

Field Evidence for A Post-Miocene Ne-Trending Accommodation Zone Lying Between Gümüldür (İzmir) and Bigadiç (Balıkesir), Western Anatolia

This study explains detailed geological maps and structural observations carried out along a NE-trending accommodation zone, that is 150 km long and 10 km wide, lying between Gümüldür (İzmir) in the south and Bigadiç (Balıkesir) in the north.

There are several studies dealing with this zone to be active within a specified period of time. Okay et.al. (1996) pointed out that this zone was active at the end of Cretaceous in which time the Bornova flysch zone was formed. Kaya (1979) described the region that coincides to this zone as the Akhisar depression and claimed that the structural lines bounded the depression was to be inherited from pre-Miocene normal faults. According to Ring et.al. (1999), the zone separated the Cyclades from the Menderes Massif might have been controlled by a sinistral transform fault that accommodated differential crustal extension between the Cyclades and the Menderes Massif during the Miocene.

In this study, it has been obtained structural evidences for post-Miocene activations of the zone mentioned above. The Miocene units that extend in this zone are cut and deformed by numerous strike slip-faults and related deformational structures such as normal faults and folds. These evidences are observed especially in the N-NE trending Urla depression, the Çubukludağ graben, the Kemalpaşa-Torbali basin as well as in the area located between Akhisar and Bigadiç. In addition, numerous faults with strike-slip components are established within the Bornova flysch zone that forms the basement of the Miocene units. The zone and the related structures are cut by Plio-Quaternary E-trending normal faults.

The zone formed the western boundary of the E-trending Gediz, Küçük Menderes and Büyük Menderes grabens and accommodated N-S extensional tectonics during the formation of the grabens. Most of the Quaternary basins included in this zone are bounded by the segments of the N-NE trending strike-slip faults and normal faults oriented obliquely to the strike-slip faults, and therefore the Quaternary basins have the characteristics of rhomb grabens or pull-apart basins.

The plots of the earthquakes epicenters are clustered along the NE-trending zone in western Anatolia, indicates that the zone is also active at present.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Kiraz (İzmir) Kuzeydoğusunun Jeolojisi, Küçük Menderes Grabeni, Batı Anadolu

Tahir EMRE*, Hasan SÖZBİLİR*, Nuran GÖKÇEN**, Funda AKGÜN*

**Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
35100 Bornova-İzmir/Türkiye

*Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir Meslek Yüksekokulu, 35160, Buca-İzmir/Türkiye
e-mail: tahir.emre@deu.edu.tr

Bozdağlar ve Aydın dağları arasında D-B doğrultusunda uzanan Küçük Menderes Grabeni Batı Anadolu genişleme bölgesindeki Neotektonik dönem yapılarından biridir. Küçük Menderes grabenindeki Neojen yüzlekleri kısıtlı olduğundan çalışmaların çoğu Gediz ve Büyük Menderes grabenleri üzerine yoğunlaşmıştır.

Bu çalışma Küçük Menderes grabenin doğu kesimindeki Kiraz çevresinin stratigrafik ve tektonik özelliklerini açıklar. Kiraz alanında Menderes masifinin metamorfik kayaları temeli oluşturur. Bu metamorfik kayalar radyometrik yaşları 14.8 ± 0.7 - 14.9 ± 0.8 Ma (United Nations, 1974) olan Başova andezitleri tarafından kesilmiştir. Başova andeziti pembe renkli andezitik dayk, lav ve andezitik breşlerden yapılmıştır. Bu birim gölisel ve fluvial tortullardan yapılmış Geç Miyosen-Pliosen (?) yaşı Suludere formasyonu tarafından uyumsuzlukla üstlenir. Suludere formasyonunu uyumsuzlukla üstleyen Aydoğdu formasyonu yaklaşık D-B doğrultulu yüksek açılı normal fayların kontrolünde gelişen alüvyonal yelpaze çökellerinden yapılmıştır. Yukarıdaki tüm birimler günümüzde Küçük Menderes çöküntüsünü dolduran alüvyonlarla örtülüdür.

Kiraz sahasında birbirleriyle kesen-kesilen ilişkisine sahip iki fay takımı gelişmiştir: yüksek-açılı normal fay ve doğrultu atımlı faylar. Birinci takım faylar Neojen birimlerinin farklı fasiyelerini ve daha genç birimleri yaşlı birimlerle yan yana getirir. Bu faylar K50-80B doğrultusunda uzanır ve havzaya doğru gelişen basamak benzeri morfoloji sunar. Başova andeziti ve uyumsuz üstleyen Suludere formasyonuna ait yüzleklər basamak benzeri morfolojisinin farklı topografik düzeylerinde bulunur. Bu faylara yakın kesimlerde Suludere formasyonuna ait tabaka eğimleri 80° ye ulaşır. Doğrultu atımlı faylar havzayı doğudan sınırlar ve KD-doğrultulu bir "accommodation" zonu şeklinde rol oynamıştır. Bu zon içinde Menderes metamorfitleri Suludere formasyonunun karbonat-kırıntılı istifi üzerine bindirmiştir. Bu durum Küçük Menderes grabeninde doğrultu atımlı tektoniğin Neojen sonrasında varlığını gösterir.

Bu çalışma TUBİTAK, YDABAG-102Y052 nolu projeden desteklenmektedir.

Geology Of Northeastern Kiraz (İzmir), Küçük Menderes Graben, Western Anatolia

Küçük Menderes graben trending E-W between Bozdağlar in the north and Aydın Dağları in the south, forms one of the structures of the Neotectonic period in western Anatolian extensional province. Most of the studies on western anatolian grabens have been concentrated on the Gediz and Büyük Menderes graben. However, Küçük menderes graben has little attention due to limited exposures of the Neogene units (e.g. Rojay et.al. 2001).

This study have been focused on the stratigraphy and tectonic features of the Kiraz area that located in the eastern part of the Küçük Menderes graben. In the Kiraz area, the metamorphic rocks of the Menderes massif form the basement. These metamorphic rocks are cut by Başova andesite unit that was dated by K/Ar methods as 14.8 ± 0.7 and 14.9 ± 0.8 Ma (United Nations, 1974). Başova andesite consists of purple coloured andesitic dyke and lavas as well as andesitic breccia. This unit is unconformably overlain by the Late Miocene-Pliocene (?) Suludere formation consisting of lacustrine and fluvial sediments. Unconformably overlying unit, the Aydoğdu formation is made up of alluvial fan deposits that are formed under the control of the nearly E-trending high-angle normal faults. All the above units are covered by the alluvium filling the present-day Küçük Menderes depression.

Two sets of structures that having cross-cut relationship with each other shape the area: high-angle normal faults and strike-slip faults. The former juxtaposes different facies of the Neogene units and younger sediments with the older one. The high-angle normal faults trend between N50W and N80W and form basin-ward step-like morphology. The Başova andesite and the unconformably overlying Suludere formation occur at different topographic levels within this step-like morphology. Dips of bedding of the Suludere formation may reach up to 80° close to these faults. The strike-slip faults bounded the basin from the east and acted as an NE-trending accommodation zone. In this zone, Menderes metamorphics thrust over the carbonate-clastic beds of the Suludere formation indicating the presence of the post-Neogene strike-slip tectonics in the Küçük Menderes graben.

This study has been supported by TUBİTAK, Project No: YDABAG-102Y052.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Maden Yatakları Oturumu

Doğu Pontid Masif Sülfitlerinde Bornit Varlığı ve Önemi

Emin ÇİFTÇİ

Niğde Üniversitesi, M.M.F. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51200-Niğde

Doğu Pontidlerde bulunan ve çoğulukla Kuroko-tipi olduğu olduğu kabul edilen üst Kretase masif sülfit cevherleşmeleri geniş anlamda sarı, yarı-siyah ve siyah cevherlerden oluşmaktadır. Bu yatakların bir kısmı tamamen sarı cevherden oluşurken, önemli bir kısmı sadece siyah cevherden, başta Çayeli ve Lahanos yatakları olmak üzere de hem sarı hemde yarı-siyah/siyah cevherden meydana gelmektedir. Miyosen yaşı Japon eşleniklerinin tersine, doğu Pontidlerde sarı cevher daha bol bulunurken, özellikle bol bulunan bornit cevheri hem dokusal hem da paragenetik sekanstaki yeri itibarı ile önemli bir farklılık oluşturur. Bornit cevheri içeren yatakların ayrıntılı cevher mikroskopu incelemeleri, Kanköy yatağı hariç diğerlerinde bölgesel bir parajentik sekansın var olduğunu ve bornitin primer sülfit cevherleşmelerinin sonuna işaret ettiğini ve bütün erken fazları ornattığını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Bornit, Kuroko-tipi, masif sülfit, doğu Pontidler

Presence and Significance of Bornite Ore in the Massive Sulfides Occurring in Eastern Pontides

Upper Cretaceous massive sulfide deposits occurring in the eastern Pontides, which are considered to be Kuroko-type are consisted of yellow, semi-black and black ore in the broad sense. Some of these deposits contain only yellow ore, some only black ore or as is the case in Çayeli and Lahanos deposit, some contain both yellow and black ores. On the contrary comparing with the Miocene Japanese counterparts, the eastern Pontide deposits contain more yellow ore, particularly abundant presence of bornite ore sets major differences between the two in terms of characteristic texture and its place in the paragenetic sequence. Comprehensive ore microscopy investigations indicated that all the massive sulfide deposits but the Kanköy deposit containing bornite ore have a regional paragenetic succesion and the bornite mineralization occurred in the final stage of primary sulfide deposition and replaced all the earlier phases.

İnler Yaylası (Şebinkarahisar-Giresun) Kurşun-Çinko Yataklarında Sıvı Kapanım ve Kararlı İzotoplар (O ve H) Jeokimyası İncelemeleri

Ahmet GÖKÇE, Gülcen BOZKAYA

Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 58140 SİVAS

İnler Yaylası kurşun-çinko yatakları; Doğu Karadeniz Bölgesinin iç kesimlerinde yaygın olarak gözlenen damar tipi yatakların tipik örneklerindendir. Yörede, Üst Kretase yaşı volkanitlerin ileri derecede altere olmuş kesimlerinde, yaklaşık D-B doğrultulu fay zonları boyunca üç cevher damarı belirlenmiştir.

Damarlar cevher minerali olarak; sfalerit, galenit, pirit, kalkopirit, fahlerz ve ender olarak da kalkosin ve kovellin, gang minerali olarak ise kuvars ve kalsit içermektedirler.

Sıvı kapanım incelemeleri hidrotermal çözeltilerin tuz bileşimi, tuzluluk ve sıcaklıklarının mineral oluşumunun farklı evrelerinde değiştğini göstermektedir. Kuvars ile karakterize edilen erken evrede hidrotermal çözeltilerin sıcaklığı ve tuzluluğu (ort. Sıcaklık 312.9 °C ve ortalama tuzluluk % 7.0 NaCl eşdeğeri) yüksek olup CaCl_2 , MgCl_2 ve NaCl içerirler. Sülfürlü minerallerin oluşumu sırasında sıcaklığı ve tuzluluğu orta (ort. Sıcaklık 272.0 °C ve ortalama tuzluluk % 4.0 NaCl eşdeğeri), bileşim olarak MgCl_2 , NaCl, FeCl_2 içeren çözeltilerin ve daha sonraki evrede ise sıcaklığı ve tuzluluğu düşük (ort. Sıcaklık 138.5 °C ve ortalama tuzluluk % 2.6 NaCl eşdeğeri), NaCl, Na_2CO_3 , NaHCO_3 , Na_2SO_4 ve KCl içeren çözeltilerin etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Oksijen ve hidrojen izotoplari ($\delta^{18}\text{O}$; +5.0- + 6.7 o/oo VSMOW ve δD ; -83.0- -61.0 o/oo VSMOW) jeokimyası incelemeleri; sıvı kapanımları içinde hapsolmuş hidrotermal çözeltiler içinde magmatik kökenli suların egemen olduğunu, çok az da olsa meteorik kökenli suların ve/veya meteorik kökenli formasyon sularının da karışmış olabileceğini göstermektedir.

Fluid Inclusion and Stable Isotope (O and H) Geochemistry of the İnler Yaylası (Şebinkarahisar-Giresun) Lead-Zinc Deposits

The İnler Yaylası lead-zinc deposits are typical examples of the vein-type lead-zinc deposits that occur in the eastern Black Sea region of Turkey. Three ore veins were identified along E-W – trending fault zones; these veins are hosted by deeply altered, Upper Cretaceous volcano-sedimentary rocks.

The ore veins contain sphalerite, galena and minor amounts of pyrite, chalcophryite, fahlore, chalcocite band covellite as ore minerals, and contain quartz and calcite as gangue minerals.

Fluid-inclusion studies show that the salt composition, salinity and temperature of the hydrothermal fluids changed during various episodes of the mineralisation process. The temperature and salinity of the fluid were high (avg. Temp. 312.9 °C and avg salinity 7.0 % NaCl equiv.) and the fluid contained CaCl₂, MgCl₂ and NaCl during an early episode of mineralisation which was characterised by quartz crystallisation. The temperature and salinity moderated (avg. Temp. 272.0 °C and avg salinity 4.0 % NaCl equiv.) and contained the salts MgCl₂, NaCl, FeCl₂ during the sulfide crystallisation episode; these further decreased (avg. Temp. 138.5 °C and salinity 2.6 % NaCl equiv.), and contained the salts NaCl, Na₂CO₃, NaHCO₃, Na₂SO₄ and KCl during later episodes of mineralisation.

Oxygen- and hydrogen-isotope ($\delta^{18}\text{O}$; +5.0- + 6.7 o/oo VSMOW and δD ; -83.0- -61.0 o/oo VSMOW) studies suggest that magmatic water dominated within the mineralising fluid, and it is possible that small amounts of meteoric water and/or formation water of meteoric origin were involved.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Savcılıebeyit (Kaman-Kırşehir) Altınlı Kuvars Damarlarında Sıvı Kapanım Çalışmaları

Gülay SEZERER KURU*, Yurdal GENÇ**

*M TA Genel Müd., MAT Dai.Bşk., 06520, Ankara

**Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe 06532, ANKARA

Savcılıebeyit yöresi altınlu kuvars damarları amfibolit fasiyesi koşullarında metamorfizmaya uğramış Kırşehir Masifi Metamorfitleri içinde yer almaktadır. Bu kuvars damarlarından alınan yüzey ve karot örneklerinde, sıvı kapanım çalışmaları yapılmıştır. Bu analiz çalışmaları sonucu kuvarslar içindeki birincil sıvı kapanımları, bileşimlerine göre 5 ayrı sıvı kapanım tipine ayırlılmıştır. Sıvı kapanımların büyüklükleri 1-40 μm arasındadır. Homojenleşme sıcaklıkları, 160-440°C ve 440°C den daha yüksek sıcaklıklar arasında yer almaktadır. Tuzluluk değerleri % NaCl eş değeri olarak 20-33 arasındadır.

Sıvı kapanım analiz çalışmalarına göre, sıvı kapanımların bileşim açısından CO₂'ce zengin metamorfik kökenli suları temsil ettiği düşünülmektedir.

Fluid Inclusion Studies In The Gold-Bearing Quartz Veins In Savcılıebeyit (Kaman-Kırşehir) Region

Savcılıebeyit gold-bearing quartz veins are located in the metamorphites of Kırşehir Massif. Fluid inclusion studies are made on the outcrop samples and the drill-core samples which of the quartz veins. By the aid of these studies, fluids inclusions in quartz are divided in to ten groups according to the origin and the composition. The size of the fluid inclusions are changing from 2 μm and to 40 μm . The homogenatization temperatures of the fluid inclusion are between 160-440°C and greater than 440°C. The salinity degrees are between % 20-33 (NaCl) equivant salinity.

It can be concluded that the water in the fluid inclusions represents CO₂-rich metamorphic waters.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Koru (Çanakkale) Kurşun-Çinko Yataklarının Jeolojisi, Cevher Mikroskopisi ve Sıvı Kapanım İncelemeleri

Gülcan BOZKAYA, Ahmet GÖKÇE

Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 SİVAS

Koru (Çanakkale) baritli kurşun - çinko yatakları Biga Yarımadası'ndaki Tersiyer yaşılı volkanik kayaçlar içinde gözlenen kurşun - çinko yataklarının tipik örneklerinden birisi olup, günümüzde kurşun - çinko üretimi amacıyla işletilmektedir. Yatakların yakın çevresinde yüzeylenen volkanik kayaçlar; Eosen yaşılı Akçaaalan andeziti, Oligosen yaşılı Adadağı piroklastikleri, Miyosen yaşılı Dededağ dasiti, Pliyo-Kuvaterner yaşılı Karaömerler bazaltı şeklinde ayrılmışlardır.

İnceleme alanı içerisinde BKB-DGD doğrultulu bir hat üzerinde pek çok cevherleşme bulunmakla birlikte, bunlardan yalnızca Eskikişla ve Tahtalıkuyu (Sulu Mağara) yatakları işletilmektedir. Tahtalıkuyu ve Eskikişla yataklarında üst seviyelerde aglomeratik kayaç parçaları ve piroklastik breşler arasındaki boşluklarda ince damar ve damarcıklar şeklinde gelişmiş stockwork tipi, alt seviyelerde ise Adadağı Piroklastikleri içinde K60B/50GB konumlu bir fay boyunca oluşmuş damar tipi olmak üzere iki farklı tip cevherleşme gözlenmektedir. Cevherleşmelerde galenit, sfalerit ve barit hakim mineraller olup, pirit, kalkopirit, fahlerz (tenantit), markazit, kalkosin, kovellin, bornit, tenörüt ve kuvars az miktarlarda bileşime katılmaktadır. Minerallerin birbirleriyle olan ilişkilerine göre 5 ayrı oluşum evresi tanımlanmıştır. I. evre; barit ve pirit, II. ve III. evreler; galenit, sfalerit, kalkopirit, fahlerz, bornit ve markazit, IV. evre; barit, kuvars ve kalsit, V. evre ise; kalkosin, kovellin ve tenörüt oluşumu ile temsil edilmektedir.

Sıvı kapanım incelemeleri sırasında ölçülen T_{FM} , T_{MICE} ve T_H değerleri, mineral oluşturuğu hidrotermal çözeltiler içinde $CaCl_2$ ve $MgCl_2$ gibi tuzların bulunduğu, baritlerin oluşumu sırasında hidrotermal çözeltilerin tuzluluklarının biraz yüksek, sıcaklıklarının düşük olduğunu ($80^{\circ}C$ den daha düşük), sülfürlü minerallerin oluşumu sırasında tuzluluğun önemli miktarda düşüğünü, sıcaklığın $270^{\circ}C$ ye kadar yükseldiği, sfaleritlerin $120-160^{\circ}C$ sıcaklık aralığında oluştuğunu (sfaleritlerde birincil kapanımlar) göstermektedir.

Sonuç olarak baritlerin düşük sıcaklık ve yüksek tuzluluktaki çözeltilerce erken evrede oluşturulduğu, sülfürlü minerallerin ise yüksek sıcaklık ve düşük tuzluluktaki çözeltilerce daha sonra oluşturulduğu söyleyebilir. Bu durum olağan hidrotermal sistemlere uymamakta olup, sık derinliklere inerek az ısınmış deniz suyunun bariti oluşturacak Ba^{2+} ve SO_4^{2-} iyonlarını çözüp getirdiği ve erken evrede çökelttiği, derinlere inerek daha fazla ısınmış deniz suyunun ise daha geç ortama geldiği ve yan kayaçlardan çözerek taşıdığı Pb^{2+} , Zn^{2+} ve Cu^{2+} gibi iyonlarını çökelttiği şeklinde açıklanabilir.

Geology, Ore Petrography and Fluid Inclusion Studies of the Koru (Çanakkale) Lead-Zinc Deposits

Koru (Çanakkale) barite bearing lead-zinc deposits are typical examples of the lead-zinc deposits occurred in the Tertiary volcanic rocks outcropped in the Biga Peninsula. Volcanic rocks around the investigated deposits are distinguished as; Eocene Akçalan andesite, Oligocene Adadağı pyroclastics, Miocene Dededağ dacite and Plio-Quaternary Karaömerler basalt. Adadağı pyroclastics host the investigated deposits.

Although, a number of mineralization occurred in the area, mining activities are concentrated in the Eskikışla and Tahtalikuyu area. Mineralization in these deposits are developed along a N60W/50SW trending fault. Stockwork ore veinlets occur in the upper parts while thick ore veins occur in the lower parts of the mineralized fault. Galena, sphalerite, barite are the main minerals and accompanied by minor amounts of pyrite, chalcopyrite, fahlore (tenantite), marcasite, chalcosite, covellite, bornite, tenorite and quartz. Five different stages of mineralization were recognized during the petrographic study of the ore samples; pyrite in the first stage, galena, sphalerite, chalcopyrite, fahlore, bornite, marcasite in the 2nd and 3rd stages, barite, quartz, calcite in the 4th stage, chalcosite, covellite, tenorite in the final stage.

First melting (T_{FM}), last ice melting ($T_{m_{ICE}}$) and homogenisation temperature (T_H) measurement in the fluid inclusions indicate the presence of CaCl_2 and MgCl_2 in the mineralizing hydrothermal fluids, salinity of the hydrothermal solutions is rather high during barite crystallisation in the early episode of mineralization, while decreased during the sulfide dominated later episode of mineralization. The temperatures of fluids is low (< 80 °C) during the early episode and increased up to 270 °C during the later episode. Sulfide minerals seem to be formed in a temperature range of 120-160 °C according to the primary fluid inclusion in sphalerite crystals.

As a result, it may be concluded that barite was occurred by the low temperature and high saline fluids in the early episode of mineralization while the sulfide minerals were precipitated by high temperature and low saline fluids in the later episode of mineralization. This event is not appropriate for the ordinary hydrothermal systems and can be explained as follows; barite forming fluids derived either from the shallow depth or the sea water circulated in shallow depth, it was slightly warmed and dissolved Ba^{2+} and SO_4^{2-} ions from the underlaying basement and reached into mineralization place in the early episode, while the sulfide forming fluids either derived from a deeper level or the deep circulated sea water was highly warmed and dissolved the Pb^{2+} , Zn^{2+} ve Cu^{2+} ions from the deeper parts of the basement and arrived to mineralization place in the later episode of mineralization.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Elazığ –Sivrice– Uslu Cu Cevherleşmesinin Jeolojik Özellikleri

Ali AYDIN, Özcan DUMANLILAR, Muhittin YİĞMATEPE

MTA Genel Müdürlüğü, ANKARA

Uslu Cu cevherleşmesi, Sivrice ilçesinin (Elazığ) yaklaşık 30 km GB'sında Doğu Toros Orogenik kuşağı içerisinde yer almaktadır.

Bölge bu günde jeolojik yapısını, Alt Miyosen sonrası, Arap levhasının KD'ya, hareketi ile Avrasya levhasıyla çarpışması sonucu meydana gelen kuzey-güney yönlü sıkışmalarla kazanmıştır. Doğu Anadolu Fayı (DAF), Alt Miyosen'de başlayan çarpışmanın günümüzde de aktif olduğunu işaret etmektedir.

İnceleme alanında gözlenen Paleozoyik yaşı Pütürge Metamorfitleri, Jura-Alt Kretase yaşı Guleman ofiyoliti ve Orta Eosen yaşı Maden Karmaşığı birbirile tektonik ilişkili olup, Arap Platformu üzerine bindirmiştir. Tektonik ilişkili olan bu birimler ayrıca DAF tarafından kesilmektedir.

Tektonik aktivitenin yoğun olarak gözlendiği Sivrice (Elazığ) ile Çelikhan (Adiyaman) arasında MTA tarafından gerçekleştirilen jeokimyasal prospektasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda bir çok alanda jeokimya anomalileri belirlenmiştir. Bunlardan Sivrice GB'sında belirlenen Cu-Sb-As anomalisinin tahliki ile Uslu Cu cevherleşmesi saptanmıştır. Cevherleşme, Pütürge Metamorfitlerine ait kuvarsitler ve ayrılmamış şistler ile Maden Karmaşığına ait çamurtaşları içerisinde saçılımlı, ağısal ve damar/damarcıklar şeklinde izlenmektedir. Mineralizasyona alterasyon da eşlik etmektedir. Cu mineralizasyonu kuvarsiti tercih etmekte olup, bu kayaçta kuvars-serisit ve kuvars-klorit alterasyonu; ayrılmamış şistler ve çamurtaşları içerisinde ise sadece kuvars-klorit alterasyonu belirlenmiştir.

Alterasyon zonun uzunluğu yaklaşık 1 km kalınlığı 20-200 arasındadır. Bu zonun içerisinde sondajlarla belirlenen 200m uzunluk 40m kalınlıkta, kuvars-serisit alterasyonu içinde silislemenin yoğun olduğu kesimlerde Cu değeri ortalama %1,5 dur. Mineralizasyonun merkezinde yer alan kuvars-serisit alterasyonundan, her iki kenarda yer alan kuvars-klorit alterasyonuna geçildikçe Cu değerleri 100 ppm civarına düşmektedir, Pb ve Zn değerlerinde ise artış gözlenmektedir. Serisit-kuvars alterasyonunda bornit, kalkosin, kovellin, dijenit, kalkopirit, malahit, idiait, fahlerz, tenorit, luzonit izlenirken, serisit-klorit alterasyonunda cevher mineralleri olarak pirit ve ender kalkopirit ile rutil gözlenir. Ayrıca, kuvars-klorit alterasyonuna uğramış ayrılmamış şistler içerisindeki damarcıklarda pirit, galenit, burnonit, bulanjerit, fahlerz ve sfalerit mineralleri belirlenmiştir.

Uslu Cu cevherleşmesi K70D doğrultulu bir uzanıma sahip olup, bölgenin bindirme tektoniği ile uyumludur. Bu veriler ışığı altında mineralizasyonun, bölgedeki bindirmeler gelişirken ve/veya sonraki dönemde hidrotermal falyetlerle oluştuğu düşünülmektedir.

Hidrotermal akışkanların kökeni ise tartışmalı olup, ya Orta Eosen sonrası magmatik faliyetlerle yada tektonizma esnasındaki süreçlerle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Geological Features Of The Uslu Cu Mineralization (Sivrice-Elazığ)

The Uslu copper mineralization is located about 30 km SW of Sivrice town (Elazığ province) within the Eastern Tauride Orogenic Belt.

The region gained its present-day geological structure as a result of N-S directed compressions caused by northeastward movement of the Arabian Plate subsequent collision the Eurasian Plate in the post lower Miocene. The collision beginning from the Lower Miocene is still active as evidenced by EAF itself.

The Paleozoic Pütürge Metamorphics, Jurassic-Lower Cretaceous Guleman Ophiolite and Middle Eocene Maden Complex, all of which have tectonic interrelationships, were thrusted over the Arabian Platform. All these units are also cut by the EAF.

MTA conducted a geochemical survey between Sivrice (Elazığ) and Çelikhan (Adıyaman), where tectonic activity intensely occurs. As a result of these studies, same geochemical anomalies were determined. The Uslu Cu mineralization was discovered by follow – up of a Cu -Pb – As anomaly SW of Sivrice. Mineralization occurs as disseminations, stockworks and veins/veinlets in quartzites and undifferentiated schists of the Pütürge Metamorphics and mudstones of the Maden Complex. Mineralization is accompanied by alteration to some extent. Cu mineralization principally affiliates with quartzites, accompanied by quartz-sericite and quartz-chlorite alteration assemblages while undifferentiated schists and mudstones include only quartz-chlorite alteration assemblage.

The total length of the overall alteration zone is approximately 1km with a thickness of 20-200m. The intensely silicified parts within the quartz – sericite alteration zone having an extension of 200m and a thickness of 40m determined by drilling have an average grade of 1,5% Cu. Going from the central quartz-sericite alteration to the quartz-chlorite alteration on both sides, Cu contents drop to about about 100 ppm whereas both Pb and Zn contents increase. Digenite, chalcopyrite, malachite, idaite, fahlerz, tenorite, bornite, luzonite, chalcocite and covellite occur in sericite-quartz alteration halo, whereas pyrite and rare chalcopyrite and rutile occur in sericite-chlorite halo. Additionally, pyrite, galena, bournonite, boulangerite, fahlerz and sphalerite were identified from veinlets in quartz-chlorite zone within the undifferentiated schist.

The Uslu Cu mineralization strikes N70E and is closely associated with regional thrusting. In the light of available data, it can be concluded that mineralization contemporaneously occurred with regional thrusting or alternatively occurred later by hydrothermal activities.

The genesis hydrothermal solutions is controversial and attributed to either post - Middle Eocene magmatic activities or syn - tectonic processes.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Türksevin (Afşin-Kahramanmaraş) Civarındaki Epitermal Cevherleşmenin Jeolojik Özellikleri

Yunus AY, Özcan DUMANLILAR, Hasan YILDIZ

MTA Genel Müdürlüğü

Cevherleşme sahası Afşin'in (Kahramanmaraş) 18 km. batısında bulunan Türksevin Köyü'nün 2,5 km. güneyinde yer almaktadır.

Afşin ve çevresinde M.T.A. Genel Müdürlüğü tarafından yapılan genel jeokimyasal prospeksiyon çalışması sonucunda, Türksevin Köyü civarında 28 km² bir alanda Pb-Zn-As anomalileri belirlenmiştir. Anomali sahasının tabanında Üst Kretase-Paleosen yaşı kumtaşları izlenirken, üstte ise bindirmeli olarak Permo-Triyas yaşı Malatya-Keban Metamorfitlerine ait şist ve mermerler yer almaktadır. Metamorfitler yaklaşık D-B yönünde bir tektonik zon tarafından kat edilmektedir. Bu tektonik zonla eş zamanlı veya sonraki evrede ortaya çıkan magmatik aktiviteyle oluşan dasitler Malatya-Keban Metamorfitlerini kesmektedir. Tektonik zon çevresinde yoğun alterasyon ve cevherleşme izlenmektedir. Yaklaşık 8 km'lik uzunlığındaki zon 50-250m arasında bir kalınlığa sahiptir. Zon boyunca kuvars-klorit-kil ile zayıf kuvars-serisit-kil alterasyonu belirlenmiştir.

İnceleme alanının doğusunda dere tabanında dasit bileşimli altere kayaçlar yer alırken, daha üst kotlarda Dinar Gediği civarında ise yoğun kuvars-klorit-kil alterasyonuna uğramış şistler mostra vermektedir. Altere zon boyunca barit, florit, mangan oksit ve pirit saçınımıları ve damarcıkları ile limonitleşme izlendiği, çalışma alanının batısında ise mineralizasyona malahitin de katıldığı görülmektedir. Bu alanda Cu, Pb, Zn, As, Sb ve Au elementlerinin ulaştığı en yüksek değer sırasıyla 125 ppm, 3253 ppm, 729 ppm, 39300 ppm, 1082 ppm ve 400 ppb dir.

Kuvars -klorit-kil alterasyonu içerisinde barit-şist parçalı breşik damarlar, silis- karbonat bantlı damarlar ile masif silis - karbonat damarları ayırt edilmiştir.

Alterasyon mineralleri ve damarların özellikleri ile sülfid minerallerinin azlığından dolayı cevherleşme, düşük sülfidli, epitermal sistemlere benzerlik sunmaktadır.

Özellikle jeokimyasal analizlerde As ve Sb'nin yüksek Cu'nun ise düşük değerlerde olması sistemin aşınmadığını işaret etmektedir. Pb ve Zn değerlerindeki yükselmeler ise farklı evrede gelen hidrotermal akışkanlar ile açıklanabilir.

Geological Features of the Epithermal Mineralization from Türksevin (Afşin-Kahramanmaraş)

Mineralized area is located about 2,5km. south of Türksevin village, 18 km. west of Afşin town (Kahramanmaraş Province)

A reconnaissance geochemical survey which has been undertaken by a team of General Directorate of MTA around Afşin and nearby areas , resulted in determination of Pb , Zn ,As anomalies over an area of 28 km² near Türksevin village. The basement of the area is constituted by sandstones of Upper Cretaceous- Paleocene age . Permo-Triassic schists and marbles of Malatya-Keban metamorphics were thrusted over these units . Metamorphics are cut by a E-trending tectonic belt . In addition , dacites that resulted from syn or post-tectonic magmatic activity cut the Malatya-Keban Metamorphics . Strong alteration and mineralization can be observed in association with this tectonic belt. This approximately 8 km long belt has a width of 50-250 m. Quartz-chlorite-clay and weak quartz-sericite-clay alteration assemblages were defined along the belt.

Altered dacitic rocks are exposed along the stream bed to the study area while schists, strongly altered to quartz -chlorite-clay assemblage can be identified at upper elevations around Dinar Gediği. Disseminations and veinlets of barite, fluorite, mangan oxides and pyrite as well as limonitization are observed in this area. Highest values of Cu, Pb, Zn ,As, Sb and Au are 125 ppm, 3253 ppm, 729 ppm, 39300 ppm, 1082 ppm and 400 ppb , respectively in this part. Mineral paragenesis is accompanied by malachite at the western part of the study area .

Brecciated veins comprising fragments of barite-schist, silica-carbonatebanded veins as well as massive silica-carbonate veins were identified in quartz-chlorite-clay alteration zone.

Mineralization shows similarity to low-sulfidation epithermal systems as evidenced by its alteration assemblages, characteristics of veins and lack of sulfide minerals. High As and Sb values and low Cu values imply that the system imply that the system is not deeply eroded. Elevations at Pb and Zn contents may be explained by the access of hydrotHERMAL solutions at different phases.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Breşlere bağlı Tepeoba (Havran-Balıkesir) Cu-Mo-(Au) Cevherleşmesine Ait İlk Bulgular

Şahset KÜÇÜKEFE, Ramazan SARI, Mehmet KILIÇ, Zekai TEKİN, Mehmet AVŞAR,

MTA Genel Müdürlüğü

Tepeoba Cu-Mo cevherleşmesi, Balıkesir ili Havran ilçesi'nin 8 km kuzeyinde yer almaktadır. MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1990'lı yıllarda yapılan jeokimyasal tahlük ve ağır mineral çalışması sonucunda elde edilen veriler sahada bir bakır cevherleşmesine işaret etmiş ve çalışmalar bu yönde yoğunlaştırılmıştır.

Sahada Üst Triyas öncesi yaşı metabazik ve metaçökel kayaçlardan oluşan Kalabak Şistleri ile bunları kontakt metamorfizmaya uğratan granadiyorit-granit-granitporfir bileşimli granitik kayaçlar yüzeylemektedir. Intrüzif kayalar arasında ana kütle granadiyoritiktir. Bunların bazıları cevher getirici rol oynamasına karşın, diğerleri cevher yönüyle sterildir. Granitoit ile metamorfik kayaçların dokanlığında 0.5-1 km arası genişlik ve 4 km uzunlukta skarn, fels ve breş zonları gelişmiştir.

Sahanan 50x100 m grid aralıklarıyla alınan jeokimyasal toprak örnekleri Cu, Mo, Au, Pb, Zn, Sb ve As elementleri için analiz edilmiş, analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve buna göre jeokimyasal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca sahanan değişik amaçlı kayaç örnekleri de derlenmiş ve bunların jeokimyasal element içerikleri ile mineraloji-petrografi özellikleri incelenmiştir.

Cevherleşme; skarn, fels, breş ve magmatik kayaçların içerisinde saçılımlı, damar ve damarcıklar şeklinde bulunmaktadır. Yüzeyde az olarak ancak sondajlarda yaygın olarak izlenen cevher mineralleri pirit, kalkopirit, molibdenit, altın, bornit, malakit, manyetit, hematit ve limonittir.

Litolojik değişime bağlı olarak alterasyon minerallerinde de değişim izlenir. Merkezde breşleşme ve hidrotermal biyotit-kuvars oluşumları (potasik alterasyon?) yaygın olarak gözlenirken dışa doğru serisit, turmalin, epidot, klorit ve kalsit mineralleri olmuştur.

