

In the area, the basement is constituted by Söğüt Metamorphics, Soğukkuyu Metamorphics, and Tepeköy Metamorphics of Paleozoic age. Jurassic Bayırköy Sandstone and Bilecik Limestone are cover units of metamorphics. Cretaceous Dağköplü Melange tectonically overlies older units. All these units are cut by Tertiary Mayıslar magmatite along with andesitic and dacitic volcanics.

A magmatic intrusion (Mayıslar magmatite) unmapped to date and mineralization composed of stibnite, pyrite, galena, sphalerite, chalcopyrite, limonite, hematite, and manganiferous minerals, were brought to light by means of present works. This polymetallic Au-Ag-Sb-As-Pb-Zn-Cu-Mo mineralization is closely associated with intrusive and/or subvolcanic intrusive derivatives of this magmatism.

Alteration assemblages exhibiting variations depending on the dominant lithology, include potassic, phyllic, propylitic, argillic, and silicic varieties.

Statistical parameters of analytical data from soil samples collected along ridges and bases of slopes (Table 1) and rock samples collected on a 50x100 m grid in a more restricted area (Table 2) are as follows:

Figure 1.

Mayıslar soil samples (n: 387)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Sb (ppm)	As (ppm)
Interval (Min-Max)	5-235	10-3500	10-4350	<4-40	<40-1000	<3-13	<2-400	<5->1000
Means	40	100	143	3	36	1	9	76
Standard Deviation	32	318	285	4	66	1	26	125
Treshold	105	300	350-375	12	40-100	3	48-54	250

Figure 2.

Mayıslar rock samples (n: 386)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Sb (ppm)	As (ppm)
Interval (Min-Max)	5-172	10-4100	10-1274	<4-57	<40-1300	<3-50	<5-290	<5-4200
Means	33	74	96	4	39	1	7	64
Standard Deviation	30	298	161	4	84	3	21	280
Treshold	100	160-250	300	8	150	3	20	170

It is inferred that Pb-Zn-Cu-Mo anomalies are related to porphyry and mesothermal stages where as Au-Ag-Sb-As anomalies are related to epithermal stage. Both anomaly groups are overlapping in the same areas and commonly related to granitoids, volcanics, and Listwaenite developments, implying that diverse mineral occurrences as sources of anomalies formed in the same setting.

Lithological, alteration, and geochemical characteristics suggest a polymetallic Au-Ag-Sb-As-Pb-Zn-Cu-Mo mineralization. These features indicate that porphyry, mesothermal, and epithermal systems appear to have coexisted in the same setting and have genetic links. Observations an cores of angoing drillings confirm these initial inferences despite lack of analytical data. However, preliminary data are highly promising with respect to mineralization and it is expected that the economic potential of the area will grow.

Şahinli (Lapseki-Çanakkale) Au-Ag Sahasının Jeoloji ve Jeokimyası
Geological And Geochemical Characteristics Of Şahinli (Lapseki-Çanakkale)
Au-Ag Mineralization

Selahattin YILDIRIM* ve İsmet CENGİZ*

**MTA Genel Müdürlüğü, ANKARA*

E-mail: syildirim@mta.gov.tr

ÖZ

Şahinli Au cevherleşmesi Çanakkale ilinin kuşucuşu 40 km kadar kuzeydoğusundadır. MTA Genel Müdürlüğü tarafından “Kuzeybatı Anadolu Maden Aramaları Projesi” kapsamında incelenen Şahinli Au-Ag cevherleşmesi, önceki yıllarda yapılan dere sedimanı jeokimyası sonucunda ortaya çıkmış olup, “Adatepe Sb-As Anomalisi” olarak adlandırılmıştır.

Sahada temeli esas olarak şistlerden oluşan; mermer, kalkşist, kuvarsit ve metaserpantin bant, mercek ve bloklarını da içeren Paleozoyik yaşlı Nusretiyeli Formasyonu oluşturur. Paleosen-Eosen yaşlı Akçaalan Volkanitleri andezitik lav, tuf ve aglomeralardan oluşmaktadır. Kırıntılı çökellerin egemen olduğu Eosen yaşlı Geredelli Formasyonu volkanitlerin üzerine uyumsuz olarak gelir. Bu birim üstten uyumlu olarak Üst Eosen yaşlı kireçtaşlarından oluşan Kazmalı Formasyonu'na geçer. Miyosen-Pliyosen yaşlı kırıntılı çökellerin egemen olduğu Çanakkale Formasyonu önceki birimler üzerine uyumsuz olarak gelmekte olup, aynı yaşlı andezitik lav, tuf ve aglomeraların egemen olduğu Ezine Volkanitleri ile yanal ve düşey geçişlidir. Pliyosen yaşlı konglomeralar önceki birimler üzerine uyumsuz olarak çöker. Pliyo-Kuvaterner yaşlı taraça ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar sahadaki genç birimlerdir.

İnceleme alanındaki Au içerikli kuvars damarları ve silisleşmiş zonlar hem şistler içerisinde hem de volkanitler içerisinde görülürler. Kuvars damarları genellikle KD-GB doğrultulu olup, D-B ve K-G yönlü olanları da vardır. Kuvars damarlarının kalınlıkları 0.5-15 m arasında ve uzunlukları 5-400 m arasında değişmekte, bazı damarların etrafında gelişen silisleşmiş zonların genişliği 50 metreye kadar ulaşmaktadır.

Primer Au cevherleşmesinin yanısıra, Miyosen-Pliyosen yaşlı konglomera, aglomera ve tüfler ile Pliyo-Kuvaterner yaşlı taraça da Au içermektedir.

Sahadan alınan örneklerde en yüksek 24.0 ppm Au ve 28.0 ppm Ag değerleri saptanmıştır. Cevher mineralleri olarak nabit altın, pirit, markasit, arsenopirit, limonit, hematit, manyetit, kalkopirit, sfalerit, malakit ve antimonit; gang mineralleri olarak da kuvars, kalsit, ankerit, fuksit, ametist, opal, kalsedon, jarosit ve alünit gözlenmiştir.

Au-Ag içerikli kuvars damarlarının varlığı, değişik kesimlerde gözlenen alterasyon ve dokular, mineralojik-petrografik özellikler ve Sb-As anomalisi gibi veriler sahada “Epitermal tip Au-Ag cevherleşmesine” işaret etmektedir.

Şahinli Au sahasında bu çalışmayla elde edilen kısıtlı verilere dayanarak primer cevher için ortalama 8.5 gr/ton Au tenörlü 7.5 milyon ton kaynak hesaplanmıştır. Ayrıca ilk kez bu çalışma sırasında analiz ve bate incelemeleri ile varlığı saptanmasına karşın, ortalama tenörü hesaplanamayan 6.0 milyon m³ hacimli Au plaseri bulunmuştur.

ABSTRACT

The Şahinli Au mineralization is situated 40 km northeast of Çanakkale province. The Şahinli Au mineralization was studied within the framework of "Northwest Anatolian Mineral Exploration Project" carried out by MTA.

In the area, the basement is constituted by Paleozoic Nusretiye Formation consisting mainly of schists with bands, lenses, and blocks of marble, calcschist, quartzite, and metaserpentinite. Paleocene-Eocene Akçaalan Volcanics include andesitic lavas, tuffs, and agglomerates. Eocene Geredeli Formation in which clastic sediments predominantly occur, unconformably overlies volcanics. This unit conformably grades upward to Upper Eocene Kazmalı Formation which consists of limestone. Miocene-Pliocene Çanakkale Formation consisting mainly of clastic sediments unconformably rests upon older units and laterally and vertically grade into synchronous Ezine Volcanics composed dominantly of andesitic lava, tuff, and agglomerate. Pliocene conglomerate unconformably overlies older units. Plio-Quaternary terraces and Quaternary alluvial deposits are the youngest units in the area.

Au-bearing quartz veins and silicified zones are hosted by both schists and volcanics. Quartz veins commonly show NE trends although E- and N- trending veins also occur. These are 0.5 to 15 m thick and 5 to 400 m long. Silicified halos around some veins have widths up to 50 m.

In addition to primary Au mineralization, Miocene-Pliocene conglomerates, agglomerates, and tuffs as well as Plio-Quaternary terraces contain placer Au.

Collected samples contain Au up to 24.0 ppm and Ag up to 28.0 ppm.

Ore minerals include native gold, pyrite, marcasite, arsenopyrite, limonite, hematite, magnetite, chalcopyrite, sphalerite, malachite, and antimonite. Quartz, calcite, ankerite, fuchsite, amethyst, opal, chalcedony, jarosite, and alunite occur as gangue minerals.

Au-Ag bearing quartz veins, alteration assemblages and ore textures in different section, mineralogical-petrographical features and Sb-As anomalies suggest an epithermal-type Au-Ag mineralization in the area.

On the basis of incomplete data, a resource of 7.5 mt averaging 8.5 g/t Au has been estimated for primary ore. In addition, a gold placer having a volume of 6 million m³ with unestimated average grade was discovered throughout this study as confirmed by chemical analyses and studies of heavy mineral concentrates.

Volkanik Kayaçalarda Baz Metal Ve Altın İçeren Hidrotermal Altere Alanların Landsat 7 Tm İle Tanımlanması Ve Verilerin CBS Ortamında Değerlendirilmesi :Bayramiç (Çanakkale) Çalışmaları

Definition Of The Base Metal And Gold Bearing Hydrothermally Altered Areas In Volcanic Rocks Using By Landsat 7 Tm Imagery: Case Study From Bayramiç (Çanakkale)

Doğan AYDAL*, Alaaddin VURAL ve Olgü POLAT***

**Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü*

06100 Beşevler-ANKARA-TURKEY

aydal@eng.ankara.edu.tr

***MTA-Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.*

ÖZ

Çalışma alanı, Çanakkale-Balıkesir il sınırlarında, H 17 d4, İ17 a1, a4, İ17 d1 paftaları içinde yer almaktadır. Daha önce yapılan çalışmalara göre, çalışma alanında, Kazdağ grubu metamorfik kayaçları, Ayvacık-Karabiga Zonu'na ait metamorfik kayaçlar, ofiyolitik melanj ve bu kayaçları kesen ve/veya örten Oligosen-Alt Miyosen yaşlı magmatik kayaçlar ve Neojen yaşlı sedimanter kayaçlar bulunmaktadır. Ayrıca sahanın yakın kesiminde Geç Miyosen-Pliosen yaşlı bazalt lavlarına da rastlanmaktadır. Bölgede çeşitli minerallerce zenginleşmiş 3 yer belirlenmiştir; Bunlar, Alakeçi, Yumruadağı, Kartaldağı ve yakın civarlarıdır. Alakeçi, Yumruadağ ve Kartaldağ sahalarındaki altın zenginleşmeleri, alterasyona uğramış, andezitik, latitik, dasitik kayaçalarda ve tüflerinde ve bu kayaçların içindeki silisleşmiş kesimlerdedir. Alakeçi sahasındaki ultrabazik kayaçlar içinde gelişmiş olarak görülen silisleşmelerde de altın için anomali değerleri elde edilmiştir. Volkanik kayaçlar içindeki silisleşmiş zonların kalınlığı 1-10 metre arasında değişirken, uzunlukları birçok bölgede yüzlerce metreyi geçmektedir.

Bu çalışmanın amacı, değişik CBS-UA tekniklerinin bu arazide uygulanabileceğini ve Landsat 7 TM görüntülerinin, Cu, Pb, Zn, Mo, Sb, As, Au, Ag minerallerince zenginleşmiş, silisleşmiş bölgelerin ve hidrotermal alterasyonların tanımlanmasında ve yorumlanmasında etkin olarak kullanılabilceğini göstermektir. Kullanılan görüntü yaklaşık 180 km*180 km'lik bir alanı kapsamaktadır.Çalışma esnasında bu görüntüden bazı bölümler kesilmiş ve bütün CBS-UA işlemleri bu kısımlar üzerine uygulanmıştır. Mineralleşme göstermesi sebebiyle özel olarak incelenen Alakeçi , Yumruadağı ve Kartaldağı sahaları ve yakın çevrelerine ait görüntülerde hiçbir atmosferik gürültü olmadığı gibi, bulut da kesinlikle bulunmamaktadır.

Bütün haritalar, Landsat 7 TM görüntü ile rektifiye edilmeden önce sayısallaştırılmış ve mozaik haline getirilmiştir.Çeşitli band kombinasyonları hazırlanmış ve dekorelasyon gemesi ve Birincil Bileşen Analizleri gibi görüntü iyileştirme çalışmaları, Erdas image 8.5, Arc GIS 8.2, Arc View 3.2, TNT Mips 6.4, and ER Mapper 6.3 gibi CBS-UA programlarının değişik amaçlar için kullanılmasıyla

yapılmıştır. Anomali gösteren bölgelerden alınan numunelerin yerleri, numunelerden elde edilen ana oksit değerlerinin yanısıra, Cu, Pb, Zn, Mo, Sb, As, Au, Ag değerleri, CBS ortamında, jeoloji, tektonizma, drenaj sistemi, eğim ve baki haritaları göz önüne alınarak kontrol edilmiş ve yorumlanmıştır. Buna ek olarak, kesilmiş görüntü üzerinde, çok sayıda, Yönlendirilmiş ve Yönlendirilmemiş sınıflama çalışmaları yapılmıştır. Sonuçta, minerallerce zenginleşmiş ve alterasyona uğramış alanlar ve bölgedeki dağılım modeli çok net olarak tanımlanmıştır.

ABSTRACT

The study area is located in Çanakkale and Balıkesir provinces and covered by 1: 25 000 scaled H 17 d4, İ17 a1, a4, İ17 d1 maps. According to the previously made studies, the study area covered by metamorphic rocks of Kazdağ group and Ayvacık-Karabiga zone, besides ophiolitic melange. These units were cut and overlaid by Oligocene and Lower Miocene aged magmatic rocks and Neogene aged sedimentary rocks respectively. Late Miocene- Pliocene aged basalt lavas outcrop close to the study area. Three different mineralogically enriched places, namely, Alakeçi, Yumrudağı, Kartaldağı and close surroundings were detected in the study area. The auriferous areas in Alakeçi, Yumrudağ and Kartaldağ were mostly located in altered and/or silicified zones in andesitic, latitic and dasitic rocks and tuffs. Additionally, some Au anomalies were detected in silicified zones located in ultramafic rocks in Alakeçi. The width of the silicified zones in the volcanic areas are changing 1-10 meters, whilst the length of them exceeds hundreds of meter in many locations.

The aim of this study is to show that various GIS-RS techniques can easily be applied to the areas and Landsat 7 TM (Thematic Mapper) can effectively be used in detecting Cu, Pb, Zn, Mo, Sb, As, Au, Ag minerals bearing silicified zones and alteration halos surrounded them. This image covers about 180 km x180 km area. A part of Landsat TM image was extracted as detailed study area and all GIS-RS processes were applied to this extracted part. The study area and its surroundings are clearly seen in this image and atmospheric noise and cloud cover does not exist at all.

All maps were coordinated, digitized and mosaiced before rectification made with the imported Landsat 7 TM imagery. Various band combination were prepared and contrast enhancement techniques, such as decorrelation stretching and PCA analysis were applied by using various GIS-RS programs, Erdas image 8.5, Arc GIS 8.2, Arc View 3.2, TNT Mips 6.4, and ER Mapper 6.3 for different reasons.

The location of the samples and their major oxides values, besides Cu, Pb, Zn, Mo, Sb, As, Au, Ag values in the anomaly detected areas were cross-checked and interpreted with the geology, tectonic feature, drainage systems, slope and aspect maps of the study area in GIS programs. Furthermore, various supervised and unsupervised classifications were performed on the extracted Landsat imagery. As a result, a model of the distribution of the auriferous silicified zones and alteration zones were precisely defined.

Midi (Karamustafa/Gümüşhane) Zn-Pb Cevher Yatağında Sıvı Kapanım Çalışmaları ve Kapanım Sıvılarının Kimyası: Cevher Oluşturan Sıvıların Tuzluluk Kaynaklarına ait Bazı İpuçları

Fluid Inclusion Study and Chemistry of Inclusion Fluids in the Midi (Karamustafa/ Gümüşhane) Zn-Pb Ore Deposit: Some Implications on the Salinity Sources of Ore Forming Fluids

Abdurrahman LERMİ*, Necati TÜYSÜZ ve Emin ÇİFTÇİ***

* NÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51200 Niğde
geolermi@yahoo.com

** KTÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon

ÖZ

Sıvı kapanımlar, maden yataklarının oluşumunda rol oynayan fizikokimyasal şartların, yataklanma evrelerinin ve yatağın jenezinin anlaşılmasında önemli veriler sağladıklarından, maden yatakları çalışmalarında oldukça önem taşırlar. Günümüze değin geliştirilen yeni analiz teknikleri ile sıvı kapanımların izotop, iz element ve nadir toprak element bileşimleri doğrudan tespit edilerek, cevher oluşturan sıvıların gelişimini ortaya koyan daha kesin veriler elde edilebilmektedir. Bu amaçla Midi madeninde sfalerit ve kuvars minerallerinde gerçekleştirilen sıvı kapanım çalışmalarında, söz konusu minerallerden crush-leach (parçala-çöz) yöntemiyle cevher oluşturan sıvıların kimyasal analizi yapılmış, cevherin fizikokimyasal oluşum koşulları ve cevher oluşturan sıvıların gelişimi belirlenmeye çalışılmıştır.

Baskın cevher mineralleri sfalerit, galen olan ve iki cevher mostrasından oluşan Midi Madeni, genellikle tortul birimlerin yaygın olduğu Doğu Pontid'lerin Güney Zonunda yer alır. KB-GD doğrultulu ve kuzeydoğuya eğimli Köstürelilik cevherleşmesi Kırtıllık Breşine, D-B doğrultulu ve kuzeye eğimli Maden Dere Cevherleşmesi ise volkano-tortul bir seriden oluşan Zimonköy Formasyonu'nun taban kesimine yerleşmiştir. Bu cevherleşmeler tamamen fay kontrollüdürler. Cevher, Maden Dere'de mercekler halinde, Köstürelilik'de ise kenarları düzensiz baca şekilli olup, yan kayaca ornatım ve boşluk dolgusu şeklinde yerleşmiştir. Yatağın cevher mineralojisi sfalerit, pirit, galenin yanında az miktarda kalkopirit, arsenopirit, pirotin, manyetit, fahlers, enarjit, eser miktarda altın ve elektrumdandır. Gang minerallerinin büyük bir kısmını karbonatlar (kutnahorit, ankerit, siderit, dolomit ve rodokrozit) daha az oranda kuvars, epidot, illit, kaolen ve klorit oluşturur.

Sıvı kapanım çalışmaları, mineral çökeliminin 250-388 °C arasında gerçekleştiğini göstermektedir. Tüm yatağın ortalama homojenleşme sıcaklığı (306.6±25 °C, n=51), Na-K alkali jeotermometresiyle belirlenen sıcaklıkla (ortalama 298 °C) oldukça uyumludur. Cevher oluşturan sıvılar, ısıtma soğutma işleminde elde edilen ilk ergime sıcaklığına (-16 °C ve -18 °C) göre NaCl ±KCl-H₂O sisteminde gelişen düşük-orta derecede tuzluluğa (6.1±1.4, n=51) ve ortalama 0.76 ± 0.05 g/cm³ (n=51) yoğunluğa sahip sıvı karakterindedir. Homojenleşme sıcaklığı-tuzluluk değişimi, tuzluluğu nispeten birbirinden farklı, benzer sıcaklığa sahip iki sıvının izotermal karışımı ve soğumanın cevher çökeliminde etkili

olduğunu göstermektedir. Midi Madeni'nin tuzluluk değişimi (% 3.1-8.1 NaCl) ve ortalama homojenleşme sıcaklığının, magmatik kaynaklı sıvıların homojenleşme sıcaklığı (240-430 °C) ve tuzluluğuna (%1-15 NaCl) yakın, epitermal-mezotermal yataklarla (140-350 °C) benzer olması cevherin epi-mezotermal şartlarda oluştuğunu göstermektedir. Ortalama tuzluluk, sıvı kapanımların minimum gaz basıncı, ortalama yoğunluk ve bağımsız termometre [$T_T = 347.2 \pm 20$ °C, S izotop termometresi (sfalerit-galen)] kullanılarak yapılan hesaplamalar, sıvı kapanımların kapanılma basıncının (P_T) 520 bar ve buradan hareketle Midi maden yatağının oluşum derinliğinin ise yaklaşık 5300 m olduğunu belirlemiştir.

Analizi yapılan crush-leach sıvısından elde edilen kimyasal veriler ve ortalama tuzluluk değerleri Na'a göre normleştirilmiş ve sıvıların Na, K, Ca, Mg, S ve Cl'ca baskın olan katyon ve anyonlar içerdiği belirlenmiştir. Midi Madeni'ni oluşturan söz konusu sıvılar, TAG (Atlantik ortası hidrotermal sıvı) ve 21°NPR (Kuzey Pasifik Okyanus Ortası) sıvılarından K, Mg, Ca ve Sr elementleri bakımından daha zengin; Mn, Fe, Cu, Zn ve Pb elementleri bakımından ise daha fakir olmasına rağmen, hidrotermal magmatik orijinli olan söz konusu sıvıların kökensel benzerlik sunarlar. Na-Cl-Br-I sistematikleri bu sıvıların içerdiği halojenlere, magmatik sıvılar ile karışan meteorik veya deniz suyu, en önemlisi yan kayaçlarla önemli derecede etkileşime giren sıvıların kaynaklık ettiğini göstermektedir. Bu veriler ışığında Midi Madeni'ni oluşturan sıvıların Ca ve Mg'ca zengin, nispeten Si'ce fakir, zayıf asidik ve alkalin karakterli sıvı özelliğinde olduğu söylenebilir.

ABSTRACT

Fluid inclusions are very useful in understanding of ore deposition, since they bear important information on physico-chemical conditions governing the ore formation and on the formation stages and genesis of the ore deposits. Modern techniques are able to analyze isotopic compositions, trace and rare earth element contents of the fluid inclusions, thus producing much precise results. Fluid inclusions of quartz and sphalerite were analyzed by using crush-leach method to estimate physico-chemical conditions under which ore mineralization occurred and to determine evolution of the ore-forming fluids.

Dominating ore minerals are sphalerite and galena in the Midi deposit, represented by two separate mineralized zones. It is located in the southern zone of the Eastern Pontides, where sedimentary units are prevalent. One of the mineralizations, the Köstürelilik deposit, is hosted by the Kırtıllık Breccia. The mineralized zone strikes NW-SE and dips NE. The other mineralization, the Maden Dere, is located at the base of volcano-sedimentary Zimonköy Formation. Mineralized zone itself strikes E-W and dips northward. Both mineralizations are restricted strictly to the faults. Ore depositions occurred in the form of lensoid bodies in the Maden Dere and in the form of irregular bodies partially replacing the wall rocks in the Köstürelilik deposit. Ore minerals include sphalerite, galena, pyrite and minor chalcopyrite, arsenopyrite, pyrrhotite, magnetite, sulfosalts, enargite, trace gold and electrum. Carbonate minerals including cutnchorite, ankerite, siderite, dolomite, rodocrosite account for the majority of gangue minerals. Minor quartz, epidote, illite, kaolinite, and chlorite are also present.

Fluid inclusions investigations indicate that ore mineralizations occurred at temperatures between 250-388 °C. Average homogenization temperature for the deposit is 306.6 ± 25 °C ($n=51$), which is highly consistent with the temperature acquired through Na-K geothermometry study (Av. 298 °C). Ore-forming fluids have moderate salinity (6.1 ± 1.4 , $n=51$). According to the first melting temperatures (-16

$^{\circ}\text{C}$, -18°C), the fluids evolved from a $\text{NaCl} \pm \text{KCl}-\text{H}_2\text{O}$ system. Average density for the fluids was found as $0.76 \pm 0.05 \text{ g/cm}^3$ ($n=51$).

Homogenization temperature–salinity variation indicates that two fluids with similar temperature but relatively different salinity may have formed the ore forming fluids by mixing under isothermal conditions and cooling was the most effective parameter in the ore mineral precipitation. Salinity and formation temperature ranges are close to the magmatic water and epithermal-mesothermal systems, indicating its possible formation under such conditions. Average salinity, minimum gas pressure of the fluid inclusions and mean density-independent thermometer [$T_f=347.2 \pm 20^{\circ}\text{C}$, S isotopes thermometer (sphalerite-galena)] were used to construct isochor diagrams, which are then used to determine trapping pressure (P_T) of fluid inclusions as 520 bar. Subsequently formation depth was calculated as about 5300 m.

Analyses of the fluids acquired through crush-leach and mean salinities were used together after fluids of the inclusions normalized to Na. Dominant cations and anions are found as Na, K, Ca, Mg, S and Cl, suggesting that the ore-forming fluids are more enriched in K, Mg, Ca and Sr than those of TAG (Mid-Atlantic Ocean hydrothermal fluids) and 25° NPR (North Pacific Ridge) fluids, and more depleted in Mn, Fe, Cu, Zn, and Pb. Despite those discrepancies, they also present genetic similarities. Na-Cl-Br-I systematics indicate that the fluids were sourced by meteoric waters and sea water mixing with magmatic fluids, most strikingly, the ore-forming fluids have interacted with the wall rocks. Under the light of these findings, the ore-forming fluids of the Midi deposit can be considered as rich in Ca, and Mg, depleted in Si and are weakly acidic and alkaline in character.

Terziali-Çayağzı (Kırşehir) Yöresi Altın İçeren Silisli Zonlarda Sıvı Kapanım Çalışmaları

Fluid Inclusion Studies Of Gold-Bearing Silica Zones In The Vicinity Of Terziali-Çayağzı (Kırşehir)

Ebru (COŞKUN) DELİBAŞ ve Yurdal GENÇ

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

ecoskun@hacettepe.edu.tr, ygenç@hacettepe.edu.tr

ÖZ

İnceleme alanı, Kırşehir il merkezinin yaklaşık 20 km kuzeybatısında olup, 1/25.000 ölçekli J31-b3, J32-a4 ve J32-d1 paftalarında Kırşehir, Çayağzı-Terziali Köyü sınırları içinde yer almakta ve 70 km²lik bir alana yayılmıştır.

Terziali-Çayağzı sahasında metamorfitlelerin diskordans düzlemlerine ve silisleşmiş fay zonlarındaki bozunma yüzeylerine bağlı olmak üzere 2 tür altın cevherleşmesi izlenmiştir. Özellikle altın içerikleri yüksek olan silisli zonlardan alınan yüzey ve karot örneklerinde sıvı kapanım çalışmaları yapılmıştır. Metajasperoidlere ait kuvarlarda 300-420⁰C ve 480⁰C' den daha yüksek olmak üzere 2 farklı homojenleşme sıcaklık aralığı tespit edilmiştir. Tuzluluk değerleri ise %2-8 ve %12-15 (% NaCl eşdeğeri) arasında değişmektedir.

Şistler içerisindeki fay zonlarına bağlı silisleşmiş kesimlerdeki kuvarların birincil sıvı kapanımlarından saptanan homojenleşme sıcaklıkları 150-390⁰C arasında ve 420⁰C' den daha büyük değerlere sahiptir. Bu sıvı kapanımlarının tuzluluk değerleri ise %3-5 (% NaCl eşdeğeri) arasındadır. Aynı örnekler içerisindeki ikincil kapanımlarda yapılan ölçümlerde ise homojenleşme sıcaklıkları 80⁰C ve 250⁰C arasında değişmekte ve 170-190⁰C arasında yoğunlaşmaktadır.

Sıvı kapanım ölçüm sonuçlarına göre metajasperoidlerdeki sıvı kapanımlarının homojenleşme sıcaklıkları ve tuzlulukları, fay zonlarındaki silisleşmiş kesimlerin sıvı kapanımlarının homojenleşme sıcaklık ve tuzluluklarına göre daha yüksek değerlere sahiptir. Bu sonuç, jeolojik ve petrografik gözlemlerle uyumlu olup, metajasperoidlerde ve silisleşmiş zonlardaki sıvı kapanımlarının farklı kökene sahip olduğuna işaret etmektedir. Bu veriler ışığında, metajasperoidlerdeki sıvı kapanımlarının metamorfik kökenli olduğu ve fay zonlarındaki sıvı kapanımlarının ise daha genç, muhtemelen meteorik kökenli çözeltileri temsil ettikleri düşünülmektedir.

ABSTRACT

The study area is located at approximately 20 km northwest of Kırşehir, within the boundaries of Çayağzı-Terziali village at the 1/25.000 scale topographic maps of Kırşehir J31-b3, J32-a4 and J32-d1. It covers an area of 70 km².

In the Terziali-Çayağzı area, two types of gold mineralization are distinguished which are controlled by the unconformity planes of the metamorphites and weathering surfaces over the siliceous fault zones in the metamorphites. Fluid inclusion studies are performed on the outcrop and the core samples of siliceous zones that have particularly high gold contents. Two different homogenization temperature intervals of quartz within the metajasperoids are established. The values ranged from 300 to 420⁰C and higher than 480⁰C . Also the salinity values are between 2-8 wt% and 12-15 wt % NaCl equivalent.

The homogenization temperatures which are determined on primary fluid inclusions of the silicified zones related to the young faults within the schist, take place between 390⁰C and higher than 420⁰C. The salinity values of these fluid inclusions range from 3 to 5 wt% NaCl equivalent. The homogenization temperatures values of secondary fluid inclusions for the same samples range between 80 and 250⁰C and concentrate the temperatures between 170 and 190⁰C.

According to the results of fluid inclusion thermometry, the homogenization temperature and salinity values of the fluid inclusions within the metajasperoids are higher than silicified parts in the fault zones. This condition is compatible with the geological and petrographical observations and indicates the fluid inclusions of metajasperoids and silicified zones were derived from different sources. Consequently, these results showed that the fluid inclusions of the metajasperoids are considered to be metamorphic in origin, while fluid inclusions of siliceous fault zones are considered to be younger and probably derived from the meteoric fluids.

Karahalka (Pınarbaşı-Kayseri) Demir Yatağının Sıvı Kapanım Çalışmaları *Fluid Inclusion Studies of the Karahalka (Pınarbaşı -Kayseri) Iron Deposit*

***Gülay SEZERER KURU ve **Ahmet GÖKÇE**

**MTA Genel Müd., MAT Dai., Bşk, 06520, ANKARA,*

***Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, SIVAS*

ÖZ

Karahalka Demir Yatağı , Doğu Torid Tektonik Birliği'nin batı bölümünde yer alan Jura-Kretase yaşlı Maraşlı Ofiyolitik Karışığı içinde yer almaktadır. Cevherleşme , tabandaki ofiyolitik kayalar ile üstte yer alan kireçtaşları arasındaki tektonik karekterli dokanakta yer almaktadır. Cevherleşme , düzensiz dış şekilli, genellikle masif, kireçtaşları içindeki kesimlerde ise yer yer tabakalı görünümlüdür. Cevher minerallerini, manyetit, hematit , ilmenit, götit , lepidokrosit, pirit, kalkopirit ve psilomelan oluşturmaktadır. Yer yer önemli miktarda barit oluşumu da gözlenmektedir. Cevherleşmenin yan kayacını oluşturan kireçtaşlarındaki kalsit ve baritlerde sıvı kapanım analizleri yapılmıştır. Kalsitlerdeki sıvı kapanımlar, kökenlerine göre iki gruba , bileşimlerine göre üç gruba ayrılmıştır. Kalsitlerdeki sıvı kapanımlardan elde edilen homojenleşme sıcaklıkları 190°C ve 360°C arasındadır. Ortalama tuzluluk değerleri(% NaCl eş değeri olarak) 9.0'dır. Baritlerdeki sıvı kapanımlarının homojenleşme sıcaklıkları 200°C ve 370°C arasındadır. Sıvı kapanım incelemeleri dikkate alındığında, cevherleşmenin mezotermal koşullarda oluşmuş hidrotermal-metasomatik cevherleşmeler olduğu söylenebilir.

ABSTRACT

Karahalka Iron Deposit is located in the Jurassic-Cretaceous aged Maraşlı Ophiolitic Melange in the eastern part of the Eastern Taurid Tectonic Belt. Mineralization, occurs at the tectonic contact, between ophiolitic rocks and limestone unit. Ore bodies have irregular morphologies and occur as generally massive type and stratabound type within the limestones. The main ore minerals are magnetite, hematite, ilmenite, goethite, lepidochrosite, pyrite, chalchopyrite and psilomalane and common gangue is barite mineralization. Fluid Inclusion studies are carried out on calcite and barite minerals taken from limestone unit. Fluid inclusions in calcite are divided into two according to their origin and in to three according to their compositions. The homogenization temperatures of the fluid inclusions in calcite vary between 190°C and 360°C . The avarage salinity degree is 9.0 % NaCl equilant. The homogenization temperatures of the fluid inclusions in barite are between 200°C and 370°C . Fluid inclusion studies indicate that the mineralizations have hydrothermal-metasomatic origin and are formed under mesothermal conditions.

