

identified, which correspond to Middle-Upper Cenomanian, uppermost Cenomanian-lowermost Turonian and Middle-Upper Turonian respectively

Hemipelagic limestones are represented by poor planktonic foraminifera content, which is associated with abundant calcispheres. Planktonic foraminifera assemblage suggests *Dicarinella concavata* IZ and *Dicarinella asymetrica* TRZ, which correspond to the Coniacian-Lower Santonian and Middle-Upper Santonian respectively.

Pelagic limestones of the Akdağ formation is characterized by a rich planktonic foraminifera assemblage, which suggests *Radotruncana calcarata* TRZ, *Globotruncana falsostuarti* PRZ, *Gansserina gansseri* IZ and *Abathomphalus mayaroensis* TRZ corresponding to lower Upper Campanian, middle Upper Campanian, upper Upper Campanian-Lower Maastrichtian and Upper Maastrichtian respectively. The Upper Cretaceous sequence of the middle-northern part of the Bey Dağları autochthon (between Elmalı and Çamlıdere) includes two stratigraphic gaps. Peritidal conditions prevailed from Middle Cenomanian to the Late Turonian. Slight drowning of the platform after the Late Turonian caused a hemipelagic environment that would last until the end of the Santonian. Basinal conditions predominated during the Late Campanian-Late Maastrichtian interval. Early-Middle Campanian and latest Maastrichtian are the time of subaerial exposure and erosion.

Slight drowning of the platform after the Late Turonian may have been related to the regional extension, which affected the peri-Mediterranean alpine belts. The regional hiatuses in the pelagic succession are also ascribed to the tectonic events as the Late Cretaceous is the time of important tectonic activities in this critical area of Tethys. Eustatic sea level changes may have had a secondary effect on the Upper Cretaceous carbonate succession of the Bey Dağları autochthon.

#### Değınilen Belgeler

- Farinacci, A. & Köylüođlu, M. 1982. Evolution of the Jurassic-Cretaceous Taurus Shelf (Southern Turkey). *Boll. Soc. Paleont. Ital.* 21(2,3): 267-276.
- Farinacci, A. & Yeniay, G. 1986. Biostratigraphy and event-analysis of the Cenomanian-Maastrichtian carbonates of the Bey Dağları (Western Taurus, Turkey). *Geol. Romana.* 25: 257-284.
- Gutnic, M., Monod, O., Poisson, A., Dumont, J. F. 1979. Géologie des Taurides occidentales (Turquie). *Mém. Soc. Géol. France* 137, 1-112.
- Gültekin, M.C. 1986. Batı Toroslar Beydağı otokton birliğindeki Beydağı formasyonunun Senomaniyen yaşlı karbonat dizilimlerinin mikrofasiyeleri, çökeltme ortamları, karbonat çökeltme modeli ve diyajenezi: TPAO Araştırma Merkezi Rapor No: 930. (Basılmamış).
- Köylüođlu, M. 1987. Beydağları otoktonu Maestrihtiyen karbonatlarının mikropaleontolojisi, mikrofasiyesi ve ortamsal yorumları, TPAO Araştırma Merkezi, Rapor no. 1157. (Basılmamış).
- Naz, H., Alkan, H. & Erk, S. 1992. Facies and sequence characteristics of the Late Cretaceous-Paleocene drowning on the West Taurus Carbonate Platform, S. W. Türkiye, 9 th. Petroleum Congress of Türkiye. 121-134.
- Özgül, N. 1976. Torosların bazı temel jeoloji özellikleri: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 14: 75-87.
- Özkan, S. & Köylüođlu, M. 1988. Campanian-Maastrichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Beydağları Autochthonous Unit, Western Taurids, Turkey: *Metu Journal of Pure and Applied Sciences.* 21(1-3): 377-388.
- Özyeđin, G., Köylüođlu, M., Kuru, F. & Kirici, S. 1985. Beydağları Otoktonu Kretase ve Tersiyer yaşlı birimlerin mikropaleontolojileri ve fasiyeleri: TPAO Ön Rapor No: 808. (Basılmamış).
- Poisson, A. 1977. Recherches géologiques dans les Taurides occidentales: Thése Doct. D'Etat, Orsay, no. 1902.795 p.
- Sarı, B. 1999. Biostratigraphy of the Upper Cretaceous sequences in the Korkuteli area (Western Taurides). MSc Thesis. 162 p.
- Sarı, B. & Özer, S. 2001. Facies characteristics of the Cenomanian-Maastrichtian sequence of the Beydağları carbonate platform in the Korkuteli area (western Taurides). *Intern. Geol. Rev.* 43, 830-839.
- Sarı, B. & Özer, S., 2002. Upper Cretaceous stratigraphy of the Beydağları carbonate platform, Korkuteli area (Western Taurides, Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences* 11, 39-59.

## Karacasu Çapraz Grabeni (Batı Anadolu) Pliyo-Kuvaterner Çökellerinin Sedimentolojisi

*Sedimentology of Plio-Quaternary Deposits at the Karacasu Cross Graben (West Anatolia)*

Sanem AÇIKALIN, Faruk OCAKOĞLU

*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik, ESKİŞEHİR.  
sanema@ogu.edu.tr, focak@ogu.edu.tr*

### ÖZ

Karacasu Çapraz Grabeni Batı Anadolu genişleme bölgesi içinde yer alan yaklaşık K-G gidişli bir çöküntü alanıdır. Bu havzanın bölgede hüküm süren güncel tektonik koşullar altında oluşup oluşmadığı, çöküntüyü oluşturan tektonik rejimin niteliği halen tartışılmaktadır (Şengör, 1987; Koçyiğit, 1999; Yılmaz, 2000). Bu çalışmada graben içinde yüzeylenen sedimanter istiflerin stratigrafisi ve sedimentolojisi incelenmiş; çöküntünün oluşum koşullarına yaklaşımında bulunulmuştur.

Graben içinde Menderes masifine ait temel kayaçlarını üzerleyen Geç Miyosen (?) - Erken Pliyosen yaşlı Dandalas grubu altta kırıntılı çökellerden oluşan Damdere Formasyonu ve onu üzerleyen gölsel Karacaören Formasyonu'na ayrılmıştır. Damdere Formasyonu tipik olarak batıya 3-8° kadar eğimli yer yer kalıçiler de içeren çakıltı, kumtaşı ve çakıllı çamurtaşı aralanmasından oluşur. Sınırlı yüzlekler sunan istif grabenin doğu kenarında 4 adet eski vadiyi doldurmuş olarak bulunur. Bu çökellerden elde edilen paleo-akıntı verileri akıntının genel olarak doğudaki horsta doğru yöneldiğini göstermiştir. Petrografik incelemeler kırıntılı seviyelerdeki bileşenlerin yarı eş boyutlu/eş boyutlu ve aynı zamanda köşeli/çok köşeli oldukları göstermiştir. Bileşimsel açıdan çakıllı ve kumlu seviyeler çoğunlukla metamorfik kayaç parçalarından (şist, kuvarsit ve mermer) oluşmuştur. Ancak alanın ultramafik kayaç parçaları da yaygındır. Kil boyu fraksiyonda ise mika, kuvars, feldispat ve klorit bol miktarda izlenirken yer yer simektite de rastlanmıştır. Damdere Formasyonu yukarıya doğru tane boyu incelenerek baskın olarak fosilli çamurtaşı, marn, kireçtaşı ve ender olarak kumtaşının aralanmasından oluşan Karacaören Formasyonuna geçer. Birim içinde özşekilli jips kristalleri içeren seviyeler ile marn ve kireçtaşlarında silis ve karbonat yumruları da gözlenir. Birimin kil boyu fraksiyonunda neoforme dolomitler, jipsler ve simektitler yaygındır. Birimin alt kesiminden elde edilen diyatome topluluğu çökelinin acısuda gerçekleştiğine işaret etmektedir. Dandalas grubu açısız uyumsuzluk ile Kuvaterner yaşlı Karacasu Formasyonu tarafından üzerlenir. Tipik olarak çamurtaşı, kumtaşı ve çakıltı aralanmasından oluşan birimin alt kesimlerinde paleo-toprak ve kalıçiler de mevcuttur. Çalışma alanında geniş yayılım sergileyen bu çökellerden elde edilen paleo-akıntılar güncel morfolojiye uygun olarak çoğunlukla havza içine doğru yönelmişlerdir. Hem ince kesitlerde, hem de çakıllı seviyelerde metamorfik kayaçlardan ve Dandalas grubundan türeyen bileşenler gözlenmiştir. Kil boyu fraksiyonda mika, kuvars, feldispat, kalsit ve klorit yaygındır.

Elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde graben içinde yüzeylenen dolgunun iki farklı tektonik çerçevede çökeldiği ileri sürülebilir. Geç Miyosen (?) - Erken Pliyosen Dandalas grubu, oluşumunun erken döneminde yarı kurak/sıcak bir iklimin kontrolünde alanın doğusunda ultramafiklerden, batısında ise metamorfiklerden ibaret bir kaynak bölgeden beslenen genellikle kuzeye doğru akan örgülü akarsular tarafından çökeltiştir. Dolgunun üst seviyeleri ise benzer iklim koşullarında tuzluluğu fazla olmayan bir göl ortamında oluşmuştur. Çökeltme ortamı ve paleo-akıntılar güncel havza geometrisine uyan Karacasu Formasyonu bugünkü havzayı biçimlendiren faylar denetiminde gelişmiş alüvyal yelpazeler şeklinde çökeltmiştir. Başka deyişle Kuvaterner yaşlı Karacasu Formasyonu havzanın asıl dolgusu olarak kabul edilebilir.



### ABSTRACT

*The Karacasu Cross Graben is an approximately N-S trending depression located in the Aegean Extensional Province. The subjects like whether the basin was formed under the still ongoing tectonic frame or not, and the nature of this basin forming tectonic regime are still matters of debate (Şengör, 1987; Koçyiğit, 1999; Yılmaz, 2000). In this study stratigraphy and sedimentology of sedimentary deposits cropped out within the graben were investigated and an approach to the forming conditions of the graben was tried.*

*The basement rocks of the Menderes massif are overlain by Late Miocene (?) - Early Pliocene aged Dandalas Group, which in turn is divided into two formations the terrestrial Damdere Formation at the base and the overlying lacustrine Karacaören Formation. The Damdere Formation is typically made up of 3-8° west dipping, conglomerate, sandstone and gravelly mudstone alternation with some caliche nodules. This succession is outcropped at limited area as infills of 4 paleo-valleys to the east of the graben. The paleo-current data verifies a paleo-flow directed to the north, i.e. toward the eastern horst. The petrographic investigations shows that the components of the clastic levels are texturally subequant/equant and also angular/very angular. Gravelly and sandy levels are almost made up of metamorphic rock fragments (schist, quartzite and marble). But at the east of the area ultramafic rock fragments are also widespread. In clay sized fraction mica, feldspar, quartz and chlorite are abundant, while smectites are locally encountered as well. The Damdere Formation shows thinning upward and passes gradually to Karacaören Formation that is mainly made up of alternation of fossiliferous mudstone, marl, limestone and rare sandstone. In the unit idiomorphic gypsum bearing levels and siliceous and carbonate nodules in marls and limestones were also observed. In clay sized fraction of the unit, neoformal dolomites, gypsums and smectites are widespread. A diatom assemblage obtained from the base of the unit points out that the succession was deposited in a brackish lacustrine environment. Dandalas Group is overlain by Quaternary Karacasu Formation with an angular unconformity. Typically the unit is formed from alternations of mudstone, sandstone and conglomerate. At the lower parts paleosoles and caliche nodules are also abundant. The paleo-current data from these widespread deposits are directed towards the center of the basin which is conformably with recent morphology. In thin sections and also gravelly levels the components are wholly derived from metamorphic rocks and Dandalas Group. At the clay sized fraction mica, quartz, feldspar, calcite and chlorite are common.*

*Evaluation of all these data shows that, the outcropped deposits within the graben would have been deposited in two different tectonic frames. Late Miocene(?) - Early Pliocene Dandalas Group was deposited from northward flowing braided rivers that metamorphic provenance at the west and ultramafic provenance at the east under the control of subarid/hot climate at the early stage of the deposition. The upper parts of the succession were formed in a brackish lacustrine environment in a similar climatic setting. The Karacasu Formation whose paleo-current data and depositional environments are fitting to recent basin geometry was deposited as the alluvial fans under the control of recent basin bounding faults. In other words Quaternary aged Karacasu Formation can be accepted as the real infill of the Karacasu Cross Graben.*

### Değerlendirilen Belgeler

- Koçyiğit, A., Yusufoglu, H. and Bozkurt, E., 1999, Evidence from the Gediz graben for episodic two-stage extension in western Turkey, *Journal of the Geological Society, London*, 156, 605-616.
- Şengör, A. M. C., 1987, Cross-fault and differential stretching of hanging walls in regions of low-angle normal faulting: examples from western Turkey, *Continental extensional tectonics*, M. P. Coward, J. F. Dewey, P. L. Hancock, (Eds.), *Geological Society Special Publication*, 28, 575-589.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş. C., Gürer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş. and Elmas, A., 2000, When did the Western Anatolia Grabens begin to develop?, *Tectonic And Magmatism In Turkey And Surrounding Area*, E. Bozkurt, J. A. Winchester and J. D. A Piper (Eds.), *Geological Society, London, Special Publications*, 173, 353-384.

## Jeolojide Kadın: Türkiye-Dünya Karşılaştırması

*Women in Geology: A Case Study From Turkey*

**Nilgün OKAY**

*İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü ve Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
okayn@itu.edu.tr*

### ÖZ

Türk üniversitelerindeki jeoloji mühendisliği bölümlerinde çalışanların %24'ünü kadınlar oluşturmaktadır. Bu sayı tüm Avrupa ülkelerindeki en yüksek orandır. Amerika Birleşik Devletleri'nde ise tüm yerbilimleri bölümlerindeki kadın oranı %14'tür. Türk araştırma merkezleri (%32) ve resmi kurumlarında (%30) bulunan bayan jeologların sayısı dünyadaki örneklerine göre yüksektir. Kadınlar özellikle arazi ağırlıklı genel jeoloji ve mühendislik jeolojisi gibi alanlarda erkeklere göre oldukça düşük sayıda temsil edilmektedir. Mevcut veri kurumlarında ve üniversitelerde çalışan kadınların daha çok paleontoloji ve mineralojide yoğunlaştıklarını göstermektedir. Üniversitelerdeki kadınların çoğunluğunu yardımcı doçent ve araştırma görevlileri oluşturmaktadır. Türk üniversitelerindeki lisans diploması ile mezun olan kız öğrencilerin sayısı artış göstererek son 10 yılda yaklaşık %36'ya ulaşmıştır. Genç bayan öğrencilerin doktora programlarına ilgisi daha az olmasına rağmen özellikle yerbilimleri bölümlerinde araştırma görevlilerinin %48'ini bayanlar oluşturmaktadır. Genel olarak kadınlar erkeklere göre akademik alt kadrolarda daha uzun süre kalmaktadır. Bölümlerde yardımcı doçent olarak bulunan kadınların büyük bir çoğunluğu doktoralarını son 10 yılda almıştır. Akademik yükselmenin kadınlar için güncel artışı halen yaklaşık %9 mertebesinde olmasına rağmen kadınların henüz araştırma görevlisi ve yardımcı doçent seviyesinde yoğunlaşması gelecek on sene içinde artışın üst kadrolara doğru gerçekleşeceğini göstermektedir.

### ABSTRACT

*The data show that the greater proportion of women (24%) is working in geoscience departments of Turkish universities. This is the highest proportion in all European countries. In U.S the proportion of women in Geoscience departments has risen up to 14%. There is a similar proportion of women work in non-Academic institutions, for example reseach centers (32%) and State Geological Survey (30%). While most men are working in general geology, most women are paleontologists and mineralogists. Female students have been receiving a greater proportion of the bachelor's degree in earth science and related engineering departments in the Turkish universities, reaching up to 36% over the last 10 years. Although young women are not attracted into doctoral programs, for instance, 48% of research assistants in geology departments are women. . Most women in the universities are assistant professors (23%) while most men are professors. The largest proportion of women hired into assistant professor positions has received their PhD's in the last 10 years. Since women tend to spend more time in the lower ranks of academia, their proportion in geosciences will continue to grow significantly.*

59. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 20-24 Mart 2006, Ankara

**Güncel Tektonik ve Depremsellik Oturumu**  
*Neo-Tectonics and Seismicity Session*

**Yürütücüler: Ergun GÖKTEN, Orhan TATAR**

---

--	--	--	--

## Marmara Denizi'nde Deprem Araştırmaları: Denizaltı Gözlem İstasyonu

*Earthquake Studies in the Marmara: Submarine Earthquake Observatory*

**Naci GÖRÜR**

*İTÜ Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, İstanbul  
gorur@itu.edu.tr*

### ÖZ

İstanbul ve Marmara Bölgesi'ni depreme hazırlamak için hayati öneme haiz olan konu güvenilir deprem hasarları tahminidir. Yıkıcı 1999 depremlerinden sonra, Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) Marmara Denizi içerisinde kalan 150 km uzunluğundaki kısmında yeni bir deprem beklentisi daha vardır. Beklenen bu depremin ayrıntıları bu denizaltı fay sisteminin sismotektonik özelliklerinde gizlidir. Bu özelliklerin bilinmesi sadece beklenen Marmara depremini aydınlatmayacak, aynı zamanda kıtasal transform faylar boyunca havza oluşumlarının ve stres-transfer mekanizmalarının da anlaşılmasını sağlayacaktır. Beklenen Marmara depremi ile ilgili en önemli problem, levha hareketlerini KAF'ın Kuzey Kolu'nun karşıladığı ve bu fayın belirli bir sismojenik derinlikte kilitlemiş (takılmış) olduğu konularındaki yaygın inanca rağmen, İstanbul'da herhangi bir elastik yamulmanın görülüyor olmasıdır. Halbuki bu fay deniz tabanında belirgin bir jeomorfik görünüme ve yoğun bir sismisiteye sahiptir.