Sahada 8 lokasyonda yapılan sondajların karot analizlerine göre, özellikle TPS.1 ve TPS.2 sondajlarının olduğu kesimde cevherli zonun 270 m derine kadar devam ettiği ve bazı kesimlerin işitlebilir tenörde olduğu anlaşılmaktadır. Örneğin, TPS.1 sondajında ilk 53 m derinlikteki zon %1 Cu ve %0.05 Mo tenörlüdür. Tamamlanan diğer sondajlara ait karotların analizleri devam etmektedir.

Yerleşim, alterasyon ve jeokimyasal metal dağılımına göre Tepeoba Cu-Mo-Au cevherleşmesi porfiri tip yataklarla genel olarak benzerlikler göstermektedir.

Preliminary Findings of the Tepeoba (Havran-Balıkesir) Breccia-Hosted Cu-Mo-(Au) Mineralization

The Tepeoba Cu-Mo mineralization is located 8 km north of Havran town, Balıkesir province. Data obtained from the geochemical follow-up and heavy mineral studies implied a copper molybdenum mineralization and subsequent efforts have been concentrated on this aspect.

The Upper Triassic Kalabak schists consisting of metabasic and metasedimentary rocks and the granitic rocks with produced contact metamorphic effects on the Kalabak schists were outcropped in the study area and the majority of the pluton have granodioritic composition. Some have possibly played a role as ore generating phase while the others are barren. Some 0,5-1 km wide and 4 km long skarn, fels and breccia zones developed at granitoid-metamorphic rock contacts.

Soil samples collected on a 50x100 m grid were analysed for Cu, Mo, Au, Pb, Zn, Sb and As. The analytical results have been evaluated geostatistically and geochemical distribution maps were drawn. In addition, according to the purpose of our study, rock samples were also collected from the study area and their geochemical analyses and mineralogical-petrographical studies were carried out.

The mineralization occurs as disseminations, veins and veinlets within skarns, fels, breccias and magmatic rocks. Ore minerals that are seen as occurring widespread in drill cores include pyrite, chalcopyrite, molybdenite, gold, bornite, malachite, azurite, hematite and limonite.

Alteration minerals change depending on the lithological variation. Breccias and biotite-quartz zone of hydrothermal origin (potassic alteration?) commonly occur at central part whereas sericite, tourmaline, epidote, chlorite and calcite develop outwards.

Analysis of core samples, particularly from TPS-1 and TPS-2 of 8 drill holes indicate that ore zone extends to the depth of 270 m and some sections have mineable grades. For example, first 53 m of drill hole TPS-1 contains 1% Cu and 0.05% Mo. Analysis of the core samples from the remaining holes are underway.

The Tepeoba Cu-Mo-Au mineralization shows similar characteristics to those of porphyry-type deposits in many aspects on the basis of emplacement, alteration features and geochemical elements distributions.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Karadeniz Bölgesi Granitoyid Kuşaklarına Bağlı Zirkon –Titan Oluşumlarının Belirlenmesi

Osman YILMAZ, Yıldırım GÜNGÖR, Rüstem PEHLİVAN

*İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü 34850, Avcılar – İstanbul*

Karadeniz Bölgesinde Prekambriyen, Paleozoyik, Mesozoyik, Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı birimler yaygındır. Bu birimler içerisinde zirkonyum için ekonomik bakımından önemli olan zirkon [(Zr, Hf) O₂.SiO₂] mineralini içeren granitoyidler geniş kuşaklar halindedir. Bu kuşakları doğuda Rize Granitoyidleri ve Gümüşhane Granitoyidi ile batıda Kastamonu Granitoyidleri oluşturmaktadır. En geniş granitoyid mostralı Doğu Karadeniz Bölümündedir. Bilindiği gibi granitoyidler içerisindeki zirkon, ekonomik olmaktan uzak olduğu halde, bunlardan ortaya çıkan plaser birikimlerinde titanyum mineralleri ile birlikte ekonomik yataklar oluşturmaktadır. Karadeniz Bölgesinde zirkonlu kumlar, Rize Granitoyidleri gibi Doğu Karadeniz Bölümünde geniş alanlarda yüzeylenen volkanik kayaçlardan türeyen titanyum mineralli (özellikle ilmenit (FeO.TiO₂), titanomanyetit [FeO.(Fe,Ti)₂O₃]) kumlarla karışarak dere, sahil ve kita sahanlığı plaserlerini oluşturmaktadır.

Karadeniz Bölgesinde, zirkon ve ilmenit birlikteliği bu çalışma kapsamında saptandıktan sonra, granitoyidlerin yüzeylendiği akarsu havzaları kendi bütünlüğü içerisinde ayrı ayrı ele alınmıştır. Batıdan doğuya doğru Filyos Havzası, Harşit Havzası, İyidere Havzası ve Çoruh Havzası gibi dört büyük havza ayrı ayrı, su toplama alanı küçük olan çay ve dereler ise Diğer Havzalar adı altında ele alınmıştır. Bu havzalardan derlenen çok sayıda dere sedimenti ve sahil kumu örneklerinin her birinde tane boyu dağılımı ve tane boyu değişimi, tuvenan Zr ve Ti değerleri, +1.00, -1.00+0.500, -0.500+0.300, -0.300+0.212, -0.212+0.150, -0.150+0.106, -0.106+0.075, -0.075 mm elek fraksiyonlarının Zr ve Ti değerleri ile havza tuvenan mineralojisi, havza tuvenan sallantılı masa konsantresi Zr ve Ti değerleri ve mineralojisi belirlenmiştir.

Elde edilen analitik verilere göre zirkon ve ilmenitin -0.150+0.106, -0.106+0.075, -0.075 mm elek fraksiyonlarında önemli zenginleşmeler gösterdiği belirlenmiştir. Sahil kumlarında doğal Zr ve Ti zenginleşmesinin dere kumlarındakine göre çok daha önemli olduğu da saptanmıştır. Doğal zenginleşme, granülometrik zenginleşme ve havza tuvenan sallantılı masa konsantresi zirkon ve TiO₂ değerlerine göre Karadeniz Bölgesinin birinci derecede hedef alanlarının Trabzon - Hopa kita sahanlığı ve sahil plaserleri ile Çoruh Havzası dere plaserleri oldukları ve ayrıca, Filyos Havzası sahil plaserinin ikinci derecede hedef alan olabileceği sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak Ülkemize ekonomik zirkon ve ilmenit plaser yatakları kazandırmak söz konusu olduğunda yukarıda sözü edilen hedef alanlarda ayrıntılı ağır mineral prospeksiyonu çalışmalarının başlatılması önerilmektedir.

Determination of The Zircon-Titan Occurrences Depending on the Granitoid Belts in Black Sea Region

Precambrian, Paleozoic, Mesozoic, Tertiary and Quaternary aged units are common in Black Sea region. In these units, zircon mineral $[(\text{Zr}, \text{Hf})\text{O}_2\text{SiO}_4]$ -important in terms of zirconium-including granitoids are wide spread Gümüşhane Granitoid in the east and the Kastamonu Granitoid in the west are the fragments of these belts. The widest granitoid outcrops are in the Eastern part. As known, zircon in granitoids don't have economic value, titanium including plaser deposits generated from these are economically valuable. Sand with zircon in Black Sea Region, merge with Rize Granitoid's titanium minerals {especially ilmenite (FeOTiO_2), titanomagnetite $[\text{FeO}(\text{Fe}, \text{Ti})_2\text{O}_3]$ } including sands generated from volcanic rocks forms the river, coast and continental shelf plasers.

After ascertaining zircon and ilmenite accompaniment in this studies concept, river basins in which granitoids outcrop are evaluated separately in terms of its entirety. Four wide basin from west to east Filyos Basin, Harşit Basin, İyidere Basin and Çoruh Basin respectively one by one, streams and brooks with small basin are considered as "other basins". In all of those many stream sediment and coast sand samples collected from these basins; grain size distribution, grain size differansiation, tuvenan Zr and Ti values, by $+1.00, -1.00+0.500, -0.500+0.300, -0.300+0.212, -0.212+0.150, -0.150+0.106, -0.106+0.075, -0.075$ mm fine sieve fractions Zr and Ti values basin travenan mineralogy, basin tuvenan shaking table concentration Zr and Ti values and mineralogy are determined.

According to analytical datas, it is determined that zircon and ilmenite display serious enrichment in $-0.150+0.106, -0.106+0.075, -0.075$ mm fine sieve fractions. It is established that natural Zr and Ti enrichment in sand is more important than the enrichment in stream sand. According to natural enrichment, granulometric enrichment and basin tuvanen shaking table concentration Zi and TiO_2 values, first target areas in Black Sea Region determined are Trabzon-Hopa continental shelf and coast placers and Çoruh Basin stream placers. In addition Filyos Basin beach placers are suggested to be secondary target areas.

As a result, it is suggested to put detailed heavy mineral prospection studies in action in the target areas in order to gain economic zircon and ilmenite placer beds to our country.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Muratdere (Bozüyük-Bilecik) Porfiri Cu-Mo-(Au) Cevherleşmesine Ait İlk Bulgular

Selahattin YILDIRIM, Osman ADIGÜZEL, Bekir KATİPOĞLU, Hayrullah YILDIZ

MTA Genel Müdürlüğü

Muratdere porfiri Cu-Mo-(Au) cevherleşmesi, Bozüyük ile İnegöl ilçeleri arasında yer almaktadır. Muratdere Cu-Mo-Pb-Zn-Sb-As anomalisi 1998 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan bölgesel jeokimya çalışmasıyla ortaya çıkartılmıştır. Sonraki aşamada bu anomali içerisinde kalan 8 km² lik alanda detay jeoloji haritası ve jeokimyasal tahlük çalışması yapılmıştır.

Sahada temeli Üst Kretase öncesi (Paleozoyik ?) yaşı Alınca Metabazitleri ve Taşarası Mermerleri oluşturur. Üst Kretase yaşı Arifler Melanji önceki birimler üzerine tektonik olarak gelir. Paleosen-Eosen yaşı Muratdere Granitoyiti bu birimleri keser. Sahadaki porfiri Cu-Mo-Au cevherleşmesiyle de doğrudan ilişkili olan Muratdere Granitoyiti önceki haritalarda gösterilmemiş olup, ilk kez bu çalışmaya tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Bu magmatik kayaç, ileri derecede altere olmuş ve ilksel dokusu ile mineralojik bileşimi kaybolmuştur.

Pliyosen yaşı konglomeralar tüm birimleri uyumsuz olarak örter. Pliyosen yaşı konglomeraları da etkileyen ve bu nedenle genç oldukları düşünülen, D-B doğrultulu normal faylar Eskişehir Fayı'nın bileşenleri olup, cevherleşmeyi de etkiledikleri anlaşılmaktadır.

Hem magmatik sokulumda hem de yan kayaçlarda piritleşme, limonitleşme, silisleşme ve killeşme biçiminde alterasyonlar gözlenmiş ancak, birincil alterasyon zonları ikincil alterasyonla maskelendiğinden ayırtlanamamıştır. Saçınaklı, damar ve damarcıklar şeklinde pirit, kalkopirit, molibdenit, limonit ve hematit mineralleri belirlenmiştir. Sahanın litoloji, alterasyon ve jeokimyasal özellikleri kuzey kesimde porfiri Cu-Mo-Au, güney kesimde ise epitermal Au cevherleşmesine işaret etmektedir.

Toprak ve bitki örtüsünün yoğun olduğu sahada baz ve değerli metallerin jeokimyasal dağılımını ortaya çıkartmak amacıyla sirt ve yamaç profilleri boyunca 50 m aralıklarla 142 jeokimyasal toprak örneği alınmıştır. Ayrıca sahanın değişik yerlerinden 23 jeokimyasal kayaç alınmıştır. Toprak örneklerinin jeokimyasal analizlerine göre sahada Cu: 750-800 ppm, Mo: 50 ppm, Pb: 130 ppm, Zn: 180 ppm, Au: 40 ppb, Sb: 18 ppm ve As: 250-300 ppm eşik değerleri saptanmış, dağılım haritaları çizilmiş ve jeokimya anomalileri belirlenmiştir.

Cu-Mo ve Pb-Zn anomalileri magmatik sokulumla doğrudan ilişkili olup, porfiri sistemin ürünüdürler. Sb-As anomalileri mermerler ve şistler içerisinde ve epitermal sistemle ilişkilidir. Au anomalileri değişik kayatürleri içerisinde ve her iki sistemle de ilişkilidir. Cu-Mo anomalileri sırtlarda daralmakta ve vadilerde genişlemektedir. Bu durum yakanma (leaching) veya farklı aşınma seviyesinden kaynaklanabilir.

Sahadaki porfiri cevherleşmenin keşfine ait derinlik verilerini sağlayan MDS.2 sondajı (248.05 m) tümüyle altere granitoyitte ilerlemiş ve 0.00-194.50 metreleri arasında cevher zonu kesilmiştir. Bu zon içerisinde yer yer daha yüksek tenörlü kesimler de olup, en yüksek %0.65 Cu ve %0.07 Mo değerleri saptanmıştır. Cevher zonu ortalama %0.2 Cu ve %0.02 Mo tenörlüdür.

Sondajda kesilen magmatik kayaç/kayaçlar alterasyondan ileri derecede etkilendiğinden ayırtlanamamaktadır. Karot örneklerinde potasik ve fillik alterasyona ait kalıntı mineral izleri görülmekte birlikte, genel olarak ikincil alterasyonun önceki tüm alterasyonları maskelediği ve tanınmaz hale getirdiği anlaşılmaktadır.

Preliminary Findings of the Muratdere (Bozüyüük-Bilecik) Porphyry Cu-Mo-(Au) Mineralization

The Muratdere porphyry Cu-Mo-(Au) mineralization is located between Bozüyüük and İnegöl towns. The Muratdere Cu-Mo-Pb-Sb-As anomaly was detected by a reconnaissance geochemical survey of General Directorate of MTA in 1998. At later phase, a detailed geological mapping and geochemical follow-up study were carried out over an area of 8 km² including this anomaly.

The pre-Upper Cretaceous (Paleozoic?) Alinca Metabasites and Taşarasi Marbles constitute the basement in the area. The Arifler Melange of Upper Cretaceous age tectonically rests upon the older units. These units were intruded by the Muratdere Granitoid of Paleocene-Eocene age. The Muratdere Granitoid, which is directly associated with the porphyry Cu-Mo-Au mineralization was firstly mapped and named during this study. This magmatic intrusion is strongly altered and as a result of this, its original texture and mineralogical composition were obliterated.

The Pliocene conglomerates unconformably overlie all the units. The E-trending normal faults, which intersected the Pliocene conglomerates and are thus considered to be rather young, are the components of the Eskişehir Fault and seem to have influenced the mineralization.

Some alteration assemblages such as pyritization, limonitization, silicification and argillization have been observed in both magmatic intrusion and wall rocks. However, no primary alteration zones have been identified due to overprinting by secondary alteration effects. Pyrite, chalcopyrite, molybdenite, limonite and hematite are known to occur as ore minerals. Lithological, alteration and geochemical features of the area have proved a porphyry Cu-Mo-Au mineralization in the northern part and epithermal Au mineralization in the southern part.

In order to define the distribution of base and precious metal over an area which is densely covered by soil and vegetation, 142 soil samples were collected at 50 m spacing along ridges and at base of slopes. In addition, 213 rock samples were taken from different localities for geochemical analyses. Threshold values of analyzed elements are 750-800 ppm for Cu, 50 ppm for Mo, 130 ppm for Pb, 180 ppm for Zn, 40 ppb for Au, 18 ppm for Sb and 250-300 ppm for As. On the basis of these, distribution maps were drawn and geochemical anomalies were determined.

Cu-Mo and Pb-Zn anomalies are directly related with the magmatic intrusion and are the products of porphyry system. On the other hand, Sb-As anomalies are in the marbles and schists, and are related with the epithermal system. Au anomalies are confined to different rock units and associated with both systems. Cu-Mo anomalies become narrower along ridges and wider along valleys. This may be due to leaching or varying levels of erosion.

The drill hole MDS-2 providing data for discovery of porphyry system intersected altered granitoid along the entire hole (248.05 m) and ore zone between 0.00-194.50 m. This zone also includes intercepts having higher grades up to 0.65% Cu and 0.07% Mo. Ore zone has an average grade of 0.2 % Cu and 0.02% Mo.

Magmatic rocks intersected by drill hole can not be identified due to advanced level of alteration. Even though relict minerals belonging to potassic and phyllitic alterations are identified from core samples, it is evident that early alterations are generally overprinted by secondary alteration effects making identification impossible.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Feke (Adana) ve Akçakent (Kırşehir) Fluoritlerinde Nadir Toprak Elementleri (NTE) Dağılımları

Yusuf URAS*, Servet YAMAN*, ve Fevzi ÖNER**

*Çukurova Üniversitesi Jeoloji Müh. Böl.

**Mersin Üniversitesi Jeoloji Müh. Böl.

Bu çalışma kapsamında Feke (Adana) ve Akçakent (Kırşehir) bölgesinde yer alan fluoritlerin nadir toprak element (NTE) içerikleri belirlenerek, cevherleşmelerin ortamsal yorumu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Feke (Adana) fluoritleri açık gri renkli, orta tabaklı yer yer yumrulu kireçtaşları içinde damar şeklinde yer almaktadır. Akçakent (Kırşehir) fluoritleri ise yine damarlar şeklinde alkali siyenit ve kuvarsitler içinde gözlenmektedirler.

Feke (Adana) fluoritlerinin ortalama nadir toprak element içerikleri 0.01-2.8 ppm arasında değişirken Akçakent (Kırşehir) fluoritleri 0.38-16.1 ppm arasında değişmektedir. Akkaya (Feke) fluoritlerinin NTE içeriği Akçakent (Kırşehir) fluoritlerine göre daha düşük bir orana sahip olduğu saptanmıştır. TB/La-Tb/Ca diyagramında Feke (Adana) fluoritleri sedimenter, Akçakent (Kırşehir) fluoritleri de hidrotermal alana düşmektedir. Bu da Feke (Adana) fluoritlerinin oluşumunda dijajenez olayları esnasında ortaya çıkan sıvıların etkin olduğunu gösterirken, Akçakent fluoritlerinin oluşumunda ise daha yüksek sıcaklıklı hidrotermal solüsyonların etkili olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu bulgular arazi gözlemleri ile de büyük uyumluluk göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Feke, Akçakent, Fluorit, Nadir Toprak Elementleri (NTE)

Rare Earth Element (REE) Distibutions of Fluorites of Feke (Adana) and Akçakent (Kırşehir)

Under the comprise of this study, rare earth element contents of fluorites in Feke (Adana) and Akçakent (Kırşehir) region are determined and also environmental interpretation of ore are explained.

Feke (Adana) fluorites are placed in pale grey coloured, medium bedded locally nodular limestone as a vein. Akçakent (Kırşehir) vein fluorites are situated in alkaline syenite, gabbro and quartzite.

Rare earth elemnt contents vary between 0.01-2.8 ppm in Feke (Adana) fluorites and between 0.38-16.1 ppm in Akçakent (Kırşehir) fluorites. It is determined that REE contents of Feke (Adana) fluorites are lower than Akçakent (Kırşehir) fluorites. Feke fluorites plot in sedimentary area and Akçakent fluorites plot in hydrothermal area in Tb/La-Tb/Ca diagram. These results indicate that solutions which are evolved during diagenesis were effective in Feke fluorites formation, while high temperature hydrothermal solution in Akçakent fluorite formation. These findings and results are largeley concordant with field observations.

Key words: Feke, Akçakent, Fluorite, Rare Earth Elements (REE)

Aksaray-Kırşehir Arasındaki Granitoyidler ve Oluşum Mekanizmaları

Ramazan DOĞAN

MTA Genel Müdürlüğü ANKARA

Orta Anadolu'da granitoyidlerin en geniş yüzeylendiği bölgelerden birisi de Aksaray-Kırşehir arasıdır. Granitoyidler, Ağacören ve Ekecikdağı civarında kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı büyük yüzeylenmeler halinde, Kızılırmak boyunca ise küçük ve izole olmuş sokulumlar şeklinde gözlemlenirler.

Bölgedeki granitoyidler MTA Genel Müdürlüğü'nün 'Asidik Magmatizmaya Bağlı Maden Yatakları Araştırmaları' projesi kapsamında 2002 yılında çalışılmış ve farklı zaman ve mekanda oluşmuş ve belirgin petrojenetik özellikler gösteren üç ayrı granitoyid serisinin varlığı ortaya konulmuştur: 1. Aksaray-Ekecikdağı granitoyidleri, 2. Ağacören granitoyidler, ve 3. Kırşehir-Cefalıdağ granitoyidleri.

Aksaray'ın hemen doğusu ve kuzeydoğusunda bulunan Aksaray-Ekecikdağı granitoyidleri oluşum sırasına göre gabro, granodiyorit ve granitlerle temsil olunur. Genellikle mermeler ve kuvars-serisit şistler içine sokulum yapan serinin bütün üyeleri çeşitli oranlarda sönümlü deformasyondan etkilenmişlerdir. Bazen Borucu'da olduğu gibi granitler içinde S_1 (K60B) ve S_2 (K70D) foliasyon düzlemleri gelişmiştir. Mamasın barajındaki zayıf kümülat dokusu haricinde bütün gabrolar izotropik olup, asidik ve bazik dayklarla kesilmiş ve yer yer çok yoğun altere olmuşlardır. Granodiyoritler eş tane boylu olup diğer granitoyidlere göre biyotitçe daha zenginlerdir. Granitler ise bol miktarda K-feldspat fenokristalleri ile karakteristikler.

Aksaray-Ekecikdağı serisinin hemen kuzeydoğusunda iri tane boylu, Fe-Mg minerallerince çok fakir ve minimum kısmi ergime mineral kompozisyonu gösteren lökogranitler yüzeylenir. Lökogranitler sönümlü deformasyondan etkilenmediklerinden, veya yer yer, çok az etkilendiklerinden, Aksaray-Ekecikdağı granitoyidlerinden daha sonra oluşturukları kabul edilmektedir. Ayrıca Lökogranitler içinde Ağacören granitoyidlerine ait taze asidik daykların bulunması onların Ağacören serisinin ilk fazları olduğuna işaret eder. Gabrolar içinde bazen 5 m kalınlığa varan iri piroksenli zonlar gelişmiştir. Lökogranitler maksimum 4 m kalınlığında pegmatit damarları ve bazen birkaç on metre kalınlığında aplitik dayklarla kesilmiştir.

Ağacören granitoyidleri, Ağacören civarında dıştan içe doğru gabro ve lökogranitler, eş tane boylu granodiyoritler, birkaç fazlı porfiritik granitler ve en içte mikrogranitlerden oluşmuş normal bir magmatik dizilik gösterirler. Porfiritik granitler değişik tane büyüklüğüne sahip bazen 12 cm büyülüğe varan K-feldspat fenokristalleri ile bu serinin en büyük magmatik fazını oluştururlar.

Kırşehir'in güneyinde, Kızılırmak boyunca ve Cefalıdağ'da görülen Kırşehir-Cefalıdağ granitoyidleri diğer serilere göre daha az kuvars içeriğine sahiptir. Bu seri ile ilişkili gabro gibi bazaltik kayaçlar gözlenmez. Bölgedeki metamorfik kayaçlar yüksek sıcaklık (amfibolit-granulit fasiyesi) – düşük basınç (3 kb'dan küçük) metamorfizması geçirmiştir (Seymen, 1981). Arazide metamorfik kayaçlarla granitoyidler arasında tedrici dokanak ilişkileri ve amfibolitlerde bazı K-feldspat porfiroblastları görülmüştür.

Bölgedeki granitoidler genellikle kuzeybatı-güneydoğu ve daha genç kuzeydoğu-güneybatı yönlü dike yakın faylarla kesilmiştir. Aksaray yakınlarında deformasyonla eş-yaşlı gelişmiş, düşük açılı faylarla, Kızılırmak boyunca Eosen formasyonlarını da etkileyen kuzeye doğru bindirme fayları görülür.

Orta Anadoluda'ki granitoidlerin genellikle çarışma ile eş ve çarışma sonrası karakterde oldukları ve Pontid-Anatolit kita çarşımı ile İzmir-Ankara-Erzincan sütur zonunun güneye doğru sürüklənmesi sonucunda kalınlaşan kita kabuğunun altında oluştuklarına inanılmaktadır (Boztuğ, 2000). Ancak bölgedeki bazaltik magmatik kayaçların ne litolojileri, ne de yapıları böyle bir görüşü desteklemektedir. Aksine bazaltik, granitik ve siyenitik kayaçlar arasında sıkı bir jenetik ilişki vardır (Doğan, 2003).

Aksaray - Kırşehir arasındaki granitoidlerden daha önce ve daha sonra oluşmuş bir çok gabro gelimleri vardır. Bu nedenle gabroların granitoidlerin oluşumunda etkili oldukları düşünülmektedir.

Kita kabuğunun kısmi ergimesinin kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak değil de esas olarak gabro sokulumları ile getirilen ısı ile ilişkili olduğu daha gerçekçi bir yaklaşım olarak öngörülmektedir.

Son yıllarda uluslararası literatürde çarışma mekanizmasına alternatif olarak bazaltik magma sokulumları ile kita içi rift havzalarında da önemli oranlarda granitlerinin oluşabileceği konusunda model çalışmalar vardır (Ryan ve Soper, 2001). Aksaray – Kırşehir arasındaki granitoidlerin de buna benzer, daha çok gerilmeli bir tektonik rejim içinde oluştukları düşünülmektedir.

Kita içi rift havzaları ile bazaltik magma domlarının genellikle magma sorguçları (sıcak noktalar) tarafından oluşturuldukları bilinmektedir. Aksaray-Akmezar yakınlarında yeryüzünün 6 km ile 9 km derinlikleri arasında tespit edilen manyetitçe zengin dom (Ateş ve dig., 1998) ile son yıllarda yapılan MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik çalışmaları ile Nevşehir yakınlarında bulunan yüksek ısı akışı anomalisinin bölgede var olduğu düşünülen bir magma sorgucu ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bu magma sorgucunun önce graben havzalarını oluşturduğu ve bu havzalara sedimanter kayaçların dolması ve daha sonra artan rıftleşme hızına bağlı olarak gabroların intrüzyonu ve jeotermal gradiyantın artması ile kita kabuğunun kısmi ergimeye uğradığı ve granitoidlerin oluşu kabul edilmektedir.

Aksaray-Ekecikdağ ve Ağaçören granitoidleri ve daha genç bazaltik magmatik serilerin kuzeydoğuya doğru genleşmeleri ve intrüzyon uzun eksenlerinin kuzeybatıdan kuzeye doğru değişmesi; merkezi Akmezar yakınlarında bulunan bir magma sorgucunun (sıcak noktanın) zaman zaman aktivasyonu ile yaklaşık kuzey-güney yönlü graben havzasının tabanında oluşan granitoidlerin, Kırşehir Bloğu'nun batıya doğru yaklaşık 10 km hareketi ve saatin ters yönünde toplam 20° dönmesi ile açıklanabilir.

The Granitoids Between Aksaray and Kırşehir, Central Anatolia, and Their Genesis

One of the widest outcrop of the granitoids in the Central Anatolia is in the area between Aksaray and Kırşehir, Central Anatolia. The granitoids around Ağaçören and Ekecikdağ crop out as northwest-southeast elongated large bodies, whereas those along Kızılırmak river are found as isolated small intrusions.

The granitoids in the area have been studied in 2002 under a regional project of MTA General Directorate, 'Mineral Researches Related to Acidic Igneous Rocks', and three igneous series formed under spatially and temporally different environments and showing distinct petrogenetic

features have been distinguished: 1- Aksaray-Ekecikdağ granitoids; 2- Ağaçören granitoids, and 3- Kırşehir-Cefalıdağ granitoids.

The Aksaray-Ekecikdağ granitoids, found just east and northeast of Aksaray, are made up of gabbro, granodiorite and granite, in the crystallisation order. All the members of the series, which intruded into the marbles and quartz-sericite schists are affected by the ductile deformation in various degrees. Sometimes, as in the granites around Borucu, S₁ (N60W) and S₂ (N70E) foliation planes were developed. Apart from those at the Mamasın dam, which show weak cumulate texture, all the gabbros are isotropic, cut by mafic and felsic dykes and are strongly altered in places. The granodiorites are equigranular and richer in biotite relative to the other granitoids and the granites are characteristic by their rich K-feldspar phenocrysts.

The leucogranites occurring just northeast part of the Aksaray-Ekecikdağ series are coarse grained, have very poor Fe-Mg mineral content and show eutectic mineral composition. Because the leucogranites are not, or weekly effected by the ductile deformation, they are thought to be younger than Aksaray-Ekecikdağ granitoids. The leucogranites may represent the first phases of the Ağaçören granitoids because they were cut by fresh, acidic dykes belonged to the Ağaçören granitoids. Up to 5 m thick, coarse grained pyroxene-rich zones were sometimes developed in the gabbros, and up to 4 m thick pegmatite veins and sometimes several ten meters thick aplitic dykes in the leucogranites.

The Ağaçören granitoids show a normal magmatic zonation around Ağaçören. The gabbros and leucogranites found at the outer parts are replaced by equigranular granodiorites, several porphyritic granite phases and by microgranite dykes inward. The porphyritic granites including various sized K-feldspar phenocrysts, up to 12 cm big crystals, constitute the biggest part of this igneous series.

The Kırşehir-Cefalıdağ granitoids crop out at the south of Kırşehir, along Kızılırmak river and at Cefalıdağ. Their silica content is lower than the other series. Mafic rocks such as gabbros are not associated with this series. The metamorphic rocks were resulted from high temperature (amphibolite-granulite facies) – low pressure (lower than 3 kb) metamorphism (Seymen, 1981). Some gradual contact relations between the granitoids and metamorphic rocks and K-feldspar porphyroblasts in amphibolites can be seen in the field.

The granitoids in the area are generally cut by northwest-southeast and younger northeast-southwest trending nearly vertical faults. Syn-deformation, low-angle faults near Aksaray and northward thrusting zones affecting also the Eocene formations along Kızılırmak river were also developed.

It is generally believed that the Central Anatolian granitoids are syn-and post-collisional in character and were generated by the thickening of the area by the thrusting of the İzmir-Ankara-Erzincan suture zone southwards as a result of collision between Pontides and Anatolides (Boztuğ, 2000). However, neither lithologies nor structures of the basaltic igneous rocks support this idea. In fact, the basaltic, granitic and syenitic rocks in the area are genetically related to each other (Doğan, 2003).

There are a lot of gabbros, which were formed before and after the granitoids between Aksaray and Kırşehir. So the gabbros are thought to have played some roles in the genesis of the granitoids in the area. The partial melting of the crust may be essentially related to the heat brought by the gabbros not to the pressure made up by the thickening of the crust.

In the recent international literature, it has been modelled that substantial granitic melt can be generated in intra-cratonic rift basins with the introduction of a modest volume of basaltic magma as an alternative interpretation to the collision process (Ryan and Soper, 2001). The granitoids

between Aksaray and Kırşehir are thought to be generated in a similar extensional tectonic environment.

Rifting within the plates and basaltic igneous domes are generally believed to be produced by magma plumes (hot spots). A dome rich in magnetite dedected near Aksaray-Akmezar between 6 km and 9 km below the surface (Ateş et al., 1988) and the high heat flow anomaly found near Nevşehir, by regional geophysical studies of MTA General Directorate, can be related to the presence of a magma plume in the region. The magma plume is expected to have first produced graben basins, and the sedimentary rocks accumulated in these basins and the basement rocks were later partially melted by the gabbro intrusions and increased geothermal gradiant as a result of high speed rifting.

Getting younger ages towards the northeast and changing the direction of the intrusion axis from the northwest to the north between the Aksaray-Ekecikdağ and Ağaçören granitoids and younger basaltic magmatic series can be explained by about ten km westward movement and approximately a total of 20° counter clockwise rotation of the Kırşehir Block after forming under a nearly north-south trending graben basin created by periodical activity of a magma plume (hot spot) centered around Akmezar.

İskenderun Körfezi Güncel Çökel Ve Foraminiferlerinde Gözlenen Jeokimyasal Anomaliler

Hüseyin YALÇIN*, Engin MERİÇ**, Niyazi AVŞAR***, Ömer BOZKAYA*, İpek F. BARUT **

*Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas

**İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, 34470 Vefa- İstanbul

***Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı-Adana

Güncel ve eski denizel ortamlarda karbonat üreticileri arasında yer alan organizmaların kavıklarında biyojeokimyasal tarihçeyi saklamaları, bu canlıların son yıllarda ülkemizde de ayrıntılı biçimde incelenmelerine yol açmıştır. Bu çalışmada güncel bazı foraminifer kavıklarının mineralojik ve jeokimyasal özellikleri belirlenerek; ortamsal koşullar ve güncel jeolojik anomaliler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. İskenderun Körfezi'nden derlenen iki tortul örneğindeki foraminifer kavıkları tüm kayaç (XRD ve AAS) ve mikroprob düzeyinde incelenerek kavıklarda renklenmelere neden olan elementler nicel/yarı-nicel olarak saptanmıştır. Bu örneklerin koordinat değerleri 36 no'lu istasyon için 36°49' 22 K, 36°08' 37 D ve 125 no'lu istasyon için 36°24' 80 K, 35° 51' 81 D'dur. 36. örnekte su derinliği 22.00 m ve 125. örnekte ise 21.00 m'dir. Bu örneklerde güncel foraminiferlerden *Vertebralina striata* d'Orbigny, *Adelosina partschi* (d'Orbigny), *A. pulchella* d'Orbigny, *Spiroloculina dilatata* d'Orbigny, *Siphonaperta agglutinans* (d'Orbigny), *S. aspera* (d'Orbigny), *Lachlanella variolata* (d'Orbigny), *Massilina secans* (d'Orbigny), *Quinqueloculina disparilis* d'Orbigny, *Q. limbata* d'Orbigny, *Q. stelligera* Schlumberger, *Triloculina marioni* Schlumberger, *T. plicata* Terquem, *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel ve Moll), *Sorites orbiculus* (Forskal) ve *Elphidium crispum* (Linné) gibi 11 cins ve 17 tür saptanmıştır. İncelenen foraminifer kavıklarında yeşil, siyah, pembe, gri ve sarı renkli kesimler gözlenmiştir. İskenderun Körfezi'ndeki güncel çökeller karbonatlı kil, killi karbonat ve karbonatlı çamurlardan oluşmaktadır. Çökeller; kalsit, aragonit, dolomit, kuvars, feldispat, kil ve eser miktarda halit içermektedir. Kil fraksiyonunu smektit, illit, klorit, serpentin, paligorskít ve karışık-tabakalı C-S oluşturmaktadır. Örnek No 36'daki foraminifer kavıkları başlıca aragonit ve Mg-kalsit, daha az miktarda anhidrit, dolomit ve kuvars içermektedir. Örnek No 125 ise kalsit, Mg-kalsit, aragonit ve eser miktarda dolomit, kuvars ve sideritten oluşmuştur. 36 ve 125 nolu örneklerde sırasıyla kavıklardaki kalsitlerin d(104) değerleri 2.998 ve 3.000 Å, % mol $MgCO_3$ içerikleri 12.67 ve 12.00 olup, Mg-kalsit ve yüksek Mg-kalsit bileşimine karşılık gelmektedir. Foraminifer kavıklarının ana element konsantrasyonları geniş bir aralıktaki değişim göstermekle birlikte, bazı kavıklarda belirgin farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Renkli kavıklardan elde edilen 18 mikroprob analizinin ortalaması, tüm foraminifer kavıklarının temsil edildiği iki örneğin analizinin ortalaması ile normalize edildiğinde, CaO dışında, diğer oksitlerde 19 katına kadar varan zenginleşmeler saptanmıştır. Körfezdeki aktif faylardan çıkan sıcak suların taşıdığı iyonların deniz suyunda zenginleşmeleri ve sonuçta bunların kavıklarda anormal kirlemeye neden oldukları ileri sürülebilir. Bu elementlerin canlıların fiziksel ve kimyasal işlevleri sırasında ikincil olarak zenginleştirilmiş olmaları da beklenmelidir. Kavıklardaki Mg/Ca oranı 23.54-38.96, Sr/Ca oranı 6.22-4.48 arasında değişmektedir. Bentik foraminifer kavıklarındaki kalsitlerin Mg/Ca oranı ile deniz tabanı suyu sıcaklığı arasında bir ilişki kurularak 41-50 °C arasında değişen sıcaklıklar bulunmuştur. Aynı türe ait kavıklarda bile Sr/Ca oranında ortaya çıkan farklılıklar, Sr termometresi için seçilecek foraminifer cins veya türünün çok

iyi belirlenmesini gerektirmektedir. Güncel foraminifer kavkalarındaki mineralojik-kimyasal kayıtlar çok sayıda parametre ile denetlenmekle birlikte, deniz tabanı suyu sıcaklığındaki anomali, güncel kırık hatlarına bağlı hidrotermal kaynakları işaret edebilir. Özellikle körfezin kuzeydoğusundaki Erzin İçme ve İlacı bu düşünceyi desteklemektedir. Literatürde körfezde bulunduğu belirtilen yaklaşık K-G ve KB-GD doğrultulu eğim atınlı fayların varlığı da ek bir kanıt olarak gösterilebilir.

