kristaller ve tanecikler şeklinde olduğu, süs taşı çeşitlerinin sıkılıkla kireçtaşısı ile magmatik kayaların kontağında ikincil mineraller şeklinde olduğu bilinmektedir.

Malatya ve çevresinde yer yer felsik ve mafik granitoid sokulumları gözlenmektedir. Bu bölgede yer alan granitoyid Geç Kretase yaşılı bir intrüzyon olup Güneydoğu Anadolu bölgesinde Neotetis'in güney kolumnun kapanımı ile ilişkilidir. Granitoyidler metaofiyolitleri ve karbonat platformunu kesmektedir. Yapılan önceki çalışmalara göre Karbonat platformu ile Granitoyid dokanağı boyunca skarn oluşumlar, endoskarn ve ekzoskarn şeklinde gelişmiştir. Skarn kayaçlarının mineral topluluğu; granat (andradit, grossular), epidot, piroksen (diyopsit, ferrosalit, hedenberjít), plajiklas, K-feldispat (ortoklas), amfibol (hornblend), skapolit (menyonit), kalsit, kuvars, klorit, manyetit ve sfenden oluşmaktadır. Doğanşehir (Malatya) bölgesindeki kayaçların kalkalkalen, I-tipi granitoyid özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmalarda alüminyum doygunluk indeksinin 1.05 ile 1.76 arasında olduğu belirtilmektedir. Granitoyid kayaçlarının volkanik yay ortamında, bölgedeki ofiyolitlerin Geç Kretase'de Neotetisin güney kolu içinde olduğu ve sonrasında metamorfizmaya uğradığı belirtilmektedir.

Bu çalışma kapsamında metamorfik serilerdeki piroksenitlerin içinde saçınımlı halde görülen kırmızı renkli minerallerin, yapılan ince kesit ve XRD-XRF analizleri sonucunda, korund mineralleri olduğu ve iri taneli kesimlerin işlendiğinde süs taşı olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir. Ancak daha iyi örneklerin varlığının tespiti için jeolojik, mineralojik ve gemolojik daha ayrıntılı çalışmalar yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Malatya, korund, mineraloji, gemoloji, süs taşı.

PRELIMINARY FINDINGS ON THE GEMOLOGICAL ASSESSMENT OF DOĞANŞEHİR (MALATYA) CORUNDUM OCCURRENCES

Meltem Gürbüz and İlkay Kaydu

*Mersin University, School of Jewelry Technology and Design, 33342 Çiftlikkoy Campus,
Yenisehir / Mersin, Turkey, mgurbuz@mersin.edu.tr.*

In the Anatolian peninsula, most of the Gemological studies are clustered in Western Anatolia, Central Anatolia and Black Sea regions. Gemological studies in the Eastern and Southeastern Anatolia are very rare. There are many geological, petrographic and mineralogical studies done in Malatya area (Eastern Turkey) and its surroundings, in contrast there are only a few studies done on the occurrence of gem stones. It is known that different colored kinds of corundum are formed in the old, crystalline bedrock in granitic and gneiss in the form of crystals and beads, varieties of gemstone are often occurred as secondary minerals at the contact of limestone and igneous rocks.

At Malatya and its surroundings, felsic and mafic granitoid intrusions are observed place to place. Granitoids in this area are Late Cretaceous in age, are related to the closure of the southern branch of Neotethys in the southern Anatolia Region. Granitoids cut metaophiolites and carbonate platform. According to previous studies, skarn occurrences which is along the boundary of carbonate platform and granitoid, developed in the form of exoskarn and endoskarn. Mineral group of skarn rocks consist of garnet (andradite, grossular), epidote, pyroxene (diopside, ferrosalit, Hedenbergite), plagioclase, K-feldspar (plagioclase), amphibole (hornblende), scapolite (menyonit), calcite, quartz, chlorite, magnetite and sphene. The rocks at Doğanşehir (Malatya) area are in calcalkaline character, I-type granitoids. In addition, the aluminium saturation index is between 1.05 and 1.76. The granitoids were formed in volcanic arc setting and ophiolites were formed in the southern branch of Neotethys at Late Cretaceous and ophiolites went under metamorphism.

In this study, the results of the thin section observations and XRD-XRF analysis of red colored minerals, disseminated in pyroxenites in the metamorphic series indicate the occurrence of corundum mineral and coarse-grained corundum minerals sectors may used as as gem stone. More detailed geological, mineralogical and gemological studies must done in order to find better samples.

Key Words: Malatya, Corundum, mineralogy, gemology, gemstone.

TÜRKİYE'DEKİ YOZGAT-ÇORUM RED-BED TİPİ YATAKLANMALARDA TANIMLANMIŞ BİR CEVHER MİNERALI; DECLOİZİT

Gülay Sezerer Kuru¹, Emin Çiftçi² ve Alper Sakitaş³

¹TMA, Turkey Mineral Explorations, 06520, Ankara, Türkiye,
sezererkuru@turkeymineral.com,

²Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, Maslak, İstanbul, Türkiye,

³Jeoloji Dairesi, MTA Genel Müdürlüğü, 06520, Ankara, Türkiye.

Yozgat-Çorum havzası içinde gelişmiş Red-Bed tipi zenginleşmeler bilindiği gibi düşük tenörlere ancak yüksek rezervlere sahip olmaları ile karakteristikdir. Çalışma alanı içerisinde, yaygın olarak ve birbiriryle geçişli olarak kumtaşları, iri taneli kumtaşları ile çok kötü boylanmış aglomeralar yer almaktadır. Bu aglomeralar ve kalın taneli kumtaşları çoğulukla andezitik-bazaltik kayaçlardan türemiştir. Bu iri kumtaşları ve çakıltaşları üzerinde yapılan kimyasal, mineralojik-petrografik ve kristalografik analizler sonucu yeni bir cevher minerali Decloizit ($PbZn(VO_4)(OH)$) tespit edilmiştir.

Decloizite, Red-Bed tipi zenginleşmelerde Türkiye'de ve/veya Anadoluda ilk defa olarak tanımlanmış bir cevher mineralidir. Deskluvazit, çakıl ve iri taneli kumtaşlarının oluşturan volkanik kayaçların hamurunda yer almaktadır. Oldukça iri taneli olan deskluvazit, içinde bulunduğu kayaçların yaklaşık %50inden daha fazla oranını kapsamaktadır. Deskluvazit, Red-Bed tipi zenginleşmelerde Türkiye'de ve/veya Anadoluda ilk defa olarak tanımlanmış bir cevher minerali olması ve oldukça geniş yayılım sunmaları nedeniyle, bu alanların, ekonomiye kazandırılması açısından tekrar göz önüne alınarak çalışılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Red-bed tipi yataklar, yeni mineral, Decloizit.

IDENTIFIED AN ORE MINERAL FOR YOZGAT-ÇORUM RED-BED TYPE MINERALIZATIONS IN TURKEY: DESCLOIZITE

Gülay Sezerer Kuru¹, Emin Çiftçi² and Alper Sakitaş³

¹TMA, Turkey Mineral Explorations, 06520, Ankara, Turkey, sezererkuru@turkeymineral.com,

²Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, Maslak, İstanbul, Turkey,

³Jeoloji Dairesi, MTA Genel Müdürlüğü, 06520, Ankara, Turkey.

As it is known, Red-Bed type mineral enrichments occurred within the basin of Yozgat-Çorum are characteristic for their low-grade, high-reserve mineralization. In the study area there are commonly observed outcrops of sandstones, coarse-grained sandstones and bad-sorted agglomerates, all of which pass to each other. These agglomerates and coarse-grained sandstones were derived from mostly andesitic-basaltic rocks. Chemical, mineralogical-petrographical and crystallographical analyses conducted on these coarse-grained sandstones and agglomerates reveal that there is a new determined ore mineral called as Descloizite ($PbZn(VO_4)(OH)$).

In this study descloizite is a firstly-described ore mineral for Red-Bed type mineral enrichments in Turkey and/or Anatolia. Descloizite mineral is determined within the groundmass of volcanic rocks, making pebbles and coarse-grained sandstones. Descloizite, which is very-coarse grained, constitutes more than 50% of the rocks found as a host mineral. As descloizite is firstly-described for Red-Bed type mineralizations in Turkey and/or Anatolia and has a wide extent, these fields must be re-assessed taking into consideration their economic value.

Key Words: Red-bed type mineralizations, new mineral, Descloizite.

NEOJEN YAŞLI PİROKLASTİK KAYAÇLAR VE VOLKANO-SEDİMENTER BİRİMLERDEKİ ZEOLİTLERİN OLUŞUMU VE KÖKENİ (HAYDARLI-DİNAR, AFYONKARAHİSAR-TÜRKİYE)

Yahya Özpinar, Murat Kalkan ve Barış Semiz

*Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kinikli, TR-20070
Denizli, Türkiye, yozpinar@pau.edu.tr.*

Çalışma alanındaki Neojen volkano-sedimanter birimlerin temel kayaçlarını İzmir-Ankara zonuna ait ofiyolitik melanj birimleri ve platform karbonat çökelleri oluşturmaktadır. Temel kayaçlar üzerine açısal uyumsuzlukla Miyosen-Pliyosen yaşlı akarsu-göl çökelleri, iki evrede oluşmuş piroklastik kayaçlar ve dört evrede oluşan volkanik kayaçlar gelmektedir. Volkano-sedimanter birimi oluşturan kayaçlar, birinci ve ikinci evrede oluşmuş olan piroklastik kayaçlar ile yanal ve düşey geçişli olarak bulunmakta olup, oluşumlarında blok ve klastca zengin kül ve pümis akma çökellerinin önemli katkısı olmuştur.

Örneklerin mikroskopik ve XRD incelemelerinde zeolit türü ve miktarı (% hacim olarak) belirlenmiştir. Kül akma çökellerini temsil eden ve birinci evrede oluşmuş olan lösititli piroklastica zengin tüflerde zeolit minerali olarak; fillipsit, şabazit ve analsim belirlenmiştir. Bu tüflerin zeolit içerikleri maksimum %70'e kadar ulaşmaktadır. Kül döküntü çökellerini temsil eden fonolitik piroklastça zengin olan tüflerde ise zeolit minerali olarak analsim belirlenmiştir ve bu tüflerin zeolit içerikleri maksimum %50'ye kadar ulaşmaktadır. Göl kıyısını temsil eden çökellerde de, alttan üste doğru, analsim, fillipsit-şabazit ve fillipsitin egemen olduğu zeolit oluşumları meydana gelmiştir. Bu çökellerde de zeolit içeriği maksimum %70'e kadar ulaşmaktadır.

Tüflerdeki zeolitleşme açık hidrolik sisteme meydana gelmiştir. Analsim, şabazit ve fillipsit kristalizasyonu için uygun koşular, solüsyondaki Na/K , Na/H_1^+ ve Si/Al oranları ile sağlanmaktadır. Zeolit oluşumu esnasında, analsim/fillipsit oranı solüsyonun pH ve sıcaklığı ile ilişkili olmalıdır. Fillipsit düşük ve dar bir sıcaklık aralığında oluşmaktadır. Aktif solüsyondaki Na/Ca oranı, alkali zeolitlerin ve/veya Ca -lu zeolitlerin oluşmasını sağlamaktadır. Analsimin Ca -lu zeolitlere dönüşmesi, Na 'nın uzaklaşması ve solüsyona Ca ilavesi sonucu meydana gelmiş olabilir.

Volkano-sedimententer birimlerdeki zeolitleşme, mevcut sıg göl ortamındaki gözenek suyunda Si, Na, K, Al ve kısmen H artmasını ve zeolit oluşumunu meydana getirmiştir. Sıg göl ortamında, alttan üste zeolit mineralojisinin değişmesi, zaman içinde sürekli olarak göl suyundaki alkalinit ve tuzluluğun artlığına işaret etmektedir. Kuru sezonda volkanik camın dissolusyonu ve göl suyunda Na, K ve Al konsantrasyonunun artması, yüksek tuzluluk ve alkaniteli bir ortam oluşturmuştur.

Anahtar Kelimeler: Zeolitler, Analsim, Şabazit, Fillipsit, Piroklastik kayaçlar, Volkano-sedimanter, Neojen, Türkiye.

**OCCURENCE AND ORIGIN OF ZEOLITES IN NEOGENE AGED
PYROCLASTIC ROCKS AND VOLCANO-SEDIMENTARY UNITS
(HAYDARLI-DINAR, AFYONKARAHISAR, TURKEY)**

Yahya Özpinar, Murat Kalkan and Barış Semiz

*Pamukkale University, Department of Geological Engineering, Kinikli, TR-20070
Denizli, Turkey, yozpinar@pau.edu.tr.*

The basement rocks of Neogene volcano-sedimentary units in the investigated area are represented by ophiolitic mélange units and platform carbonate deposits of the İzmir-Ankara zone. Basement rocks are angular unconformably overlain by Miocene-Pliocene aged fluvial-lacustrine deposits, pyroclastic rocks formed in two periods and volcanic rocks formed in four periods. The volcano-sedimentary units are found horizontal and vertical transitional contacts with pyroclastic rocks formed in first and second periods. During the formation of volcano-sedimentary rocks, block and clast -rich ash and pumice flow deposits have important contributed.

Zeolite type and contents (as volume %) in the microscopic and XRD investigations of samples were determined. In the leucite pyroclasts - rich tuffs consist of the first period represented by ash flow deposits, analcime, phillipsite and chabazite as a zeolit minerals were determined. Zeolite contents of these tuffs are reach up maximum 70 %. In the phonolitic pyroclasts- rich tuffs represented by ash fall deposites, analcime as a zeolite mineral were determined and zeolite contents of these tuffs are reach up maximum 50 %. Deposits represented by the edge of lake, from bottom to top, the formation of zeolite dominated analcime, phillipsite-chabazite and phillipsite have occurred. The zeolite contents of these deposits are reaching up maximum %70.

The zeolitisation in the tuffs have occurred in the open hydraulic system. Na/K, Na/H⁺ and Si/Al ratio of solution provide suitable condition for analcime, phillipsite and chabazite crystallization. With pH and temperature of the solution should be related analcime/ phillipsite ratio during the consist of zeolite. Phillipsites are formed in low and narrow temperature range. Na/Ca ratio in the active solution ensure to formation of the alkali zeolites or/and Ca-bearing zeolites. Tranformation to calcium zeolite of the analcime can be occurred from the removal of sodium and the addition of calcium to solution.

The zeolitisation in volcano-sedimenter units have created to zeolite formation and increase of the Si, Na, K, Al and partly H in pore water in the existing shallow lake environment. From bottom to top change of zeolite mineralogy in shallow lake environment indicate that increase in time continuously alkalinity and salinity in lake water. The dissolution of the volcanic glass in the dry season and increase the concentration of Na, K and Al in lake water has created an environment with high salinity and alkanity.

Key Words: Zeolites, Analcime, Chabazite, Phillipsite, Pyroclastic Rocks, Volcano-Sedimentary, Neogene, Turkey.

TÜRKİYE'DE BULUNAN MAVİ KALSEDONLAR

**Murat Hatipoğlu¹, Yaşar Kibici², H. Baki Buzlu¹,
Cahit Helvacı³ ve M. Sezai Kırıkoğlu⁴**

¹ Kuyumculuk ve Takti Tasarımı Programı, Dokuz Eylül Üniversitesi, 35380, Buca, İzmir, Türkiye,

murat.hatipoglu@deu.edu.tr,

² Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi, 43100, Kütahya, Türkiye,

³ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, 35370, Buca, İzmir, Türkiye,

⁴ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 80626, Maslak, İstanbul, Türkiye.

Türkiye'nin değişik bölgelerinde [örg. Sarıcakaya (Eskişehir), Kıbrıscık (Bolu), Bayat (Afyon), Aliağa ve Bergama (İzmir), ve de Zile (Tokat)] ekonomik rezervlere sahip çok sayıda mavi kalsedon yatağı bulunmasına rağmen, Mayıslar-Sarıcakaya (Eskişehir) bölgesinde yer alan Sarıcakaya yatağı, antik çağlardan günümüze kadar işletilmekte olan en büyük ve en zengin mavi kalsedon yatağıdır.

Kalsedonlar malzeme olarak ağır, sert ve dayanıklı yapıya sahip ve insan sağlığına zararsız bir materyal olarak, binalarda iç dekorasyon kaplama malzemesi olarak dünyada yoğun rağbet görmektedir ve bu yüzden yaygın kullanılmaktadır. Ancak, kalsedonların ticari bir yapı taşı olabilmeleri için malzeme özelliklerini bakımından sınıflandırılması ve standartlaştırılmaları gerekmektedir. Kalsedonları sadece gövde rengine ve dış görünüşüne göre sınıflandırmak yetersiz olup, bunlara ilaveten, malzemenin silislesmesi sürecinde oluşan en önemli parametreler olan kristalleşme derecesi ve buna bağlı silis tanecik boyutlarının da dikkate alınması gerekmektedir. Bu çalışmada, mavi kalsedonların dekoratif iç kaplama taşı malzemesi olarak kullanılabilmeleri

icin fiziksel ve mineralojik özelliklerine göre homojen gruptara ayırmayı amaçlamaktayız. Bunun icin, seçilmiş temsili kalsedon örnekleri öncelikle gövde renklerine ve yoğunluklarına göre gruplandırılmış, daha sonra da her bir grup kristalinite derecesine, içyapı tanecik boyutuna ve kalsedonik kuvars mineral türlerine göre sınıflandırılmıştır. Böylece ağırlık, sağlamlık ve duraylılık bakımından mavi kalsedonları bir örnek gruptara ayırarak, onların standartlaştırılması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mavi kalsedon, Endüstriyel malzeme sınıflandırması, Dekoratif içyapı kaplama malzemesi.

BLUE CHALCEDONIES OCCUR IN TURKEY

**Murat Hatipoğlu¹, Yaşar Kibici², H. Baki Buzlu¹,
Cahit Helvacı³ and M. Sezai Kırıkoğlu⁴**

¹ Jewellery and Ornament Design Programme, Dokuz Eylül University, 35380, Buca, İzmir, Turkey, murat.hatipoglu@deu.edu.tr,

² Department of Geological Engineering, Dumlupınar University, 43100, Kütahya, Turkey

³ Department of Geological Engineering, Dokuz Eylül University, 35370, Buca, İzmir, Turkey

⁴ Department of Geological Engineering, İstanbul Technical University, 80626, Maslak, İstanbul, Turkey

There are a lot of blue chalcedony deposits with economical reserves located in different regions in Turkey, such as Sarıcakaya (Eskişehir), Kıbrıscık (Bolu), Bayat (Afyon), Aliağa and Bergama (İzmir), and Zile (Tokat), however, the Sarıcakaya deposit located the Mayıslar-Sarıcakaya (Eskişehir) region is the biggest and richest blue chalcedony-bearing deposit being exploited since from the ancient times to the present day.