MADEN YATAKLARI OTURUMU-III
ORE DEPOSITS SESSION-III

Çelikhan (Adıyaman) İle Sivrice (Elazığ) Arasındaki Tektonik Hatlarda Gelişmiş Cu-Au Mineralizasyonlarının Jeolojik Özellikleri

Geological Features Of Cu- Au Occurences Developed Along Tectonic Lines Between Çelikhan (Adıyaman) And Sivrice (Elazığ)

Yunus AY*, Hüseyin YILMAZ, Özcan DUMANLILAR***, Ali AYDIN*, Muhittin YİĞMATEPE*, Mehmet ASLAN *ve Banu GÜLTEKİN***

**MTA Orta Anadolu IV Bölge Müdürlüğü,*

***Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Müh. Böl, 58340, Sivas*

****MTA Genel Müdürlüğü*

ÖZ

Çalışma alanı Çelikhan (Adıyaman) ile Sivrice (Elazığ) arasında yer almakta olup, Güneydoğu Anadolu Bindirme zonnuna paralel sunmaktadır.

Arap Platformunun kuzeyinde yer alan Güneydoğu Anadolu Bindirme zonunda, Doğu Toros Orojenez kuşağına ait çeşitli kayaç birimleri ve yapısal birliklerin dilimlenerek üst üste gelişmiş ekayları izlenir. Kuşakta stratigrafik olarak en alta Bitlis-Pütürge Metamorfikleri bulunur. Bunun üzerinde ise Guleman (İspendere-Kömürhan) Ofiyolit napı ve her birimi üzerine Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı kayaçları gelmektedir.

Orta Eosen sonrası tektonik aktivitenin yoğun olarak gözlemlendiği Çelikhan (Adıyaman) ile Sivrice (Elazığ) arasında MTA tarafından gerçekleştirilen jeokimyasal prospeksiyon çalışmaları sonucunda bir çok alanda Cu-Pb-Zn-As veSb anomalileri belirlenmiştir. Anomali sahaları Güneydoğu Anadolu Bindirme zonu ile Doğu Anadolu Fay hattının kesişim alanlarında yer almaktadır. Anomalilere yönelik yapılan jeolojik çalışmalar sonucunda doğudan- batıya doğru; Uslu (Sivrice-Elazığ) Cu, Sey Deresi (Kale-Malatya) Au-Cu, Yanık Tepe (Pütürge-Malatya) Au, Sincik (Adıyaman) Au-Cu ve Ormanbaşı (Sincik -Adıyaman) Au-Cu zuhurları belirlenmiştir.

Uslu (Sivrice-Elazığ) Cu ile Sey Deresi (Kale-Malatya) Au-Cu mineralizasyonu Pütürge Metomorfiklerine ait şistler ile Maden Karmaşığına ait çamurtaşları arasındaki tektonik hatta bulunmaktadır.

Yanık Tepe (Pütürge-Malatya) Au ve Sincik (Adıyaman) Au-Cu mineralizasyonları ise Pütürge Metomorfikleri içerisinde yer almakta olup, Orta Miyosen sonrası gelişmiş ters faylara paralel yada Doğu Anadolu fay hattında yer almaktadır.

Ormanbaşı (Sincik -Adıyaman) Au-Cu mineralizasyonu ise Orta Miyosen yaşlı Çüngüş Formasyonu Alt Miyosen yaşlı Lice Formasyonunun oluşturduğu tektonik hatta bağlı olarak gelişmiştir.

Beş farklı lokasyonda tanımlanan bu zuhurlarda pirit, kalkopirit, delofosit, galenit ve sfalerit gibi sülfid minerallerinin yanı sıra genişçe alanlarda fillik altasyon, silisleşme, karbonatlaşma ve breşleşme belirlenmiştir.

Bölgede ilk defa belirlenen bu cevherleşmeler bindirme tektoniği veya Doğu Anadolu Fay zonu ile uyum içerisinde. Bu veriler ışığı altında mineralizasyonların, bölgedeki bindirme tektoniği ile beraber veya sonrasındaki hidrotermal faaliyetlerle ilgili olduğu düşünülmektedir. Hidrotermal akışkanların kökeni ise tartışmalı olup, ya Orta Eosen sonrası magmatik faaliyetlerle yada tektonizma esnasındaki süreçlerle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

ABSTRACT

The study area which is located between Çelikhhan (Adıyaman) and Sivrice (Elazığ), lies parallel to the Southeast Anatolian Thrust Zone.

The Southeast Anatolian Thrust Zone which is located at the northern margin of the Arabian Platform, includes an echelon structures developed as a result of imbrication of diverse rock types and structural units. The Bitlis – Pütürge Metamorphics constitute the lowermost part of the stratigraphic sequence in this belt. This unit is structurally overlain by the Guleman (İspendere – Kömürhan) Ophiolite Nappe which in turn is overlain by the Maden complex of Middle Eocene age.

As a result of geochemical surveys conducted by MTA, Cu – Pb – Zn – As- Sb anomalies were revealed in various areas between Çelikhhan (Adıyaman) and Sivrice (Elazığ) where intense tectonic activity took place during post- Middle Eocene. Anomalous areas coincide with intersection of the Anatolian Thrust Zone with the East Anatolian Fault Line. Geological studies focused on the anomalous areas consequently delineated the following mineralized areas from east to west Uslu (Sivrice - Elazığ) Cu, Sey Deresi (Kale- Malatya) Au- Cu, Yanık Tepe (Pütürge-Malatya) Au, Sincik (Adıyaman) Au-Cu and Ormanbaşı (Sincik – Adıyaman) Au – Cu prospects.

The Uslu (Sivrice - Elazığ) Cu, Sey Deresi (Kale- Malatya) Au- Cu prospects occur along a tectonic line between schists of Pütürge Metamorphics and mudstone of Maden complex.

The Yanık Tepe (Pütürge-Malatya) Au, Sincik (Adıyaman) Au-Cu occurrences hosted by the Pütürge Metamorphics lying parallel to the post Middle Eocene reverse faults or within the East Anatolian Fault Zone.

Ormanbaşı (Sincik – Adıyaman) Au – Cu mineralization occurs in association with a tectonic lineament between Middle Miocene Çüngüş Formation and Lower Miocene Lice Formation.

These prospects defined at five different localities comprise sulfide minerals such as pyrite, chalcopyrite, malachite, galena and sphalerite associated with pervasive phyllic alteration, silicification and brecciation.

These newly discovered mineralized areas appear to have occurred in association with the thrusting tectonics or East Anatolian Fault Zone. In the light of these occurrences are closely related to syn or post tectonic hydrothermal activities. The origin of hydrothermal fluids that is controversial is assumed to have been generated during post – Middle Eocene magmatic activities or through syn-tectonic processes.

Kısacık (Ayvacık-Çanakkale) Au Sahasının Jeolojisi ve Jeokimyasına Ait İlk Veriler

Preliminary Geological And Geochemical Data On Kısacık (Ayvacık-Çanakkale) Au Mineralization

Mehmet KILIÇ*, Şahset KÜÇÜKEFE, Mehmet AVŞAR***, Ramazan SARI**, Alaaddin VURAL**** ve Necip PEHLİVAN****

**MTA Marmara Bölge Müdürlüğü, KOCAELİ*

***MTA Kuzeybatı Anadolu Bölge Müdürlüğü, BALIKESİR*

****MTA Ege Bölge Müdürlüğü, İZMİR*

*****MTA Genel Müdürlüğü, ANKARA*

ÖZ

Kısacık Köyü Kırantepe Au sahası, Ayvacık ilçesinin yaklaşık olarak 13 km doğusunda yer almaktadır. Yörede, Sakarya Zonuna ait Kazdağı Metamorfik Grubu; gnays, şist, amfibolit ve mermerler ile temsil edilmektedir. Bu metamorfitlerin üzerinde Üst Kretase yaşlı Çetmi Ofiyolit Melanjı, tektonik olarak bulunur. Daha üstte ise Oligo-Miyosen yaşlı volkanitler ve karasal çökeller yüzeyleir.

Oligo-Miyosen volkanitleri; dasit-andezit bileşimli tüf, aglomera ve lavlardan meydana gelir. İnceleme sahasında bu volkanitler, genel olarak tabakalı yapıdadır. Tabakalanma doğrultuları DKD-BGB yönlü olup G veya GD ya doğru 10-50 derece eğimlidir. Bu volkanitler KD-GB ve KB-GD doğrultulu dik ve dike yakın eğimli faylar tarafından kesilmektedir.

Kırantepe'nin kuzey sırtı boyunca, alterasyon sahası içerisinde bulunan altının silisleşmeler ile ilişkili olduğu görülmektedir. Sahadaki hidrotermal alterasyonu, domsal yapıli bir dasit/riyodasit kütesinin, yerleşiminden sonra gelişen hidrotermal eriyiklerin meydana getirdiği düşünülmektedir. KD-GB doğrultulu bir uzanımaya sahip alterasyon zonu, merkezinde çok evreli hidrotermal breşler ve ağsal kuvars damarları ile yer yer limonitin bulunduğu, yoğun bir silis zonu ve bunu saran serizit, kaolen, montmorilonit ve kloritin hakim olduğu kil zonundan meydana gelir. Alterasyon sahasında az oranda pirit ve jips de görülmektedir.

Sahadan alınan toprak ve kayaç örneklerinin jeokimyasal analiz sonuçlarına göre Au, As ve Sb anomalileri yaklaşık olarak 0.4 km² genişlikte bir alana sahiptir ve bu anomaliler alterasyon sahası ile sınırlanmaktadır. Au, As ve Sb elementleri arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Yapılan analizlerden toprak örneklerinde en yüksek 14 ppm Au ve kayaç örneklerinde en yüksek 3 ppm Au ile 1 ppm Ag değeri elde edilmiştir.

Bu çalışmayla inceleme sahasında ilk defa doğal olmayan çukurluklar ve cevherli kayayı kırma-ezme işlemlerinde kullanılmış olduğu düşünülen taş aletler bulunmuş ve bu veriler burada bir antik Au işletmesinin olduğu yönünde değerlendirilmiştir. Belirlenen bu antik Au işletmeleri dom yapıli dasit/riyodasit kütesiyile tüflerin dokanağında yer almaktadır.

Sonuç olarak, sahada ilk defa bir altın cevherleşmesi belirlenmiştir. Yüzey verileri, bu oluşumun volkanitlere bağlı düşük kükürtlü / adularya-serizit tip ($Ag < Au$) Au yatağına daha çok benzemekle beraber, bazı yapı ve mineralizasyon özellikleri alkali tip Au yataklanmasına da işaret etmektedir.

ABSTRACT

The Kısacık-Kirantepe Au mineralization is located about 13 km east of Ayvacık town. In the area, the Kazdağı Metamorphic Group belonging to the Sakarya Zone is represented by gneiss, schist, amphibolite, and marble. These metamorphics are tectonically overlain by Upper Cretaceous Çetmi Ophiolitic Melange. Oligo-Miocene volcanics and terrigenous sediments overlie older units.

Oligo-Miocene volcanics are composed of tuffs, agglomerates, and lavas of dacitic-andesitic compositions. These volcanics commonly have bedded structure. Bedding planes strike ENE-WSW and dip southward or southeastward at 10-50°. These volcanics are intersected by NE- and NW trending and steeply or almost steeply dipping faults.

Gold appears to have occurred in association with silicification along the northern ridge of Kirantepe. Hydrothermally alterations are thought to have been developed by hydrothermal solutions following the emplacement of dacite/rhyodacite dome. The NE-elongated alteration zone is characterized by a densely silicified core of multi-phase hydrothermal breccias and stockwork quartz veins with locally limonite and surrounding annulus of clay alteration dominated by sericite, kaolinite, montmorillonite, and chlorite. Pyrite and gypsum occur in lesser amounts.

Au, As, and Sb anomalies were defined over an area of about 0.4 km² based on geochemical analyses of soil and rock samples. These anomalies are surrounded by an alteration envelope. Au, As, and Sb elements well correlate as expressed by positive correlations. Soil samples contained 14 ppm Au as the highest value. Maximum Au and Ag values from rock samples are 3 and 1 ppm, respectively.

Throughout this study, man-made pits and stony tools possibly used for crushing-grinding processes have been newly discovered in the study area, suggesting ancient Au mining activities. This Au mine is located at the contact of dacite/rhyodacite dome with tuffs.

As a consequence, gold mineralization in the area was discovered during the present study. Surficial data indicate that this mineralization greatly resembles volcanic-hosted low sulfidation / adularia-sericite-type ($Ag < Au$) gold deposits although it shows similarities to alkali-type gold deposits in structural and mineralization features.

Eskişehir Sepetçi Kromit Yatağı Yapısal Jeolojisi *Structural Geology Of The Eskişehir Sepetçi Chromite Deposit*

Tahir ÖNGÜR

GEOSAN AŞ, İstanbul, tahirongur@turk.net

ÖZ

Eskişehir Sepetçi Köyü kromit yataklarında yapılan ayrıntılı yapısal jeoloji çözümlemesiyle bunların oluşum ve biçim değiştirme süreçleri anlaşılmasına çalışılmıştır.

Bu kapsamda Kurtuluş ve Taştepe Ocaklarında ayrı ayrı yürütülen çalışmalarla ortak bir yapısal gelişim modeli kurulmuştur.

Kurtuluş Ocağı çevresi, ultramafik kayaların tektonit peridotitlerden kurulu bir kesiminde yer almaktadır. Peridotit kütlelerinin bütününe yakını harzburjit bileşimlidir. Bunun içinde dünit bantları ve kromit danelerinin matriksinde de dünit bulunmaktadır. Kromit saçılmış minik kristaller, düzenli bantlar, ender olarak katmanlar ve düzensiz kafalar biçiminde görülmektedir. Bunlar, çok sayıda piroksenit damarıyla kesilmektedir. Bu ocakta harzburjit-dünit bantlaşması ve kromit bantlarından oluşan bileşimsel (S_0) yapılar (19 yüzey); iri piroksenit kristalleriyle belirginleşen düzlemler ile çakışan metamorfik tektonitlerin folyasyon (S_1) yapıları (135 yüzey); piroksenit damarlarının daha kalın olan kıvrımlanmış ilk fazı (S_2 -kalın) (45 yüzey); daha ince, kıvrımlanmamış ilk faz damarları (S_2 -ince) (14 yüzey); piroksenit damarlarında tanınabilen kıvrım eksenli düzlemleri (S_2') (9 yüzey); makaslama yarılımları (S_3) (221 yüzey); ayrık, dolgunuz ve düzlemsel eklem (S_4) ler (560 yüzey) stereoskopik izdüşümleri ile statistik olarak incelenmiş ve bunları oluşturan gerilme ortamları belirlenmeye çalışılmıştır. S_0 , S_1 , S_2 (kalın) ve S_2' düzlemleri neredeyse çakışmaktadır. S_2 (ince) bunları dik kesmektedir. S_4 , S_3 'ten sonra gelişmiştir. S_4 'ün gerilme eksenlerinden ikincil olanını düşeye getirecek döndürme işlemi yapıldığında S_0 , S_1 , S_2 (kalın) ve S_2' yatay konuma gelmektedir. Bu durumda S_4 de aynı gerilme eksenine açıklanabilmektedir. İncelenen faylardan bir bölümü sağ yanal ve bir bölümü de ters fay niteliğindedir. Bu faylar, öteki süresizliklerle birlikte topluca değerlendirildiğinde incelenen yapısal öğelerin bir bölümünün (S_0 , S_1 , S_2 (kalın) ve S_2') manto içindeki süreçlerde oluştuğu anlaşılmaktadır. Katı fazdaki harzburjitik mantonun, yükselme ve yayılması sırasında oluşan dönel makaslama gerilmeleri altında sıvı zorlamasıyla açılan çatlaklarına, kısmi ergime ürünü dunitlerin dolması ve bu düşey kanallar içindeki konveksiyon dolaşımı sırasındaki ısı ve basınç değişimleriyle kromit oluşup birikmektedir. Bu kanallarla mantodan kabuğa magma akışı ne denli uzun sürmüşse kromit birikim ve zenginleşmesi de o denli artabilmektedir.

Görünüşe göre Kurtuluş Ocağı çevresinde dar bir dünit kanalında kısa süreli bir birikim oluşmuştur. Bu sırada kayada kromit-dünit bantlaşması ve piroksenit damarlarından oluşan bileşimsel yapılar gelişmiştir. Mantonun, yayılma sırtlarından dışa doğru konveksiyon hareketi, 1200°C dolayındaki yüksek sıcaklıkta, fakat katı fazda plastik akmasını ve plastik biçim değiştirmesini doğurmuştur. S_0 , S_1 , S_2 (kalın) ve özellikle S_2' düzlemleri ileri derecede bir biçim değiştirmenin gerçekleştiğini göstermektedir. Bu sürecin sonuna doğru yeni bir kısmi ergime ve öncekileri kesen yeni piroksenit ve dünit damarları oluşmuştur. Bu süreç, daha önce şekillenmiş olan dünit dilimlerini (pod'larını) de

biçim değiştirmeye zorlamıştır. Dünit dilimi yeniden biçimlenerek yapraklanmıştır. Kromit bandları yatık kıvrımlar oluşturmuştur. Bu dilimin kabuk içine yerleşmesi ile birlikte etkili olan kabuksal gerilme ortamında önce serpantinleşme eşliğinde ve şiddetli, daha sonra zayıf ve yalın, boyuna eklemeler ve faylar oluşmuş; makaslama ile oluşan kırık dilinimleri gelişmiş; bu süreksizliklerin bazıları kalsedon, serpantin ve/ya da manyezitle doldurulmuş; ve bunlar yapıyı karmaşıklaştırmıştır. Belirlenen faylar ve eklem takımları birlikte incelendiğinde bunların yaklaşık 110° doğrultulu, yataya yakın bir sıkışma gerilmesi etkisinde geliştiği; bindirmelerin daha çok ikinci derece gerilmeler sonunda yerel olarak geliştiği; makaslama zonları ve önemli fayların birinci derece makaslama yüzeylerinde yerleştiği; ve sonuçta oluşan yapısal çatının kuramsal şemalara uyduğu görülmektedir. Son olarak bu faylanmalarla, Kurtuluş Ocağı çevresindeki dünit podu basamaklı bloklara ayrılmıştır.

Aynı bölgedeki Taştepe Ocağı'nda da, sahada ölçülen toplam 613 yapısal ögenin stereoskopik izdüşümünün statistik çözümlenmesiyle, daha önce yüzeyleme madenciliğiyle kromit yataklanmasına ilişkin belirtilerin yok edildiği alanda kromitli dünit diliminin yayılım ve özellikleri modellenmiştir. Bu sahada da, PODİFORM-UYUMLU-BANDLI bir kromit yataklanması yer almaktadır. Cevherleşme zayıftır. Kromit zonu çok parçalanmış olmakla birlikte, genel duruşu pek değişmemiştir.

ABSTRACT

Formation and deformation processes of Eskişehir Sepetçi Village chromite deposits have been investigated by detailed structural geological analysis.

Thus, a common structural evolution model has been offered after separate studies at Kurtuluş and Taştepe Pits.

Surrounding of Kurtuluş Pit is situated at a sector formed by tectonite peridotites. Most of the peridotite mass has harzburgitic composition. There are dunitic bands and dunitic matrix with chromite grains in it. Chromite composed by dispersed minute crystals, regular bands, occasional typical layers and irregular pods. These are being cut by pyroxenite veins. Compositional structures (S_0) of harzburgitic-dunitic bandings and chromite bands (19 surfaces); foliation structures (S_1) of metamorphic tectonites occurred as coarse pyroxenite crystal accumulations (135 surfaces); folded thicker first phase pyroxenite veins (S_2 -thick) (45 surfaces); thinner nonfolded second phase veins (S_2 -thin) (14 surfaces); axial surfaces of folds (S_2') of pyroxenitic veins (9 surfaces); shear zones (S_3) (221 surfaces); separate, nonfilled and planar joints (S_4) (560 surfaces) have been evaluated statistically by their stereoscopic and properties of the stress environment responsible for these have been interpreted. S_0 , S_1 , S_2 (thick) and S_2' surfaces are nearly wholly coincident. S_2 (thin) cut these perpendicularly. S_4 had been developed after S_3 . S_0 , S_1 , S_2 (thick) and S_2' are being horizontal after the rotation of secondary stress axis of S_4 to vertical. Thus, S_4 can be explained with same stress medium, too. Investigated faults are either right lateral or overthrusting types. By evaluation of these faults together with other discontinuities it is obvious that a part of these structural elements (S_0 , S_1 , S_2 (thick) and S_2') had been developed by mantle processes.

Chromites had been formed and accumulated by thermal and pressure variations by the convection of partially melted basal dunitites which filled the vertical channels at solid phase harzburgitic mantle which had been hydrofractured under the influence of rotational deviatoric stresses developed during its uprising and spreading. Chromite formation and accumulation could be progressed further, according to the duration of the magma flow from mantle to crust from these channels.

A relatively shorter chromite accumulation in a narrow dunitic channel had been occurred at around Kurtuluş Pit. Compositional structures such as chromite-dunite bands and pyroxenitic veins have been developed at this period. Convectional movement of the mantle from spreading ridges to outside brought plastical flow and deformation under high temperatures as 1200°C but as solid state. S_0 , S_1 , S_2 (thick) and especially S_2' surfaces show the development of extensive deformations. Near the end of this stage a new partial melting has been occurred and new pyroxenitic and dunitic veins have been formed which are discordant to the previous ones. This process forced the previously shaped dunitic pods to deformation. Dunitic pods have been foliated by this deformation. Chromite bands made narrow folds. Intensive joints and faults have been developed primarily and accompanied by serpentinitisation and then simple and weak under the crustal stress environment during the emplacement of this pod into the crust; fracture cleavages formed by shear stresses; some of these discontinuities have been filled by calcedony, serpentine and/or magnesite; and all of these make the general structure more complex. A general evaluation of the all faults and joints show that these have been developed at a $N110^\circ E$ nearly horizontal principal axis compressive stress environment; overthrusts have been developed locally at secondary directions; shear zones and important faults have been emplaced onto primary shear directions; and this complex structural framework coincides with theoretical schemas. Dunitic pod has been separated to steppy blocks by these faultings at around of Kurtuluş Pit.

Taştepe Pit area at same region, has been investigated by stereoscopical evaluation of 613 structural elements and distribution and properties of chromitic dunit pods were modelled, outcrops of which was already disturbed before by outcrope mining. There is a PODIFORM-CONFORMED-BANDED chromite site at this Pit, too. Ore forming is weak. Chromite zone was intensively fragmented; but, its general situation is generally saved.

Hekimhan (Malatya) Yöresindeki Demir Yataklarının Jeolojik Konumları *Geological Setting Of Iron Deposits In The Hekimhan (Malatya) Region*

Hüseyin YILMAZ*, **Özcan DUMANLILAR****, **Yunus AY*****,
Abdurrahman TABLACI** ve **Özcan TORUN*****

**Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Müh. Böl, 58340, Sivas*

***MTA Genel Müdürlüğü, 06520 Balgat-Ankara*

****MTA Bölge Müdürlüğü, 44100 Malatya*

e-mail: yilmazh@cumhuriyet.edu.tr

ÖZ

Ülkemizin en önemli demir yataklarının bulunduğu Hekimhan yöresinde temeli Jura yaşlı ofiyolitik kayalar ve Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kristalize kireçtaşları oluşturur. Bu temelin üzerinde açılı uyumsuzlukla Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı volkano-tortul bir dizi yer alır. Birimin alt kesimlerinde bazaltik ve trakitik volkanik kayalarla yanal geçişli konglomera-kumtaşı-çamurtaşı aradalanması görülür. Kaya topluluğunun bazı seviyelerinde ise resifal kireçtaşları gözlenir. Birimdeki volkanik ara katkılar yukarıya doğru azalır ve orta kesimlerde çamurtaşı-marn ve kilttaşları aradalanması yer alır. Bu birim üste doğru Üst Maastrichtiyen yaşlı kireçtaşlarına geçer. Bu volkano-tortul dizinin özellikle sığ denizel kesimlerinde ve özellikle de resifal bölümünde ana minerali siderit olan, katmanlanmaya uyumlu cevher kütleleri bulunmaktadır. Bu tip cevherleşmeye Deveci demir yatağı ve Şırzı (Boğazgören) demir yatakları en iyi örneklerdir.

Paleosen'de yörede siyenitik bir magmatik etkinlik gerçekleşmiştir. Üst Kretase yaşlı volkano-tortul dizi Hasançelebi yakınlarında yanal olarak, bol miktarda siyenitik dayklarca kesilmiş ve metazomatizmaya uğramıştır. Ana minerali manyetit olan Hasançelebi demir yatağı bu birimin içinde bulunmaktadır. Kuluncak dolayındaki küçük demir yatakları da Hasançelebi demir yatağı ile benzer konumdaki kaya birimleri içinde yer almaktadır. Hekimhan yöresinde Oligo-Miyosen yaşlı birimlerin özellikle kırıntılı bölümünde, katmanlanmaya uyumlu olmayan yoğun silisifiye ve demirli zonlar gözlenmektedir. Kırmızıtepe ve Fenk tepe cevherleşmeleri de bu zonların içindedir. Yöredeki en önemli diğer bir demir yatağı da ana minerali manyetit olan Karakuz Demir yatağıdır. Bu yatak ise Hasançelebi Demir yatağını da kesen Orta Miyosen-Pliyosen yaşlı volkanikler içinde yer almaktadır. Buna göre Hekimhan havzasındaki Üst Kretase yaşlı volkano-tortul dizinin ve Miyo-Pliyosen yaşlı volkanitlerin özellikle demir cevherleşmeleri açısından ayrıntılı olarak incelenmesi önemlidir.

ABSTRACT

The basement of Hekimhan region where contains most important iron deposits of Turkey consists of Jurassic ophiolitic rocks and Upper Jurassic-Lower Cretaceous recrystallized limestone. An Upper Cretaceous volcano-sedimentary suit overlies uncomformably this unit. Alternation of conglomerate-sandstone-mudstone associated with basaltic and trachyandesitic volcanics are observed at the base. There are some reef limestone levels in this part. Volcanic intercalations are decreased upward and alternation of mudstone-marl-clay is observed in the middle of this unit. Upper Maastrichtian limestone forms the upper part of this rock association. Some strata-bound siderite deposits are observed especially in the shallow marine sedimentary rocks and reef limestone of Upper Cretaceous volcano-sedimentary suit. Deveci Iron Deposit and Şırzı Iron Deposit are good examples for this type depositions.

There is a syenitic magmatism in Paleocene in this region. Upper Cretaceous volcano-sedimentary suit also is intruded by numerous syenitic dyks near Hasaelebi and Kuluncak. Hasaelebi Magnetite Deposits and some minor iron deposits in Kuluncak district are in this metasomatic unit. Some iron bearing silicified zones are observed in the Oligo-Miocene detritic sedimentary rocks in Hekimhan region. Kirmızıtepe and Fenktepe Iron Deposits are in these zones. Karakuz Iron Deposit is hosted by trachyte-trachyandesite that intruded Hasaelebi Iron Deposit. For these reasons it is important to study the Upper Cretaceous volcano-sedimentary suit and Mio-Pliocene volcanics for the iron exploration in Hekimhan region.

Olympic Dam Tipi Fe Oksit-Cu-Au-(Ag-Ba-F-U-Th-Nte) Yataklarına Türkiye'den Bir Örnek: Hasacelebi Fe Yatağı

*An Example Of Olympic Dam -Type Fe Oxide-Cu-Au-(Ag -Ba-F-U- Th-Ree)
Deposits From Turkey: Hasacelebi Fe Deposit*

Yunus AY*, Selahattin YILDIRIM, Özcın DUMANLILAR**,
Ömer TURGUT*, Abdurahman TABLACI**, Hasan YILDIZ* ve
Halide DUMANLILAR****

**MTA Orta Anadolu IV Bölge Müdürlüğü*

***MTA Genel Müdürlüğü*

ÖZ

İnceleme alanı Malatya ilinin 78 km kadar kuzeybatısında Hekimhan, Kuluncak ve Hasacelebi arasındaki bölgedir.

MTA Genel Müdürlüğü tarafından ‘‘Yukarı Fırat Havzası Maden Aramaları Projesi’’ kapsamında, 2002-2003 yıllarında Hasacelebi Fe, Karakuz Fe, Kuluncak Fe ve Kuluncak NTE-U-Th cevherleşmeleri incelenmiştir. Geçmişte demir arama amacıyla yapılan sondajların karotları yeniden gözden geçirilmiş ve örneklenmiştir.

Doğu Toros Orojenez Kuşaağı üzerinde bulunan sahada temeli Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Çataldağ Kiretaşı ve bunlarla tektonik ilişkili olan Üst Kretase yaşlı Kuluncak Ofiyoliti oluşturur. Maestrihtiyen-Paleosen arasındaki dönemde yay gerisi açılma tektoniğiyle ilişkili olarak alkali mağmatizma ürünleri izlenir. Orta Miyosen-Pliyosen döneminde sıkışma tektoniği ile ilişkili alkali mağmatizma (Obuz Volkaniti) gelişmiştir. Bölgede bu iki mağmatik etkinliğe bağlı olarak farklı iki tip cevherleşme izlenir:

Birinci tip cevherleşme Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı alkali siyenitlerle ilişkili kontak metasomatizma ve devamındaki hidrotermal etkinliğin ürünüdür. Kontak metasomatizmasının başlangı evresinde Na-metasomatizması (skapolit) ve manyetit cevherleşmesi, gerileyen evresinde K-metasomatizması (flogopit, biyotit ve K-feldispat) ve sülfid cevherleşmeleri oluşmuştur. Başlangı evresinde oluşan skapolitleşme daha sonraki hidrotermal etkilerle oluşan potassik alterasyon tarafından yer yer maskelenmiştir. Sığ derinlik koşullarında ise silisleşme gözlenir. Gerileyen evre alterasyonu ile ilişkili olarak pirit, kalkopirit, arsenopirit, kalkosin, kovellin gibi sülfid mineralleri ve altın oluşmuştur. Yüzeyden ve demir arama galerilerinden alınan örneklerde en yüksek %0.8 Cu ve 2 ppm Au değerleri saptanmıştır.

İkinci tip cevherleşme Orta Miyosen-Pliyosen yaşlı alkali mağmatizmayla ilişkili olup, damar, damarcık, ağsı ve saçınımlı manyetit, hematit ve spekülarit cevherleşmesidir. Bu evrede de 1.7 ppm'e ulaşan Au değerleri belirlenmiştir.

İnceleme alanında, her iki döneme ait alkali magmatizma ve ilişkili cevherleşmeler D-B doğrultulu tektonik hatlara bağlıdır.

Bölgedeki Fe-oksit, U-Th, NTE (nadir toprak elementleri) ve Cu-Au oluşumları ve alterasyon deseni birlikte değerlendirildiğinde, düşük tenörlü (%16 Fe₃O₄) fakat büyük rezervli (1,9 milyar ton) Hasançelebi Fe yatağının Olympic Dam Fe oksit-Cu-Au-(Ag-Ba-F-U-Th-NTE) yatağıyla büyük ölçüde benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır.

ABSTRACT

The study area is located between Hekimhan, Kuluncak and Hasançelebi 78 km northwest of Malatya province.

The Hasançelebi Fe, Karakuz Fe, KuluncakFe and kuluncak REE-U-Th deposits were investigated within the framework of "Upper Euphrates Basin Mineral Exploration Project" undertaken by MTA in 2002-2003. Cores from the past iron exploration drill holes were reevaluated and sampled.

The basement of the area which is located within the Eastern Tauride Orogenic Belt is constituted by Upper Jurassic-Lower Cretaceous Çataldağ Limestone and tectonically overlying Upper Cretaceous Kuluncak Ophiolite. During the time span of Maastrichtian-Paleocene, product of alkali magmatism were formed as related to back -arc extensional tectonics. Later alkali magmatism (obuz Volcanics) developed in relation to compressional tectonics in Middle Miocene-Pliocene period. In the region, two types of mineralization are recognized in association with both magmatic episodes.

First type of mineralization occurred as a result of contact metasomatism associated with alkali syenites of Maastrichtian-Paleocene age and subsequent hydrothermal activity. The initial stage of contact metasomatism is characterized by Na metasomatism (scapolite) and magnetite mineralization while retrograde stage is represented by K metasomatism (phlogopite, biotite and K-feldspar) and sulfide mineralization. The initial scapolitization is locally overprinted by potassic alteration as product of later hydrothermal fluids. Silicification took place at shallow depth. Gold and sulfide minerals such as pyrite, chalcopyrite, arsenopyrite, chalcocine and covellite occur as accompanying retrograde stage alteration. Samples collected from outcrops and through adits previously driven for iron exploration yielded up to 0,8% Cu and 2 ppm Au.

Second type of mineralization that is associated with Middle Miocene- Pliocene alkali magmatism, consists of veins, veinlets, stockworks and disseminations of magnetite, hematite and specularite. Au values reach up to 1,7ppm at this stage.

In the study area, alkali magmatism and related mineral occurrences belonging to both episodes, developed along E- trending tectonic lines.