Paleontologic and Geochemical Anomalies on Foraminiferal Shells in the Submarine Sediments of İskenderun Bay

Organisms as carbonate producers in modern and ancient marine environments were investigated in our country in recent years in detail because of preserving biochemical history on their shells. In this study, the relations between environmental conditions and modern geological anomalies were searched throughly by determining mineralogical and geochemical features of some modern foraminiferal shells. Foraminiferal tests collected from two submarine sediment samples in İskenderun Bay were studied by whole-rock (XRD and AAS) and microprobe methods, and in this way elements being the cause of colorful on the shells were quantitatively/semi-quantitatively measured. The coordinate points of these samples are 36°49' 22 N and 36°08' 37 E for location numbers of 36 and 125, respectively. Water depths are 22.00 m and 21.00 m for code samples of 36 and 125. 11 genus and 17 species of modern foraminifers were determined in these samples like *Vertebralina striata* d'Orbigny, *Adelosina partschi* (d'Orbigny), *A. pulchella* d'Orbigny, *Spiroloculina dilatata* d'Orbigny, *Siphonaperta aglutinans* (d'Orbigny), *S. aspera* (d'Orbigny), *Lachlanella variolata* (d'Orbigny), *Massilina secans* (d'Orbigny), *Quinqueloculina disparilis* d'Orbigny, *Q. limbata* d'Orbigny, *Q. stelligera* Schlumberger, *Triloculina marioni* Schlumberger, *T. plicata* Terquem, *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel ve Moll), *Sorites orbiculus* (Forskal) ve *Elphidium crispum* (Linné). Green, black, pink, gray and yellow colored parts are observed in the studied foraminiferal species. The submarine sediments of İskenderun Bay consist of mostly calcareous clay, clayey carbonate and calcareous muds. The sediments include calcite, aragonite, dolomite, quartz, feldspar, clay and trace amount of halite. The clay fractions are dominated by smectite, illite, chlorite, serpentine, palygorskite and mixed-layer C-S. Foraminiferal shells of Sample No.36 mainly contain aragonite and Mg-calcite, less anhydrite, dolomite and quartz. Foraminiferal shells of Sample No.125 are made up of abundantly calcite, Mg-calcite, aragonite and rarely dolomite, quartz and siderite. The $d(104)$ values and $MgCO_3$ of calcites in the shells are respectively 2.998 and 3.000 Å, and 12.67 and 12.00 mol % for samples No.36 and 125 that these correspond to Mg-calcite and high Mg-calcite compositions. The clear differences appear in some foraminiferal species although major element concentrations of shells show a variation in wide range. Two samples representing all foraminifers were normalized with the mean of 18 microprobe analyses from colored foraminifer shells and an enrichment of 19 times for other elements except for CaO were determined. It can be explained that an abnormal contamination within the shells were caused by enrichments in the sea water of ions transported with hot waters coming from active faults within the gulf. Moreover, it should be expected that these elements were secondarily got rich during their physical and chemical processes by livings. Mg/Ca and Sr/Ca ratios of shells vary between 23.54-38.96 and 6.22-4.48, respectively. A temperature of 41-50 °C were found by setting up a relationship between Mg/Ca ratio of calcites in benthic foraminifers and sea-floor water temperature. The species or kinds of fossil used for Sr thermometer must be carefully selected due to differences in the Sr/Ca ratios in even same species. The anomaly in the sea-floor water temperature can indicate hydrothermal springs related to present fracture lines however the mineralogical-chemical records in the modern foraminifer shells are controlled by many parameters. Erzin mineral springs located in the northeast of the gulf particularly seem to be supported this opinion. The existence of approximately N-S and NW-SE dip-slip faults within the gulf cited in the literature can be also displayed as an additional evidence.

Aladağlar'da Karbonatlar İçindeki Pb-Zn Yataklarında Duraylı Kükürt İzotopu ve Mikrotermometrik İncelemeler, Doğu Toroslar, Türkiye

Nurullah HANİLÇİ*, Hüseyin ÖZTÜRK*

nurullah@istanbul.edu.tr, ozturkh@istanbul.edu.tr

*İ.Ü.Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar Kampüsü, 34850, Avcılar-İstanbul

Doğu Toroslar'ın Aladağlar – Zamantı Pb-Zn provensinde çok sayıda Pb-Zn yatakları bulunmaktadır. Günümüzde madencilik faaliyetlerinin sürdürdüğü Ayraklı, Çadırkaya, Delikkaya, Suçatı ve Denizovası Pb - Zn yatakları bunların en önemlileridir. Bölgedeki cevherleşmeler Yahyalı İstifi ile Siyah Aladağ Napi' na ait kayaçlar içinde bulunur. Yahyalı İstifi Silüriyen (?) -Alt Devoniyen yaşı kırıntılarıla başlayıp Triyas yaşı karbonatlara kadar devam eden kesintisiz bir seri oluşturur. Siyah Aladağ Napi ise, Üst Devoniyen - Üst Kretase aralığında çökeliş karbonatlı ve kırıntılı kayaçlardan oluşur.

Bölgedeki Pb-Zn yataklarından Ayraklı yatağı; Yahyalı İstifi' ne ait Devoniyen yaşı, kalın tabakalı, rekristalize kireçtaşları içinde ve bu kireçtaşları ile kalk şistlerin arasında, Çadırkaya Yatağı; Yahyalı İstifi'ne ait Permiyen yaşı, orta-kalm tabakalı rekristalize kireçtaşları içerisinde yer almaktadır. Permiyen yaşı rekristalize kireçtaşları Ü.Kretase- A.Tersiyer yaşı Karamadazı granitinin dayakları tarafından kesilmiştir. Delikkaya ve Suçatı yatağı ile Denizovası-Uzunkol Tepe yatağı Siyah Aladağ İstifi'ne ait Jura yaşı, kalın tabakalı, masif görünümlü kireçtaşları içerisinde bulunur. Denizovası-Celaldağ yatağı ise Siyah Aladağ İstifi'ne ait Üst Permiyen yaşı Mizzia'lı kireçtaşları içerisinde yer almaktadır.

Çadırkaya yatağı hariç, bölgedeki cevherleşmelerde ana cevher minerali simitonit ve galenittir. Diğer izlenen mineraller; sfalerit, pirit, markazit, anglezit, serüzit, hidrozinkit, zinkit, kalsit, dolomit ve kuvarstır. Farklı olarak Çadırkaya Yatağının ana cevher minerali sfalerit olup, parajenezde kalkopirit de izlenmektedir.

Pb – Zn yataklarındaki mikrotermometrik ölçümler, sfalerit minerallerinde tespit edilen birincil ve yalancı ikincil (pseudosecondary) sıvı kapanımlarda gerçekleştirilmiştir. Sıvı kapanımların tamamı iki fazlı olup, (L-sıvı+V-gaz) homojenleşme sıvı fazda gerçekleşmiştir. Mikrotermometrik incelemeler; Ayraklı yatağını oluşturan çözeltilerinin bileşiminde NaCl, CaCl₂, MgCl₂, LiCl gibi tuzların hakimiyetini ve %14 ile %26 arasında yüksek tuzluluk (NaCl eşdeğeri) değerlerini göstermektedir. Denizovası yatağının ise yine % 23 ile % 28 gibi yüksek tuzluluğa (NaCl eşdeğeri) sahip ve bileşiminde NaCl, CaCl₂, MgCl₂ ve FeCl₂ gibi bileşenlerin baskın olduğu bir sıcak su sistemiyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayraklı yatağında, cevherleşme sırasında çözeltilerin sıcaklıklarının 50 °C ile 229 °C arasında, Denizovası yatağında ise; 86 °C ile 162 °C arasında bulunduğu, her iki yatak için cevherleşme süresince çözelti tuzluluğunda pek bir değişiklik olmadığı saptanmıştır.

Duraylı kükürt izotopu incelemeleri sfalerit, galen ve piritlerden yapılmıştır. Çadırkaya cevherleşmesinde bulunan 0,34 ile -0,59 arasındaki Δ³⁴S ‰ değerleri, kükürdünen mağmatik bir

kaynakla ilişkili olabileceğine işaret etmektedir. Ayraklı cevherleşmesindeki -5,4 ile -2,12 arasındaki hafifçe negatif $\delta^{34}\text{S} \text{‰}$ değerleri ise, kükürtün ^{32}S izotopu açısından zengin organik maddeyle ilişkili bir kaynaktan geldiği şeklinde yorumlanabilir. Delikkaya, Denizovası ve Suçatı yataklarındaki +7,55 ile +12,19 arasındaki görece pozitif $\delta^{34}\text{S}$ değerleri ise kükürtün mağmatik sistemden öte deniz suyundan veya lokal evaporitler gibi daha yüksek ^{34}S içeriğine sahip bir kaynaktan gelmiş olabileceğine işaret etmektedir.

Doğu Toroslar' daki Pb-Zn yatakları, farklı yaştaki kayaçlar içinde bulunmakta, farklı homojenleşme sıcaklıklarları ve sıvı bileşimleri göstermekte, farklı izotop değerleri ve cevher türleri içermektedir. Bu durum, Pb-Zn yataklarının çok evreli bir oluşum öyküsüne sahip olduğuna işaret etmektedir. Öte yandan, cevherleşmenin sıcak sulara bağlı, tabakaya uyumlu ve uyumsuz olarak sülfürlü cevherleşme süreci geçirdiği, daha sonra ise gerek yerli yerinde, gerekse diğer kırık- karst sistemlerine aktarılarak karbonatlı yataklarınoluştuğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Toroslar, Pb-Zn cevherleşmesi, mikrotermometrik incelemeler, duraylı kükürt izotopu.

Stable Isotope and Microtermometric Studies in Carbonate - Hosted Pb-Zn Deposits in Aladağlar, Eastern Taurus, Turkey

There are a number of lead-zinc deposits in Aladağlar-Zamantı province in Eastern Taurus. The Ayraklı, Çadırkaya, Delikkaya, Suçatı and Denizovası Pb-Zn deposits, which were recently mined, are the most important ores. Mineralizations in the area occur within the rocks that belong to the Yahyalı Sequence and the Siyah Aladağ Nappe. The Yahyalı Sequence shows continuous series and starts with Silurian (?) - Early Devonian aged terrigenous rocks extending to Triassic aged carbonates. The Siyah Aladağ Nappe consists of carbonate and terrigenous sedimentary rocks, deposited between Upper Devonian to Upper Cretaceous.

The Ayraklı Pb-Zn deposit occurs within the thick layered, recrystallized Devonian limestones and at the contact of the limestone with the calc-schist that belongs to the Yahyalı sequence. The Çadırkaya deposit occurs in the medium to thick bedded Permian limestones which belong to the Yahyalı Sequence. The Permian recrystallized limestones are cut by dykes of the Upper Cretaceous -Early Tertiary aged Karamadazı granite. The Delikkaya, Suçatı and Denizovası-Uzunkoltepe deposits occur within the thick layered, massive Jurassic limestones which belong to the Siyah Aladağ Nappe. The Denizovası-Celaldağ deposit occurs in the Upper Permian limestones with *Mizzia* which belong to the Siyah Aladağ Nappe.

Main ore minerals in the deposits, except Çadırkaya, are smithsonite and galena. Other minerals are sphalerite, pyrite, marcasite, anglesite, cerussite, hydrozincite, zincite, calcite, dolomite and quartz. Whereas, the main ore mineral of the Çadırkaya deposit is sphalerite and, it contains chalcopyrite.

Microtermometric studies have been carried out on the primary and pseudosecondary fluid inclusions in sphalerite minerals. All inclusions were two phase inclusion and homogenization occurred in a liquid phase. Fluid inclusion studies indicate that the ore forming fluids, which is responsible for the Ayraklı deposit, contains NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 and LiCl , their salinity is high and range between 14% and 26 % NaCl equivalent. Denizovası deposit is also has high salinity range between 23% and 28% NaCl equivalent and contains NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 , FeCl_2 . These data indicate that the ore forming fluids should be related to warm water which is dominant with salty systems such as NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 , LiCl and FeCl_2 . Homogenization temperature during the mineralization is between 50°C and 229°C for the Ayraklı deposit, and between 86°C and 162°C for

the Denizovası deposit. Microtermometric data indicate that the salinity of the ore forming solution was not changed during the mineralization in the both deposits.

Stable sulphur isotope studies have been carried out on sphalerite, galena and pyrite minerals. $\Delta^{34}\text{S}$ % values between 0,34 and -0,59 in the Çadırkaya deposit indicate that the sulphur source may be related to a magmatic origin. Slightly negative $\Delta^{34}\text{S}$ % values between -5,4 and -2,12 in the Ayraklı deposit indicate that sulphur may be originated from a source related to organic compounds that is rich in ^{32}S isotope values. Relatively positive $\Delta^{34}\text{S}$ % values between +7,55 and +12,19 in the Delikkaya, Denizovası and Suçatı deposits indicate that the source of sulphur might be sea water or local evaporates, rich ^{34}S isotope values, beyond a magmatic source.

Lead-zinc deposits in the Eastern Taurus occur within different age rocks, have different homogenization temperature, solution systems and isotope values, and show different ore types. This illustrates that the Pb-Zn deposits have a multi-stage formation story. It is suggested that the first mineralization occurred as concordant and discordant bodies via hot waters, followed by sulphur mineralization; the mineralizing fluids were precipitated carbonate ore bodies in situ or by transfer to fracture and karst systems within the limestones.

Key Words: Eastern Taurus, Pb-Zn mineralization, Microtermometric studies, stable sulphur isotopes.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Mersin, Çiftlikköy Bölgesinde Manganez İçin Biyojeokimyasal Prospeksiyon

Erkan DEMİR ve Zeynep ÖZDEMİR

Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

(E-mail: zozdemir@mersin.edu.tr)

Biyojeokimyasal prospeksiyon yöntemleri, bilinmeyen maden yataklarının ortaya çıkarılması amacıyla bitki örneklerinin kimyasal analizinin yapılması ilkesine dayanır. Bu amaçla Zn, Cu, Mn, Fe, Au, Ni, U gibi elementlerinin oluşturduğu maden yataklarının saptanması için bir çok indikatör bitki kullanılmıştır. Ayrıca çoğu bitki türü de çevresel ortamın gözlenmesi amacıyla (özellikle ortamdaki metal kirliliğinin ortaya çıkılması) kullanılmıştır. Yapılan literatür çalışmalarında *Pinus brutia* bitki türünün manganez yatakları için biyojeokimyasal indikatör olduğu ve çevresel monitör olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Bu çalışmada Mersin Çiftlikköy bölgesinde 17 adet istasyondan *Pinus brutia* (çam) bitkisinin dal ve toprak örnekleri toplanmış, örneklerdeki mangan düzeyleri atomik absorbsiyon spektrofotometresi ile saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar diğer çalışmalar ile karşılaştırılarak, bu bölgede biyojeokimyasal prospeksiyonun yapılmasının yanında çevresel ortamın belirlenmesi araştırılmıştır.

Biogeochemical prospecting for Manganese in the Çiftlikköy area, Mersin

Biogeochemical methods of prospecting involve the chemical analysis of vegetation in order to detect mineralization in the underlying substrate. There are probably more plant indicators of Zn, Cu, Mn, Fe, Au, Ni, U than for any other element and the reputation of such indicators has in some cases been established for over a century. On the other hand, many plant species could be used successfully for environmental monitoring.

In this studies, twigs of the *Pinus brutia* (pine) and soil samples were collected from Çiftlikköy area at 17 sites, and analyzed for manganese by the atomic absorption spectrophotometer. The manganese concentration of the *Pinus brutia* (pine) were compared to obtained from the other studies and investigated the role of *Pinus brutia* as a biogeochemical indicator for environmental monitoring manganese in soil.

Madenli ve Belceğiz Arasındaki Listvenitlerin Jeolojisi, Jeokimyası ve Gelişimi (Gelendost-Şarkikaraağaç, Isparta)

Oya CENGİZ ve Mustafa KUŞCU

Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, 32260, Çünür-Isparta.
ocengiz@mmf.sdu.edu.tr, mkuscu@mmf.sdu.edu.tr

İnceleme alanı, Orta Toroslar'da bulunan Isparta Büklümünün doğu kesiminde yer alan, Beyşehir-Hoyran naplarının bir bölümünü oluşturmaktadır.

Çalışma alanında yer alan kaya birimleri, tabanda otokton konumlu Jura yaşı dolomit ve dolomitten oluşan Hacialabaz formasyonu ile başlar. Üzerine uyumlu olarak Kretase-Alt Tersiyer yaşı dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşlarını kapsayan Anamasdağ formasyonu gelir. Anamasdağ formasyonu üzerinde de, Orta Eosen yaşı Gölgeli formasyonu uyumlu olarak gözlenir. Allokton konumlu Beyşehir-Hoyran napları ile ilişkili Üst Eosen yerleşim yaşı Şarkikaraağaç Ofiyolitleri ile listvenitler, Üst Eosen yaşı Eğirler formasyonu ve Deliktaş formasyonu bu birimler üzerine oturur. Bütün bu birimleri otokton konumlu Üst Eosen yaşı Bağkonak formasyonu, Üst Miyosen-Pliyosen yaşı Göksögüt formasyonu açısal uyumsuz olarak üstler. En üstte ise alüvyon ile yamaç molozundan oluşan Kuvaterner yaşı genç çökeller uyumsuz olarak bulunur.

Beyşehir-Hoyran Naplarına bağlı olan Şarkikaraağaç ofiyolitlerinin alterasyonu ile gelişen ve araştırmancı amacını oluşturan listvenitler, genellikle KB-GD doğrultusunda 16 km uzanım, 80 ile 750 m arasındaki bir genişlikte yayılım sunmaktadır.

Madenli ve Belceğiz bölgelerinde yüzeyleyen listvenitler, mineralojik bileşimi, ayışma derecesi, jeokimyasal özelliklerine ve oluşumlarına göre silis-karbonatlı ve karbonatlı olmak üzere iki tip oluşum gösterirler. Mineral bileşimi bakımından silis-karbonatlı listvenitlerde kuvars, kalsit, dolomit, kil (serpentin), enstatit, forsterit, amfibol, plajiklas ve manyezit mineralleri izlenir. Karbonatlı listvenitlerde ise kalsit, dolomit, kil (serpentin, Mg-smektit), kuvars, enstatit, forsterit ve manyezit mineralleri belirlenmiştir;

Hidrotermal eriyikler, atmosferik sular ve etkenler, ultrabayık kayaçları alterasyona uğratmış ve onların elementlerini çözmiş, taşımiş ve kaybettirmiştir. Bununla birlikte göç etme yeteneği az olan elementler yerinde birikerek element zenginleşmesine neden olmuşlardır. Kayıp oksitler ve elementler; MgO, SiO₂, Fe₂O₃, MnO, Co, Ni, Zn, Cu, Fe, ve Cr, kazılmış oksitler ve elementler; SiO₂, CaO, CO₂, Au, As, Ba ve Sr, değişmez oksitler ve elementlerinde; Al₂O₃, Na₂O, K₂O, TiO₂, P₂O₅, Rb, Sc, Cr ve nadir toprak elementler olduğu tespit edilmiştir.

Au için genellikle potansiyel kaya olan listvenitlerde araştırma sahasında Au, As, Zn ve Cu element zenginleşmesine rastlanmamıştır.

Şarkikaraağaç ofiyolitleri, serpantinleşmiş, tektonizmanın etkisiyle kırılmış, parçalanmış, ezilmiş, lateritleşmiş, limonitleşmiş ve geçirgen bir yapı kazanmıştır. Ca, yörede yüzeyleyen karbonatlı

kayaları oluşturan litolojilerden, CO_2 , atmosferden ve anılan formasyonlar ile çökellerden, Mg^{+2} iyonları da ultrabazik kayalardan kaynaklanmaktadır.

Çalışma sahasında silis-karbonat ve karbonat tipi şeklinde gelişen listwaenitlerin; tektonik yerleşimin geç evrelerinde meydana gelen deniz suyu ve formasyon suyu ile etkileşimli olan hidrotermal sistemlere ve atmosferik etkenlere bağlı olarak olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak, çalışma alanındaki listwaenitler ana MORB'la ilişkili hafif nadir toprak elementli tüketilmiş magmadaki ultramafik kayaçlardan türemiştir.

Geology, geochemistry and evolution of listwaenites between Madenli and Belcegiz (Gelendost-Sarkikaraagac, Isparta)

The study area is situated in the Beysehir-Hoyran nappes in the eastern limb of Isparta Angle (Central Taurid).

The rock units in the investigated area begin with autochthonous Hacıalabaz formation composed of dolomite and limestone of Jurassic age, and pass upward dolomitic limestone and limestone of Anamasdag formation of Cretaceous-Lower Tertiary age. The Golgeli formation of Middle Eocene age rest conformably upon this unit. Şarkikaraagac ophiolite and listwaenites, Egirler formation, and Deliktaş formation of Upper Eocene age, which are allochthonous units of Beysehir-Hoyran nappes, overlie tectonically autochthonous units. These autochthonous and allochthonous units are overlain unconformably by Bagkonak formation of Upper Eocene age, Goksogut formation of Upper Miocene-Pliocene, alluvial and slope deposits.

The listwaenites formed by alteration of Sarkikaraagac ophiolite extend 16 km in NW-SE direction, and display 80 to 750 m width.

Based on mineralogical composition, alteration intensity, geochemical characteristics and formation, listwaenites outcropping between Madenli and Belcegiz display two types of formation (silica-carbonate and carbonate type listwaenites). In terms of mineralogical composition, quartz, calcite, dolomite, clay (serpentine), enstatite, forsterite, amphibole, plagioclase, and magnesite have been observed in silica-carbonate type listwaenites. Carbonate type listwaenites contain calcite, dolomite, clay (serpentine+Mg-smectite), quartz, enstatite, forsterite, magnesite minerals.

Hydrothermal solutions and atmospheric water altering the ultramafic rocks have been dissolved the soluble elements, and then carried and removed ions and chemical compounds. However, moving of soluble elements from the rocks, enrichment of dissolvable elements have been clearly observed. Lost oxides and elements; MgO , SiO_2 , Fe_2O_3 , MnO , Co , Ni , Zn , Cu , Fe and Cr , gained oxides and elements SiO_2 , CaO , CO_2 , Au , As , Ba and Sr , and immobile oxides and elements Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , Rb , Sc , Cr , and rare earth elements.

In study area, Au , As , Zn and Cu element enrichments weren't observed in listwaenites known as potential rocks for Au .

Sarkikaraagac ophiolite has been serpentized, milonitized, limonitized and lateritized, and displays porous structure. Ca from the lithologies including carbonate rocks of the region, CO_2 both from these lithologies and atmosphere, and Mg^{+2} ions result from ultrabasic rocks.

Silica-carbonate and carbonate type of listwaenites are thought to formed depending on hydrothermal systems in connection with seawater and formation water in the late stages of tectonic emplacement and atmospheric effects. As a result, listwaenites outcropping in the study area have been derived from which originated mid-ocean ridge environment ultramafic rocks from light rare earth elements depleted magma.



Malatya –Yeşilyurt Altınlı Florit Cevherleşmeleri

M. Kemal REVAN*, Yurdal GENÇ**, Özcan Dumanlılar*

* MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüd Dairesi Başkanlığı, 06520 ANKARA

** Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532, Beytepe ANKARA

Altınlı florit cevherleşmeleri, Yeşilyurt (Malatya) ilçesinin yaklaşık 20 km güneyinde, L40c1 - L40c4 paftaları içerisinde yer almaktadır. Jeolojik açıdan, Doğu Toros Orogenik kuşağının orta kesimlerinde yer alan çalışma alanında, Malatya Metamorfitleri ile Maden Karmaşığı'na ait birimler yer almaktadır.

Altınlı florit cevherleşmeleri, Paleozoik yaşı Malatya Metamorfitleri'ne ait kristalize kireçtaşları ile bunların üzerinde diskordans olarak bulunan şistlerin dokanakları boyunca gözlenmektedir. Cevherleşme kalınlığı 1 ila 40 metre arasında değişmektedir. Cevher içeren zonlar diskordans düzlemleri boyunca yaklaşık 10 km takip edilebilmektedir. Cevherli zonlar yer yer breşik yapıda olup, breş matriksi başlıca kuvars ve floritten oluşmakta, breş parçaları ise rekristalize kireçtaşı ve şist bileşimindedir. Breşik cevher zonlarında altın içerikleri 12 ppm'e kadar ulaşmaktadır. Breşik yapının gözlenmediği seviyelerde altın içeriği daha düşük olup 100 ppb'ye kadar düşmektedir. Analiz sonuçlarına göre florit değerleri, %8 - %37 arasında değişmektedir.

Jeolojik konumu, yapı-doku özellikleri ve mineralojik bileşimi açısından Yeşilyurt (Malatya) Altınlı florit cevherleşmesi rekristalize kireçtaşları ile şistler arasındaki diskordans düzlemlerine bağlı bir cevherleşmedir. Bu tür bir cevherleşme Doğu Toros Kuşağında ilk defa tanımlanmaktadır. Konumu ve yayılımı dikkate alındığında, bu tür bir cevherleşmeler açısından Doğu Toros Kuşağının önemli potansiyel sahalar olabileceği düşünülmektedir.

Malatya –Yeşilyurt Gold-Bearing Fluorite Mineralizations

Gold-bearing fluorite mineralizations are located about 20 km to the south of Yeşilyurt (Malatya). The units of Malatya Metamorphics and Maden Complex take place in the investigated area, which is geologically situated in the central part of the Eastern Taurus Orogenic Belt.

It is possible to observe the gold-bearing fluorite mineralizations along the contacts between crystallized limestone of Paleozoic aged Malatya Metamorphics and schists, which unconformably overlie the former. The zone of mineralization varies from 1 m to 40 m in thickness. The ore-bearing zone may attain lengths of up to 10 km along the unconformity surfaces. These type of zones are intermittently observed as brecciated. The matrix of breccia is mainly composed of

quartz and fluorite in high concentration and the fragments within the breccia can be defined as crystallized limestone and schist in composition. As for the gold contents of the breccia ore zones, they reach up to 12 ppm. However, when there is no breccia texture observed at certain horizons, the gold content gets much lower and decreases up to 100 ppb. According to the results of the analysis, the fluorite contents range from %8 to %37.

In terms of geologic position, structural-textural features, and mineral content, the Yeşilyurt (Malatya) gold-bearing fluorite mineralization is a distinct one formed by the unconformity surfaces that developed between crystallized limestones and schists. It is the first time that such mineralizations in the Eastern Taurus Belt have been defined. Hence when its geologic position and extension are concerned, this type of mineralization seems to be extremely important to form a basis for further exploration studies in the Eastern Taurus Orogenic Belt.

Çayağzı-Terzialı (Kırşehir) Altın Cevherleşmesi: Kırşehir Masifinde Diskordans Düzlemi Kontrollü Altın Cevherleşmelerine İlk Örnek

Yurdal GENÇ *, Halil TÜRKMEN **, Ebru COŞKUN *,

Asım ÇAMAŞIRCIÖĞLU **, İşın AYDINLI ** ve Bülent DEMİRAY **

* Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe-Ankara

e-mail: ygenc@hacettepe.edu.tr

** MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüd Dairesi Başkanlığı, 06520 Ankara

Çayağzı-Terzialı altın cevherleşmesi Kırşehir ilinin 20 km kuzeybatısında Çayağzı-Terzialı köyü sınırları içinde yer almaktadır.

Altın içeren zonlar metamorfik kayaçlar içinde bulunmaktadır. Metamorfik kayaçlar stratigrafik olarak altta gnays-mermer-sist ardalanması ve mermerlerden oluşmaktadır. Bu metamorfitlerin üzerine ise diskordansla kuvarsit, mermer ve amfibolit arabandları içeren mikaşistler gelmektedir. Bu iki kayaç grubu arasındaki diskordans düzlemi kuvarsitler ve silislesmiş mermerlerin varlığıyla karakterize edilmektedir.

Metamorfitler içindeki yüksek altın değerleri silislesmiş mermer seviyelerinde ve mermerlerin üzerine gelen sistlerin paleo-yüzeysel bozunma (saprolit) zonlarında elde edilmektedir. Silislesmiş mermerlerin altın içerikleri 1 ppm'in altında kalırken sistlerdeki saprolit zonlarının altın içeriği 4 ppm'e kadar ulaşmaktadır. Silislesmiş mermer zonlarında altın içeriğinin düşük olmasına rağmen bu kesimler ayrıca florit zenginleşmeleri de içermektedir.

Çayağzı-Terzialı altın cevherleşmeleri, jeolojik ve mineralojik özellikleri açısından, Kırşehir Masifi metamorfitlerindeki diskordans düzlemlerine ve paleo-yüzeysel bozunma zonlarına bağlı altın zenginleşmelerinin literatürde bilinen ilk örneğidir. Bu açıdan değerlendirildiğinde Kırşehir Masifi metamorfitlerindeki diskordans düzlemlerinin altın ve florit cevherleşmeleri açısından önemli bir potansiyel oluşturabileceği düşünülmektedir.

Çayağzı-Terzialı (Kırşehir) Gold Mineralisation: The First Example of Unconformity-Related Gold Mineralisations in the Kırşehir Metamorphic Massif

Çayağzı-Terzialı gold mineralisation is located 20 km northwest of Kırşehir, near the village of Çayağzı-Terzialı. Gold rich zones are found in the metamorphic rocks. Stratigraphically lower part of the metamorphic rocks from bottom to top, mainly consists of gneiss-schist-marble alternations and marbles. These basal metamorphic rocks are unconformably overlaid by micaschists with

quartzite, marble and amphibolite intercalations. The unconformity planes between the basal and cover series are characterised by the silicified marbles and quartzites.

The high gold grades are detected in the silicified marbles, and in the saprolitic paleoweathering zones of micaschists which discordantly overlie the marbles. Gold content of the silicified marbles is low ($\leq 1\text{ ppm}$), whereas gold grades of the saprolitic weathering zones reach up to 4 ppm. On the other hand, silicified zones in marbles also contain fluorite enrichments.

From geological and mineralogical point of view, Çayağzı-Terzialı gold mineralisation is the known first example of the unconformity-, and saprolitic weathering zones-related gold mineralisations in the Kırşehir Massif. It is considered that unconformity surfaces and saprolitic weathering zones in Kırşehir Massif are important target areas for further exploration programs for this type of gold deposits.

Sincik - Adiyaman Yöresi Altınlı Kuvars Damarları

Banu GÜLTEKİN*, Yurdal GENÇ**, Özcan DUMANLILAR*

*MTA Genel Müdürlüğü, 06520 Balgat-Ankara

**Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe-Ankara

e-mail: ygenc@hacettepe.edu.tr

Sincik-Adiyaman yöresi altınlı kuvars damarlarını içeren bölge Malatya'nın 70 km güneydoğusunda yer alır. Altınlı kuvars damarları tektonik açıdan Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağında bindirme zonunun tavan bloğunu oluşturan Paleozoik yaşı Pütürge Metamorfitleri içinde bulunmaktadır. Bindirme zonunun tabanı ise Kretase, Eosen ve Miyosen yaşı genç birimlerden (Koçalı Karmaşığı, Midyat Formasyonu ve Lice Formasyonu) oluşmaktadır.

Kuvars damarları genelde iri taneli-kristalin kuvarslardan oluşurken, yer yer kuvarslara karbonatlar da eşlik etmektedir. Kuvars damarlarının devamlılıkları doğrultu boyunca 50-100 m arasında değişmektedir. Kuvars damarlarının kalınlıkları 1-2 m arasında olup birbirine paralel uzanan kuvars damarlarının oluşturduğu zonların kalınlığı yer yer 15-20 m'ye ulaşmaktadır. Damar doğrultuları genelde Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı'ını (GDABKİ) keser şekilde K20-70 B ve K30-70 D arasında değişmektedir. Seyrek olarak bindirme doğrultusuna paralel kuvars damarları da gözlenmektedir. Damar eğimleri genelde dik ve dike yakın olup KB ve KD'ya 70-80° arasında değişmektedir. Bazı kuvars damarlarının doğrultuları ile Doğu Anadolu Fayı (DAF) doğrultusu arasında paralellik gözlenmektedir. Altınlı kuvars damarları opak mineral olarak başlıca kalkopirit, pirit ve malahit-azurit içermektedir. Kuvars damarlarının metal içerikleri ise 780 ppb Au, %<4 Cu, %0,1 Pb ve % 0,7 Zn dir.

Sincik yöresi altınlı kuvars damarları gerek jeolojik ve tektonik konumları gerekse mineralojik bileşimleri ve metal içerikleri açısından Güney Doğu Anadolu bindirme zonuna bağlı mesotermal / orojenik altınlı kuvars damarları olarak tanımlanmıştır.

Sincik (Adiyaman) Gold-Bearing Quartz Veins

The area including gold-bearing quartz veins of Sincik (Adiyaman) region is situated 70 km the SE of Malatya. Tectonically, the gold bearing quartz veins are hosted by Paleozoic Pütürge Metamorphites which form upper block of the SE-Anatolian Thrust Belt. As for the lower part of the thrust zone, it is composed of the young units (Koçalı Complex, Midyat Formation and Lice Formation) of Cretaceous, Eocene and Miocene ages.

The gold-bearing quartz veins are composed mainly of coarse-grained crystalline quartz and in places, carbonates also accompany these quartz. The length of the quartz veins vary from 50 m to 100 m along the strike. Quartz veins are range between 1 m to 2 m in thickness. The thickness of the zone formed by quartz veins which are parallel to each other may reach up to 15 to 20 m. The strikes of the gold-bearing quartz veins in general, are N 50-60 W and N 30-40 E and cross cut the strike direction of the SE Anatolian Thrust Zone. In rare, some quartz veins are also observed as parallel to the strike of thrust zone. The dips of the veins vary from vertical to 70-80 to the NW and to the NE. Gold-bearing quartz veins have a relatively simple mineralogy dominated by pyrite, chalcopyrite, malachite-azurite and their metal content is 780 ppb Au, 4% < Cu, %0,1 Pb % and %0,7 Zn.

Hence when their geologic and tectonic setting, mineralogical composition and metal contents, the gold-bearing quartz veins of the Sincik (Adiyaman) has been considered to be mesothermal gold-bearing quartz veins in origin.

Dereharmanı (Dursunbey-Balıkesir) Altın Cevherleşmesinin Jeolojisi

Bülent BAYBURTOĞLU, İsmet CENGİZ, Selahattin YILDIRIM, Hayrullah YILDIZ, Cevdet ÇAKIR,

MTA Genel Müdürlüğü

Dereharmanı (Dursunbey-Balıkesir) altın cevherleşme sahası Pontidler ve Anatolidler'i birbirinden ayıran ophiolitlerle belirgin KD-GB gidişli kenet kuşağı içerisinde yer alır. Bölgede yüzeylenen ve kalkalkalen bileşimli olan çok sayıda granitoid sokulumu çeşitli tipte cevherleşmelerin oluşumuna neden olmuştur.