Marmara Denizi içerisinde levha hareketlerinin hangi kol tarafından karşılandığı, bu kolların sismojenik derinliklerdeki geometrileri, hangisinin kilitlemiş ve hangisinin akmakta (creep) olduğu gibi konuların bilinmesi bu denizdeki deprem araştırmalarının başlıca hedefleri arasındadır. Bu soruların güvenli bir şekilde cevaplanması ancak deniz jeofiziği yöntemleriyle mümkündür. Bu tebliğde Marmara'nın 300 m derinliğinde faylar üzerinde kurulması planlanan ve akustik akma (creep) sensörleri, GPS ve OBS cihazları ile donatılmış bir Denizaltı Gözlem İstasyonu ile sözü edilen problemlerin nasıl çözüleceği anlatılacaktır.

### ABSTRACT

*A reliable assesment of earthquake hazard in İstanbul and the Marmara region is of major importance for preparing these places for any future earthquakes. Following the disastrous 1999 earthquakes, another damaging earthquake is expected on the 150 km long submarine segment of the North Anatolian Fault (NAF). Details of the expected Marmara earthquake depend on the seismotectonic properties of the submarine fault system. Understanding of these properties is also important for fundamental understanding of basin formation and stress-transfer models along continental transforms. The major problem related to the expected Marmara earthquake is the lack of elastic strain in the İstanbul area, which is inconsistent with the widely shared belief that the Northern Branch of the NAF is carrying the plate motion and is locked to typical seismogenic depths. This fault is associated with dense seismicity and has the most prominent geomorphic expression.*

*The main targets of the earthquake studies in the Marmara sea are to know what is the fault geometry at seismogenic depths, which strand accounts for the current motion and which one is locked or creeping. Only marine geophysical instruments and technics can offer reliable answers to these questions. This paper is about a Submarine Earthquake Observatory which possesses such sophisticated geophysical instruments as acoustic creep sensors, GPS and OBS systems. This observatory is planned to be installed across the Northern Branch at 300 m deep on the Central Marmara High.*

## Kuzey Anadolu Fayı'nın Trakya'da Oligosen'de Ve Orta Miyosen'de Aktif Olduğuna Dair

### *Oligocene and Miocene Activity along the North Anatolian Fault in Thrace*

Aral OKAY<sup>1</sup>, Massimiliano ZATIN<sup>2</sup>, William CAVAZZA<sup>2</sup>

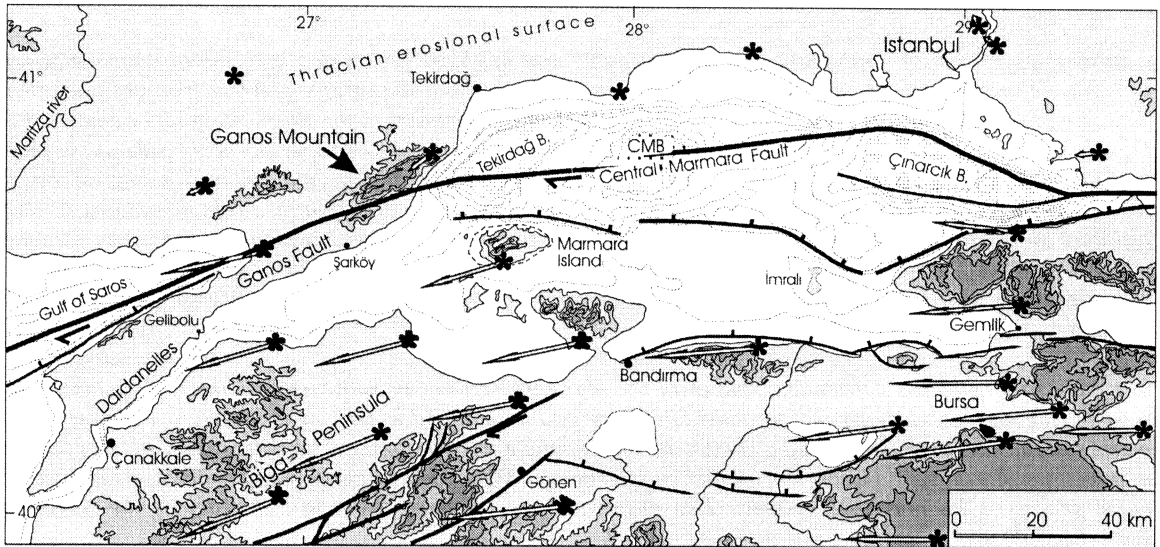
<sup>1</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Ayazağa 34469, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup> Department of Earth and Geoenvironmental Sciences, University of Bologna, Bologna, Italy  
okay@itu.edu.tr

### ÖZ

Kuzey Anadolu Fayı bugünkü karakterine Geç Miyosen veya Pliyosen'de kavuştuğu genel olarak kabul edilmektedir. Buna karşın Trakya'da Kuzey Anadolu Fayı boyunca yapılan apatit fizyon iz ve apatit U/He çalışmaları fayın hiç olmazsa bir kesiminin Geç Oligosen ve Orta Miyosen'de de muhtemelen yanal atımlı bir fay olarak aktif olduğunu göstermektedir.

Kuzey Anadolu Fayı Trakya'da Tekirdağ ile Gelibolu arasında 45 km uzunluğunda Ganos fay segmentini oluşturur. Ganos Fayı'na paralel uzanan Ganos Dağı, 10 km genişlikte ve 35 km uzunlukta bir yükselimi yapar. Ganos dağı, kalınlığı 5 km'yi geçen Eosen-Oligosen klastik sedimenter kayalardan yapılmıştır. Bu kayalar eğimli kanadı Ganos Fayı'na yaslanmış şekilde duran bir monoklinal oluşturur. Monoklinalin eksenini, Eosen-Oligosen kayalarındaki tabaka doğrultuları ve ufak kıvrım eksenleri Ganos Fayı'na paraleldir, bu durum bu yapıların faya dik gelişen bir sıkışmaya bağlı olarak geliştiğine işaret eder. Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzeybatı Anadolu'daki yaşı genellikle 5 ile 1 milyon sene arasında olduğu düşünülmektedir; buna göre bu yapıların da yaşları Pliyosen-Pleistosen olmalıdır. Buna karşın Eosen kayalarında yapılan apatit fizyon iz sonuçları Ganos monoklinalinin Orta Miyosen'de oluşmaya başladığını göstermiştir. Ayrıca Ganos Fayı'nın kuzey ve güneyindeki Eosen kayalarındaki fizyon iz sonuçları, Geç Oligosen ve Miyosen'de fayın hareket halinde olduğunu göstermektedir. Fayın güneyinde kalan kesimi 25 my önce, kuzeyinde kalan kesimi ise 16-12 my önce sathaya yükselmiştir. Bu veriler Ganos Fayı'nın yaşının Geç Oligosen'e kadar indiğini göstermektedir.



### ABSTRACT

*The North Anatolian Fault is believed to have reached its present configuration by the Late Miocene or Pliocene. However, apatite fission track and apatite U/He measurements show that in Thrace activity along the North Anatolian Fault dates back at least to the Late Oligocene and Middle Miocene.*

*In Thrace the North Anatolian Fault makes the 45 km long Ganos segment onland between Tekirdağ and Gelibolu. The Ganos Fault forms a link between the North Anatolian Fault segments in the Marmara and Aegean seas. The Ganos Mountain, 10 km wide and 35 km long, trends parallel to the transpressional Ganos Fault segment. It rises abruptly over 2000 m from the bottom of the transtensional Tekirdağ basin in the Marmara Sea. The termination of the shelf south of the mountain, and the very steep slopes ( $> 30^\circ$ ) of the Ganos Mountain overlooking the North Anatolian Fault indicate recent and ongoing uplift north of the Ganos Fault due to the transpressional nature of the fault. The Ganos Mountain is constituted of Eocene-Oligocene clastic sedimentary rocks, over 5 km thick, which are deformed into a monocline, whose steep limb abuts against the Ganos Fault. The axis of the monocline, the average strike of the bedding, the axis of the minor folds in the Eocene-Oligocene sediments are all parallel to the trace of Ganos Fault. This structural harmony suggests that the monocline and the minor structures formed in response to shortening perpendicular to the Ganos Fault. The age of North Anatolian Fault in northwest Turkey is generally believed to be in the range of 5 to 1 Ma, which implies that the structures in the Ganos Mountain are Pliocene-Pleistocene in age. However, fission track-dating showed that the Ganos monocline started to form in the Mid Miocene (16-12 Ma). Furthermore, fission track results from the Eocene sandstones north and south of the Ganos Fault indicate differential uplift across the Ganos Fault during Late Oligocene and Mid Miocene. Eocene sandstones south of the Ganos Fault were exhumed by 25 Ma, whereas those north of the Ganos Fault only at 16-12 Ma. The implication is that the movement along the Ganos Fault dates back to Late Oligocene. The North Anatolian Fault, if indeed of Late Miocene or younger in age, must have exactly followed the trend of an older fault.*

## Kuzey Anadolu Fayı 1943 Tosya Depremi Yüzey Kırığı

*Surface Rupture of 1943 Tosya Earthquake, North Anatolian Fault*

Ömer EMRE, Hisao KONDO, Cengiz YILDIRIM, Volkan ÖZAKSOY

MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520, Ankara  
emre@mta.gov.tr

### ÖZ

Kuzey Anadolu Fayı, 1939-1999 yılları arasında meydana gelen ve doğudan batıya doğru ilerleyen büyük depremlerde kendine has karakteristik davranışı olan bir transformdudur. 26 Kasım 1943 yılında meydana gelmiş olan Tosya depremi (Mw:7.6) bu deprem serisi içerisinde Erzincan depreminden (M:7.9) sonra en uzun yüzey faylanmasının geliştiği depremdir. Bu depremde Erbaa-Bayramören arasında yaklaşık 280 km uzunluğunda yüzey faylanması oluşmuştur. Yüzey kırıkları üzerinde yapılan atım ölçümleri ve segmentasyon analizleri deprem kırılma süreçleri yanında fayların geçmiş depremlerdeki davranış biçimlerinin de anlaşılması açısından önemli veriler sağlar. 1943 depremi yüzey kırığının atım değerleri üzerine literatürde sınırlı bilgiler mevcuttur. Kırığın detay geometrik özellikleri ve segmentasyonu üzerine ise bilgi yoktur. Bu çalışmada, 26 Kasım 1943 deprem kırığı boyunca 1:25 000 ölçekli haritalama gerçekleştirilmiş, kırık boyunca 60 noktada depremde meydana gelen yerdeğiştirmeler ölçülmüş ve geometri-atım ilişkilerine dayalı segment modellenmesi yapılmıştır.

Kuzey Anadolu Fayı'nın orta kesimine rastlayan 1943 kırığı 280 km uzunluğunda olup, güneye içbükey bir yay şeklindedir. Yüzey kırığı dokuz geometrik segmentten oluşur. Kuyruk bölümleri hariç gövde segmentlerinin uzunluğu 9 ila 57 km arasında değişir. Batısındaki 1944 kırığından sıkışmalı bir sekme (step-over) ile ayrılır. Yaklaşık 7 km uzunluğundaki doğudaki uç segmenti ise 1942 deprem kırığını üzerler. Segmentler birbirinden sekme ve bükümlerle ayrılır. Kargı ve Kamil ile Havza ve Ladik segmentleri açılmalı sekmelerle birbirinden ayrılır. Diğer segmentler ise sıkışmalı sekme veya bükümlerle birbirine bağlanmıştır. Kırık boyunca doğrultu değişimleri sıkışmalı sekme veya bükümler boyunca gerçekleşir. Yerdeğiştirme miktarı kırık boyunca düzenli olmayıp segmentler arasında değişiklik gösterir. En yüksek yerdeğiştirme Havza segmenti üzerinde olup 6.0 metre ölçülmüştür. Ortalama yerdeğiştirme miktarı ise 3.6 metre dolayındadır. Ancak, ortalama yerdeğiştirme segmentler boyunca farklılık gösterir. Ilgaz, Kamil, Havza ve Destek segmentleri ortalama yerdeğiştirmenin en yüksek olduğu bölümlerdir.

Önceki araştırmalardan bazılarındaki son yüzyıldaki deprem serisi içerisinde Kuzey Anadolu Fayı üzerindeki yerdeğiştirmenin, Erzincan depremi yüzey kırığından batıya doğru azalmakta olduğu vurgulanır. En son yapılan çalışmalara göre ise 1943 kırığının diğer deprem segmentlerinden daha düşük yerdeğiştirme değerlerine sahip olduğu yorumlanabilmektedir. Bizim araştırmamızda elde edilen bulgular 1943 depremi yüzey kırığı boyunca ortalama atım değerlerinin önceki çalışmalarda belirtilenden daha yüksek olduğunu, KAF'nın bu deprem segmenti üzerinde herhangi bir atım boşluğu bulunmadığını göstermektedir. Bulgular, ayrıca Kuzey Anadolu Fayı'nda son yüzyıldaki deprem kırıkları boyunca ortalama atım miktarının batıya doğru azaldığı tezini desteklemez.

### ABSTRACT

*The North Anatolian Fault (NAF) is a continental transform fault which is characterized by a sequence of westward propagating large earthquakes occurred between 1939 and 1999. The November 26, 1943 Tosya earthquake (Mw: 7.6) produced 280 km long surface rupture which is second longest surface faulting in that sequence. The offset measurements and segmentation analysis provide data on rupturing processes as long as*



*understanding of the fault behavior during the paleo-earthquakes. In the previous works, there is limited data on offset measurements and no documented data of detailed geometrical properties and segmentation analysis of the rupture for 1943 event. In this study we performed rupture mapping on a scale of 1/25 000 and measured offsets at 60 locations, and segmentation based on relationships between geometry and slip distribution.*

*The 1943 surface rupture, located at the central part of the NAF is totally 280 km-long and has a convex northward shape. It was divided into nine geometric segments. The length of the body segments varies from 9 to 57 km. It is separated from the 1944 rupture in the west by a restraining stepover. The 7 km-long easternmost segment overlaps the 1942 earthquake rupture. The segments are separated (distinguished) from each other by stepovers and bends. Kargı-Kamil, and Havza-Ladik segments are separated from each other by releasing step overs. However the other segments were tied to each other by restraining bends or step overs. The general strike of the rupture usually changes along the restraining step-overs and bends. The amount of the average slip is not uniform along the entire rupture, and different at each segments. The maximum offset is 6.0m and measured on the Havza segment. The average offset is about 3.6 m. Ilgaz, Kamil, Havza and Destek segments have the highest average slip along the rupture.*

*Our data shows that amount of average dextral slip occurred during the 1943 Tosya event is much larger than the results of previous studies. There is no slip gap along the 1943 earthquake segment of the NAFS. Additionally, our findings does not support the idea of westward decrease of the average slip by the earthquake series occurred in the last century as suggested in the previous studies.*

## 12 Kasım 1999 Düzce Depremi ile İlişkili Kayma ve Gerilme Değişimlerinin Uzak-Zaman Ortamı Dağılımları

*Spatitemporal Distribution of Slip and Stress Changes Associated with the November 12, 1999 Düzce ( $M_w=7.1$ ) Earthquake*

Murat UTKUCU<sup>1</sup>, Süleyman S. NALBANT<sup>2</sup>, John McCLOSKEY<sup>2</sup>, Sandy STEACY<sup>2</sup>,  
Canan ÇETİN<sup>3</sup>, Ömer ALPTEKİN<sup>3</sup>, Mustafa AÇLAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 65080 Kampüs-Van

<sup>2</sup>Geophysics Research Group, School of Biological & Environmental Sciences, The University of Ulster, Coleraine, UK.

<sup>3</sup>İstanbul Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34800 Avcılar-İstanbul.

utkucu@yyu.edu.tr, ss.nalbant@ulster.ac.uk, maclan@yyu.edu.tr, canan78a@e-kolay.net, alptekin@istanbul.edu.tr

### ÖZ

12 Kasım 1999 Düzce depremi ( $M_w=7.1$ ) açık bir şekilde 17 Ağustos 1999 İzmit depremi ( $M_w=7.4$ ) kırılmasının doğuya doğru uzanımıdır. Deprem Düzce ve Bolu şehirlerinde ağır can ve mal kayıplarına neden olmuştur. Bu çalışmada, 1999 Düzce depremi sırasında meydana gelen kaymanın uzay-zaman dağılımının elde edilmesi için depremin uzak-alan P ve SH hız dalga şekillerine bir sonlu-fay ters çözüm yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen kayma modeli kaymanın büyük kısmının odağın iki tarafında yerleşmiş iki ayrı fay pürüzü üzerinde meydana geldiğine, bir başka ifadeyle çift taraflı kırılma yayılımına işaret etmektedir. Deprem 1999 İzmit depremi tarafından tetiklenme olasılığı, bölgede 1943 yılından sonra meydana gelen tüm büyük depremlerin Coulomb gerilme modellemesi bölgesel gerilme yüklenmesi de içerilip yapılarak araştırılmıştır. Gerilme modellemesi sonuçları 1999 Düzce depremi kırılma düzleminin 1999 İzmit depremi öncesinde bir gerilme gölgesi içinde yer alıyor olmasına rağmen, 1999 İzmit depreminin 1999 Düzce depremi kırılmasını çabuklaştıran önemli miktarda bir pozitif gerilme değişimine neden olduğunu göstermiştir. Elde edilen kayma ve Coulomb gerilme dağılımlarının karşılaştırılması, kayma ile Coulomb gerilmeleri arasında herhangi bir ilişki olmadığını göstermiştir. Son olarak 1999 İzmit ve 1999 Düzce depremleri artçı depremleri kullanılarak, deprem istatistiğinin frekans-büyüklik bağıntısındaki b değerinin dağılımı, 1999 Düzce depremi kırılma düzlemi ve komşu fay segmentleri üzerinde gerek yüzeyde, gerekse derinlik boyutunda haritalanmıştır. Büyük b değerleriyle büyük fay pürüzü arasında olası bir gerilme serbestlenmesini ifade eden iyi bir uyum bulunmuştur.