By evaluation of Fe - oxide, U Th,REE (rare earth elements), and Cu-Au occurrences along with alteration patterns, it is concluded that the Hasançelebi Fe deposit having bulk tonnage (1,9 billion tons) but low grade (16% Fe₃O₄) greatly resembles Olympic Dam Fe oxide - Cu -Au -(Ag -Ba -F-U -Th -REE):

57. Türkiye Jeoloji Kurultayı
57th Geological Congress of Turkey

08-12 Mart 2004, MTA Kùltür Sitesi, Ankara

MİNERALOJİ - PETROGRAFİ OTURUMU-I
MINERALOGY-PETROGRAPHY SESSION-I

Trabzon Yöresi (KD-Türkiye) Alkalen Volkanitlerindeki Ca'ca Zengin Klinopiroksenlerin Kristal Kimyası ve Kristallenme Şartları

*Crystal Chemistry And Crystallisation Conditions Of Ca-Rich Clinopyroxenes
In Alkaline Volcanics From Trabzon (NE-Turkey)*

Faruk AYDIN*, **Orhan KARSLI****, **M. Burhan SADIKLAR*****,
Rainer ALTHERR****, **İbrahim UYSAL***** ve **Ayla HANEDAN*******

* NÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, 51200 Niğde faydin03@yahoo.com

** KTÜ Gümüşhane Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane

*** KTÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon

**** Universität Heidelberg, Mineralogische Institut, D-69120 Heidelberg, Almanya

***** MTA Trabzon Bölge Müdürlüğü, 61010 Trabzon

ÖZ

Bu çalışma, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin (Doğu Pontidler) en kuzeyinde ve özellikle Trabzon civarında yüzeleyen Neojen yaşlı alkalen volkanitlerdeki Ca'ca zengin klinopiroksenleri konu alır. Bu zamana kadar söz konusu alkalen volkanitlerin gelişimiyle ilgili, jeokimya ve petrojenez ağırlıklı çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen, mineral kimyası ile ilgili çok az sayıda özel araştırma mevcuttur. Dolayısıyla bu çalışma, söz konusu alkalen kayalarda baskın olan klinopiroksenlerin kimyası ve kristallenme şartları ile ilgili bilgi eksikliğini gidermeyi ve bölgedeki alkalen volkanizmaya sebep olan birincil magmanın ilksel bileşimini ve kökenini aydınlatmayı amaçlar.

Ca'ca zengin klinopiroksenler, en az iki farklılaşmış seriden (feldispatoid ve feldispatça zengin) meydana gelen Neojen yaşlı alkalen volkanitlerin en önemli ferromagnezyen minerallerdendir. Klinopiroksenler, petrografik açıdan, hamurda hem tek bir kristal halinde hem de iki ya da daha fazla kristalin bir araya geldiği kümelenmeler şeklinde bulunur ve analsim, sodalit, lösit veya nefelin (özellikle feldispatoidçe zengin seride), K- ve plajiyoklas-feldispat (özellikle feldispatça zengin seride), biyotit, \pm kalsik amfibol, Fe-Ti-oksitler ve apatit ile birliktelik sunar. Ayrıca bunlar salınımlı ve sektör zonlanma yanında özellikle her iki serinin bazik üyelerinde iskeletimsi ve elek dokusu da gösterirler.

Kristal kimyası verilerine göre, her iki serideki klinopiroksenlerin bileşimleri oldukça benzerdir ve bu bileşimler Ti'ca zengin Al-diyopsitden salite ve hatta kısmen de fasayite kadar değişir. Söz konusu klinopiroksenlerin en önemli özellikleri, göreceli olarak yüksek Mg numarasına (0.85-0.63), düşük Al_2O_3 (% 3.2-7.6) ve TiO_2 (< % 2.5) içeriğine ve düşük Al^{VI}/Al^{IV} oranına (< 0.5) sahip olmalarıdır. Bu değerler yüksek basınç ve manto klinopiroksenlerinden oldukça farklı olup, düşük basınç kristallenme şartlarını yansıtır. Klinopiroksenler için hesaplanan ortalama basınç, sıcaklık ve derinlik sırasıyla, 1.5 \pm 0.8 kbar, 935 \pm 9 °C ve 4.1 \pm 2.2 km'dir.

İncelenen klinopiroksenler, manto kökenli klinopiroksenlerle ($[La/Lu]_N < 1$) karşılaştırıldıklarında, oldukça farklılaşmış NTE patternlerine ($[La/Lu]_N = 16-20$) ve ayrıca çok yüksek BIYLE ve HNTE içeriklerine sahiptirler (örneğin; Sr = 885-1588 ppm, Ba = 10-172 ppm, La = 62-75 ppm ve Ce = 163-199 ppm). Özellikle ANTE'lere (kondirit değerlerinden 20-10 kat fazla) göre HNTE (> 200 kat) içeriklerinde görülen aşırı zenginleşmeler kaynaktaki kalıntı garnetin varlığına işaret eder ve HNTE'ce zengin ana ergiyikten itibaren kristallenmeyi yansıtır; ki bu HNTE zenginleşmesi muhtemelen yitim ilişkili metazomatizmaya bağlıdır. Mevcut mikrokimyasal ve termobarometrik veriler kabuktaki sıg magma odasının veya odalarının varlığını ve magma gelişimi için açık-sistem modellerini (düşük basınç kristal farklılaşması + magma yükselimi \pm yenilenme \pm daha az oranda kabuk kirlenmesi) destekler.

ABSTRACT

This study focuses on Ca-rich clinopyroxenes in Neogene alkaline volcanics around Trabzon from the northernmost of Eastern Blacksea Region (Eastern Pontides). Although a number of studies related to the evolution of the alkaline volcanics have been made in terms of geochemistry and petrogenesis, few special searches are present concerning the mineral chemistry. Therefore, the present paper aims to fill the gap in the information on the chemistry and crystallization conditions of the clinopyroxenes which is dominant phase in the host rock and to clarify the initial composition and possible origin of parental magma responsible for alkaline volcanism in the region.

Ca-rich clinopyroxenes are the most important ferromagnesian minerals in Neogene alkaline volcanics consisting of at least two evolutionary series (feldspathoid- and feldspar-rich). Petrographically, they occur as both individual crystals and as glomerocrysts of two or more intergrown crystals in the matrix and are associated with analcite, sodalite, leucite or nepheline (especially in feldspathoid-rich serie), K- and plagioclase feldspar (particularly in feldspar-rich serie), biotite, \pm calcic amphibole, Fe-Ti-oxides and apatite, and characteristically show oscillatory and sector zoning as well as skeletal and sieve textures in the basic member of the both series.

Based on crystal-chemical data, the compositions of the clinopyroxenes in both series are very similar and vary from Ti-rich Al-diopside to salite and lesser fassaite. The most important characteristics of the clinopyroxenes are relatively high Mg-number (0.85-0.63), low Al_2O_3 (3.2-7.6 wt %) and TiO_2 (< 2.5 wt %) contents and low $Al^{(6)}/Al^{(4)}$ ratio of < 0.5 , suggesting low-pressure crystallization conditions, and they differ from those of high pressure and mantle clinopyroxenes. The calculated crystallization pressure, temperature and depth for the clinopyroxenes are on the average 1.5 ± 0.8 kbar, 935 ± 9 °C and 4.1 ± 2.2 km, respectively.

The clinopyroxenes have extremely fractionated REE patterns with $[La/Lu]_N = 16-20$ compare to mantle clinopyroxenes ($[La/Lu]_N < 1$) and also have very high LILE and LREE concentrations; for example, they contain 885-1588 ppm of Sr, 10-172 ppm of Ba, 62-75 ppm of La and 163-199 ppm of Ce. In particular, strong enrichments in LREE (> 200 times chondritic values) relative to HREE (20-10 times) imply the presence of garnet as a residual mineral in the source and reflect the crystallization from a LREE-enriched parental liquid, probably enriched by subduction-related metasomatism. Present microchemical and thermobarometric data support the presence of shallow magma chamber(s) in the crust and the open-system dynamic models (combination of low-pressure crystal fractionation + magma eruption \pm replenishment \pm lesser crustal contamination) for magma evolution.

Yozgat-Kargılık Pembe Turmalin İçeren Pegmatit Damarlarının Özellikleri ve Yer Radarı Yöntemi İle Aranması

*Features Of Pink Turmaline Bearing Pegmatite Veins At Kargılık, Yozgat-
Turkey And Exploartion Of Pegmatites By Ground Penetrating Radar (Gpr)
Method*

**İ. Sönmez SAYILI, Selma KADIOĞLU, N. Yıldırım GÜNDOĞDU,
Tuba KADIRIOĞLU ve K. Mert ÖNAL**

*Ankara Üniv. Mühendislik Fak. Jeoloji Müh. Bölümü. 06100 Tandoğan Ankara-TÜRKİYE,
sayili@eng.ankara.edu.tr*

*Ankara Üniv. Mühendislik Fak. Jeofizik Müh. Bölümü. 06100 Tandoğan Ankara - TÜRKİYE
Ankara Üniv. Mühendislik Fak. Jeofizik Müh. Bölümü. 06100 Tandoğan Ankara-TÜRKİYE,
ygundog@eng.ankara.edu.tr*

*Ankara Üniv. Mühendislik Fak. Jeoloji Müh. Bölümü. 06100 Tandoğan Ankara-TÜRKİYE,
tuba.kadirioglu@yok.gov.tr*

*Ankara Üniv. Mühendislik Fak. Jeofizik Müh. Bölümü. 06100 Tandoğan Ankara-TÜRKİYE,
kemalmertonal@hotmail.com*

ÖZ

Yozgat ilinin 35 km doğusunda Kargılık Köyü'nün güneydoğusunda Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin mermerleri içinde boyu 30 m, eni 15 m civarında olan KD-GB uzanımlı bir yarmada altere lökograditler içinde pegmatit damarları yüzeylenmektedir. Bu damarların gözlenebilir derinliği 5-10 m arasında olup kalınlıkları ise 5-50 cm arasında değişmektedir. Lökograditler mermerlerin içine sokulum yaparak dokanak zonunda piroksen ve pilajiyoklazlardan oluşan yeşil-gri renkli skarn benzeri metasomatik kayaçlar oluşturmuşlardır. Daha sonra pegmatit damarları grafik-granofirik dokulu K-Feldispat, kuvars, biyotit ve siyah turmalinleri ile bütün birimleri kesmektedir. Pegmatit damarları içinde halen yüzlek vermeyen ve daha önceleri çıkartılmış bulunan pembe ve bazen karpuz turmalinler (Elbait) ile mor mikalar (Zinwaldit) yer almaktadır.

Yarmanın görülebilir kısımlarında tespit edilen pegmatit damarlarının devamlılığının olup olmadığı, devamlılığı varsa hangi yönde ve ne kadar uzunlukta olduğunun saptanması amacıyla sığ derinlikler için yer altı geometrisinin elde edilmesinde ayrılmılığı en yüksek jeofizik yöntem olan yer radarı yöntemi kullanılmıştır. Damarların bulunduğu yarma merkez olmak üzere 50x50 m'lik bir çalışma alanı belirlenmiştir. Jeolojik birimler ve gözlenebilir pegmatit damarlarının yüzeyden derinliği göz önüne alınarak frekansı 200 MHz olan bir anten seçilmiştir. Bu alanda yapılan ölçümler sonucu yarma ve civarının litolojileri, pegmatit damarlarının konumu ve yer altındaki kırık yapıları ortaya konulmuştur. Pegmatit damarları 8 metre derinliğe kadar izlenmiş, bu metreden sonra yer altı su seviyesi başladığından damar ve litolojileri takip etme olanağı olmamıştır.

ABSTRACT

Pegmatite veins take place in altered leucogranites cropping out in a NE-SW trending trench with the sizes of 30 m length and 15 m width. These units are located in marbles of Central Anatolian Crystalline Complex around Kargılık village of Yozgat, Turkey. The visible depth of pegmatite veins are 5 to 10 m and their thickness vary between 5 to 50 cm. Pyroxen and plagioclase bearing green to gray colored skarn like metasomatic rocks are formed at the contact zones of leucogranitic intrusion into marbles. Graphic and granophyric K-Feldspar, quartz, biotite and black turmaline bearing pegmatite veins intersect into all units. Pink turmalines (Elbaite) sometimes watermelon turmalines and purple micas (Zinwaldite) take place in pegmatites which are during previous mining activities produced and nowadays they are almost totally excavated.

Ground penetrating radar (GPR) method which is one of the highly precise methods to understand the underground geometry for shallow depths, is used to determine the continuation of pegmatite veins to the depths and if they continue, to which direction and in what thicknesses and lengths they exist. Taking the center of the trench containing pegmatite veins for investigation and exploration, a 50x50 m sized area is studied. Due to geology and the depth of outcrop, an antenna with frequency of 200 MHz is used. Depending upon the measurements, lithologies in around trench, strikes and dips of pegmatite veins and structural characteristic such as fractures and cracks are determined. Pegmatite veins are followed up to the depth of 8 meters. Because of underground water level, veins and lithologies could not be dedected after that depth.

İnönü (Eskişehir) Güneyinde Yeni Bir Ofiyolit Bulgusu ve Petrojenezi *Petrogenesis and From New Ophiolitic Series In The South Of İnönü (Eskişehir)*

Hayrettin ÖZEN*, **Ender SARIFAKIOĞLU****, **Ö. Faruk GÜLTAŞLI*****,
Hüseyin SAYAK* ve Aydın ÇOLAKOĞLU*

*MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, ANKARA

**MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, ANKARA

***MTA Genel Müdürlüğü, Ege Bölge Müdürlüğü, İZMİR

ÖZ

Çalışma alanı, İç Batı Anadolu'nun kuzeyinde Neotetis Okyanusu'nun kuzey kolunun kapanmasının neden olduğu Anatolid-Torid Kıtası'nın Pontid Kıtası ile çarpıştığı kuşak üzerinde yer alır. Bölgede pasif kıta kenarına, yitim zonuna, okyanus kabuğuna ve daha sonraki genç birimlere ait kayaçlar yüzeylemektedir.

İnönü (Eskişehir) güneyindeki Geç Kretase ofiyolit napı, Tavşanlı Zonu'na ait İnönü mermerleri ve İnönü mavişistleri üzerinde tektonik konumludur. Ofiyolitın altında yer yer ince ofiyolitik melanj zonu izlenir. Ofiyolitik ekay diliminde; tektonitik peridotitler (harzburjit, dunit), kümülatif ultramafik-mafik kayaçlar (dunit, verlit, piroksenit, gabro), levha dayk karmaşığına ait diyabazlar gözlenirken, yastık debili bazalt blokları, diğer radyolaryalı çamurtaşı, neritik-pelitik kireçtaşı, metapelitik kaya ve serpantin blokleri ile beraber ofiyolitik melanj içerisinde bulunur. Bazen peridotitleri kesen izole diyabaz daykları ve pegmatitik gabro daykları gözlenmiş olup, pegmatitik gabro daykları, kümülatif serideki gabroları oluşturan kanallar olarak yorumlanmaktadır. Bu özelliği ile incelenen ofiyolit dilimin hemen hemen tam bir ofiyolit dizisi sunduğu söylenebilir.

Harzburjitler ve dunitler porfiroklastik taneli doku sunar ve kısmen ya da tamamen serpantinite dönüşmüştür. Bu kayaçların ana kimyasını SiO₂ ve MgO oluşturur. Başta olivin ve klinopiroksenden oluşan verlitlerde, piroksen mineralinin kayaca hakim olmasıyla, piroksenite geçiş gözlenir. Okyanusal kabuğun temsilcileri olan gabrolar ise katmanlı veya masiftir. Petrografik incelemelerde, plajiyoklaz (labrador)+klinopiroksen ±olivin±ortopiroksen+lökoksen mineralleri tespit edilmiştir. Gabrolar çoğunlukla hidrotermal alterasyona ve/veya çok düşük dereceli metamorfizmaya uğramıştır. Alterasyon ürünleri serisit, aktinolit (uralitleşme), klorit ve zeolit mineralleridir. Özellikle makaslama zonları boyunca tamamen amfibolşiste dönüşmüştür. Subofitik ve intersertal doku içerisinde plajiyoklaz+klinopiroksen içeren diyabazlar, ofiyolitlerin oluşum ve yerleşim yaşları arasındaki kısa zaman aralığının yarattığı hızlı yerleşimden dolayı, arazide kırıklı ve ezik bir yapı sunar. Ofiyolitik melanjda derin denizel çökellerle beraber bulunan yastık debili bazaltlar, intergranüler dokulu olup plajiyoklaz+ klinopiroksen±olivin+opak mineraller içerir.

Gabro, diyabaz ve bazaltlardan yapılan iz element analizleri bu kayaçların LILE (Sr, K, Rb, Ba, Th) bakımından zenginleşme ve HFSE (Nb, Zr, Ti, Hf, Y) bakımından fakirleşme sunduğunu göstermiştir. Th elementi dışında, LIL elementleri alterasyondan dolayı hareket ettiği için, bazen düşük değerler

vermektedir. Örumcek ve tektonomagmatik diyagramlarda incelenen ofiyolitik serinin dalma-batma zonunda (SSZ) adayayı toleyitik (IAT) bir magmadan türediği düşünülmektedir.

ABSTRACT

The investigated area is located onto the orogenic belt formed as a result of the closure of the northern branch of Neotethyan oceanic lithosphere due to the collision between the Anatolide-Tauride Continent and Pontide Continent. The rocks belonging to the passive continental margin sequence, subduction zone, oceanic lithosphere and further the youngest units crop out widely in this region.

Late Cretaceous ophiolite nappes are tectonically found onto İnönü marble to blueschists related Tavşanlı Zone in the southern İnönü (Eskişehir). The ophiolitic melange is sometimes observed beneath the ophiolite slabs. The studied ophiolitic slice is characterized by a almost complete ophiolitic sequence because of containing the ultramafic tectonites (harzburgite, dunite), ultramafic mafic cumulates (dunite, werhlite, pyroxenite, gabbro), diabases pertaining to sheeted dike complex and pillow lavas but latter is within the ophiolitic melange. The isolated diabase and pegmatitic gabbro dikes that cut the peridotites are encountered locally. The pegmatitic gabbros may most probably be interpreted as the conduits that feed the cumulative gabbros from the ophiolitic suite.

The harzburgites and dunites show the porphyroclastic textures. These rocks have partly and/or completely altered to serpentinites. The chemical composition of these rocks are composed mainly of SiO₂ to MgO. The werhlites consisting of olivine and clinopyroxene crystals grade the pyroxenites, increasing pyroxene minerals within them. The layered to massive gabbros represented the oceanic crust comprise plagioclase (labrador)+clinopyroxene±olivine±orthopyroxene+leucocene minerals. The secondary minerals such as sericite, actinolite, chlorite and zeolite have produced due to alteration resulting from the hydrothermal fluids. The gabbros have changed to the amphibole schists along the shear zones. The partly or completely altered at hydrothermal alteration/very low temperature metamorphism conditions diabase dikes with plagioclase and clinopyroxene in the subophitic and intersertal textures display the fractured and the crushed structures developed as a result of the formation during short-time and soon after emplacement of the ophiolite bodies onto the region. The pillow basalts seen with together the blocks of the radiolarian mudstone, neritic-pelagic limestone, metapelitic rock and serpentinite within the ophiolitic melange contain plagioclase (labrador)+clinopyroxene±olivine+opaque minerals.

According to the trace element analysis of the gabbros, diabases and basalts, these basic rocks exhibit LILE (Sr, K, Rb, Ba, Th) enriched and HFSE (Nb, Zr, Ti, Hf, Y) depleted compositions. However, LILE except to Th have somewhat low values caused of hydrothermal alteration. The normalized trace element variations in the spider diagrams and tectonomagmatic diagrams may suggest presence of a subduction type oceanic component in derivation of island-arc tholeiitic magma.

MİNERALOJİ - PETROGRAFİ OTURUMU-II

MINERALOGY-PETROGRAPHY SESSION-II

Orhaniye Yöresi (KB Ankara) Alt Eosen Karasal Çökellerinin Sedimanter Petrografik Özellikleri

Sedimentary Petrographic Characteristics of the Lower Eocene Continental Deposits in the Orhaniye Region (NW Ankara)

Sanem AÇIKALIN ve Faruk OCAKOĞLU

Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

ÖZ

Çalışma alanının (Orhaniye, KB Ankara) tümünde Mاستrihtiyen yaşlı fliš benzeri Dikmendede formasyonu ve bununla yanaldikeş geçişli fan-delta çökellerinden oluşlan Kuşkonan formasyonu Uzunçarşı grubu tarafından düşük bir açısald uyumsuzlukla üzerlenir. Tümöyle karasald kökenli Uzunçarşı grubu alttan üste doğru Lülük, Gökdere ve Sarıbeyler formasyonlarından oluşur. Grup yakın geçmişte omugalı fosillerine dayanılarak Erken Eosen'e yaşlandırılmıştır (Maas et. al., 1998). Alüvyal yelpaze çökellerinden oluşlan Lülük formasyonunda tane destekli konglomeralar ile çamurtaş ve ince taneli kumtaşlarının ardalandığı gözlenir. Uzunçarşı grubunun diğeri birimi olan Gökdere formasyonu Lülük formasyonuna göre daha yaygındır, ancak alanın KD ve G'inde gözlenememiştir. Bu formasyon inceleme alanının GB kesiminde Kuşkonan formasyonu üzerine açısald uyumsuzlukla gelir. Genel olarak volkanik kayaç parçaları içeren çakıltaş/kumtaş seviyelerinden oluşlan Gökdere formasyonunda KB'ya doğru gidildikçe kil/silt seviyelerinin arttığı gözlenir. Birimin üst kesiminde yeşil killer ve bunların arasında mikritik kireçtaş izlenir. Gökdere formasyonunun örgülü akarsulardan ve KB'ya doğru Lülük Tepe civarında menderesli akarsular ve geçici göllerden itibaren oluştuğı düşünölmektedir (Ocaköğlü ve Çiner, 1995). Sarıbeyler formasyonu Uzunçarşı grubunun en yaygın birimidir. Alanın GB'sında bu formasyon kıltaş, ince kumtaş ve kireçtaşlarından oluşur. KD'ya gidildikçe çakıltaşları ve kumtaşları, çamurtaş/kireçtaş ardalanmasına yanald geçiş gösterir. Sarıbeyler formasyonu yörenin KD kesiminde tümöyle gölsel iken; GB kesiminde göl ve akarsu çökellerinin ardalanmasından oluşur. Uzunçarşı grubu önce volkanik çakıllı ince bir düzeyle, ardından Orta Miyosen yaşlı sığ denizel karbonatlarla üzerlenir.

Uzunçarşı Grubu'nun sedimanter petrografik özelliklerinin araştırılması amacıyla daha önce bölgenin çeşitli kesimlerinden Ocaköğlü (1990) tarafından yapılan 3 ölçölü kesit üzerinden sistematik 72 adet örnek toplanmıştır. Örneklerden tabakalanmaya paralel ince kesitler yapılmış; bu kesitlerden kayaçların mineralojik bileşimlerinin yanısıra, tane boyu dağılımları, köşelilikleri ve küresellikleri belirlenmiştir. Nokta sayma yöntemi ile yapılan mineralojik bileşim tayininde her kesitte 250 nokta sayılmış ve sonuçlar kayaç sınıflandırması (Pettijhon ve diğ., 1987) ve levha tektoniğı yerleşimi (Dickinson ve Christopher, 1979) üçgen diyagramları kullanılarak değeriendirilmiştir. Tane boyu ölçümleri Hutchinson (1979) da önerilen metodolojiye uygun olarak her kesit için bir hat üzerindeki 100 adet tanede gerçekleştirilmiştir. Her kesitteki tane boyu topluluklarının tane boyu dağılım eğrieleri çizilerek Folk ve Ward (1957)'ye göre ortalama tane boyları, boylanmaları, yamukluk ve kurtosis değeri hesaplanmıştır. Köşelilik indeksi, Folk (1974) standardına uygun olarak, her bir kesitteki 50 adet tanede, her bir taneye içten ve dıştan teğet en büyük ve en küçük çemberler çaplarının oranlanmasıyla

belirlenmiştir. Küresellik tayinleri ise her kesitte bir hat üzerindeki 50 adet tanenin Powers (1953) tarafından hazırlanan görsel abaklarla karşılaştırılmasıyla yapılmıştır.

Yapılan mineralojik incelemeler Uzunçarşı grubunun çoğunlukla grovak bileşiminde kumtaşlarından oluştuğunu göstermektedir. Bunlardan “yeniden çevrimlenmiş orojen” kaynak alanından beslenen Lülük formasyonuna ait örneklerde yamukluğun (skewness) pozitif olması ortamın flüviyal olduğunun verisi olarak değerlendirilebilir (Folk ve Ward, 1957). Lülük formasyonunu üzerleyen Gökdere formasyonunda kumtaşları feldispatik grovak bileşimindedir ve bu birim, bölgenin GD’da “magmatik yay” kaynak bölgesinden; KD’da ise “kıtasal blok” kaynak bölgesinden beslenmiştir. Uzunçarşı grubunun son birimi olan Sarıbeyler formasyonu diğer formasyonlardan içerdiği tanelerin yarı küresel olmasıyla farklılık gösterir. Bölgenin GD’da Gökdere formasyonunun beslendiği gibi Sarıbeyler formasyonunda bölgenin tümünde magmatik yay kaynak alanından beslenmiştir. Tane boyları 2 – 3 phi arasında değişen bu birimdeki kumtaşları da litik grovak bileşimindedir. Mikroskopik olarak incelenen birimlerin levha tektoniği açısından farklı kaynak bölgeleri temsil etmesi, bütün bu yerleşimleri karakterize eden kayaç topluluklarının (ofiyolitli melanj, epimetamorfik kayaçlar, volkanik kayaçlar vs) bölgenin tektonik öyküsü içinde biraraya geldiklerini ve kaynak bölgenin zaman içinde değiştiğini göstermektedir. Yine incelenen birimlerin tane küreselliklerinde, istifte yukarıya doğru gidildikçe küreselden yarı küresele doğru bir evrilme stratigrafik olarak üste doğru görsel ortamlara geçişin nedeninin drenaj alanı genişlemesi değil paleoklimatik değişiklikler olabileceğini göstermektedir.

ABSTRACT

At the whole study area (Orhaniye, KB Ankara), Maastrichtian aged flyshoidal Dikmendede formation and horizontally/vertically integrated fan – delta deposited Kuşkonan formation overlies by Uzunçarşı group. Uzunçarşı group with a low angular unconformity. Uzunçarşı group, which is continental, deposited, is composed of Lülük, Gökdere and Sarıbeyler formations from bottom to top. This group recently aged Early Eocene by using vertebrate fossils (Maas et. al., 1998). Lülük formation is composed of alluvial fan deposits and observed alternation of conglomerates, mudstones and fine-grained sandstones. Even though the other unit of Uzunçarşı group, Gökdere formation is wider compared to Lülük formation, but can not be seen at the NE and S of the region. Gökdere formation lays on Kuşkonan formation with an angular unconformity at the SW of the study area. This formation is composed of gravel stone/sandstone layers, which contains generally volcanic rock particles, and towards the NW, the increase of clay layers is observed. At the upper parts green clays and micritic limestone in green clays are observed. It is thought that Gökdere formation has been formed by braided streams and towards NW, around Lülük Hill, by meandering streams and temporary lakes (Ocakoğlu and Çiner, 1995). Sarıbeyler formation is wider unit of Uzunçarşı group. At the SW of the region, this formation is formed by clay stone, fine-grained sandstone and limestone. Towards the NE, conglomerates and sandstones are horizontally crossing to alternation of mudstone/limestone. Sarıbeyler formation at NE is completely lacustrine but at SW formation is composed of alternation of lacustrine and stream deposits observed. Uzunçarşı group is overlaid primarily by volcanic gravelly layer and then shallow marine carbonates which are aged Middle Miocene.

For the purpose to find out sedimentary petrographic characteristics of Uzunçarşı group, 72 systematic samples has been taken on 3 stratigraphic sections which are made by Ocakoğlu (1990) at various parts of the area. Thin sections have been prepared out of the samples collected parallel to the layers. Out of these thin sections, mineralogic modal composition of rocks has been investigated and also grain size distributy, angularity and sphericity of the particles has been determined. In order to

find out mineralogic composition using point counting method, 250 points at each section has been counted and the results has been evaluated by rock classification (Pettijhon et al., 1987) and plate tectonic settlement (Dickinson and Christopher, 1979) triangle diagrams. At each section, grain sizes have been measured approximately 100 particles on one line (Hutchinson, 1979) and using the datas grain size distribution curves has been composed. As per Folk and Ward (1957) mean, sorting, skewness and kurtosis for each rock has been measured. Angularity index of rocks, determined by measuring the radius of largest inscribe circles and smallest circumscribing circles of each particle for 50 particles per section (Folk 1974). For sphericity investigation 50 particles on one line has been compared to visual diagrams, which composed by Powers (1953).

As a result of all measurements done, it is found out that Uzunçarşılı group is dominantly composed of graywacke sandstones. Samples of the Lülüük formation, which are nourished by recycled arc orogen provenance, have positive skewness and it shows that the environment is fluvial (Folk and Ward 1957). The sandstones of Gökdere formation, which is overlies Lülüük formation, are feldspathic graywackes and this formation is nourished by magmatic arc provenance at SE, continental block provenance at the NW of the area. Sarıbeyler formation, which is youngest unit of Uzunçarşılı group, is different with its subelagate particles from the other formations of the group. As Gökdere formation, at SE of the region Sarıbeyler formation is nourished by continental block provenance. At this formation the sandstones are lithic graywacke and particle sizes are between 2 – 3 phi. Since the units representing different provenances are indicated by the modal mineralogical analysis, these rocks of different plate tectonics significance should have come together in the course of tectonic history of the area, and the source region has shifted with time. On the other hand, the evolution of sphericity of particles from equant to subequant, through the succession upward may prove that the passage towards the lake environment by the time was not related with the enlarging drainage area, but due to paleoclimatic changes.

Referanslar

- Dickinson, R. W., Christopher, A. S., 1979, *Plate Tectonics and Sandstone Composition*. The American Association of Petroleum Geologist Bulletin, 63, 12, 2164 – 2182.
- Folk, R. L., 1974, *Petrology of Sedimentary Rocks*. Austin, Texas, Hemphill Publishing Co., 182 p.
- Folk, R. L., Ward, W. C., 1957, *Brozas River Bar: A Study in Significance of Grain Size Parameters*. J. Sediment. Petrol., 27, 3 – 26.
- Hutchinson, C. S., 1974, *Laboratory Handbook of Petrographic Tecniqeous*. Willey, New York, 527 p.
- Maas, M.C., Thewissen, J.G.M., Kappelman, J., 1998. *Hypsamasia Seni (Mammalia: Embrihopoda) and Other Mammals From The Eocene Karatal Farmation of Turkey*. Bulletin of Carnegie Museum of Natural History, 34, 286-297.
- Ocakoğlu, F., 1990. *Stratigraphie et sedimentologie des depots continentaux d'age Paleocene-Eocene inferieure de la region d'Orhaniye-Güvenç (NOO d'Ankara)*. These de Master, Universite d'Hacettepe, Institue de Science Fondamentales. 149 p (Fransızca).
- Ocakoğlu, F., Çiner, A., 1995, *Orhaniye – Güvenç (KB Ankara) Karasal Çökellerinin Paleose – Erken Eosen Sedimanter Evrimi*, Türkiye Jeoloji Bülteni, 38, 2, 53–66.
- Pettijhon, F. J., Potter, P. E., Siever, R., 1987, *Sand and Sandstones*, Springer Verlog, Berlin, 533 p.
- Powers. M. C., 1953, *A New Roundness Scale for Sedimentary Particles*. J. Sediment. Petrol., 23, 117 – 119.

Balışeyh (Kırıkkale) Granitoyidi' nin Petrografisi , Jeokimyası ve Petrolojisi *Geochemical, Petrographical And Petrological Properties Of Balışeyh Granitoid*

Koray SÖZERİ ve İ. Sönmez SAYILI

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ÖZ

İncelemeler Kırıkkale – Keskin sınırları içinde Balışeyh ilçesi yakınında yapılmış olup 1/25.000 ölçekli Kırşehir i31 a3, a4, b4, d1, d2 topoğrafik paftaları içinde yaklaşık 200 km² lik bir alanı kaplamaktadır. Balışeyh Granitoyidi Orta Anadolu Kristalin Kompleksi' nde Keskin Plütönu olarak tanımlanan sokulumun bir bölümünü oluşturmaktadır ve bileşimsel olarak hem asidik hemde ortaç karakterli magmatik kayaç grupları içermektedir.

Yapılan arazi, petrografik ve jeokimyasal çalışmalar sonucunda Balışeyh Granitoyidi 6 alt birime ayrılmıştır. Bunlar Maruftepe Graniti, Araplı Alkali Feldispat Graniti, Çamlıdere Granit Porfiri, Yağmurdede Granodiyoriti, Gölyeri Kuvars Monzodiyoriti, ve Seyfli Tonalitidir. Bu birimlere ait 35 adet kayaç örneğinin ana oksit, iz element, ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Yapılan bu analizler çeşitli diyagramlara aktarılarak magma karakteri ve kökeni hakkında yorumlar yapılmaya çalışılmıştır. Buna göre Balışeyh Granitoyidi gerek ana oksit, gerekse iz element verilerine göre Orta Anadolu' da yer alan pekçok granitoid kayaç grubuna benzer şekilde metalumino-peralumino geçişli, hem I tipi hemde S tipi granitoid özellikleri sunan H (hibrid) tipi, kalkalkali karakterli ve çarpışma ortamında oluşmuş bir magmayı temsil etmektedir. Ayrıca Balışeyh Granitoyidi ile ilişkili olarak Mo türü cevherleşmeler mevcuttur.

ABSTRACT

Study area is in the vicinity of Kırıkkale-Keskin cities and is very close to Balışeyh town, covering 1/25000 scale Kırşehir i31 a3, a4, b4, d1, d2 topographical maps and approximately an area of 200 km². Balışeyh Granitoid is a part of Keskin Pluton which is a member of Central Anatolia Crystalline Complex, and consists of both asidic and intermediate rock groups in composition.