Sahada yüzeylenen en yaşlı kayaç birimi çeşitli mineralojik bileşimde olan ve Kocadere Metamorfitleri'ne ait olan şistlerdir. Bunlar olası Üst Paleozoyik-Alt Triyas aralığında oluşmuştur. Bunların üzerine genellikle blok şekilli olan Mesozoyik yaşlı mermeler gelir. Mermelerin üzerinde bindirmeli olarak Kırıkkavak Melanji'na ait ultrabazik kayaçlar ve bazik volkanitler yer alır. Üst Kretase yaşlı bu birimlerden ultrabazik kayaçlar yer yer serpantinleşmiş harzburjıt, bazik volkanitler ise spilitik lav, andezit ve diyabaz dayklarından oluşur. Bazik volkanitler hidrotermal çözeltilerin etkisiyle yer yer altere olmuştur. Bazik volkanitlerin üzerine gelen Miyosen yaşlı dasitik-riyolitik tüfler Sacayak Formasyonu olarak adlandırılır. Cevherleşmenin yan kayacını oluşturan tüfler yoğun şekilde hidrotermal alterasyona uğramıştır. Bütün bu birimler andezit daykları ve oval/daire biçimli dasit-riyolit bileşimli kayaçlarla kesilmiştir. Dom ve tıkaçlar şeklinde bulunan bu kayaçlar sahadaki cevherleşmenin oluşumunda olasılıkla ısitıcı olarak görev yapmıştır. Sahadaki en genç birim Neojen yaşlı kireçtaşı-marn serisidir.

Çalışmalar sırasında sahanın 1/5.000 ölçekli jeoloji haritası ve jeokimyasal etüdü yapılmıştır. Sırt ve yamaç profillerinden 284 adet toprak ve 71 adet kayaç örneği alınmıştır. Alınan örnekler Au, Ag, Sb, As, Cu, Pb, Zn ve Mo için analiz edilmiş ve her element için dağılım haritası oluşturulmuştur. Buna göre kayaçlarda 2500 ppb, topraklarda ise 320 ppb' ye varan Au değerleri saptanmıştır. Bu değerler As, Sb ve Ag gibi epitermal cevherleşmelere eşlik eden iz bulucu elementlerce desteklenmektedir. Baz metaller (Cu,Pb,Zn) genellikle düşük değerdedirler.

Epitermal sistem genelde tüfler ve daha az olarak bazik volkanitler içinde gelişmiştir. Cevherleşme KB-GD gidişli ana faylar ve bunların arasında yer alan K10-30 D doğrultulu faylara bağlı olarak oluşmuştur. Yüzeyde 400m. uzanımı olan en yüksek Au değerlerini içeren silisifiye bresik zon ve ayrıca killeşme, limonitleşme, silisleşme piritleşme gibi alterasyon topluluklarıyla temsil edilen epitermal sistemin pek fazla aşınmamış olduğu söylenebilir.

Geology of the Dereharmanı (Dursunbey-Balıkesir) Gold Mineralization

The Dereharmanı gold mineralization lies within a NE-trending suture zone separating the Pontides from Anatolides, designated by ophiolites. A great number of granitoid intrusions having calcalkaline composition resulted in the formation of various types of mineralization in the region.

Schists of different mineralogical compositions, which belong to the Kocadere Metamorphics, are the oldest rock units in the area. These were probably formed at Upper Paleozoic- Lower Triassic interval. They are overlain by marble of Mesozoic age, usually found as blocks. Ultrabasic rocks and basic volcanics, as members of Kırıkkavak Melange were thrusted over marbles. Of these Upper Cretaceous units, ultrabasic rocks are composed of locally serpentinized harzburgite while basics volkanics are made up of silitic lavas, andesites and dykes of diabases. Basic volkanics have been locally altered by hydrothermal solutions. Miocene dacitic-rhyolitic tuffs overlying the basic volkanics are called the Sacayak Formation. The tuffs hosting the mineralization is strongly hydrothermally altered. All these units are cut by post-Miocene andesite dykes and dacitic-rhyolitic intrusions that are circular and elliptical in shape. These latter found as domes and plugs have probably played a role as heater in the formation of mineralized body. The youngest unit in the area is Neogene limestone-marl series.

The 1/5.000 scale geological mapping and geochemical survey carried out in the area. 284 soil and 71 rock samples were collected along the ridges and at the bases of slopes. These collected samples were analyzed for Au, Ag, Sb, Cu, Pb, Zn and Mo. Element distribution map was produced for each element. Consequently, gold values reach up to 2500 ppb in rock samples and 320 ppb in soil samples. These values are also confirmed by such pathfinder elements as As, Sb and Ag, characteristic for epithermal type of mineralization. Base metal (Cu, Pb, Zn) contents are generally low.

The epithermal system primarily developed in tuffs and secondarily in basic volkanics. Mineralization occurred in association with NW-trending main faults and N10-30 E trending secondary faults. It is concluded that the epithermal system designated by a silicified breccia zone having an extension of 400m at the surface and containing maximum gold value as well as alteration associations such as argilization, limonitization, silicification and pyritization, is not deeply eroded at the present.

Orta Anadolu'da Yeni Bir Maden Yatağı Türü: Fe-oksit-Cu-Au (DOBA) Yatakları ve Orta Anadolu'nun Bakır-Altin Potansiyeli

İlkay KUŞCU, Erkan YILMAZER ve Gökhan DEMİRELA

Niğde Üniv., Aksaray Müh. Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, 68100 AKSARAY

e-posta: gikuscu@ixir.com

Fe-oksit-Cu-Au-(REE) (Olympic Dam, Demir-Oksit-Bakır-Altin: DOBA) tipi yataklar yaygın sodik-kalsik ve potasik alterasyonlar içinde yer alan, genellikle demir oksitlerce (manyetit ve hematit) zengin ve düşük Ti içerikli bir yatak türü olarak kabul edilir. Bu yatakların fosfat grubu minerallerce (apatit ve REE fosfatları) zengin ancak fazla yaygın olmayan Cu-Au-Ag ve Co içerikleri de bulunur. Buna ek olarak yaygın sodik ve potasik alterasyon ve porfiri, masif sülfid ve skarn yataklarına göre yüksek REE miktarları bu yatakların ortak özellikleri olarak göze çarpmaktadır. Bu yatakların oluşumu ve oluşturduğu alterasyonlarda, H-tipi ve I-tipi manyetit serisi magmaların yerleşme ve kristalleşme süreçlerinin oldukça belirgin bir etkisi vardır. Sodik-kalsik alterasyonlar plütonun erken yerleşme (emplacement) aşamalarında ve yüksek sıcaklıklarda gerçekleşirken, potasik alterasyon ise daha düşük sıcaklık ve basınç koşullarında gerçekleşmektedir. Cu ve Au cevherleşmeleri bu son evrede ve genellikle bresik zonlar (bacalar) içinde yaygın serizitik, potasik ve karbonat alterasyonları ile birlikte gelişmektedir. Cevherleşme yapısal unsurları takip etmekte ve Fe plütonlara yakın; Cu ve Au ise daha uzaklarda ve sıç derinliklerde zenginleşmektedir. Cevherleşmeyi kontrol eden yapısal elemanlar kabuksal öbekli fay zonları olup genellikle yüksek açılı normal fayların yanında normal bileşeni olan doğrultu atımlı faylardır. Bu yataklarla ilgili akışkanların kaynağı hakkında değişik modeller öne sürülse de bunlardan en çok kabul görenleri; magmatik ve değişik oranlarda sedimanter kayaç kökenli meteorik suların oluşturduğu hibrid akışkanlar veya tamamen plüton intrüzyonunun gerçekleştiği sedimanter ortamda var olan evaporitik sedimanlardan kaynaklanan tuzlu sulardır.

Özellikle Sivas ve Malatya bölgeleri demir-oksit cevherleşmeleri bakımından Türkiye'nin onde gelen bölgeleri olmasına rağmen, DOBA yataklarının ülkemizdeki varlığı konusunda gerek Türkiye gerekse dünya literatüründe çok fazla çalışma yoktur. Bu bölgelerdeki cevherleşmelerle ait çalışmaların çoğu MTA tarafından yapılmıştır (Kovenko, 1937; 1940; Koşal, 1965; 1971; Ünlü, 1985; Yıldızeli ve diğ., 1987; Doğan ve diğ., 1989; Ünlü ve Stendal, 1989). Bu bölgelerde yapılan çalışmalarla demir oksit cevherleşmelerinin düşük miktarlarda bakır içeriği ve REE bakımından zengin olduğu belirtilmekte ve cevherleşmelerin gözlendiği monzonitik ve gabroyik kayaçlarda yaygın skapolitlesmelerden veya skapolit damarlarından bahsedilmektedir.

Divriği (Sivas) ve Hekimhan-Hasançelebi (Malatya) bölgelerinde yapılan bu çalışma ve bu makalenin yazarları tarafından yapılan (Kuşcu, 2002; Kuşcu ve diğ., 2002; Yılmazer ve diğ., 2002) çalışmalar, bu bölgelerde yer alan demir oksit cevherleşmelerinin bölgesel öbekli KB-GD doğrultulu ve onları kesen KD-GB doğrultulu yapısal unsurlar boyunca gözlendiğini ve

cevherleşmelerin bölgesel sodik (skapolitli) ve potasik (K-feldspat ve filogopit) alterasyon zonları içinde gelişliğini göstermektedir. Dünyada altın aramalarına yönelik çalışmalar giderek bu tip sistemler üzerinde yoğunlaşmaktadır (Cluncorry bölgesi, Avustralya; Olympic Dam, Avustralya; Candeleria, Şili; Teresa De Colmo, Şili, Salobo, Brezilya; Bayan Obo, Çin). Ayrıca, bu tür sistemlerde bakır porfiri sistemlerde olduğu gibi yüksek rezervli yataklar oluşturmaktadır. Yapısal kontrollü hematit zonlarının geliştiği alanlar manyetik anomalilerin de gözlemediği alanlar olup, yüksek manyetik anomali gösteren kesimlerin gravite metoduyla taraması hematitik zonlardaki gömülü potansiyel Cu ve Au cevherleşmelerinin tespitiyle sonuçlanmaktadır. Divriği bölgesinde bilinen A-B kafa cevherleşmelerinden başka pek çok manyetik anomali sahası vardır ve bunların büyük bir çoğunluğu breşik zonlar içinde gelişen hematit cevherleşemelerine karşılık gelmektedir. Divriği bölgesinde düşük miktarlarda da olsa rapor edilen altının varlığı, Divhan Demir İşletmelerinin atık havuzunda tespit edilen 20 ppb'lik altın değerleri, Kangal-Çetinkaya civarında bulunan altın cevherleşmeleri ve Çöpler (İliç-Erzincan) bölgesinde aynı yapısal unsurlar boyunca tespit edilen altın-bakır cevherleşmelerinin varlığı, bu bölgelerde altın ve bakır potansiyellerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu bölgeler DOBA yataklarında olduğu gibi radyoaktif elementler bakımından da anomali değerleri ile temsil edilmektedir. Özellikle Hasançelebi ve Divriği bölgelerinde U ve Th zenginleşmeleri, KD-GB doğrultulu yapısal elemanları takip eden hematitik ve breşik zonlar oldukça belirgindir ve bu cevherleşmeler manyetit-hematit cevherleşmeleri ile birliktedir. Bakır cevheleşmeleri genellikle hematitli, karbonatlaşmış breşik zonlar içinde gelişen kalkopirit, markazit, kalkozin, ve pirit cevherleşmeleri olarak bulunur.

Bu nedenle Orta Anadolu bölgesinde hibrid magmatik kayaçlar ile ilişkili, KD-GB doğrultulu yapısal hatlar boyunca gözlenen demir oksit cevherleşmeleri Fe-oksit-Cu-Au açısından yeniden gözden geçirilmeli ve aramalar altın ve bakır yönünden yeniden yapılandırılmalıdır.

A New Mineral Deposit for Central Anatolia: Fe-oxide-Cu-Au (DOBA) Deposits and Cu-Au Potential of Central Anatolia

Iron-Oxide-Copper-Gold (IOCG) systems (Olympic Dam type) are characterized by large masses of Ti-poor Fe-oxide (commonly $>10^8$ tonnes magnetite or hematite) with lesser amounts of phosphates (apatite, REE phosphates), Cu-Fe sulfides, and sporadic Au, U, Ag, and Co minerals. Proximal and deeper mineralization consists of early magnetite \pm apatite rocks commonly with abundant sodic (albite \pm scapolite + hornblende) wall-rock alteration. Superimposed or distal mineralization consists of hematite \pm Cu-Fe sulfide-Au-Ag and Co \pm REE minerals with hydrolytic \pm potassic alteration. Sodic alteration is a typical alteration found in all; it is typically voluminous. Besides, pervasive sodic alteration, higher amounts of REE contents compared to skarn, porphyry and massive sulfide deposits appear as the common features of these deposits. The emplacement and crystallization histories of H-type and I-type magnetite series magmas have a direct influence on the formation of these deposits, and on their alteration. The early stage of alteration is related to sodic-calcic alteration. This stage is followed by a late and/or shallower potassic alteration. The products of sodic-calcic alteration are superimposed by products of potassic alteration. The Cu-Au mineralizations are hosted the brecciated zones (diatremes) experienced a pervasive sericitic, potassic, and carbonate alteration zones. The mineralizations follow the main trends of regional structures, and the Fe appears as proximal mineralization while Cu and Au appear as distal and shallow environments. The Fe-oxide-Cu-Au deposits are structurally controlled deposits. They commonly localize along the low-high angle normal faults oblique to a crustal-scale major fault zone, or a strike-slip fault having a normal component. Although, different theories exist for the source of fluids forming the distinctive alteration patterns in these deposits, the most common ones are: (1) these deposits are fundamentally magmatic, formed by an immiscible oxide-rich melt that separated from geochemically distinctive magmas and hybrid solutions formed by the

magmatic and meteoric and fossil water, or (2) the deposits are hydrothermal driven by magmatic heat, but generated from distinctive high-salinity surface or near surface, non-magmatic brines.

Although, there are many iron-oxide deposits (magnetite+hematite), particularly in Central Anatolia at Sivas and Malatya districts, the examples of the IOCG deposit types have not been recognized in Turkey. The studies dealing with the mineralizations within these regions are mainly done by MTA researchers (Kovenko, 1937; 1940; Koşal, 1965; 1971; Ünlü, 1985; Yıldızeli et al. 1987; Doğan et al., 1989; Ünlü and Stendal, 1989). These confirm that the Fe-oxide mineralizations are also accompanied by low grade copper, and are enriched in terms of REE, and the monzonitic and gabbroic rocks are characterized by presence of numerous scapolite veins that suggest that these rocks have undergone a pervasive scapolitization.

The studies by Kuşcu (2002), Kuşcu et al. (2002), and Yılmazer et al. (2002), and this study shows that the Fe-oxide mineralizations at Divriği (Sivas), Hekimhan-Hasançelebi (Malatya) districts, are controlled by NE-SW trending small-scale faults oblique to NW-SE trending regional-scaled faults, and the mineralizations are hosted by metasomatically formed scapolite, K-feldspar and phlogopite-rich rocks. The gold exploration studies are commonly concentrated on these systems (e.g. Cloncrry district, Australia; Olympic Dam, Australia; Candeleria, Chile; Teresa De Colmo, Chile; Salobo, Brazil; Bayan Obo, China). Moreover, the copper mineralizations could be as high as in porphyry systems. The structurally controlled hematite-rich zones are coupled with higher magnetic anomalies, and testing of magnetically anomalous areas by gravity surveys results in the recognition of deposits with a Cu and Au potential. Numerous magnetically anomalous areas are known in the Divriği district other than A-B kafa area, and many of them are associated with hematite mineralizations that occur within a brecciated zones. The association of lower grades of gold with Fe-oxide deposits in the Divriği region, The presence of gold (20 ppb) in tailings of Divhan iron and steel plant, the discovery of high-grade gold occurrences at Kangal-Çetinkaya along NE-SW trending fault zones, the discovery of Cu and Au mineralizations at Çöpler (İliç-Erzincan) along the similar structures, reveals that the potential of gold and copper are quite high in these regions. These regions are also characterized by high anomalies in terms of radioactive elements similar to IOCG systems around the globe., U and Th enrichment, particularly at Hasançelebi and Divriği districts, and hematitic and brecciated zones along regional NE-SW trending faults are very diagnostic. The copper mineralizations are in the form of chalcopyrite, chalcocite, pyrite, marcasite, and malachite mineralizations formed in hematite-bearing brecciated and carbonatized zones.

The presence of all these components, regardless of genetic model (e.g. alkaline metasomatism/alteration, coeval intrusions, structural controls, extensive iron-oxide mineralizations, etc) required to produce metal-rich fluids associated with IOCG mineralization are represented in the Sivas districts, and therefore the districts provide a fertile ground for exploration for this style of deposit, and represent ideal areas to unravel the controls on ore deposition and the composition, mineralogy and size of the individual ore bodies.

Key Words: Iron oxide, iron oxide-Cu-Au, sodic-calcic alteration and metasomatism, Central Anatolia, Divriği, Malatya



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Çoruh Havzası Dere Sedimentlerinin Au İçerikleri*

Yıldırım GÜNGÖR

*İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü
34850, Avcılar - İstanbul*

Erzurum'dan doğan Çoruh Nehri, Gümüşhane yöresinden Lori Deresi, Yusufeli'nden sonra Erzurum'dan doğan Tortum ve Oltu Çayları karıştıktan sonra, Batum ve Sarp arasında geniş bir sahil plaseri oluşturarak Karadeniz'e dökülmektedir. Havza alanı 19654 km² dir. Bu çalışmanın amacı Üst Kretase yaşı volkanik kayaçlarda gelişen hidrotermal alterasyon zonlarından, atmosferik koşullar altında koparık jeomorfolojik süreçler içinde nehirlere taşınan dere sedimentlerinin içindeki altın birikimini saptamaktır. Bu amaçla havzayı tümüyle karakterize edecek şekilde beş farklı hedef bölge saptanmıştır. Bu bölgeler Çoruh nehrinin aktığı yatak, Şavşat civarı, Ardanuç civarı, Yusufeli civarı ve Artvin- Kafkasör yayla civarıdır.

Örnekleme dere kavşaklarının biraz üst kesimlerinden, dere kenarlarından veya derelerin orta kesimlerinden drenaj alanının tümünü temsil edecek şekilde yapılmıştır. İnce taneli olmasına dikkat edilen örnekler olabildiğince kuru alınmaya çalışılmış, yaş olarak alınan örnekler ise kurutulduktan sonra nakledilmiştir. Laboratuvara çeyreklemeye yapılarak ayrılan örnekler öğütülderek analize gönderilmiş, kalan ürünle ise karıştırılarak tuvenan ürün elde edilmiş, daha sonra da tüm ürün, sallantılı masadan geçirilerek konsantre ürün elde edilmiştir.

Hedef olarak saptanan beş ayrı bölgeden derlenen dere sedimenti örneklerinin her birinin tuvenan ve konsantre ürün Au içerikleri ile +1.00, -1.00+0.500, -0.500+0.300, -0.300+0.212, -0.212+0.150, -0.150+0.106, -0.106+0.075, -0.075 elek fraksiyonlarının Au içerikleri saptanmıştır. Yine tüm havzanın tuvenan ve sallantılı masa konsantresi ağır mineral içerikleri XRD çalışmaları ile belirlenmiştir.

Alınan örneklerin elek fraksiyonlarında Au zenginleşmesi oldukça heterojen bir dağılım göstermektedir. Tüm havzada ölçülen değerler en düşük 120 ppb en yüksek ise 3 ppm'dir. Artvin ve Kafkasör Yayla civarından alınan dere sedimentlerinin Au içerikleri, diğer bölgelerden alınan örneklerin Au içeriklerinden oldukça farklıdır. Tuvenan Au içeriği en düşük 500 ppb, en yüksek 990 ppb dir. Sallantılı masa Konsantresinin Au içeriği ise en düşük 1 ppm, en yüksek 3 ppm olarak ölçülmüştür. Beş hedef bölge içinde ise ikinci yüksek değer Yusufeli bölgesinde gözlenmiştir. Bu bölgeden alınan örneklerin tuvenan Au içeriği en düşük 260 ppb en yüksek 740 ppb, Sallantılı masa konsantre ürün Au içeriği ise en düşük 340 ppb en yüksek ise 940 ppb dir.

Sonuç olarak bazı bölgelerde dere sedimentlerin Au içeriklerinin yüksek olmasına rağmen Çoruh Nehrinde dikkate değer bir plaser oluşumunun bulunmaması yüzünden, Havzada ekonomik bir plaser işletmesi mümkün görünmemektedir. Bu nedenle ileri aşamada yapılacak bir çalışma için Çoruh nehri deltasının hedef bölge olarak seçilmesi gerekmektedir.

*Bu proje İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir. Proje No : 1136/010598

The Au Contents of Çoruh Basin Stream Sediments

Beyond Yusufeli, Çoruh River in Erzurum and Lori Stream in Gümüşhane Region, merge with Tortum and Oltu Streams and all together after forming a wide beach placer they meet with Black Sea. Basin area is 19654 km². The aim of the study is to determine the gold deposit in stream sediments were generated from Upper Cretaceous volcanic rocks by hydrothermal alteration removed to rivers under atmospheric circumstances and geomorphological process. For this reason five various target regions are determined in order to characterize the whole basin. These regions are Çoruh River Bed, Şavşat, Ardanuç, Yusufeli and Artvin-Kafkasör plateau surroundings.

Sampling done in order to represent the entirety drainage area. Fine grained samples were collected as possible as dry condition, samples taken in wet forms were dried. Samples separated by quartering coning were grinded, the remnant products were mixed and tuvenan product is gained. After all, the whole product were passed over the shaking table and concentrated product is obtained.

Tuvenan and concentrated product Au content of stream sediment samples from five different target regions and +1.00, -1.00+0.500, -0.500+0.300, -0.300+0.212, -0.212+0.150, -0.150+0.106, -0.106+0.075, -0.075 mm fine sieve fractions Au content were determined. Also tuvenan and shaking table concentration of heavy mineral content of the whole basin is established by XRD studies.

Au enrichment in fine sieve displays quite heterogenous distribution. The maximum value calculated in the whole basin is 3 ppm and the minimum is 120 ppb. Au content of Artvin and Kafkasör plateau surroundings display a difference from the other regions. Tuvenan Au content is minimum 500 ppb and maximum 900 ppb. Shaking table concentration of Au is minimum 1 ppm and maximum 3 ppm. Within the five target region, the second highest value observed in Yusufeli Region. Tuvenan Au content of these regions values are maximum 740 ppb, minimum 260 ppb. Shaking table concentration product Au content is minimum 340 ppb and maximum 940 ppb.

As a result, although there are high Au content in stream sediments in some regions, there is not a present placer administration worths taking into consideration. For this reason, for further studies, Çoruh Stream delta is suggested as a target region.

* This work was supported by the Research Fund of the Istanbul University. Project number: 1136/010598



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Karacaalı (Kırıkkale) Magmatik Kompleksi Demir, Bakır-Molibden ve Kurşun Cevherleşmelerinin Oluşumu ve Kökeni

Okan DELİBAŞ , Yurdal GENÇ

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532, Beytepe-Ankara

Kırıkkale il merkezinin 10km kuzeydoğusundaki Karacaalı magmatik kompleksi, 1/25.000 ölçekli Kırşehir İ31-a1 paftasında yer almaktır ve başlıca demir, bakır-molibden ve kurşun cevherleşmeleri içermektedir. Kompleks granitoid, riyolit/rhyodazit ve bazaltik kayaçlardan oluşmaktadır.

Karacaalı magmatik kompleksindeki demir cevherleşmesi bazaltik kayaçlara, bakır-molibden ve kurşun cevherleşmeleri ise granitik kayaçları dik yada dike yakın kesen kuvars, karbonat ve turmalinli kuvars damarlarına bağlı olarak gelişmiştir. Başlıca cevher mineralleri, manyetit, hematit, ilmenit, pirit, kalkopirit, molibdenit, galenit ve sfalerittir. Demir cevherleşmesinin tenörü, %15-60 FeO arasında iken, Cu-Mo, Pb-Zn cevherleşmelerinin tenörü ise < %1,4 Cu, < % 0,4 Mo, < % 0,1 Pb ve < % 0,2 Zn dir.

Cevherleşmeyle ilişkili alterasyonlar; granit ve bazaltik kayaçlar içinde turmalinleşme, aktinolitleşme, epidotlaşma, kloritleşme ve K-feldispat alterasyonu, riyolit/rhyodazitler içinde ise killeşme, silislesme ve alünitleşmedir.

Dokanak ilişkileri, yapısal-dokusal özellikler ve yan kayaç alterasyonları birlikte değerlendirildiğinde; Karacaalı magmatik kompleksinde gözlenen demir, bakır-molibden ve kurşun-çinko zenginleşmelerinin aynı magmatik süreçlerin ürünlerini olmaları gerektiği sonucuna ulaşmaktadır. Bu zenginleşmelerin, granitik bir magmayla bunun içine sokulum yapan bazik bir magma arasında gelişen etkileşim, karışım ve farklılaşma süreçleri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Origin and Formation Processes of Iron, Copper-Molybdenum and Lead Mineralisations of Karacaalı (Kırıkkale) Magmatic Complex

Karacaalı magmatic complex, located at 10km northeast of Kırıkkale town center, within the Kırşehir İ31-a1 topographic plates of 1/25. 000 scale mainly contains iron, copper-molybdenum and lead mineralisations. Karacaalı magmatic complex is mainly composed of granitoid, rhyolite/rhyodacite and basaltic rocks.

While iron mineralisation in Karacaali magmatic complex is mainly related to basaltic rocks, copper-molybdenum and lead-zinc mineralisation is developed related to vertical or nearly vertical quartz, carbonate and turmalin with quartz veins in granitic rocks. The main ore minerals are magnetite, hematite, ilmenite, pyrite, chalcopyrite, molybdenite, galena and sphalerite. The iron content is within the range of 15%-60% FeO and the copper, molybdenum, lead, zinc contents are vary as < 1,4 Cu%, < 0,4 Mo%, < 0,1 Pb% ve < 0,2 Zn%.

Alteration types related to mineralisation are; tourmalinization, actinolitization, epidotization, chloritization and K-feldspar alteration in granitic and basaltic rocks, and argillation, silicification, alunitization in rhyolite/rhyodacites.

When the contact relations are evaluated together with the structural-textural characteristics and the wall rock alterations, it can be concluded that the iron, copper-molybdenum and lead-zinc enrichments observed in Karacaali magmatic complex are the products of the same magmatic processes. It is considered that these enrichments are associated with the interaction, assortment and differentiation processes taking place between a granitic magma and a basic magma intruding into the former.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Murmano Granitoidi'nin (Divriği-Sivas) Kuzeyindeki Karabaşvengi Demir Cevherleşmesi ve Divriği Demir Yataklarının Kökeninin İrdelenmesi

Ali Rıza ÇOLAKOĞLU*, Tekin ARIKAL**, Uğur AKIN***

*MTA Genel Müdürlüğü-Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi, 06520 - ANKARA

**MTA Genel Müdürlüğü-Maden Etüd Dairesi, 06520 - ANKARA

***MTA Genel Müdürlüğü-Jeofizik Etüdleri Dairesi, 06520 - ANKARA

Karabaşvengi cevherleşmesi, Divriği - Sivas ana cevherleşmesinin (A-B Kafa) yaklaşık 5 km KKD'unda Murmano plütonunun ise kuzey ucunda yer almaktadır. Bu çalışmada Karabaşvengi sahasında gözlenen demir cevherleşmelerinin ve içinde yer aldığı kayaçların mineralojik-petrografik ve jeolojik özellikleri incelenmiştir. Karabaşvengi sahasında yerleşme yaşı Meastrihtyen öncesi olan ve ofiyolite ait ultrabazikler (serpantinleşmiş harzburjtitler), listvenitler ve bütün bu kayaçları kesen Üst Kreatase-Paleosen yaşı granitoyidlər yer almaktadır. Ayrıca daha genç lamprofirik (kersantit bileşimli) dayklar bulunmaktadır. İnceleme alanında granitoyidlər göstermiş oldukları petrografik ve mineralojik özelliklerine göre siyenit, granodiyorit, kuvars-diyorit, monzonit, monzodiyorit, kuvars-monzodiyorit, diyorit, gabro, monzo-gabro ve bunların türevlerinden meydana gelmiş monzonit porfir, monzodiyorit porfir, kuvars monzodiyorit porfir, diyorit porfir ve granodiyorit porfir bileşimli kayaç türlerine sahiptir. Damar kayaçlarını oluşturan porfirler granitoyidi ve ultrabazik kayaçları kesmektedir.

Cevherleşme, gerek jeofizik manyetik anomalilerinden elde edilen verilere gerekse de arazi gözlemlerine göre yaklaşık Doğu-Batı uzanımlı bir kırıkanma zonu içinde yer almaktır ve damar-damarcık ve cepler şeklinde monzonit ve monzodiyorit bileşimli intrüzifler ve ayrıca listvenitlemiş ultrabazik kayaçlar içinde yer almaktadır. Karabaşvengi sahasında cevherleşmeye birlikte gözlenen skarn mineralleri yaklaşık D-B uzanımlı, cevherleşmenin genel yönelikine paralel bir zon içinde bulunmaktadır. Bu zonda gözlenen cevher ve opak mineraller manyetit ve daha az miktarlarda ise hematit, ilmenit, ilmeno-manyetit, limonit, pirit, kalkopirit, pirotin, markazit, arsenopirit, sfalerit ve galenittir. Skarn ve gang mineralleri ise flogopit, skapolit, diyopsit, tremolit-aktinolit, biyotit, titanit, rutil, epidot, klorit, kalsit, kuvars, apatit, turmalin ve dolomit olarak belirlenmiştir. Divriği A kafa yatağında bol miktarda gözlenen granat minerallerine ise bu sahada hiç rastlanmamıştır. Cevherleşmeye ait birincil manyetitler daha yüksek sıcaklıklarda oluşurken sülfit mineralleri oksit minerallerinden daha genç oluşumluudur. Skapolitler yer yer masif damarlar olarak intrüzif kütle içinde bulunmaktadır. Belirli zonlarda gözlenen masif skapolit damarlarına yer yer daha az miktarda flogopit ve piroksenler eşlik etmektedir. Saha incelemelerinde öz şekilli piroksen kristallerine daha çok manyetit damarcıkları içinde kapanım olarak rastlanırken, flogopitler her zaman manyetit damarcıklarıyla birlikte bulunur ve manyetitleri bir kılıf şeklinde sarmaktadır. Cevherleşmeye yakın alanlarda sodik-kalsik, potasik ve karbonatlaşma-silisleşme şeklinde gözlenen alterasyon türleri etkin olarak görülmektedir.

Karabaşvengi cevherleşmesi, muhtemelen monzonit ve monzodiorit bileşimli kayaçların ve porfirlerinin yerlesimi esnasında çok geniş hacimli magmatik etkinliğin de varlığı çerçevesinde büyük ölçekli hidrotermal akışkan sistemleriyle başlamıştır. Cevherleşme hidrotermal süreçlere bağlı olarak D-B yönlü gelişmiş birbirine paralel faylar içinde ve/veya bunlar ile ilintili verev faylar içinde süregelen farklı mineral birlikteklilerine sahip alterasyon evreleriyle karakterize olmaktadır. Cevherli alanlara yakın yerlerde yoğun porfir dayklarının varlığı, bu alanların tektonizma bakımından zayıf zonlar olduğunu göstermektedir. Bölgesel olarak bu saha, büyük bir sistem içinde (Divriği ana yatağı ve çevre cevherleşmeleri) bir demir provensi olarak adlandırılacak bölgenin, bir elemanı olarak kendi yersel faktörlerinin kontrolünde gelişimini tamamlamıştır. Karabaşvengi sahasında gözlenen cevherleşmenin hem monzonitik kayaçlar hemde serpantinleşmiş kayaçlar içinde bulunması cevherleşmenin derin faylarla ilişkili olabileceğini ve tektonik kontrollü olduğunu göstermektedir. Tüm bölgedeki skarn, breş ve damar tipindeki demir cevherleşmelerinin oluşumunda, son yıllarda Fe-oksit-Cu-Au yatakları olarak bilinen hidrotermal sistemlerin/akışkanların etkili olduğu düşünülmektedir. Bölgede yankayaç olarak yaygın serpantinleşmiş kayaçların varlığı (birincil ofiyolitik bindirmelere bağlı ve intürüzyonun sokulumu ile ilişkili) demir çökeliminde kısmen ultrabazik ve bazik kayaçlardan da remobilizasyon olaylarının etkin olabileceğini düşündürmektedir.

The Karabaşvengi Iron Mineralization in the Northern Part of the (Divriği-Sivas) Murmano Granitoid and Discussion on Genesis of the Divriği Iron Deposits

Karabaşvengi mineralization is situated at approxiametly 5 km NNE of the Divriği-Sivas main mineralization (A-B heads) and it also lies on the northern part of the Murmano pluton. In this study, mineralogical, petrographical and geological characteristics of the main host rocks and the observed iron mineralization are studied in the Karabaşvengi area. Within the area the ultrabasics (serpentinized harzburgite) belonging to ophiolites which are emplaced in pre-maastrichtian age and the listwenites, both intruded by Upper Creataceous-Paleocene aged granitoids are observed. Also some young lamprophyre veins (in kersantite composition) are found. In the study area, granitoid rocks are based on their mineralogical and petrographical characteristics are classified as syenite, granodiorite, quartz-diorite, monzonite, monzodiorite, quartz-monzodiorite, diorite, gabbro, monzo-gabbro and derivatives of these rocks such as monzonite porphyry, monzodiorite porphyry, quartz monzodiorite porphyry, diorite porphyry and in granodiorite porphyry composition. These porphyries cut granitoid and ultrabasic rocks. Mineralization is located in a fractured zone lying in approximately E-W direction according to the geophysical magnetic anomalies and also the field observation data and they are emplaced as vein and veinlets and pocket fillings in the monzonite- monzodiorite and listwenitic ultrabasic rocks.

The skarn minerals observed together with the mineralization in the Karabaşvengi area is within a zone parallel to the general direction of mineralization in E-W direction. The ore and opaque minerals observed in this zone are mostly magnetite and in lesser amounts of hematite, ilmenite, ilmeno-magnetite, limonite, pyrite, chalcopyrite, pyrrhotite, marcasite, arsenopyrite, sphalerite and galena. Skarn and gangue minerals are determined as flogopite, scapolite, diopside, tremolite-actinolite, biotite, titanite, rutile, epidote, chlorite, calcite, quartz, apatite, tourmaline and dolomite. Garnet minerals which are observed in large amounts in the A head of the Divriği deposit are not encountered in this area. While the primary magnetites of mineralization are formed at higher temperatures, the sulphide minerals overprint the oxide minerals. Scapolites are located within the intrusive as occasional massive veins. The massive scapolite veins observed in certain zones are accompanied by occasional flogopite and pyroxenes of lesser amounts. While in

the field studies euhedral pyroxene crystals are encountered as inclusions in magnetite veins, the flogopites are always together with magnetite veins and surround the magnetites as covers. Alteration types in the forms of sodic-calcic, potassic and carbonization-silicification are dominantly seen in the areas nearby the mineralizaton.

Karabaşvengi mineralization were inititated with large scale hidrothermal fluid systems within the framework of magmatic activity of very wide volume, and probably following the emplacement of the rocks of monzonite and monzodiorite composition and their porphyries. Mineralization is characterized by alteration phases with different mineral associations within faults developed in parallel with each other of E-W direction and / or in associated splays faults of major faults in connection with hydrothermal processes. Presence of porphyry dykes in areas close to mineralization indicate that these areas are tectonically weak zones. This area as a region, completed its development under the control of its own local factors as an element of an iron province within a larger system (Divriği main deposit and the surrounding mineralizations). The existence of the observed mineralization of Karabaşvengi area within both monzonitic and serpentinized rocks indicate that the mineralization could be related to deep seated faults and of tectonically controlled. It is considered that, in the whole Divriği region, in iron mineralization styles of skarn, breccia and vein, hydrothermal systems/fluids of recently described Iron-oxide-Cu-Au deposits, were effective. The presence of extensive serpentinized rocks in the region (in connection with ophiolitic primary thrust and related to magmatic intrusions) as walrock gives the impression that in iron precipitation, remobilization events of partially ultrabasic and basic rocks could also be effective.