### ABSTRACT

*The November 12, 1999 Düzce earthquake ( $M_w=7.1$ ) was apparently the eastward extension of the August 17, İzmit earthquake ( $M_w=7.4$ ) rupture. The event caused heavy damage and fatalities in the cities of Düzce and Bolu. In this study, a finite-fault inversion method is applied to the teleseismic P and SH velocity recordings of the 1999 Düzce earthquake to derive spatitemporal distribution of the co-seismic slip. The resulted co-seismic slip model indicated that the majority of slip occurred in two distinct patches on either side of the hypocenter, implying bilateral rupture. The possible triggering of this event by the İzmit earthquake is investigated using Coulomb stress modeling of all large events in the region since 1943 with the inclusion of secular loading. The results show that although the Düzce rupture plane was in a stress shadow prior to the 1999 İzmit earthquake, that event caused a significant positive Coulomb stress change, which probably precipitated failure. A comparison of the mapped Coulomb stress change with the inferred slip shows no correlation between the two. Finally, b value of frequency-magnitude relationship of earthquake statistics are mapped along the rupture plane of the 1999 Düzce earthquake and neighboring fault segments both on earth surface and in depth domain from the aftershock seismicity of the 1999 İzmit and 1999 Düzce earthquakes. A good correlation between the high b values and the larger slip patch was obtained, indicating a possible stress release.*

## **Orhanlı (Tuzla) Fay Zonundaki Jeolojik-Jeomorfolojik Belirteçler ve Odak Mekanizma Çözümünün Karşılaştırılması: Batı Anadolu'da KD-Uzanımlı Doğrultu Atımlı Fayların Reaktivasyonu**

*Comparison of Geologic-Geomorphologic Markers and Focal Mechanism Solution of the Orhanlı (Tuzla) Fault Zone: Reactivation of NE-trending Strike-Slip Faults in Western Anatolia*

**Bora UZEL, Hasan SÖZBİLİR**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir  
bora.uzel@deu.edu.tr, hasan.sozbilir@deu.edu.tr*

### **ÖZ**

İzmir ilinin güneyinde yer alan Orhanlı (Tuzla) fay zone, Cumaovası çek-ayır havzasının batı sınırını oluşturur. 6 Kasım 1992'de, İzmir-Doğanbey civarında yaşanan orta büyüklükte bir ana şok ( $M_w=6.0$ ) ile bu fayın güney segmenti aktive olmuştur. Depreme ait odak mekanizma çözümü KD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylanma veya KB doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı faylanma vermiştir (Tan ve Taymaz, 2001). Diğer yandan, Orhanlı fay zone, önceki jeolojik çalışmalarda; Eşder ve Şimşek (1975), Emre ve Barka (2000) ve Genç ve diğ. (2001) tarafından sırası ile bindirme fayı, sağ yönlü doğrultu atımlı fay ve sol yönlü doğrultu atımlı fay olarak tanımlanmıştır.

Bu çelişkiyi çözmek için, Orhanlı fay zonunda ayrıntılı haritalama, kinematik analiz çalışmaları ve jeomorfolojik gözlemler yapılmıştır. Fay çiziklerinin saptandığı yüzeylede yapılan kinematik analiz çalışmaları, iki farklı hareketi belirten kinematik göstergeler olduğunu ortaya koymuştur. Sol yönlü doğrultu atımlı hareket, sağ yönlü doğrultu atımlı hareket yapıları tarafından kesilmektedir. Topografik harita, uydur fotoğrafı ve arazi gözlemleriyle saptanan jeomorfolojik belirteçler de (dere ötelenmeleri, basınç sırtları, vb.) Orhanlı Fayı boyunca iki farklı hareket olduğunu destekler niteliktedir. Elde edilen kinematik veriler Angelier programında değerlendirildiğinde, bölgedeki ilk hareketin yaklaşık D-B açılma ve K-G doğrultulu sıkışma ile ilişkili olduğu görülür. İkinci hareket ise yaklaşık K-G açılma ve D-B doğrultulu sıkışma ile ilişkilidir. Her iki harekette de  $\delta_2$  gerilme değeri düşeye yakındır.

Bu verilere göre Orhanlı fay zone, bölgedeki stres dağılımındaki değişime bağlı olarak önce sol yönlü doğrultu atımlı fay olarak çalışmış ve sağ yönlü doğrultu atımlı fay şeklinde yeniden aktif hale geçmiştir. Fayın güncel reaktivasyonu ise, Doğanbey depremi ile belgelenmiştir.

### **ABSTRACT**

*The Orhanlı (Tuzla) fault zone forms the western margin of the Cumaovası pull-apart basin located to the south of İzmir City. On 6 November 1992, a moderate magnitude main shock ( $M_w=6.0$ ) activated the southern segment of this fault around Doğanbey, İzmir. Focal mechanism solution indicates either right-lateral slip on a N-S striking fault or left-lateral slip on an E-W striking fault (Tan and Taymaz, 2001). On the other hand, according to previous geological studies, the Orhanlı (Tuzla) fault zone was interpreted as a thrust fault, right-lateral strike-slip fault and left-lateral strike-slip fault by Eşder and Şimşek (1975), Emre and Barka (2000) and, Genç et al. (2001) respectively.*

*To solve this controversy, detailed geological mapping, kinematic analysis and geomorphologic observations were carried out along the Orhanlı fault zone. Result of kinematic analysis on the striated fault planes suggest that two sense of movements having opposite kinematic indicators. The former left-lateral strike-slip movement is overprinted by the latter right-lateral strike-slip markers. The geomorphologic indicators (offset*

of river channels, pressure ridges, etc.), determined from the topographic maps, satellite images and field observations also support two different movement along the Orhanlı fault zone.

Using the Angelier software, the data indicate that the first movement in the region was related to approximately E-W extension with N-S-directed compression. On the other hand, the following activity is consistent with approximately N-S extension with E-W-directed compression. Both of these define a nearly vertical  $\delta_3$  stress.

These data reveal that the Orhanlı fault zone was previously a left-lateral strike-slip fault, and then reactivated as a right-lateral strike-slip fault in response to the changing in the stress field of the region. Recent reactivation of the fault was evidenced by the Doğanbey- earthquake.

#### Değınilen Belgeler

- Emre, Ö., Barka, A., 2000, Active faults between Gediz graben and Aegean Sea (İzmir region). *Bati-Anadolu'nun Depremselliđi Sempozyumu (BADSEM)*. Dokuz Eylül University Press, İzmir, pp. 131– 132.
- Eşder, T., Şimşek, Ş., 1975. Geology of İzmir-Seferihisar geothermal area, Western Anatolia of Turkey, determination of reservoirs by means of gradient drilling. In: *Proc. 2nd UN Symp. on the Development and Use of Geothermal Resources*, San Francisco, CA, pp. 349-360.
- Genç, C.Ş., Altunkaynak, Ş., Karacık, Z., Yazman, M., Yılmaz, Y., 2001, The Çubukludağ graben, south of İzmir: its tectonic significance in the Neogene geological evolution of the western Anatolia, *Geodinamica Acta*, 14, pp. 45-55.
- Tan, O. and Taymaz, T., 2001, Source parametres of November 6, 1992 Doganbey (Izmir) earthquake ( $M_w=6.0$ ) obtained from inversion of teleseismic body-waveforms, *4th International Turkish Geology Symposium: Work in Progress on the Geology of Turkey and Its Surroundings*, Çukurova University, Adana-Turkey,p.171.

## İzmir Yöresinin Aktif Tektoniği ve 17-21 Ekim 2005 Sığacık Depremleri

*Active Tectonics of the İzmir Region and the 17-21 October, 2005 Sığacık Earthquakes*

**Ömer EMRE, Ahmet DOĞAN, Selim ÖZALP**

*MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520, Ankara  
emre@mta.gov.tr*

### ÖZ

Gediz grabenin batısında yer alan İzmir yöresinde doğrultu atımlı ve normal faylarla temsil edilen karmaşık bir güncel deformasyon etkindir. Bu graben sisteminin batı ucunda yer alan Gediz grabeni ana sıyrılma fayı ile Manisa, Kemalpaşa ve İzmir fayları bölgedeki başlıca normal faylar olup D-B genel doğrultuludurlar. Grabenin Manisa kolu batı ucundaki Üçpınar fayı dışındaki tüm doğrultu atımlı faylar sağ yönlüdür. Sağ yönlü doğrultu atımlı faylardan Dağkızılcıca, Tuzla, Seferihisar, Gülbahçe, fayları KD-GB veya KKD-GGB genel uzanımlıdır. Menemen fay zonu ile Güzelhisar fayları ise KB-GD gidişlidir. Bölgedeki diri faylar tarihsel dönem ve son yüzyılda orta ve büyük manyitüdü birçok depreme kaynaklık etmiştir. İzmir fayı üzerinde meydana gelen en son yıkıcı depremin 1668'de olduğu ve bu depremin 80.000 nüfuslu olan kentte 20 000'ne yakın can kaybına yol açtığı bilinmektedir. Tuzla fayı Mw:6.0 büyüklüğündeki 1992 depremine kaynaklık etmiştir. Seferihisar fayı ise 2003 yılında Mw:5.7 büyüklüğündeki depreme yol açmıştır.

17 ve 21 Ekim günleri İzmir batısında yer alan Sığacık körfezinde meydana gelen orta büyüklükteki dört depremin aletsel dışmerkez lokasyonları Gülbahçe fayının güney bölümüne rastlar. Gülbahçe fayı Karaburun yarımadasını yapısal ve morfolojik olarak doğudan sınırlandıran sağ yönlü doğrultu atımlı bir faydır. Sualtı bölümleriyle birlikte bu fayın toplam uzunluğu 70 km'ye ulaşır. Fay, kuzey ve güney olmak üzere iki alt bölümden oluşur. Kuzey bölümünün tamamına yakını sualtındadır. Güney bölümün ise 20 km uzunluğundaki kesimi Gülbahçe ve Sığacık körfezleri arasında karada izlenir. Bu kesimde fay birbirine paralel veya yarı paralel alt faylardan meydana gelen zonal bir yapı sunar. Bu alt fayların devamlılıkları sualtında olup toplam uzunlukları hakkında yorum yapılamamaktadır. Ancak, sol yönde aralı aşmalı geometrik bir düzen içerisinde sıralanırlar. Bunlardan Gülbahçe körfezi batısındaki fay K-G doğrultuludur. Bu Körfez ile Sığacık körfezi arasında ise birbirine kabaca paralel uzanan iki fay parçası bulunur. Bu iki parça arasındaki Yağcılar dağı yükselimi bir basınç sırtına karşılık gelir. Doğudaki fay Yağcılar köyünde sola sekmeli sıkışmalı bir bölümlerle ikiye ayrılır. Bölümün güneyinde, bu köy ile Sığacık körfezi arasında 6 km uzunluğundaki fay parçasının uzanımı KKD yönündedir. Fay boyunca doğrultu atım morfolojisi çok belirgin olup düzlemi üzerinde sağ yönlü doğrultu atımı yansıtan çizik ve oluklar belirgindir. Yağcılar köyü kuzeyinde bu fay K-G genel doğrultusunu kazanır. Köyün yakınında 0.5 km genişliğinde sıkışmalı çiftli bölümler yapar ve kuzey ucunda doğu bloğu batı blok üzerine itilen bir bindirmeye dönüşür.

17 Ekim depremlerini takiben yapılan saha çalışmaları esnasında 21 Ekim 2005 günü saat 00.40'ta meydana Mw:5.9 büyüklüğündeki deprem sonrasında, Yağcılar köyü güneyinde, Orta tepe ile Demircili koyu arasında gelişmiş kılcal çatlaklar şeklinde yüzey faylanması izlenmiştir. Yaklaşık 3 km uzunluğunda olan bu kırıklar çizgisel gidişli olup jeolojik ve morfolojik olarak çok net izlenebilen diri fay zonunda oluşmuştur. Tamamına yakını Bornova filişinden oluşan ana kaya üzerinde izlenen yüzey kırığı K25<sup>0</sup>D genel uzanımlıdır. Güneyde, Demircili koyu sahilinden başlar ve uzunlukları 15-20 ile 50-60 metreler arasında değişen ve aralı aşmalı geometri içerisinde boşluklar içeren kılcal çatlaklar şeklindedir. Parçalar halinde izlenen kırıklar yer yer 5 metre genişliğe ulaşan zonal bir gidiş sunarlar. Her parça kendi içerisinde genelde sağ yönde aralı aşmalı alt bölümlere ayrılır. Kırıklar boyunca mikro ölçekte sıkışma ve açılma yapıları gözlenmiştir. Açılmalarındaki çatlak aralığı en fazla 3 cm olarak ölçülmüştür. Kırıkların yapısal özellikleri depremin sağ yönlü doğrultu atımlı faylanma sonucu geliştiğini gösterir. Kırıklarda ortalama 2 cm sağ yönde yer değiştirme ölçülmüştür. Bu yüzey kırığı yakınlarında, yamaç molozları içerisinde farklı doğrultularda uzanan bazı heyelan çatlakları da izlenmiştir. Deniz kıyısındaki kumsal ve yelpaze deltası ovalarında ise sıvılaşma ve yanal yayılma süreçlerine bağlı olarak gelişmiş bazı yüzey deformasyonları gözlenmiştir.

1992 Doğanbey, 2003 Seferihisar ve 2005 Sığacık depremleri Gediz grabeni batısındaki sağ yönlü doğrultu atımlı transfer fayların bölgesel güncel kinematik ve depremsellik açısından önemli yapılar olduğunu ortaya

koymuştur. 2005 deprem serisi Gülbahçe fayının güney segmentindeki faylar boyunca gelişmiş, ancak kuzey segment üzerinde belirgin bir aktivite izlenmemiştir. Bu durum Yağcılar sıkışmalı çiftli bükümünün kırılmanın kuzeye doğru ilerlemesinde yapısal bir bariyer rolü üstlendiğine işaret eder. Bu nedenle yazarlar, son depremlerinin Gülbahçe fayının kuzey segmenti ve İzmir fayı üzerinde yakın gelecekte yıkıcı bir deprem olasılığını yükselttiği söylenebilir.