Chalcedonies with a heavy, tough and resistance as a material and not being harmful for human health are in much demand as a decorative indoor tiles all over the world, and thus, they are used widely. However, chalcedonies have to be classified and standardized as their material characteristics in order to be a commercial building stone of them. It is insufficient that the chalcedonies are classified according to their body color and appearance only. In addition to these, their crystallinity and related silica grain sizes which are the most parameters during the silicification of the material are also necessary to be taken into consideration. In this study, we purpose that the blue chalcedonies separate into homogenous groups according to their physical and mineralogical features in order to be used as decorative indoor coverage tile. For this reason, the representative chalcedony samples are firstly grouped according to their body colors and specific gravity values, and then, each group are classified according to their crystallinity, inner grain size and chalcedonic quartz mineral species. Thus, our aim is to standardize the chalcedonies, after they are separated into the homogenous groups according to heaviness, toughness and stability.

Key Words: Blue Chalcedony, Industrial material classification, Decorative indoor coverage tile.

TÜRKİYE'DEKİ SÜSTAŞLARININ ENDÜSTRİYEL HAMMADELER İÇERİSİNDEKİ ÖNEMİ

**Murat Hatipoğlu¹, M. Sezai Kırıkoğlu², H. Baki Buzlu¹,
Yaşar Kibici³ ve Cahit Helvacı⁴**

¹ Kuyumculuk ve Taşı Tasarımı Programı, Dokuz Eylül Üniversitesi, 35380, Buca, İzmir, Türkiye, murat.hatipoglu@deu.edu.tr,

² Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 80626, Maslak, İstanbul, Türkiye,

³ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi, 43100, Kütahya, Türkiye,

⁴ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, 35370, Buca, İzmir, Türkiye.

Türkiye, tüm Avrupa, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'daki en büyük doğal süstaşı kaynaklarına sahiptir. Bu durum, doğrudan Anadolu plakasının diğer dört mikro-kıtascal plakanın çarpışmasıyla ortaya çıkan olayların sonucudur. Bu nedenle Türkiye'deki süstaşlarının oluşumu, Mesozoik döneminden beri ana tektonik devinimdeki mağmatik ve volkanik faaliyetlerle ilişkilidir. Her ne kadar Türkiye'nin jeoloji yapısı içerisinde elmas, yakut, safir, zümrüt, aleksandrit yada topaz gibi kıymetli süstaşı yataklarını oluşturmasa da, dünyada şuna ticareti yapılan çok sayıdaki yarıkayımetli süstaşlarını barındırmaktadır.

Bu oluşumlardaki minerallerin çoğu silikatlar olup, süstaşlarının büyük kısmı da kristalin ve mikrokristalin kuvars türleridir. Bu oluşumlar Türkiye haritası üzerinde gösterilmiş ve seçilmi on süstaşı yatağı

potansiyel göstergeç olarak incelenmiştir. Bu çalışmada, on süstaşı yatağı, jeolojik oluşumları yanında süstaşı madencilik potansiyeli ve ekonomik değer bakımından ifade edilmiştir. Madenciliği yapılan bu süstaşları diaspor, ametist, rodonit, krizopras, more jade, keammererit, dumanlı kuvars, ateş opali, agat ve kalsedondur. Bunlardan üçü (diaspor, kemmererit ve mor jade) çok nadirdir ve tüm dünya üzerinde sadece Türkiye'de bulunur.

Ekonominik tenor ve rezervlere sahip bu süstaşları, aslında Türkiye'deki zengin endüstriyel malzemelerin sadece bir grubu olarak göz önüne alınmıştır. İncelenen on süstaşı yatağının ham süstaşı potansiyeli yaklaşık 40 milyar ABD Doları'dır. Bu değer göstermektedir ki, süstaşları Türkiye'nin en önemli endüstriyel hammaddeler listesinin başında gelmektedir.

Anahtar Kelimeler: Süstaşları potansiyeli, Endüstriyel hammaddeler, Süstaşı içeren bölgeler.

IMPORTANCE OF GEMSTONES WITHIN THE INDUSTRIAL MINERALS IN TURKEY

**Murat Hatipoğlu¹, M. Sezai Kirikoğlu², H. Baki Buzlu¹,
Yaşar Kibici³ and Cahit Helvacı⁴**

¹ Jewellery and Ornament Design Programme, Dokuz Eylül University, 35380, Buca, İzmir, Turkey,
murat.hatipoglu@deu.edu.tr,

² Department of Geological Engineering, İstanbul Technical University, 80626, Maslak, İstanbul, Turkey,

³ Department of Geological Engineering, Dumlupınar University, 43100, Kütahya, Turkey,

⁴ Department of Geological Engineering, Dokuz Eylül University, 35370, Buca, İzmir, Turkey.

Turkey has the greatest resources of natural gemstone material in the whole of Europe, the Middle East, and North Africa. This situation directly results from the fact that the Anatolian plate sits at the intersection of the four other micro-continental plates. Thus, the occurrence of gemstones in Turkey is related to magmatic and volcanic activities in permanent tectonic evolution since the Mesozoic. Although the geological history of Turkey has not produced deposits of precious gemstones such as diamond, ruby, sapphire, emerald, alexandrite, or topaz, it has produced many occurrences of semiprecious gemstones that have been now traded worldwide.

Most of the minerals in these occurrences are silicates, and many of the gems are crystalline and microcrystalline quartz varieties. These occurrences are located on a map of Turkey, and elective ten gemstone deposits were investigated as a potential indicator. In this study, ten gemstone deposits were proposed in the terms of gemstone mining potential and economics as well as geological occurrences. These gemstones that are currently being mined produce diaspore, amethyst, rhodonite, chrysoprase, purple jade, kammererite, smoky quartz, fire opal, agate, and chalcedony. Moreover, three of them (diaspore, kammererite, and purple jade) are unique, and are only found in Turkey all over the world.

These gemstones that have economical tenors and reserves have been actually considered as only one group of rich industrial materials in Turkey. The rough gemstone potential for the ten investigated indicator deposits is nearly 40 billion US dollars. This value indicates that gemstones are at the top of the list of the most important industrial rough materials in Turkey.

Key Words: Gemstones potential, Industrial minerals, Locations including gems.

MADENCİLİKTEKİ GÜNÜMÜZ VE GELECEĞİN ÇEVRE PROBLEMLERİ: BUGÜN EN İYİ MEVCUT ÇÖZÜMLER NELERDİR?

Francis Cottard

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı

Madencilik aktivasyonları ile ilişkili tekrarlayan çevre problemleri arasında, bir tarafta büyük miktarda üretilen katı atıklar, diğer tarafta araziye ve sulara sızması, maden atığı işletmelerinin fizikal bütünlüğünün ve kimyasal dayanımının eksik olmasından dolayı maden atıkları yer almaktadır. Buna ek olarak, terk edilmiş maden alanları ve oacaklarının mirası geçmişte başarısız çevre uygulamasına şahitlik teşkil eder. Terk edilmiş alanlar araziyi bozar ve ciddi çevre tehditlerine yol açarlar, özellikle asit maden drenajı yüzünden. Bu alanların çevre düzenlemesi için yasal sorumluluk yasal çerçevedeki veya partilerin sorumluluğunun tanımlamasındaki açıklıktan dolayı çok net değildir. Maden atığı depolama işletmelerinin güncel başarısızlığı ışığında endüstri liderlerinin 21. yüzyılın çevre problemleri için eğitilmesini tartışmalıyız. Mineralllerin çıkarımı ve atık yönetimi

ilk arama aşamasından her alanın kullanım sonrası son restorasyonuna kadar hassas planlama gerektirir. Operasyon aşamasındaki pratik ve uygun yönetim uygulamaları ile birlikte, planlamacılar, çevre uzmanları ve avukatlar gibi genel kamu veya diğer profesyoneller ve arazi sahipleri ile uzlaşma ve danışmayı da gerektirir.

İşletme için izine ihtiyacı olan diğer endüstriler gibi madencilik içinde eğer düzenleme zorunluluğu gerekiyorsa tek çözüm bu değildir. İyi ve uygun bir düzenleme endüstriyi güç sahiplerini koruduğu gibi korumalıdır. Sağlık, güvenlik ve çevre performanslarının gerektiğini bilen tüm işletmecilerin yer aldığı bir iletişim alanı sağlar. Maden sektörü çevre ve sosyal sorumluluk konularına degenmeye daha yeni başladı. Fakat onlarca yıllık geçmişi uzanan daha birçok ilişkili girişim mevcut. Uluslararası girişimlerin etkisine ve stratejik seviyedeki rehberlige ek olarak, çıkışma yapan sektör geniş bir teknik yönetim işlemleri ve uygulamalarını uyardırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Maden atığı, madencilikte çevre problemleri, maden atıklarının yönetimi.

THE PRESENT AND FUTURE ENVIRONMENTAL CONCERNS IN MINING: WHAT ARE THE BEST AVAILABLE SOLUTIONS TODAY?

Francis Cottard

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı

Among the recurrent environmental problems in relation with mining activities, mining waste is at the center of many concerns due on the one hand, to the huge quantities of solid materials produced and to emissions to land and water and on the other hand, to the lack of physical integrity and chemical stability of mining waste facilities. Moreover, a legacy of abandoned mine site and quarries bears witness to the unsatisfactory environmental performance of the industry in the past. These abandoned sites spoil the landscape and can pose severe environmental threats, especially due to acid mine drainage. The legal responsibility for the environmental restoration of these sites is often unclear, due to deficiencies in the legal framework or difficulty in identifying the parties responsible. In light of recent failures of mine waste storage facilities, we need to question if future leaders for industry are being trained to meet the environmental challenges of 21st century. Extracting minerals and managing waste requires sensitive planning from the initial prospecting stage to the ultimate restoration and after-use of each site. Together with practical and appropriate management practices during the operational phase, it also requires negotiation and consultation with landowners, the general public and other professionals, including planners, environmental specialists, and lawyers.

If a regulatory pressure is necessary for mining, as it is for any other industry that needs permissions to operate, it is not the only solution. A good and appropriate regulation should protect industry just as it protects those upon whom it has impacts. It also provides a level playing field on which all operators in a given sector know what is required of them in key areas such as health & safety and environmental performance.

The mining sector has only recently begun to address environmental and social responsibility issues. However, there have been many related initiatives extending back for over a decade. In addition to the influence of international initiatives and guidelines at the strategic level, the extractive sector has adopted a wide range of technical management processes and practices.

Key Words: Mining waste, environmental concerns in mining, managing mining wastes.

HAZRO (DİYARBAKIR) MERMERLERİNİN MİNERALOJİK VE FİZİKSEL-MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Demir Erkanol¹ ve A. Kerim Aydındağ²

¹ MTA Marmara Bölge Müdürlüğü, Kocaeli, Türkiye, demirerkanol@mynet.com,

² MTA Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye.

Bu çalışma, Miyosen'de Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yüzeylenen, karbonat platformundaki resifal kireçtaşlarında gerçekleştirilmiştir. Bu alanlar blok mermer üretimi açısından potansiyel alanlardır.

Alp-Himalaya Kuşağı'nda yer alan Ülkemizde, çeşitli renk ve desenlerde, büyük miktarlarda mermer potansiyeli bulunmakta olup bir bölümde, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Diyarbakır ili sınırları içinde yer almaktadır ve Alt Miyosen yaşı Fırat formasyonuna ait resifal kireçtaşlarında renk ve desen açısından farklılıklar sunan blok mermer üretimi yapılmaktadır.

Yapılan detay maden jeolojisi çalışmaları sonucunda Alt Miyosen yaşlı kireçtaşlarının; krem, bej, gri, pembemsi, kırmızımsı renkli, masif görünüslü, orta-kalın tabakalı, bol kırmızı alglı, yer yer dolomit kristalli, taban seviyelerinde karbonat çakılı istif taşı, çakılı kireçtaşı, yer yer vake taşı karakterinde sığ denizel/resifal karakterli kireçtaşlarından oluştuğu gözlenmiştir. Formasyon doğuya doğru tebeşirli masif kireçtaşı şeklinde gözlenmekte olup bol fosillidir. Tabaka kalınlıkları inceden çok kalına kadar (10-150 cm) değişmektedir.

Hazro yöresinde bej ve renkli mermer olarak isimlendirilen mikritik ve iskelet kökenli kireçtaşları gözlenmektedir. Bölgede 5 farklı desen türünde (Orient Pink, Koyu Pembe, pembe fosil, Açık Pembe, Hazro Bej) mermer üretimi yapılmaktadır. Yöredeki mermer ocaklarında blok verimi % 50-70 civarındadır.

Bu yöredeki mermerlerin mineralojik+petrografik, fiziko-mekanik ve teknolojik özelliklerini belirlemek amacıyla analiz ve testler yapılmıştır. Mineralojik+petrografik tanımlamalara göre kireçtaşları kripto-mikrokristal en dokulu olup "biyomikrit" ve "mikritik kireçtaşı" olarak adlandırılmıştır. Teknolojik testler sonucunda ise atmosfer basıncında su emme oranının kütlece ortalama % 0,5-0,95; basınç direncinin 85-128 MPa; darbe direncinin 5-13 kgf/cm²; eğilme direncinin 2,5-17,3 MPa; ortalama aşınma direncinin ise 11-21 cm³/50 cm² arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler TSE 699, TS 1910, TS 2513'ye göre değerlendirildiğinde mermerlerin kalitesinin iyi olduğu söylenebilir. Blok verimi oldukça yüksek olan mermerlerin, renk ve desen açısından pazar oluşturabileceği, doğal yapı ve kaplama taşı olarak kullanılabileceği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mermer, Hazro, Diyarbakır, bej mermer, renkli mermer.

THE MINERALOGIC AND PHYSICAL – MECHANICAL PROPERTIES OF HAZRO (DİYARBAKIR) MARBLES

Demir Erkanol¹ and A. Kerim Aydındağ²

¹ MTA Marmara Bölge Müdürlüğü, Kocaeli, Turkey, demirerkanol@mynet.com,

² MTA Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, Ankara, Turkey.

This study was carried out on the Miocene aged reefal limestones of carbonate platform cropping out in Southeast Anatolia region. These areas are the potential areas for block marble production.

In our country, which takes place in Alpine-Himalayan Belt, there are marbles in various colours and patterns. Some of these marbles crop out in Diyarbakır province of Southeast Anatolia region. There is block marble production in Miocene aged reefal limestones which display various colours and patterns.

The detailed mining geology studies show that the early Miocene limestones are cream, beige, gray, pink and red in colour, massive, middle-thick bedded, rich in red algae, sometimes dolomitic, gravelly packstone in bottom levels, gravelly limestone and sometimes wackestone of shallow marine/reefal in character. The formation is chalky masif limestone towards east and rich in fossils. The thickness of the beds changes from thin to very thick (10-150 cm).

In the Hazro province the beige and coloured marbles of micritic and skeletal limestones crop out. In the region, the marbles in 5 different pattern are being mined (Orient Pink, Dark Pink, Pink fossil, Light pink, Hazro beige). The block productivity in the marble mines of the region is about 50-70 %

Some analysis and tests carried out to investigate the mineralogic+petrographic, physico-mechanic and technologic properties of marbles of this region. According to the mineralogic+petrographic definitions, the limestones have crypto-microcrystalline texture and are named as biomicrit and micritic limestone. Technologic tests show that the average water absorption at atmospheric pressure is 0,5-0,95; compressive strength is 85-128 MPa; impact resistance is 5-13 kgf/cm²; bending strength is 2,5-17,3 MPa; average abrasion resistance is 11-21 cm³/50 cm². When all these values are interpreted according to TSE 699, TS 1910 and TS 2513, we can say that the quality of marbles is good. The marbles which have high block productivity can take its place in marketing from colour and pattern point of view and can be used as natural construction and pavement stone.

Key Words: Marble, Hazro, Diyarbakır, beige marble, coloured marble.

JENETİK BİR SINIFLANDIRMA VE KARŞILAŞTIRMA ÇALIŞMASI:
KARTALDAĞ VE MADENDAĞ ALTIN YATAKLARI,
ÇANAKKALE, KB TÜRKİYE

Ezgi Ünal¹, Nilgün Güleç¹ ve İlkay Kuşcu²

¹ *Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06531, Ankara, Türkiye,
ezunal@metu.edu.tr*

² *Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Muğla Üniversitesi, 48000, Muğla, Türkiye.*

Kartaldağ yatağı ($0,01 - 17,65 \text{ ppm Au}$), Eosen dasit porfiriler içinde bulunan epitermal bir altın yatağı olup yankayaçtan cevherli kuvars damarına doğru dört alterasyon zonu ile temsil edilir. Bunlar; i) propilitik, ii) kuvars-kaolin, iii) kuvars-alünit-pirofillit, iv) silislesme alterasyonlarıdır. Silislesme, "vuggy" dokulu erken kuvars ve bantlı-kolloform ve büyümeye zonlu geç kuvars dokuları olmak üzere iki ayrı kuvars türü ile tanımlanmaktadır. Birincil sülfid mineralerleri pirit, kovelit ve sfalerittir. Kuvars ($\delta^{18}\text{O}$: 7.93- 8.95 ‰) ve pirit ($\delta^{34}\text{S}$: -4.8 ‰) örneklerinin oksijen ve kükürt izotop analizleri, akışkan için magmatik bir kaynak önermektedir. Geç evre kuvarlarındaki birincil sıvı kapanım topluluklarında yapılan mikrotermometrik analizleriyle, 250-285 °C sıcaklık ve 0-1.7 % NaCl eşdeğeri tuzluluk değerleri elde edilmiştir.

Madendağ yatağı ($0,27 - 20,6 \text{ ppm Au}$), Paleozoyik yaşılı mikaşist içine yerleşmiş olup epitermal bir altın yatağıdır. İki ana alterasyon türüyle temsil edilir; illit ve kaolince zengin arjillik alterasyon ve iki ayrı kuvars fazıyla (erken ve geç) tanımlı silislesme. Erken silislesme iri-orta büyülüklükte, kolloform, taraksı ve bantlı kuvars dokularıyla tanımlanırken, geç silislesme, hidrotermal breşleri de çimentolamış ince taneli kuvarsla karakterize edilir. Kuvars mineralerinde yapılan oksijen izotoplari ($\delta^{18}\text{O}$) 9.55-18.19 ‰ aralığında seyreden ve hidrotermal akışkan için olası metamorfik bir kaynaktan katkıyı işaret etmektedir. Öte yandan pirit üzerinde yapılan kükürt izotopu ($\delta^{34}\text{S}$) analizleri, -2.2 ‰ değeriyle magmatik kökeni işaret etmektedir. Breşleşmiş kuvars (erken ve geç silislesmeyi beraber içeren) üzerinde yapılan mikrotermometrik analizler, alterasyonların 235-255 °C sıcaklık ve 0-0.7 % NaCl eşdeğeri tuzluluk koşullarında meydana geldiğini göstermektedir.