Dağküplü (Eskişehir) Ofiyoliti Ultrabazik ve Bazik Kayaçlarına Bağlı Nabit Metal ve Metalik Cevher Minerallerine Kökensel Açıdan Bir Yaklaşım

Hatice ERDAL, Hayrettin ÖZEN, Ömer Faruk GÜLTAŞLI, Aydın ÇOLAKOĞLU, Hüseyin SAYAK

MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

İç Anadolu'nun kuzeybatisında yer alan Dağküplü ofiyoliti İzmir-Ankara sütur zonu içerisinde bulunmaktadır. İzmir-Ankara sütur zonu ofiyolitleri Neotetisin kuzey kolunu temsil etmekte olup, Neotetis okyanus tabanının kalıntıları olarak yorumlanmaktadır. Dağküplü ofiyolitine bağlı ultrabazik ve bazik kayaçların tüm kayaç ve eser element analiz verilerine göre, magnezyumca zengin ve düşük TiO_2 değerli magmatik kompozisyonlara sahip oldukları saptanmıştır. Dağküplü ofiyolitlerine bağlı kromitit örneklerinde yapılmış olan önceki çalışmalar ve bu çalışma sonucunda elde edilen jeokimyasal analiz verileri, metalurjik $%Cr_2O_3$ 45-60) ve refrakter ($%Al_2O_3 > 25$) olmak üzere iki tipte kromitit örneklerinin varoluğuna işaret etmektedir. Yüksek Cr içerikli podiform kromititler peridotitlerin çeşitli derecelerde tüketildiği supra-subdiksyon zonu ortamında oluşmaktadır.

Bu çalışmada Dağküplü ofiyolitine bağlı ultrabazik ve bazik kayaçlarda yapılan cevher mikroskobisi incelemeleri sonucunda en yaygın metalik cevher mineral parajenezi, bir çok ultramafik masifte olduğu gibi, spinel grubu minerallerden kromit ve manyetit olarak belirlenmiştir. Dağküplü ofiyoliti ultrabazik ve bazik kayaçlarına ait aksesuar orandaki sülfitli mineral parajenezi Ni-Fe-Cu içeren sülfitli minerallerden pirotin-pentlandit±kalkopirittir. Ultramafitlerdeki aksesuar orandaki sülfitli mineral birlüklerinin içinde bulundukları ultramafitlerin alterasyonuna bağlı olarak oluşturuları* ve sülfür oranının %10'un birkaç katını geçmemesi durumunda yaygın olan sülfitli mineral parajenezinin pentlandit-heslevodit ya da pentlandit-millerit olduğu bilinmektedir**. İlk serpantinleşme sırasında olivinin metamorfizması sonucu açığa çıkan Nikel, sülfit ve oksit fazlarına girebilmektedir. Sülfit miktarı arttıkça cevher mineral birlüklerinde pirotin ve pentlandite doğru bir geçiş başlamaktadır.

Dağküplü ofiyoliti ultrabazik ve bazik kayaçlarında cevher mikroskobisi incelemeleri sonucunda, bazı örneklerde yaygın aksesuar sülfitlerin yanısıra daha az oranda avaroid, ve millerit saptanmıştır. Dağküplü ofiyolitine bağlı tektonit lerzolit, dunit, harzburjıt ve bunlarla ilişkili olarak oluşmuş kromitit örneklerinin (Ni: 833-3206 ppm, Co: 81-131 ppm) Ni ve Co analiz verileri kümülat kökenli kayaçlara (Ni: 790-994 ppm, Co:<50 ppm) göre daha yüksek değerlere sahip olduklarını göstermektedir. Kümülat kökenli dunit, vebsterit, piroksenit ve verlit türü örneklerin aksesuar sülfitli mineral parajenezinde ise pentlandit, violarit, kalkopirit, pirotin, nabit Cu ve manyetit birlükleri gözlenmektedir. Kümülat kökenli kayaçların Cu analiz değerleri (Cu: 166-416 ppm) tektonit dunit ve harzburjitle (Cu: <30-45 ppm) göre daha yüksek Cu içerdiklerine işaret etmektedir. Cu serpantinleşme sırasında bölgesel olarak hareket edebilmektedir. Kümülat

kayaçlarında esas sülfitli minerallerden pentlandit ve pirotinin yanında, bu birlikler içinde kalkopirit minerallerinin de gözlenmesi eser element analiz verilerine göre Ni/Cu oranlarının %2-5 arasında olması, örneklerin saptanan mineral parajenezleri ile eser element analiz verilerinin uyumlu olduğuna işaret etmektedir.

Dağküplü ofiyolitine bağlı ultrabazik kayaçlar çoğunlukla serpantinleşmiş ve daha az oranda karbonatlaşmışlardır. Serpantinleşmeye bağlı olarak gelişmiş manyetit oluşumları yaygındır. Serpantinize dunit ve harzburjitledeki birincil sülfitler pentlandit ve pirotin mineralleridir. Alpin tipteki ultrabazik ve bazik kayaçlarda bulunan nikel-sülfitli minerallerin kökeni konusunda yapılan çalışmalarla heslevodit ve violaritin, serpantinleşme sürecinde kristallendiği, pentlanditin ise kaynak peridotit kayaçlarından relict bir faz olarak oluşmasının mümkün göründüğü fakat kökeninin daha kompleks de olabileceği üzerinde durulmaktadır***. Bununla birlikte pentlandit-manyetit-avroroid-nabit Cu mineral birlükleri olivin artığı ve serpantin minerallerinin birlikte olduğu bütün ortamlarda yaygın olarak, düşük $f(O_2)$ ve $f(S_2)$ şartlarında oluşabilmektedir. Serpantinleşmeyi takiben ultrabazik kayaçların karbonatlaşması indirgenme ve oksitlenme reaksiyonlarının artmasına neden olmakta ve sülfitli mineral birlüklerinin depolanmasıyla sonuçlanabilmektedir*

Dağküplü ofiyolitine ait serpantinize dunit ve harzburjite örneklerinin elektron mikroskobisi (SEM) Au analiz verileri sonucunda dunit örneğinde kromit kristalinin çatlaklarındaki gang mineralleri içerisinde iki adet nabit altın tanesi (2-4 mikron) saptanmıştır. Örneklerin kimyasal analiz verileri (Au:40 ppb) ekonomik öneme sahip olmadıklarını göstermektedir. Bir alterasyon ortamında yüksek $f(O_2)$ şartlarında Au'nun taşınması ve çözünmesinde coğalma meydana gelebilmektedir****.

Serpantinize ultramafik kayaçlardaki pentlandit-pirotin-kalkopirit gibi mineral birlüklerinin sülür oranlarında yükselmelere işaret edebileceği gözönünde bulundurularak bu kayaçların PGE ve PGM araştırmaları için bir potansiyele sahip olabilecekleri düşünülmektedir.

*Eckstrand, 1975, **Papunen and Idman, 1982, ***Weinke and Wieseneder, 1982

**** Groves and Keays, 1979

A Genetic Approach to Native Metals and Metallic Ore Minerals Asociated With Ultrabasic And Basic Rocks Of Dağküplü (Eskişehir) Ophiolites

Dağküplü ophiolite is located northwest part of Middle Anatolia within the İzmir-Ankara suture zone. The ophiolites of İzmir-Ankara suture zone has been interpreted as remnants of Neoethys ocean floor and represented of northern branch of it.

The data of major and trace element analyse of ultrabasic and basic rocks of Dağküplü ophiolite have been determined that their composition are rich magnesian and low TiO_2 % content. As a result of previous studies and this study supplied geochemical analyse data of chromitite patterns related with Dağküplü ophiolites indicated that there have been two types of chromitites as metallurgic ($Cr_2O_3 > 45-60$ wt %) and refractory ($Al_2O_3 > 25$ wt %). High-Cr podiform chromitites have been formed in suprasubduction zone environment in which peridotites had been depleted to some extent.

In this study as a result of ore microscopic studies of ultrabasic and basic rocks related with Dağküplü ophiolite, determined that most common ore minerals are chromite and magnetite from spinel group same as with most of ultramafit complexes. Fe-Ni-Cu-bearing sulphide mineral

assemblage such as pyrrhotite-pentlandite±chalcopyrite which is an accessory ratio of sulphide mineral paragenesis of the ultrabasic and basic rocks of Dağküplü ophiolites. The mineral assemblages of accessory sulphides in ultramafic rocks depend on the manner in which the host ultramafic rocks altered* and it is known that if the tenor of sulphur does not exceed a few tenths of percent, the prevailing sulphide mineral assemblage are pentlandite-heazlewoodite or pentlandite-millerite**. As a result of metamorphism of olivine some extracted nickel may enter in sulphide and oxide phases during the first serpentinization. If the sulphide content increases, the mineral assemblage grades into the pyrrhotite-pentlandite assemblage.

By microscopic investigation of ultrabasic and basic rocks of Dağküplü ophiolites have been determined awurite and millerite in a few pattern more or less than other common accessory sulphide. Ni and Co analyse data of tectonized dunites, harzburgites and chromitites patterns related Dağküplü ophiolite show that they have higher values (Ni: 833-3206 ppm %, Co: 81-131 ppm%) of Ni and Co than cumulate rocks (Ni: 790-994 ppm %, Co < 50 ppm%). As accessory sulphide mineral paragenesis in the cumulate dunite, websterite, pyroxenite and wehrlite patterns are observed pentlandite, violarite, chalcopyrite, pyrrhotite, native copper and magnetite assemblages. Cu analysis data of the rocks which have cumulate origin (Cu: 166-416 ppm%) indicated that they have higher values of Cu relatively tectonized dunite and harzburgite patterns (Cu: < 30-45 ppm). Copper is locally mobilized during serpentinization. The main sulphide minerals of cumulate rocks such as pentlandite and pyrrhotite besides of determination of chalcopyrite in this assemblage, and as a result of trace element analyse data of the Ni/Cu ratio being between 2-5 %, have been indicated that the mineral paragenesis of the patterns are consistent with the trace element analyse data.

The ultrabasic rocks related with Dağküplü ophiolites are mostly serpentinized and more less carbonatized. It is common magnetite formation related with serpentinization. Primary sulphides are pentlandite and pyrrhotite minerals in serpentinized dunite and harzburgite. In the studies about origin of Ni-Fe-Cu bearing sulphide minerals which have been hosted in basic and ultrabasic rocks of Alpine type peridotites have been considered that heazlewoodite and violarite are crystallized during serpentinization but pentlandite seems probable that a relict phase from peridotitic source rocks and its origin may be more complicated***. However the pentlandite-magnetite-awaruite-native Cu assemblage is common in all environments where relict olivine and serpentine coexist, as a result of low $f(O_2)$ and low $f(S_2)$ conditions. Serpentinization followed by carbonatization in ultrabasic rocks gives rise to reducing and oxidizing reactions and deposition of the sulphide mineral assemblages*.

As a consequence of electron microscope (SEM) analyse data of serpentinized dunites and harzburgite patterns of Dağküplü ophiolite two native gold grains (2-4 micron) have been determined in the gangue minerals between chromite crystals. Chemical analyse data of the patterns (Au: 40 ppb) indicated that they have no economic value. Removal and dissolution of gold may be possible in an alteration environment are enhanced by high $f(O_2)$ ****.

The sulphide mineral assemblage such as pentlandite-pyrrhotite-chalcopyrite in a serpentinized ultramafic rocks has been considering that it may indicate much more sulphur ratio, and the rocks has been considered having a potential for PGE and PGM exploration.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Mersin (İçel) Ophiolitlerine Bağlı Kromititlerin Platin Grubu Element Dağılımlarının İncelenmesi

Hatice ERDAL, Servet YAMAN**

*MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi, Ankara

**Çukurova Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü, Adana

Doğu Akdeniz ophiolit komplekslerinden biri olan Mersin ophiolitleri, Türkiye'nin Güneyinde Orta Toros ophiolit kuşağı içinde yer almaktadır. Mersin ophiolitlerine bağlı dunit ve harzburjıt gibi örneklerin tüm kayaç ve eser element analiz verileri; magmatik kompozisyonlarının magnezyumca zengin ve TiO_2 'ce düşük içerikli olduklarına işaret etmektedir. Cr # değerleri yüksek (>60) olan Mersin ophioliti kromitit örneklerinin bu özellikleri suprasubdiksyon zonu ortamında oluşumları ile uyumludur. Kromitit örneklerinin platin grubu element (PGE) analiz verileri sonucunda; % Cr_2O_3 içerikleri ya da cevher tipi ve PGE içerikleri arasında herhangi bir korelasyon saptanmamıştır.

Mersin ophiolitlerine bağlı saçılımlı, masif ve nodüler tipteki kromitit örneklerinin ortalama PGE ve altın içerikleri Ir: 21.1, Ru: 59, Rh: 10.98, Pt: 30.7, Pd: 7.5 ve Au: 3.04 ppb'dir. Musali yöresine ait örneklerden biri (M12: 191.6 ppb) ve Amele Evleri yöresine ait diğer bir örnek (M42a 182.9 ppb) daha yüksek toplam PGE değerleri göstermektedir.

Mersin ophiolitlerine ait tüm kromitit örnekleri normalize kondrit diyagramında negatif eğim göstermektedirler. Jeokimyasal kompozisyonları ve çok düşük PGE içeriklerine göre Mersin ophiolitleri kromititlerinin olduğu manto kaynağının çeşitli kereler tüketilmiş olduğu ve kristallendikleri safha süresince sulfürce doygunluğun olmadığı düşünülmektedir. $Pd/Ir > 1$ oranına sahip olan birkaç adet kromitit örneğinin PGE'ce zenginleşmesinde birincil bir magma ile kısmen farklılaşmış magma karışımının geçerli bir mekanizma olabileceği düşünülmektedir.

Tektonit-harzburjıtler içine sokulum yapmış olan klinopiroksenit örneği yüksek kristal farklılaşması ($Pd/Ir: 79.3$) göstermekte olup Pt ve Pd'ce zenginleşmiştir. Bu zenginleşme normalize kondrit diyagramında pozitif eğim ile yansımaktadır.

Investigation of Distribution of Platinum Group Elements Related Chromitites of Mersin (İçel) Ophiolites

Mersin ophiolites is one of the complex of Eastern Mediterranean ophiolites, emplaced southern region of Turkey in the median Taurus belt ophiolites. The data of major and trace element analyses of patterns of Mersin ophiolites such as dunite and harzburgite indicated that they are rich magnesian and have low % TiO_2 content. The chromitite samples have high Cr # (>60)

numbers and this feature of the samples are consistent with their occurrence of suprasubduction zone environment. Platinum group element (PGE) analysis data show that there is no correlation between PGE and % Cr₂O₃ content or ore texture of the chromitites samples.

The average contents of PGE and Au in schlieren, nodular and massive types of chromitites ore in the Mersin ophiolites are Ir: 21.1, Ru: 59, Rh: 10.98, Pt: 30.7, Pd: 7.5 and Au: 3.04 ppb. PGE analyses show that one chromitite sample (M12 :191.6 ppb) from Musalı and another sample (M42a:182.9ppb) from Amele Evleri location display higher total PGE values.

All chromite samples of Mersin ophiolites have negative correlation in chondrodite normalized diagram. Geochemical composition and low PGE content of chromitite samples of Mersin ophiolites suggested that they have severely depleted mantle source and no sulfur saturation during of their crystallization stage. Having Pd/Ir>1 ratio of a few chromitite patterns suggests a mixing of primitive and partially fractionated magmas could be a reasonable mechanism for their PGE enrichment.

The clinopyroxenite which has intruded into tectonite harzburgite displays high fractional crystallization (Pd/Ir:79.3) pattern and has Pt and Pd enrichment. This enrichment is reflected in normalized condrodite diagram with positive correlation.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Gediz (Alaşehir) Grabenindeki Epitermal Sb-Hg-(Au) Cevherleşmeleri ile Genişleme Tektoniği Arasındaki İlişkiler: Bahçedere-Evrenli Sahasından Bir Örnek, Batı Anadolu

Hüseyin YILMAZ ve Hasan SÖZBİLİR

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35100 Bornova-İzmir/Turkey
e-mail: [*huseyin.yilmaz@deu.edu.tr](mailto:huseyin.yilmaz@deu.edu.tr); **hasan.sozbilar@deu.edu.tr

Gediz (Alaşehir) grabeni Batı Anadolu genişleme bölgesinin en önemli elemanlarından biridir. Grabenin özellikle güney kenarında yapılan son çalışmalarla, grabenleşmenin belirli dönemlerinde farklı açıdaki fayların etkisiinde geliştiği anlaşılmış ve özellikle düşük açılı faylar ile yüksek açılı fayların ilişkileri üzerinde yoğunlaşmıştır.

Bu çalışmada, Gediz grabeninin güney kenarı üzerindeki Alaşehir ilçesi güneyinde yer alan Bahçedere-Evrenli sahasında adı geçen faylar ile bu faylarla ilişkili gelişen cevherleşmeler incelenmiştir. Bu amaçla, bölgenin ayrıntılı jeoloji haritası yapılmış ve cevherli zonlardan alınan örnekler üzerinde mineralojik-jeokimyasal analiz çalışmaları yapılmıştır.

Yapılan arazi çalışmalarına göre farklı açılarda gelişmiş üç fay grubu saptanmıştır: a) Düşük açılı normal fay-I: Menderes Masifi ile Miyosen tortul istifi arasında gelişmiştir. Fayların eğimi 11° - 30° arasında değişir, b) Düşük açılı normal fay-II: Menderes masifi ve Miyosen tortullarını taban bloğunda bulundurur. Fayların eğimi 25° - 35° arasında değişir. c) Yüksek açılı normal fay-III: Grup I ve Grup II faylarını ve Miyosen tortul istifini keser. Fayların eğimi 40° - 65° arasında değişir.

Epitermal Sb-Hg-(Au) cevherleşmeleri Düşük açılı normal faylar ve bunlara daha sonraları eşlik eden yüksek açılı normal faylar boyunca veya bunlara bitişik bulunurlar. Bu cevherleşmeler ilk olarak oluşan antimuan, demir sülfidler ve az miktarda altın ile daha sonra gelişen civa ve hematit ile temsil edilirler. Mineralleşmeler faylanma sırasında oluştu ve kısmen de olsa derinlerden yukarı doğru yüksek ıslı alt levhayı getiren düşük açılı normal fay hareketi sonucu gelişen yüksek jeotermal ısı akımına eşlik etti. Bu yükselseme sonucu yüksek ıslı alt levha yüzeye yakın düşük ıslı üst levha ile yan yana gelmesi, mineral yüklü sıcak sıvıların duraylılığının bozulmasını ve dolayısıyla cevherleşmeyi sağlamıştır.

Bu çalışma 02.KB.FEN.061 nolu DEÜ-AFS projesi kapsamında desteklenmektedir.

Relationships between epithermal Sb-Hg-(Au) mineralization and extensional tectonics in the Gediz (Alaşehir) graben: An example from the Bahçedere-Evrenli area, western Anatolia

Gediz (Alaşehir) graben is one of the most important features of western Anatolian extensional province. Recent studies carried out on the southern margin of the graben, reveal that graben formation were developed under the control of normal faults with different dips. These studies have been focused especially on the cross-cut relationships between low-angle normal faults (detachment faults) and high-angle normal faults.

This study investigates mineralization related to the above mentioned faults. For this purpose, detailed geological map of the Bahçedere-Evrenli (Alaşehir-Manisa) area along with mineralogical-geochemical analysis were carried out.

According to field studies, three groups of faults at different dips were identified: a) low-angle normal fault-I developing between Menderes metamorphics and the structurally overlying Miocene sedimentary sequence with dip angles of the faults ranging from 11° to 30°, b) low-angle normal fault-II hosting Menderes metamorphics and the Miocene sediments within its footwall with dip angles of the faults ranging from 25° to 35°, c) high-angle normal faults cutting group-I and Group-II faults as well as Miocene sediments. High-angle normal faults trends approximately N60°W and dips 40°-65° NE.

Epithermal Sb-Hg-(Au) mineralizations are located along and adjacent to low-angle normal faults and associated high-angle normal faults in the area. Mineralization is characterized by early major antimony and iron-sulfides with minor gold followed by fracture-filling mercury sulfide and hematite mineralization occurred during faulting and was associated with high geothermal gradients that were at least partially due to detachment fault movement that brought hot lower-plate rocks up from great depths and juxtaposed them with cool near surface upper-plate rocks. While the hot lower-plate approaches to the near-surface cooler upper-plate, mineral-loaded hot fluids were destabilized by mixing with cool fluids and therefore, mineralization occurred.

This study has been supported by DEU-AFS, Project No: 02.KB.FEN.061



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Marmaris Peridotiti Kromititlerinin Platin Grubu Mineralleri (PGM), Ortaca (Muğla) Yöresi, Güneybatı Türkiye

İbrahim Uysal*, Sadıkclar, M.B.*., Karslı, O.** ve Aydın, F.*

*Karadeniz Teknik Üniv., Müh. Mim. Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 61080 Trabzon

**Karadeniz Teknik Üniv., Gümüşhane Müh. Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 29000 Gümüşhane

Marmaris Peridotiti'ne ait harzburjıt ve dunitlerden oluşan Ortaca yöresi ultramafik kayaçları podiform kromititler içerirler. Harzburjıt ve dunitlerin mineral birlikteliği genel hatlarıyla olivin, ortopiroksen, klinopiroksen ve spinellerden oluşur. Hacimce en baskın olan olivinler özçekilsiz veya yarı özçekilli, boyları 0.5-2.5 mm. arasında değişen kristallerden oluşmaktadır. Magnezyumca zengin olan bu olivinlerin bileşimleri harzburjıtlerde ($Mg_{0.895-0.916} Fe_{0.105-0.084}$) SiO_4 ve dunitlerde ($Mg_{0.905-0.915} Fe_{0.095-0.085}$) SiO_4 arasında değişmektedir. Bolluk sırasına göre söz konusu kayaçlarda olivinden sonra gelen ortopiroksenler genellikle enstatit-bronzit ($En_{87.01-93.00} Wo_{0.53-4.90} Fs_{4.07-10.25}$) bileşimli olup, yer yer bükülmüşlerdir (kink banding). Büyük oranda iri kristaller halindeki ortopiroksenlerde ayrılmış ürünü olarak bileşimleri diyopsitten endiyopsit'e kadar değişen klinopiroksen ($En_{45.94-69.67} Wo_{26.27-52.60} Fs_{0.87-5.26}$) lamellerine rastlanmıştır. Ana mineral olarak bulunan klinopiroksenler ise özçekilsiz kristaller halindedir ve çoklukla diyopsitik ($En_{28.98-52.68} Wo_{38.84-52.10} Fs_{0.29-8.41}$) bileşimdedirler. Aksesuar mineral olarak bulunan spineller öz ve yarı özçekilli biçimde gelişmişlerdir. Kimyaları, alüminyum kromitten krom-spinele kadar değişen bir bileşim aralığı sunarlar. Cr# [100Cr/(Cr+Al)] değerleri 10.92-76.49 arasında değişmektedir.

Ortaca yöresi kromititleri harzburjıtler içinde dunitik bir zarf ile sarılı olup, dokusal olarak masif, yumrusal (nodüler) ve saçılımlı biçimdedirler. Kromit merceklerinin kalınlıkları 0.5 m.'den 7-8 m.'ye, boyları ise 1-2 m.'den 50m.'ye kadar bir değişim göstermektedir.

İnceleme konusu olan kromititlerde cevher mikroskopuya ön belirlenmeleri yapılan nadir mineraller/kapanımlar daha sonra mikrokimyasal (mikroprob) yolla analiz edilerek, söz konusu minerallerin laurit [$Ru(OsIr)S_2$], erlichmanit [$Os(RuIr)S_2$] ve Os-Ir alaşım kapanımları halinde PGM'ler oldukları belirlenmiştir. Kapanım durumundaki bu PGM'ler genellikle 8 μm 'den küçük olup özkekilli ve yarı özkekilli daneler (granül) biçimindedirler. PGM'lerin bileşimleri, laurit kristallerinde, Ru % 40.29-47.26, Os % 6.97-18.03, Ir % 2.97-4.89; erlichmanitte Os % 52.28, Ru % 11.35, Ir % 5.80 ve Os-Ir alaşımında ise Os % 54.12-54.64, Ir % 38.42-39.46 aralıklarında değişmektedir.

Bugüne kadar elde edilen veriler, Ortaca yöresi kromititlerinde Os, Ir, Ru gibi PGE'lerce zengin PGM'lerin yaygın olduğunu göstermiştir. Öte yandan Rh, Pt, Pd gibi PGE'lerce zengin PGM'lerin gözlenmemesi, iki nedene dayanıyor olabilir: 1) Gerçekten mevcut değildir. Bu durumda, azalan ergime sıcaklığı sırasına göre PGE'lerin negatif bir anomalii sunacağı açıktır. Bu ise söz

konusu yönsemenin mevcut PGM'lerin magmanın az miktarda ayrılmamasıyla (fraksiyonlaşmasıyla) ortaya çıkış olabileceğini gösterir. 2) Aslında mevcutturlar, fakat bugüne kadar gözden kaçmıştır. Sonuncu olasılığı test etmek için gerekli olan analizler sürmekte olup, sunum gününé kadar sonuçlar alınmış ve tartışmaya açılmış olacaktır.

Platinum Group Minerals (PGM) of Marmaris Peridotite Chromitite, Ortaca (Mugla) Area, Southwest Turkey

The Ortaca ultramafic rocks, composed of harzburgite and dunite of the Marmaris Peridotite, consist of podiform chromitites. Harzburgite and dunite contain mainly olivine, orthopyroxene, clinopyroxene and spinel. The most abundant mineral is unhedral to subhedral olivine with 0.5-2.5 mm in size. Olivine is forsteritic in composition with $(\text{Mg}_{0.895-0.916} \text{Fe}_{0.105-0.084})\text{SiO}_4$ in harzburgite and $(\text{Mg}_{0.905-0.915} \text{Fe}_{0.095-0.085})\text{SiO}_4$ in dunite. Orthopyroxene is second most abundant mineral and enstatite-bronzite in composition. These pyroxenes in places display kink banding. The orthopyroxenes include thiny clinopyroxene exsolution lamellae changing from diopside to endiopside in composition ($\text{En}_{45.94-69.67} \text{Wo}_{26.27-52.60} \text{Fs}_{0.87-5.26}$). Independent clinopyroxene crystals are unhedral and mostly diopside in composition ($\text{En}_{28.98-52.68} \text{Wo}_{38.84-52.10} \text{Fs}_{0.29-84}$). Euhedral to subhedral accessory spinels (1 to 3 %) are generally present in harzburgite and dunite. These spinels are Al-chromite and Cr-spinel with $\text{Cr\#} = [\text{100Cr}/(\text{Cr+Al})]$ values ranging from 10.92-76.49.

In the Ortaca area, chromite deposits are enclosed with a dunite envelope in the harzburgite and found in massive, noduler and disseminated types. The size of individual pods ranges from 0.5 to 7-8m. in thickness and 1 - 2m., up to 50m. in length.

In the investigated chromitites, minerals (or inclusions) have been firstly determined by using ore microscope and then analyzed by electron microprobe. Based on microprobe analyses, some of minerals (or inclusions) are laurite [$\text{Ru}(\text{OsIr})\text{S}_2$], erlichmanite [$\text{Os}(\text{RuIr})\text{S}_2$] and Os-Ir alloy. These PGMs as an inclusions in chromite are smaller than 8 μm and euhedral-subhedral in shape. The compositions of the PGMs are Ru 40.29-47.26 %, Os 6.97-18.03 %, Ir 2.97-4.89 % in laurite; Os 52.28 %, Ru 11.35 %, Ir 5.80 % in erlichmanite and Os 54.12-54.64 %, Ir 38.42-39.46 % in Os-Ir alloy.

Obtained data show that PGMs enriched in Ru, Os, Ir are found in the Ortaca chromitites. On the other hand, absence of the PGMs enriched in Rh, Pt, Pd elements may be due to two reasons: 1) In fact, there is no PGMs enriched in Rh, Pt, Pd elements in the chromites. In this case, condrite-normalized PGE values of these chromitites indicate negative trend with decreasing melting point. So, this type of trend shows that PGMs may have occurred as a result of low-degree fractionation of the magma. 2) Actually, these PGMs are present, but could not have been observed during studies so far. PGE analyses of chromitites have been going on to test this probability.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Orta Anadolu Çarpışma Sonrası (post-Kolizyon) H-tipi Granitoid Magmatizması ve Demiroksit Cevherleşmeleri ile Olan Uzay-Zaman İlişkisi

İlkay KUŞCU*, Gonca Gençalioğlu KUŞCU**

* N.Ü., Aksaray Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 68100 AKSARAY

** N.Ü., Müh.-Mim. Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 51100 NİĞDE

e-posta: gikuscu@ixir.com

Orta Anadolu, değişik tür ve büyülükte maden yataklarını içeren polimetallik bir metal provensidir. Bu çalışma bölgedeki demiroksit cevherleşmelerinin oluşumunu ve dağılımını, granitoid metalojenisi açısından ele almakta ve H-tipi çarışma sonrası magmatizma ile demiroksit cevherleşmelerinin kökensel birlikteliklerini ortaya koymaktadır.

Orta Anadolu bölgesinde yer alan magmatik kayaçların oluşumu, evrimleri ve bölgeye yerleşimleri Torid-Anatolid Platformu ile Pontidlerin çarşısına bağlı Geç Kretase'den beri süregelen sürekli bir magmatik aktiviteye işaret etmektedir. Özellikle Geç Kretase-Paleosen zamanlarında çarışma sonrası bölgesel gerilmeler (litosferik siyirlme; *lithospheric delamination* veya dalan levhanın kopması; *slab break-off*), bölgede manto kökenli magmaların oluşumu (adiyabatik dekompreşyon) ve bunların alt kabuğa yerleşmesiyle (mafik magma altlanması; *underplating mafic magma*) sonuçlanmıştır. Bu olay, hem kıtasal kabuktaki kısmi ergimeleri tetiklemiş (felsik eriyik) hem de manto kökenli mafik magmaların felsik eriyiklere intrüzyonunu sağlamıştır. Mafik ve felsik magmaların karışımı ise, bugün Orta Anadolu bölgesinde her zaman örneklerine rastlanabilen karmaşık çarışma sonrası (post-COLG) magmatik sokulumların ve magma karışım ürünlerinin oluşumunu hızlandırmıştır. Çok genel olarak Orta Anadolu çarışma sonrası plütonik kayaçları HFSE'ne göre LILE ve LREE bakımından zengindir ve yüksek $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, düşük $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ oranlarına sahiptir. Bu özelliklerle kıtasal kabuk kirlenmesi ve yitim zonu bileşeni olan bir zenginleşmiş manto kökenini ve karmaşık magma karışması olaylarını işaret etmektedir (Aydın ve diğ., 1998; Gençalioğlu Kuşcu ve diğ., 2001, İlbeylevi ve diğ., 2001).

Hem kalk-alkalen hem de alkalen özellikleri olan bu magmaların bölgeye sokulum yapması özellikle Fe-oksit minerallerince zengin skarn ve Fe-oksit-bakır-altın(?) (DOBA; Kuşcu ve diğ., 2002) yataklarının oluşumyla sonuçlanmıştır. Bu cevherleşmelerle ilişkili I-tipi ($\text{H}_{\text{I},\text{O}}$) plütonik kayaçlar metalüminli, yüksek-K'lu kalkalkalen ve K-feldispat megakristalli monzodiyoritten granite kadar değişen veya çarışma sonrası magmatizmanın geç evrelerinde oluşan A-tipi peralkalen K-feldispat megakristalli monzonitik ve syenitik kayaçları içermektedir. Demiroksit cevherleşmelerinin çoğunla kısmen W zenginleşmeri de gözlenmektedir. Bu, plüton içinde yer alan ve birbirleriyle heterojen karışımalar halinde bulunan mafik ve felsik kayaçların dağılımıyla ilişkilidir. Örneğin Fe cevherleşmeleri daha mafik karakterli kayaçlarla ilişkiliyken W skarnları daha felsik karakterli kayaçlarla ilişkilidir. Mafik ve felsik kayaç gruplarının birlikte aynı batolit içinde gözlendiği bölgelerde Fe ve Fe-Cu cevherleşmeleri ya mafik plütonların içinde ya da plüton kenarlarına yakın

kesimlerde masif küteler veya cepler halinde yer alırken, W cevherleşmeleri ise plütonun içinde damarlar halinde ve daha felsik kayaçlarla ilişkili olarak bulunmaktadır. Cevherleşmeler çoğunlukla ana yapısal hatları takip etmekte, yaygın metazomatik ve alterasyon zonları içinde bulunmaktadır. Fe-skarn yataklarıyla ilişkili plütonik kayaçların tüm-kayaç jeokimyasal içerikleri, bu plütonların aynı zamanda hem Cu hem de Au potansiyellerinin olduğunu da göstermektedir (Kuşcu ve diğ., 2001; 2002). Bu tür yataklarda (örneğin Çelebi, Kesikköprü (Kırıkkale), Karamadazı (Kayseri), Divriği (Sivas)) demirin yanında retrograd evrelerde kalsit ve kuvars damarları boyunca sülfid cevherleşmelerinin (kalkopirit, malahit, kalkozin, markazit ve pirit) de bulunması veya Sarıkaraman (Ortaköy, Aksaray) bölgesindeki magmatik kayaçlar içinde, ince ağılı damarlar boyunca ve arjilleşmiş yapısal hatlar boyunca gözlenen malahit cevherleşmeleri, bu yatakların bakır potansiyelerini destekler niteliktedir.

Magmatik süreçlerin cevherleşmelerle olan ilişkileri çok az bilinmesine rağmen bu süreçler magmatik kayaçlarla ilişkili veya magmatik kayaçlar içinde gelişen cevherleşmelerin nasıl oluştuğu ile ilgili çok kritik bilgiler içermektedir. Küçük fakat potansiyel olarak çok etkili olan bu süreçlerde subalkalen intrüzyonlarla astenosferik manto kökenli intrüzyonların uzay-zaman bireliliğinde daha da çarpıcıdır (Lang ve Baker, 2001). Keith ve diğerleri (1998), felsik-ortaç kalkalkalen eriyikler içine mafik magma intrüzyonunun porfiri bakır ve molibden cevherleşmelerinin oluşumunda önemli bir rol üstlendiğini öne sürmektedir. Mafik magmaların felsik magmalara etkisi kalkalkalen eriyiklere ya uçucu eklenmesi ya da metallerin getirimi veya kalkalkalen eriyiklerdeki uçucu akışı ve metal taşınmasının hızlandırılması yönündedir. Her iki etki de granitoidlerle ilişkili cevherleşmelerin metalojenezinde oldukça önemlidir. Benzer bir şekilde, bölgedeki Fe-oksit ve bunlarla birlikte bulunan potansiyel Cu-Au cevherleşmelerinin sadece H-tipi monzonitik-“syenitik”(?) kayaçların civarında veya kenarlarında gözlenmesi, Orta Anadolu bölgesinde H-tipi monzonitik birelgin oluşumunda etikili olan mafik magma bileşeninin, bölgedeki cevherleşmelerin oluşumunu ve uzay-zaman içinde dağılımını da kontrol ettiğini ortaya koymaktadır. Öte yandan, felsik ve mafik magmaların intrüzyonuya oluşan hibrid kayaçlarda “intrüzyonla ilişkili altın yatakları”nın bulunması (McCoy ve diğ., 1997; Thompson ve diğ., 1999; Baker ve Lang, 2001; Kuşcu ve diğ., 2002), Orta Anadolu’da magma karışım olaylarının gözleendiği plütonik kayaçlarda potansiyel Cu-Au cevherleşmelerinin aranması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Orta Anadolu, Fe-oksit, Cu-Au, Fe-oksit-Cu-Au, granitoyidle ilişkili cevherleşmeler, çarpışma sonrası H-tipi magmatizma

Post-collisional H-type Granitoid Magmatism in Central Anatolia and Time-space Relation with Fe-oxide Mineralization

Central Anatolia is a polymetallic metallogenic province (Kuşcu and Erler, 1998) hosting mineral deposits of various size and type. Present study concerns with the formation and distribution of the Fe-oxide mineralization in terms of granite metallogeny, and reveals the genetic coexistence of H-type post-collisional granitoid magmatism and Fe-oxide mineralization.