### ABSTRACT

*Izmir region is under an active tectonic complex deformation represented by strike slip and dip-slip faults, west of Gediz Graben. Gediz graben detachment fault, Manisa fault, Kemalpaşa fault and İzmir faults where located western margin of Gediz graben system are major dip-slip faults striking E-W. The most of the strike slip faults are right lateral. Dağkızılca, Tuzla, Seferihisar and Gülbahçe faults are right lateral strike slip faults and general strikes are NE-SW or NNE-SSW. However, strikes of Menemen fault zone and Güzelhisar faults are NW-SE. Active faults of the region generated moderate to large earthquakes in historical period and the last century. The last devastating earthquake on the İzmir fault was occurred in 1668 approximately 20 000 casualties in the 80 000 population of the city. Tuzla fault and Seferihisar faults generated 1992 earthquake (Mw: 6.0) and 2003 earthquake (Mw: 5.7), respectively.*

*Recently, four moderate earthquakes occurred in the Sığacık Bay in the west of Izmir between 17 and 21 October 2005. Epicenters of the earthquakes are coincided southern portion of the Gülbahçe fault. Gülbahçe fault is a right lateral strike slip that structurally and morphologically delimits east of the Karaburun peninsula. Length of the fault reaches 70 km along with its submarine portion. Fault is comprised by two main segments as the northern and the southern. The whole northern segment is almost submarine. 20 km of the southern segment can be observed on the land between Gülbahçe and Sığacık bays. The fault presents a zonal structure in this area formed by parallel and sub parallel faults. Continuation of those are submarine, total lengths are unknown. One of those is located west of the Gülbahçe Bay and strike is N-S. Between this bay and Sığacık Bay there are two faults roughly parallel each other. Yağcılar Dağı represents a pressure ridge structure between those two. Eastern fault is divided into two sub-sections by a restraining bend at the Yağcılar village. In the south of the bend, the fault has 6 km length and NNE trend between this village and Sığacık Bay. Strike-slip morphology is very distinctive along this portion of the fault together with slickenlines on the fault plane. Orientation of the fault becomes N-S in the north of Yağcılar village. Around the village two sub-sections are tided to each other by a 0.5 km width restraining double bend. The northern sub-section dominantly has reverse/thrust component at the northern margin where eastern block pushed over western block.*

*During the field works following to 17 October earthquakes, after the 21 October 2005 earthquake occurred on 00.40 (Mw: 5.9), some surface cracks were observed along the 3 km just on geologically and geomorphologically determined fault zone between Orta Tepe and Dermircili bay. Surface cracks are observed on the basement (mostly Bornova fliş) trending of N25E. In the south, the surface cracks starts at the coast of Demircili Bay. The surface cracks, which are formed by spaced fissures, have an echelon pattern. Lengths of the cracks are alternated between 15-20 and 50-60 meters. Zonal distribution of the surface cracks is 5 meters in somewhere. Surface cracks has right stepping an echelon pattern. Micro scale extensional and contractional structures are observed along the rupture. Width of the extension is maximum 3 cm. Structural features of the fractures reveal a right lateral faulting and 2 cm average slip. However, landslide cracks in different directions in the debris deposits and liquefaction and lateral spreading in the beach and delta plains are observed.*

*1992 Doğanbey, 2003 Seferihisar and 2005 Sığacık earthquakes indicate that right lateral strike-slip transfer faults play an important role in the recent kinematics and seismicity of the region. Despite 2005 Sığacık earthquakes clustered along the southern segment of the Gülbahçe fault, there is no seismic activity on the northern segment. Our data show that northern propagation of the rupture should be obstructed by Yağcılar double bend as a structural barrier. Therefore, we can speculate that 2005 Sığacık earthquakes heightened probability of the devastating earthquake hazards on the northern segment of the Gülbahçe fault and İzmir fault.*

## Ege Graben Sisteminin Kuzey Sınırı: Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu

*Northern Boundary of Aegean Graben System: Sındırgı-Sincanlı Fault Zone*

**Ahmet DOĞAN, Ömer EMRE**

*MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520, Ankara  
dogan@mta.gov.tr*

### ÖZ

Batı Anadolu'nun güncel tektonik yapıları Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) ve Ege açılmalı tektonik rejimine bağlı olarak gelişmiştir. Anadolu'nun batı yarısında KAFS Marmara Denizi ve Kuzey Ege çukurluklarını izler. K-G uzamalı Ege tektonik rejimi ise bir dizi horst-graben sistemi ile karakteristiktir. Gediz grabeni bu açılmalı tektonik rejiminin en büyük yapısal unsurlarından biri olup açılmanın merkezi konumundaki Menderes masifi çekirdeğinin kuzey kenarına yerleşmiştir. Gediz grabeni ile KAFS nin yer aldığı Marmara Denizi arasındaki Kuzeybatı Anadolu'da çok sayıda diri fay bulunur. Bu faylardan çoğunluğu sağ yönlü doğrultu atımlı olup güneye bakan geniş büküm sistemleri oluştururlar. Bu büküm sistemleri boyunca bazı normal faylar ve bunlara bağlı olarak Edremit, Bursa, Kütahya gibi lokal graben yapıları gelişmiştir. Ayrıca, aynı bükümlerin bazı kesimlerinde sağ yönlü doğrultu atımlı faylar önemli ölçüde ters fay veya bindirme bileşene sahiptir. Tüm bu yapılar KAFS ile Gediz grabeni arasında kalan kuzeybatı Anadolu'da blok rotasyonlarının egemen olduğu karmaşık bir deformasyonun varlığını göstermektedir. Bu karmaşık deformasyon alanı Ege graben sistemi ile KAF transform sistemi arasında bir geçiş zonu niteliğinde olup tarafımızca "Kuzeybatı Anadolu Geçiş Zonu" adlanması önerilmektedir.

Bu çalışmada tanımlanan ve Gediz grabeni kuzeyinde, Soma-Afyon arasında uzanan Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu (SSFZ), Ege açılmalı tektonik rejimi ile Kuzeybatı Anadolu geçiş tektonik rejimi arasında yapısal bir sınır olarak değerlendirilmektedir. Bu fay sisteminin en karakteristik özelliği, Gediz grabeni tavan bloğunda, bu grabenin eksenine dik yönde uzanan kabaca KD-GB doğrultulu enine fayların kuzey uçlarının sonlandığı yapısal bir hat olmasıdır. Bu fay sistemi, batı ucunda Gediz graben sisteminin doğrultu atımlı bir transfer yapısı olan Gelenbe fay zonu ile ilişkilidir. Doğu ucunda ise Sultandağı fayına bağlı olarak şekillenmiş Afyon-Akşehir graben sistemine bağlanır. SSFZ, yaklaşık 205 km uzunluğunda sağ yönlü doğrultu atımlı diri bir fay zonudur. Fay sistemi boyunca 10 km'yi bulan jeolojik atımlar, Kuvaterner morfolojisi ve akarsularda izlenen ötelenmeler sağ yönlü doğrultu atımlı olduğunu göstermektedir. Literatürden bilinen Simav fayı bu fay sisteminin bir alt parçasını oluşturur. BKB-DGD genel doğrultusunda uzanan fay sistemi 7 alt fay veya segmentten meydana gelir. Uzunlukları 19-56 km arasında değişen bu alt faylar batıdan doğuya doğru; K86<sup>0</sup>B doğrultulu, 37 km uzunluğunda Osmanlar, K77<sup>0</sup>B doğrultulu 56 km uzunluğunda Simav, K66<sup>0</sup>B doğrultulu 23km uzunluğunda Şaphane, K65<sup>0</sup>B doğrultulu 33 km uzunluğunda Abide, K65<sup>0</sup>B-KG-K30<sup>0</sup>D doğrultularında batıya içbükey bir yay şeklindeki 24 km uzunluğunda Banaz, K67<sup>0</sup>B doğrultulu 26 km uzunluğunda Elvanpaşa ve K53<sup>0</sup>B doğrultulu 19 km uzunluğundaki Çayhisar segmentleri olarak tanımlanmıştır. Bu segmentler veya alt faylar açılmalı büküm veya sekmelerle birbirinden ayrılır. Segment sınırı olan sekme veya sıçramalar aynı zamanda Gediz grabeni sistemi enine faylarının sistemle birleştiği yapısal zonlara karşılık gelmektedir. Fay sistemi içerisinde gelişmiş en büyük yapısal çöküntü olan Simav ovası Simav ve Şaphane fayları arasındaki sağa sıçramalı bükümde gelişmiş açılmalı bir havza olarak biçimlenmiştir. Fay zonu boyunca Holosen ve tarihsel dönemdeki deprem aktivitesini gösterir veriler toplanmıştır. Bulgularımız, SSFZ'nun Batı Anadolu'nun güncel tektoniği içerisinde doğrultu atımlı mekanizmaya sahip önemli bir sismojenik zon olarak değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

### ABSTRACT

*The active tectonic structures in the West Anatolia formed by the concurrent activity of the North Anatolian Fault System (NAFS) and Aegean extensional tectonic regime. In the Western Anatolia, NAFS follows the Sea of Marmara and North Aegean depressions. The N-S extensional system of the Aegean tectonic regime is characterized by the series of horst and graben formations. The Gediz graben, which is one of the most important extensional structure in the region, formed on the northern margin of the core of the Menderes massive. There are many active faults in NW Anatolia between Gediz graben and the Sea of Marmara. The most of them are dextral faults forming concave southward large bends. Along those bend systems, the normal faults formed and initiated the graben formations (e.g. Edremit, Bursa and Kütahya grabens). Additionally, the dextral faults have reverse or thrust component at the some parts of the same bends. All of these structures indicate a presence of complex deformation process, produced mainly by the block rotations in the area between Gediz graben and NAFS, NW Anatolia. This complex deformational area could be considered as a transition zone between NAFS and Aegean graben system and is named as "NW Anatolian Transition Zone" in this study.*

*The Sındırgı-Sincanlı Fault Zone (SSFZ), described in this study is situated in the North of Gediz graben and between Soma and Afyon towns. This fault is evaluated to be a structural boundary between Aegean extensional and NW Anatolia transition tectonic regimes. In the hanging wall of the Gediz graben, the NE trending cross-faults, which are perpendicular to the strike of the graben axis terminate at the SSFZ. The western end of this fault system tied to a strike-slip Gelenbe fault which is transfer structure of Gediz graben system, and to Afyon-Akşehir graben system formed by Sultandağı fault, in the eastern end of the system. SSFZ is an active, 205 km long dextral fault. Quaternary morphology and dextral offsets in the fluvial channels indicate to right lateral movement. The maximum displacement along the fault is up to 10 km.*

*The documented Simav fault is a part of this system. The WNW-ESE trending SSFZ was divided into 7 segments. Their lengths vary from 19 to 56 km. These are N86°W trending 37 km long "Osmanlar", N77°W trending 56 km long "Simav fault", N66°W trending 23 km long "Şaphane", N65W trending 33km long "Abide", N65°W-NS-N30°E trending 24 km long concave westward "Banaz", N67°W trending 26 km long "Elvanpaşa" and N53°W trending, 19 km long "Çayhisar" segments from west to east respectively were described. These segments are separated from each other by releasing bends or step overs. These segment boundaries typically meet cross-faults located in the Gediz graben. The Simav basin is the largest graben formed in the system. This depression was produced by right-stepping bend between Simav and Şaphane faults.*

*The data about the fault activity in Holocene and historical period were collected. We suggest that the dextral SSFZ should be considered as an important seismogenic zone in evaluating of recent tectonic regime of the Western Anatolia.*



## 17 ve 21 Ekim 2005 Tarihinde Oluşan İzmir Depremlerinin Sismik Jeomorfolojisi ve Bölgedeki Gerilme Alanları ile İlişkisi, Batı Anadolu

*Seismic Geomorphology of the İzmir Earthquakes Occurred during October 17 to 21, 2005 and Their Relationships with the Stress Field of the Region, Western Anatolia*

**Hasan SÖZBİLİR, Ökmen SÜMER, Bora UZEL, Yalçın ERSOY, Fuat ERKÜL, Uğur İNCİ, Cahit HELVACI**

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

### ÖZ

İzmir ili ve çevresi İzmir-Balıkesir Transfer Zonu olarak bilinen doğrultu-atımlı faylarca baskın bir zayıflık zonu içinde yer alır. Bu zonun son aktivitesi İzmir depremleriyle kanıtlanmıştır. Bu çalışmada İzmir depremlerinin sismo-jeomorfolojik özellikleriyle haritalanmış Kuvaterner fayları ve bölgedeki gerilme dağılımlarıyla ilişkisi tartışılacaktır.

17 Ekim 2005'te İzmir ili ve çevresi magnitüdü 5.9 olan orta büyüklükteki bir depremle sarsılmıştır. Dört gün sonra, Karaburun Yarımadası güneyindeki Sığacık Körfezi'nde aynı büyüklükte diğer bir deprem meydana gelmiştir. Uluslararası Deprem Merkezlerine göre, İzmir depremleri doğrultu atımlı fay mekanizmasıyla oluşmuştur. Depremlerden sonra Sığacık Körfezi boyunca sismik şok sırasında gelişmiş tortullaşmayla yaşıt biçim değiştirme yapıları (sismitler) gözlenmiştir. Bunlar ilk depremden bir gün sonra çalışılmaya başlanmış ve ikinci depremden sonra ayrıntılı haritalanmıştır.

Tortullaşmayla yaşıt biçim değiştirme yapıları Urla Havzası güneyindeki Demircili Köyü ve Yumlu Çiftliği çevresinde tesbit edilmiştir. Bu yapılar karasal tortullarla girik olan çakıllı ve kumlu plaj çökellerinde gelişmiştir. Sismitler KD ve D-B çatlaklar ile sivilaşmayla oluşmuş kum volkanlarından yapıldır. KD çatlaklar onlarca cm ile birkaç m uzunluğundadır ve yerel olarak kaynaşmış geometri sunan en-eşelon bir şekle sahiptir. Bunlar ana fay segmentleri ile uyumlu olarak K40-70 D doğrultusunda uzanır. D-B doğrultulu çatlaklar ise, Sığacık Körfezi'nin kıyı çizgisine paraleldir ve 8 cm'ye ulaşan eğim atım sunar. Yumlu çiftliğinde, sismik sarsılma nedeniyle NNE doğrultusunda kılcal bir çatlak oluşmuştur. Urla Havzası'nın kuzeyine doğru, havzanın batı kenarı üzerindeki fayın atlama alanında (stepover) küçük ölçekli kitle hareketleri saptanmıştır.

Yakın tarihlerde (10 Nisan 2003) Urla Havzası'nın doğru kenarı üzerinde oluşan orta büyüklükteki depremin (Mw 5.7) odak mekanizma çözümü sağ yönlü doğrultu atımlı faylanma vermiştir. Bu fay boyunca haritalanan Kuvaterner yaşlı birimlerin içinde saptanan küçük ölçekli kayma yapıları, fayın eski deprem aktivitesiyle ilişkilidir.

Tortullaşmayla yaşıt biçim değiştirme yapıları sismik sarsılmaya atfedilmesine rağmen, KD/KB doğrultu atımlı faylar ve D-B oblik atımlı faylarla şekillenmiş olan tektonik çatıyla da zamansal ve alansal anlamda yakın bir ilişkiye sahiptir. İzmir depremlerinin ana ve artçı şoklarının negatif bir çiçek yapısı sunan bu tektonik çatıyla uyumluluk sunması bunun en belirgin kanıtıdır. Bu çiçek yapısı Kuvaterner yaşlı Urla Havzasını şekillendiren ve yukarı doğru-ıraksayan doğrultu atımlı fay kollarıyla baskın bir fay zonuyla karakteristiktir.

### ABSTRACT

*The İzmir city and the surrounding area is located in the strike-slip dominated zone of weakness known as the İzmir-Balıkesir Transfer Zone. The last activity of the zone is evidenced by the İzmir earthquakes. In this study, we merge seismic geomorphological features of the İzmir earthquakes with the recently produced map of Quaternary faults and stress field of the region.*

*On October 17, 2005 the city of İzmir and its vicinity were shaken by a moderate earthquake with a magnitude of 5.9 (M<sub>w</sub>). After four days, another earthquake with the same magnitude and similar location occurred south of the Karaburun Peninsula, around the Sığacık Bay. The İzmir earthquakes have a strike-slip fault mechanism as measured by international earthquake centers. Following the earthquakes, syn-sedimentary deformational structures (seismites) attributable to seismic shock have been observed along the Sığacık Bay. The seismites were studied a day after the first earthquake and were mapped in detail after the second earthquake.*

*The syn-sedimentary deformational structures occur around Demircili village and Yumlu Farm to the south of the Urla Basin. These structures developed in recent sediments which comprise beach gravels and sands that interfinger with the river deposits. The seismites are composed of NE- and E-W-trending cracks and sand volcanoes due to liquefaction. NE-trending cracks are tens of centimetres up to several metres long and display an en-echelon pattern that locally forms an anastomosing geometry. They trend N40-70°E in accordance with main fault segments. E-W-trending cracks are oriented parallel to the coastline of the Sığacık Bay and have a dip-slip displacement up to maksimum 8 cm. At the Yumlu Farm, the shaking creates a linear fissure that extends NNE in direction. To the north of the Urla Basin, we observed a small-scale landslide developed in the stepover area of the western margin of the basin.*

*Recently, an earthquake (M<sub>w</sub> 5.7) occurred on the eastern margin of the Urla Basin on April 10, 2003, and it was also involved NE-trending right lateral strike-slip fault. A small scale set of slump beds is observed at several stratigraphic levels within the Quaternary succession, and they are related to paleoseismic activity of this fault.*

*Although syn-sedimentary deformational structures can be attributed to a simple seismic shaking, they appear to display a close spatial and temporal relationship with tectonic framework of the region shaped by NE/NW-trending strike-slip faults and E-W-trending oblique-slip normal faults of Quaternary age. Main and aftershocks of the İzmir earthquakes clustered on this fault pattern indicating a negative flower structure is a real evidence of earthquake related tectonic framewok. This flower structure is characterized by an array of upward-diverging strike-slip dominated zone that shaped the Quaternary Urla Basin.*

## **Anadolu Levhası İtiliyor mu Yoksa Çekiliyor mu? Yanıt Yeni Tanımlanan Neotektonik Bir Yapı Olan Eldivan-Elmadağ Tektonik Kamasının Jeolojisinde mi Saklı?**

*Does Anatolian Plate Pushed or Pulled? Does the Answer Lie in the Geology of Newly Recognised Neotectonic Structure, Elmadağ-Eldivan Pinched Crustal Wedge?*

**Gürol SEYİTOĞLU<sup>1</sup>, Levent KARADENİZLİ<sup>2</sup>, Şevket ŞEN<sup>3</sup>, Nizamettin KAZANCI<sup>1</sup>, Baki VAROL<sup>1</sup>, Gerçek SARAÇ<sup>2</sup>, Veysel IŞIK<sup>1</sup>, Korhan ESAT<sup>1</sup>, Fatih ÖZCAN<sup>1</sup>, Didem SAVAŞCI<sup>1</sup>, İlker İLERİ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu, 06100 Tandoğan, Ankara

<sup>2</sup>MTA Genel Müdürlüğü, 06520 Ankara

<sup>3</sup>Laboratoire de Palaeontologie, Museum National d'Histoire Naturelle, 8rue Buffon, 75005 Paris, France  
Gurol.Seyitoglu@eng.ankara.edu.tr

### **ÖZ**

Anadolu levhasının GD Anadolu'da Arap levhasının Avrasya'ya çarpmasının ürünü olarak doğudan batıya itildiği son yıllara kadar genel kabul görmüş bir görüşü (Şengör, 1980, Şengör vd. 1985, 2005). Yakın dönemde ise Anadolu levhasının Ege ve Kıbrıs yaylarındaki dalma batmanın etkisi ile GB'dan çekildiği öne sürülmüştür (Chorowicz vd. 1999, Adıyaman vd. 2001).