Kartaldağ yatağında alünit, pirofillit ve kaolinit, "vuggy" kuvars ve kovelitin varlığı, bu yatağın düşük pH'lı oksitlenmiş bir akışkan tarafından oluşturulduğuna işaret etmekte, dolayısıyla, yüksek sülfidasyonlu epitermal bir sistemi önermektedir. Diğer taraftan Madendağ, alterasyon zonlarında illit, smektit ve illit-klorit gibi nötr pH koşullarındaki kil mineralerinin bulunması ve kolloform, taraksı, bantlı-kabuksu dokular gibi tipik düşük sıcaklık dokularının varlığından dolayı düşük sülfidasyonlu bir epitermal sistem olarak tanımlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kartaldağ, Madendağ, Yüksek sülfidasyon, Düşük sülfidasyon, Epitermal altın yatakları, Sıvı kapanımı, Oksijen ve kükürt izotoplari, Çanakkale.

A GENETIC CLASSIFICATION AND COMPARISON STUDY: KARTALDAĞ AND MADENDAĞ GOLD DEPOSITS, ÇANAKKALE, NW TURKEY

Ezgi Ünal¹, Nilgün Güleç¹ and İlkay Kuşcu²

¹ *Geological Engineering Department, Middle East Technical University, 06531, Ankara, Turkey,
ezunal@metu.edu.tr*

² *Geological Engineering Department, Muğla University, 48000, Muğla, Turkey.*

Kartaldağ deposit ($0,01 - 17,65 \text{ ppm Au}$), hosted by Eocene dacite porphyry, is an epithermal gold deposit associated with four alteration styles (from wall rocks towards the ore-bearing quartz vein): i) propylitic, ii) quartz-kaoline, iii) quartz-alunite-pyrophyllite, iv) pervasive silicification, the latter being characterized by two distinct quartz generations as early (vuggy quartz) and late (banded, colloform, and growth zoned). Sulfide minerals are pyrite, covellite and sphalerite. Oxygen and sulfur isotope analyses, performed on quartz ($\delta^{18}\text{O}$: 7.93-8.95 ‰) and pyrite ($\delta^{34}\text{S}$: -4.8 ‰) separates, suggest a magmatic origin for the hydrothermal fluid. Microthermometric analyses of primary fluid inclusion populations on quartz (late silicification) yield a temperature range of 250-285 °C, and salinity values at 0-1.7 wt% NaCl eq.

Madendağ deposit ($0,27 - 20,6 \text{ ppm Au}$), hosted by Paleozoic micaschist, is an epithermal gold deposit. Wall rock alterations are of two types: illite-kaoline dominated argillic alteration and silicification, characterized by two distinct quartz phases as early and late. The early silicification is represented by coarse-medium grained, colloform, comb and banded quartz, while late silicification is characterized by fine-grained quartz, mostly cementing a hydrothermal breccia. Oxygen isotope analyses on quartz separates ($\delta^{18}\text{O}$: 9.55-18.19 ‰) indicate contribution from a metamorphic source and sulfur isotope analyses ($\delta^{34}\text{S}$: -2.2 ‰) of pyrite point to an essential magmatic origin for the mineralizing fluid. Microthermometric analysis carried out on brecciated quartz

(including both early and late silicification) show that the alterations took place at a temperature range of 235-255 °C and 0.0-0.7 wt% NaCl eq. salinity.

The presence of alunite, pyrophyllite and kaolinite, vuggy quartz and covellite in Kartaldağ deposit suggest that it was formed by a low pH- oxidizing fluid, thus a high-sulfidation epithermal system for the Kartaldağ deposit. On the other hand, Madendağ deposit is identified as a low- sulfidation type owing to the presence of near-neutral pH clays (mostly illite, kaoline, illite, smectite, and chlorite) and predominance of low temperature textures (e.g. colloform, comb, and banded quartz).

Key Words: Kartaldağ, Madendağ, High sulfidation, Low sulfidation, Epithermal gold deposits, Fluid inclusion, Oxygen and sulfur isotopes, Çanakkale.

KİMYASAL KİNETİKLERİNE BAĞLI OLARAK KALSİT MİNERALİ ÇÖZÜNMESİNE SICAKLIĞIN ETKİSİ

Hazim Ahmed

*Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Ziraat ve Ormancılık Koleji, Musul Üniversitesi,
Irak, Hazim572000@yahoo.com.*

Kalsit ve dolomit minerallerinden kalsiyum salınımı karşılaştırılabilir yer değiştirme teknikleri kullanılarak, değişik sıcaklık koşullarında (278, 298, 318° kelvin) ve 168 saat kadar değişik zaman aralıklarında (24, 48 , 72, 96, 120, 144, 168 saat) biri kalsit tozu ve biri de dolomit tozu dolu olan iki cam kolona distile su geçiş'i sağlanarak, tahmin edilmiştir. Kinetik modeller ve eşitliklere (sıfır sıralı eşitlik, birinci sıralı eşitlik, difüzyon eşitliği, eluvich eşitliği, parabolik kuvvet eşitliği) bağlı olarak çözünme matematiksel tanımlanmıştır.

Sonuçlara göre yukarıda belirtilen sıcaklıklarda erime ile kalsitden kalsiyumun toplam serbest bırakılma miktarı 7.85, 9.12, 11.3 mmol.L⁻¹, dir, aynı sıcaklıklarda dolomitlerden kalsiyum serbest bırakılması ise 7.55 , 13.65, 25.15 mmol.L⁻¹,dir.

Zaman ve konsantrasyon fonksiyonları için erime miktarları göz önüne alındığında, kinetik modellerin sonuçları dolomit erimesi için tercih edilen tanımlamanın yayılma ve toz fonksiyonuna bağlanabileceğini göstermiştir, fakat son eşitlik deneyeldir ve kimyasal parametrelerle bağlı değildir, buna bağlı olarak yayılma uyarlanmıştır, çünkü eşitlik kalsitte aynı sıcaklıkta yüksek korelasyon (*r*) ve düşük standart hata (SE) (0.75, 0.76, 0.209) vermiştir, dolomitlerde ise *r* ve SE değerleri sırasıyla (0.99, 0.97, 0.90) (0.13, 0.32, 0.48)'dır. Kalsit ve Dolomit için kinetik eşitliklerden elde edilen erime oranları kalsit için 68.7, 89.8, 101.1 iken, dolomit için 69.5, 85.7, 92.1'dir. Bu sonuçlara göre kalsitten kalsiyum salınım oranı (89.86) dolomitten (82.43) daha fazladır.

Anahtar Kelimeler: Kalsit, erime, sıcaklık, Irak.

EFFECT OF TEMPERATURE ON CALCITE MINERAL DISSOLUTION BASED ON CHEMICAL KINETICS

Hazim Ahmed

*Soil and Water Resources Sciences Department, College of Agriculture and Forestry,
Mosul University, Iraq, Hazim572000@yahoo.com.*

Release of calcium from calcite and dolomite minerals was conducted to predict their dissolution using miscible displacement techniques, allowed the distilled water to pass through two glass columns one containing calcite powder another containing dolomite powder during 168 hours at different periods (24, 48 , 72, 96, 120, 144, 168 hr) under different temperature conditions (278, 298 , 318° kelvin). The dissolution were described mathematically based on kinetic models and equations (zero order equation, first order equation, diffusion equation, eluvich equation, parabolic power equation).

The results showed that total quantities of calcium release from calcite (as function) for dissolution were 7.85, 9.12, 11.3 mmol.L⁻¹ in the three temperatures as stated above, therefore the quantities of calcium that released from dolomite were 7.55 , 13.65, 25.15 mmol.L⁻¹ in the same temperatures.

When the rate of dissolution as function for time and concentration are considered, the results of kinetics models showed that diffusion and power function equations donate preference description for dolomite dissolution, but last equation was empirical and not based on chemicals parameters, so the diffusion equation was adopted because it gives a higher correlation (*r*) and lower standard error (SE) (0.75, 0.76, 0.209) at the

same temperatures in calcite, while in dolomite the (r) and (SE) values were (0.99, 0.97, 0.90) (0.13, 0.32, 0.48), respectively. The rate dissolution of calcite and dolomite calculated from kinetic equations which get to (68.7, 89.8, 101.1) in calcite and (69.5, 85.7, 92.1) in dolomite. Based on these results, it can be concluded that the rate desorption of calcium from calcite was (89.86) more than that of dolomite (82.43).

Key Words: Calcite, dissolution, Temperature, Iraq.

GRAFİT, ÜLKEMİZDEKİ GRAFİT OLUŞUMLARI VE SORUNLARI

Selami Toprak

*MTA Genel Müdürlüğü, MAT Dairesi, Mineraloji Petrografi Koordinatörlüğü,
06800 Söğütözü-Ankara, Türkiye, selami@mta.gov.tr.*

Grafit, gayet yumuşak, dokunumu yağsı ve ince levhalar halinde büükümeye özelliğine sahip, bir karbon mineralidir. Sertliği 1, yoğunluğu 2'dir. Rengi gri ve siyah, çizgi rengi kül renginde ve yağlıcadır. Doğada; kristal, pul ve "amorf" diye tanımlanan şekilleri mevcut olup, en iyi formu kristal grafittir ve tenörü en yüksek olmalıdır.

Grafit, dünyada teknolojinin gelişmesiyle birlikte, fazlaca kullanılan ve günümüz teknolojisinin vazgeçilemeyen bir endüstri hammaddesi olup, organik maddelerin metamorfizması sonucu oluşmaktadır. Ülkemizde, tespit edilen birçok yatağının da bulunduğu, gün geçtikçe önemi ve kullanımını artan önemli bir hammaddedir.

Doğada daha ziyade metamorfik zonlarda şistler ve mermerlerle birlikte ve magmatik kayaçların yakınılarında bulunmakta ve daha ziyade rejional metamorfizma alanlarında daha geniş rezervlere ve yüksek tenörlerle sahip olabilmektedirler. Grafitin doğadaki yatak şekilleri; fillon, damar, adese, bazen de kayaçlar içerisinde dissemine tanecikler şekildedir.

Türkiye grafit yatakları da çoğunlukla ince taneli malzemeler (killer, şistler) ve karbonatlı kayaçlar içerisinde olmakta, daha ziyade, granitik kitlelere yakın alanlar, masif çevreleri ve tektonik olarak yüksek sıcaklık oluşturan önemli zonlara yakın bölgelerde bulunmaktadır.

Ülkemizde en önemli grafit oluşumuna sahip günümüze kadar tespit edilmiş alanlar; Balıkesir-Susurluk, İnebolu-Anday, Bingöl-Genç, Adıyaman-Sincik, Yozgat-Akdağmadeni ve Kırklareli oluşumlarıdır. Bu yatakların rezerv çalışmaları tam anlamlı henuz ortaya konamamış ve işletilmeye açılamamıştır. Bu yatakların dışında daha birçok tespit edilememiş alan mevcut olup, bunun yanında yatakların birçoğu da meta-antrasit özelliğinde olup, Orta Anadolu'daki genç volkanik hareketlerden etkilenmiş, grafitleşme sürecini tamamlayamadan kalmıştır.

Ülkemiz grafit oluşumlarının çoğunun en büyük sorunu, tane boyu çok küçük olan yapılar sergileyip, kendileri gibi çok küçük taneli inorganik (killer gibi) mineral maddelerin içerisinde dağılmış haldedirler. Bu oluşumların ögütülmesi maliyetli, biri birinden ayırt edilmesi hem çok zor hem de günümüz ülke şartlarında bir çıkmaz gibi görülmektedir. Grafitin artan talep ve olağanüstü kullanım durumları göz önüne alınınca, bu konulara bir an önce, ciddi yatırımların yapılması ve bu hamaddeyi kullanıp farklı ürünler üretmemizle birlikte, ülkemize büyük katma değerler getirebilmemiz mümkün gibi görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: Grafit, Grafitlerin Özellikleri, Türkiye Grafit Yatakları, Metamorfik Organik Madde, Grafit Oluşumları, Türkiye Grafit Sorunları.

GRAPHITE, GRAPHITE OCCURENCES IN THE NATION AND THEIR CONCERNS

Selami Toprak

*MTA General Directorate, Mineral Analysis and Technology Dept.,
Mineralogy-Petrography Coordinatorship, 06800-Ankara,Turkey, selami@mta.gov.tr.*

Graphite is a mineral which owns properties as quite soft, greasy touch and bending ability of its thin plates. Its hardness is about 1 and density about 2. Its color is gray and black, streak color is ash color and greasy. In nature; there are crystalline, flake and "amorphous" described types, but the crystal forms are the best types and own the highest grades.

Graphite, with the advances in technology, in the world, has been used immensely and is an inevitable industrial raw material which mostly occurs as metamorphism of organic materials. There are various determined occurrences of it in the country and its importance as well as usages of becomes more and more every day.

In the nature, it mostly associates schists and marbles within metamorphic zones and nearby igneous rocks and preferably possesses big reserves and high grades in the regional metamorphic zones. The bedding forms of graphite in the nature are dikes, seams, lenses and sometimes disseminated particulates in rocks.

Turkish graphite deposits are also situated in fine grained material (clays, schists) and carbonate rocks, and mostly, nearby granitic masses, massif vicinities as well as nearby regions which own high heat forming main tectonic activity zones.

The main discovered graphite deposits of our country, nowadays, are; Balıkesir-Susurluk, İnebolu-Anday, Bingöl-Genç, Adiyaman-Sincik, Yozgat-Akdağmadeni and Kırklareli occurrences. These deposits have not been researched completely and opened to operations yet. Aside these deposits, there are still many undiscovered occurrences as well as some meta-anthracite deposits which have been under effect of young volcanic activities located in Mid-Anatolia, and remained as their unfinished graphitization processes.

The biggest dilemma of our country's graphite occurrences is to exhibit as tiny forms and be disseminated within very small grained inorganic materials (as clays) similar to their grain sizes. Grinding of them are costly and the separation of the materials from each other seems either very difficult and stands as a dead end, at the nation's present day's technological facilities. When the increasing demand and extraordinary usages of them are taken into considerations, it seems possible to make lots of earnings with making serious investments and produce various products with using these raw materials, very soon.

Key Words: Graphite, Properties of Graphite, Turkish Graphite Beds, Metamorphic Organic Substance, Graphite Occurrences, Turkish Graphite Concerns.

MADSAN (ÇAMARDI-NİĞDE) ANTİMONİT (SB) CEVHERLEŞMESİNDE PEROGRAFİK ÇALIŞMALAR

Arzu Çetin ve M. Gürhan Yalçın

Niğde Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde, Türkiye,
gurhan46@nigde.edu.tr

İnceleme alanı, Çamardı İlçesinin 2km kuzeybatısında yer almaktadır. Muhtemel altın mineralizasyonu olarak düşünülen Çamardı (Madsan) antimuan cevherleşmesi Paleozoyik yaşı Gümüşler Formasyonu içinde yer alır. Cevherleşme çoğunlukla metamorfik kayaçlar içinde Sb-W-Hg damarlar şeklinde olmakla beraber bazı stratigrafik seviyelerde de görülmektedir. Cevherleşme ENE-WSW doğrultulu kırık sistemlerinde yer almaktadır. Önemli cevher minerali antimonit ve zinoberdir. Cevherleşme hidrotermal kökenli ve tektonik kontrollü olup yerleşimi devamlı/ devamsız, damar/damarcıklar, şeritler ve ince taneler şeklindedir.

Fay hattı boyunca gelişmiş damarlarda cevher mineralleri stibnit, pirit ve eser miktarda zinober ve altındır. Ametalik mineralleri kuvars, kalsit ve serisittir. Yan kayaçları mermerler, kalksilikatik mermerler ve kuvars - serisitleşmiş gnaysıdır.

Anahtar Kelimeler: Antimonit cevherleşmesi, Madsan, Çamardı, Niğde.

PETROGRAPHICAL STUDIES OF MADSAN (ÇAMARDI-NİĞDE) STIBNITE (SB) DEPOSITS

Arzu Çetin and M. Gürhan Yalçın

Nigde University, Department of Geological Engineering, 51240, Nigde, Turkey,
gurhan46@nigde.edu.tr

Study area is situated 2 km northwest of the town of Çamardı (Niğde). Madsan antimony mineralization, having potential for gold, is hosted by Gümüşler Formation of Paleozoic age. The mineralization occurs in the form of veins of Sb-W-Hg in metamorphic rocks and also in various stratigraphic levels. The mineralization associated with fractures striking ENE-WSW. Major ore minerals are antimonite and cinnabar. The ore mineralization is considered to be hydrothermal and structurally controlled and formed as continuous/discontinuous deposition in the form of vein / veinlets, stripes, and fine grains.

Ore minerals observed along the fault zones are stibnite, pyrite and trace cinnabar and gold. Gangue minerals are quartz, calcite and sericite. Host rocks are consisted mainly of marbles, calc-silicate marbles, and quartz - sericitized gneiss.

Key Words: Stibnite deposits, Madsan, Çamardı, Niğde.

ŞEKERİ VE İD YAYLASI (NARMAN-ERZURUM-KD TÜRKİYE) Cu CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Mehmet Aslan¹, İsmet Cengiz² ve Serkan Özükümüş³

¹*Maden Tetkik ve Arama Genel Md., Orta Anadolu 4. Bölge Müdürlüğü, 44100 Malatya, Türkiye,
mehmetaslan@mta.gov.tr,*

²*Demir Export, Ankara, Türkiye,*

³*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520, Ankara, Türkiye.*

İnceleme alanı, Narman- (Erzurum KD Türkiye) 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.

Eosen-Üst miyosen yaşı volkanik ve sedimanter kayaçlarla temsil edilen tersiyer havza içinde gelişmiş K-G, KD-GB ve -KB-GD doğrultulu kırık hatlarına bağlı olarak değişik alterasyon ve cevherleşmeler gözlenmektedir.

Şekerli Cu cevherleşmesi; Oligo-Miyosen yaşı “Narman Volkaniti” olarak tanımlanan “piroksen andezitler” içinde yer almaktadır. Cevherli zon, yaklaşık KG konuma sahip olup 35 m. uzanım ve 20 m. genişlik sunmaktadır. Zon içinde hematitleşme ve silisleşme dışında herhangi bir alterasyon gözlenmez. Cevherleşme andezitlerin kırık ve çatlaklara bağlı olarak gelişmiş malahit-azurit daha az olarak da kalkozin ve kovellin olarak izlenir.