According to field observations, petrographical and geochemical studies, Balışeyh Granitoid can be divided 6 subunits. These subunits are called Maruftepe Granite, Araplı Alkali Feldspar Granite, Çamlıdere Granite Porphyry, Yağmurdede Granodiorite, Gölyeri Quartz Monzodiorite, and Seyfli Tonalite. 35 rock samples belonging to these subunits were analyzed for major, trace and rare earth elements. Distinctive X-Y variation diagrams representing magma origin and character are chosen to illustrate relationships between subgroups by using major and trace element data. Geochemical studies show that Balışeyh Granitoid has calcalkaline character and exhibit a transition of typical trends between metalumino-peralumino associations and represents both I and S type (H type-hybrid) magma which intrude collisional environment. These typical characteristics of Balışeyh Granitoid are similar to other granitoids of Central Anatolia.

Doğu Karadeniz Bölgesindeki Volkanojenik Masif Sülfid Yataklarının Jeokimyası ve Mineralojisi

Mineralogy and Geochemistry of Volcanogenic Massive Sulfide Deposits (VMS) of the Eastern Pontides (NE Turkey)

Emin ÇİFTÇİ

Niğde Üniversitesi, M.M.F., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51100 Niğde, Turkey eciftci@nigde.edu.tr

ÖZ

Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan volkanojenik masif sülfid (VMS) yatakları ülkenin en büyük baz metal kaynağını oluşturur. Bu yataklar birbirleriyle kuvvetli benzerlik sunar. Tamamı Üst Kretase yaşlı felsik volkanitler içerisinde bulunan bu yataklar tabakalara bağlı (strata-bound) özellik taşır. Bu yataklar esas olarak Cu-Zn bileşimlidirler; fakat bölgede Cu-Zn-Pb (Lahanos) ve Zn-Pb-Cu bileşimli (Köprübaşı) olanlar da mevcuttur.

Bu yataklar oldukça benzer dokusal ve mineralojik özellikler sergilerler. Cu'ca zengin ve Cu'ca fakir yataklar arasındaki ana farklılık, ilk gruba giren yatakların Safha-II mineral birliğini (sfalerit-galen-tetraedrit/tenantit), sonraki gruba giren yatakların Safha-IV mineral birliğini (kalkopirit (II)-bornit) içermemesidir. Cu'ca fakir yatakların bir kısmı bu safhanın belirtilerini belli belirsiz sunar (Lahanos madeni gibi), oysa diğer yataklar bu safhayı hiç sergilemezler (Murgul yatağı gibi). Bu, cevher oluşturan sistemde belli metal iyonlarının varlığına bağlanabilir.

Sıvı kapanım çalışmaları incelenen yatakların tamamının 320°C'den 160°C'ye değişen sıcaklıklarda çökeildiğini göstermiştir. Masif sülfid zonları 320°C'den 220°C'ye değişen daha dar sıcaklık aralığında oluşmuşlardır. Sıvı kapanımların tuzlulukları ağırlık %0,5-6 eşdeğer NaCl arasında değişmektedir. Sıvı kapanımlar genellikle sıvıca zengin ve genellikle sabit sıvı-gaz oranlarına sahiptir. Bu, yatakların muhtemelen nispeten derin oluşum ortamları nedeniyle kaynamanın olmadığını göstermektedir.

Pontid VMS yataklarında altın ve gümüş varlığı submikroskopik olarak kabul edilebilir ve 0,5-2 ppm arasında değişmekte, 1-2 ppm aralığında ise yoğunlaşmaktadır. Altın esas olarak sarı cevherin baskın olduğu yataklarda, genellikle elektrik ve petzit olarak kalkopirit, pirit ve kuvars gangi ile ilişkili olarak, bulunur. Gümüş esas olarak tetraedrit ve bornit bünyesinde, nadiren (kalkopirit ile ilişkili akantit) şeklinde ayrı mineraller halinde bulunur.

İncelenen masif sülfid yataklarının hemen hepsi Japon eşleniklerine oranla oldukça yüksek Cu/Cu+Zn oranı sunarlar.

İncelenen bütün yatakların kükürt izotop bileşimleri çok dar bir aralığa düşer, ki bu da oldukça homojen kaynak ve oluşum sıcaklığı önerir. Baskın olarak siyah cevher veya sarı cevher içeren yataklar $\delta^{34}\text{S}$ değerlerine göre önemli farklılık sunmazlar.

Kurşun izotop değerleri de Pb metali için homojen bir kaynak önermektedir. Lahanos, Köprübaşı ve Murgul yataklarından alınan galen örnekleri üzerinde yapılan Pb-Pb yaş tayinleri, yataklar için 89 milyon yıllık yaşlar vermektedir.

Diğer taraftan kuvarstan elde edilen $\delta^{18}\text{O}$ değerleri magmatik su aralığıyla sınırlıdır; fakat yaklaşık 300°C'de deniz suyundan kuvars-su fraksiyonlaşması Pontid VMS yataklarının $\delta^{18}\text{O}$ değerlerine

karşılık gelmektedir. Bu araştırma cevher-oluşturan eriyiklerin deniz suyundan veya deniz suyu ve magmatik suların bir karışımından türemiş olabileceğini önermektedir.

Anahtar sözcükler: Doğu Pontidler, volkanojenik masif sülfid yataklar, Kuroko, KD Türkiye, VMS

ABSTRACT

The upper Cretaceous volcanogenic massive sulfide deposits (VMS), occurring in northeastern Turkey known as the eastern Pontide tectonic belt are considered to be the largest sources for base metals in the country and are closely associated with acidic volcanics of Upper Cretaceous age.

The Turkish VMS deposits throughout the eastern Pontide tectonic belt show strong similarities with each other. They are all hosted by the felsic volcanic pile of Upper Cretaceous age. Thus, they have strata-bound nature. These deposits belong mainly to the Cu-Zn-type, but Cu-Zn-Pb- (Lahanos), Cu- (Murgul), and Zn-Pb-Cu-types (Köprübaşı) also are present in the region.

The VMS deposits show very similar textural and mineralogical characteristics. The major differences between Cu-rich and Cu-poor (in the form of chalcopyrite) deposits are that the former does not contain the Stage-II of mineral association (sphalerite-galena-tetrahedrite/tennantite), whereas the latter lacks the Stage-IV mineral association (chalcopyrite (II)-bornite). Some of the Cu-poor deposits briefly exhibit indications of this stage, whereas others completely lack it. This could be attributed to the availability of certain metal ions within the ore-forming system.

Fluid inclusions' investigations indicated that all the deposits investigated were deposited at temperatures ranging from 320°C to 160°C. The massive sulfide zones were deposited under a narrower formation temperatures range from 320°C to 220°C.

The salinities of the fluid inclusions were between 0.5 – 6 wt. % equivalent NaCl. Fluid inclusions are generally liquid-rich and have consistent liquid-to-vapor ratios, indicate a lack of boiling, probably due to relatively deep formation depths for the deposits.

The presence of gold and silver within the Pontide VMS deposits can be considered as submicroscopic and range between 0,5-3 ppm, concentrating between 1-2 ppm. Gold occurs mainly within the yellow-ore dominated deposits, generally as electrum and petzite associated with chalcopyrite, pyrite, and quartz gangue. Silver however, rarely occurs as a discrete mineral. Rarely, it occurs as acanthite associated with chalcopyrite. However, major silver presence is with tetrahedrite and bornite as a substitutional element.

Almost all of the VMS deposits investigated in the eastern Pontides exhibit a very high Cu/Cu+Zn ratio relative to Japanese counterparts.

The sulfur isotope compositions for all of the deposits investigated fall in very a narrow range that suggests a very homogeneous source and formation temperature. The black ore and yellow ore dominated deposits do not differ significantly with respect to their $\delta^{34}\text{S}$ values.

Lead isotope data also suggests a uniform source for the metal lead in the Pontides deposits. Radiometric dating on galena samples from the Lahanos, Köprübaşı ve Murgul deposits by employing Pb-Pb method gave 89 my for the deposits.

The $\delta^{18}\text{O}$ values acquired from quartz, on the other hand, are restricted to the magmatic fluid range, but quartz-water fractionation from seawater at about 300°C could account for the $\delta^{18}\text{O}$ values in the Pontide VMS deposits. This investigation suggests that the ore-forming fluids could have been originated from seawater or from a mixture of seawater and magmatic waters.

Keywords: Eastern Pontides, volcanogenic massive sulfide deposits, Kuroko, NE Turkey, VMS

**Bayındır ve Alishar (Kırşehir) Fluoritlerinde Nadir Toprak Elementlerinin
(NTE) Karşılaştırılması**
*Comparasion of Bayındır and Alishar (Kırşehir) Fluorites Rare Earth Element
(REE)*

Yusuf URAS, Servet YAMAN ve Fevzi ÖNER

Çukurova Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü

yuras@cu.edu.tr

Çukurova Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü

syaman@cu.edu.tr

Mersin Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü

foner@mersin.edu.tr

ÖZ

Çalışmamızın konusunu oluşturan Bayındır ve Alishar (Kırşehir) bölgesinde yer alan fluoritlerin nadir toprak element (NTE) içerikleri belirlenmiştir. Her iki bölgede incelenen fluoritlerin birbirleriyle olan benzerlikleri ve farklılıkları tartışılarak cevherleşmelerin kökensel yorumu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bayındır ve Alishar (Kırşehir) fluoritleri yeşil, beyaz, mor ve sarı renklerde olup siyenit ve alkali siyenit gibi kayaçların çatlak ve kırıklarında damarlar şeklindedir.

Bayındır ve Alishar (Kırşehir) fluorit örneklerinin nadir toprak element içerikleri (NTE) 0,01-160,7 ppm arasında değişmektedir. Örnekler üzerinde yapılan analizler sonucunda Hafif Nadir Toprak Elementlerinin (HNTE) içerikleri her iki fluoritte zenginleşme gösterdikleri belirlenmiştir. Fluorit örneklerin pozitif Eu ve negatif Ce anomali göstermeleri hidrotermal akışkanların oksijen fugasitesinin yüksek olduğunu gösterir. Bayındır ve Alishar (Kırşehir) fluoritleri Tb/La-Tb/Ca diyagramında hidrotermal alana düşmektedir. Bu durum Bayındır ve Alishar fluoritlerinin oluşumunda daha yüksek sıcaklıktaki hidrotermal çözeltilerinin etkili olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar (Yaman 1984) sıvı kapanım verileri ile işaret edilen hidrotermal (Th 170⁰ %1-10 NaCl eşdeğer tuzluluk) kökene uygunluk göstermektedir. Bu bulgular arazi gözlemleri ile de büyük uyumluluk içindedir.

Anahtar Kelimeler: Bayındır, Alishar, Fluorit, Nadir Toprak Elementleri (NTE), Hidrotermal

ABSTRACT

Under the comprise of this study, rare earth element contents of Bayındır and Alişar (Kırşehir) region fluorites are determined. As a result of discussion of similarities and differences in fluorites that examined in both region, genesis interpretations are tried to make.

Bayındır and Alişar (Kırşehir) fluorites are green, white, purple and yellow colored and placed in syenite and alkaline syenite cracks and fracture as a vein.

Bayındır and Alişar (Kırşehir) fluorites rare earth element contents are changing between 0.01-160,7 ppm. Analysis results indicdted that light rare earth element contents in both place fluorites showed enrichment. Positive Eu and negative Ce anomaly in fluorite samples suggest that hydrothermal fluids have high oxygen fugacity. Bayındır and Alişar (Kırşehir) fluorites placed in hydrothermal section in Tb/La- Tb/Ca diagram. This shows us hotter hydrothermal solution is effective in Bayındır, Alişar fluorites evolution. These results is fitting Yaman (1984) result which was indicating a hydrothermal (Th 170^o %1-10 NaCl equivalent salinity) origin as a result of fluid inclusion data. These findings also has a greed concordance with field observation.

Keywords: *Bayındır, Alişar, Fluorites, Rare Earth Elements (REE), Hydrotermal*

**Türkmen Tepe (Eskişehir'in Kuzeydoğusu) Dolayındaki Felsik Karakterli
Yüzeğe Yakın Sığ Sokulum Kayaçların Petrojenezi**
*Petrogenesis Of Shallow-Seated Near Surface Felsic Rocks Around Türkmen
Hill (NE Of Eskişehir)*

Hayrettin ÖZEN* ve Ender SARIFAKIOĞLU**

*MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, ANKARA

**MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, ANKARA

ÖZ

Eskişehir İli'nin kuzeydoğusunda, Türkmen Tepe civarında yaklaşık 20 km²'lik alanı kaplayan felsik karakterli yüzeğe yakın sığ derinlik kayaçları bulunmaktadır. Sahadaki yoğun örtü nedeniyle, bu kayaçların Dağküplü ofiyolitine ait gabrolarla ve ofiyolitik melanjla sınırları belirsizdir. Arazide yeşilimsi gri renkte gözlenen bu kayaçlar, camsı görünüşü ile dom yapılı riyolite benzemektedir.

Petrografik çalışmalarda, gabro dokanaklarına yakın yerlerden alınan örnekler, kuvarslı mikrodiorit olarak adlandırılırken, incelenen çoğu kayaçlar afanitik-mikroporfirik doku sunan ve başlıca plajiyoklaz ve kuvarstan oluşan mikrotonalit-trondjemit karakterindedir. Kuvarslı mikrodioritler, %50 civarında plajiyoklaz (oligoklaz-andezin) lataları, %5-10 arasında kuvars mineralleri içerir. İlksel mafik mineraller (%15-20) kısmen ya da tamamen ikincil klorit, epidot, aktinolit ve karbonat minerallerine dönüşmüştür. Alterasyondan kalıntı olarak kalmış yeşil hornblend kristalleri gözlenmiştir. Plajiyoklazlar kısmen sossüritlemiştir ve bazen hissedilebilir bir şekilde akma doğrultusuna paralel dizildikleri görülmüştür. İkincil minerallerin yaygın olarak gözlenmesi ve kayacı yer yer kesen çatlakların ikincil epidot+klorit tarafından doldurulması, kayacın hidrotermal eriyiklerin etkisi ile alterasyona uğradığı söylenebilir. Arazide çoğunlukla gözlenen mikrotonalit-trondjemit bileşimli kayaçların mikroskobik incelemesinde, çubuksu-kurtçuk formda iç içe büyüme sunan plajiyoklaz (albit) ve kuvars mikrokristalleri ve/veya kriptokristalleri (<0.05-0.1 mm) hamur içerisinde gözlenmiştir. Az miktarda plajiyoklaz (albit) ve klinopiroksen (ojit) mikrofenokristalleri bulunmaktadır. Hamurda kloritleşme ve epidotlaşma yaygın olduğu gibi mikrofenokristallerin yerini de kısmen ya da tamamen almıştır. Bazı örneklerde, plajiyoklaz kristalleri dışarıya doğru lifsi saçaklanma yaparak silis mineralleri ile beraber sferülitik doku sunmaktadır. Bu da incelenen kayaçların yüzeğe çok yakın yerlerde katılaştıklarının kanıtı olabilir. Bununla beraber, kayacı kesen çatlaklarda bazen yoğun epidot ve kloritlerin bulunması, felsik kayaçların ilksel mineralojik bileşimlerinin genellikle düşük dereceli yeşilsist fasiyesine ait minerallere dönüşmesinde sıcak suların (yaklaşık 200-400°C) etkili olduğunu düşündürür.

Kalkalkalen tonalit bileşimli kayaçlardan yapılan XRD analizlerinde kuvars, plajiyoklas, klorit ve epidot minerali tespit edilmiştir. Kimyasal analizlere göre; %65-70 SiO₂, %4-5 Na₂O, % 10-14 Al₂O₃, %5-8 Fe₂O₃, %2-3 CaO içermektedir. MgO ve K₂O ise çok düşüktür.

İncelenen kayaçların sahada her ne kadar diğer kayaçlarla sınır ilişkisi belirsiz olsa da, komşu kayaçların ofiyolite ait gabroların olması, ofiyolitik seriye ait gabro, diyabaz ve bazaltlar gibi hidrotermal alterasyon/düşük dereceli yeşilsist fasiyesi koşullarında oluşan albit, epidot, klorit ve

minerallerden oluşmaktadır. Nadir olarak kuvars, ortoklaz ve piroksen de içermektedirler. Özellikle kenar zonlarda iğnemi, lata şekilli mafik mineraller ince taneli zonlar olarak gözlenmektedir.

Mafik ve felsik magmaların homojen karışımı sonucu tek bir eriyiğin kristalizasyonu söz konusudur. Dengelenmiş hibrid sistem adı verilen bu evrede, kristalizasyon esnasında meydana gelebilecek özel bazı mixing dokuları (Hibbard, 1991, 1995) tanımlanmıştır. Kestanbol granitoidinde de ana kayada antirapakivi dokusu, iri plajiyoklaz içerisinde lata şekilli küçük plajiyoklazların oluşumu, pokilitik K-feldispat ve plajiyoklaz dokusu, nadiren iğnemi apatit, appinitik doku ve sifen-plajiyoklaz gözlü dokusu gibi dokular gözlenirken; MME'larda ise en yaygın olarak iğnemi apatit, bıçağımsı biyotit, poikilitik K-feldispat, poikilitik plajiyoklaz, plajiyoklazlarda erime-çözünme dokuları ve sifen-plajiyoklaz gözlü dokusu oluşmuştur.

ABSTRACT

Kestanbol granitoid, one of the post-collision granitoids outcropping in Northwestern Anatolia, takes place as a pluton in the southern of Çanakkale that approximately N-S trending and within a great tectonic belt. This tectonic belt is bordered with Intra Pontide Suture in the Northern part and İzmir-Ankara Suture in the Southern part and the region between two is called as Sakarya Continent (Karacık and Yılmaz, 1998). Kestanbol granitoid intruded into crustal meta-sedimentary rocks by hot-contact and it is surrounded by contact metamorphic aureole. Kestanbol granitoid have a contact relation with volcanic and volcano-sedimentary rocks formed in coeval plutonic rocks or younger ones.

Kestanbol granitoids is composed of monzonite, quartz monzonite, monzogranite and granodiorite according to field and microscopical investigations. Due to interaction of felsic and mafic magmas (Didier and Barbarin, 1991), syn-plutonic dykes, magma mingling and magma mixing processes are revealed. Magma mingling is heterogenous mixing of felsic and mafic magmas in shallow depths of the crust and products of this processes mafic magmatic/microgranular enclaves (MME). Magma mixing is also homogenous mixing in depth of the crust of felsic and mafic magmas and products of magma mixing are some microscopical textures. Medium-coarse grained Kestanbol granitoids have commonly holocrystalline granular texture but sometimes it displays porphyritic texture due to the presence of K-feldspar megacrystals. It includes plagioclase (An₈₋₁₄) + orthoclase + quartz + hornblende + biotite minerals and sphene+apatite+zircon and opaque minerals as accessory minerals. Mafic magmatic enclaves are darker than their host rocks and they are composed of diorite, quartz diorite, monzodiorite and quartz monzodiorite. The boundaries between MME and host rock commonly have sharp; seldom gradually contacts. MMEs have generally microgranular but sometimes porphyritic textures due to the presence of plagioclase phenocrystals. These enclaves are described as "composite enclaves" due to their different textures and rock-types. Surrounding chilled margin zones of MMEs are darker than their host rocks. Porphyritic textures are formed by plagioclase phenocrystals and K-feldspar megacrystals that exist either in the host rocks or their MMEs. MMEs are mostly ovoidal-ellipsoidal and rarely cornered shaped. Some of them are elongated-ellipsoidal shaped. Size of long axes of MMEs are ranging from centimeter to meter. Cause of these elongated shapes is the intensive deformation of their host rocks. Mineralogically they are composed of plagioclase (An₁₈₋₂₂) + hornblend + biotite + titanite + apatite + zircon and opaque minerals. It rarely includes quartz, K-feldspar (orthoclase) and pyroxene. Acicular, lath-shaped mafic minerals are seen along fine grained marginal zone around of MMEs.

Homogenous mixing of felsic and mafic magmas cause just a crystallization of one melting that is called equilibrated hybride system. In this system some special mixing textures (Hibbard, 1991, 1995) are defined during crystallization. Kestanbol granitoid includes some textures such as antirapakivi , lath-shaped small plagioclase within large plagioclase, poicilitic K-feldspar and poikilitic plagioclase, rarely acicular apatite, appinitic and sphene-plagioclase ocellar textures. Also MMEs have some mixing textures such as commonly acicular apatite texture, blade-shaped biotite, poicilitic K-feldspar and plagioclase texture, dissolution-melting in plagioclase texture.

Referanslar

- Didier, J., Barbarin, B., 1991, *The different types of enclaves in granites-Nomenclature*, In Didier, J., Barbarin, B. (eds.), *Enclaves and Granite Petrology, Developments in Petrology 13*, Elsevier, 19-23.
- Hibbard, M.J., 1991, *Textural anatomy of twelve magma-mixed granitoid systems*, In Didier, J., Barbarin, B. (eds.), *Enclaves and Granite Petrology, Developments in Petrology 13*, Elsevier, 431-444.
- Hibbard, M. J. 1995, *Petrography to Petrogenesis*, Prentice Hall, 587 p.

GENEL JEOLJİ OTURUMU
PHYSICAL GEOLOGY SESSION

Batı Pontidlerde Prekambriyen Yaşlı Metamorfik Temelin Jeolojik Evrimi *Geological Evolution Of Precambrian Basement Of Western Pontides*

Erdinç YİĞİTBAŞ¹, Robert KERRİCH² ve Yücel YILMAZ³

¹*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü,
Çanakkale. eyigitbas@comu.edu.tr*

²*The University of Saskatchewan, department of Geological Sciences, saskatchewan-Canada*

³*Kadir Has Üniversitesi, Cibali-İstanbul*

ÖZ

Batı Pontidlerde İstanbul – Zonguldak tektonik birliğinin metamorfik tabanı, Prekambriyen yaşlı bir orojenik mozaikle temsil edilir. Birbirinden farklı kökende kaya topluluklarından oluşan bu mozaığın parçalarını Çele metaofiyoliti, Yellice metavolkaniti, Demirci metamorfiti ve Dirgine metagraniti oluşturur. Sünnice, Almacık ve Armutlu metamorfik masiflerindeki mostralarından elde edilen yapısal, stratigrafik, petrografik ve jeokimyasal veriler Çele metaofiyolitinin eksiksiz ve düzenli bir ofiyolit dizisinin kalıntılarını temsil ettiğini göstermektedir. Yellice metavolkanitleri bir ensimatik ada yayı ve bir yay ardı lav-çökel dizisini temsil etmektedir. Demirci metamorfik topluluğu ise metamorfik masiflerin tabanında yer alan bir kıtasal temeli temsil etmektedir. Tüm bu farklı kökende metamorfik kaya toplulukları, biraraya gelmelerinin ardından Dirgine granitleri (570-590 Ma; Chen et al.,2000; Ustaömer et al.,2003) ile kesilmişlerdir. Farklı kökende metamorfik temel kayaları ve bunları kesen granitler topluca İstanbul – Zonguldak Paleozoyik'i olarak bilinen Erken Ordovisiyen – Karbonifer yaşlı istifle açısız diskordan olarak örtülmüştür. Buna göre İstanbul – Zonguldak Paleozoyik istifinin temelinde yer alan farklı kökende metamorfik toplulukları bir araya getiren tektonizma Pan-Afrikan orojenik olaylarla çağdaş ve doğuda Pan-Afrikan, batıda Trans-European Sütur zonları arasında onları birbirine bağlar bir konumda yer almaktadır.

Temel kayaların metamorfizma derecesi üste doğru azalmaktadır. Alt kesimlerde metamorfizma amfibolit fasiyesinin üst mertebelerinde iken istifin üst kesimlerinde düşük Yeşilşist fasiyesi koşullarındadır. Sünnice, Almacık ve Armutlu masiflerinde Paleozoyik örtü de çok düşük dereceli yeşil şist fasiyesi koşullarında metamorfizmaya uğramıştır. Paleozoyik istif, metamorfik temel üzerinde çökeliminin ardından, tabanından sıyrılarak faylanmıştır. Faylanma daha çok kuzeye eğimli normal fay zonu niteliğindedir. Üst Jura yaşlı karbonat istifini (İnaltı fm) de etkileyen bu listrik normal faylanma çok muhtemelen erken Kretase başında gelişmiştir. Çünkü hem metamorfik temel kayalarını, hem Paleozoyik istifi ve hem de bunlar arasında gelişen listrik normal faylanmayı örten ilk olağan çökelme istif Alt Kretase yaşlı Ulus formasyonudur. Gerek bu veriler ve gerekse Ulus formasyonunun çökelme nitelikleri, sözkonusu metamorfik masiflerin erken Kretase başında yükseldiklerini, bu yükselmeye nazaran kuzey ve güneyde gerilmeli bir tektonizmanın etkisi altında çökel havzalarının açıldığını işaret etmektedir.

Referanslar

- Chen, F., Siebel, W., Satır, M., Terzioğlu, M.N., 2002. Geochronology of the Karadere basement (NW Turkey) and implications for the geological evolution of the Istanbul zone. *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch)*, 91 (3), 469-481.
- Ustaömer P.A., Mundil, R., Renne, P.R., Whitney, D.L., 2003. Time constraints on the tectono-magmatic evolution of the western Pontides (N Turkey): New U/Pb zircon ages. *European Geophysical Society, Geophysical Research Abstracts*, 5, 11717.

ABSTRACT

Precambrian metamorphic basement of İstanbul – Zonguldak Unit, in western Pontide, is represented by an orogenic collage that composed mainly of distinctly different metamorphic units. Components of this orogenic collage are represented by Çele metaophiolite, Yellice Metavolcanics, Demirci Metamorphics, and Dirgine metagranite. Field relations and structural characteristics of these units were studied and, geochemical analyses on representative samples, obtained from the Sünnice, Almacık, and Armutlu areas. The studies reveal that the Çele metaophiolite displays disrupted components of a complete suprasubduction ophiolitic suite. The Yellice metavolcanic sequence contains fragments of both an ensimatic island arc and a back-arc basin association built on the ophiolite. The Demirci Metamorphics represent reworked continental fragments forming the base of the metamorphic massifs. These different metamorphic units were intruded by the Dirgine granitic pluton of 570-590Ma (Chen et al.,2000; Ustaömer et al., 2003), after their amalgamation. The metamorphic tectonic units and the granite are overlain collectively by a thick Paleozoic sedimentary cover known as the İstanbul-Zonguldak Unit. The sequence ranges in age from Lower Ordovician to Carboniferous. The orogenic event that led to the amalgamation of the different tectonic entities is partly penecontemporaneous with the Pan-African orogeny, supporting the view that the basement of the İstanbul-Zonguldak Unit formed a link between the Pan-African and Trans-European Suture Zones.

Metamorphic grade of the Precambrian basement decreases steadily upwards from amphibolite facies to greenschist facies. This is mainly due to the last major phase of metamorphism. In the Sünnice, Almacık, and Armutlu massifs, the overlying Paleozoic sequence also shows low-grade metamorphism that does not go beyond the lower limit of the greenschist facies.

The contact between the basement and Paleozoic cover sequence was detached. This tectonic contact is a major north dipping normal fault. The data indicates that the Paleozoic sequence, which was initially deposited above the Sünnice Group rocks, was later detached from its root along a low-angle listric normal fault.

The first common cover sedimentary succession, which covers both the Sünnice Group and the Paleozoic sequence is the Lower Cretaceous Ulus Group. This unit is interpreted to be deposited within a newly developed extensional basin. The extension affected the regionally deformed, uplifted and eroded terrain.

Simav (Kütahya, Batı Anadolu) Çevresinde Menderes Masifi' nin Kuzey Kenarının Evrimi

Evolution of the Northern Margin of Menderes Masif Around Simav (Kütahya, Western Anatolia)

***Erhan AKAY, * Altuğ HASÖZBEK ve *Burhan ERDOĞAN**

** Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü*

35100 Bornova, İzmir

erhan.akay@deu.edu.tr

ÖZ

Simav (Kütahya, Batı Anadolu) Bölgesi Menderes Masifi' nin kuzey-kuzeydoğu sınırını oluşturur ve dört farklı kaya grubuyla temsil edilir: 1. Menderes Metamorfikleri, 2. İzmir-Ankara Zonu kayaları, 3. Simav Magmatik Kompleksi ve 4. Neojen volkanosedimenter kayaları. Menderes metamorfikleri içinde üç farklı kaya birimi ayırtlanır. Altta baskın olarak gözlü ve yer yer bantlı gnayslardan oluşan Kalkan Formasyonu yer alır. Kalkan Formasyonu biyotitçe zengin gnayslar, biyotit şistler ve ince mermer mercceklerinden yapılmış Simav metamorfikleri tarafından dereceli bir dokanak boyunca üzerlenir. Dokanağa yakın kesimlerde gnayslar içinde biyotit oranında belirgin artış gözlenir ve bu bölümlerde Kalkan Formasyonu biyotit gnayslarla temsil edilir. Yüksek dereceli metamorfik Kalkan ve Simav Formasyonları ilksel magmatik dokusu yer yer tanınabilen Dolaylar metagraniti tarafından intrüzif dokanaklarla kesilir. Dolaylar metagraniti dokanağa yakın kesimlerde Kalkan Formasyonu ve Simav metamorfiklerinin foliasyonlarını keser ve yüksek dereceli metamorfiklere ait farklı boyutlarda anklavları içerir. Simav çevresinde gnayslar ve şistlerle birlikte gözlenen Dolaylar metagranitinin saha ve jeokimyasal özellikleri Menderes Masifi' nin metamorfizması sırasında sokulmuş sintektonik granitler olduğunu ve masifin ana metamorfizmasının son aşamalarında metamorfizma geçirdiklerini gösterir.

Menderes metamorfikleri, İzmir-Ankara Zonu kayaları tarafından tektonik bir dokanakla üzerlenir. Simav' ın kuzeyinde İzmir-Ankara Zonu, hafif yapraklı çamurkayaları ve kumtaşlarından yapılmış matriks (Dağardı Melanjı) ve bu matriks içinde yaralan kireçtaşı bloklarından (Budağan kireçtaşı) yapılmıştır. Hem Dağardı Melanjı' na ait çamurkayaları içinde hem de Budağan kireçtaşı içinde tektonik dokanağa yaklaştıkça düşük dereceli dinamik metamorfizma izleri gözlenir. Çamurkayalarında gözlenen yapraklanma ve kireçtaşlarında gözlenen şiddetli rekristalizasyon, dokanaktan uzaklaştıkça azalır ve ilksel doku tanınabilir hale gelir.

Menderes Metamorfikleri ve İzmir-Ankara Zonu kayaları 20-24 my (Geç Oligosen-Erken Miyosen) yaşlı granitik plutonlar ve bunların volkanik ve yarıvolkanik eşdeğerlerinden yapılmış olan Simav Magmatik Kompleksi tarafından kesilir. Simav Magmatik Kompleksi, sıg yerleşimli Eğriğöz, Karakoca ve Çamlık granitleri ve Çamlık granitinin çevresinde gözlenen Çatak volkanitlerinden yapılmıştır. Çamlık graniti ile Çatak volkanitleri arasındaki dokanak aynı magmatizmaya ait riyoolitik dayklar ve stoklar tarafından kesilir. Simav Magmatik Kompleksi içinde dokanağa yakın kesimlerde

ince taneli holokristalin doku ve Menderes Masifi metamorfiklerine ait gnayslara, biyotit şistlere ve Dolaylar metagranitine ait anklavlar karakteristiktir.

Erken-Orta Miyosen yaşlı kırıntılı kayalar ve volkano-sedimenter istif Menderes metamorfiklerini ve Simav Magmatik Kompleksi kayalarını uyumsuz olarak üzerler.

İzmir-Ankara Zonu kayalarının Menderes Masifi'ne ait farklı metamorfik kayaları üzerlemesi ve metamorfik olmaması Menderes Masifi ana metamorfizmasının, İzmir-Ankara Zonuna ait napların yerleşiminden önce tamamlandığını masifin yükselmesinin napların yerleşiminden önce başlamış olduğunu ve bu metamorfizmanın nedeninin napların ağırlığından kaynaklanan gömülme ile ilgili olduğunu gösterir.

Sığ yerleşimli Simav Magmatik Kompleksi Menderes Masifi'ne ait gnaysları ve onları üzerleyen İzmir-Ankara Zonu kayalarını kesmesi ve aynı magmatizmanın volkanik eşdeğerlerinin Menderes Masifine ait kayaları ve İzmir-Ankara Zonu kayalarını üzerlemesi Masifin Simav Magmatik Kompleksinin yerleşimi sırasında yükselmiş olduğunu ve üzerinde çok ince bir örtünün kaldığını gösterir.