Petrogenesis, evolution and emplacement of the magmatic rocks in central Anatolia indicate a continuous magmatic activity since Late Cretaceous resulting from the collision between Tauride-Anatolide Platform and Pontides (Erler et al., 1991; Geven, 1992{xe "Geven, 1992"}; Göncüoğlu et al., 1993; Akiman et al., 1993; Erler and Bayhan, 1995; Yalınız et al., 1999{xe "Erler and Bayhan, 1996"}). Post-collisional regional extension due to lithospheric delamination or slab break-off during Late Cretaceous-Palaeocene resulted in adiabatic decompression and underplating mafic

magma. This event did not only trigger partial melting within the continental crust and formation of the felsic magmas, but also the intrusion of mafic magmas into the felsic ones. Mixing of felsic and mafic magmas gave way to the formation of complex post-collisional intrusions (67 to 82 Ma) and magma mixing products (Aydin et al., 1998; Yalnız et al., 1999; Gençalioğlu-Kuşcu and Floyd, 2001; Kuşcu et al., 2002, 2001; İlbeli et al., 2001). Post-collisional Central Anatolian plutonic rocks are generally enriched in LILE and LREE compared to HFSE, and have high $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ but low $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratios. These characteristics indicate an enriched mantle source with crustal assimilation and subduction zone components, and complex magma mixing-mingling events (Kadioğlu and Güleç, 1996; Aydin et al., 1998; Gençalioğlu Kuşcu et al., 2001, İlbeli et al., 2001).

Intrusion of these magmas with calc-alkaline and alkaline characteristics resulted in the formation of skarn deposits enriched in Fe-oxide minerals, and Fe-oxide-Cu-Au (?) (IOCG; Kuşcu et al., 2003; Yılmazer et al., 2003) deposits. Plutonic rocks associated with these deposits include 1) I-type (H_{LO}) metaluminous, high-K calc-alkaline monzodiorites to granites with K-feldspar megacrysts, and 2) A-type alkaline monzonitic-syenitic rocks with K-feldspar megacrysts, formed during the late stages of post-collisional magmatism (Boztuğ, 1998). In many cases Occasional W enrichment are also known in most of Fe-oxide deposits. This is related to the heterogeneous distribution of mafic and felsic rocks within the pluton. For instance, W mineralization is related to more felsic rocks, while Fe mineralization is related to the more mafic ones. Fe and Fe-Cu mineralizations occur as massive bodies or lenses within the pluton, or close to pluton margins where felsic and mafic rock groups coexist within the same pluton. W mineralizations on the other hand, are observed as veins within the pluton and are associated to more felsic rocks. Mineralizations are usually controlled by major structural alignments that experienced pervasive metasomatism and alteration. Whole-rock geochemical compositions of plutonic rocks associated with Fe-skarn deposits suggest a possible potential both for Cu and Au (Kuşcu et al., 2001; 2002). Possible Cu potential for these deposits can be based on: 1) presence/occurrence of sulfide mineralizations (chalcopyrite, malachite, chalcosine, marcasite and pyrite) along calcite or quartz veins in retrograde stage (e.g. Çelebi, Kesikköprü (Kirikkale), Karamadazı (Kayseri), Divriği (Sivas)), and 2) malachite mineralizations within stockwork zones and argillic structural lineaments in magmatic rocks within Sarıkaraman (Ortaköy, Aksaray) region.

Although the relation between the mineralizations and magmatic processes is not well known, these processes have significant information on the formation of mineralizations associated with, or developed within the magmatic rocks. The role of mantle derived magmas in these processes is crucial.

Keywords: Central Anatolia, Fe-oxide, Cu-Au, Fe-oxide-Cu-Au, mineralizations associated with granitoids, post-collisional H-type magmatism



Bileylisyayla (Domaniç-Kütahya) Polimetallik Cevherleşmesinin Jeolojisi

Bülent BAYBURTOĞLU, İsmet CENGİZ, Selahattin YILDIRIM, Hayrullah YILDIZ, Cevdet ÇAKIR,
MTA Genel Müdürlüğü

Bileylisyayla (Domaniç-Kütahya) sahası Pontidler ve Anatolidler jeotektonik kuşaklarını sınırlayan KB-GD doğrultulu Eskişehir Fay'ının güneyinde Anatolidler birligi içinde yer alır.

Sahada yüzeyleyen en yaşlı kayaç birimleri Müzeyyen Metamorfitlerine ait Devlez Metabazitleri ve Geyiktepe Mermerleridir. Bunların yaşı Üst Kretase öncesidir. Bu birimler düşey ve yanal yönde birbirine geçlidir. Devlez Metabazitleri amfibolitle birlikte YB/DS mavi şist fasiyesinde oluşmuş çeşitli şistlerden oluşur. Geyiktepe Mermerleri ise Devlez Metabazitleriyle olan dokanaklarına yakın kesimlerde kalkıştır içerir. Paleosen (?) yaşlı Domaniç Granadioriti bu birimler içine sokulum yapar. Granadioriti mermer dokanaklarında yer yer skarn oluşumları görülür. Tam bu birimler Paleosen sonrası (?) yaşta granit porfir dayklarıyla kesilmişlerdir.

Çalışmalar sırasında sahanın 1/5.000 ölçekli jeoloji haritası ve jeokimyasal etüdü yapılmıştır. Bu kapsamda sırt ve yamaçlar boyunca alınan 303 adet toprak örneği ve 58 adet kayaç örneği Au, Ag, Sb, As, Cu, Pb, Zn ve Mo için analiz edilmiş ve her element için dağılım haritası oluşturulmuştur. Buna göre kayaçlarda 7300 ppb, topraklarda ise 1130 ppb'ye varan Au değerleri saptanmıştır. Bu değerler Sb ve As gibi epitermal cevherleşmelerle ilişkin iz bulucu elementlerce desteklenmektedir. Ayrıca Cu, Pb, Zn gibi baz metal değerleri de çok yüksektir. Au elementinin epitermal iz bulucu elementlerle, baz metallerin de kendi aralarında ve Au ile yüksek pozitif korelasyonlar vermeleri epitermal ve porfiri cevherleşmelerin varlığına ilişkin önemli verilerdir.

Sahada iki tip cevherleşme görülür. Bunlardan birincisi Au açısından önemli görülen ve diğer iz bulucu elementlerce de desteklenen epitermal cevherleşmeler, diğeri ise skarnlara ilişkin cevherleşmelerdir. Damar tipi Au cevherleşmeleri genelde KD-GB ve KB-GD gidişli kırık hatları boyunca gelişmiştir. Bunlar çoğunlukla silislesmiş, limonitleşmiş ve manganca zengin zonlar boyunca yoğunlaşmaktadır. Bu zonlar yer yer bresik özellikte olup, kuvars damarcıkları da içerirler. Başlıca cevher mineralleri pirit, kalkopirit, malahit, azurit, spekülarit ve mangan oksit mineralleridir.

Skarn tipi cevherleşmeler granitoyidle mermer dokanaklarında görülür. Yer yer az da olsa Au içeren bu zonlar başlıca epidot, granat, piroksen, tremolit ve aktinolit gibi tipik skarn mineralleri içerirler. Bunların bazı kesimlerinde dissemine pirit de izlenir.

Sahada özellikle baz metallerin (Cu, Pb, Zn) çok yüksek değerler vermesi, az derinde örtülü ve/veya gömülü bir porfiri sistemin varlığını olası kılmaktadır. Yakın çevrede bu tür porfiri cevherleşmelerin bulunması (Sarıçayıryayla-Topukdere, Ayidere, Muratdere ve Tüfekçikonağı) bu olasılığı güçlendirmektedir.

Geology of the Bileylikyayla (Domaniç-Kütahya) Polymetallic Mineralization

The Bileylikyayla (Domaniç-Kütahya) mineralization is located within the Anatolides at the southern side of the NW-striking Eskişehir Fault bordering the Pontides and Anatolides. The Geyiktepe Marbles and Devlez Metabasites of the Müzeyyen Metamorphics are the oldest of the units cropping out in the area. They are of pre-Upper Cretaceous age. They grade into each other laterally and vertically. They have undergone burial metamorphism together. The Devlez Metabasites consist of amphibolites and schists of different compositions, metamorphosed in HP/LT blue schist facies. The Geyiktepe Marbles contain calc-schists at the contacts with the Devlez Metabasites. The Domaniç Granodiorite of Paleocene (?) age intrudes the older units. Skarn formations locally occur at granodiorite marble contacts. All these units were cut by post-Paleocene dykes of granite porphyry.

The 1/5,000 scale geological mapping and geochemical survey was undertaken in the area. A total of 303 soil and 58 rock samples were collected along ridges and at bases of slopes, and were analyzed for Au, Ag, Sb, As, Cu, Pb, Zn and Mo. Based on these analytical results, element distribution maps were produced. Gold values reach up to 7300 ppb in rocks and 1130 ppb in soils. These values are also correlated well with the pathfinder elements like Sb and As which are indicative for an epithermal type of mineralization. In addition, base metal contents (Cu, Pb, Zn) of samples are very high. The fact that gold is closely correlative with some pathfinders of epithermal mineralization and base metals have good positive correlations with each other and gold, may be indicative of epithermal and porphyry systems in the area.

Two types of mineralization can be expected in the area. First one is epithermal type of mineralization, which is also inferred by other pathfinder elements and found promising with respect to gold; the other one is skarn-related mineralization. Vein-type gold mineralization usually occurs in relation to both NE-and NW-trending fractures. They were mostly developed in silicified, limonitized, manganiferous zones. These locally brecciated zones also contain quartz veinlets. Main ore minerals include pyrite, chalcopyrite, malachite, azurite, specularite and various mangan oxides.

Skarn-type mineralization occurs at granitoid-marble contacts. These zones locally containing lesser amounts of gold, chiefly include typical skarn minerals such as epidote, garnet, pyroxene, tremolite and actinolite. Disseminated pyrite is also seen in some portions.

Very high base metal (Cu, Pb, Zn) contents may imply a buried concealed porphyry system at shallow depth. The presence of this type of porphyry systems in nearby areas (Sarıçayı yayla-Topukdere, Ayıdere, Muratdere and Tüfekçikonağı) supports this expectation.

Ayazmant (Ayvalık-Balıkesir) Skarn Tipi Demir Cevherleşmesinin Jeolojisi ve Parajenetik Sekansı

Tolga OYMAN, Fevzi MİNARECİ, Nazım TÜRKNAS, Özkan PIŞKİN

Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
35100 Bornova-İzmir

Kozak Magmatik Kompleksi Batı Anadolu'da Paleosen-Geç Miyosen aralığında etkin olan sıkışma tektoniğinin, kalk-alkali karakterli volkano-plütonek ürünlerinin tipik bir örneğidir. Triyas yaşı metamorfik temel kayalarını kesen Kozak Magmatik Kompleksine ait granitik-granodioritik plüton ve porfirik mikrodioritik-mikrogranodioritik dayklar, masif çevresinde kontak metamorfik cevherleşmelerin oluşmasına neden olmuştur. Kontak metamorfizma zengin bir kalsiyum silikat parajenezi ile karakteristik olup, geniş yayılım sunan endo ve ekzo skarn oluşumlarını meydana getirmiştir. Eksoskarn prograd evrede granat, piroksen, epidot, klorit, aktinolit ve bol cevher mineralleri ile temsil edilirken retrograd evre tremolit, kalsit, amfibolit asbesti parajenezi ile karakteristiktit. Yaygın olarak gözlenen endoskarn aktinolit-tremolit, epidot oluşumlarının yanısıra cevher içeriğine de sahiptir. Manyetit, kalkopirit-kübanit, pirotin, molibdenit, pirit, grafit ve ilmenit ilk cevherleşme fazının ürünleridir. Küçük makaslama zonlarının etkisi ile gelişen deformasyon zonlarında manyetit, hornfels içinde kalemlik şeklinde uzayan toplanımlar ile ayırt edilmektedir. Bu yapıların uzamış eksenlerine dik kesitlerinde helezonik büyümeler gözlenmiştir. Kontak metamorfik fazı izleyen evrede cevherli hidrotermal sıvılar yatak parajenezinin oluşumunda önemli rol oynamıştır. Galen, çinkoblend, kalkopirit, pirit içerikli damarcıkların en son evrenin ürünleri olduğu düşünülmektedir. Kalkopirit-kübanit, oksidasyon-sementasyon kuşağının gelişimi ile birlikte kalkozin-kovellin, nabit bakır, malakit-azurite dönüşürken, hematit ve limonitin(götit), manyetit, pirit ve kalkopiritten dönüştüğü gözlenmiştir. Manyetitle birlikte ayrımlı olarak oluşan eser miktarındaki ilmenit kristalleri rutil, titanit ve lökoksene dönüştüğü izlenmiştir.

Geology and Paragenetic Sequence of Ayazmant (Ayvalık-Balıkesir) Iron Skarn Deposit

Kozak Magmatic Complex is a typical example of the calc-alkali volcano-plutonic products of a compressional tectonic regime which is dominant between Paleogene-Late Miocene in Western Anatolia. Granitic-granodioritic pluton and the porphyritic microdioritic-microgranodioritic dikes of Kozak Magmatic Complex which crosscut the metamorphic basement of Triassic age produced Fe skarns. Contact metamorphism is characteristic with a well-developed calcium-silicate

paragenesis and it forms widespread endoskarn and exoskarn formations. While exoskarn is represented by garnet, pyroxene, epidote, chlorite, actinolite and ore mineral association in prograde stage, the retrograde stage is characteristic with tremolite, calcite, amphibolic asbestos association. Apart from actinolite-tremolite and epidote widespread endoskarn contains oxide and sulphide associations. Magnetite, chalcopyrite-cubanite, pyrrhotite, molybdenite, pyrite, graphite and ilmenite are the products of the early stage. In hornfels elongated pencil shape magnetite occurrences formed in the deformation zones due to shearing. Spiral growth is determined in sections perpendicular to the elongated axis of these structures. In the stage which follows the contact metamorphic phase the ore bearing hydrothermal fluids play an important role in the formation of paragenesis of the deposit. It is thought that galena, blend, chalcopyrite bearing quartz veinlets are the product of this late stage. It has been observed that while chalcopyrite and cubanite transformed to chalcocite-covellite, native Cu and malachite-azurite; magnetite, pyrite and chalcopyrite transformed to hematite and limonite (goethite) during the processes of oxidation-sementation. Rutile, titanite and leucoxene originates from ilmenite which formed as exsolution lamellae with magnetite.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

HİDROJELOJİ OTURUMU

Amasya-Boğaköy-Karlıgöl Kaynağının Karst Hidrojeolojisi

Uğur AKDENİZ, Burcu ERTÜRK, Nihal BAŞARAN

*Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü,
Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı, Ankara*

Bu karst hidrojeolojik etüt ile sulama suyu sıkıntısı yaşayan ve arazilerinin büyük bir kesiminde kuru tarım yapılan Boğaköy'ün 2 km batısında bulunan Karlıgöl kaynağının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Karlıgöl kaynağı Jura-Kretase yaşı karbonatlı kayaçlar ile geçirimsiz özellikteki Eosen yaşı tortul serinin dokanından 574,3 m kotundan çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında Karlıgöl kaynağının hidrodinamik yapısı belirlenmeye çalışılmış ve karstik akiferin yayılımı, derinlik, kalınlık ve hidrolik parametrelerini araştırmak için 5 adet su sondaj kuyusu açılmıştır. Ayrıca su kimyası ve izotop hidrolojisi çalışmaları da yapılmıştır.

Su sıkıntısı yaşayan bölge için önemli bir kaynak olan Karlıgöl kaynağının 1978-2000 yılları arasında yapılmış akım ölçüm değerlerine göre ortalama boşalım katsayısı (Q_{ort}), $7.1 \times 10^{-3} \text{ gün}^{-1}$, ortalama akımı 193 l/s ve debi değişkenlik yüzdesi (Q_d), 58 olduğundan kaynağın debisi ile yıllık boşalttığı su hacminin, yıllık yağış miktarı ve dağılımına bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu değerlere göre Karlıgöl kaynağı oldukça yüksek debili ve debi değişimi fazla olarak tanımlanabilecek bir kaynaktır. Kaynağın ortalama boşalım katsayısının 10^{-3} gün^{-1} mertebesinde olması dolayısıyla, inceleme alanındaki karstlaşmanın orta dereceye yakın olduğu yanı halen devam ettiği söylenebilir. Yeraltısuya dolaşımı kaynağın beslenim sahasında eklemeler, çatlaklar, karstik kanallar boyunca ve yersel dolaşım şeklinde gerçekleşmekte olup, genelde karstik sistemdeki yeraltısuya akımı kuzyeden-güneye doğru KB-GD doğrultulu ana-kırık hattı boyunca olmaktadır. Ancak Karlıgöl kaynağının gerisinde yersel dolaşımdan yaygın dolaşma geçiş görülmekte ve bu bölümde karstik rezervuar oluşumu gözlemlmektedir.

Karlıgöl kaynağının 1970-1999 yılları için hesaplanan ortalama baz akım miktarı $6.09 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ (193 l/s), çizilen grafiksel baz akım analizinden hesaplanan ortalama baz akım miktarı ise $4.43 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}'dır. Yıllık beslenimden gelen suyun miktarı $4.43 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}'ı aşlığında, bunu kaynak rezervuarı düzenleyememekte ve bu durum kaynak debisinde ani artış olarak görülmektedir.$$

Kaynak sularının akışa geçtiği derenin mansabında Bağlıca Göleti yapılmış olup, göletin rezervuar hacmi $1 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'tür. Bu durum göz önüne alınarak ortalama baz akım miktarının %70 emniyetle $3.63 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}'ı yani 35l/s suyun sulama peryodu olan 4 ay boyunca karstik rezervuardan su sondaj kuyuları vasıtası ile çekilerek sulamaya tâhsîs edilmesi uygun görülmüştür.$

İnceleme alanında Karlıgöl kaynağı ve sondaj kuyularında alınan numumeler kalite açısından değerlendirilmiştir. Kaynak ve sondaj kuyu suları C_2S_1 sulama suyu sınıfında olup, orta tuzlu az sodyumlu suları karakterize ederler.

Amasya-Boğaköy-Karlıgöl Spring Karst Hydrogeology

This karst hydrogeologic study aims to develop Karlıgöl spring located at the 2 km west of Boğaköy where water problem is experienced and dry agriculture is done at the large part of the territory. Karlıgöl spring discharge from 574.3 m altitude and at the contact of Jurassic-Cretaceous age carbonate rocks and impervious Eosen age sedimentary unit. This study tries to determine Karlıgöl springs hydrodynamic structure and in this context 5 water bore wells were drilled to research karstic aquifer expansion, depth, thickness and hydraulic parameters.

Karlıgöl spring is an important source for the area which is experience water problem. Because of average discharge coefficient (\bar{Q}_{ave}), $7.1 \times 10^{-3} \text{ day}^{-1}$, average flow 193 l/s and flow variableness percent (Q_d), 58 ,according to flow measurements done between 1978-2000, it can be said that springs discharge and annual discharge volume depend upon annual rain quantitiy and dispersion. According to these values Karlıgöl spring can be defined as rather high flow and flow variableness is high. Because of spring average discharge coefficient is 10^{-3} day^{-1} grade, it can be said that karstification is close to middle grade and continue now in study area. In springs recharge area, groundwater circulation occur along joints, cracks, karstic channels and as a local circulation. Generally groundwater circulation in karstic system is from north to south and along NW-SE direction of main fracture line. But at the back of Karlıgöl spring local circulation is transformed in to widespread circulation and in this area karstic reservoir formation can be seen.

Average base flow of 1970-1999 for Karlıgöl spring was calculated to be about $6.09 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$, (193 l/s) and calculated from graphical base flow analysis was $4.43 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$. When the water amount come from annual recharge exceed $4.43 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$, spring reservoir can not organize water and this situation is seen in spring flow as a sudden increase.

At the downstream of the spring Bağlıca Small Dam was built and the dams reservoir volume is $1 \times 10^6 \text{ m}^3$. In this situation average base flow of %70 with safety was calculated $3.63 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$ (350 l/s). This amount of water can be used in ground irrigation by pumping with water bore wells during 4 months which are irrigation period.

The samples, which were taken from Karlıgöl spring and bore wells in study area, were utilized by quality. Spring and bore wells waters are C_2S_1 irrigation water class and these waters characterize medium salty, rarely sodiac waters.

Tacin (Bünyan-Kayseri) Karst Kaynağının Hidrodinamik Özellikleri

Mehmet EKMEKÇİ*, Uğur AKENİZ**, Türkay COŞKUNER* Doğan YURDAER**

*Hacettepe Üniversitesi, Uluslararası Karst Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi Hidrojeoloji Mühendisliği
Programı, Beytepe Ankara

** DSİ Genel Müdürlüğü, YAS ve Jeoteknik Hiz. Dairesi, Karst Şubesi Yücetepeli Ankara

İleri derecede heterojen ve anizotrop ortamlar oluşturan karstik akiferlerin hidrodinamik davranışlarının kestirilmesi, karstik olmayan ortamlarda geçerli olan yöntemlerin çoğunlukla yetersiz veya geçersiz olması nedeniyle hidrojeolojide önemli bir sorun oluşturur. Hidrojeolojiye ilişkin sorunların çözümü, temelde akiferlerin beslenme-depolama-dolaşım-boşalım ilişkilerinin fiziksel durumu yansıtabilecek şekilde ortaya konmasını gerektirmektedir. Hidrodinamik yapıyı oluşturan beslenme-depolama-dolaşım-boşalım bileşenleri, büyük oranda sistemin sınır koşullarını belirleyen akiferin geometrisi tarafından denetlenmektedir. Karstik olmayan akiferlerde, ortamın genellikle homojen ve izotrop kabul edilebilmesi nedeniyle bir sorun oluşturmayan akifer geometrisi, karstik akiferlerde her bileşen için özel bir çalışma gerektirir. Karstik olmayan akiferlerde homojen ve uniform bir beslenme rejimi tanımlanabilirken, karstik akiferlerde beslenme rejimi morfolojik yapıların yoğunluğu ve dağılımı ile değişebilmekte; depolama doygun zon dışında vadoz zonda da gerçekleştirmekte; dolaşım, yaygın olabildiği gibi Darcy yasasının geçersizleştiği yerel özellikte olabilmekte; boşalım miktar ve kalite açısından zamana bağlı olarak çok büyük aralıklarda değişim göstermektedir. Alansal ve zamansal değişkenliği ileri derecede yüksek olan bu bileşenlerin doğrudan gözlenmesi ve/veya tanımlanması teknik ve mali boyutıyla henüz olanaklı değildir. Bununla birlikte, gözlenmesi gørece kolay olan kaynak boşalımları bir kara-kutu niteliğinde olan akifer sisteminin yukarıda tanımlanan hidrodinamik yapı bileşenlerini tümselel olarak yansitan sistemin bir çıktıısı şeklinde değerlendirilebilmektedir. Bu nedenle, kaynakların debileri ve kimyasal özelliklerinin düzenli bir şekilde gözlenerek kaydedilmesi, karstik akiferlerin etkin yönetimi açısından çok büyük bir önem taşımaktadır.

Kayseri-Bünyan'a bağlı Topsöğüt Köyü sınırları içinde yaklaşık 246 km²'lik bir alana sahip Mesozoyik yaşı allokton kireçtaşı ile Neojen yaşı kırintılı birimlerin dokanından boşalan Tacin kaynağının 1965-1998 yılları arasında minimum, maksimum ve ortalama debileri sırasıyla 0.064 m³/s, 3.506 m³/s ve 1.055 m³/s olarak ölçülmüştür. Akımda gözlenen yüksek varyans katsayısı ($Vc=0.28$) akiferin iyi derecede karstlaşmış olduğu yönünde bir gösterge olarak değerlendirilmiştir. Tacin karst akiferinin beslenme, depolama ve akım gibi dinamik özelliklerinin ortaya konabilmesi amacıyla, kaynak akım hidrografları değerlendirilmiştir. Akım hidrograflarının aldığı şekiller, yağışa karşı farklı tepkiler gösteren farklı akım-dolaşım yollarının varlığına ilişkin göstergeler şeklinde değerlendirilmiştir. Yeraltısu seviyesine bağlı olarak çalışan akım yollarının yarattığı etkiler analiz edilerek Tacin akiferinin ileri derecede heterojen ve anizotropik bir yapıya

sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Kaynakta ölçülen akım hidrografi, genellikle iki farklı akım yolu bileşenine ayrılabildiğini göstermektedir.

Kaynak çekilme analizleri sonucunda, çekilme katsayısının farklı seviye-depolama koşulları altında farklı değerler aldığı belirlenmiştir. Çekilme katsayı 1.3×10^{-3} gün^{-1} ile 2×10^{-2} gün^{-1} arasında değerler almaktadır. Analiz edilen çekilme eğrilerinin yeraltısı seviyesinin değişimine bağlı olarak farklı şekiller alması, akiferin farklı depolama-dolaşım kuşaklarından oluştuğunu göstermektedir. Çekilme eğrisinin genel şeklinden, çekilme katsayısının çekilme dönemi boyunca büyümeye eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu durum, Tacin karst kaynağının bir "taşma" kaynağı olduğu doğrultusunda değerlendirilmiştir. Başka bir ifadeyle, Tacin karst akiferinin boşalımı ancak belirli bir seviyenin üzerinde gerçekleşmektedir.

Çekilme eğrisi analizlerinden ardışık yıllara ilişkin dinamik hacimler hesaplanmış, ardışık yıllara ait dinamik hacim arasındaki farklar akiferin beslenme rejimi açısından değerlendirilmiştir. Dinamik hacimde meydana gelen değişimlerle çalışma alanını temsil eden Akkışla Meteoroloji İstasyonunda ölçülen yağışlar arasında yapılan korelasyon-regresyon alızlerinden, süzülme-beslenme (I) ile toplam yağış (P) arasındaki ilişki,

$$I = 2 \times 10^{-4} P^2$$
 şeklinde bulunmuştur.

Literatürde farklı alanlar için belirlenen ilişkilerde üstel sayı değişmemekte, ancak eğim farklı değerler alabilmektedir. Sözkonusu farklı başlıca nedenleri, akiferin beslenme rejimine birincil derecede etki eden karstik yapıların yoğunluğu ve dağılımı ile toprak-bitki örtüsü varlığı-türü olmakla birlikte, özellikle yağışın şiddeti ve yıl içindeki dağılımının da beslenme rejimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: akifer, beslenme, çekilme, depolama, dolaşım, hidrograf, karst, Kayseri, Tacin,

Hydrodynamic Characteristics of Tacin Karst Spring (Bünyan-Kayseri)

Prediction of hydrodynamic behavior of karstic aquifers is one of the major problems in hydrogeology because in many cases, existing classical methods are either insufficient or invalid due to the fact that karst aquifers form highly heterogeneous and anisotropic media. Basically, solution of hydrogeological problems requires detailed definition of recharge-storage-flow-discharge relations which are controlled mainly by geometrical configuration of the physical system by which boundary conditions can be defined. Aquifer geometry does not create a problem in non-karstic areas where the medium is assumed to be homogeneous and isotropic, whereas it is quite problematic in karst and therefore each system should be treated as a special case. Similarly, recharge regime is usually assumed as homogeneous and uniform over the non-karstic aquifers while, it depends on the intensity and areal distribution of karstic depressions over the area in karst terrains; flow may occur in interstices where it obeys Darcy law or in large conduits where this law is invalid; storage may also be significant at the vadose zone as well as the phreatic zone; and temporal variation of chemical and hydraulic characteristics of discharge may be extremely high. It is almost impossible to directly measure or monitor all these parameters as they are highly varied in space and time. However, it is still possible to consider the karst system as a black-box model and try to characterize its behavior by analyzing the output, namely the discharge. Therefore, it is of vital importance to have regular data of the chemical and hydrologic behavior of karst springs.

Tacin karst spring discharges from the contact between an allochthonous Mesozoic carbonate rock mass of about 246 km^2 and the overlying Neogene clastics, around Topsögüt village of Bünyan-

Kayseri. The minimum, maximum and average discharge rates measured between 1965 and 1998 as 0.064 m³/s, 3.506 m³/s and 1.055 m³/s respectively. The high variance coefficient of flow ($V_c=0.28$) reveals that groundwater flow occurs within open spaces and conduits which also suggests that the carbonate rock mass is well karstified. The discharge rates were analyzed on hydrographs of the spring in order to understand the throughput characteristics of the aquifer. Type and shape of the hydrographs demonstrated the response of the aquifer to precipitation events and gave valuable information about flow paths in the aquifer. The change in response of the spring hydrograph to rainfall for different in high and low water level seasons was interpreted in terms of heterogeneity and anisotropy of the aquifer. Shape of hydrographs suggested that two major flow paths (conduits) may contribute to the spring discharge.

The spring recession analyses revealed that the recession coefficient may have quite different values depending on the varying water level-storage conditions. Its value found to range between coefficient found to have values between 1.3×10^{-3} day⁻¹ and 2×10^{-2} day⁻¹ for the analyzed period. In addition, the shape of the recession on semi-logarithmic paper suggests that the value of tends to increase with time. Based on this, it is possible to postulate that the Tacin karst spring is of overflow-underflow character. Recession curve analyses also allowed computation of dynamic volume of the 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı aquifer for sequential years. Difference in the volumes computed for sequential years were then evaluated in terms of recharge rate and related to the precipitation over the recharge area of the aquifer, as recorded at Akkişla meteorological station. Regression analysis revealed that recharge is related to precipitation as below

$$I = 2 \times 10^{-4} P^2$$

Compared to similar relations given for different areas in the literature, the power of P does not significantly change. However, the slope may change significantly. This change can be accounted for by the differences in type and intensity of precipitation as well as the soil-vegetation cover and type and distribution of karstic features over recharge areas.

Key Words: aquifer, flow, hydrograph, karst, Kayseri, recession, recharge, storage, Tacin,



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Evrik Modelleme Tekniğinin Yeraltısu Akım Modellerinde Kullanımı

Erkan DİŞLİ, Leven TEZCAN

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendiliği 06532 Beytepe

Akifer sistemlerinde yeraltısu akımını tanımlamakta kullanılan hidrolik iletkenlik (K), depolama katsayısı (S), özgül depolama katsayısı (S_s) gibi hidrolik parametreler, bir veya birden fazla pompalama kuyularında yapılan akifer testleri sonucunda elde edilen düşüm - zaman ilişkilerinden, veya analitik yöntemler kullanılarak belirlenmektedir. Bundan dolayı, pompalama denemeleri ile belirlenen akifer parametreleri akiferin ancak pompalama kuyusunun etki yarıçapı içerisindeki alanı temsil edebilmekte veya bazı varsayımlar altında kullanılan analitik yöntemler ise, akım alanındaki belirli fizikal koşullar için geçerli olmaktadır. Bu yüzden hesaplanan parametrelerin geçerliliği, akifer ortamının, kullanılan analitik yöntemin varsayımlarına ne ölçüde uyduğuna bağlı olmaktadır. Evrik modelleme tekniği, akifer ortamının tüm sınır koşullarını, heterojenliğini, düşey ve yatay akım koşullarını ve akiferin değişen hidrojeolojik etkiler altındaki durumunu göz önüne alarak, hidrojeolojik sistem için geliştirilmiş kavramsal yapıya en uygun parametreleri belirler. Bundan dolayı bu çalışmada akifer sistemlerde yeraltısu dolaşımını kontrol eden hidrolik parametrelerinin belirlenmesinde evrik modelleme yöntemi kullanılmış ve bu yöntemin kullanılabilirliği Afyon-Şuhut Ovası hidrojeolojik sistemi üzerinde denenmiştir.

Bu çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada çalışma alanına ait kavramsal hidrojeolojik yapı MODFLOW yeraltısu akım modeli ile modellenmiştir. İkinci aşamada ise PEST optimizasyon programı kullanılarak gözlenen hidrolik yük değerlerini sağlayan model parametreleri MODFLOW modelinin evrik çözümü ile belirlenmiştir.

Kavramsal modeli oluşturmak için Şuhut Ovası'nda açılmış sondaj kuyularına ait kuyu logu bilgileri kullanılarak, kuzey-güney ve doğu-batı doğrultulu jeolojik kesitler çizilerek, yeraltısu dolaşım zonları ve bu zonları sınırlayan geçirimsiz-yarı geçirimsiz birimler belirlenmiştir. Heterojen bir yapı gösteren Şuhut Ovası akiferi düşey akım bileşenini de dikkate almak üzere 4 model katmanına bölünmüştür. Her bir model katmanını oluşturan hidrojeolojik birimler litolojik özellikler göz önüne alınarak 7 farklı zona ayrılmıştır. Her zon kendi içerisinde homojen hidrolik parametreler ile temsil edilmiştir. Kil-silt gibi az geçirimsiz birimler geçirimsiz kabul edilmemiş, düşük iletkenlik değerleri (10^{-7} m/gün) ile temsil edilmiştir. MODFLOW modelinin gerektirdiği girdi ve çıktı dosyaları oluşturulmuş, bu girdi ve çıktı dosyalarında yer alan parametre ve hidrolik yük değerleri doğrusal olmayan evrik optimizasyon yöntemi PEST (Doherty, 1994) programında tanımlanarak çalıştırılmış ve akifer parametre değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan parametreler, model alanında yer alan kuyularda yapılan pompalama denemesi verilerinin Neuman yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu belirlenen hidrolik iletkenlik katsayıları değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bu

karşılaştırıma sonucunda model sonucunda hesaplanan parametre değerleri ile analitik yöntemler ile hesaplanan parametre değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Evrik Modelleme, PEST, MODFLOW, Şuhut Ovası, Hidrolik Parametreler.

Using Inverse Modelling Technique in Groundwater Flow Models

The hydraulic parameters such as hydraulic conductivity (K), storage coefficients (S), and specific storage (S_s) are used to define groundwater flow dynamics in the aquifer systems. In groundwater flow problems, these parameters are generally estimated by the analytical evaluation of the pump tests. These analytical techniques are mainly based on drawdown-time relations of idealized aquifer systems, and thus represent only a portion of the aquifer in the cone of depression of pumping well under the specific hypothesis of the ideal conditions. Thus, the validity of the estimation is dependent on the realization of the hypothesis. Inverse modelling technique estimates the best possible aquifer parameters for a conceptual groundwater model representing all hydrogeologic stresses, boundary conditions, heterogeneity, and the vertical and horizontal flow conditions of aquifer system.

The aim of this study is the estimation of the aquifer hydraulic parameters controlling the groundwater flow by using the inverse modelling technique. The capability of this approach has been tested on the Afyon-Şuhut Plain.

This study consists of two stages. In the first stage, the conceptual hydrogeologic setting of the study area has been transferred into MODFLOW groundwater flow model. In the second stage, the model parameters, which provide the best match between the observed and model-estimated hydraulic head values by using PEST optimization program, have been calculated.

In order to constitute the conceptual model, the geological cross-sections in east-west and north-south directions have been prepared by using the logs of the boreholes in the Şuhut Plain. Thus, a three dimensional representation of the permeable and impermeable units have been prepared. According to the cross sections, the Şuhut aquifer has been discretized into 4 model layers in order to consider the vertical flow component. The model area is composed by 7 hydrogeological zones, which represent the lithological units in each model layer. The hydraulic parameters are assumed as homogeneous within each zone. The low permeability materials such as clay and silt are represented by very low hydraulic conductivity values (10^{-7} m/day), and are not considered as impermeable barrier.

Input and output files of MODFLOW have been prepared and the parameters and hydraulic head values in these files have been identified in PEST (Doherty, 1994) nonlinear inverse optimization program. The aquifer parameters are then estimated by PEST. These parameters have been compared with hydraulic conductivity values estimated by the evaluation of the pumping test data by Neumann analytical method.