İd yaylası Cu cevherleşmesi ise Üst Miyosen yaşı “Güngörmez Volkaniti” olarak tanımlanan andezitik traktik kayaçlar içinde gelişmiştir. Yaklaşık K45B konumlu olarak gözlenen cevherli zon 50 m. uzanımın da 30 m. genişliğindedir. Killeşme, limonitleşme ve silisleşme yaygın olarak izlenir. Cevherleşme andezitik traktik kayaçların kırık ve çatlaklarında malahit azurit ve daha az olarak kalkozin ve kovellin şeklindedir.

Şekerli ve İd yaylası cevherleşmelerinden alınan kayaç örneklerinde 1000 ppm' den büyük Cu ve 44 ppm' e kadar Ag değerleri saptanmıştır

İd yaylası ve Şekerli cevherleşmeleri yakınında cumhuriyet dönemi öncesine ait olduğu düşünülen eski curuflar, pasalar, işletme çukurları ve ısisal işlemler için kullanılmış fırınlar bu cevherleşmelerde küçük çaplı işletmeler yapıldığını göstermektedir.

Şekerli ve İd yaylası Cu cevherleşmesi, mineraloji, cevher yankayaç ilişkisi ve yataklanma tipi açısından değerlendirildiğinde kırık kontrollü hidrotermal damar tip cevherleşmelere benzerlik göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Erzurum Tersiyer havza-damar tip cu cevherleşmesi.

GEOLOGICAL FEATURES OF ŞEKERLİ AND İD YAYLASI Cu MINERALIZATIONS

Mehmet Aslan¹, İsmet Cengiz² and Serkan Özükümüş³

¹*Maden Tetkik ve Arama Genel Md., Orta Anadolu 4. Bölge Müdürlüğü, 44100 Malatya, Türkiye,
mehmetaslan@mta.gov.tr,*

²*Demir Export, Ankara, Türkiye,*

³*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520, Ankara, Türkiye.*

The study area (Narman – Erzurum) is situated in “Eastern Anatolia Accretionary Complex”. Basement rocks are composed of Upper Cretaceous aged rocks of Erzurum-Kars ophiolite zone which is overlain by Eocene to Upper Miocene aged volcano-sedimentary sequences. Youngest unit in the area is Plio-Quaternary sequences.

Various types of alterations and mineralizations appeared to be related to N-S, NE-SW and NW-SE trending faults are observed in the Tertiary basin which is represented by Eocene to Upper Miocene aged volcanic and sedimentary rocks.

Şekerli Cu mineralization is hosted by Oligocene-Miocene aged pyroxene-andesite that has been termed “Narman volcanics”. Nearly north-south trending ore-bearing zone is about 35 m long, 20 m wide. Hematization and silisification are only alteration observed in the zone. Mineralization consists of malachite, azurite and minor covellite associated with fractures developed in andesites.

İd Yaylası Cu mineralization is hosted by Upper Miocene aged andesitic-trachytic rocks that have been termed “Güngörmez volcanics”. About N45W trending ore-bearing zone is about 50 m long, 30 m wide. Argillization, limonitization and silisification are pervasive alteration. Mineralization consists of malachite, azurite and minor chalcosine and covellite associated with fractures developed in andesite-trachite.

More than 1000 ppm Cu and up to 44 ppm Ag values were detected from samples collected from Şekerli and İd Yaylası mineralization.

Around the Şekerli and İd Yaylası mineralization, there are some slags, ore dumps, mining process slots and furnaces used for heating processes which are supposed to be remain of pre-republic period mining activity.

Şekerli and İd Yaylası mineralization display many similarities to fracture controlled hydrothermal vein type mineralization.

Key Words: Erzurum, Tertiary basin, vein type Cu mineralization.

BATTALGAZİ (MALATYA) MANGANEZ CEVHERLEŞMELERİNİN METALOJENİK İNCELENMESİ VE HAMMADDE OLARAK KULLANILABİLİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Nil Yapıçı ve Mesut Anıl

Maden Mühendisliği Bölümü, Ç.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,
Adana, Türkiye, nyapici@cu.edu.tr.

Çalışma alanı, Malatya ilinin 20 km doğusunda, 1:25000 ölçekli Malatya L41-a3 ve a4 topografik paftaları üzerinde, yaklaşık 1800 hektarlık bir alanı kapsamaktadır. Bölgede, Permo-Triyas Malatya Metamorfitleri, Üst Jura-Alt Kretase yaşı İspendere ofiyolitik istifi, Orta Eosen yaşı volkano-sedimanter Maden kompleksi gözlenmektedir.

Manganez cevherleşmeleri, Maden karmaşığı bünyesinde genellikle düzensiz yataklanmalar şeklinde yer almaktadır. Cevher mineralleri jakobsit, manganit, pirolusit, iwakiite, piyemontit, manyetit, hematit ve limonitten oluşmaktadır. Ana oksit bileşenleri, Fe_2O_3 , MnO , SiO_2 , CaO , Al_2O_3 dir. Fe/Mn oranı yaklaşık 1,8 olup, ortalama demir içeriği %30,53, mangan içeriği ise %16,83' tür. Demircilik fabrikalarında demirli manganez cevheri olarak kullanılabileceği gibi yüksekalan şiddetli manyetik seperatörden geçirilerek daha saf Mn üretilmesi de araştırılmıştır. Bu amaçla cevher içinde Mn tenör yükseltmek ve istenilmeyen zararlı elementleri (fosfor, silis, Al_2O_3 , Cu, Zn, Pb, As) konsantrelerden uzaklaştırmak amacı ile arazide yarma açılan dört bölgeden alınıp hazırlanan numuneler %20 katı yoğunluğunda (20gr numuneye 80gr su ilave edilerek hazırlanan) istenilen 10000, 12500, 15000, 17500 ve 18750 Gauss manyetik akım yoğunluklarına ayarlanılan cihaza ayrı ayrı beslenmiştir. Fe/Mn oranı % 0,8 oranında düşürülmüştür.

Çalışmalar halen devam etmekte olup, daha saf Mn içeriğinin elde edilmesi için çalışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Maden karmaşığı, Manganez cevherleşmesi, Malatya, Manyetik ayırıcı.

METALLOGENY OF MANGANESE ORE DEPOSITS OF THE BATTALGAZİ (MALATYA) AND INVESTIGATION OF USABILITY AS RAW MATERIAL

Nil Yapıçı and Mesut Anıl

Mining Engineering Department, Faculty of Engineering and Architecture of Cukurova University,
Adana, Turkey, nyapici@cu.edu.tr.

The study area is located in the eastern part of Malatya and it is about 1800 hectares given in Malatya L41-a3 and a4 in the topographic map. The lithological units of the area are Permo-Trias Malatya Metamorphites, Upper Jurassic - Cretaceous İspendere Ophiolites and Eocene Maden Complex.

The Mn mineralizations of the region usually occur as irregular stocks within Maden Complex. Ore minerals are jakobsit, manganite, pyrolusite, iwakiite, piemontite, magnetite, hematite and limonite. The major oxides of the ore is Fe_2O_3 , MnO , SiO_2 , CaO and Al_2O_3 . Fe / Mn ratio is about 1.8 and average values of Fe content is 30.53% and Mn content is 16.83% by weight. The production of Mn concentrate by magnetic separator with a high magnetic gradient were researched. The working parameters at the magnetic separator were 20% solids content as pulp density and 10000-18750 Gauss as magnetic current density in order to remove impurities such as phosphorus, silica, Al_2O_3 , Cu, Zn, Pb, As from the ore. After magnetic separation, Fe/Mn ratio was decreased from 1.8 to 0.8.

Studies still continue in order to obtain more pure Mn content in the concentrate.

Key Words: Maden complex, Manganese ore, Malatya, Magnetic separator.

METAMORFİZMA VE METAMORFİK SÜREÇLER/ METAMORPHISM & METAMORPHIC PROCESSES

**Oturum Yürütücüler / Conveners:
Gültekin Topuz, Osman Candan**

SAKARYA ZONU JURA ÖNCESİ TEMELİNİN METAMORFİK EVRİMİ

Aral I. Okay

*Istanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü ve Maden Fakültesi,
Jeoloji Müh. Bölümü, Maslak 34469 İstanbul, Türkiye okay@itu.edu.tr.*

Biga Yarımadası'ndan Doğu Pontidler'e kadar uzanan Sakarya Zonu'nun sedimenter örtüsü genelde Alt Jura yaşı istifler ile başlar. Bu Jura istifleri, yoğun deformasyon ve çeşitli fasiyelerde metamorfizma geçirmiş sedimanter ve magmatik kayalardan yapılmış heterojen bir temel üzerinde yer alır. Sakarya Zonu'nun Jura öncesi temeli şu alt birimlere ayrılabilir:

a) Karbonifer'de amfibolit ve granulit fasiyesinde reyonal metamorfizma geçirmiş gnays, amfibolit ve mermer. Gnayslarda karakteristik parajenez kordiyerit + sillimanit + granat + feldspar + kuvars'tır. Bu yüksek dereceli metamorfik seri en iyi olarak Pular Masifi'nde mostra verir. Kazdağ Masifi'nı oluşturan benzer nitelikteki metamorfik seride zirkon Pb-Pb ve U-Pb yaşları da genellikle Karbonifer vermektedir. Fakat Kazdağ Masifi, Pular Masifi'nden farklı olarak, en Geç Oligosen ve Erken Miyosen'de sıcaklığı 640°C 'a ulaşan amfibolit fasiyesinde ikinci bir metamorfizma geçirmiştir ve Kazdağ Masifi'ndeki mika yaşları bu ikinci metamorfizmayı yansımaktadır.

b) Karbonifer yaştaki granitoidler. Bu plütonlara ait bilinen en iyi örnekler Doğu Pontidler'deki Gümüşhane ve kuzeybatı Anadolu'daki Söğüt granitoidleridir.

c) Geç Triyas'ta yeşilist, mavişist ve eklojît fasiyelerinde metamorfizma geçirmiş Nilüfer Birimi veya Alt Karakaya Kompleksi. Baskın olarak metabazit, daha az oranda mermer ve fillattan oluşan, ve dalma-batmaya uğramış bir okyanus platosu veya okyanus adaları topluluğunu temsil eden Alt Karakaya Kompleksi'nin tüm Sakarya Zonu boyunca yaygın bir dağılımı vardır. Alt Karakaya Kompleksi içindeki mermerlerden elde edilen seyrek konodontlar birimin Triyas'ta olduğunu göstermektedir. Alt Karakaya Kompleksi normal düzenli bir stratigrafik istif olmayıp, tektonik olarak yanyana gelmiş çok sayıda ve çeşitli büyülükte, farklı metamorfik fasiyelerde tektonik dilimlerden yapılmıştır. Bu dilimlerin büyük bir çoğunluğu yeşilist veya yüksek basınç yeşilist fasiyesinde metamorfizma gösterir ve metabazitlerde aktinolit + albit + epidot + klorit'ten oluşan bir mineral topluluğu egemendir. Eskişehir kuzeyinde, Bandırma doğusunda, Uludağ'ın kuzey ve güneyinde bazı bölgelerde ise Alt Karakaya Kompleksi dilimleri arasında granat + omfasit + glokofan'dan oluşan eklojitler ve glokofan + epidot + granat parajenezini içeren mavişistler mostra verir. Alt Karakaya Kompleksi'nden elde edilen fengit ve glokofan Ar-Ar yaşları genelde en Geç Triyas yaşında bir metamorfizmaya işaret eder. Buna karşın Pular Masifi'nde litolojik olarak Alt Karakaya Kompleksine çok benzeyen metamorfik kayalardan Erken Permiyen yaşları elde edilmiştir. Bu bulgu dalma-batmanın Pontidler'in güney sınırı boyunca Permiyen ve Triyas'ta devam ettiğine işaret eder.

d) Düşük dereceli bir metamorfizma gösteren veya metamorfik olmayan, yoğun yarı-kırılgan, yarı-sünek bir deformasyon geçirmiş klastik ve bazik volkanik kayalardan oluşan Üst Karakaya Kompleksi. Büyük bir kesimi melanj türü birimlerden oluşan Üst Karakaya Kompleksi Triyas yaşında bir dalma-batma zonu kompleksini temsil eder. Genelde metamorfik olmadığı düşünülmemesine rağmen, yapılan son çalışmalar Üst Karakaya Kompleksi'nin ankimetamorfizma ile yeşilist fasiyesi arasındaki koşullarda başkalaşım geçirdiğini göstermektedir.

Sakarya Zonu'nun Karbonifer-Triyas arasındaki evrimi, Hersiniyen yaşında bir temelden yapılmış Lavrasya'nın güney aktif kıta kenarına, güneydeki Paleo-Tetis okyanusundan gelen malzemenin eklenmesi ile açıklanabilir.

METAMORPHIC EVOLUTION OF THE PRE-JURASSIC BASEMENT OF THE SAKARYA ZONE

Aral I. Okay

*Istanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü ve Maden Fakültesi,
Jeoloji Müh. Bölümü, Maslak 34469 İstanbul, Türkiye okay@itu.edu.tr*

The sedimentary cover of the Sakarya Zone extending from the Biga Peninsula to the Eastern Pontides, starts generally with the Lower Jurassic sedimentary sequences. The Jurassic sequences lie with a angular unconformity over a heterogeneous basement consisting of strongly deformed and variably metamorphosed sedimentary and volcanic rocks. This pre-Jurassic basement of the Sakarya Zone can be subdivided into the following units:

a) Gneiss, amphibolite and marble, which has undergone amphibolite to granulite facies metamorphism during the Carboniferous. The characteristic paragenesis in the gneisses is cordierite + sillimanite + garnet + feldspar + quartz. This high-grade metamorphic sequence is best preserved and exposed in the Pulur Massif. Similar high-grade metamorphic rocks in the Kazdağ Massif yield also Carboniferous zircon Pb-Pb and U-Pb ages. However, unlike the Pulur Massif, the Kazdağ Massif has undergone an amphibolite facies metamorphism during the latest Oligocene-Early Miocene, which reached temperatures of 640° C; the mica ages in the Kazdağ Massif reflect these young metamorphic event.

b) Carboniferous plutons. The best known examples of the Carboniferous plutons are the Gümüşhane granitoid in the Eastern Pontides and the Söğüt granitoid in northwest Turkey.

c) Lower Karakaya Complex or the Nilüfer unit, which has undergone a greenschist, blueschist and eclogite facies metamorphism during the latest Triassic. The Lower Karakaya Complex consists mainly of metabasites with lesser amounts of marble and phyllite and represents a subduction-accretion complex of subducted oceanic plateau or a series of oceanic islands. It has a very widespread distribution through the Sakarya Zone. Rare conodont finds from the marbles of the Lower Karakaya Complex indicate a Triassic depositional age. The Lower Karakaya Complex is not a regular volcano-sedimentary sequence but represents a thrust stack made up of large number of tectonic slices, which differ in size and also in metamorphic grade and metamorphic facies. Most of these slivers show a greenschist facies metamorphism with a typical paragenesis of actinolite + albite + epidote + chlorite in the metabasites. North of Eskişehir, east of Bandırma and north and south of Uludağ some of the tectonic slices of the Lower Karakaya Complex consist of eclogite of garnet + omphacite + glaucophane and of blueschist with glaucophane + epidote + garnet paragenesis. The phengite and glaucophane Ar-Ar ages from the Lower Karakaya Complex indicate a latest Triassic high-pressure metamorphism. A sequence, lithologically similar to the Lower Karakaya Complex in the Pulur Massif, has yielded Early Permian mica ages. The geochronological data suggest subduction along the southern margin of the Pontides during the Permo-Triassic.

d) Upper Karakaya Complex consisting of low-grade or unmetamorphosed but strongly deformed clastic and basic volcanic rocks. The Upper Karakaya Complex is made up mainly of melange-like units, and represents a Triassic subduction-accretion complex. Although it is generally considered unmetamorphosed, recent studies have documented a metamorphism ranging from anchimetamorphism to low-grade greenschist facies.

The Carboniferous to Triassic evolution of the Sakarya Zone can be viewed as subduction of the Paleo-Tethys along the southern margin of Laurasia, which was constituted of Hercynian basement units.

METAKİT ZİRKON OLUŞUMLARI VE AKIŞKAN ETKİSİ

A.Didem Kılıç

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Fırat Üniversitesi, 23000, Elazığ, Türkiye, adkilic@firat.edu.tr.

Yüksek basınç metamorfik kayaçları Toros orojenik kuşağında yaygındır ve dalma-batma zonlarını göstermesi bakımından oldukça önemlidir. Doğu Toros orojenik kuşağında yer alan Pütürge metamorfiklerinin mineral örnekleri prograd ve retrograd iki metamorfizma fazı gösterir. Pütürge metamorfiklerindeki Yüksek basınç metamorfizması, metagranitlerdeki distenin varlığıyla belirgindir. Zirkon, metamorfizma ve akışkan dinamiği hakkında referans mineralidir. Ayrıca, zirkon metamorfik (rekristalizasyon veya akışkanlarca büyümeye), magmatik (eriyikten kristalleşme) ve hidrotermal (alterasyon veya akışkanlarca büyümeye) tüm şartlar altında olabilir. Pütürge metamorfiklerindeki metagranitler; Plajiyoklas, kuvars, biyotit, muskovit, ditsen, granat, apatit ve opak minerallerden ibarettir. Pütürge metamorfik kayaçlarından düşük sıcaklık/yüksek basınç metagranitlerdeki metamikt zirkonlar, kıtasal çarpaşma esnasındaki dehidratasyon ergimesini göstermesi bakımından önemlidir ve superkritik akışkanlar düşük sıcaklık/yüksek basınç sırasında zirkon mineralindeki iz elementlerin zenginleşmesinde önemli rolü vardır. Metagranitlerdeki zirkon gözenekli dokusu ve pozitif Ce anomalisinin varlığı karakteristik özelliktir.

Bu çalışmada, metagranitlerdeki metamikt zirkonlar ve kıtasal çarpaşma sırasında zirkon ve ilişikteki mineraller arasında gelişen kimyasal reaksiyonlara akışkanların etkisi irdelemektedir.

Anahtar Kelimeler: Superkritik akışkanlar, Zirkon, Metamorfizma, İz Element.

METACIT ZIRCONS AND ACTION OF FLUID

A.Didem Kılıç

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Fırat Üniversitesi, 23000, Elazığ, Türkiye, adkilic@firat.edu.tr.