ABSTRACT

Simav Region (Kütahya, Western Anatolia) forms the north-northeastern margin of the Menderes Massif and is characterised by four different rock groups: 1. Menderes Massif, 2. İzmir-Ankara Zone, 3 Simav Magmatic Complex, and 4. Neogene volcano-sedimentary rocks. There are three distinctive rock units in the Menderes Metamorphics: The Kalkan Formation is made mainly up of the high-grade biotite rich augen and banded gneisses and graditionally pass upward into the biotite schists of Simav Metamorphics with thin marble lenses. Close to the boundary, biotite content evidently increases and Kalkan Formation is characterized by biotite gneisses in these layers. These two units are intrusively cut by the deformed Dolaylar metagranite which is recognised by its primary magmatic texture. Close to the boundary, Dolaylar metagranite cuts the foliation of Kalkan Formation and Simav Metamorphics and includes enclaves derived from the country rocks. The field occurrences and chemical characteristics of the Dolaylar metagranite, cutting the high-grade Menderes metamorphics, indicate that they intruded syntectonically during the metamorphism of Menderes Massif, and metamorphosed in the last stages of the main Menderes metamorphism.

The Menderes Metamorphics are tectonically overlain by the İzmir-Ankara Zone. To the north of Simav, İzmir-Ankara Zone consist of slightly cleaved shales and sandstones (Dağardı Melange) with megablocks of the Budağan Limestone. Close to the tectonic boundary, low grade dynamic metamorphic features are observed in the mudstones of the Dağardı Melange and also in the Budağan Limestone. Low-grade metamorphic structures in İzmir-Ankara Zone diminish upward, and primary texture becomes recognisable far away from the boundary.

Both the Menderes Metamorphics and İzmir-Ankara Zone are cut by the Simav Magmatic Complex which is formed by of three separate granitic bodies in 20-24 ma (Late Oligocene-Early Miocene), and volcanic and subvolcanic equivalents of the same magmatism. Simav Magmatic Complex is made up of shallow emplaced plutons of Eğrigöz, Karakoca and Çamlık granites and Çatak volcanics surrounding the Çamlık Granite. The boundary between Çamlık Granite and Çatak volcanics is cut by the rhyolitic dykes and stocks of the same magmatism. Close to the boundary of the Eğrigöz, Karakoca and Çamlık Granites, fine grained holocrystalline texture and enclaves derived from Menderes Metamorphics are

characteristic. Around Simav region these rock groups are unconformably overlain by the Neogene volcano-sedimentary sequence.

Since the İzmir-Ankara Zone is not metamorphosed in Simav region, the main metamorphism of the Menderes Massif must have been completed and the massif started to uplift before the emplacement of the İzmir-Ankara Zone. Thus, the metamorphism of the Menderes Massif should not be caused by the emplacement of the İzmir Ankara Zone.

The Latest Oligocene-Early Miocene granites of the Simav Magmatic Complex intruded permissively into the metamorphic rocks of the Menderes Massif and the İzmir-Ankara Zone in a post orogenic tectonic setting and very shallow crustal environment. The volcanic equivalents of the granitic plutons (Çamlık volcanics) overlie the Menderes Metamorphics indicating that the Menderes Massif continued to uplift and be eroded before and during the intrusion of the Simav Magmatic Complex.

Doğu Toroslar'daki Kireçlikyayla Karışığına Dahil Edilen Yapısal Birimlerin Stratigrafik Özellikleri ve Batı-Orta Toroslardaki Benzer Birimlerle Karşılaştırılması

The Stratigraphical Characteristics Of The Structural Units Of Kireçlikyayla Melange In Eastren Taurides And Their Correlation With Similar Units West-Central Taurides

Yüksel METİN*, Mustafa ŞENEL*, Özden VERGİLİ*, Turgut TOK* ve Adnan GÜVEN*

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü-ANKARA

ÖZ

Doğu Toroslar'ın batı kesiminde Bozkır birliği, Yeşiltaşyayla karışı, Yağlıpınar karışığı, Dağlıca karışığı gibi adlarla da tanımlanan Kireçlikyayla karışığı, genelde Mesozoyik yaşlı platform, yamaç, havza ve okyanusal kabuk kökenli kaya birimlerinden oluşmaktadır. Yapısal olarak Ofiyolit napı altında yer alan Kireçlikyayla karışığına ait değişik karakterdeki kireçtaşı blokları Ofiyolit napı üzerinde de izlenmektedir. Bölgede oldukça geniş alanlar kaplayan Kireçlikyayla karışığı, birbirinden ayırtlanabilir ofiyolitik melanj, Senoniyen yaşlı bloklu fliş, farklı ortam koşullarında gelişmiş neritik ve pelajik çökeller ile volkano-sedimenterlerden oluşan yapısal birimleri kapsamaktadır. Kireçlikyayla karışığına dahil edilen ofiyolitik melanj ile Senoniyen yaşlı bloklu fliş her yerde birbirinden ayırtlanması güçtür. Ancak Kireçlikyayla karışığına dahil edilen kireçtaşı blokları, genelde Orta Triyas-Kretase ve Orta Triyas-Liyas yaşlı platform tipi karbonatlar, Dogger-Üst Kretase yaşlı yamaç-havza tipi çökeller, Orta Triyas-Kretase yaşlı yamaç-havza tipi çökeller ile Orta-Üst Triyas yaşlı kireçtaşı, çört, ve radyolarit ara seviyeli volkanitlerle temsil edilen birbirinden bağımsız farklı yapısal birimlerden oluşmaktadır. Bunlar genelde ayırtlanabilir alloktan kütleler olup Triyas yaşlı volkanitler ile havza-yamaç tipi yer yer radyolarit-çört seviyeli kalsitürbidit, kireçtaşı ve çötlü kireçtaşlarından oluşan kaya birimleri, genelde alt yapısal birim, diğer karbonat kütleleri ise üst yapısal birim karakterindedir. Söz konusu olan bu kütlelerin bölgedeki stratigrafik ve yapısal özellikleri ayrıntılı olarak değerlendirildiğinde, bunların kendi içlerinde bir yapısal stil oluşturduğu ve Batı-Orta Toroslar'da tanımlanan Domuzdağ, Kozağaç, Gülbahar, Ağla, Gencek, Kayabaşı, Boyalıtepe ve Huğlu birimleri olarak tanımlanmış olan alloktan kütlelerin doğudaki uzantıları oldukları sonucuna varılmıştır.

Doğu Toroslar'da Ofiyolit napı ile birlikte bölgeye yerleşen Kireçlikyayla karışığına dahil edilen, birbirleriyle tektonik ilişkili yapısal birimlerin stratigrafik özellikleri ayrıntılı olarak ortaya konulduğunda, Anadolu-Torid platformunun kuzey kenarının yapısal evrimine büyük çapta ışık tutacaktır.

ABSTRACT

The Kireçlikyayla melange also called as the Bozkır unit, Yeşiltaşyayla melange, Yağlıpınar melange and Dağlıca melange in western part of the Eastern Tauride Belt, consist generally of Mesozoic rock units of platform, slope, basinal and oceanic crustal origins. The limestone blocks of diverse origins belonging to the Kireçlikyayla melange that structurally underlies the Ophiolite nappe is also seen as overlying this nappe. The Kireçlikyayla melange which covers extensive areas throughout the region, includes recognizable structural units of Ophiolitic melange, Senonian blocky flysch, neritic and pelagic sediments reflecting environmental conditions and volcano-sedimentary sequence. It is difficult to discriminate ophiolitic melange included in the Kireçlikyayla melange from Senonian blocky flysch in some places. However, the limestone blocks included in the Kireçlikyayla melange, usually comprise different structural units represented by platform type carbonates of Middle Triassic- Cretaceous and Middle Triassic- Liassic ages, slope-basin type sediments of Dogger- Upper Cretaceous age, slope-basin type sediments of Middle Triassic-Cretaceous age and Middle- Upper Triassic volcanics interbedded with limestone, chert and radiolarite. These are generally recognizable allochthonous units. Triassic volcanics and basin- slope type rock units consisting of calciturbidite, limestone and cherty limestone locally interbedded with radiolarite-chert compose the lower structural unit whereas other carbonate rocks represent the upper structural unit. It is concluded from detailed interpretation of regional stratigraphic and structural characteristics of these units that they make up their own internal structural style and constitute the eastward extensions of allochthonous units defined as Domuzdağ, Kozağaç, Gülbahar, Ağla, Gencek, Kayabaşı, Boyalıtepe and Huğlu units in Western-Central Taurid Belt.

The detailed study of stratigraphic features of different structural units showing tectonic relations with each other, included in the Kireçlikyayla melange which has been contemporaneously emplaced with the Ophiolitic nappe in Eastern Taurid Belt, will greatly elucidate the structural evolution of the northern margin of the Anatolide- Tauride platform.

Pınarbaşı (Kayseri) Ofiyolitinin Jeolojisi, Petrografisi ve Jeokimyası *Geology, Petrography and Geochemistry of Pınarbaşı (Kayseri) Ophiolite*

Özden VERGİLİ¹, Osman PARLAK² ve Mustafa ŞENEL¹

¹MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520 Ankara (vergili@mta.gov.tr)
(senel@mta.gov.tr)

²Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana
(parlak@cukurova.edu.tr)

ÖZ

Pınarbaşı ofiyoliti Orta Anadolu bölgesinde Kayseri ilinin 90 km doğusunda yer almakta olup kuzeyden Anadolu-Torid platformu üzerine Geç Kretase'de yerleşmiştir. Pınarbaşı ofiyoliti okyanusal litosferin alt bölümlerine ait kalıntılarını içermektedir. Tabanda yüksek sıcaklık metamorfikleri ve bunları tektonik dokanakla üzerleyen tektonitler yer almaktadır. Ultramafik ve mafik kümülatlar ise; bu birimlerin üzerine gelmektedir. İzole diyabaz ve piroksenit daykları değişik seviyelerde tektonitler içinde intrüzif olarak görülmektedirler. Tektonitler esas olarak harzburjitlerden oluşmakta olup içerisindeki dunitik seviyelerde stratiform kromit oluşumları gözlenmektedir. Ultramafik kümülatlar verlit ve piroksenitler ile mafik kümülatlar ise olivinli gabro, troktolit ve gabronoritler ile temsil edilmektedir. Pınarbaşı ofiyolitinde gözlenen metamorfik kayalar serpantinize peridotitlerin tabanında ince dilimler halinde olup, granat-amfibolitten, epidot-amfibolite kadar değişen fasiyes aralığında ters metamorfik zonlanma göstermektedirler. Metamorfik dilim içerisinde gözlenen kayalar kalkışit, epidot-plajiyoklaz-amfibol şist, plajiyoklaz-amfibol şist, amfibol şist, plajiyoklaz amfibolit, amfibolit ve granat amfibolit'ten oluşmaktadır.

İzole diyabaz daykları toleyitik ($Nb/Y=0.03-0.07$) özelliktedir. Kondrite göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (REE) şekilleri, okyanus ortası sırtı bazaltlarına (MORB) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları ve duraylı iz elementlere göre yapılmış tektonik ayırım diyagramları izole diyabaz dayklarının Anadolu-Torid platformunun kuzeyinde dalma-batma zonu ile ilişkili bir ortamda oluştuğunu işaret etmektedirler. Diğer taraftan Pınarbaşı ofiyolitinin tabanında gözlenen metamorfik kayalar iki farklı jeokimyasal özellik sunmaktadırlar. Birinci grup kayalar toleyitik ($Nb/Y=0.05-0.22$), ikinci grup kayalar ise alkalin ($Nb/Y=1.5-2.6$) özelliktedirler. Kondrite göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (REE) şekilleri, okyanus ortası sırtı bazaltlarına (MORB) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları ve duraylı iz elementlere göre yapılmış tektonik diskriminasyon diyagramları birinci grup amfibolititik kayaların ada yayı toleyiti ve ikinci grup amfibolititik kayaların ise kıta içi alkali bazalt özelliğinde olduklarını göstermektedir.

Elde edilen veriler; Pınarbaşı ofiyolitinin Geç Kretase'de Anadolu-Torid platformunun kuzeyinde okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluştuğunu göstermektedir. Metamorfik dilime ait amfibolitlerde yapılan jeokimyasal çalışmalar ışığında bu kayaların ada yayı toleyitleri ve okyanus adası alkali bazaltlarının Anadolu-Torid platformunun kuzeyindeki okyanusal alanın Geç Kretase'de kapanması sırasında okyanus içi dalma-batma zonuna bağlı olarak metamorfizmaya uğradıkları ve Pınarbaşı ofiyolitinin tabanına tektonik olarak yerleştikleri düşünülmektedir.

ABSTRACT

The Pınarbaşı ophiolite is located 90 km east of Kayseri in Central Anatolia and emplaced onto the Anatolide-Tauride platform in Late Cretaceous from the north. It comprises remnants of lower part of oceanic lithosphere namely mantle tectonites tectonically underlain by high-grade metamorphic sole rocks and ultramafic to mafic cumulates. Number of isolated diabasic and pyroxenitic dikes cut the mantle tectonites at different structural levels. The mantle tectonites are dominated by harzburgite in which high amount of chromite deposits are seen mainly as stratiform lenses within the dunite envelopes. The ultramafic cumulates consist of wehrlite and pyroxenite whereas the mafic cumulates are characterized by olivine gabbro, troctolite and gabbronorite. The metamorphic sole rocks in the Pınarbaşı ophiolite crop out as thin slices beneath the sheared serpentinites and display inverted metamorphic gradient from garnet amphibolite to epidote amphibolite facies. The rock units in the metamorphic sole are calc-schist, epidot-plagioclase-amphibole schist, plagioclase-amphibole schist, amphibole schist, plagioclase amphibolite, amphibolite and garnet amphibolite.

The isolated diabase dikes are tholeiitic in character ($Nb/Y=0.03-0.07$). The chondrite-normalized REE patterns, N-MORB normalized spider diagrams as well as the tectonic discrimination diagrams based on immobile trace elements suggest that the isolated dikes formed in a subduction-related environment to the north of Anatolide-Tauride platform. On the other hand, the metamorphic sole rocks beneath the Pınarbaşı ophiolite exhibit two distinct geochemical features. The first group is tholeiitic ($Nb/Y=0.05-0.22$), whereas the second group is alkaline ($Nb/Y=1.5-2.6$) in nature. The chondrite-normalized REE patterns, N-MORB normalized spider diagrams as well as the tectonic discrimination diagrams based on immobile trace elements suggest that the protholite of the first group is island arc tholeiitic rocks, whereas the protholite of the second group is within plate alkali basalts.

All the evidence suggest that the Pınarbaşı ophiolite formed in a suprasubduction zone tectonic setting to the north of Anatolide-Tauride platform during the Late Cretaceous. The geochemistry of metamorphic sole rocks indicate that the subduction-related tholeiitic basalts and seamount type alkaline basalts were metamorphosed at the time of intraoceanic subduction and accreted to the base of the Pınarbaşı ophiolite during the closure of the oceanic realm to the north of Anatolide-Tauride platform in Late Cretaceous.

Litolojik Sınırların Tanımlanmasında, Kontrolunda ve Düzeltmesinde ve Tektonik Hatların Belirlenmesinde CB-UA Tekniklerinin Önemi: Adana-Çiftehan ile Niğde-Kemerhisar-Çamardı Arası Bölgenin İncelenmesi

The Importance of GIS-RS Technics In Determining, Controlling and Redrawing Lithological Boundaries and Tectonic Lines: Case Study Area From Adana – Çiftehan to Kemerhisar, Çamardı-Niğde

Doğan AYDAL ve Olgu POLAT

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

06100 Beşevler-ANKARA-TURKEY

aydal@eng.ankara.edu.tr

ÖZ

Çalışmanın amacı, Landsat TM uydu görüntüleri ile çalışırken, CBS-UA tekniklerinin, litolojik sınırların tanımlanmasında, kontrolunda, yeniden çizilmesinde ve tektonik hatların çizilmesindeki önemini göstermektir. Çalışma esnasında 22.09.2002 tarihli Landsat 7 TM görüntüsü kullanılmıştır. Görüntü, UTM 36 zonunda bulunmakta ve Landsat tarafından 175-34 olarak numaralanmış olup, yaklaşık 180 km*180 km bir alanı kapsamaktadır. Ancak, incelenen alan yaklaşık 2000 km² (45 km*45 km) bir alanı kapsamakta olup, bu alandaki görüntü atmosferik gürültüsüz ve tamamen bulutsuzdur. Çalışma esnasındaki bütün uygulama ve çalışmalar Arc GIS 8.2 ve TNT Mips 6.4 programlarında yapılmıştır.

Çalışmada 1:100 000 ölçekli Kozan K19 haritası kullanılmış ve sayısallaştırılmıştır. Çalışma alanı, Türkiye'nin yaklaşık güney kısmında, Anadolu ve Torit kuşakları arasında, Adana-Çiftehan ile Niğde –Kemerhisar-Çamardı arasında kalan alanı kapsamaktadır. Bu bölgede, Tersiyer öncesi yaşta sahip üç ana tektonostratigrafik birim, Anadolilere ait Bolcardağ birimi ve Niğde metamorfik birimleri ile Torit'lere ait Aladağ napları yüzelemektedir. Kuzey kesimler önemli ölçüde üst Miyosen-Pliosen yaşlı volkanikler ve volkanoklastikler ile kaplı durumdadır. Çamardı formasyonuna ait fliš karakterli sedimanter kayalar ile Başmakçı formasyonuna ait kireçtaşları Çamardı ve çevresinde yüzelemektedir. Seçilmiş RGB kompozit görüntüleri üzerinde yapılan çalışmaların öncesinde geometrik düzeltmeler yapılmıştır.

Çeşitli bant kombinasyonları hazırlanmış, dekorelasyon gemesi ve Birincil Bileşen Analizi gibi görüntü geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca Kemerhisar-Bor-Niğde ve çevresine ait bakı ve eğim haritaları hazırlanarak GIS ortamında yorumlanmıştır ve ayrıca aynı bölgeye ait çeşitli üç boyutlu görüntüler de hazırlanarak, ortam sağlıklı olarak anlaşılmağa çalışılmıştır. Arazi doğrulamaları, bu tür tekniklerin, kayaç ve toprak sınırlarının tanımlanması, kontrolu ve düzeltilmesinde ve tektonik hatların belirlenmesinde çok etkili olduğunu göstermiştir.

Referanslar

- Atabey, E., Göncüoğlu, C.M., ve Turhan N., 1990, MTA Genel Müdürlüğü Açınısama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları serisi No.33, Kozan –J19 paftası, Ankara.
- Atabey, E., ve Ayhan, A., 1986, Niğde, Çamardı, Çiftehan yöresinin jeolojisi; MTA raporu Derleme No: 8064 (Unpublished)
- Batum, İ., 1978, Nevşehir güneybatısındaki Güllüdağ ve Acıgöl volkanitlerinin jeokimyası ve petrografisi; Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi, C., s. 1-2, 70-88
- Baş, H., Ayhan, A., Atabey, E., 1986, Ulukışla-Çamardı (Niğde) volkanitlerinin bazı petrolojik ve jeokimyasal özellikleri; Jeoloji Mühendisliği, s. 26, 27-34
- Beekman, P.H., 1966, The Pliocene and Quaternary volcanism in the Hasandağ-Melendizdağ region; MTA Bull., 66, 99-106
- Blumenthal, M., 1941, Un aperçu de la geologie du Taurus dans les vilayets de Niğde et d'Adana. MTA Publ. B 6, 95 s. Ankara
- Çopuroğlu, I., and Söylemezoğlu, S., 2001, Ecemiş Fay Kuşağı Yöresi (Hasandağ-Melendizdağ) Volkanizması ve ürünleri, Ecemiş Fay Kuşağı Çalışma Gurubu, Bildiriler, Niğde Üniversitesi Müh. Mim. Fak. P 51-58
- Demirtaşlı, E., Bilgin, A.Z., Erenler, F., Işıklar, S., Şanlı, D.Y., Selim, M., Turhan, N., 1975, Bolkar Dağlarının jeolojisi; Cumhuriyetin 50. Yılı yerbilimleri Konresi, Ankara, MTA özel yayın. p 42-57
- Dirik, K., ve Göncüoğlu, M.C., 1996. Neotectonic characteristics of Central Anatolia. International Geology , Rev. 38, 807-817.
- Ercan, T., Fujitanr, T., Matsuda, I., Tokel, S., Notsu, K. U.T., Can, B., Selvi, Y., Yıldırım, T., Fişekçi, A., Ölmez, M. ve Akbaşlı, A., 1990, Hasandağ-Karacadağ Orta Anadolu dolaylarındaki Senozoik volkanizmasının kökeni ve evrimi. Jeomorfoloji Dergisi, 18, 39-54.
- Göncüoğlu, M.C., 1977, Geologie des westlichen Niğde masivs; Unpublished PhD thesis, Bonn
- Göncüoğlu, M.C., 1981a, Niğde Masifinin jeolojisi; İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu, Türkiye Jeol. Kur. 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 16-19
- Göncüoğlu, M.C., 1987, Geology and geodynamic evolution of the Central Anatolian Massif; MEGS, Abstracts, 40
- Göncüoğlu, M.C., ve Toprak, V., 1993. Neogene and Quaternary volcanism of Central Anatolia: A volcano-structural evaluation. Bulletin de La Section Volcanologie, 26, 1-6
- Kleyn van der, P.H., 1968, Field report on the geological and geochemical prospection in the Niğde-Çamardı massive; MTA Raporu derleme no. Ankara (yayımlanmamış-unpublished)

ABSTRACT

The aim of this study is primarily to show the importance of GIS-RS technics in determining, controlling, redrawing of lithological boundries and tectonic lines in the studied region, while working with Landsat TM imagery. In this study, Landsat 7 TM (Thematic Mapper) Image acquired on the date of 22/09/2002 was used. This image covers about 180x180 km field passes through UTM 36 zone and numbered as "175-34" by Landsat. The study area covers only about 2025 sq km and clearly seen in this image and atmospheric noise and cloud cover does not exist at all. All GIS and RS technics were performed in Arc GIS 8.2 and TNT Mips 6.4 programs.

In this study, 1:100 000 scaled KOZAN_K19 map were used and digitized. The study area covers Adana-Çiftelhan, Kemerhisar and Çamardı-Niğde provinces and surroundings, which are located in southern Turkey, between Anatolid and Taurid belts. Three pre-tertiary aged main tectonostratigraphic units, namely Bolkardağ unit and Niğde metamorphic unit of Anatolid and Aladağ Nappes of Tauride Belt outcrop in the study area. Upper Miocene-Pliocene volcanics and volcanoclastics covers extensive areas in northern parts. Flyschoidal sediments of Çamardı Formation and Başmakçı Limesones are seen near Çamardı town.

Geometric corrections were performed before all analysis on selected RGB composite of imagery. Various band combinations were prepared and contrast enhancement techniques, decorrelation stretching and PCA analysis, were applied. Furthermore, aspect and slope maps of the

Kemerhisar-Bor-Niğde area were prepared and discussed in GIS and some 3D views were prepared in order to understand the study area more clearly. As a result of ground truth, it was shown that these techniques can effectively be used for determination and/or controlling of the boundaries of the rocks and soil patterns and as well as tectonic lines.

57. Türkiye Jeoloji Kurultayı
57th Geological Congress of Turkey

08-12 Mart 2004, MTA Kùltür Sitesi, Ankara

SEDİMANTOLOJİ – KIYI VE DENİZ JEOLJİSİ OTURUMU
SEDIMENTOLOGY-COASTAL AND MARINE GEOLOGY SESSION

Miyosen Deniş Althavzasının (KD Soma) Evrimine İlişkin Ön Bulgular *Preliminary Findings On The Evolution Of The Miocene-Aged Deniş Sub-Basin* *(NE Soma)*

Fırat TEKİN¹ ve Faruk OCAKOĞLU²

¹*Celal Bayar Üniversitesi, Soma Meslek Yüksek Okulu, Soma, Manisa*

²*Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir*

ÖZ

Soma havzasının (Batı Anadolu) KD'sunda yer alan Deniş civarındaki Miyosen istifi KKD doğrultusunda uzanan, 4-5 km genişliğinde ve 15 km uzunluğunda bir kuşak şeklinde yayılım sunar. Çökellerin KB sınırı bazı kesimlerde bir kaç 100 m genişlikte bir zonda aşırı şekilde paralanmıştır. Alanın oldukça faylı olması Miyosen çökellerinin yanal devamlılıklarını engellediğinden, sözkonusu kayaçların içinde çökeldikleri eski havzanın analizini oldukça güçleştirmektedir.

Çalışmanın bu erken aşamasında, gözden geçirilmiş stratigrafi, sistematik aşma ilişkileri, sondaj verilerinden sağlanan paleotopoğrafik veriler ve tektonik çalışmalarla erken bir havza evrim şeması geliştirmek mümkün olabilmıştır. Yapılan çalışmalar, karmaşık tektoniğe karşın, çökellerin KB sınırınının, havza geometrisini ve sedimanter gelişimi kontrol eden bir kenar fayına karşılık geldiğini göstermektedir. Bu havza kenar fayının batısında temel kayaçlar metagrovaklardan ibaretken havza tabanı ve doğusu rekristalize kireçtaşlarından oluşur. Havza doğusu boyunca temel ile Miyosen kireçtaşları arasında engebeli topoğrafya üzerine aşmayı anlatan girintili çıkıntılı bir sınır mevcuttur. Havza içindeki önemli bir engebe (Kocasivri T) havza kenarına paralel olarak KKD doğrultusunda uzanan, Miyosen kömürlü çökelleri tarafından sistematik şekilde aşılan bir temel yükseltisine karşılık gelmektedir.

Havza dolgusunun en alt seviyeleri, büyük oranda metagrovaklardan türemiş, tane boyu yukarı doğru hızla incelen kaba kırıntılardan oluşmaktadır. Bu alt seviyelerde bir kaç ince, yanal devamsız linyit tabakası da mevcuttur. Yukarı doğru, kömür ve çamurtaşı/marn seviyelerinin 10'larca m ölçeğinde ardalandığı bir istife geçilir; burada kömür damarlarının kalınlıkları dm ile 3-5 m arasında değişir. Bu istifin Kocasivri T'de yaklaşık 150 m yüksekliğinde bir topoğrafyayı aşarak doldurduğu görülür. Stratigrafik olarak daha üste doğru marn ve sonra da gölsel kireçtaşları gelir. Bu sonuncular, havzayı batıdan sınırlayan temel yükseliminin üzerine ilk gelen sedimanlardır. Bu durum, havza kenarında yükselen blok üzerinde bir aşmanın verisi olarak değerlendirilmiştir. Stratigrafik olarak daha üste doğru, marnlar içinde 20-30 cm kalınlıkta piroklastik düşme çökelleri izlenir; bunlarsa masif aglomeratik çökeller, lahar ve yer yer ignimbiritler tarafından üzerlenirler.

İnceleme alanı ve civarına daha kuşbakışı bakıldığında kömürlü istifin en üst seviyesindeki volkanoklastik çökellerin, özellikle Soma kuzeyinde, oldukça iyi korunduğu ve bunun o kesimde güncel Soma grabenini biçimlendiren D-B gidişli normal faylarla gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Miyosen havzası içinde (Deniş köyünün 1 km KD'su) kömürlü Neojen çökellerindeki fay düzlemi ölçümleri, baskın olarak K 20-30 B doğrultusunu gösteren doğrultu atımlı fayların varlığını göstermektedir. Sınırlı lokaliteden elde edilen bu veriler K 30 D gidişli havza kenar fayıyla

birleştirildiğinde, neotektonik dönem öncesinde bölgenin KB-GD doğrultusunda kısalırken KD-GB doğrultusunda genişlediği, dolayısıyla havzanın transtansiyonel karakterde olduğu ileri sürülebilir.

ABSTRACT

The outcrops in the Deniş area, to the NE of the Soma basin (West Anatolia), extend as a NNE-trending belt, 4-5 km wide and 15 km long. At the NW boundary, Miocene deposits disrupted rigorously in a several 100s metres wide zone. The severe deformation of sedimentary succession prevents the lateral correlation, and hence makes the analysis of the basin difficult.

In this early stage of the study, the revised stratigraphy, common onlap relations with the basement, drill-hole data and structural evaluations allow a preliminary basin evolution scheme. Despite its complex structural pattern, our field observations yield that the linear NW limit of the outcrops corresponds to a basin margin fault that controls the sedimentary evolution and the geometry of the basin. The western area of this margin is covered by metasediments while the base of the basin and the more eastern sectors are formed from recrystallized limestones. The boundary between the basement marbles and Miocene basin fill in the east is quite sinous probably due to onlap relation. A basement uplift, the Kocasivri T, elongates NNE parallel to the basin margin and is overlapped by the coal bearing Miocene succession.

The basal levels of the basinal sediments are the rapidly fining upwards siliciclastics. These are mostly sourced from the metagreywackes to the NW. These lowermost intervals can alternate with several thin, discontinuous coal seams. Stratigraphically upwards, the alternations of marl and coal bands (up to 3-5 m thick) are seen. At the SW corner of the Kocasivri T uplift, the successions onlap a very steep topography of 150 m heigh. More upwards, the succession passes to marls and later lacustrine limestones. These latter is the lowermost rock type overlying the basement on the footwall of the basin margin near Pelitören area. To the NE of the basin, marly sussion includes 20-30 cm thick pyroclastic fall deposits. More northwards, agglomerates, lahar and pyroclastic flow depostis make the uppermost observable units of the basin fill.

A more general bird's eye view at the basin reveals that the uppermost volcanogenic sediments are well preserved in the north of Soma where E-W trending active normal faults shaped the northern edge of the Soma graben. The fault plane measurements in the Miocene basin fill near Deniş village indicates that the faults generally strike N 20-30 W, and of mostly stike slip character. When the N 30 E trending basin margin is evaluated in relation with this limited structural data, it can be deduced that the region was subjected to compressional stress in the NW-SE direction and, to extensional stress in the NE-SW direction before the onset of neotectonic regime.

Kapadokya Volkanik Provensi Doğusunda Alt Pliyosen Gösel Karbonat Fasiyeslerindeki Dikey İstiflenme Desenleri ve Göl Seviye Değişimleri İle İlişkisi

Vertical Stacking Patterns Of The Lower Pliocene Lacustrine Succession And Their Relations To Lake Level Fluctuations In The Eastern Cappadocian Volcanic Province

Faruk OCAKOĞLU

Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

ÖZ

Erken Pliyosen zamanı Kapadokya Volkanik Provensinin (KVP) doğu kesiminde (Yahyalı ile Pınarbaşı arasında) KD gidişli, olasılıkla normal faylarla sınırlanmış kapalı bir havzanın sedimanlarıyla temsil olunur. Bu çökeller havza kenarlarında alüvyal/flüviyal özellikler sergilerken havza içine doğru flüviyal/gösel ortamlara geçerler. Çoğunlukla karbonatlar ve yeşil çamurtaşlarıyla temsil olunan gösel çökellerin kalınlığı yer yer 40-50 m'yi bulur. KVP'nin bu kesiminde 2,7 Ma yaşındaki Valibaba tepe ignimbiriti akarsu ve gösel çökelleri üzerleyerek iyi bir fiziksel deneştirme ve yaş kontrolü olanağı sağlar.

Bölgedeki gösel çökellerin ayrıntılı sedimantolojik loglarında 5 tür fasiyes ayırtlanmıştır. Bunlardan en yaygın olanı dikey büyümeli iskeletli yeşil alg resifleridir (Fasiyes A). Boyları 15-20 cm'yi geçmeyen, prasa ya da saç püskülünü andıran bu yığışimlardan bazıları charopytler üzerindeki CaCO₃ kabuklaşmasıyla ilişkili olabilirler. Tamamen alg kırıklarıyla değişen miktarda pizolitten oluşan ayrı seviyeler de mevcuttur (Fasiyes B). Kumlu seviyeleri yer yer çapraz tabakalanma gösteren bu çökeller ayrı hidrodinamik koşulları yansıttıklarından farklı bir fasiyes olarak değerlendirilmişlerdir. Pizolitik çakıltaşları bir başka yaygın fasiyesi (Fasiyes C) oluşturmaktadır. Kalınlığı yer yer 2 m'ye ulaşan bu fasiyes belli belirsiz tabakalanma gösterir. Çapı yer yer 10 cm'ye ulaşan iri pizolitlerin arasının daha küçük pizolitlerle ve alg kırıklarıyla dolduğu, hatta desimetrik alg yamalarının da bu tabakalar içinde mevcudiyeti gözlenir. Hiç bir iç yapı göstermeyen, bileşenleri de çıplak gözle seçilemeyen yer yer fosilli, sert, bembeyaz kireçtaşları incelenen kesitlerde sıklıkla karşılaşılmış ve ayrı bir fasiyes olarak değerlendirilmişlerdir (Fasiyes D). Bu fasiyes yer yer birbirini üzerleyen tabakalardaki kavislerin (dalga kırışıklıkları?) sırt ve teknelerinin çakışması sayesinde merceksi bir geometriye sahip olabilmektedir. Gösel çökellerdeki sonuncu fasiyes gri/yeşil renkli çamurtaşı fasiyesidir (Fasiyes E). Bu fasiyes yer yer gastropod fosillerini ya da alg yumrularını içerebilir. Rengi organik malzeme içeriği yüzünden gri/koyu griye kayabilir. Tabakalaşması masiften ince laminalıya kadar değişebilir.

Özetlenen bu fasiyeslerin dikine istiflenmeleri zamanla derinleşmeyi gösteren 1-3 m kalınlıktaki çeşitli desenler sergilerler. En yagın dikey desen (İng. pattern) Fasiyes B ile başlayıp Fasiyes A ile devam eder ve Fasiyes E ile sonlanır. Bu çevrim, göl "karbonat kırsıtılı" kıyı çizgisinin dereceli gerilemesiyle alg resiflerine ve oradan da açık göl tabanı çamurlarına geçişi temsil eder. Fasiyes A ile başlayan ve Fasiyes E ile sonlanan eksik çevrimler ve keskin tabakalaşma yüzeyleri ile ayrılmış Fasiyes A

çevrimleri daha küçük ölçekli göl seviye değişimleriyle oluşmuş dikine istiflenme desenleri olarak yorumlanmıştır.