Key words: Inverse Modelling, PEST, MODFLOW, Hydraulic Parameters, Şuhut Plain



Afyon Ovası Yeraltısu Akım Modeli

A. Özlem ATILLA

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği Bölümü, 06532, Beytepe-ANKARA

Afyon ili tarım ve hayvancılık açısından önemli bir konuma sahiptir. Afyon Ovasında geçtiğimiz bir kaç on yıl içinde artan gereksinime bağlı olarak gittikçe artan miktarlarda yeraltısu çekilmiş ve bu uygulamaya paralel olarak piyezometrik seviyede düşümler ve su kalitesinde bozulmalar gözlenmiştir. Termal akifer sisteminden kaynaklandığı düşünülen bu kalite bozulmaları, sıcak suları karakterize eden Na, Cl, Li, Br vb. kimyasal parametrelerde soğuk su kuyularında da yüksek oranlarda rastlanması ile belirlenmiştir.

Bu koşullar altında ovada yoğun olarak çekimin artması sonucu meydana gelecek etkilerin öngörülmesi ovadaki yeraltısu konumunun bugünkü durumunun ortaya konması ile mümkün olabilecektir. Bu amaca yönelik olarak, ovadaki yeraltısu akımı MODFLOW (Modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model) matematiksel modeli aracılığıyla benzeştirilmiş, ovadaki hidrolik yük dağılıminin yer ve zaman içindeki yayılımı belirlenmiştir. Beslenme – boşalım ilişkileri, sınır koşulları etkileri bu model ile ortaya konmuştur. Model süresi yeraltısu kullanımının başladığı 1966 yılından 1 yıl öncesinde (1965) başlatılmış, seviye ve kalite gözlemlerinin yapıldığı 1998 yılına kadar sürdürülmüştür. Modelde zaman birimi gün olarak seçilmiştir. Modelin kalibrasyonunda evrik modelleme yöntemi uygulanmıştır. Model kalibre edildikten sonra hassasiyet analizleri yapılmıştır.

Ova genelinde hidrolik yük dağılımı ovanın KB kısmından GD kısmına doğru azalmaktadır. Benzeşim sonuçlarında, özellikle çekimin yoğun olarak başladığı 1976 yılından sonra ve önemli ölçüde arttığı 1990 yılından sonra piyezometrik seviyelerdeki düşüş dikkat çekmektedir. 1965 yılından 1998 yılına kadar ovanın bazı kesimlerinde 5 – 10 m'lik düşümler olduğu belirlenmiştir.

Kalite bozulmalarının önlenmesi için yeraltısu kullanımının doğal hidrolik denge koşullarını bozmayacak şekilde düzenlenmesi ve kontrollsüz çekimlerin durdurulması gerekmektedir.

Groundwater Flow Model of Afyon Plain

The agriculture and cattle-breeding are significant activities in the city of Afyon. Extensive groundwater exploitation over the last two decades has resulted in piezometric level decline and water quality degradation in the fresh water aquifer in the Afyon Plain. This degradation is identified by some chemical parameters such as Cl, Li, Br, detected in groundwater, which are characterizing the mixing of the thermal waters.

Under these conditions, the prediction of the consequences of the overexploitation requires the identification of the current head distribution. For this purpose, the spatial and temporal extent of the hydraulic head over the plain is simulated by MODFLOW (Modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model). The effect of the recharge-discharge relations and the boundary conditions was determined by the model. The groundwater system is simulated from the beginning of the year of 1965 to the end of 1998, and the time unit was selected as a day. The model is calibrated by means of inverse modeling, and a sensitivity analysis was performed after this calibration.

The hydraulic head distribution declines from NW to SE over the plain. The model shows that there is an increase in the decline of the piezometric levels after the year 1976 when an intensive groundwater exploitation is started, and after 1990 when the exploitation is considerably increased. It is simulated that the hydraulic head is decreased 5 to 10 m in some parts of the plain from the year 1965 to 1998.

Prevention of water quality degradation requires that the ground water usage should be regulated to establish the natural hydraulic balance and, the termination of the uncontrolled ground water exploitation.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Sızır (Gemerek-Sivas) ve Çevresinin Yüzey Örtüsü Süzülme Kapasitesi (YÖS) Haritası

Türkay COŞKUNER

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği 06532 Beytepe

Süzülme; etkin yağış, eğim, yüzey yapıları, faylanma ve kırık-çatlak yoğunluğu, karstik yapılar ve yüzey litolojisi gibi bir takım meteorolojik, hidrojeolojik ve topografik parametrelere bağlıdır. Yeraltısuyu bütçe hesabında, süzülme miktarı litolojik birimlerin sahip olabilecekleri süzülme oranı öngörüsü ile yapılmaktadır. Karstik ortamlarda ise bütçe hesabı kaynak boşalm analizler ve etkin yağış arasında denge kurularak yapılır. Yeraltısuyu koruması ve yönetimi gibi konularda kullanmak üzere, gerçek süzülme miktarına gerek duyulmadan süzülme haritaları oluşturulabilir. Bu haritalar Yüzey Örtüsü Süzülme Kapasitesi (YÖS) İndisi olarak adlandırılan bağıl bir indis sistemi kullanılarak hazırlanır. YÖS indisleri bazı litolojik, yapısal, hidrolojik ve morfolojik faktörlere bağlıdır. Bu yaklaşımada geçen “süzülme kapasitesi” terimi sadece, suyun yüzeyaltına sızabilirliliğinin bağıl ifadesi olarak kullanılmıştır.

Sunulan çalışmada, Sivas, Yozgat ve Kayseri illeri sınırları içerisinde olan, Sızır kaynaklarının bağlı olduğu Ayanözü Deresi havzasını da içine alan 694 km²lik alanda, Yüzey Örtüsü Süzülme Kapasitesi (YÖS) İndis Sistemi kullanılarak süzülme kapasitesi haritalanmıştır.

YÖS indis değerlerinin tesbit edilebilmesi için gerekli veriler bu topografik haritalardan ve bölgeye ait jeoloji hartalarından elde edilmiştir. 1/25000'lik haritalarda bulunan grid sisteminin oluşturduğu 1 km²lik kareler kullanılarak her karesel hücreye ait YÖS indis değerleri hesaplanmıştır. YÖS indis değerlerinin hesaplanması yüzey litolojisi (SL), çizgisel yapılar (L), karstik yapılar (KF) ve drenaj yoğunluğu (DD) gibi bazı litolojik, yapısal, hidrolojik ve morfolojik parametreler kullanılmaktadır.

Her 1 km²lik hücresel alanlar içindeki yüzey litolojilerinin (SL) alansal büyüklükleri bulunup, her litolojinin hidrojeolojik özellikleri göz önüne alınarak her hücrenin SL oran değeri hesaplanmıştır. Buna göre çalışma alanının %14,5'i geçirimsiz karakterli olup daha çok bölgenin kuzeybatı ve kuzeyinde yer almaktadır. Geçirimli hücreler çalışma alanının %33,5'ini kaplamaktadır, daha çok güney kesimlerde yayılım göstermektedir. Yarıgeçirimli karaktere sahip hücreler ise kuzey, kuzeydoğu, orta ve güneybatı kesimlerdedir ve çalışma alanının %52'sini kaplamaktadır.

Cizgisel yapılar (L) olarak nitelendirdiğimiz fay sistemleri alanın kuzeydoğusundan güneybatısına doğru uzanan bir zon boyunca yoğun bir şekilde bulunmaktadır. Burada oluşmuş fay sistemleri genelde doğrultu atımlı faylardan oluşmaktadır, gözlenen hakim doğrultu kuzeybatı-güneydoğudur. Her hücresel alan içindeki fayların uzunlukları ölçülebilir ve sınıflandırılmış ve her hücreye ait bir L oran katsayısı atanmıştır.

Topografik haritalardan yararlanılarak çalışma alanındaki her hücresel alan içindeki drenaj uzunlukları ölçülebilir ve sınıflandırılmış ve L'de olduğu gibi her hücreye bir oran katsayısı atanmıştır.

Sonuç olarak; her hücresel alan için tesbit edilmiş olan parametrelere ait oran katsayıları, parametrelerin "süzülme" olgusundaki etkisine göre ağırlıklandırılarak YÖS indis değerleri bulunmuştur (Tezcan & Ekmekçi, 2002). Buna göre çalışma alanının %1,44'ü süzülmeye olanak vermeyen alanlardır. Çalışma alanının %24,35'lik kesimde "çok düşük süzülme" ve %39,91'inde "düşük süzülme" gözlenmiştir. "Orta derecede süzülmeye" sahip hücreler daha çok Sızır Kasabası çevresinde olup bölgenin %33,72'sini kaplamaktadır. Alanın %0,58'inde ise yüksek süzülme belirlenmiştir.

Buna göre Sızır kaynakları potansiyeline en yüksek katkının güney, güneydoğu ve doğudan geldiği ileri sürülebilir.

Anahtar kelimeler: Süzülme, Yüzey Örtüsü Süzülme Kapasitesi İndisi, Çizgisellik, Drenaj Yoğunluğu.

Surface Cover Infiltration (SCI) Map of Sızır (Gemerek-Sivas) and Surrounding Area

The actual infiltration depends on several meteorological, hydrogeological and topographical parameters such as effective rainfall, slope and cover of the terrain, facure intensity, karstic features and the lithology underlying the surface cover. As a common approach to assess the infiltration ratio in ground water budget calculations, the hydrogeological properties of the lithological units are considered as the primary factor controlling the phenomenon. The main balance approach is employed in karstic areas by spring flow analyses related to effective precipitation. However, it is also possible to produce relative infiltration maps that can be used in ground water manegement and protection studies without requiring any absolute value of infiltration. The Surface Cover İnfiltreasion (SCI) İndex is a promising method of producing this type of maps. The SCI index relatives some lithologic, structural, hydrologic and morphologic parameters to assess the infiltration ability rather than an infiltration capasity value.

In this study, a SCI map is prepared for the Ayanözü Stream basin having an area of 694 km² which includes the Sızır Karst springs. The area is located in the provinces of Sivas, Yozgat and Kayseri.

Datas for required by SCI methot were obtained from topographical and geological maps of the area. The SCI index was calculated for each grid on the maphaving an area of 1 km², on the basis of 1/25000 scale. The SCI index is calculated by weighting and rating the surface lithology (SL), linement (L), karstic feature (KF) and drenage density (DD). The SL is defined by weighted avarage of the lithologies that crop out at each 1 km² grid. Based on this calculation 14,5% of the area was found to be covered by impervious units where are 33,5% of the area is overlaid by pervious unites. The rest of 52% is of semipervious character.

Fault and fault zone extending NE-SW are defined as linements (L) and evaluated for each grid measuring their lengths within the grids. Simlarly the drenage density (DD) was calculated for each grid based on the pattern identified on the topographic maps of 1/25000 scale.

All these parameters were related to a SCI index by assigning a specific weghts and rates as defined by Tezcan & Ekmekçi (2002). The output map of SCI index revealed that only 1,44% of the study area was covered by a covér of no infiltration ability while 24,35% of the surface cover was defined as having very low infiltration ability. 39,91% of the area is of low and 33,72% of moderate infiltration ability. 0,58 of the area is high infiltration ability. Based on this result it is possible to postulate that the maximum contribution to the ground water reservoir is supplied from the southern, southeastern and eastern parts of the area.

Key words: İnfiltreasion, Surface Cover Infiltration İndex, Linement, Drenage Density.

Değirmendere (Trabzon) Havzasında Tatlı Ve Mineralli Su Olanakları

Fatma GÜLTEKİN, Arzu Fırat ERSOY, Remzi DİLEK

Karadeniz Teknik Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü 61080 Trabzon

fatma@ktu.edu.tr firat@ktu.edu.tr dilek@ktu.edu.tr

Değirmendere Zigana Dağı zirvesinden başlayarak Trabzon İl merkezinde Karadeniz'e dökülen, 1061 km² drenaj alanına sahip ve Trabzon İli'nin içme kullanma suyunu sağlayan önemli bir akarsudur. Karadeniz ikliminin hüküm sürdüğü bölgede her mevsim yağışlı ve ılımandır. Havzadaki en önemli su kaynağı Değirmendere alüvyonlarının içerdiği yeraltı suyuudur. Ancak havzanın yüksek kotlarında genellikle yakın yerleşim yerlerinin kullandığı tatlı su kaynakları da mevcuttur. Ayrıca farklı noktalarda da gaz içerikli mineralli sular bulunmaktadır. Bu mineralli su kaynaklarının çoğu kaynak şeklinde, bir kısmı ise Değirmendere'nin yan kollarını oluşturan vadilerde yapılan sondajlarla ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada havzada yer alan bu mineralli su kaynaklarının hidrojeolojik ve hidrokimyasal özellikleri araştırılmış ve havzadaki tatlı su kaynaklarına olan benzerlikleri de belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için sulardan örnekler alınarak analizleri yapılmış ve sularla çevre kayaçlarının ilişkisi ortaya koymaya çalışılmıştır. Özellikle mineralli su kaynaklarının detaylı analizleri yapılarak, standartlara uygunlukları ve uygun olanların ekonomiye kazandırılması amaçlanmıştır.

Değirmendere Havzası'nda Erken Jura-Kuvaterner zaman aralığında oluşmuş kayaçlar yüzeylenmektedir. Havzadaki en eski birim Liyas yaşı bazalt, andezit, dasit lav ve piroklastları ile kırmızı kumlu kireçtaşlarından oluşan Hamurkesen Formasyonu'dur. Üzerine gelen resifal kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve çörtülü kireçtaşlarından oluşan Berdiga Formasyonu Geç Jura-Erken Kretase yaşıdır. Havzada Geç Kretase-Paleosen yaşı volkanik karakterli beş faklı birim yer alır. Bunlar kumtaşı, killi kireçtaşı ve silttaşlı arakatkılı bazalt-andezitlerinden oluşan Çatak Formasyonu, riyodasit ve dasitlerden oluşan Kızılkaya Formasyonu, çamurtaşı, kumtaşı aratabakalı bazalt ve andezitlerinden oluşan Çağlayan Formasyonu, riyolit ve riyodasitlerden oluşan Çayırbağ Formasyonu ve kumtaşı, marn, şeyl, killi kireçtaşından oluşan Bakırköy Formasyonlarıdır. Değirmendere Havzasında Eosen kumtaşı, kumlu kireçtaşı aratabakalı andezit-bazaltların oluşturduğu Kabaköy Formasyonu ile temsil edilir. Bu istif içerisinde Kaçkar Granitoyidi zaman zaman sokulum yapmıştır. En genç birimler ise hala oluşumları devam eden yamaç molozları ve alüvyonlardır.

Havzada bulunan tatlı su kaynakları genellikle tarım alanı (findik bahçeleri) içerisinde yer aldığından kirlenmeye maruz kalmışlardır. Çokgenlukla Ca ve HCO₃ iyonlarının baskın olduğu sularda organik kirlenmenin yanı sıra Pb, Cu, Cr gibi ağır metaller de bulunmaktadır. Bu tür kaynakların kullanılabilmesi için kaynak çevrelerinde koruma alanları belirlenerek bu alanlardan kırletici unsurların uzak tutulması gereklidir. Ayrıca Değirmendere alüvyonlarının dışında tatlı su içeren, Değirmenderenin yan kollarını oluşturan dere vadileri bulunmaktadır. Bu vadilerde gerek yamaç molozlarında gerekse alüvyonlarda açılan sondaj kuyularından içme ve kullanmaya uygun sular elde edilmektedir (Aşağımahalle deresi gibi).

Değirmendere Havzasında fay hatlarına bağlı olarak yüzeye mineralli su kaynaklarından Akoluk ve Yanlıca kaynakları yamaç boyunca farklı noktalardan boşalan kaynak grubu şeklinde diğerleri ise

tek bir kaynak şeklindedir. Mineralli su kaynaklarını genel olarak değerlendirdiğimizde Na⁺, Ca ve HCO₃⁻ iyonlarının baskın oldukları, pH değerlerinin 5.78-6.20, sertliklerinin 28-45.5 °F arasında olduğu, Değirmendere alüvyonlarının içerdiği yer altı suyu ve tatlı su kaynakları ile major iyonları bakımından benzerlik gösterdikleri belirlenmiştir. Sondaj kuyusundan alınan mineralli suyun ise genel olarak yeraltı suyu kimyasına benzer bileşime sahip ancak Na⁺ değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Mineralli suların içerdikleri sağlık açısından zararlı bileşenlerden Pb ve Cd açısından içme sınırı üzerinde değerlere sahip oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Değirmendere Havzası, mineralli su, su kimyası, koruma alanları

Fresh and Mineral Water Potential in the Değirmendere Basin (Trabzon)

Değirmendere with 1061 km² drainage area originates from the peak of the Zigana Mountain. It reaches to Karadeniz in Trabzon Province, and it is a significant river for drinking and using water of Trabzon City. The region having Karadeniz climate has rainy and warm trough season. The most vital water source in the basin is groundwater in the Değirmendere alluvial basin. Furthermore, fresh water springs, which used by near villages are seen toward the high elevation. The mineral water with gases are also available in different locations. The most of them are springs, and some were obtained by drilling in the Değirmendere Valley. In this study, hydrogeological and hydrochemical properties of mineral water springs in the basin were investigated, compared with other fresh water springs. The water samples were collected and analysed to find out these properties, and the relationship between waters and wallrocks was determined. Mineral waters were analysed in detail, and suitability of the waters for standards were examined and for assessment.

In the Değirmendere basin, Early Jurassic to Quaternary lithologies are present. The oldest unit is Liassic Hamurkesen Formation consisting of basalt, andesite, dasite and their pyroclastic with red sandy limestones. Jurassic-Early Cretaceous Berdiga Formation contains reefal limestones, sandy limestone and cherty limestones is Late. In the basin, the five different formation with Late Cretaceous-Paleocene age are: Çatak Formation consisting of basalt, andesite with sandstone, clayey limestones and siltstones, Kızılıkaya Formation containing rhyodacite and dacites, Çağlayan Formation consisting of basalt, andesite with sandstone and mudstones, Çayırbağ Formation containing rhyolite, rhyodacite and, Bakırköy Formation consisting of sandstone, marl, shale and clayey limestones. Eocene is represented by Kabaköy Formation containing andesite, basalt with sandstone and sandy limestone. Kaçkar Granitoid cross cut all these formations. The youngest lithologies are alluvium and talus.

Hence the fresh water springs are located in agricultural land, they have been exposed to contaminate. The waters enriched in Ca and HCO₃⁻ have organic pollution, and they include heavy metals such as Pb, Cu, Cr. In order to use the springs, the protection areas should be determined around the springs, and the pollutant transport should be hamper toward the protection areas. Değirmendere alluvium includes fresh water, the other river valleys of Değirmendere also include fresh water. Drinking and using water have been obtained (Aşağımahalle River) from the drilling well in talus and alluvium in these valley,

Of all mineral springs related to fault lines, Akoluk and Yanlıca Springs, having a few different outlets is in spring groups in the Değirmendere Basin. The other springs have only one outlet. Mineral waters enriched in Na, Ca and HCO₃⁻ have usually pH values 5.78-6.20 and 28-45.5 °F in hardness. Groundwater in Değirmendere alluvium resembles to fresh water springs as a point of major ions. Mineral water obtained by drilling indicates groundwater chemistry, but has more Na content than groundwater. Mineral waters are not suitable for water standards due to high Pb and Cd.

Key Words: Değirmendere Basin, mineral water, water chemistry, protection areas

Mersin-Tarsus Bölgesi Kıyı ve Yamaç Akiferlerinin Yeraltısuyu Kimyası

Zübeyde HATİPOĞLU, Serdar BAYARI

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe 06532 Ankara

Bu çalışmada Elvanlı Karakuz Dere ile Tarsus Berdan Nehri arasında yer alan Kıyı ve Yamaç akiferlerinin yeraltısuyu kimyası hakkındaki ön bulgular sunulmaktadır. Söz konusu bölgede, deniz kıyısı boyunca uzanan ova Kıyı akiferi, bunun kuzeyinde, Toros dağlarının yamaçlarında yer alan akifer ise Yamaç akiferi olarak adlandırılmıştır. Yüzey alanı ve kalınlığı doğudan batıya azalan Kıyı akiferi, Miyosen sonrası dönemlere ait alüvyal malzemenin birikmesi ile oluşmuş bir fan-delta ortamında temsil edilmektedir. Yamaç akiferi ise Kuvaterner yaşı kaliş, Miyosen yaşı kireçtaş-kumtaşı-kiltaşı-marn-konglomera ardalanmasından oluşan birimler içermektedir. Bu çalışmadaki değerlendirmeler Kıyı ve Yamaç akiferlerine ait kaynak ve kuyuları kapsayan 57 noktada Eylül 2001 ve Eylül 2002 dönemlerinde gerçekleştirilen yerinde ölçütler ile derlenen su örneklerinin kimyasal analizlerini kapsamaktadır. Majör iyon analiz sonuçları yeraltısuyu kimyasının alansal olarak oldukça değişken olduğunu, buna karşın, aynı noktaların farklı zamanlardaki bileşimleri arasında önemli bir farklılık olmadığını göstermektedir. Özgül elektriksel iletkenlik değerlerleri $250 \mu\text{s}/\text{cm}$ ile $12000 \mu\text{s}/\text{cm}$ arasında değişmekte olup en yüksek iletkenlik değeri ($12000 \mu\text{s}/\text{cm}$) Miyosen birimleri içindeki, %85 oranında Na ve Cl iyonlarından oluşan İçmeler sıcak su kuyusunda gözlenmiştir. Genel olarak, özgül elektriksel iletkenlik değeri 250 ile $1000 \mu\text{s}/\text{cm}$ arasında değişmekte, deniz suyu girişiminin ya da jips çözünmesinin etkili olduğu kesimlerde $1500 \text{ }\ddot{\text{l}}\text{s}/\text{cm}^2$ 'ye ulaşan değerler gözlelmektedir. Yeraltısuyu sıcaklığı 20 - 30°C arasında değişmekte olup, gözlenen değerlerin coğunuğu 20 - 25°C arasındadır. En yüksek değer 40°C ile İçmeler sıcak su kuyusunda gözlenmiştir. Yeraltısuyu pH değerleri 6.3 ile 8.6 arasında değişmekte olup, gözlenen değerlerin coğunuğu 7.5 pH birimi dolayındadır.

Gerek Kıyı, gerekse Yamaç akiferlerinde hakim hidrokimyasal fasiyes $\text{Ca}-\text{CO}_3$ olup, aşırı çekime bağlı tuzlu su girişiminin etkili olduğu kesimlerde $\text{Ca}-\text{Cl}_2$ ve $\text{Na}-\text{Cl}$ fasiyeleri de gözlelmektedir. Bazı alanlarda tuzlanmış Kıyı akiferinin doğal yollarla yıkanmasına bağlı olarak $\text{Na}-\text{HCO}_3$ fasiyelerinin gelişmekte olduğu da gözlelmektedir.

Bölgesel yeraltısuyu kalitesi azot ve fosfat türevleri açısından genel olarak iyi durumda olmakla birlikte noktasal olarak evsel atıklar ve tarımsal faaliyetler ile ilgili olduğu düşünülen yüksek NO_2 , NO_3 , NH_3 ve PO_4 değerlerine rastlanmaktadır.

Groundwater Chemistry of Coastal and Hillside Aquifers of Mersin-Tarsus Region

Preliminary observations on groundwater chemistry of Coastal and Hillside aquifers extending between Elvanlı Karakuz stream and Tarsus Berdan River are presented. Coastal and Hillside aquifers represent the groundwater systems extending along the seacoast and along the hillside of Taurids Mountains at the north, respectively. The coastal aquifer, with decreasing surface area from east to west, comprises of post-Miocene sediments of fan-delta type alluvial deposition system. The Hillside aquifer includes Quaternary caliche and the intercalation of limestone, sandstone, clay stone, marl and conglomerate of Miocene. Evaluations in this study are based on field and laboratory data, collected from 57 well/spring sites of Coastal and Hillside aquifers in September 2001 and September 2002. Major ion data of both periods indicate a spatially varying hydrochemistry while, point wise observations do not deviate significantly between periods. Observed specific electrical conductivity varies between 250 $\mu\text{s}/\text{cm}$ and 12000 $\mu\text{s}/\text{cm}$, with highest value belonging to İğmeler hot water well in which, Na and Cl. comprise of 85 % of total major ions. In general specific electrical conductivity range between 250 $\Omega\text{s}/\text{cm}$ and 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$, and values approaching 1500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ are observed in sites where gypsum dissolution of seawater intrusion is operative. Groundwater temperature ranges between 20°C and 30°C, except hot water well where it is 40°C. Many of the observed values are between 20°C and 25°C. The pH values scatter between 6.3 and 8.6, and the average value is around 7.5 pH unit.

The dominant hydrochemical facies in both aquifers is Ca-CO₃ while, Ca-Cl₂ and Na-Cl facies exist in places where seawater intrusion is in effect. Na-HCO₃ facies is observed in some places where natural flushing out of already salted Coastal aquifer. Although, the regional groundwater quality in terms of nitrogen and phosphorus derivatives is good, elevated, point wise NO₂, NO₃, NH₃ and PO₄ observations suggest contamination due to leakage from septic tanks and/or from cultivated lands.



Ayrancılar (Çaldırın -Van) Sahasının Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları

Servet AÇIKGÖZ, Ergun MANAV

MTA Genel Müdürlüğü-Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi

Çalışma Alanını da içine alan Doğu Anadolu'da Orta Miyosen'de kıta-kıta çarşımı ile başlayan Neotektonik dönemde, çarşımaya bağlı olarak gelişen sıkışma tektonik rejimi bölgenin genel anlamda jeodinamik evrimini büyük ölçüde belirlemiştir. Bu tektonik rejime bağlı olarak bölgede kuramsal modele uygun bir şekilde; DKD-BGB doğrultulu sol yönlü, BKB-DGD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar, K-G yönlü açılma çatlakları, D-B yönlü kıvrımlar, yüksek açılı bindirmeler, doğrultu atım egemenliğinde havzalar ve basınç sırtları gelişmiştir. BKB-DGD doğrultulu yaklaşık 50 km uzanıma sahip sağ yönlü doğrultu atımlı Çaldırın fayı inceleme alanın en önemli yapısal unsurudur.

Sıkışma tektoniğinin etkisi altında gelişen neotektonik döneme ait yapısal unsurların kontrolünde gelişen ana hatları izleyerek çıkan neovulkanizma, çarşım ile kökensel ilişkilidir (collision related). Doğu Anadolu'da kalınlaşan kabuğun alt kısımlarının kısmi ergimesi (partial melting) sonucu oluşan magma ile üst manto malzemesinin karışım ürünü genç volkanitler geniş bir yayılıma sahip olup alkali ve kalkalkali niteliktedir.

Neotektonizma ve Neovulkanizmanın etkin olduğu alanda gelişen jeotermal sahalarda 20-61 °C arasında sıcaklığı sahip çok sayıda kaynaktan jeotermal akışkan boşalım yapmaktadır. Alınan sıcak su örneklerinden SiO_2 jeotermometresine göre; 95-112 °C arasında hazırla kaya sıcaklıklar hesaplanmıştır. Sahadaki volkanik etkinlikler sahanın kuramsal jeotermal modelini ortaya koyan parametrelerden ısıtıcı ile ilgili veriler vermektedir. Ayrancılar sahasında volkanik stratigrafi içerisinde yer alan litolojiler gerek kristal yapısı gerekse de litolojik özellikleri nedeniyle, özellikle de kırıklı ve gözenekli Tendürek volkanizması ürünü lav seviyeleri, kaynakların yakınılarında gözlemlenen dasitik domlar hem yapısal hem de litolojik özellikleri ile iyi hazırla kaya özelliklerini taşırlar.

Bu özellikleri taşıyan sahanın, geliştirilmesi sonucunda yüksek entalpili bir jeotermal saha olma potansiyeli mevcuttur.

Anahtar kelimeler: Neotektonizma, Neovulkanizma, Çaldırın, Ayrancılar, Van, Yüksek Entalpili Jeotermal Alan

Geology and Geothermal Energy Potential of The Ayrancılar (Çaldırın-Van) Area (Eastern Anatolia)

In Eastern Anatolia comprising the investigated area, in the Middle Miocene in the Neotectonic period starting with continent-continent collision, the compressional tectonic regime developed as a result of collision, has greatly determined the geodynamic evolution of the region in general. Depending on this tectonic regime, in the region ENE-WSW trending left lateral strike slip fault with tensional components, NW-SE trending right lateral strike slip fault with thrust components, N-S trending tensional fractures, E-W trending folds, E-W trending high angle thrusts, pressure ridge and basins under the dominance of strike slip (pull-apart) have developed in accordance with the conceptual model. The NW-SE trending Çaldırın fault having an extension of approximately 50 km and being right trending right strike slip fault is the important structural element in the investigated area.

Neovolcanism accompanied the neotectonic regime following the main lines developed under the control of structural elements of the neotectonic period developed under the influence of the compressional tectonic regime is collision related. The young volcanics being a mixture product of the upper mantle material and magma formed as a result of partial melting of the lower parts of the thickened in East Anatolia are widely spread and have alkaline and calc-alkaline characteristics.

In geothermal areas developed in the area where neotectonism and neovolcanism is efficient, geothermal fluids from many sources from many sources having a temperature of 20-61 °C are discharge. According to the SiO₂ geothermometer of the hot water samples taken; reservoir rock temperatures ranging from 95 °C to 112 °C have been calculated. Volcanic activities in the region give data related to heat, which is one of the parameters putting forward the conceptual geothermal model of the area. The lithologies taking place within the volcanic stratigraphy in the Ayrancılar area have because of both the crystal structure and the lithologic properties, especially lava levels being a product of fractured and porous Tendürek volcanism product, dacitic domes observed near sources, good reservoir rock properties with their both structural and lithologic characteristics.

The area having these properties has a potential of being a geothermal area of high enthalpy if it is developed.

Key words: Neotectonism, neovolcanism, Çaldırın, Ayrancılar, Van, geothermal area of high enthalpy

Afyon Ömer-Gecek Jeotermal Sahası İşı Taşınım Modeli

Berrin AKAN

*Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği Bölümü, 06532, Beytepe, Ankara.*

Jeotermal enerji üzerine yapılan araştırmaların artmasına paralel olarak gözenekli ortamlarda tek ve iki fazlı akışkan akımı ve ısı taşınımının benzeştirilmesi konusunda büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Son yıllarda matematiksel modeller yardımıyla jeotermal alanların modellenmesi yoğun olarak çalışılan bir konudur. Bu modeller, jeotermal alanların kavramsal modellerinin geliştirilmesi ve doğruluğunun kanıtlanması için kullanıldığı gibi, rezervuarın potansiyelinin belirlenmesi ve yenilenebilir enerjinin miktarı ve yenilenme hızı konusunda tahmin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında Türkiye'nin önemli jeotermal alanlarından biri olan Afyon Ömer-Gecek jeotermal alanı, Kipp (1987) tarafından geliştirilen tek fazlı sonlu farklar modeli olan HST3D model programı kullanılarak modellenmiştir. HST3D, bir ısı ve kütle taşınım modeli olup yeraltı suyu akımı ve bununla bağlantılı olarak ısı ve kütle taşınımını üç boyutlu olarak benzeştirmektedir. Modelde, içsel boşluk hızı, basınç, sıcaklık ve çözünmüş kütle oranına bağlı olarak akışkan yoğunluğu ve akışkan viskozitesinin birleştirilmesi ile elde edilen üç temel eşitliğin çözümü esas alınmaktadır. Eşitliklerin çözümünde sonlu farklar teknigi kullanılmaktadır. Modelde kullanılan sınır koşulları, sabit değer, sabit akı, akifer ve yüzey suları sızması ve ısı iletimini kapsamakta olup tüm sınır koşulları zamanın fonksiyonudur. Afyon Ömer-Gecek jeotermal alanında MTA başta olmak üzere çeşitli kuruluşlar tarafından açılmış çok sayıda sıcak su kuyusu bulunmaktadır. Bu kuyulardan, 48-98 °C sıcaklıkta ve 4-100 l/s debi ile sıcak su elde edilmektedir. Afyon İl Özel İdaresi tarafından oluşturulan AFJET (Afyon Jeotermal Isıtma Tesisleri) şirketi, Afyon kentinin jeotermal enerji ile ısıtmasına yönelik olarak çok sayıda derin sondaj kuyusu aracılığı ile bölgedeki sıcak sulardan yararlanmaktadır. Bölgede yer alan kuyuların birbirine çok yakın olması kuyular arasında girişime ve sıcaklık düşüşlerine neden olmaktadır. Sıcak su akiferini Paleozoyik yaşı Afyon metamorfitleri oluşturmaktadır. Permeabilite değeri düşük olan ve oldukça kırıklı ve çatlaklı bir yapı gösteren bu birim, eklem, kırık ve çatlakları içinde sıcak yeraltı suyu bulundurmaktadır. Bu çalışma kapsamında sıcak su dolaşım sistemini ortaya koymak, mevcut işletme koşullarının sistem üzerindeki etkisini göstermek ve olası reenjeksiyon faaliyetlerinin sistemde meydana getireceği değişiklikleri öngörmek amacıyla sıcak su akiferindeki basınç ve sıcaklık dağılımı, HST3D modeli aracılığıyla benzeştirilerek model alanındaki sıcaklık ve basınç dağılımı belirlenmiştir. Model sonuçlarına göre birbirine yakın açılmış kuyular ile yapılan yoğun işletme çalışmaları sonucu, sıcaklık ve basınç değerlerinin kuyular çevresinde zaman içerisinde giderek azaldığı görülmüştür. Akiferin hidrolik iletkenliğinin düşük olması sistemin yenilenebilmesi için uzun zaman gerektirmektedir. Bu nedenle, bundan sonra açılacak kuyuların mevcut kuyuların uzağında, alanın değişik noktalarına dağılacak şekilde tasaranması ve düşük debi ile üretim yapılması kuyular arasındaki sıcaklık etkileşimlerinin önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Afyon, Ömer, Gecek, jeotermal, sıcak su akiferi, HST3D

The Heat Transfer Modeling Of Afyon Ömer-Gecek Geothermal Field

Many advances in simulating single and two-phase fluid and heat transport in porous medium have been made with geothermal energy research. During the last decade the use of numerical modeling for geothermal resource evaluation has grown significantly, and new modeling approaches have been developed. These models are used to verify and improve conceptual models of specific geothermal field sites. In addition they are used to evaluate the potential of a reservoir and to estimate the quantity of recoverable energy. In this paper, Afyon Ömer-Gecek is one of the important geothermal areas in Turkey has been analyzed using the single-phase finite difference model HST3D by Kipp (1987). The HST3D code simulates groundwater flow and associated heat and solute transport in three dimensions. The three governing equations are coupled through the interstitial!pore velocity, the dependence of the fluid density on pressure, temperature and solute-mass fraction. Finite difference techniques are used to discretize the governing equations. Boundary condition types offered include specified value, specified flux, leakage and heat conduction. All boundary conditions can be function of time. A lot of boreholes drilled by MTA and other organizations in Afyon Ömer-Gecek geothermal area. These boreholes yield 4-100 l/s hot water at 48-98 °C. AFJET Corporation established by Afyon Private City Directory utilizes this hot water which has been obtaining from deep boreholes for the heating of the Afyon city. The short distance between the boreholes causes interference between the wells and the temperature reduction. The hot water aquifer composed of Afyon metamorphics of Paleozoic age. The hot water is located in the cracks of this low permeable formation. Within the scope of this study, it is aimed to conceptualize the hot water circulation system, to indicate the effects of the current exploitation activities on the aquifer system by modeling the temperature and pressure distribution with the HST3D numerical model. According the results derived from the model, the temperature and pressure around the boreholes decrease gradually in time. Due to the low permeability, the turnover of the system requires a long time. Therefore, new wells should be located far away from the existing wells and exploited with low rates in order to prevent temperature interferences.