High pressure metamorphic rocks in Torid orogenic belt are common and very important for representing subduction zone. The Pütürge metamorphics is placed on East Torid Orogenic BeltMineral assemblages of Pütürge metamorphics indicates prograde metamorphism and retrograde metamorphism. HP metamorphism in the Pütürge metamorphics has been recognized by occurrences of kyanite in metagranite. Zircon is reference mineral in metamorphism and fluid Dynamics. Furthermore, zircon can formed under all geological, including metamorphic (recrystallization or growth from fluid), magmatic (crystallization from melt) and hydrothermal (alteration or growth from fluid). The metagranite in situ Pütürge metamorphics consists of plagioclase, quartz, biotite, muscovite, kyanite, garnet, zircon, apatite, opac mineral. Metamict zircons from the low T/HP metagranite are important it that experienced dehydration melting during the continental collision and supercritical fluid is important role in the enrichment of trace elements in zircons during low T/HP metamorphism. Zircon in metagranite are characterized by the presence of porous texture , absence of positive Ce anomalies.

In the works are investigate metamict zircons in the metagranite and the property of metamorphic fluid with respect to they action on chemical reactions between zircon and coexisting minerals during the continental collisions.

Key Words: Supercritic fluids, Zircon, Metamorphism, Trace Element.

RODENJİLEŞMİŞ İZOLE DİYABAZ DAYKLARIN (VAN-ÖZALP) JEOKİMYASAL KARAKTERİSTİKLERİ

Kurtuluş Günay¹, Ali Rıza Çolakoğlu¹ ve Üner Çakır²

¹*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, 65080, Zeve Kampüsü,*

Van, Türkiye, kurtulusgunay@yyu.edu.tr,

²*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, 06800, Beytepe, Ankara, Türkiye.*

Bu incelemede Van Özalp bölgesinde yer alan izole diyabaz daykların jeolojisi ve bu kayaçlar üzerindeki Ca metazomatizmasının etkileri irdelenmiştir. Ofiyolitlerin uzun jeolojik evrim sürecinde geçirdikleri olaylar bu kayaçların jeokimyasal verileri üzerinde değişime neden olmaktadır. Rodenjitleşme peridotitlerin serpantinleşmesi esnasında olivin ve piroksenlerden açığa çıkan kalsiyumca zengin akışkanların serpantin mineral kafeslerinin yapısına girememesinden dolayı serpantinitlerle kontak diğer kayaçlarda meydana getirdiği Ca-metazomatizması sonucu gelişen alterasyon olayıdır. Metazomatik olaylar ve alterasyon süreçlerinin element hareketliliği üzerindeki etkilerini belirlemek ana oksit, iz ve nadir toprak element (NTE) davranışlarının irdelenmesiyle ortaya konulabilmektedir.

Mineralojik-petrografik çalışmalar ve jeokimyasal analizler sonucunda, Yüksekova karmaşığında peridotitleri kesen izole diyabaz daykların, Ca metazomatizmasına bağlı olarak çeşitli derecelerde rodenjitleşme göstergeleri tespit edilmiştir. Bu metazomatizmanın etkileri izole daykların tüm kayaç jeokimyalarında CaO zenginleşmesine, SiO₂ değerlerindeki tüketilmeye ve Ca-Al-Mg'lu silikatların oluşumu ile belirginleşir. Ofitik dokuya sahip rodenjitleşmiş diyabaz daykların mineralojik bileşimini diyopsit, plajiyoklaz, hidrogrossüler, flogopit, klorit, epidot ve daha az oranda prehnit, apatit, kalsit ve opak mineraller oluşturur. Özellikle rodenjitleşme için karakteristik minerallerden olan diyopsit, hidrogrossüler ve klorit XRD analizleri ile de tespit edilmiştir. Jeokimyasal analiz sonuçlarına göre (n=10) toleyitik karakterli olan izole dayklar, rodenjitleşme derecelerine göre üç farklı alt guruba ayrılmıştır. Birinci gurup ileri derecede rodenjitleşmiş diyabaz dayklarından oluşur (~% 42–38 SiO₂; ~%19–26 CaO). İkinci gurubu oluşturan diyabaz dayklarında rodenjitleşme derecesi daha düşüktür (~% 42.5–43 SiO₂; %14.5–15 CaO). Üçüncü gurubu oluşturan diyabaz dayklarında ise hem petrografik hem de jeokimyasal analiz sonuçlarına göre rodenjitleşme etkilerine rastlanılmamıştır (~%47–50 SiO₂; %10 –12 CaO). Bu üç farklı gurup arasındaki element korelasyonlarının irdelenmesi sonucunda, ofiyolitik mafik kayaçların petrojenetik yorumlarında sıkılıkla kullanılan Th, Ti, Y, Yb, Nb, La, Ce ve Lu gibi elementlerin gözlenen rodenjitleşme derecelerinde Ca metazomatizmasından görelî olarak etkilenmedikleri tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Izole diyabaz daykları, Metazomatizma, Element hareketliliği, Van-Özalp.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF RODINGITIZED ISOLATED DIABASE DYKES (VAN-ÖZALP)

Kurtuluş Günay¹, Ali Rıza Çolakoğlu¹ and Üner Çakır²

¹*Department of Geological Engineering, Yüzüncü Yıl University, Zeve Campus,*

TR-65080 Van, Turkey, kurtulusgunay@yyu.edu.tr,

²*Department of Geological Engineering, Hacettepe University, 06800, Beytepe, Ankara, Türkiye.*

In this study, the geology of Van-Özalp region isolated diabase dykes are studied and its Ca metasomatic effects investigated. The ophiolites subjected to prolonged multistage evolution effects on its geochemical composition. Rodingites are end products of Ca-metasomatism in any of contact rocks such as diabase dykes, reflects the production of Ca-rich fluids released from olivine and pyroxene as a process of serpentinization which can not be accommodated in serpentine crystal structure. Major oxide, trace and rare earth element (REE) can be used for the geochemical evaluations of metasomatism and alteration processes.

Mineralogical-petrographical studies and geochemical analyse results indicate that various degree of Ca metasomatism form rodingitization on the isolated diabase dykes cutting through peridotite in the Yüksekova complex. This effect of metasomatism became evident with enrichment of CaO and depletion of SiO₂ content of the diabase dyke and new formed Ca-Al-Mg silicate minerals. The mineralogical composition of the ophitic textured rodingitized diabase dykes are diopside, plagioclase, hydrogrossular, flogopite, chlorite, epidote and minor amount of prehnite, apatite, calcite and opaque minerals. Especially, the main mineral of the rodingitization are characteristic formed by diopside, hydrogrossular and chlorite were also determined by X-ray diffractometer. Tholeitic izole diabase dykes are divided three sub-group (n=10) according to geochemical analyse results. The first group of diabase dykes show advanced rodingitization (~42–38 wt. % SiO₂; ~19–26 wt. % CaO). Second group diabase dykes show less alteration effects (~42.5–43 wt. % SiO₂; 14.5–15 wt. % CaO). Third group diabase dykes are not altered (~47–50 wt. % SiO₂; 10–12 wt. % CaO). The Elemental correlation of these sub-group diabase dykes indicates that the elements such as Th, Ti, Y, Yb, Nb, La, Ce ve Lu that are often used petrogenetic evolution of the mafic rocks are not effected during Ca metasomatism in this alteration degrees.

Key Words: Isolated diabase dykes, Metasomatizm, Element mobility, Van-Özalp.

BİGA YARIMADASI'NDA (KB ANADOLU) YER ALAN METAVOLKANİK KAYAÇLARIN U-PB LA-ICP-MS ZİRKON YAŞLARI VE JEOKİMYASI

Fırat Şengün¹, Erdinç Yiğitbaş¹, O. Ersin Koralay² ve İ. Onur Tunç¹

¹*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Terzioğlu Yerleşkesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17020, Çanakkale, firatsengun@comu.edu.tr,*

Mühendislik Bölümü, 17020, Çanakkale, firatsengun@comu.edu.tr,

²*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160, İzmir.*

Biga Yarımadası'nın batı kesiminde başlıca metavulkanik kayalardan oluşan ve Alpin tektoniğinden etkilenmiş Variskan bir temel vardır. KD-GB yönelik metavulkanik kayalar Çamlica metamorfik topluluğunun tabanında bulunur ve kahverengi, yeşil, sarımsı yeşil metalav, metatüf ve metapelit ardalanmasından oluşmaktadır. Metavulkanik kayaların mineral topluluğu kuvars + klorit + epidot + albit + aktinolit + kalsit ± sfen ± zirkondan oluşmaktadır. Bu mineral topluluğu metavulkanik kayaların yeşilist fasyesinde metamorfizmaya uğradığını göstermektedir.

Biga Yarımadası'nda yüzlek veren metavulkanik kayaların kökenini ve tektonik ortamını ortaya çıkarmak için ana, iz ve nadir toprak elementi analizleri yapılmıştır. Metavulkanik kayalar kalk-alkalın karakterli andezit bileşimlidir. Birimin kalk-alkalın niteliği; ortaç SiO₂ içeriği, düşük MgO ve düşük Cr ile karakterize olmaktadır. Kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementi paternleri kısmen fraksiyonlaşmıştır (La_N/Yb_N ~ 2.2-8.9). Eu anomalileri değişken olup (Eu/Eu* 0.6-1.9) genellikle negatiftir (ortalama Eu/Eu* 0.83). Metavulkanik kayalar çoklu element diyagramlarında negatif Nb, Sr, Ba ve Hf anomali gösterirler. Metavulkanik kayalarda gözlenen negatif Nb, Sr, Ba ve Hf anomalileri kökenlerinde kitasal bir karışımının olduğunu göstermektedir. Tektonik ayırım diyagramlarında bütün metavulkanik kayalar volkanik yay alanında toplanmakta ve bu da kalk-alkalın magma tipini göstermektedir. Bu tür magma tipi metavulkanik kayaların volkanik yay ortamı için karakteristikdir.

Metavulkanik kayalardan elde edilen zirkon taneleri tipik olarak magmatik morfolojiye sahip ve özşekillidir. Bu zirkon taneleri LA-ICP-MS ile yaşlandırılmıştır. İki örnektenden elde edilen zirkon yaşıları 328.6 ± 3.5 My ve 343.2 ± 2.6 My vermektedir. Bu yaşlar metavulkanik kayaların köken kayalarının kristalizasyon yaşı olarak yorumlanmıştır. Biga Yarımadası'nın volkanik evresi Variskan orojenezi sırasında Variskan magmatik aktivitesine bağlanmaktadır. Metavulkanik kayalarla ilgili bu çalışmada elde edilen jeokimyasal ve izotopik veriler ilk kez Biga Yarımadası'nın batı kesiminde de Variskan temellerinin varlığını işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Variskan temel, Metavulkanitler, U-Pb zirkon yaşı, Biga Yarımadası, Kuzeybatı Anadolu

GEOCHEMISTRY AND U-PB LA-ICP-MS ZIRCON AGES OF METAVOLCANIC ROCKS IN THE BİGA PENINSULA (NW ANATOLIA)

Fırat Şengün¹, Erdinç Yiğitbaş¹, O. Ersin Koralay² and İ. Onur Tunç¹

¹Department of Geology, Faculty of Engineering and Architecture, Çanakkale Onsekiz Mart University, 17020, Çanakkale, Turkey, firatsengun@comu.edu.tr,

²Department of Geology, Faculty of Engineering, Dokuz Eylül University, 35160, İzmir, Turkey

The western part of the Biga Peninsula has a Variscan basement affected by Alpine tectonics which is mainly composed of metavulkanic rocks. NE-SW-directed metavulkanic rocks occur in the basement of Çamlıca metamorphic association and made up of brown, green, yellowish green metalava, metatuff and small amount of metasedimentary rocks. The common mineral assemblages of the metavulkanic rocks are mainly composed of quartz + chlorite + epidote + albite + actinolite + calcite ± sphene ± zircon. This mineral assemblage indicates that these metavulkanic rocks underwent greenschist-facies metamorphism.

Major, trace and rare earth element (REE) geochemistry for metavulkanic rocks from the Biga Peninsula has been determined to reveal their origin and tectonic setting. The metavulkanic rocks have compositions of andesites with calc-alkaline character. Calc-alkaline chemistry is represented by intermediate SiO_2 content, low MgO and low Cr. Chondrite-normalized REE patterns are moderately fractionated ($\text{La}_{\text{N}}/\text{Yb}_{\text{N}} \sim 2.2$ to 8.9). Europium anomalies are variable ($\text{Eu}/\text{Eu}^* 0.6$ to 1.9) and generally negative (average $\text{Eu}/\text{Eu}^* 0.83$). The metavulkanic rocks have a distinct negative Nb anomaly with negative Sr, Ba, Hf anomalies in extended element diagrams. The large negative Nb, Sr, Ba and Hf anomalies in the metavulkanic rocks exhibit a crustal involvement in their derivation. On tectonic discrimination diagrams, all metavulkanic rocks cluster within the volcanic arc field away from either the within plate or ocean ridge fields. Those within the volcanic arc field indicate calc-alkaline magma type. Such a magma type is a characteristic of volcanic arc setting for the metavulkanic rocks.

Zircon grains from these metavulkanic rocks, which are euhedral with typical magmatic morphologies, were dated by LA-ICPMS. Zircon ages of two samples yielded 328.6 ± 3.5 Ma and 343.2 ± 2.6 Ma, respectively. These are interpreted as the time of protolith crystallization of metavulkanic rocks. This volcanic episode of the Biga Peninsula can be attributed to the Variscan magmatic activity during Variscan orogenic event. Geochemical and isotopic data of metavulkanic indicate that the presence of Variscan basement on the western part of the Biga Peninsula for the first time.

Key Words: Variscan basement, Metavulkanics, U-Pb zircon age, Biga Peninsula, Northwest Turkey.

OFİYOLİT TABANINDAKİ AMFİBOLİT PETROLOJİSİ: İĞDİR METAMORFİTİ ÖRNEĞİ

A. Didem Kılıç

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Fırat Üniversitesi, 23000, Elazığ, Türkiye

İnceleme alanı, Burdur ili Yeşilova ilçesinin kuzeydoğusunda yer almaktadır. Bu çalışma, ofiyolitlerin tabanında yer alan metamorfiterdeki amfibolitlerin petrografik ve petrolojik özelliklerinin incelenmesini amaçlamaktadır. İnceleme alanı, bölgeye allokton olarak gelip yerleşen Likya naplarının üzerinde olup, bu alanda yüzeylenen diğer birimler, Yeşilova Ofiyoliti (Jura-Üst Kretase), Ofiyolitik melanj (Üst Kretase) ve pliyosen yaşılı kıritılı çökeller görürmektedir.

İğdir metamorfiteri, amfibolit, granatlı amfibolit, mikaşist, kalkşist ve mermerden oluşur. Amfibolitlerin, mikroskopik incelemelerinde nematoblastik ve granonematoblastik dokuda oldukları belirlenmiş

ve hornblend, albit, biyotit, klorit, kuvars, zirkon, korund, apatit, sfen ve kalsit minerallerini içerdikleri tespit edilmiştir. Bu mineral parajenezleri, ~700 °C ve ~11 Kb basınç-sıcaklık değişimlerini karakterize eden amfibolit fasiyesi koşullarını göstermektedir.

Amfibolitlerin toplam kaya jeokimyası bunların MORB tipi magmadan türedigini göstermektedir. Amfibolitlerin P_2O_5 , TiO_2 ve Zr konsantrasyonları toleyitik bazalt özelliği sergilemektedir. Ayrıca, örneklerde Rb, K ve Ba gibi akişkan içerisinde hareketli olan elementlerin oranı oldukça yüksektir.

İğdir metamorfiklerine ait amfibolitler, okyanus ortası sırtlarda oluşmuş, yitilen okyanusal kabuğun çarpışma sonrası kapanmasıyla meydana gelen metamorfizma ürünleri olarak yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Amfibolit, Ofiyolit, Petroloji, Likya Napları.

PETROLOGY OF AMPHIBOLITE AT THE BOTTOM OF OPHIOLITES: İĞDİR METAMORPHIC SAMPLE

A.Didem Kılıç

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Fırat Üniversitesi, 23000, Elazığ, Türkiye

The study area is located northeast of Yeşilova in Burdur. The aim of this paper is to document the petrographical and petrological characteristics of amphibolites exposed in the area. In investigated area occur as on of Lycian nappes. Another units are represented by Yeşilova Ophiolite (Jura-Upper Creatase), Ophiolitic melange (Upper Creatase) and Pliocene sediments.

İğdir metamorphics consists of amphibolite, mica schist, calcschist and marble. In the microscopic investigate of amphibolites display nematoblastic and granonematoblastic texture and consist of hornblend, albite, biotite, chlorite, quartz, zircon, corundum, apatite, sphene and calcite. The mineral paragenesis suggests that rocks underwent amphibolite facies metamorphism. Conditions of amphibolite facies are constrained as ~700 °C and ~11 Kb.

Whole rock geochemistry of these amphibolite show that they exhibit MORB like. The available data suggested that the P_2O_5 , TiO_2 and Zr concentrations of these amphibolites exhibit Tholeitic basalt nature. Forever, The concentration of fluid mobile elements, Rb, K, and Ba in samples are highly elevated.

All characteristic show that the amphibolites formed at the mid-oceanic ridge of the oceanic crust and were metamorphised due to collision followed by the closure of the subduction oceanic crust.

Key Words: Amphibolite, Ophiolite, Petrology, Lycian Nappes.

REFAHİYE METAMORFİTLERİ'NİN (ERZİNCAN) JEOLOJİK EVRİMİ VE JEODİNAMİK ÖNEMLERİ

**Gönenç Göçmengil¹, Gültekin Topuz¹, Ömer Faruk Çelik²,
İsmail Emir Altıntaş¹ ve Mutlu Özkan²**

¹*Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469 Maslak,
İstanbul, gocmengil@itu.edu.tr,*

²*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kocaeli Üniversitesi, İzmit/Kocaeli 41150, Turkey.*

Refahije (Erzincan, KD Türkiye) yöreni İzmir-Ankara-Erzincan Neotetis kenedinin üzerinde bulunmaktadır. İzmir-Ankara-Erzincan kenedi Doğu Pontidleri, güneydeki Kırşehir Masifi ve Anatolid-Torid Bloğundan ayırmaktadır. Yörede metamorfik kayalar, ofiyolit ve ofiyolitik melanjlar ile tektonik dokanaklı olarak bulunmaktadır. Bütün bu birimler uyumsuz olarak Eosen ve daha genç tortul kayalar tarafından örtülmektedir. Bu tebliğde, metamorfik kayaçların arazi ilişkileri, kayaç toplulukları ve başkalaşım koşulları hakkında veriler sunmaktadır.