Bu değerlendirmeler Erken Pliyosen’de, olasılıkla orbital zorlama denetiminde, göl seviyesinin “önce dereceli yükselme, bir zaman sonra durmasından (still-stand)” ibaret çevrimleri defalarca tecrübe ettiğini göstermektedir. Bu çevrimlerin iklimsel/hidrolojik karşılığı, çoğunlukla ılıman olan Erken-Orta Pliyosen zamanının, buzularası dönemlerin yağışlı rejimi (dolayısıyla göldeki sürekli su birikimi nedeniyle gölün giderek derinleşmesi) ve buzul dönemlerinin soğuk ve daha az yağışlı (yani yağış sınırlı ve göl seviyesi pek değişmiyor “still-stand”) rejimi olarak formüle edilebilir.

ABSTRACT

Early Pliocene time is represented by continental deposition in a NE-trending normal-fault controlled basin in the East of the Cappadocian Volcanic Province (CVP) between Yahyalı and Pınarbaşı. These deposits are alluvial to fluvial near the basin margin and turn to fluvial and lacustrine towards the basin centre. Thickness of the lacustrine succession attains 40-50 m in places. In this eastern part of the CVP, 2.7 Million years old (radiometrically dated) Valibaba tepe ignimbrite conformably covers the already deposited fluvial and lacustrine sediments, producing an excellent mean of physical correlation and date control.

Detailed sedimentological logging in the lacustrine succesion reveals 5 types of facies. The most common facies is the algal reef of erect skeletal green (!) algae (Facies A). The individuals are like flower bouquet or leek, and hardly reach 15-20 cm high. At least some of these erect material may be formed by carbonate encrustation on charophytes. Facies B comprises variously-sized algal clasts and pisolites. Sand grade examples of this facies may exhibit large scale cross-bedding. Pisolite-conglomerate is another frequent facies (Facies C). This is found as crude-bedded conglomerates of, in some instances, 2 m thick. Diametre of individual pisolites exceeds 10 cm and the intergranular space is filled with smaller pisolites and algal remains. In places, small algae growth on hard pisolitic substratum was developed. Hard, milky-white, sometimes fossiliferous limestones are regarded as another facies (Facies D). This facies may have undulations (probably wave ripples) at the top, and hence shows lensoidal appearance. The last facies is the grey/green mudstone (Facies E). This may comprise gastropoda molds and algal nodules. Its colour may shift to grey/dark grey in accordance with the rise of organic matter content. Bedding varies from massive to finely laminated.

These briefly-given facies build several 1-3 m thick vertical stacking patterns. Each pattern represents an episode of deepening of the lake by the time. The most common pattern starts with facies B, goes on with facies A and terminates with facies E. This cycle represent the relative rise of lake level from “detrital carbonate” shoreline to algal reef and at last to open lake bottom organaceous mud. The other frequently encountered patterns are the facies A to facies E cycles and the solely facies A cycles separated by abrupt bedding surfaces. These patterns are considered as the result of relatively small fluctuations of lake level.

The interpretation of the vertical facies stacking patterns reveals that the Early Pliocene lake level experienced numerous fluctuations (probably due to orbital forcing), each starts with a relative rise and subsequent still-stand of lake level. These cycles correspond palaeoclimatologically (and hyrologically) to warm/rainy period (that allow accumulation of water, and hence deepening of lake) followed by relatively cold/less rainy period when the water addition was limited (indicating a lake level still-stand).

Derin Tekirdağ Çukuru (Batı Marmara Denizi) Holosen Tortullarının Sismik Stratigrafisi

*Seismic Stratigraphy Of Holocene Sediments From The Deep Tekirdağ Basin
(Western Marmara Sea)*

**Mustafa ERGİN¹, Şahin KARAGÖZ², Yavuz HAKYEMEZ²,
Kerim SARIKAVAK³, Tülin AKKAŞ², Füsun ÖCAL²,
Mehmet N. YANMAZ², Haldun KAHRAMAN² ve Füsun YİĞİT²**

*1) Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü/ Ankara Üniversitesi
Akarsu-Göl ve Denizlerde Jeolojik Araştırma Merkezi (AGDEJAM), Tandoğan, 06100 Ankara:
ergin@eng.ankara.edu.tr*

2) Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü, 06520 Ankara: hakyemez@mta.gov.tr

3) Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü, 06520 Ankara: kerims@mta.gov.tr

ÖZ

Marmara Denizi'nde tektonizmanın sedimenter yapı üzerine olan etkilerini araştırmak amacı ile hazırlanan bu çalışma, TÜBİTAK -MTA-Ankara Üniversitesi işbirliği ve Ulusal Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Programları çerçevesinde yürütülen bir projenin jeofiziksel sonuçlarını tartışmaktadır. Bu kapsamda 2001 yılında MTA Sismik 1 Araştırma Gemisi ile Marmara Denizi'nin batısındaki Tekirdağ Çukuru'nun derin düzlük, yamaç ve çevresindeki şelf alanlarından hava tabancası ile 3 hat üzerinde sismik yansıma profilleri alınmıştır. Gemideki SYNTRAK-480 MSTP kayıt sistemi ve 150 m uzunluğundaki kablo ünitesi ile 3 saniye kayıt uzunluğu ve 24 kanal sismik veri toplanmıştır. Sismik hatların 2 tanesi çukuru K-G doğrultusunda, 1 tanesi de B-D doğrultusunda kesmektedir.

Tekirdağ Çukuru'nun deniz tabanı Holosen yaşlı ve çoğunluğunu silisiklastik çamurun oluşturduğu tortullar ile örtülüdür. Bununla beraber kalınlığı 4 metreye varan tortul karotlarının bazı seviyelerinde az da olsa, kaba tanece ve bentik-karbonatça zengin bileşenler saptanmıştır. Tekirdağ'ın batısı ile Marmara Adası arasında alınan sismik profil TKD-02 şelf, yamaç ve derin düzlük gibi batimetrik-morfolojik birimleri göstermektedir. Kuzeybatıda Gaziköy ("Ganos"; Bargu, 1989) Fayına dik meyilli bir yamaç üzerinde gelişen sismik fasiyes birimleri genelde sürekliliği düşük, ve çoğunlukla da kaotik yansımalar ile belirgindirler. Kaotik yamaç fasiyesleri güneydoğuya doğru yamaç önü ve derin havza düzlüğü fasiyeslerine geçmektedir. Bu sismik fasiyesler genelde paralel yansımalar ile belirgin olup, fay boyunca çökme ve deformasyona uğramış görünümü vermektedirler. Profilin güneydoğu devamında düzensiz, engebeli, dalgalı, kümbetimsi ve tepemsi sismik fasiyesler bulunmaktadır. Kaotik yansımaları bu sismik fasiyesleri tektonizma sonucu deformasyona uğramış ve kütle-çekim akmaları ile taşınmış ve yeniden çökelmiş birimlere işaret etmektedirler. Diğer taraftan profil üzerinde ve kümbetimsi yığınlar arasında kesilmiş vadi veya kanyona benzer yapılar görülmektedir. Tekirdağ Çukuru'nun güney kenarında kümbetimsi, karmaşık ve değişken yansıma şekilleri alt yamaçta sona erer ve çok meyilli bir yamaçtan sonra şelf fasiyeslerine geçer. Oldukça yatay ve paralel yansımalar ile üstte sınırlandırılan şelf fasiyesi, kenarda bir tortul kamalanması göstermektedir. Oblik ve sigmoid ilerleyen şelf klinofomları içinde yer yer normal faylanma hareketleri belirgindir.

ABSTRACT

The main purpose of this study is to investigate the effects of tectonism on sedimentary structure in the Marmara Sea. This work discusses geophysical results of a project which is carried out in cooperation between TÜBİTAK-MTA-Ankara University and supported by the National Marine Geology and Geophysics programme of TÜBİTAK. With this aim, in the year 2001 and onboard R/V MTA Sismik 1 seismic reflection profiles were collected along three tracklines across the abyssal plain, slope and surrounding shelf areas of the Tekirdağ Basin. Using the onboard SYNTRAK-480 MSTP recording system, 24 channel and 150 m long streamer unit, seismic data were collected in 3 sec TWT length. Two of the seismic tracklines are aligned with N-S direction and one is in the E-W- direction and all the crossing the basin.

Sea floor of the Tekirdağ Basin is covered mainly by siliciclastic mud of Holocene age. However, coarse-grained and benthic carbonate materials are also found in some levels of sediment cores up to 4 m in length. Seismic profile (TKD-02) obtained between west off Tekirdağ and Marmara Island show the morphologic-bathymetric units such as shelf, slope and abyssal plain. Seismic facies developed on the steep slope at Ganos ("Gaziköy"; Baygu, 1989) Fault in northwest are characterized by chaotic reflection configurations with low continuity and amplitude. Chaotic slope facies grade southeastward laterally to basin-slope and abyssal plain or basin-floor facies. These seismic facies are generally characterized by parallel reflections but display slump-slide and deformation structures along the fault. Seismic facies with irregular, hummocky, mounded, wavy, reflection configurations are observed on the southeastern section of seismic record. These chaotic reflection configurations indicate tectonically deformed, transported through gravity mass flows and redeposited units. On the other hand, canyon- or valley-like features are also observed between mounded seismic sections. On the southern margin of the Tekirdağ Basin mounded, complex and varying seismic reflection configurations terminate at basin slope, and after the steep slope, they grade to shelf facies. Shelf facies at their upper boundaries are marked by a toplap with rather lateral parallel reflections and show a sediment wedge at shelf break. Locally occurrences of normal faults are also found within oblique and sigmoid prograding shelf clinoforms.

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ OTURUMU
ENGINEERING GEOLOGY SESSION

Hatap Barajı (Çorum) Dolusavak Kazılarındaki Duraysızlık Sorunları *Slope Stability Problems At The Spillway Excavations In Hatap Dam (Çorum)*

Ayhan KOÇBAY*, Tayfun SEL ve Orhan TANER***

**DSİ Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve YAS Dairesi, 06100 ANKARA*

(akocbay@dsi.gov.tr; otaner@dsi.gov.tr)

***DSİ Genel Müdürlüğü, V. Bölge Müd., Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şubesi, ANKARA*

(tayfuns@dsi.gov.tr)

ÖZ

Hatap Barajı 1/25000 ölçekli Çorum H33 b4 nolu topoğrafik haritasında Çorum-Alaca karayolu üzerinde yer alır. Baraj inşaatı çalışmaları kapsamında yapılan kazılarda, dolusavak boşaltım kanalı güzergahındaki şevlerde duraysızlık sorunları ile karşılaşmıştır. Çalışma alanında serpantinit, radyolarit, diyabaz ve kireçtaşı bloklarından oluşan ofiyolitik melanj ile şistler yer alır. Birimler tektonik dokanaklıdır. Ofiyolitik melanjdaki birimler ile şistlerde ileri derecede ayrışma gözlenmektedir.

Şev yenilmesinin olduğu alanda, derinlikleri 8.00 – 16.00 m arasında değişen 8 ayrı noktada toplam 102 m araştırma sondajı açılmıştır. Sondajlarda yüzeyden itibaren yaklaşık 4.00 m kalınlığındaki kesimde son derece ayrılmış serpantinit, 4.00 m ile 10.00 m arasında orta derecede ayrılmış serpantinit, bununda altında ise iler derecede ayrılmış şist kesilmiştir. Serpantinit numuneleri üzerinde yapılan kesme kutusu deneyleri sonucunda kohezyon ortalama 6 kN/m², içsel sürtünme açısı ise ortalama 30⁰ olarak bulunmuştur. Ayrıca birim hacim ağırlık 19 kN/m³, doymuş birim hacim ağırlık ise 20 kN/m³ olarak hesaplanmıştır.

Duraylılık analizlerinde PCSTABLE 6 yazılımı kullanılmış, kayma modeli olarakda karışık tip kabul edilmiştir. Analizler; 1) Şev duraylılığının sağlanabilmesi için, fore kazık, öngerilmeli ankraj ve topuğa betonarme koruma duvarı yapılması, 2) Dolusavak boşaltım kanalı eğiminin düşürülerek gövdeye yaklaştırılması olmak üzere iki ayrı seçeneğe göre yapılmıştır.

İkinci seçeneğin ekonomiklik ve yapılabilirlik yönünden daha uygun olduğu belirlenmiştir. Buna göre; dolusavak boşaltım kanalının eğimi düşürülerek gövdeye yaklaştırılmış ve kayacın daha sağlam bölümü üzerinde yapılmıştır. Boşaltım kanalı ile yamaç arasında kazanılan bölgeye serilen ağırlık malzemesi ile de topuk oluşturulmuştur. Böylece güvenlik katsayısının 1.8 olması sağlanmıştır.

ABSTRACT

Hatap dam is located on the Çorum-Alaca motorway which is shown in H33 b4 section of the 1/25.000 scaled topographical map. Stability problems occurred in the slopes of spillway excavations during the construction stage. Serpantinites, radiolarites, diabase, ophiolitic melange of limestone blocks and schists are seen in the study area. Highly alteration is seen within the ophiolitic melange and schists.

Totally 102 m's of boreholes were drilled at 8 different locations, which change in between 8.00 – 16.00 m depth. Very altered serpantinite was observed in the first 4.00 m depth from the surface, while moderately altered serpantinite was between 4.00m - 10.00 m and the very altered schist was below this level. Shear box tests on the serpantinite samples indicated that the average cohesion is 6 kN/m², internal friction angle is 30⁰, unit weight is 19 kN/m³ and the saturated unit weight is calculated as 20 kN/m³.

PCSTABLE 6 software was used for stability analysis and the slipping model was assumed as mix type. Analysis were performed for two conditions; 1) Piling, prestressed anchorage and concrete shelter would be done at the toe in order to stabilise the slope, 2) Reducing the slope of spillway discharge canal in order to approach the dam.

Based on performed studies, second choise was found as feasible in terms of economy and the ease of application. Therefore, slope of the spillway discharge canal was reduced in order to approach to the dam and the structure was built on the stronger part of the rockmass. Toe was constructed from the heavy material which was laid down between the discharge canal and the slope. By this method, factor of safety was established as 1,8.

GPR (Ground Penetrating Radar) İle Sığ Yeraltı Jeolojik Modellemeye Bir Örnek: UT Charter Okul Alanı, Austin, Texas

*An Example For Shallow Subsurface Geological Modelling Using GPR:
Ut Charter School Site, Austin, Texas*

Yahya ÇİFTÇİ*, Jeffrey G. PAINE ve Edward W. COLLINS**

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

65080 – Van – Türkiye

yahyacif@yyu.edu.tr

Bureau of Economic Geology, The University of Texas at Austin

University Station, Box X, Austin, Texas, USA

jeff.paine@beg.utexas.edu, eddie.collins@beg.utexas.edu

ÖZ

GPR (Ground Penetrating Radar) araştırmaları kısaca; sığ yeraltı yapılarının, kullanılan anten tipine göre birkaç metre ile birkaç on metre arasındaki derinliklerde yüksek frekanslı radyo dalgaları kullanılarak taranması, yansıyan dalganın kaydedilmesi ve yansıyan dalganın kendi dalga boyuna uygun renklendirilmesi, bu yolla elde edilen jeofizik enine kesitlerden yararlanılarak ortamın jeolojik modellerinin (stratigrafik, tektonik) üretilmesi temeline dayanmaktadır.

Bu çalışma, UT Güvenlik Ofisinin (Texas) istemi doğrultusunda, yeni inşa edilmeye başlayan UT Charter okul inşaat alanında, beklenmedik bir şekilde bulgularan yeraltı boşluk yapısına benzer, olası başka yeraltı boşluk yapılarının saptanması amacıyla yürütülmüştür.

İlk saha gözlemleri sonucunda; hedef derinliklerinin 3 ila 4 m olduğu ve bu derinlikler için yüksek çözünürlüklü radar görüntüsü üretebilecek olan 400 MHz frekanslı radar anteninin kullanılmasının yeterli olacağı anlaşılmıştır. Alanda yürütülecek GPR uygulama planının oluşturulması amacıyla ön çalışmalar kapsamında bir adet 1.5 m derinlikli araştırma çukuru açılmış ve jeolojik istif kontrol edilmiştir. Ayrıca, jeolojik istif ile bu araştırma çukurunun hemen yanından elde edilen GPR görüntüsü karşılaştırılmış, jeofiziksel anomali tipleri tanımlanmış, istif jeolojik ve jeofiziksel açıdan korele edilmiştir. Aynı şekilde, boyutları bilinen yeraltı boşluk yapısının jeofizik kesiti üzerinde ne tür bir anomaliye neden olduğu yerinde denetlenmiştir. Bu ön çalışmalar sonucunda, bina oturma alanını içine alan, 20 x 40 m'lik alanın birer metre aralıklı olarak toplam 20 hat üzerinden denetlenmesine karar verilmiştir.

Toplam 20 hat üzerinde kaydedilen GPR görüntüleri bilgisayara aktarılarak SPW formatında jeofiziksel enine kesit görüntülerine dönüştürülmüştür. Oluşturulan jeofiziksel enine kesitler üzerindeki görüntülerin incelenmesi sonucunda, birkaç alanda sığ kazı – dolgu yapıları ile, çalışma alanını enine kesen eski bir boru hattının güzergahı ve yeni kurulan inşaatın temel kazıkları dışında, sözü edilen boşluk yapılarına benzer yeraltı yapılarının bulunmadığı anlaşılmıştır. Bu çalışmanın toplam üç günde tamamlandığı ve uygulama kolaylığı ile çok kısa sürede sonuca ulaşma üstünlükleri gözönüne alındığında, sığ yeraltı jeolojik modelleme çalışmaları için GPR yönteminin büyük kolaylık ve ekonomi sağladığı ortaya çıkmaktadır.

Anahtar Sözcükler: GPR, Austin, Texas

ABSTRACT

GPR (Ground Penetrating Radar) investigations are a type of shallow subsurface monitoring technique based on geological determination of the high-resolution radar images. Mainly, the radar waves penetrate the subsurface environment from several meters to more than thirty meters. A receiver collects reflecting data. These data are converted into the images and thus construct geophysical cross sections (GCS). Geophysical anomalies on the GCS's are identified and geological modeling (stratigraphy and/or tectonic) of subsurface environment is designed.

This study was conducted at the UT Charter School site, Texas. Unexpected ground hole was detected when the building was constructed. The aim of this study is to investigate possible hole-like structures in the construction area.

The site observations led to the utilization of 400 Mhz frequency radar antennas to monitor the site for shallow depths. High-resolution images could be created for the 3 m upper zone with 100 ns two-way travel time.

The research project proceeded as follows. Firstly, the investigation area was outlined. Secondly, the distance between the GPR lines was optimized. Thirdly, 20 lines with 40 m in length were constructed, which are parallel and 1 m distance to each other. One trial pit was excavated with 1.5 m depth to identify the geology of the upper section of the deposits. This step is also important to correlate the geophysical data with the geological data. After these studies, geophysical data was tied to the real geological vertical section. In addition, radar images were collected from the previous discovered hole to understand both the real dimensions of the hole and the geophysical anomaly type of the hole-structures.

As a result, the data were collected from 20 lines and were transferred to the computer, and radar images were constructed in SPW format GCS's. Geophysical anomalies were investigated on each GCS, and geological model of the study area was developed.

The findings suggest that, few small cut-and-fill structures and one pipeline exist in the study area. The pipeline was crosscutting the research area. But no other hole-like structures were detected in the site. Considering the investigation time, which was completed within three days, GPR investigation method is an effective, economical and fast geophysical tool for shallow subsurface geological modeling.

Keywords: GPR, Austin, Texas

Referanslar

Al-Nuaimy W., Huang Y., Fang M., Nguyen V., and Eriksen A. (2000), "Automatic detection of buried utilities and solid objects with GPR using neural networks and pattern recognition", Journal of Applied Geophysics, vol. 43, pp. 157-165.

Gonzalez R., and Woods H. (1992), "Digital Image Processing", Addison Wesley.

Bohidar, R. N. and J. F. Hermance (2002), "The GPR Refraction Method", Geophysics, vol. 67, pp. 1474-1485.

Deb, A.K., Y. Hasit, J.A. Williams, R.W. Jacob, and S.A. Johnson (2001), "New Techniques for Precisely Locating Buried Infrastructure." Awwa Research Foundation and the American Water Works Association, Denver, C.O. p. 158.

- Dix, C. (1955) "Sesimic velocities from surface measurements." *Geophysics*, 20, pp. 68-86.
- Doolittle J.A., B.J. Jenkinson, D.P. Franzmeier, W. Lynn (2000), "Improved radar interpretations of water table depths and ground-water flow patterns with predictive equations", *GPR2000; proceedings of the Eighth international conference on Ground penetrating radar*.
- Haykin S. (1999), "Neural networks: a comprehensive foundation", Prentice-Hall International, 2nd edition.
- Hermance, J. F. and R. N. Bohidar, (2002a), "Predicting Short Term Runoff Efficiency Using Antecedent Soil Moisture Estimates From Ground Penetrating Radar Data" Abstract of oral presentation, Spring AGU 2002, Washington, DC.
- Huisman, J.A., C. Sperl, W. Bouten, J.M. Berstraten (2001), "Soil water content measurements at different scales: accuracy of time domain reflectometry and ground penetrating radar", *Journal of Hydrology*, 245, 1-4, pp. 48-58.
- Pitas I., Editor (1993), "Parallel Algorithms For Digital Image Processing Computer Vision and Neural Networks", John Wiley & Sons.
- Roberts, R.L., and J.J. Daniels, 1996, *Analysis of GPR Polarization Phenomena: Journal of Environmental and Engineering Geophysics*, vol. 1, No.2, p. 139-157.
- Roberts, R.L., and J.J. Daniels, 1997, *Modeling Near Field GPR in three dimensions using the FDTD Method: Geophysics*, Vol. 62, No. 4, p. 1114-1126.
- Radzevicius, S.J.(2001) *Dipole antenna properties and their effects on ground penetrating radar data: Ph.D. Dissertation, The Ohio State University*.
- Shihab S., Al-Nuaimy W., Huang Y., and Eriksen A. (2002), "Neural Network Target Identifier Based on Statistical Features of GPR Signals", in *Ninth International Conference on Ground Penetrating Radar*, Steven K. Koppenjan and Hua Lee, Editors, *Proceedings of SPIE*, vol. 4758, pp. 135-138.
- Stoffregen, H., U. Yaramanci, T. Zenker, G. Wessolek (2002), "Accuracy of soil water content measurements using ground penetrating radar; comparison of ground penetrating radar and lysimeter data", *Journal of Hydrology*, 267; 3-4, pp. 201-206.
- Van Overmeeren, R.A., S.V. Sariowan, J.C. Gehrels (1997) "Ground penetrating radar for determining volumetric soil water content: results of comparative measurements at two sites", *Journal of Hydrology*, 197, pp. 316-338.

Bilezikçi Çiftliği'nin (İstanbul-Sarıyer) Arazi Kullanımı Değerlendirmesi *Land Use Evaluation Of The Bilezikçi Range (İstanbul-Sarıyer)*

Tahir ÖNGÜR

GEOSAN AŞ, İstanbul, tahirongur@turk.net

ÖZ

İstanbul Sarıyer Büyükdere'de, Büyükdere Vadisi'nin sol (kuzey) yamacındaki 450 hektarlık bir alanın arazi kullanımı değerlendirilmesi yapılmıştır. 1/5000 ölçekli jeoloji, jeomorfoloji, hidrojeoloji haritaları hazırlanan bu arazi için yapılan değerlendirmede sahanın planlamaya esas olacak mühendislik özellikleri tartışılmıştır.

Saha, Silüryen yaşlı Aydos Formasyonu kuvarsit ve silisli şeyleri, Devonyen yaşlı Büyükada Formasyonu kireçtaşları ve Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu karbonatlı şeyl, litik kumtaşı ve grovaklarından oluşan Paleozoyik Temel kayalarının, Şile Şaryajı olarak bilinen yapısal kuşak çerçevesinde kendi içinde dilimler halinde birbiri üzerine bindirmiş durumdaki yığılımından kuruludur.

Arazi kullanımı kararlarına esas olmak üzere, saha 11 ayrı etken açısından, Yamaç eğimleri açısından 7; Zemin mekaniği açısından 7; Kazılabilirlik açısından 7; Yamaç duraysızlaşma sakıncası açısından 4; Rüzgar şiddeti açısından 4; Taşkın sakıncası açısından 3; Manzara olanakları açısından 5; Gürültüye duyarlılık açısından 3; Kaynak sularının kirlenmeye duyarlılığı açısından 2; Gölet yapımına elverişlilik açısından 3; ve hava kirlenmesine duyarlılık açısından da 3 zona ayrılarak, her bir zona yerleşime uygunsuzluk puanları verilmiş; daha sonra sahanın her bir birim alanının toplam puanları haritalanarak bir "Arazi Kullanımı Haritası" oluşturulmuştur.

Sonuçta, sahanın %5'lik bir bölümünün yerleşime "Çok Elverişli" (1-15 puan); %40'lık bir kesiminin "Elverişli" (16-25 puan); %30'luk kesiminin "Uygun" (26-30 puan); %15'lik bir kesiminin "Az Uygun" (31-35 puan); %8 kadarının "Elverişsiz" (36-40 puan); ve %2'lik bir kesiminin "Çok Elverişsiz" (>41 puan) olduğu belirlenmiştir.

Bu doku ve ayrıntılı bulgulara dayanılarak sahanın bazı bölümlerinin yapılanma açısından öncelikle kullanılabilirliği, bazı bölümlerinin belli işlevler için kullanılması durumunda atmosferik kirliliğin birikmesine neden olunabileceği; sahanın bazı kesimlerinde yamaç duraysızlaşmasına neden olunabileceği; var olan üstün nitelikli kaynak suları çevresinde de koruma önlemlerinin alınmasının gerekeceği vurgulanmıştır.

ABSTRACT

450 ha land plot at İstanbul Sarıyer Büyükdere was evaluated for its land use potential which is situated at the left (north) bank of Büyükdere Valley. Geological, geomorphological and hydrogeological mapping of the area were prepared by scale of 1/5000 and its engineering properties which can be related with land use planning were discussed.

The area consists of quartzites and silisic shales of Silurian aged Aydos Formation, limestones of Devonian aged Büyükdere Formation and limy shales, lithic sandstones and greywackes of Carboniferous aged Trakya Formation; and these are outcropped as large slabs which were overthrust onto each other in a thrust belt which is known as "Şile Overthrust".

The area has been divided into some zones for providing a basement for the land use planning decisions, as 7 zones by slope inclinations; 7 zones by soil mechanical properties; 7 zones according to rippability; 4 zones according to mass movement risk; 4 zones according to wind strength; 3 zones according to flooding risks; 5 zones according to scenic advantages; 3 zones according to sensibility to noise; 2 zones according to sensibility to spring water pollution risks; 3 zones according to suitability for the construction of recreational pond; 3 zones according to the sensibility to air pollution and land use unsuitability points have been attended each of these subzones; these points have been added to representative scores for each unit areas of the land and a "Land Use Suitability Map" was prepared.

Concludingly, the ratios of these zones has been determined as the "Very Suitable Zone" has been estimated as 5 percent of total (1-15 points); the "Suitable Zone" has been estimated as 40 percent of total (16-25 points); the "Fair Zone" has been estimated as 30 percent of total (26-30 points); the "less Fair Zone" has been estimated as 15 percent of total (31-35 points); the "Unsuitable Zone" has been estimated as 8 percent of total (36-40 points); the "Very Unsuitable Zone" has been estimated as 2 percent of total (>41 points).

This texture and detailed findings have been interpreted as, some parts of the land primarily can be preferred for settlement; the use of some parts of this land for some definite functions can result accumulation of the polluted air; the land use at some sectors can trigger slope instabilities; and there is a requirement for the protection of the high quality spring waters during the construction periods and after.

Dekapaj Hesaplarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS-CBS) Programları Yardımlarıyla Yapılması: Şırnak ‘dan Bir Örnek

*Volume Calculation Of The Excavated Areas With The Help Of GIS Programs:
Case Study From Şırnak City*

Doğan AYDAL ve Olgu POLAT

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

06100 Beşevler-ANKARA-TURKEY

aydal@eng.ankara.edu.tr

ÖZ

Coğrafi bilgi sistemleri bir çok değişik alanda kullanılabilirdiği gibi, madencilikte ve yol yapım çalışmalarında da kullanılabilir. Bu özel çalışmada Şırnak’tan bir bölge seçilmiştir. Yol ve açık işletmelere büyük benzerlik gösteren yarmalar, coğrafi bilgi sistemleri programları aracılığı ile incelenmiştir. Çalışma alanı 1:25000 Ölçekli N49 b1 paftası içindedir. Çalışma esnasında 1:1000 ölçeğinde çalışılmış, paftaların rektifikasyonu ve sayısallaştırılması TNT Mips programı ile yapılmıştır. Yol ve yarmalara ait bütün Z değerleri nokta verileri olarak alındığı için, çizgi (line) olarak sayısallaştırılan konturların noktalar halinde gösterilmesi gerekmiş ve bu işlemler için Map Info programı kullanılmıştır. Çalışmada, bu nokta verilerden oluşturulan orijinal topografik sayısal yükseklik modelinin hacmi esas alınmıştır. Yol yapımından önce, yol güzergahı boyunca ve yarmalardan elde edilen nokta ölçüm değerlerinin (Kırmızı kot) oluşturduğu sayısal yükseklik modelinin hacmi ile, yol yapıldıktan ve yarmalar açılıp, hendekler doldurulduktan sonra oluşan yol değerlerinden elde edilen nokta değerlerin (siyah kot) oluşturduğu sayısal yükseklik modelinin hacminin, ilk oluşturulan model hacmi ile karşılaştırılması sonucu, bölgeden alınan malzeme miktarının hacmi bulunmuştur. ekapaj hesapları ise tamamen Arc view 3.2 programı yardımıyla yapılmıştır.

Bu çalışmada, bölgeden yapılan toplam dekapajın hesaplanabileceği, hatta bu hesaplamaların, yol ve yarmalar için ayrı ayrı yapılabileceği gösterilmiştir. Bu çalışmada, yol ağırlıklı bir durum söz konusu olmakla beraber, çalışma, uygulama mantığı aynı olduğundan , açık maden işletme dekapaj hesaplarına yönelik olarak da yapılabilir.

ABSTRACT

Geographic information system(GIS)can be used in many scientific disciplines as is in use in open mining and road construction sectors. In this specific study, the study area was chosen from Şırnak city. The constructed road and excavated areas surround it, which shows quite similarities to open mining areas, were investigated with GIS programs. The study area is located in 1:25 000 scaled N 49 b1 map. During the study 1:1000 scaled topographic maps were used and rectification and digitization of the maps were done in TNT Mips 6.4 GIS_RS program. The Z values belonging to excavated areas and the road were given as points, therefore all contours were needed to be converted to points. For this special reason Map Info 5 program was used. These points were used to form original topographic digital elevation model(DEM) of the study area. Then,two different digital elevation models were prepared in the study area by using the red and black codes, which show the elevation of the road and excavated ares as points before and after excavation respectively.Finally the comparison of the volumes of these DEM's showed the amount of the excavated material from the study area. Finally, for all calculation processes were performed Arc View 3.2 program.

It was shown that the excavated amout of soil or rock from the road and surroundings can easily be calculated as total and as separate volumes. In this study , calculation of the road construction excavation seem to be more important, but because of its application similarities , this study can be applied in open mining excavation calculation as well.

Seçilen Kaya Türlerinde Tek Eksenli Basma Dayanımı ve Kaya Kırılgenlığı Arasındaki İlişki

Correlation Between Uniaxial Compressive Strength And Brittleness Of Selected Rock Types

Saffet YAĞIZ

*Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı
Kınıklı Kampüs 20017, Denizli Turkey, syagiz@pamukkale.edu.tr*

ÖZ

Bu çalışmada tek eksenli basma dayanımı ile kaya kırılgenlığı arasındaki ilişkiler değişik kaya türlerinde yapılan deneyler ile ortaya konulmuştur. Sağlam kaya deneyleri; tek eksenli basma, Brazilyan çekme dayanımı ve zımbalama deneyleri New York (ABD) şehrinde açılan bir tünelden seçilerek alınan kaya numuneleri üzerinde laboratuvarında yapılmıştır. Kayanın tek eksenli basma ve çekme dayanımı ASTM standartlarına göre yapılmıştır, ancak Zımbalama deneyi henüz günümüzde enstitü standardı olmadığından dolayı endüstri standartlarına göre yapılmıştır. Tünel boyunca 100 değişik noktada numuneler alınmıştır ve her bir nokta için en az üç adet deney yapılarak ortalama değerleri veritabanına kayıt edilmiştir. Sonuç da elde edilen veriler, kırılgenlık değerleri ve tek eksenli basma dayanımı arasında çok katlı regresyon analizi yapılmıştır. Zımbalama testinden elde edilen kırılgenlık değeri ile tek eksenli basma dayanımı arasında bir ilişki vardır ve farklı metodlarla hesap edilen kırılgenlık değerleride kendi aralarında ilişkilidir.