Bu sunumda detayları verilecek olan Eldivan - Elmadağ tektonik kamasının bu problemin çözümüne katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Elmadağ-Eldivan tektonik kaması Ankara ile Çankırı arasında KKD gidişli doğu kenarı bindirmeli, batı kenarı ise normal faylı, Kuzey Anadolu fayı ve onun bir kolu olan Kırıkkale – Erbaa fayı arasındaki KB-GD sıkışma sonucu ortaya çıkmış bir neotektonik yapıdır (Seyitoğlu vd. 2000, 2001, 2006). Yapının kuzey kenarını Kuzey Anadolu fayı, güney kenarını ise sağ yanal Akarlar fayı (İleri vd. 2006) oluşturmaktadır. Eldivan – Elmadağ tektonik kamasının doğu ve batı kenarlarını oluşturan bindirme ve normal fayların Çankırı havzası stratigrafisindeki veriler kullanılarak eş zamanlı geliştikleri düşünülmektedir. Benzer yapı Himalaya jeolojisinde mevcuttur (Burchfiel vd. 1992, Beaumont vd. 2001, Grujic vd. 2002). Eldivan-Elmadağ tektonik kaması Geç Pliyosenden beri aktiftir ve bölgedeki sismik aktivitenin önemli bir bölümü bu yapı ile ilişkilendirilebilir. GPS verilerinin (McClusky vd. 2000) analizinden bu tektonik kamanın 2.73 km'lik bir kısalmayı karşıladığı hesaplanmıştır.

Eldivan-Elmadağ tektonik kaması KB-GD yönlü bir sıkışmanın ürünü olduğundan Anadolu levhasının GB'dan çekilme modeline (Chorowicz vd. 1999) destek veren genişlemeli kaçma kamaları değerlendirmesi ile (Adıyaman vd. 2001) uyumlu değildir.

### **ABSTRACT**

*The westward escape of Anatolian plate as a result of the collision between Eurasia and Arabian plate (Şengör, 1980, Şengör et al. 1985, 2005) has been widely accepted view until recently. This view is challenged by the view that Anatolian plate pulled from SW (Chorowicz et al. 1999, Adıyaman et al. 2001).*

*Eldivan – Elmadağ pinched crustal wedge, that its details will be given in this presentation, would provide a contribution to the solution of the above problem. Eldivan-Elmadağ pinched crustal wedge located between Ankara and Çankırı having thrust eastern and normal faulted western margins was created after the Late Pliocene by the movement of the North Anatolian Fault Zone and its splay the Kırıkkale – Erbaa Fault Zone (Seyitoglu vd. 2000, 2001, 2006). This neotectonic structure is limited by North Anatolian Fault zone from north and by right lateral Akarlar fault (İleri vd. 2006) from south. Evidence for timing and contemporaneous development of its normal faulted western and thrust eastern margins is based on Neogene stratigraphy of*

western Çankırı basin dated by micromammalian fossils. Similar structures can be seen in the Himalayas (Burchfiel et al. 1992, Beaumont et al. 2001, Grujic et al. 2002). Eldivan – Elmadağ pinched crustal wedge is active since Late Pliocene and responsible for the seismic activity in the region. GPS data (McClusky et al. 2000) analysis indicate that the wedge accommodates 2.73 km shortening.

Eldivan- Elmadağ pinched crustal wedge is a result of NW-SE compression, therefore it is incompatible with the model suggesting pulling of Anatolian plate from southwest (Chorowicz et al. 1999) and the extensional wedge model of Adiyaman et al. (2001).

#### Değınilen Belgeler

- Adiyaman, O., Chorowicz, J., Arnaud, O.N., Gündoğdu, M.N., Gourgaud, A., 2001. Late Cenozoic tectonics and volcanism along the North Anatolian Fault: new structural and geochemical data. *Tectonophysics* 338, 135-165.
- Beaumont, C., Jamieson, R. A., Nguyen, M. H., and Lee, B., 2001. Himalayan tectonics explained by extrusion of a low-viscosity crustal channel coupled to focused surface denudation. *Nature* 414, 738-742.
- Burchfiel, B.C., Zhiliang, C., Hodges, K.V., Yuping, L., Royden, L.H., Changrong, D., and Jiene, X., 1992. The south Tibetan detachment system, Himalayan Orogen: Extension contemporaneous with and parallel to shortening in a collisional mountain belt. *The Geological Society of America, Special Paper* 269, 48p.
- Chorowicz, J., Dhont, D., Gündoğdu, N., 1999. Neotectonics in the eastern North Anatolian fault region (Turkey) advocates crustal extension: mapping from SAR ERS imagery and Digital Elevation Model. *Journal of Structural Geology* 21, 511-532.
- Grujic, D., Hollister, L. S., Parrish, R. R., 2002. Himalayan metamorphic sequence as an orogenic channel: insight from Bhutan. *Earth and Planetary Science Letters* 198, 177-191.
- İleri, İ., Işık, V., Seyitoğlu, G. 2006. Eldivan-Elmadağ tektonik kamasının güney sınırı: Sağ yanal doğrultulu atımlı Akarlar fayı. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı. Bildiri özleri.
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gurkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksoz, M.N., Veis, G., 2000. Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. *Journal of Geophysical Research* 105, B3, 5695-5719.
- Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Karadenizli, L., Şen, Ş., Varol, B. and Karabıyıkoglu, T., 2000. Rockfall avalanche deposits associated with normal faulting in the NW of Çankırı basin: implication for the post-collisional tectonic evolution of the Neo-Tethyan suture zone. *Terra Nova* 12, 245-251.
- Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Karadenizli, L., Şen, Ş., & Varol, B. 2001. A neotectonic pinched crustal wedge in the west of Çankırı basin accommodating the internal deformation of Anatolian plate. *Fourth International Turkish Geology Symposium, Abstracts*, p. 103. Çukurova University, Adana, Turkey.
- Seyitoğlu, G., Karadenizli, L., Şen, Ş., Kazancı, N., Varol, B., Saraç, G., Işık, V., Esat, K., Özcan, F., Savaşçı, D., İleri, İ. 2006. Late Pliocene - Quaternary pinched crustal wedge in NW Central Anatolia Turkey: A neotectonic structure accommodating the internal deformation of the Anatolian plate. Submitted.
- Şengör, A. M. C., 1980. Türkiye'nin neotektoniğinin esasları (Fundamentals of the neotectonics of Turkey). *Publication of Geological Society of Turkey*, 40p.
- Şengör, A. M. C., Görür, N. and Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip deformation basin formation and sedimentation: Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle, K.T. and Christie-Blick, N. (Eds.), *Strike-slip faulting and basin formation. Society of Economic Paleontologists and Mineralogist, Special Publication*, vol. 37, pp.227-264.
- Şengör, A. M. C., Tüysüz O., İmren, C., Sakınç, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Le Pichon, X., Rangin, C., 2005. The North Anatolian Fault: A New Look. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, doi: 10.1146/annurev.earth.32.101802.120415.

## **Kuzey Anadolu Fayı Zonu ve Kırıkkale-Erbaa Fayı Arasında Kalan Kama Şekilli Alanda Saat Yönü Ters Dönme ile İlgili Deformasyon Yapıları**

*Anticlockwise Rotation Related Deformational Structures in a Wedge-Shaped Area between the North Anatolian Fault and its Kırıkkale-Erbaa Splay (N Turkey)*

**Ergun GÖKTEN, Merih MEYDAN**

*Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu*

### **ÖZ**

Kuzey Anadolu Fay Zonu 1150 km uzunluğu ile Avrasya levhası ile Anadolu levhacığının veya bloğunun sınırını oluşturur. Bu fay zonu Anadolu levhacığı içerisinde uzanan Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu, Almus Fay Zonu ve Taşova-Tekke çatal (splay) faylarıyla bir balık kılıcı yapısı sunar. Kuzey Anadolu Fay Zonu ile Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu arasında kalan kama şekilli alanda ve Kırıkkale-Erbaa Fayına yakın kesimlerde, Eosen'den Geç Pliyosen'e kadar olan kaya-stratigrafi birimlerinde bazı önemli deformasyon yapıları görülür. Bunlar Eosen kumtaşı, kireçtaşı ve konglomeralarıyla, Oligosen-Geç Pliyosen kumtaşı, konglomera ve evaporitik kayalarındaki dikçe eğimli katmanlar, ters dönmüş katmanlar ve Genç Pliyosen-Eosen arasındaki bindirmedir. Sıkışma kökenli bu yapılar Kırıkkale-Erbaa Fay zonuna yakın ve ona paralel olarak kuzeydoğu-güneybatı yöneliminde uzanırlar. Kama (Çankırı-Çorum tektonik kaması) şeklindeki bölgenin kuzey ve orta kesimlerinde farklı yönelimler sunan sıkışma yapılarının bu faya yakın alanda faya paralel yönelimleri ve ileri deformasyon durumları bunların, bu tektonik kama içerisinde saat yönü bir dönmeyle ilgili olduklarını açıklar. Kuzey Anadolu Fay Zonu ile Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu'nun yamulma hızı farklılığı, tektonik kamanın batıya hareketinin Elmadağ bindirme zonunda durdurulması ve Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Havza'dan sonra güneybatıya yönelimi bu dönmenin, Kırıkkale-Erbaa Fayı üzerinde meydana getirdiği kuzeybatı-güneydoğu sıkışma etkisi ise faya yakın yer alan yoğun deformasyonların nedenidir.

### **ABSTRACT**

*The North Anatolian Fault Zone bounds the Anatolian platelet to the Eurasian plate in the north of Turkey along its 1150 km length. The fault zone display a fish-bone structure in the eastern part of its course by the Kırıkkale-Erbaa Fault Zone, the Almus Fault Zone and Taşova-Tekke Fault as splays. In the investigated wedge-shaped area between the North Anatolian Fault Zone and Kırıkkale-Erbaa splay some significant deformations are observed in a narrow zone close to the Kırıkkale-Erbaa splay fault in Eocene to Late Pliocene rock units. These are steeply inclined and overturned beds of coarse basal conglomerate, limestone, sandstone and gypsum intercalated siltstones deposited in the Eocene to Late Pliocene period. A small outcrop of Eocene limestones thrust on to the Latest Pliocene loose conglomerates seen very close to the Kırıkkale-Erbaa splay fault accompanying with the overturned beds, suggests that these deformations are compression related. It is concluded that the compressive stress field is created by the anticlockwise rotation of the wedge-shaped microplate between the North Anatolian Fault Zone and The Kırıkkale-Erbaa splay fault in a narrow zone close to the splay. Additionally the north-south directed Elmadağ imbricated thrust zone in the east of Ankara, blocks the westward escape of this tectonic wedge, and assists to creating a compression by directing this escape towards the southwest. The strain rate difference between the North Anatolian Fault Zone and the Kırıkkale-Erbaa splay fault, and the the northward convex curvature of the North Anatolian Fault Zone course in the north of Ankara are the main reason of this anticlockwise rotation.*

## Ölü Deniz Fay Zonu'nun Asi Vadisi ve Amik Ovası (Antakya) Civarında Holosen Aktivitesi

*Holocene Activity of the Dead Sea Fault Zone around Asi Valley and Amik Basin (Antakya)*

Volkan KARABACAK<sup>1</sup>, Erhan ALTUNEL<sup>1</sup>, H. Serdar AKYÜZ<sup>2</sup>, C. Çağlar YALÇINER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Osmangazi Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir

<sup>2</sup>Istanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, İstanbul  
karabacak@ogu.edu.tr

### ÖZ

Afrika ile Arap plakaları arasındaki sınırı oluşturan sol yönlü doğrultu atımlı Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ), güneyde Kızıl Deniz'den kuzeyde Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)'na kadar uzanan yaklaşık 1000 km uzunluğunda bir tektonik kuşağı oluşturmaktadır. Güney kesimlerinde genellikle belirgin bir çizgisellik sunan fay zonu kuzey kesimlerinde farklı kollara ayrılan kompleks bir yapıya sahiptir. Ülkemizin hemen güneyinde Ghab Havzası'nın batısını sınırlayan ÖDFZ, yaklaşık K-G doğrultusunda Asi Vadisi boyunca ülkemiz sınırlarına girer ve kuzeyde Amik Ovası'na doğru uzanır. ÖDFZ'nun ülkemiz sınırlarında kalan kesimlerinde aletsel dönemde büyük deprem yoktur ancak tarihsel deprem kataloglarında Amik Ovası ve çevresine ait 40'm üzerinde büyük deprem yer almaktadır. Bu çalışmada, ÖDFZ'nun ülkemiz sınırları içerisindeki Holosen aktivitesine ilişkin jeomorfolojik ve paleosismolojik gözlemler sunulmuştur.

ÖDFZ'nun ülkemiz sınırları içerisindeki geç Kuvaterner aktivitesi Amik Ovası güneyinde Asi Vadisi'nin batı kenarı boyunca faylanmış alüvyal ve kolüvyal çökeller ve sol yanal ötelenmiş derelerle kendini göstermektedir. Hacıpaşa Fayı olarak adlandırılan bu fay boyunca yapılan detaylı topoğrafik haritalamalar 25 dere yatağında 14 ile 650 m arasında değişen toplam ötelenme meydana geldiğini ortaya koymuştur. Fay zonu daha kuzeyde Amik Ovası'na girmektedir. Güncel sedimantasyon ve yoğun tarım aktiviteleri Amik Ovası'nda fay zonuna ait yüzey verilerini ortadan kaldırmaktadır. Ancak, fay zonunun uzanımı bu doğrultu üzerinde bulunan antik yerleşim yerlerinde yapılan yüzey ve yüzey altı gözlemleri ve hendek çalışmaları ile belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, fay zonu üzerinde güneyde Suriye sınırı ile kuzeyde Amik Ovası arasında da paleosismolojik çalışmalar yapılmıştır.

Yapılan çalışmalar ÖDFZ'nun ülkemiz sınırları içerisinde Asi Vadisi batı yamaçları boyunca K-G doğrultusunda uzanarak Amik Ovası içinde de en az 10 km devam ettiğini ortaya koymaktadır. Mevcut paleosismolojik sonuçlar ÖDFZ'nun kuzey kesiminde M.Ö. 1000-1270 yılları arasında, M.S. 115, 1053, 1408 ve 1872 yıllarında büyük depremler olduğuna dair veriler sunmaktadır. Yaş için alınan örneklerin analizleri devam etmektedir ancak sonuçlanan yaşlar ile tarihsel kayıtlar birbirlerini desteklemektedirler. Mevcut veriler değerlendirildiğinde günümüzdeki ana aktivitenin Hacıpaşa Fayı üzerinde devam ettiği görülmektedir. Bu veriler ışığında ÖDFZ'nun bu kesimi üzerinde kayma hızının yaklaşık 6-7 mm/yıl ve büyük depremlerin tekrarlanma aralığının 400-470 yıl olduğu söylenebilir.

### ABSTRACT

*The left-lateral strike-slip Dead Sea fault zone (DSFZ) extends from the Red Sea in south to the East Anatolian fault zone in north and forms the tectonic belt between African and Arabian plates. The fault zone usually presents a simple geometry in south but it splays into different branches in north. The DSFZ bounds the western side of the Ghab Basin, towards north it enters Turkey and extends along western side of the Asi Valley up to the Amik Basin. Examination of the instrumental records shows no records of large earthquakes on the northern part of the DSFZ but according to historical earthquake catalogues there are more than 40*

*large historical earthquakes around Amik Basin. This study presents geomorphological and paleoseismological field observations about Holocene activity of DSFZ in southern Turkey.*

*The late Quaternary activity of the DSFZ in southern Turkey is characterized by faulted alluvial and colluvial deposits and sinistrally offset streams along western side of Asi Valley in south of Amik Basin. This branch of the DSFZ is called Hacipaşa fault. Detailed topographic mapping along this fault showed that total offset on deflected stream beds changes from 14 m to 650 m. The fault zone enters into the Amik Basin towards north. Rapid sedimentation and dense agricultural activity erase the fault trace in Amik Basin. However, trace of the fault zone is identified with surface and subsurface observations on ancient structures and trenches along the fault direction. Paleoseismological studies were also made on the fault zone between Syrian border in south and Amik Basin in north.*

*Field studies show that DSFZ extends in N-S direction along western side of the Asi Valley and continues at least 10 km in the Amik Basin. Obtained palaeoseismological results on the northern part of the DSFZ revealed that large earthquakes occurred between 1000 and 1270 B.C., A. D. 115, 1053, 1408 and 1872 on this part of the DSFZ. Analyses of samples for dating are in processes, but preliminary palaeoseismological results and historical records are consistent. Field observations and analytical data show that main activity continuous on the Hacipaşa fault. On the basis of these results, it can be said that the slip rate is about 6-7 mm yr<sup>-1</sup>, and recurrence interval of large earthquakes on the northern part of the DSFZ is 400-470 years.*

## Eldivan-Elmadağ Tektonik Kamasının Güney Sınırı: Sağ Yanal Doğrultu Atımlı Akarlar Fayı

*Southern Edge of Eldivan-Elmadağ Pinched Crustal Wedge: Akarlar Right Lateral Strike-Slip Fault*

**İlker İLERİ, Veysel IŞIK, Gürol SEYİTOĞLU**

*Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu, 06100 Tandoğan, Ankara  
ilker\_ileri@yahoo.com*

### ÖZ

Bu çalışmada Eldivan-Elmadağ tektonik kamasının güney sınırının jeolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kuzeybatı İç Anadolu'da, Kuzey Anadolu Fayı ile Kırıkkale - Erbaa Fayı arasındaki etkileşim ile ortaya çıkan KB-GD yönlü sıkışma, Ankara ile Çankırı arasında KKD-GGB gidişli Eldivan-Elmadağ tektonik kamasını yaratmıştır (Seyitoğlu vd. 2000, 2006). Neotektonik özellikte olan bu kamanın doğu kenarı bindirme fayları ile batı kenarı ise normal faylarla sınırlandırılmış olup, Çankırı havzasının batı kenarında yer alan Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal çökelleri deforme etmiştir. Tektonik kamanın hem bindirmeli hem de normal faylı kenarlarında gelişen kırıntılı birimin yaşı Geç Pliyosen-Kuvaterner'dir ve formasyon içi uyumsuzluklar içermesi tektonizma ile eş yaşlı olduğunu göstermektedir. Bu verilere göre Eldivan-Elmadağ tektonik kaması Geç Pliyosen'den sonra aktif olmalıdır (Seyitoğlu vd. 2000, 2006).