Refahije Metamorfittleri yaklaşık olarak 75 km²'lik bir alanda yüzeylenmekte olup, başlıca yeşilist (yüzeyleme alanının ~%33'ü), mermer (~%30), metaperidotit (~%25), fillit (~%10) ve tali oranda amfibolit, mikäşist, eklojıt, metaçört ve metakumtaşından meydana gelmektedir. Bu kayaç topluluğu, metamorfizma geçirmiş bir yığışım karmaşığına benzemektedir.

Yeşilistler başlıca aktinolit/Na-Ca amfibol, epidot, klorit, albit, titanit, magnetit ve ±kalsit içerir. Bazı örneklerde kalıntı hornblend ve rutile rastlanmaktadır. Kalıntı hornblendler aktinolit, rutiller ise titanitler tarafından ornatılmaktadır. Metaperidotitlerde ilksel kayadan kalıntı olarak spinel, ortopiroksen, klinopiroksen ve olivin yersel olarak korunmuştur. Kalıntı minerallerin dışında metamorfizma sırasında oluşmuş klorit,

serpentinit, magnetit, \pm talc yaygındır. Ayrıca, az oranda hidratlaşmış metaperidotitlerde ise metamorfizma ile oluşmuş klinopiroksen, olivin ve tremolit mevcuttur. Fillitler, yüksek varyanslı mineral toplulukları içermektedir (fengit + kuvars + klorit + opak mineral \pm kalsit ile tali oranda \pm zirkon, \pm turmaliň ve \pm apatit). Eklojitel granat, omfasit, zoisit, kuvars, rutil/titanit ile tali oranda fengitten oluşur. Eklojiteri çevreleyen kısımlarda gözlenen granatlı amfibolitler ise hornblend, epidot, plajiyoklas, granat, rutil/titanit, kuvars, \pm apatit, \pm kalsit içermektedir.

Refahiye Metamorfitleri yeşilşist, amfibolit ve eklojit-fasiyelerini yansitan kayaç topluluğu içermektedir. Baskın başkalaşım fasiyesi yeşilşistken, amfibolit ve eklojit fasiyelerindeki kayalar eklojit lokasyonlarıyla sınırlıdır. Buradaki ana sorun, eklojit ve amfibolit fasiyeli metamorfitlerin yeşilşist-fasiyeli metamorfitlerle bağlantısıdır. Yeşilşist fasiyesi kayaçlar içinde daha yüksek basınç koşullarına işaret eden minerallerin varlığı, bütün metamorfitlerin başlangıçta eklojit ve granat amfibolit-fasiyeli koşullara maruz kalmış olduğuna ve yüzeylenirken önemli ölçüde yeşilşist-fasiyeli koşullarına gerilemiş olduğuna işaret etmektedir.

Refahiye Metamorfitleri kayaç toplulukları bakımından Permo-Triyas Karakaya Karmaşığı'nın Nilüfer birimi ile litolojik olarak denetirilebilir. Ancak, metamorfitlerin İzmir-Ankara-Erzincan kenetinin tam üzerindeki bulunması daha genç bir dalma batmayı temsil ettiği ihtimalini ortaya çıkarmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yiğışım karmaşığı, İzmir-Ankara-Erzincan süturu, Dalma-batma zonu metamorfizması, Jeodinamik evrim, Pontidler.

GEOLOGICAL EVOLUTION OF REFAHIYE METAMORPHICS (ERZINCAN) AND THEIR GEODYNAMIC SIGNIFICANCE

Gönenç Göçmengil¹, Gültekin Topuz¹, Ömer Faruk Çelik²,
İsmail Emir Altıntaş¹ and Mutlu Özkan²

¹ Eurasia Institute of Earth Sciences, Istanbul Technical University, 34469 Maslak,
İstanbul, Turkey, gocmengil@itu.edu.tr,

² Department of Geology, Kocaeli University, Izmit / Kocaeli 41150, Turkey.

The Refahiye region (Erzincan, NE Turkey) is located on the Izmir-Ankara-Erzincan Neotethyan suture. The Izmir-Ankara-Erzincan suture separates the Eastern Pontides from the southern Kırşehir Massif and Anatolid-Toride Block. The metamorphic rocks in the region occur in tectonic contacts with the ophitites and ophiolitic melanges. All these units were unconformably overlain by the Middle Eocene or younger sedimentary rocks. In this abstract, we present data on field relations, rock assemblages and metamorphic conditions of the Refahiye metamorphic rocks.

The Refahiye metamorphics are exposed over an area of \sim 75 km², and consist of greenschists (\sim 33% of outcrop area), marbles (\sim 30%), metaperidotites (\sim 25%), phyllites (\sim 10%) and subordinately amphibolites, micaschists, eclogites, metacherts and metasandstones. With this rock assemblage, the Refahiye metamorphics resemble metamorphosed accretionary complexes.

Greenschists are made up of actinolite/Na-Ca amphibole, epidote, chlorite, albite, titanite, \pm magnetite and \pm calcite. Some samples have relic hornblende and rutile. Relict hornblende is replaced by actinolite, and rutiles replaced by titanite. In metaperidotites, spinel, orthopyroxene, clinopyroxene and olivine are variably preserved. Except for these relict phases, metamorphic minerals such as chlorite, serpentine, magnetite and \pm talc are widespread. In addition, in some slightly hydrated metaperidotites, newly formed metamorphic clinopyroxene, orthopyroxene, olivine and tremolite are present. Phyllites contain high-variance mineral assemblages (phengite, quartz, chlorite, opaque mineral, \pm calcite and minor amounts of \pm zircon, \pm turmaline and \pm apatite). Eclogites contain mineral assemblages involving omphacite, garnet, zoisite, quartz, titanite/rutile and minor phengite. Garnet amphibolites which surround eclogites contain hornblende, epidote, plagioclase, garnet, rutile/titanite, \pm quartz, \pm apatite and \pm calcite.

The Refahiye metamorphic rocks are made of greenschist-, amphibolite- and eclogite-facies rocks. The predominant metamorphic facies is greenschist-facies, while amphibolite- and eclogites-facies are confined to locations of eclogites. The main question to be answered is the relationship of eclogite-amphibolite facies rocks with greenschist facies rocks. The presence of residual high-pressure minerals in greenschist-facies rocks suggest that the whole metamorphics underwent eclogite and garnet-amphibolite facies metamorphism and were variably retrogressed into greenschist facies conditions during the exhumation.

The Refahiye metamorphic rocks can be lithologically correlated with the Permo-Triassic Karakaya complex. However, occurrence within the Izmir-Ankara-Erzincan Neo-Tethyan suture raises the possibility that the Refahiye metamorphic rocks might represent products of a younger subduction- accretion complex.

Key Words: Accretionary complex, İzmir-Ankara-Erzincan suture, subduction zone metamorphism, Geodynamic evolution, Pontides.

ORTA PONTİDLERDE JURA YAŞLI YÜKSEK SICAKLIK METAMORFİZMASI

Aral I. Okay¹, Gürsel Sunal¹, Sarah Sherlock² ve Okan Tüysüz¹

¹*İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü ve Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü,
Maslak 34469 İstanbul, okay@itu.edu.tr,*

²*Centre for Earth, Planetary, Space and Astronomical Research (CEPSAR), Faculty of Science,
The Open University, Milton Keynes MK7 6AA İngiltere.*

Orta Pontidler'de Kastamonu ile İnebolu arasındaki bölgede Jura yaşında granitik sokulumların varlığı uzun süredir bilinmektedir. Bunlara ek olarak ve bu magmatik kayalar ile yakın mekansal ilişki sunan yüksek sıcaklık koşullarında metamorfizma geçirmiş gnays ağırlıklı bir metamorfik seri İnebolu güneybatısında geniş alanlarda yüzeyler. Geme kompleksi adı verilen bu birim baskın olarak gnays, gnaysik micasist, migmatit, granit, amfibolit ve daha az oranda mermerden yapılmıştır. Bu kayalar üzerine uyumsuzlukla Alt Kretase yaşı Çağlayan Formasyonuna ait kumtaşı, şeyl ve çakıltaşları gelmektedir. Geme Kompleksi gnaysları milimetre ölçünde bandlaşma gösterir, açık renklidir, baskın olarak biyotit, kuvars ve feldispattan oluşur. Bandlaşma bileşimsel olup biyotitçe zengin koyu renkli ve kuvars-feldispatça zengin açık renkli kesimlerin ardalanmasından oluşur. Bazı kesimlerde kuvars ve feldispattan oluşan bu seviyeler granitik bir özellik göstermekte ve biyotitçe zengin koyu renkli kesimleri 1-10 cm büyülüklükte topaklar halinde içine almaktadır. Migmatitleşmenin bir sonucu olan bu ağ dokusu bölgede yaygındır. Gnayslar arasında beş metre kalınlıkta seviyeler halinde şeritli orta-iri taneli amfibolitler bulunur. Gnayslar onlarca metre büyülükle ulaşan granitik damarlar ve küteler tarafından kesilmiştir.

Geme Kompleksi gnayslarında kritik mineral parajenezi "kordiyerit + granat + biyotit + kuvars + potasyum-feldispat"dir. Amfibolitlerde gözlenen parajenez "plajiyoklas + hornblend + klinopiroksen"dir. Geme metamorfitleri kısmi ergimeye varan çok yüksek sıcaklıkta başkalaşım geçirmiştir, sıcaklık muskovitin duraylılık alanının üstüne çıkmıştır. Geme Kompleksi'nden alınan bir gnays örneğinden biyotit üzerinde yapılan Ar-Ar yaş tayini 156 ile 165 Ma arası neticeler vermiştir. Bu değerler kayanın sıcaklığının Orta-Üst Jura'da (Kalloviyen-Kimmericiyen) 300°C altına düşüğünü göstermektedir.

Geme Kompleksi'nin 40 km güneydoğusunda yer alan Devrekani metamorfitleri litoloji ve metamorfizma derecesi açısından Geme Kompleksine benzerlik sunar. Metamorfizma yaşı açısından da bir benzerlik olup olmadığını sinamak amacıyla Devrekani metamorfitlerinden derlenen bir kuvarso-feldispatik gnaysdaki muskovit ve biyotit mineralleri üzerinde Ar-Ar yaş tayinleri yapılmıştır. Muscovitler 141 ± 2 ile 150 ± 2 Ma arasında, biyotitler ise 149 ± 1 ile 152 ± 1 Ma arasında Ar-Ar yaşları yaşları vermiştir. Metamorfik kayalarda muskovit ve biyotitlerden elde edilen soğuma sıcaklıklarının bölgedeki magmatik kayalardan elde edilen yaşlarla benzeşmesi, Geme ve Devrekani kompleksini etkileyen yüksek sıcaklık metamorfizmasının Jura yaşı olduğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Orta Pontidler, Metamorfizma, Magmatizma, Jura, Ar-Ar yaş tayini.

JURASSIC HIGH-TEMPERATURE METAMORPHISM IN THE CENTRAL PONTIDES

Aral I. Okay¹, Gürsel Sunal¹, Sarah Sherlock² and Okan Tüysüz¹

¹*İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü ve Maden Fakültesi, Jeoloji Müh.
Bölümü, Maslak 34469 İstanbul, okay@itu.edu.tr,*

²*Centre for Earth, Planetary, Space and Astronomical Research (CEPSAR), Faculty of Science,
The Open University, Milton Keynes MK7 6AA İngiltere.*

The presence of Jurassic granitic rocks have been long known from the Central Pontides in the region between Kastamonu and İnebolu. Additionally a gneiss-dominated metamorphic series crops out over wide areas southwest of İnebolu in close spatial association with the Jurassic magmatic rocks. These metamorphic rocks, known as the Gene Complex, consist of gneiss, gneissic micaschist, migmatite and minor amounts of amphibolite and marble. They are unconformably overlain by the sandstones and conglomerates of the Lower

Cretaceous Çağlayan Formation. The gneisses of the Geme Complex show banding on a millimetric scale and consists essentially of quartz, feldspar and biotite. The banding is compositional and is defined by the changes in the amount of biotite. Parts of the Geme Complex consisting of quartz and feldspar show a granitic texture and enclose rounded biotite-rich clasts, 1 to 10 cm across formed as a results of migmatization. Amphibolites occur as banded, medium to coarse grained horizons, ca. five metres thick. The gneisses are cut by granitic veins tens of metres large.

The critical mineral paragenesis in the gneisses of the Geme Complex is cordierite + garnet + biotite + quartz + potassium-feldspar. The mineral paragenesis in the amphibolites is plagioclase + hornblende + clinopyroxene. The Geme metamorphic rocks have undergone a high temperature metamorphism, the temperatures during the metamorphism were above the stability of muscovite. A biotite separate from a gneiss sample from the Geme Complex gave Ar-Ar cooling ages of between 156 and 165 Ma. These ages indicate that the rock has cooled to below 300°C by the Middle-Late Jurassic (Callovian-Kimmeridgean).

The Devrekani metamorphics located about 40 km southeast of the Geme Complex have similar lithological and metamorphic features. To explore similarity in the age of metamorphism we have dated muscovites and biotites from a quartzo-feldspathic gneiss from the Devrekani Complex. The muscovites gave Ar-Ar ages of between 141±2 and 150±2 Ma, and biotites between 149±1 and 152±1, comparable to those from the Geme Complex. The similarity of mica ages from the metamorphic rocks and those from the magmatic rocks indicates that the high-temperature metamorphism observed in the Geme and Devrekani complexes is of Jurassic age.

Key Words: Central Pontides, Metamorphism, Magmatism, Jurassic, Ar-Ar age dating.

ALANYA MASİFİ METAMORFİK KAYAÇLARININ P-T-t EVRİMİ

Mete Çetinkaplan¹, Roland Oberhängsl², Osman Candan¹,
Ersin Koralay¹, Aral I. Okay³ ve Hüseyin Kozlu⁴

¹Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe Kampüsü,
Buca-İzmir, mete.cetinkaplan@deu.edu.tr,

²Institut für Geowissenschaften, Universität Potsdam, Postfach 601553, Potsdam 14415, Germany,

³İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Maslak-İstanbul,

⁴Cigdem Mah.339 Sok.NO:17/22,100.Yıl.Cankaya/Ankara.

Orta Toros Kuşağı içerisinde yer alan, Gondvana'ya ait yüksek dereceli kristalin kayalar ve Anatolid-Torid platformunun İnfraCambriyen-Triyas (?) yaşı pasif kıtça kenarı çökellerinden oluşan Alanya Masifi Geç Kretase yaşı sıkışma deformasyonu ürünü naplı bir içyapıya sahiptir. Anamur bölgesinde, 950 – 1000 My (zirkon LA-ICPMS U/Pb) yaşı metagabro – diyorit daykları ve 550,2 ± 8,2 My (zirkon LA-ICPMS U/Pb) yaşı meta-aplitler tarafından kesilmiş, Sarıağac napı olasılı Pan-Afrikan yaşı ‘sillimanit – staurolit – disten’ topluluğu ile tanımlanan, üst amfibolit fasiyesi koşularında ($T= 680 \pm 10^\circ\text{C}$ / $P= 10 \pm 1,5$ kbar) başkalaşımı ugramıştır. Bu kayalarda $385 \pm 13^\circ\text{C}$, $6 \pm 0,5$ kbar koşullarında gerçekleşen, üzerleyen Alpin metamorfizmasının yaşı LA-Ar/Ar yöntemiyle (beyaz mika) $75,1 \pm 2,2$ My (metapegrmatit) ve $73,4 \pm 0,9$ My (metapelit) olarak bulunmuştur. Alanya bölgesindeki Sugözü napı, protolit yaşı $629 \pm 2,6$ My (zirkon LA-ICPMS U/Pb) olan yaygın eklojит ve eklojитik metabazit katkıları içermektedir. Dokusal ve petrolojik veriler, bu dilimdeki yitimle ilişkili ilerleyen YB metamorfizmasının mavişist ($435 \pm 25^\circ\text{C}$ / $13 \pm 0,5$ kbar) - eklojит ($536 \pm 27^\circ\text{C}$ / $16,1 \pm 0,5$ kbar) fasiyesi koşullarında gerçekleştigiğini göstermektedir. Üzerleyen Epidot-amfibolit ($455 \pm 20^\circ\text{C}$, 7,6 kbar) - yeşilşist fasiyesi ($387 \pm 10^\circ\text{C}$, $6,7 \pm 0,2$ kbar) koşullarındaki metamorfizma bu kayaçlarda geri dönüşüm neden olmuştur. Eklojитlerden $78,4 \pm 2,4$ My (Kampaniyen) LA-ICPMS U/Pb zirkon yaşıları elde edilmişdir. Çevre kayayı oluşturan fengit şistlerden LA-Ar/Ar yöntemiyle yapılan beyaz mika (fengit; $\text{Si}_{3,48-3,52}$) yaşı ise $83,9 \pm 0,9$ My - $87,10 \pm 0,6$ My (Santoniyen – Konasiyen) aralığındadır. Aynı şistteki geri dönüşüm metamorfizmasının yaşı ise beyaz mikalardan ($\text{Si}_{3,16-3,20}$) $78,4 \pm 0,7$ my (Kampaniyen) olarak bulunmuştur. Gündoğun bölgelerindeki yitimle ilişkili mavişist melanjinin metamorfizma koşulları ($435 \pm 25^\circ\text{C}$ / $13 \pm 0,5$ kbar) 46 km lik bir gömülümeyi tanımlamaktadır. LA-Ar/Ar yöntemiyle elde edilen beyaz mika ($\text{Si}_{3,51-3,56}$) yaşı mavişist fasiyesi koşullarındaki bu metamorfizmanın $80,8 \pm 0,7$ My - $82,8 \pm 0,8$ My (Kampaniyen) aralığında gerçekleştigiğini göstermektedir. Bunu üzerleyen yeşil şist fasiyesindeki metamorfizmanın yaşı ise $78,4 \pm 1$ My (Kampaniyen) olarak bulunmuştur.

Alanya Masifi'nin çoklu Alpin metamorfik evrimi, olasılıkla Orta Jura'da açılan bir okyanusal kol ile Anatolid-Torid Platformu'nun güneydoğu kesiminden koparılan, Alanya – Antalya birliklerinde içinde bulunduğu kitasal parçacığın Geç Kretase'de kuzey yönlü bir dalım sonucu Anatolid-Torid Platformu'nun altına gömülümeyle ilişkilendirilebilir. Alanya Masifi Lütesiyen öncesinde yüzeyleyerek Antalya Birliği üzerine yerleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alanya Masifi, eklojite, mavişist.

P-T-t EVOLUTION OF THE METAMORPHIC ROCKS OF ALANYA MASSIF

**Mete Çetinkaplan¹, Roland Oberhänsli², Osman Candan¹,
Ersin Koralay¹, Aral I. Okay³ and Hüseyin Kozlu⁴**

¹Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe
Kampüsü, Buca-İzmir, mete.cetinkaplan@deu.edu.tr,

²Institut für Geowissenschaften, Universität Potsdam, Postfach 601553, Potsdam 14415, Germany,

³Istanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Maslak-İstanbul,

⁴Cigdem Mah.339 Sok.NO:17/22, 100.Yil.Cankaya/Ankara.