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the relationship between uniaxial compressive strength and brittles of selected rock types. Intact rock tests including Uniaxial compressive and Brazilian tensile strength and punch penetration tests were performed in the laboratory on selected rock samples collected along the tunnel excavated in New York City. Uniaxial and Brazilian compressive strength tests are performed according to ASTM standards, however punch penetration tests do not have any academic/institutional standard at this moment; therefore, the test was performed according to United States of America industrial standard. Along the tunnel from 100 different locations, rock samples are collected and from each data point, at least 3 tests were performed and average values were recorded for establishing database. Finally, multiple regression analysis was performed to achieve correlation between the brittleness values (b_1 , b_2 , b_3 , gathered from punch penetration tests, and uniaxial compressive to Brazilian tensile test ratios) and uniaxial compressive strength of selected rock types. Good correlation was achieved between the uniaxial compressive strength to punch penetration tests results as well as correlation between the brittleness values themselves.

Yeraltı Görüntülemeye 3 Boyutlu Sismik Veri Kullanımı *Using 3D Seismic Data In Subsurface Monitoring*

Songül YILDIZ* ve Yahya ÇİFTÇİ**

**TPAO Arama Grubu, Ankara*

yildizsongul@hotmail.com

***YYÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Van*

yahyacif@yyu.edu.tr

ÖZ

Jeofiziksel araştırma yöntemlerinden sismik, yeraltı jeolojisi uygulamalarında 20. yüzyılın başlarından buyana kullanılmaktadır. Ancak sismik ölçümlerin 2 boyutlu profiller halinde değerlendirilmesi 70'li yıllarda başlamıştır. 90'lı yıllarda ise veri toplama (Data Acquisition) yöntemlerinin gelişmesi ile birlikte çok yüksek çözünürlüklü sismik çalışmalar deniz ve kara ortamlarında ve giderek daha geniş alanlarda gerçekleştirilmektedir. Böylelikle yeraltındaki jeolojik yapıların korelasyonu, yorumlanması ve modellenmesi için önemli bir avantaj elde edilmiştir. Yine de, yeraltı jeolojisi uygulamalarında asıl büyük gelişim, sismik verilerin 3 boyutlu olarak değerlendirilmesi ile gerçekleşmiştir. Bu teknik, yeraltı kaynaklarının araştırılmasında maliyet ve zaman açısından önemli avantajlar sağlamıştır.

3 boyutlu sismik veri değerlendirmesi başlangıçta özellikle petrol ve doğalgaz aramacılığında uygulanmak üzere, Sequence Stratigraphy ilkeleri ile yorumlanarak petrol şirketleri tarafından geliştirilmiştir. Daha sonraki dönemde bu konuda uzmanlaşmış birçok kurum (Schlumberger, Western Geco vb.) gerek petrol sektörüne gerekse jeolojinin diğer alanlarında faaliyet gösteren özel kurumlar ile bilimsel araştırma kurumlarına 3 boyutlu sismik veri üretmeye başlamışlardır. Bu yöntemin gelişip hassaslaşması ile birlikte Sismik Stratigrafi ve Sismik Sedimentoloji gibi yeni uygulamalı bilim dalları ortaya çıkmıştır.

3 boyutlu sismik veri oluşturma başlangıçta yüksek maliyetleri gerektirse de, veri toplama yöntemlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaşması ile birlikte giderek daha düşük düzeylere inmiştir. Böylelikle de, bir süre sonra bu veriler sadece petrol ve doğalgaz araştırmaları ile sınırlı kalmamış, maden yatakları, çevre koruma ve yeraltısuyu araştırmalarında da kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde sismik verilerin 4 boyutlu olarak değerlendirilme yöntemleri hızla geliştirilmekte ve bu uygulamalar özellikle petrol şirketleri tarafından petrol – doğalgaz rezervuar takibi amacıyla kullanılmaktadır.

Veri işleme (Data Processing) aşaması, 3 boyutlu sismik verilerin LandMark™, GeoGuest ve RockWorks Visual Seismic gibi programlara aktarılması ve bu jeolojik programlarda değişik amaçlı görüntüler üretilmektedir. 3 boyutlu sismik veri bir sismik küp haline getirildikten sonra yatayda dilimlenebilmekte (slicing), böylece birbirine paralel yatay düzlemler üzerinde jeolojik ortamın izleri - jeolojik tarih içinde- ardışık olarak elde edilebilmektedir. Bu görüntüler genel olarak genlik haritası (Amplitude Map) olarak adlandırılırlar. Bu şekilde düzenlenmiş jeofiziksel verilerden oluşturulan amplitüd haritalarında yansıma değerlerindeki farklılıkların yorumlanarak ortamın jeolojik

modellemesini yapmak ise veri değerlendirme (Data Evaluation) aşamasını oluşturur. Veri değerlendirmede genlik haritalarına ek olarak, düşey düzlemler (x, z) boyunca, hatta istenilen doğrultularda düz veya kırıklı hatlar veya poligonlar halinde sismik enine kesitler veya sismik panel diyagramlar da kullanılabilir.

Yazarın yüksek lisans çalışması, yukarıda ana hatları verilen yöntemler kullanılarak üretilmiş bir çalışma niteliğindedir. Yazar bu çalışmasında 2 sn'lik 3 boyutlu sismik veri ile 45 adet kuyu logundan yararlanmıştır. Bu çalışma sonunda 15 x 15 km'lik bir alanın 2 sn'lik derinlik için sequence stratigrafi çözümü yapılmış, Üst Miyosen – Üst Pliyosen aralığında çökelmiş olan kırıntılı istifin çökeltme ortamları yorumlanmıştır. Sözü edilen çalışma, günümüzde birçok petrol şirketinin petrol ve doğalgaz aramacılığında kullandığı yöntemlerin bir uygulaması niteliğindedir.

Ülkemizde uzun yıllardır jeolojik araştırmalara yeterince kaynak ayrılmadığı bilinmektedir. Arama maliyetlerinin yüksekliği ve maden fiyatlarındaki global gerileme en önemli parametrelerdir. Oysa metalik maden ve endüstriyel mineral aramacılığında 3 boyutlu sismik verilerden yararlanmanın yaygınlaşması, arama maliyetlerinin büyük oranda düşmesini sağlayacağı gibi, önemli oranda zaman tasarrufu da sağlayacaktır. Buna ek olarak, düzensiz kentleşme alanlarının tehdit ettiği yeraltısuyu kaynaklarının izlenmesi de önümüzdeki süreçte büyük bir önem kazanacaktır. 3 boyutlu sismik veri değerlendirme yöntemlerinin zaman kaybetmeden ülkemizdeki jeoloji araştırmalarının hizmetine sunulması, sağlıklı ve dengeli (sürdürülebilir) ülke kalkınmasına büyük katkı sağlayabilir. Kanımızca bu konuda uzmanlaşmış kurumların oluşumu asıl hedef olmalıdır. Yine de, kimi öncü kurumların var olan kapasitelerinin değerlendirilmesi ile hızla 3 boyutlu yüksek ayrımlı (high resolution) sismik veri algılaması başlatılabilir. Ayrıca belirtmek gerekir ki, bu verilerin toplanması, görüntülerin yorumlanması ve jeolojik modelleme çalışmalarının sağlıklı olarak yürütülmesi, büyük oranda üniversitelerin jeoloji - jeofizik bölümlerinin işbirliğine bağlı olacaktır. Yeraltı jeolojisi problemlerine fizibil çözümler üretmek günümüz koşullarında 3 boyutlu yüksek ayrımlı sığ sismik çalışmalar ile olanaklı olacaktır.

ABSTRACT

Seismic as a research method in geophysics started to be used at the beginning of 20th century. Seismic profiles were developed in the 70's and they have enabled the researchers to analyze seismic data in two dimensions, vertically and horizontally. In the 90's, data acquisition techniques in seismic were further improved so that high-resolution images could be collected from larger areas, both offshore and onshore. In the same decade, a revolutionary development occurred in the seismic reflection studies through the invention of 3D data analysis. This subsurface monitoring technique has decreased the cost of explorations in mining, industrial minerals and energy resources. It has also become possible to obtain sensitive results faster. The inventor of this technique was the research group of the petroleum companies. Afterwards, many other expert companies such as Schlumberger and Western Geco, etc. Initially, researchers evaluated 3D seismic data with Sequence Stratigraphy rules. Then they tied the core and well log data with the 3D seismic data, which yielded Seismic Stratigraphy and Seismic Sedimentology.

The most crucial issue in the 3D seismic data analysis is the data processing stage, which includes several geophysical steps. By changing processing parameters, different seismic data can be obtained for different purposes.

3D seismic data can be evaluated in many ways through such programs as Landmark™, GeoGuest and RockWorks Visual Seismic, etc. Data Evaluation Stage starts with picking faults and horizons that are correlative surfaces. Different kinds of amplitude maps can be created as a product of the horizontal slice, stratal slice and coherency slice. These are the most important studies for the 3D seismic data evaluation stage. If the 3D seismic data are well processed, several high quality amplitude maps and vertical seismic cross sections (both linear and polygonal) can be created and evaluated. This helps correlating the geological features and creating geological (sedimentologic, stratigraphic, tectonic, etc.) modeling.

While the cost of investments has usually been high, the product prices have tended to decrease in the mining sector globally for various reasons. Meanwhile, the decrease in the prices has triggered new developments in geophysical research techniques to lower the investment costs in geological research. Improvements in 3D data analysis have been one of the results of this process. These improvements decreased the costs firstly because using the high-resolution amplitude maps in all levels of the geological environment has become possible and secondly, results in the geological prospections could be obtained faster. The 3D seismic studies are applied also in environmental and underground water monitoring studies. As a result, subsurface monitoring and geological modeling have become more effective with the 3D seismic studies.

The M.Sc. study of the author included 2 second 3D seismic data for around 100 miles square area and 45 well logs. The sequence Stratigraphy and depositional system of Upper Miocene – Upper Pliocene sediments were studied using these data. This study can be accepted as a key study for 3D seismic studies, which applied from main petroleum companies for oil and gas investigations worldwide.

We propose that the experienced companies should produce the 3D high-resolution seismic data to accelerate the geological prospections in the mining sector to support the sustainable development of Turkey. We also want to note that geology and geophysics departments should perform together in data acquisition, data processing, and data evaluation steps of the 3D seismic data analysis because this is the only way to produce feasible solutions for subsurface geological investigations.

Referanslar

Bachrach, R. and Nur, A., 1998, High-resolution shallow-seismic experiments in sand, Part I: Water table, fluid flow, and saturation, *Geophysics*, 63, 1225-1233.

Barnes, M., K., and Mereu, R., F., 1996, An application of 3-D seismic technique for mapping near-surface Stratigraphy near London, Ontario: *J. of Environ. and Engin. Geophys.*, 1, 171-177.

Berger, William J., Michael J. Kaluza, and Nathaniel F. Usher, 1998, "The use of very high resolution 3D seismic data in conjunction with 3D data in evaluating the potential for water flow and other shallow hazards", OTC paper 8593, OTC proceedings, 9 pages.

Bingham, David, Tony Drake, Andrew Hill, and Roger Lott, 2002, "The application of Autonomous Underwater Vehicle (AUV) technology in the oil industry – vision and experiences", TS4.4 Hydrographic Surveying II, FIG XXII International Congress, Washington, D.C., April 19-26, 13 pages.

Branham, K. L., and Steeples, D. W., 1988, Cavity detection using high-resolution seismic reflection methods: *Mining Engineering*, vol. 40, 115-119.

Büker, F., Green A., G., and Horstmeyer, H., 1998, *Shallow 3-D seismic reflection surveying: data acquisition and preliminary processing: Geophysics, in Press.*

Cordsen, A., Galbraith, M., Peirce, J., (2000); *Planning Land 3-D Seismic Surveys*, (Edited by Bob A. Hardage), *Geophysical Developments Series No. 9*, Society of Exploration Geophysicists, Series ISBN: 0-931830-41-9, Volume ISBN: 1-56080-089-5

Cosma, C. and Enescu, N., 2001, *Characterization of Fractured Rock in the Vicinity of Tunnels by the Swept Impact Seismic Technique*, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, vol. 38, no. 6, 815 - 821.

Chang, X., Y. Liu, H. Wang, F. Li, and J. Chen (2001), "3-D tomographic static correction", in *Geophysics*, 67, 1275-1285.

Dana, D., Akerberg, P., Zelt, C. Levander, A. and Henstock, T., 1998, *High resolution seismic imaging at a porphyry copper mine*, *SEG Expanded Abstracts*, paper1220, 4p.

Fagin, W. S., (?); *Seismic Modeling of Geologic Structures: Applications to Exploration Problems*, *Geophysical Development No. 2*, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, OK, USA.

Fenton, Clark, Daniel Jayson, Murdo Gillies, and Anthony Parkin, 2002, "Integrated geohazards evaluation and risk assessment for subsea facilities", *OTC paper 14271*, *OTC proceedings*, 7 pages.

George, Robert A., Lindsay Gee, Andrew W. Hill, James A. Thomson, and Philippe Jeanjean, 2002, "High-resolution AUV surveys of the eastern Sigsbee Escarpment", *OTC paper 14139*, 12 pages.

Inazaki, T., and Lei, X., 2000, *Imaging of fractures in rock mass, part 3: High-resolution measurement at Steeples*, D. W., and Miller, R. D., 1990, *Seismic reflection methods applied to engineering, environmental, and groundwater problems*, in Ward, S. H., ed., *Geotechnical and environmental geophysics: Tulsa, Oklahoma*, Society of Exploration Geophysicists, *Investigations in Geophysics No. 5*, v. 1, p. 1-30.

Lanz, E., Pugin, A., Green, A., G., and Horstmeyer, H., 1996, *Results of 2- and 3-D high-resolution seismic reflection surveying of surficial sediments: Geophys. Res. Lett.*, 23, 491-494.

Lee, L., and Chen, J., J., 1996, *3-D flex binning and DMO: 66th Annual International Mtg.*, *SEG, Expanded Abstracts*, 43 - 46.

Mayer, Larry, Luciano Fonseca, and Colin Ware, 2001, "Interactive 3-D visualization and exploration of deepwater geohazards", *OTC paper 12955*, *OTC proceedings*, 11 pages.

Palmer, D. (1980), "The generalized Reciprocal Method of Seismic refraction interpretation", Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, OK.

Perez, M. A., Grechka, V., and Michelena, R. J., 1999, *Fracture detection in a carbonate reservoir using a variety of seismic methods*, *Geophysics*, 64, 1266-1276.

Power, P. T., and C. R. I. Clayton, 2003, "Managing geotechnical risk in deepwater off West Africa", in *proceedings, Pennwell's 7th Annual Offshore West Africa Conference and Exhibition, March 11-13*, Windhoek, Namibia.

Pugin, A., Pullan, S.E., Burns, R.A., Douma, M., and Good, R.L., 1999. *High-resolution, multichannel, marine seismic surveying using a small airgun*. in *Proceedings, SAGEEP'99, Symposium on the Application of Geophysics to Environmental and Engineering Problems, March 14-18, 1999, Oakland*,

CA, p. 255-264.

Pyrak-Nolte, L. J., 1996, *The seismic response of fractures and the interrelations among fracture properties*, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* 33, 787-802.

Rickett, J., Lumley, D.E., (1998), *A cross-equalization processing flow for off-the-shelf 4D seismic data*, *SEG Expanded Abstracts*, 16-19, 4p.

Sheriff, R.E. and Geldart, L.P. 1995. *Exploration Seismology*. Cambridge University press, 2nd edition. 592 p.

Simpkin, P.G., and Davis, A. 1993. *For seismic profiling in very shallow water, a novel receiver*. *Sea technology*, September, 1993, 21-28.

Spitzer, R., van der Veen, M., Nitsche, F. O., Horstmeyer, H., and Green, A., G., (1998), *Designing 3-D high-resolution seismic surveys*, *SEG Expanded Abstracts*, p. 54 -57, 4 pages.

Stevenson, Ian, Paul Nicholson, Annitta Attieh, and Clayton Summers, 2002, "Ultra-high resolution seabed mapping using an AUV", *Sea Technology*, Aug., vol 43, no 8, pages 40 - 45.

Sturm, M. and Matter, A. 1978. *Turbidites and varves in Lake Brienz (Switzerland): deposition of clastic detritus by density currents*. In: *Modern and ancient lake sediments* (Ed. by Matter, A. & Tucker, M.E.). Blackwell Scientific Publications 2, 147-168

des Vallieres, D. Enns, H. Kuhn, D. Parron, Y. Lafet, and D. Van Hulle, 1996, "Mini 3D for shallow gas reconnaissance", *OTC paper 7986*, *OTC proceedings*, 11 pages.

Veire, H.H., Reymond, S.B., Signer, C., Tennebo, P.O., Sonneland, L., (1998), *Estimation of reservoir fluid volumes through 4D seismic analysis on Gullfaks*, *SEG Expanded Abstracts*, p. 27-30, 4 pages.

Wloszczowski, D., Gou, Y., Faraj, A., Lancaster, S., (1998), *3D acquisition parameters: a cost-saving study*, *SEG Expanded Abstracts*, p. 70-73, 4 pages.

Yildiz, S., 2003, *Sequence Stratigraphy and Depositional System of Late Cenozoic Sediments in Matagorda Bay, Gulf Of Mexico*, M.Sc. Thesis, University of Texas at Austin, Department of Geological Sciences, Texas.

Yilmaz, O., 1987, *Seismic Data Processing: Soc. Explor. Geophys.*

Zhang, J. and M. N. Toksoz (1998), "Nonlinear refraction travelttime tomography", in *Geophysics*, 63, 1726-1737.

Zhu, X., D. P. Sixta, and B. G. Angstman (1992), "Tomostatics: Turning-ray tomography + static corrections", in *The Leading Edge*, 11, No 12, 15-23.

Taşova (Amasya) Çevresindeki Fosil Heyelanların Jeofizik ve Mühendislik Jeolojisi Özellikleri

*Geophysical And Engineering Geological Properties Of
Paleo-Landslides Around Taşova Region (Amasya)*

R. Pelin BİLGEHAN^{1*}, Koray ULAMIŞ^{*}, İ. AKÇA^{},
Emin ULUGERGERLİ^{**} ve Recep KILIÇ^{*}**

**Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Ankara*

***Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 06100 Ankara*

¹ bilgehan@eng.ankara.edu.tr

ÖZ

Amasya iline bağlı Taşova ile Alpaslan ilçeleri arasındaki kesiminde yer alan Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde fosil heyelanlar bulunmaktadır. Bu heyelanlar zaman zaman aktif hale geçmekte ve tarım arazileri ile yerleşim alanlarını olumsuz etkilemektedir. Bu çalışmada, Taşova ilçesinin batısı ve kuzeyindeki fosil heyelanları oluşturan jeolojik birim değişikliklerini ve muhtemel kayma yüzeyleri ile yaklaşık temel sondaj derinliklerinin belirlenmesinde, seçilen iki profil boyunca, sismik kırılma, doğru akım öz direnç ve yer radarı yöntemleri kullanılmıştır.

Birimlerin mühendislik jeolojisi özellikleri, yeraltı suyu ve kayma derinliği hakkında bilgiler elde etmek amacı ile altı noktada derinliği 30.00 m ile 52.00 m arasında değişen toplam 250 m temel sondajı yapılmıştır. Kayan kütleli ve alttaki kayma yüzeyini oluşturan killeri temsil edici örselenmemiş ve örselenmiş örnekler alınmıştır. Kuyu derinliği ve yeraltı suyu değişimlerini ölçmek amacı ile kuyulara plastik borular yerleştirilmiştir. Kuyu koordinatlarındaki değişimler, RASCAL-8 sekiz kanallı, yatay hassasiyeti 5 mm+1 ppm/uzaklık, düşey hassasiyeti 10 mm+1 ppm olan GPS alıcısı ile aylık olarak ölçülmektedir.

İnceleme alanının mühendislik jeolojisi haritası ile eğim haritası oluşturulmuştur. Yaklaşık 5 km eninde ve 2 km uzunluğunda olan ve çok sayıda küçük heyelandan oluşan fosil heyelanlarda genel olarak kayan malzeme, Pliyo-kuvaterner yaşlı kum ve çakıldan oluşan kahverenkli kötü dereceli çakıl (GP), siltli çakıl (GM), kötü dereceli kum (SP) ve siltli kum (SM) dan oluşan gevşek malzeme ile yer yer düşük plastisiteli kil (ML) tabaka ve bantlarından oluşmaktadır. Bunun altında Pliyosen yaşlı yeşil renkli yüksek plastisiteli inorganik silt (MH) bulunmaktadır. Kayma derinliği ve yeraltı suyu seviyesi sondaj noktalarına göre değişmektedir.

ABSTRACT

There are paleo-landslides on the North Anatolian Fault Zone (NAFZ) in between the Taşova and Alpaslan settlements of Amasya province. These landslides become active sometimes and result in major geohazards to both settlement and agricultural areas. Within this study, seismic refraction, direct current resistivity and the geo-radar techniques were used along two major sections, in order to identify the properties of paleo landslides in terms of slip surfaces and proposed borehole depths.

There were 250 meters of boreholes were drilled between 30.00-52.00 m depths to define the engineering properties of the units in terms of groundwater condition and slipping depth. Both disturbed and undisturbed samples were collected representing the clays of slip surface and plastic pipes were installed. Depth of the boreholes and the groundwater level fluctuations were recorded by RASCAL-8, horizontal sensitivity with 5 mm+1 ppm, vertical sensitivity with 10 mm+1 ppm GPS for every month.

Engineering geological map and the slope map of the study area were prepared. Main material in the slipping zone is the composition of Plio-Quaternary sand (SP, SM), loose gravel (GP, GM) with brown color and the clay bands of low plasticity. Green colored Pliocene silts with high plasticity (MH) is the underlying material of all these formations. Depth of sliding surfaces and ground water level are changeable for boreholes.

JEOTEKNİK OTURUMU
GEOTECHNICS SESSION

Oligosen – Miyosen Yaşlı Jipslerin Krip Davranışının İncelenmesi ve Değerlendirilmesi

Investigation And Evaluation Of Creep Behaviour Of Oligocene-Miocene Gypsum Deposits

Ahmet Turan ARSLAN*, Taner AYDOĞMUŞ, Yalçın KOCA*** ve Ergun KARACAN******

**Dokuz Eylül Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, Tınaztepe, İZMİR
ahmet.arslan@deu.edu.tr*

***TU Bergakademie Freiberg, Institut für Geotechnik, Freiberg, Deutschland
taner.aydogmus@ifgt.tu-freiberg.de*

****Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Fak., Jeoloji Müh. Böl., İZMİR yalcin.koca@deu.edu.tr*

*****Cumhuriyet Üniversitesi Müh. Fak., Jeoloji Müh. Böl., SİVAS ekaracan@cumhuriyet.edu.tr*

ÖZ

Jips ve anhidrit içeren kayalar üzerine inşa edilmiş mühendislik yapılarında ciddi sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunların başlıcaları; karstlaşma, su kaçakları, borulanma, temel taşıma gücünde zamanla oluşan azalma, farklı oturma ve anhidrit – jips dönüşümü sırasında ortaya çıkan şişme basınçlarıdır. Sivas, Orta Anadolu’da son yıllarda hızlı bir gelişme ve kalkınma süreci içine girmiş bir il olup zeminin büyük bir kısmı jipslerle örtülüdür. Bu ilde gelecekte açılacak yeni yerleşim alanları, yapılacak sanayi kompleksleri, tüneller ve barajların bir kısmının bu jipsli birimler üzerinde inşa edilmesinin kaçınılmaz olduğu bilinmektedir. Bu nedenlerden dolayı jips gibi evaporitik kayaların zamana bağlı davranış karakteristikleri ve dayanım parametrelerinin araştırılarak, elde edilecek verilerin mühendislik jeolojisi, yerüstü ve yeraltı inşaat uygulamaları açısından değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Sivas ilinden alınan jipslerin zamana bağlı davranış karakteristikleri ve dayanım parametrelerini belirlemek amacı ile tek eksenli ve üç eksenli gerilme koşullarında, değişik gerilme basamaklarında yüklemeler yapılmıştır. Bu yüklemeler tek eksenli ve üç eksenli koşullarda maksimum sıkışma dayanımının % 40, % 60 ve % 80’ ine karşılık gelecek şekilde uygulanmıştır. Yapılan tek eksenli ve üç eksenli deneyler sonucunda, eksenel ve çapsal deformasyonların zamana göre değişimi, zamana bağlı eksenel ve çapsal krip oranı, deformasyona bağlı eksenel ve çapsal krip oranı ile ilgili parametreler belirlenmiştir.

ABSTRACT

Serious geotechnical problems are experienced in the engineering structures built on gypsum and anhydrite bearing rocks. These problems are karstification, water loss, piping, bearing capacity reduction, differential settlement and the swelling pressures occurring during the anhydrite – gypsum transformation. Sivas is one of the fast growing and developing cities in Central Anatolia. Majority of the Sivas province is covered by gypsum bearing rocks. Major structures such as new dwelling sites,

industrial complexes, tunnels and dams may be built over the gypsum bearing unit in this provence. Dueto these investigation of the time dependent behaviour and strength parameters of evaporitic rocks such as gypsum are of prime importance for the engineering geological assessment and construction of surface and underground structures. In this study, tests are carried out on the gypsum samples obtained from the Sivas province, to determine their time dependent behaviour and strength parameters, under uniaxial and triaxial loading conditions and varying stepped loading. The gypsum samples are loaded to 40, 60, 80% of their maximum uniaxial compressive strength. Time dependent axial and radyal deformation values, time dependent axial and radial creep ratio, and parameters belong to the deformation dependent axial and radial creep ratio are obtained from the uniaxial and triaxial tests. Based on the results of uniaxial and triaxial tests variation of axial and radial deformations with time, time dependent axial and radial creep ratio, and deformation based axial and radial creep rations have been determined.

Referanslar

- Bieniawski, Z.T., 1967: The mechanism of the brittle fracture of rock (Part I, II, III). CSIR Bericht, MEG 520, Pretoria, Südafrika.*
- Feltham, P., 1968: A Stochastic Model of Creep. Phys. Stat. sol. 30, s. 135-146*
- Goodman, R. E., 1980: Introduction to Rock Mechanics, Wiley, New York, pp. 193 – 204.*
- Gökçe, A. And Ceyhan, F. 1988. Stratigraphy, structural features and genesis of the Miocene gypsiferous sediments in southeastern Sivas (Turkey). Bulletin of Faculty of Engineering, Vol. 5, No. 1, p. 9, Sivas.*
- Hardy, H. R., Jr., Kim, R. Y., Stefanko, R. and Wang, Y. J., 1970: Creep and microseismic activity in geologic materials. Proc. 11.th Symp. On Rock Mechanics, AIME, pp. 377 - 414*
- Heinrich, F., 1968: Ausführl. Abschlussbericht zur Forschungsaufgabe „Untersuchungen über das inelastische Verformungs- und Festigkeitsverhalten von Gesteinen“. Bergakademie Freiberg.*
- I.S.R.M., 1978. Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock masses: Commision on Standardization of Laboratory and Field Tests, Int. Jour. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr. V.15, pp. 319-368.*
- IAEG, 1979. Classification of rocks and soils for engineering geological mapping Part: I Rock and soil materials. Bull. Int. Assoc. Eng. Geol., 19, 355 – 371.*
- ISRM, 1981. Rock Characterization Testing and Monitoring (Editor: E.T. Brown, ISRM Suggested Methods): Pergamon Press, Oxford, England, 211 p.*
- Kaçaroğlu, F., Değirmenci, M., Cerit, O., 1997. Karstification in Miocene gypsum: an example from Sivas, Turkey. Environmental Geology 30 (½), pp. 88-97.*
- Karacan, E. and Yılmaz, I., 2000. Geotechnical evaluation of Miocene gypsum from Sivas (Turkey). Geotechnical and Geological Engineering, 18, 79-90.*
- Karacan, E., 1989. Sivas güneydoğusundaki jipslerin jeo-mühendislik özelliklerinin incelenmesi: Doktora Tezi, H.Ü. Fen Bil. Enst. Beytepe, Ankara, 99 s. (in Turkish).*

Karacan, E., 1990. Sivas güneydoğusundaki jipslerin jeomekanik özellikleri: 2. Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu bildiriler kitabı Ankara, s. 187-208 (in Turkish).

Karacan, E., Yılmaz, I., 1997. Collapse dolines in Miocene gypsum: an example from Sivas (Turkey). *Environmental Geology*. 29 (3-4) pp. 263-266.

Knoll, P., 1971: Beitrag zur Formilierung eines allgemeinen Verformungsmechanismus der Gesteine und des Gebirges. *Neue Bergbautechnik 1*, H. 8, s. 590-595.

Knoll, P., 1971: Ausführl. Abschlussbericht zur Forsch.-Aufgabe „Verformungscharakteristik der Gesteine und des Gebirges“, Leipzig.

Misra, A.K., Murrel, S.A.F., 1965: An Experimental Study of the Effect of Temperature and Stress on the Creep of Rocks. *Geophys. Roy. Astron. Soc., London*, 9. Jahrgang. Heft 5, s. 509-539.

Nabarro, F.R.N., 1967: Steady-state diff. creep. *NATO Adv. Study Inst., The Appl. Of Modern Phys. To the Earth and Planetary Interiors*, 1/3, Newcastle.

Pförr, H., Rosetz, G.P., 1966: ergebnisse und Erfahrungen bei Druck- und Zugversuchen an Gesteinen des Kalibergbaues. *Freiberger Forschungsheft a 376*, Leipzig

Rohde, J., Feng, H., 1990. Analysis of the variability of unsonfined compression tests of rock, rock mech. *And rock eng.*, 23, pp. 231-236.

Rummel, F., 1967: Untersuchung der Zeitabhängigen Verformung einer Granit- und Eklogit-Gesteinproben unter einachsiger konstanter Druckspannung und Temperaturen bis 400 °C. *Dissertation, Ludwig Maximillians Universität, München*.

Schuppe, F., 1966: Zur Frage der phänomenologisch strukturellen Beschreibung des rheologischen Verhaltens von Salzgesteinen und Salzpfelern. *Diss., Bergakademie Freiberg*.

Stroppe, H., 1965: Zur physikalischen Deutung der Formänderungsfestigkeit von Metallen. *Wiss. Z. TH Magdeburg*, H. 1, s. 135-145.

Walsh, I.B., Brace, W.F., 1964: A Fracture Criterion of Brittle Anisotropic Rock. *J. of Geophys. Res.* Vol. 69 No:16

Yılmaz, I., Sendir, H., 2002. Correlation of Schmidt hardness with unconfined compressive strength and Young's modulus in gypsum from Sivas (Turkey), *Engineering Geology*, 66, pp. 211-219.

Tünel Delme Makinelerinin (TBM) Değişen Zemin Koşullarındaki Verimlilikleri Örnek Çalışma : Ermenek Barajı (Karaman)

*Performances Of Tunnel Boring Machines (TBM) In Different Soil Conditions
Case Study: Ermenek Dam (Karaman)*

Ayhan KOÇBAY*, Özgür ACIR ve Recep KILIÇ****

* Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi, 06100 ANKARA
(akocbay@dsi.gov.tr)

** Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh.Bölümü,06100 ANKARA
(ozgur@planet-tr.com; rkilic@eng.ankara.edu.tr)

ÖZ

Tam cepheli “tünel delme makineleri” (TBM) ile yapılan kazılar, sağladıkları hız ve maliyet avantajları nedeniyle son yıllarda ulaşım, sulama ve enerji amaçlı projelerde yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemden en iyi verimin alınabilmesi için her TBM, arazideki özel zemin koşullarına göre tasarlanır. Açılacak tünel güzergahında yapılan jeoteknik incelemelerin sonucuna bağlı olarak, kullanılacak makinenin gücü, itme kuvveti, kesici tipi ve sayısı gibi pek çok özellik önceden belirlenerek, ilerleme hızı tahmin edilmeye çalışılır.

Bu çalışmada DSİ tarafından halen yapımı devam eden Ermenek Barajı ve HES inşaatı (Karaman) kapsamında yer alan enerji tüneli kazısı, örnek olarak seçilmiştir. Nihai çapı 5.60 m ve toplam uzunluğu 8.600 m olan bu tünelin 8.064 m’lik kısmı TBM ile açılmaktadır. Proje çalışmaları sırasında yapılan sondaj çalışmalarından elde edilen jeolojik kesite göre tünel sırasıyla kireçtaşı, ofiyolit ve filiş birimlerini kesmektedir. Bu birimlerin jeolojik (litolojik yapı, mineral içeriği, dokanaklar arası ilişki ve ayrışma durumu) ve jeomekanik özellikleri (yoğunluk, suya doygunluk, süreksizlik, gözeneklilik, mukavemet ve gerilme değerleri) yapılan jeoteknik çalışmalar neticesinde belirlenmiştir. Söz konusu örnek çalışmada, hakim jeolojik koşullara bağlı olarak tasarlanan TBM’in kazı öncesi hesaplanan teorik ve kazı sırasındaki gerçek verimliliği (performansı ve ilerleme hızı) güzergah boyunca değişen zemin koşullarında incelenmiştir.

ABSTRACT

Excavations by full face “tunnel boring machines” (TBM) are extensively used at transportation, watering and energy projects in recent years, due to their high progressive speed and cost advantages. Each TBM is designed for specific soil conditions at study area in order to get the maximum performance. The power, pushing force, type and the number of cutters of TBM, are designed according to the geotechnical investigations performed through the proposed tunnel alignment. Therefore, progressive speed of the TBM is nearly estimated.