Eldivan-Elmadağ tektonik kamasının güney sınırı bu yapının neotektonik karakterinin test edilmesi için anahtar bölgedir (Seyitoğlu vd. 2006). Neo-tetis kenet zonunun geometrisi Elmadağ'ın güneyinde (Eldivan-Elmadağ tektonik kaması ile Kırıkkale-Erbaa Fay Zonunun uzantılarının buluşma noktasına uyan bölgede) çarpıcı şekilde bir değişim gösterir. Elmadağ güneyinde Balaban Neojen havzasının batı kenarı, Eldivan-Elmadağ tektonik kamasına ait bindirmelerle sınırlanırken aynı sınır yaklaşık D-B doğrultulu sağ yanal Akarlar fayı güneyinde normal faylıdır.

Akarlar fayı yanallı sıkışmalı (transpresyonel) özelliktedir. Bu fayın konumu yaklaşık K70B / 80GB'dır. Fay düzlemi üzerinde fay çizikleri belirgindir. Bu fayın kuzey bloğundaki hızlı yükselim, derenin yatağını daha derin kazınmasına ve dik yamaçlar yaratmasına neden olmuştur. Akarlar köyü batısında dere yatağında sağ yanallı (yaklaşık 15m) bir yer değiştirme gözlenmiştir. Bu veriler Akarlar fayının aktif olduğunu göstermektedir. Akarlar fayı güneyinde temel kayalar ile Neojen sedimanları arasında bindirmeli bir ilişki görülmez.

Bu veriler, KB İç Anadolu'da Ankara ile Çankırı arasındaki Eldivan-Elmadağ tektonik kamasının, Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu tarafından yaratılmış neotektonik bir yapı olduğunu gösterir.

### ABSTRACT

*The objective of this study was to determine the geological properties of the southern part of Eldivan - Elmadağ Pinched Crustal Wedge. NW-SE trending compression by interaction between North Anatolian Fault Zone and Kırıkkale - Erbaa Fault Zone at NW Central Anatolia, created NNE-SSW trending Eldivan - Elmadağ Pinched Crustal Wedge between Ankara and Çankırı (Seyitoğlu et al. 2000, 2006). This neotectonic wedge was limited by the thrust faults at the eastern and by normal faults at the western side. It deformed Miocene-Pliocene continental sediments in the western part of the Çankırı Basin. Late Pliocene-Quaternary clastic unit is controlled by the tectonic wedge and have intraformational unconformity indicating its syn-*



*tectonic character. This data demonstrate that Eldivan - Elmadağ Pinched Crustal Wedge is active after Late Pliocene (Seyitoğlu et al. 2000, 2006).*

*The Southern sector of Eldivan-Elmadağ Pinched Crustal Wedge is a key area to test neotectonic character of this structure (Seyitoğlu et al. 2006). The geometry of Neo-Tethyan suture zone show a dramatic change at the south of Elmadağ that corresponds to the meeting point between Eldivan-Elmadağ Pinched Crustal Wedge and the trend of Kırıkkale - Erbaa Fault Zone. At the south of the Elmadağ, while the western margin of Balaban Neogene basin limited by thrust margin of Eldivan-Elmadağ Pinched Crustal Wedge, the same margin shows normal fault character at the south of Akarlar fault which is nearly E-W trending right lateral strike-slip.*

*Akarlar fault has a transpressional strike-slip structure. The position of this fault is N70W / 80SW. There are clear fault lines on the fault surfaces. The rapid uplift at the northern block of this fault (Akarlar fault) caused down-cutting of the creeks and creating steep slopes. In addition, the right lateral displacement on the line of creeks (nearly 15m) are observed. These are important evidences that indicate its activeness. There is no thrusting relationship between Neogene sediments and pre-Neogene basement rocks at the southern of Akarlar fault.*

*These data indicate that Eldivan-Elmadağ Pinched Crustal Wedge is a neotectonic structure created by North Anatolian Fault Zone and Kırıkkale-Erbaa Fault Zone between Ankara and Çankırı at the NW Central Anatolia.*

#### **Değinilen Belgeler**

*Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Karadenizli, L., Şen, Ş., Varol, B. and Karabıyıkkoğlu, T., 2000. Rockfall avalanche deposits associated with normal faulting in the NW of Çankırı basin: implication for the post-collisional tectonic evolution of the Neo-Tethyan suture zone. Terra Nova 12, 245-251.*

*Seyitoğlu, G., Karadenizli, L., Şen, S., Kazancı, N., Varol, B., Saraç, G., Işık, V., Esat, K., Özcan, F., Savaşçı, D., İleri, İ., 2006. Late Pliocene - Quaternary pinched crustal wedge in NW Central Anatolia Turkey: A neotectonic structure accommodating the internal deformation of the Anatolian plate. (Incelemede)*

## Burdur Fay Zonunun Paleosismolojik Özellikleri, GB-Türkiye

### *Paleoseismological Features of Burdur Fault Zone, SW-Turkey*

**Mustafa BOZCU<sup>1</sup>, Fuzuli YAĞMURLU<sup>2</sup>, Murat ŞENTÜRK<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 17020, Çanakkale

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, 32260, Isparta  
mbozcu@comu.edu.tr, yagmurlu@mmf.sdu.edu.tr, msenturk@mmf.sdu.edu.tr

### ÖZ

Bu inceleme GB Anadolu'da Burdur fay zonunun paleosismolojik özelliklerinin ortaya konmasını amaçlar. Burdur fay zonu, Fethiye Körfezi ile Burdur Gölü arasında yaklaşık 300 km uzanımlı ve sol oblik atım bileşenine sahip çok sayıda normal faylardan oluşur. Bu zon aynı zamanda, GB Anadolu'nun en önemli aktif faylarını içermektedir. KD-GB yönünde kesikli (an achelon=aralı aşmalı) bir uzanım gösteren Burdur fay zonu, KB gidişli faylar tarafından kesilerek farklı uzunlukta segmentlere ayrılır. Burdur Gölünün güney bölümünde yer alan Yassıgüme ve Burdur segmentleri 25-30 km'ye ulaşan uzunlukları ile yörenin en aktif kırık hatlarını meydana getirir.

Tarihsel deprem kayıtları ve yüzey kırık verileri, 7.1 büyüklüğündeki 1914 depreminin Burdur segmenti üzerinde, 6.2 büyüklüğündeki 1971 depreminin ise Yassıgüme segmenti üzerinde oluştuğunu gösterir. 1914 ve 1971 depremleri ile ilgili olarak meydana gelen düşey yer değiştirmelerin, deformasyonların ve kollüviyal oluşukların detaylı biçimde incelenmesi amacıyla Yassıgüme ve Burdur segmentleri üzerinde hendek çalışmaları yapılmıştır.

Yassıgüme segmenti, yörede tek bir fay çizgisinden yapılabilmektedir, topografyada genç tortullar içinde oluşturduğu eşikler ve yersel gözlenen fay aynası üzerindeki sol oblik bileşenli kayma çizikleri ile açık olarak ayırılabilir.

Yassıgüme segmenti üzerinde açılan hendekte farklı fasiyeste gelişmiş alüviyal ve kollüviyal oluşukların yanı sıra 1971 depremi sırasında 70 cm lik bir düşey yer değiştirmenin meydana geldiği saptanmıştır.

Burdur fay zonunun en önemli bileşenini oluşturan Burdur segmenti, gerçekte birbirine paralel gelişmiş KD uzanımlı ve basamak şekilli 4 farklı oblik fay sisteminden yapılabilmektedir. Aynı zamanda Burdur şehir merkezinden geçen bu faylar, yerleşim alanı içinde basamaklı bir topografik yapının gelişmesine neden olmuşlardır. Burdur segmenti üzerinde pekleşmemiş genç tortullar içinde açılan hendeklerde görsel çamurtaşları ile plaj ortamına ait iyi boylanmış çapraz katmanlı kumların yanı sıra kollüviyal oluşuklar ayırılmıştır. 1914 depremi ile yaşıt olabilecek fay düzlemi ve bununla ilişkili yarık dolgu fasiyesine ait kollüviyal tortullar ile bunlara eşlik eden çamur daykları bu yöredeki yarmalar ve hendeklerde yer alan en önemli oluşuklardır. Diğer taraftan yarmalarda yer alan faylar genellikle 90 ile 250 cm lik düşey atımlara sahip olup, çoğu yerde kollüviyal oluşukları kesmiş olarak gözlenir. Buna göre hendek ve yarmalarda gözlenen en genç faylar aynı zamanda en fazla düşey atıma sahip faylardır. Genç tortullarda faylanmaya bağlı gelişen eğimlenmeler ve buna eşlik eden yersel uyumsuzluklar olağan yapılabilmektedir.

Burdur segmenti üzerinde 3.04.2002 ve 5.04.2002 tarihlerinde meydana gelen 3.9 ve 4.0 büyüklüğündeki depremler, bu segment üzerindeki sismik aktivitenin günümüzde de devam ettiğini göstermesi bakımından önemlidir. Diğer taraftan bu son depremlere ait fay çözümleri, Burdur segmentinin sol oblik atımlı bir normal fay olduğunu doğrulamaktadır.

### **ABSTRACT**

*The purpose of this investigation is to explain palaeosismologic characteristics of Burdur fault zone that is located in SW of Türkiye between Fethiye Bay and Lake Burdur. This zone is a 300-km-long structure composed of several normal faults, showing an echelon pattern. The fault zone forms one of the most active fault systems in SW Anatolia. Burdur fault zone runs in NE-SW direction, and is segmented into several NW-dipping faults of variable length. Yassıgüme and Burdur segments, 25-30 km long, are considered the most active of these segments. It has been reported that two major earthquakes of magnitude of 7.1 and 6.2 in 1914 and 1971 took place on these segments.*

*From this end, trench studies have been conducted on Yassıgüme ve Burdur segments to investigate deformation caused by the vertical displacements following the 1914 and 1971 events. Yassıgüme segment is characterized by a single fault trace in the field. Local exposures of fault planes with preserved slip-lines (indicating left-lateral component) and step-like morphology developed in areas where young sediments are exposed are characteristic features that make the fault segment easy to identify. A vertical displacement of about 70 cm has been measured in the trench and it has been attributed to the 1971 earthquake.*

*On the other hand, Burdur segment, one of the most important branches of Burdur fault zone, consists of four NE-trending, parallel oblique-slip fault segments. They pass through the city center and controls a characteristic step-like topography. A trench is opened on loose to crudely compacted and lithified mud and well-sorted sand. The fault plane, colluvial sediments and mud dikes are readily identified. Such structures are interpreted to occur during 1914 earthquake. Several fault segments are identified and they accommodated a vertical displacement of 90-250 cm. Such faults cut and displace the colluvial sediments and they display higher cut-off angles with the layering in colluvials. The youngest faults are those that accommodated the larger vertical displacements. Fault-controlled tilting and local unconformities are common features. Two recent earthquakes with magnitudes of 7.1 and 6.2 occurred during 3.04.2002 and 5.04.2002, respectively and suggest the activity of these segments. The fault plane solutions of the two events are consistent with a left-lateral normal fault character for the Burdur fault zone.*

**Büyük Menderes Grabeni ve Denizli Havzası Kuzeyinde Paleosismolojik Çalışmalar ve Yaşlandırmada OSL (Optik Lüminesans Yöntemi) Kullanımı**

*Paleoseismological Studies in the Büyük Menderes Graben and Northern Denizli Basin and Using OSL For Dating*

**Bengi ERAVCI, Cenk ERKMEN, Müjdat YAMAN, Eren TEPEUĞUR, İsmail DOĞAN, Türkan AKTAN, Ramazan DEMİRTAŞ, \*M.Altay ATLIHAN, \*Niyazi MERİÇ, \*\*Gürol SEYİTOĞLU**

*Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi, Sismoloji Şube Müdürlüğü, Aktif Tektonik Araştırma Grubu, Eskişehir Yolu, Ankara*

*\*Ankara Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara*

*\*\*Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu 06100 Tandoğan, Ankara*

**ÖZ**

Büyük Menderes Grabeni Batı Anadolu'daki en önemli tektonik yapılardan biri olup, 150 km.lik uzunluk ve 10-20 km genişliğe sahip olan aktif normal faylarla sınırlı D-B doğrultulu bir çöküntüdür. Grabeni sınırlayan faylar boyunca MÖ. 31, M.Ö. 26, 11, 60, 262, 297-305, 494, 1653, 1895, 1899 tarihlerinde oluşan tarihsel depremler bölgenin sismik yönden aktif olduğunu gösterir. Büyük Menderes grabeni ile Alaşehir grabeninin birleşme noktasına karşılık gelen Denizli havzasının kuzeyi de Batı Anadolu'da sismik yönden aktif önemli bölgelerin başında gelmektedir.

Bu bölgelerdeki depremlerin tekrarlanma aralıklarının uzun olması ve tarihsel deprem kataloglarındaki bilgilerin güvenilirliklerinin az olması bölgede paleosismolojik çalışmalarının yapılmasını gerekli hale getirmiştir. Yapılan çalışmalarla tarihsel ve tarih-öncesi döneme ait depremlerin detaylı bir şekilde incelenmesi, bir bölgedeki depremlerin tekrarlanma aralıkları, diri fayların ortaya çıkarılması, diri faylar ile ilgili segmentlerin ayırt edilmesi gibi bilgilere ulaşmak hedeflenmiştir.

Çalışma boyunca öncelikle yüzey kırığı yapmış büyük depremler baz alınmış bu doğrultuda Denizli – Kocadere 'de 2, Aydın – Pınardere'de 1, Aydın – Umurlu- Musluca'da 1 hendek açılmıştır. Çalışma sonucunda hendeklerden alınan numunelerin Türkiye'deki bir laboratuvarında ilk defa OSL yöntemiyle yaşlandırılması ve elde edilen bilgilerin korelasyonunun gerçekleştirilmesi beklenmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Büyük Menderes, Denizli havzası, Paleosismoloji, Hendek, OSL

**ABSTRACT**

*Büyük Menderes graben is one of the most important tectonic structure in western Anatolia. The graben is about 10-20 km wide and 150 km long and bounded by E-W trending active normal faults. Historical earthquakes occurred in BC 31, BC 26, 11, 60, 262, 297-305, 494, 1653, 1895 and 1899 along the faults indicate that this region is seismicity active. The Büyük Menderes and Alaşehir Grabens meet each other at the north of Denizli Basin that is also one of the important regions having high seismicity in western Anatolia.*

*The paleoseismological studies are necessary due to the long occurrence period of earthquakes and the less reliable catalog data of historical earthquakes in the region. The aim of our study is to investigate the historical and prehistorical earthquakes in detail, to find out the occurrence periods of the earthquakes, to determine the active faults and distinguish its segments.*

*In this study, the major earthquakes created surface faulting are taken as a starting point and some trenches, such as two in Denizli-Kocadere, one in Aydın-Umurlu-Musluca, one in Aydın-Pınardere were excavated. At the end of this research, we are expecting that earthquakes will be dated by OSL method for the first time in a Turkish laboratory and informations obtained from the trenches are correlated accordingly.*

**Keywords:** *Büyük Menderes, Denizli basin, Paleoseismology, Trench, OSL*

---

--	--	--	--

**Hidrojeoloji Oturumu**  
*Hydrogeology Session*

**Yürütücü: Mehmet EKMEKÇİ**





## Sürdürülebilir ve Emniyetli Akifer Verimleri

### Sustainable and Safe Aquifer Yields

Hasan YAZICIGİL

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ANKARA*

#### ÖZ

Günümüzde ekonomik, sosyal ve çevresel maliyetleri en aza indirerek kullanıma uygun mevcut suyu bulmak gittikçe zorlaşmaktadır. Bugün dünya üzerinde ulaşılması kolay olan su kaynaklarının çoğu geliştirilmiş olup, gelecekteki su yönetimi, mevcut su kaynaklarının verimli bir şekilde değerlendirilmesine bağlı olacaktır. Emniyetli verim kavramı yıllardır hidrojeologlar tarafından akiferlerden istenmeyen sonuçlar yaratmadan yıllık çekilebilecek su miktarının belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Son zamanlarda emniyetli verimin gerçekte emniyetli olmadığı anlaşılmış ve sürdürülebilir verim kavramı ortaya atılmıştır. Burada akifer yönetiminin en önemli parametreleri olan emniyetli ve sürdürülebilir verimin ne olduğu anlatılacak ve emniyetli verimin neden sürdürülebilir olmadığı tartışılacaktır.