Alanya Massif located at the Central Tauride belt consists of Gondwana-derived high-grade rocks and Infracambrian – Triassic (?) passive continental margin sediments of Anatolide-Tauride platform. It shows a typical nappe pile structure resulted from Late Cretaceous contractional deformation. In Anamur area, Sarıağac nappe intruded by metagabbro – diorite veins (950 – 1000 Ma; zircon LA-ICPMS U/Pb) and meta-aplites (550,2 ± 8,2 Ma; zircon LA-ICPMS U/Pb) has undergone, probably during the Pan-African orogeny, upper amphibolite facies metamorphism ($T= 680 \pm 10^\circ\text{C}$ / $P= 10 \pm 1,5$ kbar), which is defined by ‘sillimanite – staurolite – kyanite’ assemblage. In these rocks, the greenschist facies Alpine overprint ($385 \pm 13^\circ\text{C}$, 6 ± 0.5 kbar) are dated at 75.09 ± 2.2 Ma (meta-pegmatite) and 73.4 ± 0.9 Ma (meta-pelite) by LA-Ar/Ar white mica ages. In the Alanya area, Sugözü nappe contains eclogite and eclogitic metabasites with $629 \pm 2,6$ Ma zircon LA-ICPMS U/Pb protolith age. Textural and petrological evidence show that prograde blueschist ($435 \pm 25^\circ\text{C}$ / $13 \pm 0,5$ kbar) to eclogite ($536 \pm 27^\circ\text{C}$ / $16,1 \pm 0,5$ kbar) facies metamorphism is related with a subduction event. These rocks were retrograded to greenschist metabasites under epidote-amphibolite ($455 \pm 20^\circ\text{C}$, 7.6 kbar) to greenschist ($387 \pm 10^\circ\text{C}$, 6.7 ± 0.2 kbar) facies conditions. LA-ICPMS U/Pb zircon ages of eclogites yielded Campanian ($78,4 \pm 2,4$ Ma) age. LA-Ar/Ar dating of white micas (phengite; $\text{Si}_{3.48-3.52}$) from phengite schist forming country rocks of eclogites gives 83.90 ± 0.9 Ma - 87.10 ± 0.6 Ma (Santonian – Coniacian) ages. In same rocks, the age of retrograde overprint from white mica ($\text{Si}_{3.16-3.20}$) is 78.4 ± 0.7 Ma (Campanian). P-T conditions of subduction-related blueschist mélange in Gündoğmuş area are estimated at about $435 \pm 25^\circ\text{C}$ / $13 \pm 0,5$ kbar representing a burial depth of about 46 km. The age of this blueschist metamorphism was determined at 80.8 ± 0.7 Ma - 82.8 ± 0.8 Ma (Campanian) by LA-Ar/Ar dating of phengitic white mica ($\text{Si}_{3.51-3.56}$). The age of greenschist facies overprint on these rocks is 78.4 ± 1 My (Campanian).

A continental block including Alanya and Antalya units was rifted off from Anatolide-Tauride platform by the opening of an oceanic branch, probably, during Middle Jurassic time. Poly-phase Alpine metamorphic evolution of the Alanya Massif can be attributed to northward subduction of continental block under the Anatolide-Tauride Platform during Late Cretaceous time. Alanya Massif was exhumed before Lutetian and emplaced onto the Antalya unit.

Key Words: Alanya Massif, eclogite, blueschist.

**MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ-JEOTEKNİK/
ENGINEERING GEOLOGY & GEOTECHNICS**

**Oturum Yürütücüler / *Conveners:*
Atiye Tuğrul, Remzi Karagüzel**

MALZEME DAYANIMI AÇISINDAN KAYA DOLGU BARAJLARIN DURAYLILIGININ DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE BİR TARTIŞMA

Harun Sönmez¹, Ayhan Koçbay², Aycan Çoşkun¹ ve M. Bülent Özçelik³

¹*Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 06800 Beytepe/Ankara, Türkiye,*

²*Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye,*

³*Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Maden İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye,*

Şev duraylılığı değerlendirmeleri için kaya dolgu dayanımının tanımlanmasında kohezyonsuz (veya düşük kohezyonlu) doğrusal mekanik parametrelerin (c ve ϕ) kullanımı pratik olarak tercih edilir. Diğer taraftan malzeme kohezyonsuz kabul edildiğinde yenilme yüzeyi elde edilemez. Ancak, yüksek kaya dolgu barajlarının inşası için kullanılan malzeme dayanımları literatür çalışmalarını dikkate alındığında, kaya dolgularının genellikle doğrusal olmayan bir yenilme zarfına sahip olduğu belirttilir. Leps (1970) kaya dolguları için ϕ_{max} ile normal gerilme arasında logaritmik bir ilişki tanımlanmıştır. Barton (2008) tarafından kaya dolgularının dayanımlarının belirlenmesi için daha güncel bir çalışma da yapılmıştır. Her iki yaklaşımında sonuçları kaya dolgularının yenilme zarfı için $\phi = A(\phi_n)^b$ şeklinde bir ilişki tanımlamada kullanılabilir. Bilindiği üzere yenilme yüzeyi üzerine etkiyen normal gerilme yenilme dairesinin pozisyonuna bağlı olarak değişir. Ayrıca, bir yenilme dairesi için her bir dilimde normal gerilme değeri de değişecektir. Bu nedenle, tek bir c ve ϕ değerinin kullanılması aşırı basitleme olarak değerlendirilebilir. Kaya dolgu malzemesinin dayanımı kaya parçalarının şecline, kaya parçalarının dayanımına ve kaya dolgu malzemesinin kompaksiyonuna oldukça duyarlıdır. Bu çalışmada, hipotetik baraj (şev) geometrileri ve farklı kaya dolgu özellikleri kullanılarak yapılan şev analizleri ile iki farklı yaklaşım karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, tek bir c ve ϕ çiftinin yüksek kaya dolgu barajların duraylılığını değerlendirmek için kullanılmasının baraj geometrisinin kesin kararı için hatalı yönlendirmelere yol açabileceğini söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kaya dolgu baraj, Kaya dolgu dayanımı, Şev duraylılığı.

Değerlilen Belgeler

Barton N., (2008) Shear Strength of Rockfill, Interfaces and Rock Joints, and their Points of Contact in Rock Dump Design. Rock Dumps 2008 — A. Fourie (ed), keynote address (2008 Australian Centre for Geomechanics, Perth, ISBN 978-0-9804185-3-8).

Leps, T.M. (1970) Review of the shearing strength of rockfill. J. of Soil Mech. and Found. Div., ASCE, Vol.96, No. SM4, Proc. Paper 7394, July 1970, 1159-1170.

A DISCUSSION ON THE STABILITY ASSESSMENT OF ROCKFILL DAMS IN TERMS OF MATERIAL STRENGTH

Harun Sönmez¹, Ayhan Koçbay², Aycan Çoşkun¹ and M. Bülent Özçelik³

¹*Hacettepe University, Department of Geological Engineering 06800 Beytepe/Ankara, Turkey,*

²*General Directorate of State Hydraulic Works, Department of Geotechnical Services and Groundwater, Ankara, Turkey,*

³*Ministry of Energy and Natural Resources, General Directorate of Mining Works, Ankara, Turkey.*

The use of cohesionless (or low cohesive) non-linear mechanical parameters (c and ϕ) to define strength of rockfill for slope stability assessment is generally preferred practically. On the other hand, the failure surface could not be obtained when the material accepted cohesionless. However, it was stated that rockfill materials generally have non-linear strength envelope based on the literature studies about strength of materials used for construction of high rockfill dams. The logarithmic relation between ϕ_{max} and normal stress was defined by Leps (1970) for rockfill. A recent study was also performed by Barton (2008) about determination of strength of rockfill material. The results of both approach can be used to define $\phi = A(\phi_n)^b$ type equation for failure envelope of rockfill material. As is well known, normal stresses acting on failure surface will change depending on position of failure circle. In addition, the value of normal stress for each slice on a failure circle will be different. Therefore, the use of unique c and ϕ pair can be evaluated as oversimplification. The strength of rockfill material is highly sensitive to the shape and strength of rock particles and degree of compaction of rockfill material. In this study, two approaches were compared by slope stability analyses performed using hypothetical dam (slope) geometries and different rockfill properties. Finally it can be said that the use of single c and ϕ pairs for stability assessments of high rockfill dam may mislead for final decision of dam geometry.

Key Words: Rockfill dam, Strength of rockfill, Slope stability.

References

- Barton N., (2008) Shear Strength of Rockfill, Interfaces and Rock Joints, and their Points of Contact in Rock Dump Design. Rock Dumps 2008 — A. Fourie (ed), keynote address (2008 Australian Centre for Geomechanics, Perth, ISBN 978-0-9804185-3-8).
- Leps, T.M. (1970) Review of the shearing strength of rockfill. J. of Soil Mech. and Found. Div., ASCE, Vol.96, No. SM4, Proc. Paper 7394, July 1970, 1159-1170.

BİR TOPRAK DOLGU BARAJIN (TÜRKİYE'NİN KUZEYBATISI) DOLU SAVAĞINDAKİ DURAYSIZLIK MEKANİZMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

**M. Celal Tunusluoğlu¹, Pınar İskenderkaptanoğlu²,
Şaziye Özge Dinç¹ ve M. Turgut Safa³**

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Terzioglu Kampüsü,
17020-Çanakkale, Türkiye, ctonoz@gmail.com,

²Barbaros Mahallesi, Yenil Sok., Denizciler Sitesi, B-Blok, 9, Çanakkale, Türkiye,

³Akenerji Elektrik Üretim A.Ş., Nenehatun Cad. 98/4, G.O.P., Ankara, Türkiye.

Türkiye'nin kuzeybatısında bir kısım arazinin sularlanması ve taşından korunması amacıyla toprak dolgu tipinde bir baraj projelendirilmiştir. Bu baraj alanındaki jeoteknik çalışmalar 1998 baharında yapılmıştır. 2010 yılı baharında barajın sağ sahiline inşa edilmekte olan dolu savak kanalının inşası sırasında mansaba bakan yamaç topuğundan malzeme alınması sonucu bir kütle hareketi meydana gelmiştir. Bu kütle hareketi sonucu dolu savağı destekleyen topuğun örselenmesiyle dolu savağın yamaç eğimi yönünde harekete başladığı dolu savak duvarlarında gözlemlenen çatlaklılarından anlaşılmıştır.

Bu çalışmanın temel amacı toprak dolgu barajda gelişen dolu savak duraysızlığının mekanizmasının değerlendirilmesidir. Baraj bölgesindekütle hareketinin ve dolu savak duraysızlığını neden olan sebepleri anlamak amacıyla ayrıntılı jeolojik ve jeoteknik araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, dolu savak ve kütle hareketinin geliştiği yerlerde dikey ve yatay yönlerde birimlerin özelliklerinin belirlenmesi amacıyla toplam uzunluğu 95 m olan 6 adet karotlu sondaj çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu incelemeler sonucu dolu savağın aglomera ve tüfden oluşan piroklastik birimler üzerinde inşa edildiği belirlenmiştir. Ayrıca, tüflü birimler koyu yeşil-koyu gri renkteki kilitaşlarının üzerinde yer almaktadır. Tüflü birimdeki süreksızlık açıklıklarının yamacın eğimi yönünde arttığı da belirlenmiştir. Bu gözlemler sonucu, sadece dolu savağın değil ayrıca tüflü biriminde yamaç eğimi yönünde kilitaş biriminin üzerinde harekete geçtiği belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamın da tuf ve kilitaş birimlerinin makaslama dayanım parametreleri belirlenerek dolu savağın duraylılık durumu için limit denge analizleri yapılmıştır. Kütle hareketinin yaşandığı bölgede şev duraylılığı analizleri gerçekleştirilmiş ve dolu savak duraysızlığını durdurmaya yönelik iyileştirici yöntemler önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak dolgu baraj, Dolu savak, Duraysızlık, Heyelan

ASSESSMENT OF THE INSTABILITY MECHANISM OF SPILLWAY WITH REFERENCE TO AN EARTHFILL DAM IN THE NORTHWEST OF TURKEY

**M. Celal Tunusluoğlu¹, Pınar İskenderkaptanoğlu²,
Şaziye Özge Dinç¹ and M. Turgut Safa³**

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Terzioglu Kampüsü,
17020-Çanakkale, Türkiye, ctonoz@gmail.com,

²Barbaros Mahallesi, Yenil Sok., Denizciler Sitesi, B-Blok, 9, Çanakkale, Türkiye,

³Akenerji Elektrik Üretim A.Ş., Nenehatun Cad. 98/4, G.O.P., Ankara, Türkiye.

The purpose of the earthfill dam which is located in the northwest of Turkey, is to control and store water for an irrigation project. The geotechnical investigations of the earthfill dam were performed in spring 1998. At the time of the spillway construction, a mass movement occurred at the right bank in spring 2010. According to

the investigation, the mass movement is directly related to the excavation on the toe of the slope at the right bank downstream. As a result of the mass movement, toe buttress which supported the spillway was disturbed and spillway started to move at the dip direction of the slope. Thus, shear diagonal cracks on the walls of the spillway constituted.

The main goal of the present study is to assess the instability mechanism of spillway for an earthfill dam. Detailed geological and geotechnical investigations were carried out in order to understand the reasons for this mass movement and the spillway instability in the dam area. Furthermore 6 geotechnical boreholes with total depths of 95 m were drilled to determine the vertical and horizontal properties of the units at the spillway and landslide location. The results of the investigations revealed that, the spillway is located on the pyroclastic rocks which are consist of agglomerate and tuffite. Claystones which are dark green to dark grey overlaid with tuffites. The spacing of tuffite discontinuities increased at the dip direction of slope was determined. According to these observations, not only the spillway but also the tuffit unit have started to move on the claystone at the dip direction of slope.

In this study, the shear strength parameters of tuffite and claystone were determined. After the method of limiting equilibrium was used to analyze the stability of the spillway. The slope stability analyses in the mass movement area were performed. Also, to cease the spillway instability remedial methods are suggested.

Key Words: Earthfill dam, Spillway, Instability, Landslide.

GÖLET YÜKSELTMELERİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE BİR ÖRNEK: BUCUK GÖLETİ (SİNCAN-ANKARA)

Nazif Demir

*DSİ 25/18 Sondaj Şube Müdürlüğü, Çayırhisar Tesisleri, 10050, Balıkesir, Türkiye,
ndemir7419@hotmail.com.*

Kurak yıllarda tarımsal amaçlı sulamaya olan ihtiyaç artmaktadır. Bu ihtiyaç, ya yeraltısularının aşırı kullanımı veya göletlerde depolanan suların tüketilmesi ile sonuçlanmaktadır. Bu durumda, vatandaşlarca depolama hacmi küçük olan ve çoğu zaman dolusavaktan taşan sulama göletlerinin yükseltilerek depolanan su hacminin artırılması talep edilmektedir. Gövdenin yükseltilmesi talebinin diğer bir nedeni ise sediman taşımımı ve çökelmesi sonucu rezervuar hacminin küçülmesidir. Artan su talebine kısa vadede çözüm bulmak amacıyla, uygun olan göletlerin gövdelerinin yükseltilmesi DSİ tarafından yıllardır uygulana gelen bir yöntemdir. Ancak, gövdeleri yükseltilen göletlerde zaman zaman sorunlar yaşanmaktadır. Bu sorunlardan en önemlisi kaçak problemdir. Bir-iiki ay gibi çok kısa bir sürede yükseltilen göletlerde kaçak probleminin araştırılması ve ıslahi çoğu zaman bir sezona aşan bir süreyi kapsamaktadır.

Gövdesi yükseltilikten sonra sorun yaşanan göletlerden biri Ankara-Sincan-Bucuk Göletidir. 1983 yılında inşaatı tamamlanan göletin yapım aşamasında enjeksiyon alışmalarına gerek görürmemiştir. Ancak, işletmeye geçiktiken bir süre sonra, 1998-1999 yıllarında dolusavak düşü havuzu kenarında gözlenen su çıkışını nedeniyle gölet gövde dolgusu üzerinden enjeksiyon yapılmıştır. Aynı yıl gölet su seviyesinin yükselmesiyle sağ yamaçta oluşan su kaçakları enjeksiyon çalışması ile kesilmiştir. 2005 yılında yükselme çalışmaları tamamlanan gölette 2009 yılında sağ yamaçta, derivasyon tüneli etrafı ve üstünde su kaçakları ortaya çıkmıştır. Ayrıca topuk dren kuyularından oldukça fazla miktarda su gelişleri gözlenmiştir. Yapılan ölçümlerde toplam su kaçaklarının yaklaşık 20 litre/saniye olduğu tespit edilmiştir. Su kaçakları sonucunda heyelan başlaması nedeniyle enjeksiyon çalışmalarına başlanmıştır. Nisan - Ekim 2010 ayaları arasında yapılan enjeksiyon çalışmalarında 1248,5 m (285,0 m kil dolgu + 963,5 anakaya) delgiyle 503.883,5 kg katı madde enjeksiyonu yapılmıştır. Gövdede kil dolgu üzerinden yapılan enjeksiyonlarda özellikle kil dolgu-anakaya dokanağındaki alışlar dikkat çekici olmuştur.

Yapılan enjeksiyon çalışmaları ile, sağ yamaçlardaki sular tamamen kesilmiş, topuk drenlerinden gelen sular çok azalmıştır (4-5 litre/saniye). Bunun sonucunda, 2010 yılı sonbaharında enjeksiyon çalışmalarına ara verilmiştir. Ancak, enjeksiyon çalışmaları sürerken gölette sulamada kullanım nedeniyle su seviyesi zamanla düşmüştür. Gölette azalan kaçaklarda debi ölçümü, göl su seviye değişimi ve yeni oluşturulan enjeksiyon perdesinin memba mansabında açılan gözlem kuyularında yapılan ölçümler devam etmektedir. 2011 yılı bahar aylarında göl su seviyenin maksimuma ulaşmasıyla bir değerlendirme yapılarak, ıslah çalışmalarının yeterli olup olmadığına karar verilecektir.

Gerek Bucuk göletinde ve gereksiz yükseltilen başka depolama tesislerinde yaşanan sorunlardan çıkarılan sonuç; gölet yükseltmelerinin iyi bir fizibilite çalışmasından sonra, kaliteli malzeme kullanılarak, standardına uygun inşaat tekniklerinin uygulanmasının zorunlu olduğunu göstermektedir. Aksi halde sonradan çıkan sorunların giderilmesi hem daha zor, hem de daha maliyetli olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gölet, sulama suyu ihtiyacı, su kaçakları, enjeksiyon.