In this study, energy tunnel excavation works, is selected as a case study under the ongoing Ermenek (Karaman) Dam and HEPP construction, which is supervised by State Hydraulic Works (DSI). 8.064

m's of 8.600 m long tunnel is being excavated by a TBM, which has 5.60 m of inner diameter. Proposed tunnel alignment cuts the limestone, ophiolite and phylisic series accordingly, based on the geological section which was prepared during the project and drilling works. Geological (lithology, mineral content, contact boundary interactions and alteration conditions) and the geomechanical properties (density, water saturation, discontinuity, porosity, compression and tension strength values) of these units were identified after the geotechnical investigations. Within this case study, theoretical and the real performances (progressive speed) of TBM was analysed along the varying soil conditions

57.Türkiye Jeoloji Kurultayı

Geological Congress of Turkey

İntak ve Kùtle Kaya Parametreleri ile Tùnel Açma Makineleri Performansı Arasındaki İlişki

Relationship between Intact and Mass Rock Properties with TBM Performance

Saffet YAĞIZ

*Pamukkale University, Geological Engineering Department, Applied Geology Division
Kinikli Campus 20017, Denizli Turkey, syagiz@pamukkale.edu.tr*

ÖZ

Tùnel açma makinelerin (TBM) performans analizinde anahtar parametreler intak (sağlam) ve kaya kùtle parametreleridir ki bu parametreler; kayaların basma-çekme dayanımı, kaya kırılğanlığı, kaya kùtlelerinde ki çatlak takımları, süreksizlikler ve folyasyonlardır. Tùnel açma makinelerinin performansının önceden belirlenebilmesi, tùnelin zamanında ve ekonomik şartlarda bitirilmesi bakımından önem arz eder. Son yıllarda tamamlanan New York (ABD) su içme tùnelinden elde edilen tùnel açma makinesinin (TBM) verileri, intak ve kùtle kaya parametreleri arasında çok katlı regrezyon analizi kullanılarak; intak ve kùtle kaya parametreleri ile TBM ilerleme hızı arasında ilişki geliştirildi.

ABSTRACT

The key parameters in all performance estimation analysis are various intact and mass rock parameters, in particular rock strengths, joints, fractures, foliation, and brittleness. Accurate prediction of Tunnel Boring Machine, (TBM) performance allows for more reliable estimates of project completion times and costs. Using the actual TBM, intact and mass rock property data from a recently completed hard rock TBM project in New York City, USA, correlation of intact and mass rock properties with TBM field data was performed. So, Using commercial Statistical Software, multiple regression analyses was performed and the relationship was developed based on TBM field data, intact and mass rock properties.

Kaman (Kırşehir) Yerleşim Alanında Jeoteknik İncelemeler ve Mikrobölgelendirme Çalışmaları

Geotechnical Investigations And Microzonation Studies For The Kaman(Kırşehir) Settlement Area

Recep KILIÇ*, Ayhan KOÇBAY, R. Pelin BİLGEHAN*
Koray ULAMIŞ* ve Cavit ATALAR*****

**Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 ANKARA
(rkilic@eng.ankara.edu.tr, bilgehan@eng.ankara.edu.tr, ulamis@eng.ankara.edu.tr)*

***Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi, 06100 ANKARA
(akocbay@dsi.gov.tr)*

****Yakın Doğu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Lefkoşe, KKTC (catalar@neu.edu.tr)*

ÖZ

Yer seçiminde birimlerin jeolojik ve jeoteknik özelliklerine göre bölgelendirme yapılarak yerleşime uygunluğu incelenmelidir. Kaman ilçesi, Akpınar fayına paralel kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu Kırşehir fay takımından etkilenmektedir. Birinci derece deprem bölgesinde bulunan inceleme alanının 1/5 000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası ile sismik ve mikrotremör çalışmaları yapılmıştır. İnceleme alanında yaşlıdan gence doğru Paleozoyik yaşlı kristalize kireçtaşı, Kretase yaşlı ayrılmış granit, Geç Pliyosen çökelleri ile Kuvaterner alüvyon mevcuttur.

Birimlerin yatay ve düşey yöndeki dağılımları ile mühendislik jeolojisi özelliklerini belirlemek, yeraltı suyu ve sıvılaşma potansiyeli hakkında bilgiler elde etmek, ince taneli zeminlerin kıvamı ve iri taneli zeminlerin sıklığını belirlemek, zemini temsil eden örnekler almak amacıyla 48 noktada derinlikleri 3.0 m ile 14.0 m arasında değişen toplam 387.0 m temel sondajı ile derinliği 2.20 m ile 3.00 m arasında değişen 12 noktada araştırma çukuru açılmıştır. Örneklerin doğal su içeriği, tane boyu dağılımı ve Atterberg limitleri ile konsolidasyonsuz-drenajsız şartlarda üç eksenli basınç deneyi ile kohezyon ve içsel sürtünme açısı, tek eksenli basınç dayanımı ve konsolidasyon özellikleri belirlenmiştir.

Paleozoyik yaşlı kireçtaşının tek eksenli basınç dayanımı 78 -102 MPa arasında olup, orta ve yüksek dirençli kaya gurubuna girmektedir. Ayrılmış granit, zemin özelliği göstermekte olup, killi kum (SC) ve killi çakıl (GC)'dir. Bu birimin SPT N₃₀ darbe sayısı 50' nin üzerindedir.

Üst Pliyosen çökelleri genel olarak düşük plastisiteli inorganik kil (CL) ve yüksek plastisiteli inorganik kil (CH)'den oluşmaktadır. Bu killerin içerisinde killi kum (SC) ve killi çakıl (GC) mercikleri bulunmaktadır. CH gurubu kilin LL değeri %51 ile %56 arasında ve CL gurubu kilin ise %33 ile %48 arasında değişmekte olup, orta plastik ve çok plastiktir. Her iki gurubun ortalama doğal birim hacim ağırlığı 18 kN/m³, kohezyonu 51 kPa ve içsel sürtünme açısı 7 derecedir. Likidite indisi 0.11 ile 0.13 arasında değişmektedir.

Mikrotremör verilerine göre Geç Pliyosen birimlerinin zemin hakim titreşim periyodu 0.22 s. ile 0.30 s. arasında ve büyütme faktörü 1.0 ile 1.8 arasında, Alüvyonun zemin hakim titreşim periyodu 0.20 s. ile

ABSTRACT

Van settlement dates back 6000 years. Some of them have been located within fertile soil grounds whereas the rest on rocky grounds. Historical site investigation works depicted that all the buildings constructed till the end of the 18th century in fertile plains have been destroyed completely and/or sank down by earthquake and/or flood. Van castle, Çavuştepe, Kıztaşı, Şahmaran canal, Akdamar Church complex and the other structures erected on rocky grounds still preserve more or less their original identity.

Presently the Van enlarges over the fertile Van plains where numerous ancient buildings are buried. However, the YYU - EDU group has struggled to convince decision makers to stop invading the plains and move to the Erdemkent areas where travertine crops out everywhere. This study constitutes a major part of the Van city planning work. The historical and recent earthquakes proved that they destroy buildings if they are in/on soil grounds. Rock and soil differ in terms of the items given below.

(1) Elastic deformation constant (E , kN/m^2) of rock is at least 1000 times greater than that of wet soil. $E_{soil} = 10^2$ kPa iken, $E_{travertine} > 10^5$ kPa 'dir.

(2) Effective shear strength of rock [c = cohesion (c), kPa; internal friction angle (ϕ), ($^\circ$)] = $c + \sigma_n' * \tan \phi$ assuming that the effective normal stress (σ_n') at foundation is at least 1000 times greater.

(3) Liquefaction occurs only and only in wet soil grounds. While the earthquake, the wet ground turns into liquid. Thus, the values of c and ϕ in the equation $\tau = c + \sigma_n' \tan \phi$ turn into zero.

(4) Sand ridges, sand cones, sand trenches, pull-apart lakes, subsidence, and the other geotechnical problems are only peculiar to the wet soil grounds.

(5) Rocky grounds, in contrast to soil ground, have high seismic velocity with high frequency. Hence, rocky grounds impede magnification of the seismic wave amplitude.

Based upon the earthquake experience in Turkey, one can conclude that earthquakes and floods harm to structures if they are in/on wet soil grounds. This study enhanced decision makers and designers to move new settlement from fertile plain to the Erdemkent area characterized by rocks.

Key words: Earthquake; Geotechnics; Plain; Environment; Monument.

57. Türkiye Jeoloji Kurultayı
57th Geological Congress of Turkey

08-12 Mart 2004, MTA Kùltür Sitesi, Ankara

ÇEVRE JEOLJİSİ OTURUMU
ENVIRONMENTAL GEOLOGY SESSION

Gömülü Odun Ve Bitkisel Atıklardan Türemiş Metan Gazından Kaynaklandığı Savlanan Bir Patlamanın Araştırma Sonuçları Ve Uygulama Açısından Önemi

The Results And Practical Importance Of A Study On An Explosion Hypothesized To Be Based On The Methane Gas Generated From Sequestered Wood And Plant Wastes

İ. Metin MIHÇAKAN* ve Rahmi EYÜBOĞLU**

**Petrol ve Doğal Gaz Müh. Böl., İTÜ Maden Fak., Maslak, İstanbul 34469*

mihcakan@itu.edu.tr

***Jeoloji Müh. Böl., İTÜ Maden Fak., Maslak, İstanbul 34469*

eyuboglu@itu.edu.tr

ÖZ

Çeşitli gerekçelerle yeraltına gömülen selülozik yapılı bitkisel artıklar, odun ve lata parçaları, eski motor yağı veya mazot vb atıklar, oksijen zengin yeraltısuyunun etkisiyle, zaman içinde bakteriyel bozunmaya uğramakta ve nitrojen, karbon dioksit ve metan gibi gazlar üretmektedir. Bunlardan metan gazı, türediği veya göç ettiği kapalı ortamlarda birikmekte, en küçük bir kıvılcımla dahi yanarak patlamakta, can ve mal kayıplarına neden olabilmektedir. Gömülmeden sonra metan gazı üretiminin başlaması için geçen süre yaklaşık bir yıldır. Bu süre ve metan gazı üretim hacmi, ortamdaki bitkisel artık miktarı, nem düzeyi, sıcaklık ve oksijen giriş debisi gibi etkenlere bağlı olarak değişebilmektedir.

Kocaeli ilinin Gebze ilçesinde, ondört yıl önce karkas halde devir alınan eski bir yem karıştırma ve hazırlama tesisi üzerinde zemin araştırması yapılmadan kurulmuş olan bir binanın bodrum katında, metan gazı birikimine bağlı olduğu savlanan bir patlama gerçekleşmiştir. Patlama sonucunda üç katlı bina kullanılamaz hale gelmiş ve bir kişi yaşamını yitirmiştir. Olay yerindeki incelemelerde, binanın kuzey ucundaki alanda zemin göçmesi olmuştur. Göçmenin altına denk gelen ve binanın patlama geçiren bodrum katının kuzey ucundan içeriye toprak akışı olduğu saptanmıştır. Bu iki olayın ilişkili olduğu düşünülerek, göçmenin olduğu yerde bir kazı işlemi gerçekleştirilmiş, binaya bitişik halde ve yeraltına gömülü, 4.7 m çapında ve 6.2 m derinliğinde silindirik bir yapı bulunmuştur. Silindirik yapı içinde 4 m derinlikten sonra, inşaat sırasında atıldığı anlaşılan, zaman içinde bakteriyel bozunma sonucu turbalaşmış bitki, odun ve lata parçalarına rastlanmış, silindirin duvarlarında ve dolgu malzemesi içinde bakteriyel bozunmanın izleri görülmüştür. Alınan bazı örneklerde ise mazot kokulu birikintiler gözlemlenmiştir. Taban düzeyleri aynı olan silindirik yapı ile bodrum katı arasında "2x2" m boyutlarında açılmış bir pencere ile karşılaşmıştır. Patlama ile silindirik yapıdan bodrum katına olan dolgu malzemesi akışının bu pencereden gerçekleştiği ve pencerenin, silindirik yapı içinde biriken yeraltı suyu ve türetilen metan gazını bodrum katına aktaran bir geçit görevi de gördüğü anlaşılmıştır.

Alınan dolgu örneklerinin içerdiği bitkisel artıklar, küçük odun ve lata parçalarının miktarı dikkate alınarak, ondört yıl önce silindirik yapı içine atılmış selülozik madde miktarı ve bunların zaman içinde türetebilecekleri metan gazı hacmi belirlenmeye çalışılmıştır. Hesaplanan metan gazı hacmi, Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından kent atık alanlarında metan gazı üretimi için geliştirilmiş bir analitik modelin eldeki duruma uygulanarak kullanılmasıyla hesaplanan metan gazı hacmi ile uyum

içindedir. Dolayısıyla, söz konusu patlamanın silindir içinde türetilen metan gazının pencere yoluyla bodrum katına sızmış ve birikmiş olmasından kaynaklandığı savı bu hesaplamalarla desteklenmiştir.

Sonuçta, yeraltına gömülen selülozik yapıları bitkisel ve odunsu artıklar ile kullanılmış mazot veya motor yağı gibi hidrokarbon artıkların bakteriyel bozunma ile metan gazı türetebilecekleri ve bu gazın kapalı hacimler içine göçle birikerek patlamalara neden olabileceği belirlenmiştir. Bu belirleme, özellikle inşaat öncesi yapılan jeolojik-jeoteknik araştırmalarda bu tür gömülü atıkların da araştırılmasını gerekli kılmaktadır.

ABSTRACT

The wastes of cellulosic plants, wood pieces, and wood beams and of used diesel oil and motor oil, etc., when sequestered for various reasons, decompose in time by bacterial action with the contribution of oxygen-rich subsurface waters and generate gases, such as nitrogen, methane and carbon dioxide. Of those gases, methane may accumulate within the media of generation or migration and may explode by a minute spark to cause the loss of property and lives. Methane generation, which starts at about one year after the burial of waste, may vary depending on the amount and type of waste material, level of moisture, rate of oxygen input, and temperature.

An explosion, hypothesized to be originated from methane gas, took place in the basement of a three story building in Gebze district of Kocaeli province. The building was built over the framework structure of an animal-food preparation facility, which was purchased fourteen years ago. The sequestered waste material was not paid attention during the ground investigation. At the explosion the building became mostly demolished and one person died. During the incident investigation, a subsidence in the northern yard of the building and a soil inflow from the northern end of the basement were detected. These two observations, thought to be interrelated, lead to the excavation of the subsided area, and a cylindrical concrete structure of 6.2m in depth and 4.7m in diameter was found as attached to the building. The remnants of plants and pieces of wood beams, buried during the construction of the building and became peat by bacterial decay in time, were encountered below the depth of 4m in the cylindrical structure. The traces of bacterial decay were observed in the filling soil and on the walls of the cylindrical structure. Some soil samples had accumulations of a decomposed material with diesel oil fragrance. A window of "2x2" meters in size was found to be connecting the lower ends of both the basement and the cylindrical structure. Thus, it was understood that the explosion caused the inflow of filling soil into the basement through this window, which also served as the conduit for the ground water and methane gas to accumulate in the basement.

The original amount of cellulosic waste material sequestered fourteen years ago and the volume of methane generated in this time frame were tried to be determined, based on the amount of plant and wood remnants found in the sampled soil. The calculated methane volume agreed with that of using the analytical model tuned for this case and developed by the EPA for predicting the methane gas generation in municipal landfills. Such agreement supported the hypothesis stating that the methane gas was generated in the cylindrical structure, then accumulated and exploded in the basement.

Consequently, it is shown that the methane gas, generated by the bacterial decay of sequestered cellulosic and used hydrocarbon waste material, may accumulate and cause major explosions in confined spaces. Therefore, the importance of considering such sequestered waste material during the geological and geotechnical investigations, particularly prior to the building constructions, is emphasized.

Katı Atık Düzenli Depolama Yer Seçimi İçin Yeni Bir Öneri *A New Approach For A Sanitary Landfill Site Selection*

Mahmut MUTLUTÜRK* ve Remzi KARAGÜZEL*

**SDÜ Müh. Mim. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü-Isparta,*

mutlu@mmf.sdu.edu.tr

kguzel@mmf.sdu.edu.tr

ÖZ

Günümüzde nüfus ve sınai üretim artışı ile birlikte evsel ve endüstriyel katı atık miktarları da artmaktadır. Bu artış yeni düzenli depolama sahalarının yapılmasını gerektirmektedir. Katı atıkların bertarafında, gelişmiş ülkelerde uygulanan yakma gibi çok farklı teknikler bulunsa da, özellikle gelişmekte olan ülkelerde çevre güvenliği ve ekonomik açıdan düzenli depolama tercih edilmektedir. Düzenli depolamada en temel unsuru da doğru yer seçimi oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, katı atık depolama sahası seçiminde yeni bir değerlendirme yöntemi önerilmiştir. Depolama Sahası Kalitesi (Landfill Area Quality) LAQ olarak adlandırılan iki aşamalı bu yöntemde birinci aşamada, Yasal Koruma Alanları dışında kalan arama bölgesinin Genel Jeolojik ve Morfolojik niteliklerine bakarak, katı atık deponilerinin konuşlandırılabilceği alanlar belirlenmektedir. İkinci aşamada ise, bu alanlar içinde konuşlandırılan belli sayıda deponi seçenekleri, her biri değişik sayıda ölçütün bileşkesi olarak tanımlanan üç temel boyut açısından değerlendirilmektedir. Bu üç temel boyut, (1) Elverişlilik (deponi yerinin özelliklerinin depolama işine ne ölçüde uygun düştüğü), (2) Konum (deponi konumunun artıları, eksileri) ve (3) Toplumsal Uygunluk (deponi projesi yapılırsa toplum üzerine yaratacağı olumsuz etkiler) olarak tanımlanabilir.

Bu ikinci aşamada, önce deponi seçeneklerinin her biri bütün ölçüt açısından puanlandırılmaktadır. Sonra, içerdiği ölçütlerin puanlarına göre her boyut açısından deponi seçeneğinin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Böylece, 3 boyutlu bir değerlendirme uzayında noktalar olarak tanımlanmış deponi seçenekleri arasından planlamacı ve karar vericilerin seçim yapılması kolaylaştırılmış olmaktadır.

Bu çalışmada, LAQ yönteminin esasları açıklanmakta ve yöntemin uygulanmasını gösteren bir örnek olarak, Göller Bölgesinin içinde kalan yaklaşık 150.000 nüfuslu Isparta Kenti evsel katı atıklar için deponi seçeneklerinin değerlendirilmesi sunulmaktadır.

ABSTRACT

Nowadays, gradual increase in world population and industrial production has enhanced the amount of residential and industrial solid waste. Thus, a need for building additional landfill sites has arisen in order to dispose them safely. In developed countries, although solid waste can be disposed by various techniques such as burning in incineration, in developing countries, sanitary landfills are still employed due to the reasons of economy and environmental protection. The most fundamental parameter in landfilling is the selection of suitable landfill sites.

In this study, a new evaluation method called Landfill Area Quality (LAQ) has been introduced to determine appropriate sites for landfilling. The new method will be applied in two stages. In the first stage, landfill sites are decided by considering geological and morphological properties of the site, excluding the sites under special protection. In the second stage, a number of options for landfill sites situated in fore-mentioned locations are re-assessed using three fundamental dimensions described by a combination of different criteria. These three fundamental dimensions can be defined as

(1) Site Suitability (suitability of the potential site for waste disposal) (2) Locational Factors (advantages and disadvantages of the location of landfill site) (3) Public Acceptability (adverse effects of landfill sites on general public)

In the second stage, initially each option for landfill site is rated numerically taking all the criteria involved into account. Later, each option is re-evaluated according to the rates assigned based on each of three fundamental dimensions. Therefore, planning engineers and decision makers can easily decide for the best option for a landfill site among the available choices of sites in three-dimensional evaluation space.

In this study, the fundamentals of LAQ Method are explained in detail and a case study is presented to evaluate the options for a landfill site for residential solid waste of the city of Isparta, situated in the Lakes Region with a population of 150000.

Jeotermal Sistemlerde Çevre Etki Değerlendirmesi Ve Jeotermal Kaynakların Çevresel Etkileri

Geothermal Environmental Impact Assessment And Environmental Effects Of Geothermal Source

Alper BABA

*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü- 17020 Çanakkale alperbaba@comu.edu.tr*

ÖZ

Son yıllarda, çevre planlamasının gelişmesine paralel olarak çevre problemleri de artmış ve böylece bunlara uygulanan çözümlerde belirgin bir şekilde gelişmiştir. Çevre Etki Değerlendirmesi (ÇED) çevrenin planlamasında kullanılan oldukça etkin bir yöntemdir. İlk ÇED prosedürü 1969 yılında Amerika'da basılmıştır. ÇED sistemleri dünyada yaygın bir şekilde oluşturulmuş ve projelerin planlama aşamasında çevrenin güvenliği için bir güç haline gelmiştir. 1973 yılında Kanada'da, 1974'te Avusturalya, 1975'te Almanya, 1976'da Fransa ve diğer ülkelerde uygulanan ÇED çeşitli formlar şeklinde basılmıştır (Thors and Thóroddsson, 2003). Birçok ülke kendine özgü ÇED prosedürleri uygulamakla birlikte, ÇED için farklı isimler ve farklı anlamlar da kullanılmaktadır (Roberts, 1991). Örneğin Çin, İzlanda ve Türkiye'de Çevre Etki Değerlendirmesi (ÇED); Amerika'da Çevre Etki Bildirisi (ÇEB); Yeni Zelanda'da ise Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi (ÇED) şeklinde ifade edilmektedir.

Jeotermal enerji, fosil enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında, genelde çevre ile uyumlu iyi huylu kaynaklar olarak kabul edilir. Jeotermal enerji kullanımı son 40 yılda gelişmiştir. Ancak sonuçlar, bu kaynakların da çevresel etkiler yarattığını göstermiştir. Jeotermal alanlarda mevcut kirlilik günümüzde az oranda olsa bile ileride bunun artacağı açıktır. Geçmişte saklanan ve göz ardı edilen çevre problemleri dolayısıyla, halk, yasalar ve finans sektörlerinin endüstri gelişimine sağlayacakları güven ve desteklerini azaltmıştır. Eğer hedefimiz gelecekte jeotermal enerji kullanmak ise bu enerjinin olası çevresel etkilerini açık bir şekilde belirlemek, karşı önlemleri almak ve bu etkileri minimize etmek gerekmektedir. Jeotermal uygulamaların çevresel etkileri ile ilgili en önemli problemler Axtmann (1975); Ellis (1978); Ármannsson and Kristmannsdóttir (1992); Hunt (2001) ve Baba (2003) tarafından gözden geçirilmiştir. Jeotermal kullanım yüzey bozulmasına, akışkan çekilmesi nedeni ile fiziksel ve kimyasal değişikliklere, gürültü, sıcaklık, kimyasal emisyonlara ve kaynağın bulunduğu alandaki halkın sosyal ve ekonomik yapısına etki etmektedir.

Bütün jeotermal (hidrotermal) alanlar yeraltında sıkışmış sıcak akışkanları içerir. Ancak bu jeotermal kaynakların sıcaklıkları ve kimyasal özellikleri belirgin bir şekilde farklı olabilir. Bu sıcak kaynaklar kullanım için çekildiğinde, bulunduğu alanı etkileyebilmektedir. Bazı düşük ve yüksek sıcaklığa sahip jeotermal sistemler fiziksel çevreye etki edebilmektedir. Jeotermal kaynaklarının çevresel etkileri kullanım amaçlarına göre farklı evreler içermektedir. Bu çalışma kapsamında; jeotermal sistemlerde çevre etki değerlendirilmesi ve dünya'dan örneklerle jeotermal uygulamalarda kaynaklanan çevre problemleri irdelenmiştir.

ABSTRACT

In recent years there has been a remarkable growth of interest in environmental issues- sustainability and improved management of development in harmony with the environment. Environmental impact assessment (EIA) is the tool most widely used in environmental management. The first EIA process was established in the USA in 1969. EIA systems have been set up worldwide and become a powerful environmental safeguard in the project planning process. EIA has been established in various forms throughout the world, beginning with Canada in 1973, Australia in 1974, Germany in 1975, and France in 1976 –and later in other countries too (Thors and Thóroddsson, 2003). Many countries have adopted their own EIA procedures. Every country that has developed a process for making environmental impact assessments has given it a different name and some slightly different meaning (Roberts, 1991). For example; in China, Iceland and Turkey it is Environmental Impact Assessment (EIA); the U.S. version is Environmental Impact Statement (EIS); in New Zealand it is Assessment of Environmental Effects (AEE).

Geothermal energy is generally accepted as being an environmentally benign energy source, particularly when compared to fossil fuel energy sources. Geothermal developments in the last 40 years, however, have shown that it is not completely free of adverse impacts on the environment. These impacts are becoming of increasing concern, and to an extent which may now be limiting development. History shows that hiding or ignoring such problems can be counter productive to development of an industry because it may lead to a loss of confidence in that industry by the public, regulatory, and financial sectors. If our aim is to further the use of geothermal energy, then all possible environmental effects should be clearly identified, and countermeasures devised and adopted to avoid or minimize their impact. The most important environmental effect of geothermal utilization have been reviewed by Axtmann (1975); Ellis (1978); Ármannsson and Kristmannsdóttir (1992); Hunt (2001); Baba (2003). Geothermal utilization can cause surface disturbances, physical and chemical effects due to fluid withdrawal, noise, thermal effects and emission of chemicals as well as affecting the communities concerned socially and economically.

All geothermal (hydrothermal) fields contain heated fluids trapped beneath the earth, but temperature and chemical characteristics of the geothermal resource can vary significantly. When these resources are abstracted for geothermal generation, the environment of an area can be affected. Some of the low and high- temperature geothermal systems can have impact on the physical environment. Environmental impacts from geothermal development will vary between the various phases of development. Geothermal environmental impact assessment and environmental effects of geothermal developments in world are summarized in this study.

Referanslar

- Ármannsson, H., ve Kristmannsdóttir, H., 1992, Geothermal environmental impact, *Geothermics*, 21-5/6, 869-880.
- Axtmann, C.R., 1975, Environmental impact of a geothermal power plant, *Science*, 187/4179, 795-803.
- Baba, A., 2003, Geothermal environmental impact assessment with special reference to the Tuzla (Canakkale) geothermal area, Turkey, *Geothermal Training Programme in Iceland 2003, UNU G.T.P., Iceland (baskıda).*

Ellis, J.A., 1978, Environmental impact of geothermal development, Report prepared for the United Environmental Programme, UNEP.

Hunt, T.M., 2001, Five lectures on environmental effects of geothermal utilization, UNU G.T.P., Iceland, report 1-2000, 109 s.

Thors, G.S., ve Thóroddsson, F.P., 2003, Training course on Environmental impact assessment, Course co-ordinated by the United Nation University, the Planning Agency of Iceland, and VSO Consulting, 11-12 June 2003, Iceland.

Roberts, J.A., 1991, Just what is EIR? Global Environmental Services, Sacramento, CA, 209 s.

57. Türkiye Jeoloji Kurultayı

57th Geological Congress of Turkey

**Doğu Anadolu'da Keban (Elazığ) Bölgesinde İşletilen Eski Madenlerin
Yeraltı Suları, Dere Çökelleri ve Bitkiler Üzerindeki Etkileri**
*Major And Trace Element Contamination Of Groundwaters, Stream Sediments
And Plants Of The Abandoned Mines In Keban District (Elazığ) Of Eastern
Anatolia, Turkey*

Leyla KALENDER ve Cemal BÖLÜCEK

Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ

leylakalender@hotmail.com

ÖZ

Bu çalışmada Elazığ yöresindeki önemli bir metalojenik provens olan Keban'daki cevherleşmelerin çevreye etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla yeraltı suları, dere çökelleri, alg ve yosun örnekleri toplanarak ICP/ES ve MS yöntemiyle analiz edilmiş ve kirlilik yaratan element içerikleri saptanmıştır.

Yeraltı suyu örneklerinde Mg, Ca, S, Fe, F, Mn, Zn, Mo, Ba, Pb, U, Ni, Cd, Co, Ag, Cu, Sb, Se içeriğinin yeraltı sularındaki normal değerlerin üzerinde olduğu ve (Al, Cd, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, Pb, Sb, SiO₂, Tl ve Zn) gibi bazı toksik elementleri yüksek oranda içermesi bakımından bu suların içilebilir su niteliğinde olmadığı tespit edilmiştir. Özellikle madencilik faaliyetlerine bağlı galeri kaynaklarının, kirlileti parametrelerin oluşmasının başlıca nedeni olduğu sanılmaktadır.

Bazı ana ve tali derelerden alınan kumların -80 +140 mesh boyutunun zayıf leaching elementleri analiz edilmiş ve bunların As, Cu, Zn, Mo, Ag içeriklerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çeşitli alg ve yosun örnekleri Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Cr gibi yüksek ağır metal içerikleri ile dikkat çekmektedir. Silikat ve özellikle cevher minerallerinin bozulması sonucu bazı elementlerin su içerisinde yoğunlaştığı bazı elementlerin ise Fe-Mn oksitler, killer ve bitkiler tarafından tutulduğu belirlenmiştir. Su, dere çökelleri ve bitki örnekleri aynı zamanda jeokimyasal arama çalışmalarında kullanılabilir.

Kirliliğin kaynağını ve üç farklı materyaldeki yüksek element derişimlerini, eski madencilik faaliyetlerinin ve farklı türdeki cevherleşmelerin oluşturduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Alg, aramalar, çevre kirliliği, dere kumu, kaynak suları, yosun.

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the effect of mineralization in Keban area one of the largest metallogenic province of Turkey, on the environment. In this respect, element concentrations of groundwater, stream sediment, algae and moss samples in the area were analyzed by ICP/ES and MS.

It was determined that Mg, Ca, S, Fe, F, Mn, Zn, Mo, Ba, Pb, U, Ni, Cd, Co, Ag, Cu, Sb and Se contents of groundwater are above the standards of drinking water and it is also enriched in some toxic elements such as Al, Cd, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, Pb, Sb, SiO₂, Tl and Zn. It is believed that

springs particularly issuing from the mine galleries are probably the main source of pollution parameters.

Analyses of weak leaching elements of -80 +140 mesh size sands collected from some main river and creeks indicate high As, Cu, Zn, Mo and Ag contents.

Various algae and moss samples are characterized with high Cu, Pb, Zn, Ag, Cd and Cr concentrations. Due to most likely weathering of silicate and ore minerals, some elements were retained in water while some others were absorbed by Fe-Mn oxides, clays and plants.

The source of pollution in water, stream sediment and plants is derived from previous mining activities and various types of mineralizations in the area.

Keywords: Algae, environmental pollution, exploration, groundwater, moss, stream sediment

Referanslar

Ayhan, A., 1989. *Geological of mine, Tecnics of Research and Exploration University of Selcuk Publition, Konya No: 65, p 328*

Azcue, I. M. and Nriagu, I. O., 1993. *Arsenic forms in mine polluted sediments of Moira Lake, Ontario. Environ Int. 19, 405-415*

Bölucek, C., 2002. *A stream sediment geochemical orientation study in Derince (Keban-Elazığ) vicinity. Bulletin of Earth Sciencs Application and Research Centre of Hacettepe University 25,51-63*

Canada MAC., 2001. *Gudelines for Canadian DrinkingWater Quality.*

Çalık, A., 1998. *Keban Plutonitleri; mineraloji, petrojenez, ve yan kayaç ilişkileri. İstanbul Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. p180*

Gibbs, R. J., 1973. *Mecanisms of trace metal transport in rivers. Science 180, 71-73*

Kalender, L. and Hanelçi, Ş., 2000. *Fluid inclusion studies point of view genesis of quartz veins related to Au – Ag mineralizations at Siftil Creek (Keban-Elazığ) area. Jurnal of the Geosound/Yerbilimleri. 37, 42-47*

Kalender, L., 2000. *Keban-Elazığ, Doğu Fırat Bakır cevherleşmelerinin jeolojik özellikleri, kökeni ve ekonomik önemi. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. p 110*

Kalender, L. and Hanelçi, S., 2001a. *Nallıziyaret Tepe (Keban-Elazığ) Bakır cevherleşmelerinin mineralojik ve petrografik özellikleri. İstanbul Üniversitesi, Yerbilimleri Dergisi.14, 51-60*

Kalender, L. and Hanelçi, Ş., 2001b. *Mineralogical and geochemical features of Au, Ag, Pb, Zn mineralizations in Keban (Elazığ) Wastes. Geological Bulletin of Turkey. 44, 91-104*

Kalender, L. and Hanelçi, Ş., 2002. *General Features of copper mineralisation Nallıziyaret Tepe (Keban–Elazığ); An approach to its genesis. Yerbilimleri/Geosound, 40/41, 133-149*

Martin, A. J. and Calvert, S. E., 2003. *Hidrological and geochemical controls governing the distribution of trace metals in a mine-impacted lake. Environmental Geology. 43, 408-418*

Norse, E. A., 1991. *Conserving the neglected marine biological diversity. Species (INCN Species Survival Commission) 16, 16-18*

Saxena, V. K. and Ahmed, S., 2002. *Inferring the chemical parameters for the dissolution of fluoride in groundwater. Environmental Geology 43, 731-736*