Keywords: Afyon, Gecek, geothermal area, hot water aquifer, HST3D, Ömer



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Çanakkale-Tuzla Jeotermal Alanının Aktif Tektoniği ve Jeotermal Sistem ile İlişkisi

Fuat ŞAROĞLU*, ErdoğaN ÖLMEZ ** ve Selahattin KAHRAMAN**

*TPAO Genel Müdürlüğü, Ankara

**MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

Batı Anadolu'da sahil çizgisi boyunca uzanan yüksek tuzlulukdaki Tuzla jeotermal sahası ve alanın aktif tektoniği incelenmiştir.

Tersiyer yaşı riyolit, dasit, andezit, bazalt türü magmatik kayaçlar ile günümüzde gelişimekte olan alüvyonlar ve silisik kayaçlar yörenin yalnız jeolojisini oluşturmaktadır.

Tuzla jeotermal alanının kenarlarında KB-GD ve KD-GB doğrultulu, doğrultu atım bileşenli normal faylar bulunmaktadır. Üzerlerinden çıkan sıcak su kaynaklarından da anlaşılacağı üzere bu faylar sistemi kontrol etmektedir. Fayların genel gidişleri batiya açılan devrik 'V' şeklinde ve karada bireleşecek şekildedir. Bu geometrik ilişkiye göre fayların hareket mekanizması düşey kuvvetten daha etkin yatay kuvvetler sonucunda fayların arasında kalan dilimin batiya hareket etmesi şeklinde şöyledir.

Tuzla jeotermal alanında sıcak su çıkışlarının dizilimi yaklaşık D-B dir. Faylar biribirine yaklaştıkça su sıcaklığı ve basıncı artmaktadır. Fayların derine doğru birleştiği noktalar jeotermal enerji sondajları açısından hedef zonlar olarak görülmektedir.

Jeotermal alandaki kaynak ve sondajlara ait suların kimyasal karakteristiği, bunları besleyen suyun hidrolik dönem sırasında başlıca deniz suyundan kaynaklandığı ve daha sonra lokal düşük tuzlulukdaki bikarbonatlı soğuk su ile karıştığı varsayılmaktadır.

Sisteme ait ısı kaynağı magmatik olup, bu alanlarda sıç katmanlara yükseldiği düşünülmektedir. Bu da olasılıkla merkezi volkanik komplekslerden yüzeye taşıdığı şeklinde varsayılmaktadır.

Günümüzde, Ege'ye açılan Anadolu'nun Batı Kıyılarının büyük bölümü fay kontrollüdür. Saroz körfezinden Gökova Körfezine kadar olan kıyıdan uygun fay geometrisi ile sınırlı olan yerlerde önemli jeotermal alanlar söz konusudur.

Active Tectonics of Çanakkale-Tuzla Geothermal Area, and It's Relationship with the Geothermal System

Active tectonics of hypersaline Tuzla Geothermal area, located on the coast line of the Western Anatolia have been investigated .

Geology of the field is characterized by Tertiary aged riolite, dacite, andesite, basaltic-magmatic rocks, recent alluvials and silicic rocks.

Tuzla geothermal field is bounded by NW-SE and NE-SW trending normal faults with strike-slip components. The field is controlled by these faults as proven by the emerging hot water along them. The general trend of these faults are like inverted 'V', the sharp edge of 'V' pointing west and the faults are to join on land. Depending on this geometry, we can say that the slice in between the faults are moving westward under the effect of horizontal forces rather than vertical.

Major visible faults that control fluid flow in Tuzla geothermal field are in E-W trend. In the zone, as the faults approach each other, temperature and the pressure of the geothermal fluids are increased. The point where the faults are intersected at depth seems to be target zones for the geothermal energy drillings.

The chemical features of the spring waters suggest that the water in their recharging is largely derived from seawater that enters the hydrological phase and mixes with local neutral, low salinity freshwater. This mixing is accompanied by addition of K, Ca, HCO₃,

SiO₂ to the solution as a result of water-rock interaction processes.

The heat source is considered to be magmatic, shallow level crustal magma chambers in the case of high temperature systems associated with central volcanic complexes.

At present, most of the Anatolian coasts all along the Aegean Sea is controlled by the faults. Between Saros bay and Gökova bay, along the coasts, in the areas bounded by suitable fault geometry geothermal fields are possible.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Kızıldere (Denizli) Jeotermal Sahasında Isı Akısı ve Isı Boşalımı İrdelemesi

Ali KOÇAK

MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Dairesi

Yerbilimciler tarafından iyi bilindiği gibi yerküre merkezinde akkor halinde ısı yüklü bir kütle bulunmaktadır. Bu ısı, merkezden yerkabuğu ve yeryüzüne doğru yayılım göstermektedir. Bu “yer enerjisi” olarak adlandırılır ve tüm yerküre üzerinde derinlere doğru gittikçe her 33 m. de 1°C lik artış gösterir.

Yerküre ve yerkabığında ısının yayımı ağırlıklı olarak iki şekilde olmaktadır; 1- Kondaktif 2- Konvektif (üçüncü yol da radyasyon) olarak.

Menderes Masifinde, Büyük Menderes Grabeni ile masifi ayıran kırık zonda yer alan Kızıldere Jeotermal Sahası yukarıda sözü edilen normal ısı akısını oluşturan Yer Enerjisi’nden öte, yersel anlamda ısı anomalisi oluşturan bir alanda, hem kondaktif ve hemde konvektif anlamda ısı iletimi olan bir alanda yer almaktadır.

Bu jeotermal saha, ülkemizde keşfedilen ve buhardan elektrik üretilen ilk saha olup, bölgenin jeolojik karakterinden dolayı en fazla ısı akısına sahip alanlardan biridir. Ülkenin genel tektonik karakterine bakılırsa, Batı Anadolu da bir kabuk incelmesi olduğu birçok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir. Bu incelme alttan, yerküreyi oluşturan katmanlardan Manto nun üst kesimi olan Astenosfer ile sınırlanılmaktadır. Sığ derinliklere kadar ulaşmış olan mantonun ve bazı jeolojik yapılar nedeniyle mantodan kaynaklanan ve yerkabuğu içerisinde yerleşen magma sokulumlarının bu bölgede yersel ısı anomalileri yarattığı ve jeotermal sahaları oluşturduğu araştırmalarla keşfedilmiştir.

Bu çalışmada lokal bir alan olan Kızıldere Jeotermal Sahasındaki ısı akısı ve ısı boşalımı irdelemektedir.

Discussion of the Heat Flow and Heat Discharge of Kızıldere (Denizli) Geothermal Field

As it is wellknown by earth scientists, Earth has a mass in its center called Core which contains huge amount of heat. The heat emits from center to crust and earth surface. This heat is called as “Earth Energy” and increase 1°C pear every 33 m. with depth.

The form of heat flow emission in the Globe and in the crust is takes place mainly in two types; 1- Conductive, 2- Convective.

Kızıldere Geothermal Field which is situated on the flank of Büyük Menderes Graben bordered by a main fault zone, is on a high heat flow area emitting by both conductively and convectively.

Kızıldere field is a unique geothermal field at which electricity is produced from geothermal steam and is one of the highest heat flow area owing to geologic and tectonic structure in Turkey. In the light of studied tectonic character of the country, a thinning of the crust has been accepted in Western Anatolia by almost all of the searchers. This thinning is limited at below by astenospher that is upper part of mantle. The local heat anomalies and geothermal systems which have been formed by magma chamber originated from the uprisen part of mantle in to the shallow part of the crust, investigated by exploration studies.

In this study, the heat flow and the heat discharge will be discussed for the Kızıldere Geothermal field.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Manisa Salihli-Göbekli Jeotermal Sahası Geliştirme Çalışması

Ali KOÇAK

MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Dairesi

kocak@mta.gov.tr.

Manisa Salihli – Göbekli jeotermal sahası, Menderes Masifi üzerinde, Gediz Graben’ini oluşturan tektonik zonun güney kanadı üzerinde bulunmaktadır. Bu zonu oluşturan ana kırık kabaca doğu – batı uzanımlı olup bu kırığı açlı kesen graben içi küçük transform faylarla da bölgede tektonik anlamda etkili zonlar oluşmuştur. Gediz Grabeni asimetrik yapıda bir graben olup güney kanadı oluşturan kırık zonu daha etkin bir şekilde faaliyette bulunmuştur. Kuzey kanadı oluşturan kırık ise Grabene yer yer yarı graben niteliği verecek şekilde aktivite gösteren bir fay oluşturmuştur.

Bilindiği gibi Menderes Masifi Anadolu levhacığının batı bölgesinde yer alan ve günümüzde açılma gerilimi altında bulunan bir bölgede yer almaktadır. Bilinen bir diğer gerçek te, bu bölgede kabuk kalınlığının levanın diğer bölgelerine göre daha ince olmasıdır (Küri derinliği ve kabuk çalışmaları). Buna ilave olarak ısı akışı, ısı boşalımı ve kimyasal jeotermometrelere göre rezervuar sıcaklığı çalışmaları da bu bölgede yüksek ısı akışı ve anomalileri olduğunu belirten verilerdir. Ayrıca, bu bölgede birçok noktada sıcaksu çıkışları bulunmaktadır. Tüm bu veriler bölgenin jeotermal açıdan ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Yukarıda sayılan nedenlerle bölgede detay jeolojik, jeokimyasal, ve jeofizik etüdler yapılarak Göbekli, Kavaklıdere, Horzumsazdere ve devamı Kurudere, Dereköy ve dereyukarı alanların önemli jeotermal potansiyele sahip alanlar olduğu anlaşılmıştır. Bunlardan Kavaklıdere'de yapılan sondajda bir sıcaklık tesbit edilmesine rağmen yeterli üretim alınamamıştır. Buna ilave olarak biraz daha batıda, Göbekli'de 2002 yılında jeolojik, jeofizik rezistivite ve sismik çalışmalarдан yararlanılarak yapılan ve 1500 m. delinen kuyuda 182 °C kuyu dibi sıcaklığı ve yaklaşık 16 lt/sn debide sürekli aksayan üretilebilmiştir. Hedeflenen sonuç üretim açısından yeterli olmamıştır. Ancak, bu bölgede elektrik üretimine uygun yeni bir saha olduğu ve Gediz Grabeni'nin ikinci derecede bir Menderes Grabeni jeotermal sahaları gibi bir bölge oluşturabileceği anlaşılmıştır.

The Improvement Studies of Manisa Salihli Göbekli Geothermal Field

Manisa - Göbekli geothermal field is located on tectonic zone which forms the boundary of the Gediz Graben and Menderes Massive. This tectonic zone elongates roughly E-W direction and is effective tectonically where intersected by transform faults. Gediz Graben is an asymmetric graben, that is bounded at south by a much more active fault zone than northern flank. This phenomena can remind one that looks like a semi-graben structure.

As it is known, Menderes Massive is located in western part of the Anatolian Plate that moves toward the west and undergone the tansion strength currently. The another fact is thickness of the plate which is thinner than the other part of Anatolian Plate (Curi point depth, crust studies and tectonic interpratations). In addition, heat flow, heat discharge, reservoir temperature map studies according to chemical geothermometers, reveal that there are some places high in heat flow and in heat anomalies. And also several hot springs are available in this region. In the light of these data, we can consider that this area is worth in geothermal point of view.

By considering the information foramentioned above, geological, geochemical and geophysical studies carried out in the region, some localities such as Göbekli, Kavaklıdere, Horzumsazdere, Kurudere and dereköy etc. fields are concidered as promissing areas. Drill-hole carried out at Kavaklıdere before was not as deep as to intersect a permeable zon, so there was no production well enough. But at Göbekli area a drill-hole carried out with depth of 1500 m. is successfull in temperature point of view. Well bottom temperature is 182 °C and the early production was approaximately 16 lt/s. This result suggests that the area is promissing for electricity production and target area for more exploration.

Denizli-Kızıldere; Th-2 Reenjeksiyon Araştırma Kuyusu Hidrotermal Alterasyon Çalışmaları

Erdoğan ÖLMEZ, A. İhsan GEVREK

MTA Genel Müdürlüğü Enerji Dairesi, Ankara

Denizli-Kızıldere jeotermal alanında açılan TH-2 reenjeksiyon araştırma kuyusunun (2001.20 m) alterasyon mineralleri ve jeokimyasal özelliklerini incelenmiştir.

Bu araştırmmanın amacı, sahanın bir jeotermal modelinin oluşturulmasıdır.

Sahanın jeolojik birimleri; yüksek dereceli metamorfizma geçirmiş kayalar (Menderes Masifine ait gnayalar, şistler, kuvarsitler, mikästler ve mermerler), Üst Miyosen-Pliyosen yaşı 4 ünite (Kızılburun Formasyonu, Sazak Formasyonu, Kolonkaya Formasyonu, Tosunlar Formasyonu) ve Kuvaterner yaşı alüvyonlar ile temsil edilir.

Bölgede jeotermal akışkan akımını kontrol eden başlıca faylar D-B ve KB-GD yönlü graben faylarıdır.

Sahada boşalan akışkanların kimyasal bileşimi açıkça Kızıldere jeotermal sisteminden üretilen birkaç tipdeki suların bölgesel olarak farklı yollar takip ederek yüzeylendiğini göstermektedir. Alterasyonu oluşturan jeotermal akışkan alkali-bikarbonat sülfat tiptedir.

Kalsit, muskovit, kuvars, klorit TH-2 kuyusunun her seviyesinde görülmektedir, bu ise bize bu minerallerin Kızıldere sahasında değişen sıcaklık ve basınç altında her seviyede oluşabileceğini göstermektedir. Pirit kuyuda her seviyede yaygındır; 1200 m ye kadar saçılımış halde, daha derinlerde küçük boyutta küp kristalleri şeklindedir.

TH-2 jeotermal kuyusu kesinti ve karot örneklerinde yapılan alterasyon çalışmalarına göre artan derinlik ve sıcaklığa bağlı olarak iki ana kıl zonu tanımlanmıştır. Bunlar ise;

1 . Jeotermal sahanın üst kısımlarında rastlanılan düşük sıcaklıklarda (100-120 °C), iki faza ayrılmış nispeten asidik (kaolinitik) zon; ve bu zonun altında uzanan

2 . düşük permeabiliteli ve yüksek sıcaklıklı (illitik) zon (220-250 °C) tanımlanmıştır.

Yine sondajda su kaybının olduğu zonlar (530, 1320, 1900 m ler) pirit, pirrotit ve paragonit mineralleri ile karakterize edilmektedir.

Hydrothermal Alteration Studies of Geothermal Exploration Well Th-2, Denizli-Kızıldere

The alteration minerals and geochemical features of the Denizli-Kızıldere geothermal reinjection exploratory well of TH-2 (2001.20 m) have been investigated.

The objective of this study is to elucidate the geothermal model.

Geologic succession of the field represented by high grade metamorphosed rocks (gneiss, shists, quartzite, mica-shist and marbles of Menderes Metamorphics) are covered by

Four units of Upper Miocene-Pliocene aged lacustrine sediments (Kızılburun Formation, Sazak Formation, Kolonkaya Formation , Tosunlar Formation). Uppermost units are characterized by Quaternary aged alluvials .

Major visible tectonic lines that control geothermal fluid flows in region are in E-W and NW-SE trending graben faults.

The chemical composition of water discharges clearly shows that the Kızıldere geothermal system produces several types of fluids having travelled distinctly different paths .The altering fluid is alkali bicarbonate-sulphate type.

Calcite, muscovite, quartz, chlorite are exist in all levels of TH-2 well suggests that those minerals form at varying temperatures and pressures of Kızıldere field . Pyrite is abundant throughout well; it occurs as dissemination up to 1200 m, deeper than these turns into small size cubic crystals.

According to the alteration studies which are carried out in chips and cores of TH-2 well two major clay mineral zones were recognized with increasing depth and temperature. These are ;

1 . in the upper parts of the geothermal field low temperature (100-120 °C), two phas-flow, comparatively high acidic (kaolinitic) zone, and beneath this zone ,

2 . a low permeability and high temperature (220-250 °C) geothermal fluid (illitic) bearing zone have been recognized.

Also all the way to the drilling in the water loss zones (530, 1320, 1900 m) have been characterised by the existence of pyrite, pyrotite and paragonite minerals.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

STARTİGRAFİ OTURUMU BİLDİRİLERİ

Çankırı-Çorum Havzasının Neojen Stratigrafisi ve Dolgulama Evrimi

Levent KARADENİZLİ*, Gerçek SARAÇ*, Şevket ŞEN*, Gürol SEYİTOĞLU***, Nizamettin KAZANCI****, Baki VAROL***, Pierre Olivier ANTOINE*****, Yavuz HAKYEMEZ*

*Maden ve Tektik Arama Genel Müdürlüğü, 06520 Ankara, Türkiye,

kdenizli@hotmail.com, leventh@mta.gov.tr

**Laboratoire de Paléontologie, UMR 8569 CNRS, Muséum National d'Histoire Naturelle, 8 rue Buffon, F-75005 Paris Cedex 5, Fransa

***Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Tandoğan, Ankara, Türkiye

****Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 41400, Gebze, Kocaeli

*****Institut des Sciences de l'Evolution, UMR 5554 CNRS, Université Montpellier II, Place Eugène Bataillon, F-34095 Montpellier Cedex 5, Laboratoire de Dynamique des bassins, 38 rue des 36 ponts, F-31400 Toulouse, Fransa

Çankırı-Çorum Havzasındaki karasal Neojen istiflerinin stratigrafisi tartışımalıdır. Bunun sebepleri; depolanmanın sınırları belli olmayan küçük alt havzalarda olması, yanal fasiyes değişiminin çok sık görülmesi ve karasal fasiyeslerin fosilce fakir ve/veya iyi araştırılmamış olmasıdır. Mevcut stratigrafi kısmen istiflerin stratigrafik ilişkilerine, kısmen de memeli faunasına dayandırılmaktadır. Bu nedenle memeli faunası ve her keşfedilen yeni fosil yatağı havza stratigrafisinde önemli yer tutmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Çankırı-Çorum Havzasındaki yeni memeli fosil yataklarına göre stratigrafik ilişkilerin ortaya çıkarılması ve Oligosen'den Pliyosen'e kadarki paleocoğrafik evrimi ortaya koymaktır.

Çankırı-Çorum Havzasında 15 memeli fosil yatağı bulunmuş ve fosillerin sundukları yaşı verilerine göre formasyonların yaşları yeniden verilmiştir. Neojen havzasının tabanında Oligosen yaşı İncik ve Gündemlik formasyonları yeralır. Bu çalışmada, önceki araştırmacıların Geç Miyosen olarak yaşlandırdığı Kızılırmak formasyonu, Oligosen yaşı İncik formasyonuna dahil edilmesi uygun bulunmuştur. Bunun sebebi Kızılırmak formasyonunun bulunduğu tip lokalite ve çevresinde Oligosen yaşı mikro-makro memelilere ve özellikle tüm zamanların en büyük kara memelisi ünvanına sahip dev cüsseli Baluchitherium bulunmasıdır. Erken ve Orta Miyosen'de genişleşme tektoniğine bağlı olarak Kılçak, Kumartaş ve Hançili formasyonları çökelmıştır. Geç Miyosen ve Pliyosen zaman aralığında ise Çankırı (Mahmutlar), Tuğlu, Süleymanlı, Bozkır ve Akkaşdağı formasyonları geniş alanlarda yayılmış göstermektedirler. Pleistosen'de son sıkışma tektoniğine bağlı olarak Değim ve Büyük Hacıbektaş formasyonları çökelmıştır.

Çankırı-Çorum Havzasında Oligosen'den itibaren 3 evre halinde kurak iklim koşulları ve buna bağlı evaporitik gelişim gözlenir. Oligosen ve Geç Miyosen zamanlarında geniş evaporitlerin hakim olduğu göller ve bu gölleri çevreleyen havza kenarlarında alüvyal yelpaze ve akarsular yer alır. Erken-Orta Miyosen'de iklim nispeten ılıman ve yarı tropik hale dönüşmekte ve buna bağlı

karbonat-organik maddece zengin göller ve bataklıklar oluşturmaktadır. Bu göller ve bataklıklar etrafında yine alüvyal yelpaze, akarsu ve kıyı ortamları gelişmiştir.

Neogene Stratigraphy and Depositional Evolution of Çankırı-Çorum Havzası

In Çankırı-Çorum Basin, the stratigraphy of the continental Neogene sequences is not yet perfectly established. The reasons are that the presence of many small sedimentary basins with unclear borders and the frequent lateral facies changes in their deposits. Besides terrestrial facieses are poor in fossils and/or not being investigated. An existing stratigraphy partly depends on stratigraphic relations of sequences and partly on a fauna of mammal. For that reason the fauna of mammal and any other discovered new fossil deposit takes an important place in basin stratigraphy. The reason of this work in Çankırı-Çorum Basin is to put forward the stratigraphic relations of a new mammal's fossil deposits guidance and paleographic evolution from the age of Oligocene till Pliocene.

In Çankırı-Çorum Basin 15 mammal fossils deposits were found and with the help of these the age of formation described below has been relatively made definite. İncik and Guvendik formations at the age of Oligocene take places on the basement of Neogene Basin. In this work the Kızılırmak formation which was said by earlier researchers to be at the age of late Miocene has been included to the İncik formation (Oligocene age). The reason of that is the discovery of the age of Oligocene belonging to micro-macro mammals and the huge *Baluchitherium* which being especially the largest land mammal of all time, around the found type of Kızılırmak formation. Kılçak, Kumartaş, and Hancılı formations were settled being depended on extension tectonic in Early and Middle Miocene. For the age space between Late Miocene and Pliocene, Çankırı (Mahmutlar), Tuğlu, Süleymanlı, Bozkır and Akkaşdağı formations showed wide-area spreading. In Pleistocene, Değim and BüyükHacıbeyköy formations formed by the last compression tectonic regime has been deposited.

In Çankırı-Çorum Basin, three period arid climate conditions and depending on that evoporitic progress has been seen since Oligocene. In a age of Oligocene and Late Miocene, wide evaporites-rich lakes and their surrounded by alluvial fan and rivers were settled. In an Early-Middle Miocene, climate had been comparatively turned into humid and semi-tropical condition and depending on that lakes enriched with carbonate-organic material and swamps came into existence. Alluvial fan, fluvial and shore environments around these lakes were developed.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı
56th Geological Congress of Turkey

Çameli Neojen Havzası Tortul Dolgusunun Memeli-Biyostratigrafisi (Denizli, GB Anadolu)

Hüseyin ERTEN*, Şevket ŞEN**, Mehmet ÖZKUL*, M.Cihat ALÇIÇEK*

*Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kinikli, Denizli

**Laboratoire de Paléontologie du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, Fransa

Batı Anadolu genişleme sistemi içinde yer alan Çameli Havzası, Geç Miyosen'de normal faylar denetiminde graben havzası olarak açılmaya başlamış ve gelişimi Geç Pliyosen'e kadar sürdürmüştür. Bu dönemde havza içerisinde akarsu ve göl ortamı tortullarının yanal ve düşey olarak ardalanmasından oluşan bir istif depolanmıştır. Havzada şimdiden kadar yapılmış çalışmalarında, özellikle havzanın açılma zamanına ve gelişimine ilişkin bilgiler veren sadece bir küçük ve bir de büyük memeli fosil bulgu yeri bilinmektedir. Bunlara ilave olarak bu çalışma sırasında, havza gelişiminin zamansal sınırlamasında önemli bir yer tutan iki yeni küçük memeli fosil bulgu yeri belirlenmiştir. Çameli ilçesinin 15 km batısında, Ericek köyü yöresinde yer alan birinci bulgu yeri, linyitler ile ardalanmış çamurtaşları içindedir. Bu çamurtaşlı katman, aynı zamanda akarsu ve gölsel havza tortullarının geçişindeki bir bataklık ortamının kıyı fasyesine aittir. Küçük memeli fosilleri içeren bu ilk bulgu yeri; *Pseudomeriones tchaltaensis*, *Mimomys occitanus*, *Apodemus dominans* ve *Orientalomys similis* (MN 15, 3.8-3.2 My, Orta Pliyosen) türlerini içermektedir. Fosillerin göstermiş olduğu MN zonu ve bu zonu sınırlayan zaman aralığında havzada gölsel ortamın egemen olduğu gözlenmiştir. Çameli ilçesinin 3 km GB'sında bulunan ve havza tortullarının en üst seviyelerine karşılık gelen Bıçaklı köyü yöresindeki diğer küçük memeli fosil bulgu yerinden de *Mimomys pliocaenicus*, *Micromys praeminutus* ve *Apodemus dominans* (MN16-17, 2.6-1.8 My, Geç Pliyosen) türleri saptanmıştır. Türlerin gösterdiği MN zonu ve bu zonu sınırlayan geç zaman sınırından sonra havzada tortullaşma sona ermiş ve Çameli Havzası'nın gelişimi sedimenter ve tektonik olarak tamamlanmıştır.

Mammalian Biostratigraphy of the Çameli Neogene Basin (Denizli, SW Anatolia)

The Çameli Basin located at western Anatolian extensional province opened at Late Miocene in control of normal faults and lasted up to Late Pliocene. At this time period a sequence consist of lateral and vertical alternation of fluvial and lacustrine sediments was deposited in the basin. In the previous studies, only a micro- and a macro-mammal fossil locality have been found that gives

important data about the opening and evolution of the basin. During this study, in addition to these localities, two new macro mammal localities have found that important for the understanding of the timing on basin evolution. The first one is located at Ericek, 15 km west of Çameli and within the mudstones alternating with coal seams. At the same time, this locality is located at the transition zone of fluvial and lacustrine deposits in a lacustrine beach swamp environment. The Ericek Locality contains *Pseudomeriones tchaltaensis*, *Mimomys occitanus*, *Apodemus dominans* ve *Orientalomys similis* (MN 15, 3.8-3.2 Ma, Middle Pliocene) species. It is observed from MN zone indicated by fossils and from time interval of this zone that lacustrine environment was dominant in the basin. The second locality founded at Bışakçı, 3 km southwest of Çameli, contains upper most basin fill deposits. The Bışakçı locality contains *Mimomys pliocaenicus*, *Micromys praeminutus* ve *Apodemus dominans* (MN16-17, 2.6-1.8 Ma, Late Pliocene) species. The sedimentary and tectonic evolution of the Çameli basin completed after the upper boundary of MN zone indicated by mammal species.



56. Türkiye Jeoloji Kurultayı *56th Geological Congress of Turkey*

Erken-Orta Miyosen Sedimanter İstifindeki Sintektonik Formasyon İçi Uyumsuzluklar ve Bunların Tektonik Önemi, Kemalpaşa-Torbalı Havzası, Batı Anadolu

Hasan SÖZBİLİR*, Bilal SABI*, Serkan AKKİBAZ*, Funda AKGÜN*, Nuran GÖKÇEN**

**Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakultesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
35100 Bornova, İzmir/Türkiye

*Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir Meslek Yüksekokulu, 35160, Buca-İzmir/Türkiye
e-mail: z.bacan.sozbilir@deu.edu.tr

Formasyon içi uyumsuzluğun havza dolgusu içindeki varlığı ve bunun tanımlanması çok önemlidir ve uzun zamandan beri bir havzadaki tortulaşmayı kontrol eden büyümeye fayalarının bir verisi olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Batı Anadolu'daki Erken-Orta Miyosen olaylarına ışık tutmak amacıyla Kemalpaşa-Torbali havzasından bir büyümeye fayının tortul dolgu üzerindeki rolüne dair arazi verileri sunulacaktır.

Kemalpaşa-Torbali havzası Batı Anadolu genişleme bölgesinin KD-doğrultulu ana yapılarından biridir. Havza günümüzde, batıdan Bornova fliş zonu ile doğudan ise Menderes Masifi'nin metamorfik kayaçlarıyla sınırlıdır. Havzanın en ayırt edici özelliklerinden bir tanesi tortullaşma ve tektoniğin birlikte işlemiş olmasıdır. Bunun verileri havza dolgusunda saptanan formasyon içi açısal uyumsuzluklar, tortullaşmayla yaşıt kıvrım ve faylar ile transgresif ve regresif istiflerdir. Havzayı dolduran tortullar, kalınlığı 1000 metreye ulaşan deform olmuş ve çok sayıda ince kömür damarı içeren karasal nitelikli kırıntılı-karbonatlardan oluşur. İstif, büyülüğu 500 metreye ulaşan havza dışındaki temel birimlerden türeme olistolitler de içerir.

Havza dolgusunun Menderes Masifi ile olan sınırını basamak yapısı sunan KD-doğrultulu Mahmutdağı fayı oluşturur. Fay zonunda sedimanter istifin farklı bölgeleriyle örtülüdür. Dört basamak yapısı saptanmıştır. Sedimanter istifin her bölümünü faya yakın kesimlerde uyumsuzluklarla sınırlandırılmıştır. Beslenme alanına doğru olan son basamak yapısı üzerinde en genç tortul paketin uyumsuzlukla oturması, fayın beslenme alanına doğru basamaklandığını gösterir. Beslenme alanındaki yükselme ve havzadaki çökme sürekli olmadığından, aktif fay hareketi alüvyonal yelpaze-yelpaze delta gelişimiyle birlikte oluşmuştur ve bunu izleyen tektonik yönden stabil evrede gelişen suüstü erozyonları açısal uyumsuzlukları yaratmıştır. Sonuç olarak, istifte saptanan formasyon içi uyumsuzluklar ile tortullaşmayla yaşıt kıvrım ve faylar, KD-doğrultulu Mahmutdağı fayının Erken-Orta Miyosen'de Kemalpaşa-Torbali havzasındaki tortullaşmayı kontrol eden bir büyümeye fayı olduğunu gösterir.

Bu çalışma TÜBİTAK, YDABAG-102Y065 nolu projeden desteklenmektedir.

Syntectonic Intraformational Unconformities in the Early-Middle Miocene Sedimentary Sequence and Their Tectonic Significance, Kemalpaşa-Torbali Basin, Western Anatolia

Presence of an intraformational unconformity (also called intrabasinal unconformity or intra-sequence unconformity) and its identification in a basin fill is very important and have been used for a long time as an evidence for a growth fault that controlled sedimentation in the basin. In this study, we present field evidences from the Kemalpaşa-Torbali basin in order to decipher the roles of a growth fault on the basin fill that will shed new light on the Early-Middle Miocene events in western Anatolia.

The Kemalpaşa-Torbali basin is one of the major NE-trending structures of the western Anatolian extensional province. The basin is bounded to the west with the Bornova flysch zone, and to the east, by the metamorphic rocks of the Menderes Massif at present. One of the most distinctive characteristics of the basin is that sedimentation and tectonism are actively associated. Evidences for this are the presence of intraformational angular unconformities, syndepositional folds and faults as well as several transgressions and regressions in the basin fill. Sediments filling the basin consist of a thick (up to 1000 m) pile of deformed continental clastic-carbonate rockswith numerous thin coal seams. The sequence also includes several extrabasinal olistoliths derived from the underlying basement units. The olistoliths reach up to 500 meter in diameter.

The boundary between the basin fill and the Menderes Massif is a NE-trending Mahmudbaşı fault that forms step-like structural configurations. Four step-like structures covered by a different part of the sedimentary sequence are established across the fault. Each part of the sedimentary sequence close to the fault is unconformity bounded. These unconformable contacts pass down dip and along strike into conformable relationships. The sourceward step-like structure on which the youngest sedimentary package unconformably rested indicates that the fault is progressively step-back toward the sediment source area. While uplift within the source area and subsidence in the basin are discontinuous, periods of active faults movement is accompanied by the development of an alluvial fan-fan delta, and are followed by tectonically quiescent periods when subaerial erosion creates intraformational angular unconformities. In conclusion, presence of the intraformational unconformities, syndepositional folds and faults in the sequence indicate that the Mahmudbaşı fault is a NE-trending growth fault controlling the Early-Middle Miocene sedimentation in the Kemalpaşa-Torbali basin.

This study has been supported by TÜBİTAK, Project No: YDABAG-102Y065.

İzmir Körfezi'nin Oşinografik Yapısı ve Güncel Çökel Dağılımı

Mustafa ERYILMAZ*, Fulya YÜCESOY ERYILMAZ **

* Mersin Üniversitesi, Silifke MYO, Silifke-Mersin e-mail: meryilmaz@mersin.edu.tr

** Mersin Ü. Mühendislik Fak. Jeoloji Müh. Bölümü e-mail: fyucesoy@mersin.edu.tr

Ege Denizi'nin önemli körfezlerinden İzmir Körfezi, Karaburun-Aslan Burnu hattından, İzmir arasındaki deniz alanını kapsar. Ortalama derinliği 35-40 metredir ve körfezde 75 m'yi aşan derinlikler görülmektedir. İzmir Körfezi'nin kıyı şekeinin ve dip topoğrafyasının oluşmasında, Gediz Nehri etkili olmuştur. Gediz'in taşıdığı çökeller ile doğudan batıya çok az eğimle derinleşen sık bir deniz alanı meydana gelmiştir.

Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi tarafından 2001 yılına kadar, İzmir Körfezi'nden alınan yüzey çökel örnekleri, tane büyüklüğüne göre sınıflandırılarak, bölgenin 1:100.000 ölçekli çökel dağılım haritası hazırlanmıştır.

İzmir Körfezi'nde ortalama yüzey su sıcaklıkları ilkbaharda 16.17-18.58 °C, yaz mevsiminde 23.78-28.18 °C, sonbaharda 21.28-23.34 °C ve kış mevsiminde ise 10.80-14.61 °C'dir. 30 m derinlikte ilkbaharda 14.41-16.69 °C, yaz mevsiminde 17.08-17.48 °C, sonbaharda 19.06-22.29 °C ve kış mevsiminde ise 12.80-14.61 °C'dir. Bölgede mevsimlere bağlı olarak deniz suyundaki ortalama tuzluluk değişimleri derinliğe bağlı olarak ilkbaharda yüzeyde %37.24-38.99, 30 m su derinliğinde %38.75-38.98; yaz mevsiminde yüzeyde %38.82-39.37, 30 metre derinlikte %38.99-39.05; sonbaharda yüzeyde %38.86-39.46, 30 metre derinlikte %38.71-39.22; kış mevsiminde yüzeyde %37.90-38.85, 30 metre derinlikte %38.64-38.84'dir. İzmir Körfezi'nde yüzey akıntıları Ege Denizi'nin genel akıntı sistemine uyum göstermekte, körfeze doğudan girerek kıyıya paralel güneye doğru devam etmektedir. Bu akıntıının süratı 2.36-9.95 cm/sn'dır. 20 m derinlikte ise bu akıntıın tersi yönünde, Ege Denizi'ne doğru bir akıntı sistemi mevcuttur (3.20-6.50 cm/sn). Akıntı sisteminin yapısı genel olarak değişmemekte, mevsimlere ve meteorolojik şartlara bağlı olarak süratini değişmektedir.

İzmir Körfezi'nin dip çökelleri, yerel akıntılar, dalgalar, karanın topografik özellikleri, denizaltı morfolojik yapısı, batimetri, kıyı şekeilleri, rüzgar durumu ve dereelerin denize taşıdığı maddelerin etkisi altındadır. Karadan taşınan ve dalgaların kıyılardan kopardığı materyaller denizin dinamik hareketleriyle deniz içinde tekrar aşınmaya uğrayarak küçülürler. Körfezde kıyıdan açığa doğru çökel tane boyalarının küçüldüğü görülür. İzmir Körfezi çökel dağılımı, köken olarak litojenik ağırlıkhıdır ve kohezyonlu malzeme hakimdir. Genellikle kaba taneli ve kirintılı kohezyonsuz materyal yüksek enerjili kıyı kesiminde yer alırken, derin ve kıyıdan uzak bölgelerde kohezyonlu materyal birikir.

Hazırlanan 1:75.000 ölçekli tane boyuna göre çökel dağılımı haratasına göre, bölgedeki hakim birim kaya, çakıl, kum, silt, çamur ve kil birimleridir. Ancak bu birimlerden çakıl, kumlu çakıl, kumlu çakıl kum ve çamurlu kumlu çakıl kıyıda çok sınırlı alanlarda (yaklaşık 0-1m su derinliğine kadar) ince bir bant şeklinde yer aldığı için bu haritada gösterimi mümkün olmamıştır. Kumlu birimler (5-10-20-50 metreler arasında), kum, çakılı çamurlu kum, çamurlu kum, killi kum ve siltli