Yüzeysuyu kaynaklarının yönetiminde uzun zamandan beri kullanılan verim, belirlenen bir zaman aralığı içinde bir rezervuardan alınabilecek su miktarını ifade eder. Kullanılan zaman aralığı rezervuarın büyüklüğüne göre günlük'den birçok yıla kadar değişebilir. Ayrıca, beslenme değerlerine bağlı olduğu için olasılık hesapları içerir.

Emniyetli verim kavramı ilk defa 1915 yılında Lee tarafından “Reservde tehlikeli bir azalmaya neden olmadan düzenli ve sürekli çekilebilecek su miktarı.” olarak tanımlanmıştır. Daha sonra 1920 yılında Meinzer “Bir akiferden insani kullanım amacıyla çekilebilecek su miktarının ekonomik olmayacak değerleri aşmaması” şeklinde tanımlamıştır. Emniyetli verim kavramı 1946 yılında Conkling tarafından “Çekilebilecek su miktarının su kalitesini bozmaması”, 1953 yılında Banks tarafından “Çekilecek su miktarının mevcut su haklarını ihlal etmemesi” ve 1959 yılında Todd tarafından “Bir akiferden istenmeyen bir sonuç yaratmadan çekilebilecek yıllık su miktarı” olarak tanımlanmıştır. Böylelikle, geleneksel olarak, emniyetli verim her sene çekilen yeraltısuyu miktarıyla yıllık beslenme miktarı arasında uzun süreli bir denge kurulması ve bunun sürekliliğinin sağlanabilmesi olarak tanımlanabilir. Ancak, ülkemizde de yaygın olarak kullanılan emniyetli verim kavramı ile ilgili bazı sorunların olduğu bilinmektedir. Bunlar; kavramın belirsizliği ve farklı kişiler tarafından farklı yorumlanması, diğer kaynakları (örneğin yüzeysuları ve yeraltısularına bağımlı ekosistemleri) ve onlarla olan ilişkileri gözardı etmesi, bazen su hakları ile karıştırılması, ve havza şartlarındaki olası değişikliklerin (bitki örtüsü, arazi kullanımı, şehirleşme, çekim kuyularının yerleri, yeni su kaynaklarının sağlanması veya iklimsel değişimler) yeni bir verim hesabı gerektirmesi şeklinde sıralanabilir.

Sürdürülebilir gelişim 1980'lerin başında kaynak kullanımını kısıtlayarak, bu kaynakların uzun vadede devamını sağlama fikriyle ortaya çıkmıştır. Çevre ve gelişim üzerine kurulan dünya komisyonu (Brundtland Komisyonu, 1987) sürdürülebilir gelişimi “bugünün ihtiyaçlarını gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayacak fırsatı ellerinden almadan karşılayan gelişim” şeklinde tanımlamıştır. Dolayısıyla, sürdürülebilir verimi ‘gelecek nesilleri ve hidrolojik sistemin tüm bileşenlerini (sadece yeraltısularını değil yüzey sularını da) düşünerek bir akiferden uzun vadede çekilebilecek su miktarı’ olarak tanımlayabiliriz. Böylelikle, sürdürülebilir verim yeraltısuları ile yüzey suları sistemlerinin entegre bir şekilde yönetilmesi gerektiğini ortaya koyarak havza yönetimi prensibini benimser, dinamik bir verim kavramı olup zamanla revize edilebilme olanağını sağlar, ve hidrolojik sistemlerin doğal girdileri (yağıştan beslenme) ve akifer parametrelerinin dağılımı rastlansal ve stokastik süreçler olduğu için, kavram doğal olarak olasılık terimleri ile ifade edilmelidir.

Bir akiferden pompajla çekilen suyun 3 kaynağı vardır: (1) Yeraltısuyu sistemine daha fazla suyun girmesi (arttırılan beslenme), (2) Yeraltısuyu sisteminden daha az suyun çıkması (azaltılan boşalım), ve (3) Sistemde depolanan suyun çekilmesi veya bu üçünün bileşimidir. Sürdürülebilir bir yeraltısuyu gelişimi için rezervden yapılan çekim hızı sıfır olmalı ve pompaj arttırılan beslenme ve/veya azaltılan boşalımı denk olmalıdır (Bredehoeft ve Diğ., 1982).

Ülkemizde son 20-30 sene içinde akiferlerimizden yapılan aşırı pompaj nedeniyle yeraltısuyu seviyelerinde önemli miktarda düşüş ve buna bağlı olarak rezervlerde azalma gözlenmektedir. Bu akiferlerden biri olan Küçük Menderes Havzası akifer sistemi için emniyetli ve sürdürülebilir verim değerlerini belirlemek üzere ayrıntılı karakterizasyon ve model çalışmaları yapılmıştır (Yazıcıgil ve Diğ., 2000). Sonuçlar halihazırda akiferden yapılan çekimlerin sürdürülebilir verim değerinden  $70 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ , klasik anlamda tanımlanan emniyetli verim değerinden  $30 \text{ hm}^3/\text{yıl}$  daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Akiferden yapılan çekimlerin artarak devam etmesi ise pompaj maliyetlerinin artmasına; mevcut kuyuların daha derin kuyularla değiştirilmesine; ve nehirlere gidecek yeraltısuyu miktarındaki azalmayla bu nehirlerin kirlenmeye açık bir hale gelmelerine neden olacaktır. Bu durumun önlenmesi için havza bazında entegre su yönetimi kavramının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, kişisel sulama yerine sulama kooperatiflerinin teşvik edilmesi, akifere beslenimi arttıracak yöntemlerin geliştirilmesi, çekimlerin kontrol altına alınması (kuyulara saat takılması), yıllık su kullanım raporlarının hazırlanması, kontrolsüz ve izinsiz açılan kuyuların yeni yasal düzenlemeler ile önlenmesi, su tüketiminin azaltılması, etkin sulama yöntemlerinin geliştirilmesi, etkin gözlem ve veri toplama ağının oluşturulması, ve halkın eğitilmesi ve karar mekanizmasına katılımlarının sağlanması gerekmektedir.

### ABSTRACT

*Today it is getting difficult to find abundant supplies of water which are readily available for development at low economic, social and environmental costs. Around the world, most of the easily developable water supplies have been developed, and future water management will depend on obtaining more out of existing supplies in a safe way. Safe yield concept has been used for several decades by hydrogeologists to determine the annual amount of water that can be extracted from an aquifer without creating undesirable consequences. Lately, it is understood that the safe yield is actually not safe and sustainable yield concept is put forth. The safe and sustainable yields, being the most important parameters of aquifer management, will be explained herein, and why safe yield can not be considered as sustainable will be discussed.*

*Yield concept is used for a long time in the surface water management and it declares the amount of water that can be extracted from a reservoir in a specified time interval. This time interval can change from days to several years depending on the size of the reservoir. Besides, it must be considered in probabilistic terms as it depends on the recharge values.*

*The concept of safe yield was firstly defined by Lee in 1915 as "the quantity of water that can be pumped regularly and permanently without dangerous depletion of the storage reserve". Afterwards, in 1920, Meinzer defined safe yield as "the rate at which water can be withdrawn from an aquifer for human use without depleting the supply to such an extent that withdrawal at this rate is no longer economically feasible". In 1946 Conkling expanded the concept as he defined the safe yield as the amount of water withdrawn should not cause any degradation in water quality, in 1953 Banks included the contravention of existing water rights to the definition, in 1959 Todd broadly defined the safe yield of a groundwater basin as "the amount of water which can be withdrawn from it annually without producing an undesired result". In this manner, traditionally, safe yield has been defined as the attainment and maintenance of a long-term balance between the amount of groundwater withdrawn annually and the annual amount of recharge. However, there are some problems related to the concept of safe yield which is also used commonly in our country. These problems are the uncertainty of the concept, different interpretation of the concept by different people, the negligence of the other resources (i.e. surface waters and the groundwater dependent ecosystems) and the dependence between them. Moreover, it is often confused with the water rights and the possible changes in the basin conditions (vegetation or land use, urbanisation, location of pumping wells or incorporation of new water supplies or any climatic changes) require calculation of a new yield value.*

The sustainable yield, emerged in the early 1980s, centered on the idea of limiting resource use to levels that could be sustained over the long term. The World Commission on Environment and Development (Brundtland Commission, 1987) defined sustainable development as "development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs." Therefore, sustainable yield can be defined as "the amount of water which can be withdrawn from an aquifer in the long term by considering the future generations and all of the components of a hydrologic system (not only the groundwaters but surface waters also)". Thus, sustainable yield concept assimilates the management of the groundwater and surface water resources in an integrated manner by introducing the principle of basinwide management. Besides, it allows revision over time because it is a dynamic yield concept. Furthermore, it should be stated with probabilistic terms as natural inflows of the hydrologic system (i.e., recharge from rainfall) and the distribution of the aquifer parameters are random and stochastic in nature.

Groundwater pumped from an aquifer comes from 3 sources: (1) increased or induced recharge, (2) decreased discharge or capture, and (3) removal of water from groundwater storage or some combinations of these three. For a sustainable groundwater development, the rate of removal of water from storage should be zero and the pumpage must be balanced by the induced recharge and/or decreased discharge (Bredehoeft et al., 1982).

The excessive amount of pumping from the aquifers caused a considerable amount of decrease in the groundwater levels and accordingly in groundwater reserves in the last 20- 30 years in our country. Detailed characterization and modeling studies were carried out for the Küçük Menderes River Basin aquifer system, being one of the depleted aquifers in Turkey, to determine the safe and the sustainable yields (Yazıcıgil et al., 2000). The results showed that the present withdrawal rates from the aquifer exceed the sustainable yield value by 70 hm<sup>3</sup>/year and the traditionally defined safe yield value by about 30 hm<sup>3</sup>/year. The continuation of the present annual pumping rates would cause an increase in groundwater pumping costs, replacement of current wells in the excessively dewatered areas with more deeper wells and cessation of baseflow to the streams, making them more vulnerable to contamination. To prevent this situation the integrated water resources management concept should be developed and applied. This would require the encouragement and promotion of irrigation cooperatives instead of private irrigation, development of facilities that will increase recharge to the aquifer, regulation of pumping (water metering on all wells), preparation of annual water use reports, prevention of drilling of uncontrolled and non-permitted wells with new legal arrangements, development of water conservation measures and efficient irrigation schemes, development of efficient monitoring and data acquisition networks, and public education and involvement.

#### **Değerlenen Belgeler**

- Banks, H.O., 1953, Utilization of underground storage reservoirs, Transactions, American Society of Civil Engineers, Vol. 118, 220-234 p.
- Bredehoeft, J.D., Papadopoulos, S. S., Cooper, H.H., Jr., 1982, Groundwater: The Water Budget Myth, In: Scientific Basis of Water Resource Management, National Academy Press, Studies in Geophysics, 51-57 p.
- Conkling, H., 1946, Utilization of groundwater storage in stream system development. Transactions, American Society of Civil Engineers, Vol. 111, 275- 305 p.
- Lee, C. H., 1915, The determination of safe yield of underground reservoirs of the closed basin type. Transactions, American Society of Civil Engineers, Vol. 78, 148-251 p.
- Meinzer, O. E., 1920, Quantitative methods of estimating ground-water supplies. Bulletin, Geological Society of America, Vol. 31, No.2, 329-338 p.
- Todd, D. K., 1959, Groundwater Hydrology, Published by John Wiley, New York, 336 p.
- Yazıcıgil, H., Doyuran, V., Karahanoğlu, N., Yanmaz, M., Çamur, M. Z., Toprak, V., Rojay, B., Yılmaz, K. K., Şakıyan, J., Süzen, L., Yeşilnacar, E., Gündoğdu, A., Pusatlı, T., Tuzcu, B., 2000, Revize Hidrojeolojik Etütler kapsamında Küçük Menderes Havzası Yeraltısularının incelenmesi ve yönetimi projesi. Final Raporu: Cilt 7: Yeraltısuyu akım modeli, Proje No: 98-03-09-01-01. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

## **Çakıloba-Karadoruk (Beypazarı-Ankara) Akifer Sisteminde Hidrojeolojik Yapının Çevresel İzotop Dağılımına Etkisi**

*The Effects of the Hydrogeological Structure of Çakıloba-Karadoruk Aquifer System (Beypazarı-Ankara) on the Distribution of the Environmental Isotopes*

**Ahmet APAYDIN<sup>1</sup>, Mehmet EKMEKÇİ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> DSI V. Bölge Müdürlüğü-Ankara

<sup>2</sup> Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü-Ankara  
apaydinahm@isnet.net.tr, ekmekci@hacettepe.edu.tr

### **ÖZ**

Hidrojeolojik sistemlerin hidrodinamik yapılarının anlaşılması amacıyla kullanılan izotop hidrolojisine ilişkin değerlendirmeler, temelde çevresel izotopların sistemdeki bulunuşu ve dağılımına dayanır. Çevresel izotopların incelenen sistemdeki bulunuşu ve dağılımı, beslenme-depolama-dolaşım-boşalım ilişkilerini denetleyen hidrojeolojik yapı tarafından belirlenir. Öncelikli amacı hidrojeolojik yapının ortaya konması olan hidrojeoloji çalışmalarında, çevresel izotoplara ilişkin bilgiler hidrojeolojik kuramsal modelin oluşturulmasında önemli katkılar sağlarlar. Sunulan çalışma, yarı-kurak bir bölgede bulunan basınçlı bir akifer sisteminde beslenme koşullarının anlaşılmasına yönelik olarak yapılan kuramsal model geliştirme çalışmalarında çevresel izotopların dağılımının hidrojeolojik yapı açısından değerlendirilmesini kapsamaktadır.

Çalışma alanı, Ankara'ya yaklaşık 110 km uzaklıkta bulunan Beypazarı trona (doğal soda) alanı ve çevresini kapsamaktadır. Yaklaşık olarak 9 km<sup>2</sup> yayılım alanına sahip olan ve yüzeyden en az 124 m; en fazla 480 m derinlikte ve yaklaşık 100 m kalınlığındaki bir zonda yataklanmış tronanın üzerinde iki basınçlı akifer bulunmaktadır. Çakıloba (üst akifer) ve Karadoruk (alt akifer) olarak adlandırılan akifer birimlerinde çörtlü kireçtaşı, tüf-tüfit litolojisi hakimdir.

Trona içeren ve akiferlerin altında yer alan Hırka formasyonu geçirimsiz olup, tavanında yaklaşık 100 m kalınlığa sahip olan kilitaşları ve yer yer şeyller, alt akifer için geçirimsiz tabanı oluşturmaktadır. Trona sahasının kuzeyinde üstteki geçirimli birimlerin aşınması ile yüzeylenen Hırka formasyonunda kilitaş ve şeyl litolojisi hakim durumdadır. Akiferlerin üzerinde yer alan ve kilitaş, tüfit, killi kireçtaşlarından oluşan Zaviye formasyonu trona alanının doğusunda ve güneyinde geçirimli birimlerin örtü tabakası konumunda olup, sistemin basınçlı olmasını sağlamaktadır.

Beypazarı-Çayırhan Miyosen havzasında bulunan çalışma alanında akiferler ve ilişkili birimler oldukça kırıklı ve kıvrımlıdır. Özellikle faylar hidrojeolojik açıdan önem taşımaktadır. Çalışma alanındaki önemli faylar Zaviye, Elmabeli ve Kanlıceviz fayıdır. Bu fayların etkilediği hidrojeolojik sistemi Elmabeli bölgesi (1), Arısekisi bölgesi (2), ve Zaviye fayı güneyi (3) olmak üzere belirli bir hidrojeolojik bütünlüğe sahip üç bölgeye ayırmak mümkündür. Faylar ve kıvrımların etkisiyle farklı fiziksel ve hidrodinamik özellikler kazanmış olan hidrojeolojik yapı, çevresel izotop dağılımını belirlemektedir.

Çalışma alanında bulunan kuyu ve kaynaklardan 2000-2001 döneminde 3 Kez örnekleme yapılarak hidrokimyasal ve izotop analizleri yapılmış ve değerlendirilmiştir. Çevresel izotoplardan trityum içeriklerinin alansal dağılımı, sistemin kuzey-güney doğrultusundaki ana akış yolu boyunca yeraltısuyu akım hızının çok yavaş olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, yeraltısuyu çekimine bağlı olarak değişen akış sistemi, yaklaşık doğu-batı doğrultusunda, trityum içeriği daha yüksek yeraltısuyunun katkısını hızlandırmaktadır. Benzer şekilde değerlendirilen oksijen-18 ve döteryum içerikleri, beslenme alanlarının konumu ile ilgili önemli bilgiler sağlamıştır. Jeolojik-hidrojeolojik yapının denetlediği beslenme-boşalım ilişkileri açısından değerlendirildiğinde, Beypazarı akifer sisteminde güncel olmayan katkılarının göstergeleri belirlenmiştir.