AN EXAMPLE TO PROBLEMATIC ELEVATED SMALL DAMS: BUCUK DAM (SİNÇAN-ANKARA)

Nazif Demir

*DSİ 25/18 Sondaj Şube Müdürlüğü, Çayırhisar Tesisleri, 10050, Balıkesir, Türkiye,
ndemir7419@hotmail.com.*

The needs for water for agricultural irrigation purposes increase in the dry seasons. This needs results in excessive use of groundwater resources or consumption of water stored in small dams. In this case, people want to enlarge the reservoir volume of small dams by increasing the height of dam wall, that overflow from the spillways. The rapid fill due to sediment transport and deposition is the other cause of this demand. Increasing the height of dam wall is routine practice of DSİ (State Hydraulic Works) to supply water demands in a short period of time. However, some problems have been experienced in the small dams that the height of dam walls have increased. One of the most important problems is leakage. The works of rehabilitation to stop the leakage usually last over one season.

Bucuk dam (Sincan-Ankara) is one of the problematic dams due to increased height of dam wall. Grouting has no carried out at the beginning of the construction of the dam. However, grouting has applied from the dam wall after construction of the dam in 1998-1999, because of the water discharge from the downstream of the dam. Besides, leakage after the water level has been elevated in the reservoir from the right side of the wall has prevented by the grouting works in the same year. The wall of the Bucuk dam has elevated in 2005. In 2009, seepages have appeared over and around the diversion tunnel. On the other hands, a remarkable amount of discharge has observed from the foot drainage facility. The total discarge was measured as 20 liter/sec. (when the reservoir level has been maximum) in the spring season of 2010. Moreover, a landslides has occured above the tunnel due to the leakage. As a result, grouting works have started from the right side of the dam wall. The grouting works has lasted from Appril to October. Totally 1248 m drilling (285 m in dam wall, 963 m in the volcano-sedimentary formation) and about 504 kg grouting have applied. The high amount suctions have occured the contact zone between the dam wall and the bedrock.

The leakages on the right side (above the tunnel) have completely disappeared, and the leakages around the tunnel and discharge from the foot drains have significantly decreased after the grouting applications (4-5 liter/sec). For this reason, grouting works has delayed in October. But, reservoir level has decreased due to the irrigation when construction of the grout curtain was over. For this reason, observation of the reservoir water level, grondwater level in the wells located upstream and downstream side of the groute curtain and mesuring the discharges of the seapages have continued during the winter and spring season of 2011. A detailed assesment will be done and make a desition if the rehabilitation project will contine or be over, after the reservoir water level would reach the maximum, at the end of the spring season of 2011.

The evoulution of the leakage problems on Bucuk dam, as the other elevated small dams indicate that, increasing the height of dam wall should be realized after a sufficient fisibility, by using qualified material and by applying standardized construction tecniques. Otherwise, to overcome the problems would be more difficult and costly.

Key Words: Small dam, irrigation water demand, leakage, grouting.

KIRIKKALE - KALECİK (ANKARA) KARAYOLUNDAKİ HEYELANIN JEOTEKNİK DEĞERLENDİRMESİ

N. Parlak Şeker¹ ve Recep Kılıç²

¹*Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, nparlak@kgm.gov.tr,*

²*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.*

Kırıkkale ile Kalecik (Ankara) arasındaki dört küçük heyelandan oluşan Kalecik heyelanının mühendislik jeolojisi ve yenilme şartlarındaki jeoteknik özellikleri incelenerek değerlendirilmiştir. Heyelan alanında Üst Kretase Ofiyolitik Melanjına ait tamamen ayrılmış serpantinit ile ayrılmış radyolarit blokları bulunmaktadır. Heyelan alanında 8 noktada toplam 165.0 m jeoteknik amaçlı sondaj yapılmıştır. Sondaj kuyularına yerleştirilen inklinometreler ile heyelanın kayma yüzeyi hakkında bilgiler elde edilmiştir. Ayrılmış serpantinit ve radyolaritler, birleştirilmiş zemin sınıflama sistemine göre kili kum, killi çakıl, düşük ve yüksek plastisiteli kildir. Litolojik birimlerin kohezyon ve içsel sürtünme açısı makaslama deneyleri ile belirlenmiştir.

Şev duraylılık analizi için gerekli olan artık makaslama dayanımı parametrelerin belirlenmesinde "Slide 5.0" şev duraylılık analizi programı kullanılarak Bishop (1955) yöntemi ile geriye dönük analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda statik koşullarda güvenlik sayısının 1.00 olması için artık kohezyon 15.3 kPa ve artık içsel sürtünme açısı 14° hesaplanmıştır. Yamacın uzun dönemde duraylılığının sağlanabilmesi için yamaç eğimi 3/1 (yatay / düşey) olarak yeniden kademelemdirilmesi ve yüzey sularına karşı drenaj önlemlerinin alınması önerilmiştir. Bu durumda, statik koşullarda güvenlik sayısı 1.30 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kırıkkale-Kalecik karayolu, inklinometre, şev duraylılığı, geriye dönük analiz, makaslama dayanımı, ofiyolitik melanj.

GEOTECHNICAL ASSESSMENT OF THE LANDSLIDE ON THE KIRIKKALE - KALECİK HIGHWAY (ANKARA, TURKEY)

N. Parlak Şeker¹ and Recep Kılıç²

¹*General Directorate of Highways, Ankara, Turkey, nparlak@kgm.gov.tr,*

²*Faculty of Engineering, Ankara University, Ankara, Turkey.*

Engineering geology and geotechnical characteristics under the terms of failure of the Kalecik landslide which composed of four small landslides between Kırıkkale and Kalecik (Ankara) are investigated. The Kalecik landslide area comprises of completely weathered serpentinite and weathered radiolarite blocks belonging to the Upper Cretaceous Ophiolitic Melange. Eight geotechnical boreholes with a total length of 165 m were drilled in the landslide area. These boreholes were equipped with inclinometers and the probable slide surface was investigated using the data gathered from the inclinometers. Altered serpentinite and radiolarites are identified as clayey sand and clayey gravel with high and lower plastic clay according to the Unified Soil Classification System. Cohesion and coefficient of internal friction of lithological units are determined by shear box test.

Residual shear strength parameters necessary for slope stability analysis are obtained by back analysis method according to Bishop (1955) is method using Slide 5.0 Stability Analysis software. As a result of stability analysis in static conditions for a safety factor of 1.00, residual cohesion and internal friction angle are determined as 15,3 kPa and 14 degree, respectively. To ensure in the longterm stability of the slope, the cut-slope is redesigned and benched with a ratio of 3/1 (horizontal/vertical) in association with drainage works against the surface water. In this case, the safety factor of the slope for static conditions was calculated as 1,30 .

Key Words: Kırıkkale-Kalecik highway, inclinometer, slope stability, back analysis, shear box test, ophiolitic melange.

ŞEV DURAYLIĞI ÜZERİNE BİR VAKA ANALİZİ: FEKE HEYELANI

Turgut Safa¹, Ahmet Burak Göktepe² ve Selim Altun³

¹*Akenerji Elektrik Üretim A.Ş., Nenehatun Cad. 98/4, G.O.P., Ankara, Türkiye,*

²*İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Avcılar, İstanbul, Türkiye,*

³*Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye.*

Bu çalışmada Adana ili Feke ilçesi sınırları içerisinde inşası devam etmekte olan Feke-I HES projesine ait enerji santralini etkileyen heyelanın meydana geldiği şevin duraylık durumu analiz ve gözlemler yardımcı ile incelenerek alınan önlemlerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Gerçekleştirilen analizler için gerekli veriler, topografik ölçütler, saha incelemeleri, sondaj çalışmaları, inklinometre okumaları, YASS ölçütleri ve laboratuvar deneyleri yardımı ile elde edilmiştir. Daha sonra, limit denge analizi ve sonlu elemanlar yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmalar doğrultusunda öngörülen şev desteklemeleri sorgulanmıştır. Bu doğrultuda, her iki yöntemlerle elde edilen sonuçlarla, arazide gözlenen reel heyelan bilgileri karşılaştırılarak, yöntemlerin başarısı hakkında karşılaştırma yapılmıştır. Böylece büyük ölçekli bir paleo-heyelanın topuğunda bulunan önemli bir mühendislik yapısının şev duraylılığı kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Sonuç olarak, sayısal hesaplamlar ile fili durumun karşılaştırması yapılarak mevsimsel etkilere bağlı oluşan boşluk suyu basıncı değişimlerinin etkisi değerlendirme yapılmıştır. Elde edilen bulgular, paleo-heyelanların topuğunda yapılması düşünülen mühendislik yapılarının içereceği şev stabilité problemleri ve boşluk suyu basıncı değişimlerinin bunlar üzerindeki etkisinin anlaşılması açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Heyelan, Şev stabilitesi, İnklinometre, Sonlu elemanlar yöntemi.

A CASE STUDY ON SLOPE STABILITY: FEKE LANDSLIDE

Turgut Safa¹, Ahmet Burak Göktepe² and Selim Altun³

¹*Akenerji Elektrik Üretim A.Ş., Nenehatun Cad. 98/4, G.O.P., Ankara, Turkey,*

²*İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Avcılar, İstanbul, Turkey,*

³*Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir, Turkey.*

In this study, the landslide affecting power house building of Feke-I HEPP project, which is located at Feke district of Adana province, is investigated as well as the success of the slope supporting system is assessed by evaluating the stability conditions of the slope performed by means of numerical analyses and field observations. The database required for the analyses is obtained with the help of topographic measurements, field investigations, boring studies, inclinometer readings, water table level measurements, and laboratory tests. Furthermore, the slope supporting system determined as a result of limit state and finite element analyses is questioned. In this context, the results obtained by using both of the methods are compared with actual field observations of the landslide to perform realistic evaluations. Therefore, the slope stability problem influencing an important engineering structure that is located at the toe of a large paleo-landslide is investigated comprehensively. Consequently, actual circumstances and the results of the analyses are compared including seasonal pore water pressure variations. The results of this investigation could be helpful to the engineers focusing on such landslide problems.

Key Words: Landslide, slope stability, inclinometer, finite element analyses.

ANKARA-İSTANBUL YÜKSEK HIZLI TREN PROJESİ İKİNCİ ETAP-İKİNCİ KESİM (İNÖNÜ-KÖSEKÖY) 34 NOLU TÜNELDE KARŞILAŞILAN TÜNEL İÇİ DEPLASMANLARIN ETKİLERİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Evren Poşluk¹, Mustafa Korkanç¹ ve Ebu Bekir Aygar²

¹*Niğde Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51245 Niğde, Türkiye,*

evrenposluk@gmail.com,

²*SİAL Yerbilimleri, Farabi Sokak 7/3 06680 Ankara, Türkiye.*

Bu çalışmada Ankara-İstanbul Yüksek Hızlı Tren Projesi ikinci etap ikinci kesim (İnönü-Köseköy) yapım işleri kapsamında grafit şistler içerisinde NATM yöntemiyle açılan, KM: 231+578,00 ile KM: 229+360,00'da bulunan ve toplam uzunluğu 2218 metre olan 34 nolu tünel ayrıntılı olarak incelenmiştir. Tünel imalat adımları (üst yarı-alt yarı-invert) sırasında karşılaşılan tünel içi deplasmanlar şerit ekstansometre ve opto-trigonometrik yöntemle ölçüлerek nedenleri ve etkileri ortaya konmuştur. Yamaçta açılan tünel giriş ağzında, üst yarı imalatı ile alt yarı imalatı arasında geçen sürede deplasmanların, özellikle tünel tabanına ve et kalınlığının yüksek olduğu noktalardan az olduğu noktalara (tünel içerisinde) doğru olduğu belirlenmiştir. Tünel çıkışında ise hareketlerin ayak bölgelerinde oturma şeklinde olduğu, tünelin üst yarısının birlikte hareket ettiği ve birlikte oturduğu saptanmıştır. Her iki kazı bölgesinde de oluşan deformasyonlar proje için önerilen sınırlarını aştığı konverjans ve tünel içerisinde yapılan tarama okumaları ile ortaya konulmuştur. Belirtilen kesim için önerilen birincil destekleme sisteminin (bulon tipi, bulon boyu, iksa kalınlığı vb.) tünel imalatı için yeterli olmadığı anlaşılmış ve revize edilmiştir.

Oluşturulan yeni destek modeli sayısal olarak Phase^{2D} (V. 5.040) programı ile analiz edilmiştir. Öncelikle oturmaların ayaklarda olduğu göz önünde bulundurularak üst yarida iksa tabanlarının bastığı alan genişletilmiş (fil ayağı) ve geçici invert uygulaması ile yük dağıtılmaya çalışılmıştır. Bulon tipi ve boyutlarında da değişikliğe gidilmiştir. Projede önerilen ön delgi gerektiren SN tip bulon imalatı esnasında açılan kuyularda çökmeler yaşanmıştır. Bu nedenle de kendinden delmeli bulon tipine geçilmiştir. Bulon boyutunun belirlenmesi yönelik olarak tünel içerisinde ROD ekstansometre monte edilerek, imalat adımları göz önünde bulundurularak günlük ölçümler alınmıştır. Sonuç olarak 4 metre olan bulon boyunun 8 metreye çıkarılması ile tünel kazıları sorunsuz olarak tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yüksek Hızlı Tren, Şist, Deplasman, Deformasyon, NATM.

THE EFFECTS AND SOLUTION SUGGESTIONS OF DEPLACEMENTS FACED IN THE SECOND STAGE SECOND SECTION WORKS OF ANKARA-İSTANBUL HIGH SPEED TRAIN PROJECT (İNÖNÜ-KÖSEKÖY) TUNNEL NUMBER 34

Evren Poşluk¹, Mustafa Korkanç¹ and Ebu Bekir Aygar²

¹*Niğde University, Geological Engineering Department, 51245 Niğde, Turkey,
evrenposluk@gmail.com,*

²*SIAL Yerbilimleri, Farabi Sokak 7/3 06680 Ankara, Turkey.*

In this study, 2218 m long Tunnel number 34 located between KM: 231+578,00 and KM: 229+360,00 that excavated through graphite schists by NATM method within the context of second stage second section works of Ankara-İstanbul High Speed Train Project (İnönü-Köseköy), was investigated. The displacements faced in tunnel during tunnel construction steps (upper semi-tunnel, lower semi-tunnel, invert) were measured by tape extensometer and opto-trigonometric methods, their reasons and effects were stated. At the tunnel entrance that was excavated on the slope, it is determined that displacements are oriented particularly towards the bottom of the tunnel and from high overburden thickness to low thickness (in the tunnel) in elapsed time between upper semi-tunnel and lower semi-tunnel constructions. It was also stated that the movements are as settlements at the foots, upper semi-tunnel is moving and settle together at the tunnel exit. The deformations that are occurred in both excavation regions are stated with convergence and scan readings made in the tunnel. It was understood that suggested support system (bolt type, bolt length, revetment thickness etc.) for stated section is not sufficient and so revised.

New reinforcement model was analyzed numerically by Phase^{2D} (V. 5.040) software. Firstly considering that the settlement are on the foots, in the upper semi-tunnel, the area of the revetment basements were widened and tried to distribute the load by temporary invert application. Bolt type and dimensions were also amended. The collapses occurred in the holes during SN type bolt construction. Thus, *Self Drilling* bolt type was used. ROD extensometer was set up in the tunnel for determination of dimension of bolt and daily measurements were performed by taking the excavation steps into consideration. In conclusion, after increasing the length of the bolt from 4 meters to 8 meters, tunnel excavations are completed without any problem.

Key Words: High Speed Train, Schist, Displacement, Deformation, NATM.

BİLECİK-BAYIRKÖY KUMTAŞI OCAKLARINDAKİ ÜRETİM ÇALIŞMALARININ T.C.D.D. HIZLI TREN TÜNELİNE ETKİSİ

**Mahir Vardar¹, Remzi Karagüzel¹, Kemal Yanık², Cengiz Kuzu¹,
Rahmi Eyüboğlu¹, Erkan Bozkurtoğlu¹, Mehmet Oktay Taşçı²,
Yılmaz Mahmutoğlu¹, Cenk Koçak¹ ve Gökhan Şans¹**

¹*İ.T.Ü, Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,*

²*Camış Madencilik A.Ş.*

Ankara-İstanbul hızlı tren güzergahının Vezirhan-Bayırköy arasındaki kesimi tünel geçiştir. Tünneli geçişin üst kotlarında kumtaşı ocakları bulunmaktadır. Bilecik-Bayırköy Çığtepe, Raytepe ve Hattepe'deki kumtaşı ocaklarında üretim genelde patlatma tekniği ile yapılmaktadır. Bu araştırmada, Bayırköy kumtaşı ocağındaki üretim çalışmalarının hızlı tren tüneline etkisi araştırılmıştır. Ocakların tünele etkisi ve ne kadar yaklaştırılabileceği; ocak ve tünel geometrisi, morfolojik, jeolojik, hidrojeolojik, jeomekanik etmenlerle patlatma yönteminin uygulanması sırasında oluşabilecek titreşimler dikkate alınarak İrdelenmiştir. Çalışmada, yamaçları örten çoğunlukla gevşek ve az tutturulmuş yamaç molozlarının patlatma ve kazı çalışmaları sırasında hareket edebileceği belirlenmiştir. İnceleme alanındaki litolojiler, hidrojeolojik özellikleri açısından değerlendirilerek, ocaklardaki üretim ve tünel çalışmalarında yüzey ve yeraltı sularından kaynaklanabilecek olası sorunlar tartışılmıştır. Hammadde araştırma sondaj verileri yanı sıra iki lokasyonda daha sondaj yapılarak yeraltı jeolojisini değerlendirilmiştir, yeraltı suyunu rastlanmamıştır. Çalışma alanının hâkim litolojisini oluşturan kumtaşı ve kilitasının fiziksel ve mekanik özellikleri laboratuar deneyleri ile belirlenerek ortamın modellenmesinde kullanılmıştır. Arazi ve laboratuar verilerinden oluşturulan modele göre; patlatma titreşimlerinin etkilerini araştırmak amacıyla, Çığtepe, Raytepe ve Hattepe üretim alanlarında 3 ayrı noktada (P1₁, P1₂, P2, P3) üretim amaçlı atımlar yapılmıştır. Çevre ve Orman Bakanlığı'nın Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği 5. bölümdeki "Çevresel Titreşim Esas ve Kriterleri, Yerleşim Alanlarında Çevresel Kaynaklar İçin