Sunulan bildiride, trityum, O-18 ve D içeriği çalışma alanındaki hidrojeolojik alt sistemdeki alansal dağılım, beslenme kotu, beslenme bölgesine uzaklık, akifer derinliği, yeraltısu dolaşım yolu gibi faktörlere bağlı olarak ve diğer alt sistemdekinden gösterdiği farklılıklarla birlikte hidrojeolojik yapının tanımlanması doğrultusunda tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çakıloba-Karadoruk, akifer sistemi, çevresel izotop, hidrojeolojik yapı

### ABSTRACT

*The interpretations on isotope hydrology used for understanding of dynamics of the hydrogeological systems mainly depend on the occurrence and distribution of environmental isotopes in the systems. Occurrence and distribution of environmental isotopes in the studied system is determined by the hydrogeological structure which controls the recharge-storage-flow-discharge relation. The information on environmental isotopes helps establishing of the conceptual model in the hydrogeological studies which is mainly aimed to define the hydrogeological structure. This study contains the evaluations of distribution of environmental isotopes in a confined aquifer system in a semi-arid region for the study on establishing a conceptual model focused on determining the recharge conditions.*

*The study area covers Beypazarı Trona Field and its vicinity which is 110 km to the west of Ankara. There are two confined aquifers above the trona mine which is extending 9 km<sup>2</sup>, 100 m thick and located in a zone of minimum 124 m maximum 480 m deep from surface. Cherty limestone and tuff-tuffit lithology is dominant in the Çakıloba (upper aquifer) and Karadoruk (lower aquifer) aquifers.*

*Trona bearing Hirka formation located under the aquifers is impermeable, and a 100 m thick claystone and shale zone in the upper part forms the impermeable bottom layer for the lower aquifer. In the north of trona field claystones and shale are dominant in the Hirka formation where cropped out by erosion of the overlying formations. Zaviye formation which is formed of clay stone, tuffit and clayey limestone is the impermeable overlying formation for the aquifers, and it makes the system confined in the eastern part and north of the trona field.*

*The studied aquifers and the related formations located in the Beypazarı-Çayırhan Miocene Basin, are extremely folded and faulted. Particularly, the faults in the study area are very important from the point of hydrogeology. The important faults are Zaviye, Elmabeli and Kanlıceviz faults. The study area is divided into three sub hydrogeological sector considering these faults as Elmabeli sector (1), Arisekisi sector (2) and South of Zaviye fault sector (3). The hydrogeological structure which gained different physical and hydrogeological features after faulting and folding, determines the distribution of the environmental isotopes*

*Hydrochemical and isotope analysis and interpretations were realized on the water samples collected from the wells and springs in the years of 2000 and 2001. The areal distribution of tritium isotope indicates that, groundwater flow velocity is very low in direction of north-south which is the main flow direction. On the other hand, changes in the groundwater flow system caused by pumping wells accelerates the groundwater inflow in the direction of east-west which has higher tritium content. In similar, oxygene-18 (<sup>18</sup>O) and deuterium (<sup>2</sup>H) contents provided important knowledge about location of recharge areas. Evaluation from the point of recharge-discharge mechanism which is controlled by geological-hydrogeological structure, it was concluded that there is a nonpresent (paleo) recharge contribution to Beypazarı aquifer system.*

*In this presentation, tritium, oxygene-18 and deuterium contents which depend on the factors such as areal distribution, recharge elevation, distance from recharge area, depth of aquifer, groundwater flow path and also different hydrogeological features of each subsystem are discussed to identify the hydrogeological framework.*

**Keywords:** Çakıloba-Karadoruk, aquifer system, environmental isotope, hydrogeological framework

## Gökpınar Karst Kaynaklarının (Gürün-Sivas) Hidrojeoloji İncelemesi

*Hydrogeological Investigation of the Gökpınar Karst Springs (Gürün-Sivas)*

**Fikret KAÇAROĞLU**

*Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 SIVAS  
fkacar@cumhuriyet.edu.tr*

### ÖZ

Gökpınar Kaynakları, Gürün'ün 8 km güneyinde Gökpınar köyünde yer alır. Jura-Kretase yaşlı Yüceyurt formasyonu kireçtaşından boşalan kaynaklar, karstik kaynak tipinde olup iki ana boşalım noktasına sahiptir. İki kaynağın toplam debisi 4.5-7.8 m<sup>3</sup>/s arasında değişir. Bu çalışmanın amacı, Gökpınar kaynaklarının hidrojeolojik özelliklerinin, kaynakların boşalım rejiminin ve suların kimyasal özelliklerinin ve kalitesinin belirlenmesidir.

İnceleme alanında yaşları Üst Devonyen-Kuvaterner aralığında değişen, büyük çoğunluğu kireçtaşlarından oluşan allohton ve otokton litolojik birimler yer alır. Allohton birimler Munzur Kireçtaşı (Triyas) ve Pınarbaşı Ofiyolitleri (Jura-Kretase); otokton birimler Gümüşali Formasyonu (Üst Devonyen), Yüceyurt Formasyonu (Jura-Kretase), Demirölük Formasyonu (Eosen), Gövdeliadağ Formasyonu (Üst Eosen-Alt Miyosen), Gürün Formasyonu (Miyosen) ve Alüvyon'dan (Kuvaterner) oluşmuştur.

Gökpınar kaynaklarının boşaldığı Yüceyurt Formasyonu kireçtaşı inceleme alanında ana akiferi oluşturur ve karstik özelliklere sahiptir. Formasyonda karenler, dolinler, düdenler, çöküntü alanları, yeraltı kanalları ve boşluklarından oluşan gelişmiş bir karst sistemi vardır.

Kaynak boşalmalarının analizinden elde edilen verilere göre, karst akiferinin depolama kapasitesi büyük, drenajı (boşalımı) yavaştır. Gökpınar kaynaklarının toplam depolama kapasitesi 239x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, boşalım katsayısı 2.83x10<sup>-3</sup> gün<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

İnceleme alanındaki sular genellikle Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup> ve HCO<sub>3</sub><sup>-1</sup> iyonlarının hakim olduğu kalsiyum bikarbonatlı tipte sulardır. Bazı su kimyası parametrelerinin Gökpınar Kaynaklarındaki değerleri T=10.8-11.1 °C, pH=7.65-7.95, EC=270-310 µS/cm, TÇK=170-200 mg/L, Ca<sup>+2</sup>= 40.0-54.0 mg/L, Mg<sup>+2</sup>=4.5-10.0 mg/L, HCO<sub>3</sub><sup>-1</sup>=144.0-158.0 mg/L arasında değişmektedir. Suların kalitesi içmesuyu standartlarına uygundur. Sulama suyu açısından orta derecede tuzlu, düşük sodyumlu sulardır ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı sulama suyu diyagramında C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> sınıfında yer alırlar.

**Anahtar kelimeler:** Gürün, hidrojeoloji, yeraltısuyu, karst kaynağı, karst akiferi

### ABSTRACT

*Gökpınar karst springs are located 8 km to the south of the Gürün district centre, Sivas, Turkey. The springs issue from Jurassic-Cretaceous Yüceyurt formation (limestone) and have two main discharge points. The total discharge of the springs ranges between 4.5-7.8 m<sup>3</sup>/s. This study aims at determination of hydrogeology, discharge regime and water chemistry of the Gökpınar karst springs.*

*The study area is formed of allocthonous and autocthonous lithological units whose ages range from Upper Devonian to Quaternary. They are mostly formed of limestones. Allocthonous units consist of Munzur limestone (Triassic) and Pınarbaşı ophiolites (Jurassic-Cretaceous). Autocthonous units are Gümüşali*

formation (Upper Devonian), Yüceyurt formation (Jurassic-Cretaceous), Demirogluk formation (Eocene), Gövdelidağ formation (Upper Eocene-Lower Miocene), Gürün formation (Miocene) and Alluvium (Quaternary).

Yüceyurt limestone, from which Gökpınar karst springs issue, constitutes the main aquifer in the study area and is karstified. The unit has a well developed karst system comprising karrens, dolines, ponors, underground channels and caves.

The recession (discharge) analysis of the Gökpınar springs revealed that the karst aquifer (Yüceyurt limestone) has large storage capacity, and drainage occurs very slow. The total storage capacity of the springs is  $239 \times 10^6 \text{ m}^3$ , and discharge (recession) coefficient is  $2.83 \times 10^{-3} \text{ day}^{-1}$ .

The major cations in the study area waters are  $\text{Ca}^{+2}$  and  $\text{Mg}^{+2}$ , and anion is  $\text{HCO}_3^{-1}$ . The waters are calcium bicarbonate type. Some of the water chemistry parameters of the Gökpınar springs range as follows:  $T=10.8-11.1 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}=7.65-7.95$ ,  $\text{EC}=270-310 \text{ } \mu\text{S/cm}$ ,  $\text{TDS}=170-200 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Ca}^{+2}=40.0-54.0 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Mg}^{+2}=4.5-10.0 \text{ mg/L}$ ,  $\text{HCO}_3^{-1}=144.0-158.0 \text{ mg/L}$ . The waters are suitable from the point of drinking water standards. They have medium salinity hazard and low sodium (alkali) hazard in terms of irrigation water, and plot in  $\text{C}_2\text{S}_1$  class in USA Salinity Laboratory irrigation water classification diagram.

**Keywords:** Gürün, hydrogeology, groundwater, karst spring, karst aquifer

## Samsun – Çarşamba Kumköy Regülatörü Kazı Çukuruna Gelecek Su Miktarının Hesaplanması

### Calculation of Groundwater Flow into the Kumköy Regulator Excavation Site

Mete TÜRKER

DSİ VII.Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müd. SAMSUN

### ÖZ

Kumköy Regülatörü ve HES, Samsun-Çarşamba-Kumköy Köyü sınırları içerisinde, Çarşamba İlçe merkezinin 12,5 km güneyinde, Suat Uğurlu Barajının 2,6 km mansabında ve Yeşilirmak'ın sol sahilinde inşa edilmektedir.

Yeşilirmak 'a ortalama 50 m mesafede alüvyon saha üzerinde yer alan Regülatörün temel çukuruna, kazı sırasında ve daha sonra inşaat anında gelebilecek yeraltısuyunun miktarının ve bu suyun inşaat alanından uzaklaştırılması için gerekli pompaj debisinin hesaplanması çalışmaları yapıldı.

Alüvyonun hidrolik özelliklerini belirlemek amacıyla pompaj deneyi yapıldı. Bu amaçla 4 adet sondaj kuyusunda pompaj yapılırken 9 adet gözlem kuyusunda seviye ölçümleri yapıldı. Bu deneyler ve yeraltısuyu akış yönüne göre yapılan değerlendirme sonucu kazı çukuruna 3 yönden su geleceği belirlendi. Hesaplamalar yapılırken bu yönlerdeki hidrolik parametreler dikkate alınmıştır.

Stallman (1962) yöntemi kullanılarak Hidrolik İletkenlik (K); I.Bölgede (Yeşilirmak'tan doğrudan etkilenen bölge) 409 m/gün, II.Bölgede 240 m/gün ve III.Bölgede ise 161 m/gün olarak hesaplanmıştır.

Sondaj kuyularının düşüm-verim ilişkileri kuyu girişimi özellikleri kullanılarak kazı çukurundan pompajla çekilecek su miktarı hesaplanmıştır. Proje netleşmediği için hesaplamalar 10 m ve 15 m lik iki ayrı kazı derinliğine göre yapılmıştır. 10 m kazı derinliğinde 11,39 m<sup>3</sup>/s ve 15 m kazı derinliğinde ise 18,42 m<sup>3</sup>/s debilerle pompaj yapıldığında kazı çukuruna su gelişi engellenmiş olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Samsun, Kumköy Regülatörü, kazı çukuru, yeraltısuyu akımı, pompaj testi

### ABSTRACT

*The Kumkoy Regulator and Hydroelectric Power Plant are being constructed on the left side of the Yeşilirmak River, about 2.6 km downstream of the Suat Uğurlu Dam site. The site is located within the boundaries of the Kumköy village, about 12,5 km to the south of the Çarşamba town.*

*Because the foundation of the regulator is to be constructed within the alluvium of the Yeşilirmak river, for an efficient construction, it is essential to calculate the groundwater inflow to the excavation site which is only 50 meters to the river on the average. The groundwater that flows into the excavation site is then to be pumped out to keep the site dry and safe. Therefore, it is also important to calculate the pumping rate.*

*Pumping tests were carried out to obtain some hydraulic parameters of the aquifer that are needed to achieve the objectives outlined above. The pumping tests were performed by pumping at 4 wells while the water levels were observed and recorded at 9 other wells. Based upon the test results and considering the hydrogeological framework of the site, it was concluded that the groundwater may flow into the excavation site through three major pathways.*



*The hydraulic conductivity of the aquifer (K) was found to be 409 m/day at Section I (an area directly connected to the river); 240 m/day at Section II and 161 m/day at Section III. The data obtained from pumping tests were analyzed according to the method described by Stallman (1962).*

*The amount of water to be pumped out from the excavation site was also calculated using the discharge-drawdown relations from pumping tests. The calculations were made for two cases of excavation depths. In the first case where the excavation depth is assumed to be 10 meters, the pumping rate was found to be 11,39 m<sup>3</sup>/s and for the second case where the excavation depth is assumed to be 15 meters, a pumping rate of 18,42 m<sup>3</sup>/s was found to be sufficient to dry up the site during construction.*

**Keywords:** *Samsun, Kumköy Regulator, excavation site, groundwater flow, pumping test*

## Kıbrıs'ta Su Madenciliğine Son Verme

### Lasting the Mining of Groundwater in Cyprus

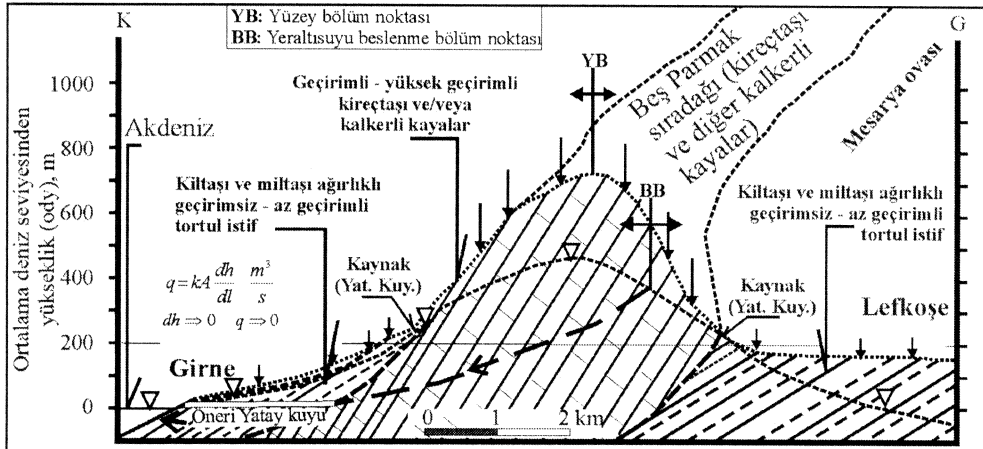
İlyas YILMAZER<sup>1</sup>, Hüseyin GÖKÇEKUŞ<sup>1</sup>, Salih GÜCEL<sup>1</sup>, Özgür YILMAZER<sup>2</sup>, Muzaffer ŞENOL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Yakın Doğu Üniversitesi, Kıbrıs

<sup>2</sup> Yilmazer Eğitim. Ltd., A. Öveçler, 8. cad., 89. sok. 9/8, 06460, Ankara  
yem98@ttnet.net.tr; www.uyaneyulusum.net

### ÖZ

Kıbrıs adası Akdeniz'de Sicilya ve Girit adasından sonra gelen en büyük adadır. Temiz su adalara özgü yaşamsal bir sorundur. Beşparmak ve Trodos dağları ile bu dağlar arasında yer alan Mesaorya ovası adanın temel coğrafi özellikleridir. Trodos'un ana bileşeni geçirimsiz bazik-ultrabazikler, metalik maden yatakları ile başkalaşım kayalarındır. Bu nedenle, yeraltı suyu olanağı olmayan Güney Kıbrıs, barajlarla biriktirdiği formasyon kirlenmesine açık suları kullanmaya çalışmaktadır. Tersiyer yaşlı tortul istifin oluşturduğu Mesaorya ovası da sınırlı yeraltı suyu beslenmesi içermektedir. Bu bağlamda yeraltı suyunu besleyen tek birim Beşparmak sıradağının Kretase yerleşim yaşlı karmaşığı ve özellikle de kireçtaşı bileşenidir (Kkk). Son 30 senede, suveren birimlerden, beslenmenin üzerinde su çekilerek tamamına yakını tuzlandırılmıştır. Beslenme kuşağı genişliği 1 – 10 km arasında değişirken uzunımı 100 km dolaylarındadır. Yıllık ortalama yağış sıradağ üzerinde 600 mm dolaylarında iken Mesaorya ovasında 300 mm dolaylarındadır. Buharlaşma 300 mm 'ye yaklaşırken dağda 100 mm/y 'ın altındadır. Yüzeysel akışı sıradağda sıfıra yakındır. Yeraltı suyu beslenmesi ovada 100 mm 'nin altındayken sıradağda 400 mm/y 'ın üzerindedir. Bu anlamda Beşparmak dağının yaklaşık 200 milyon m<sup>3</sup>/y suyu deniz altı sızıntı ve kaynaklarıyla Akdeniz'e boşalmaktadır. İlk aşamada Kuzey Kıbrıs'ın gereksinimi olan suyun tamamı denize boşalan yeraltı suyundan karşılanacaktır. Bu projenin önkoşulu; mevcut kaynakların, özellikle de tarihi kaynakların hissedilir oranda etkilenmesinin engellenmesidir.



Verim, m <sup>3</sup> /s	Verim, m <sup>3</sup> /g	Verim, m <sup>3</sup> /se	m <sup>3</sup> /g/insan	Kişi	Birim fiyat, \$/l	Gelir, \$/sene
0,8	69 120	25 228 800	0,3	230 400	0,05	1 261 440 000
4	345 600	126 144 000	0,3	1 152 000	0,05	6 307 200 000

Emniyetli verim (m<sup>3</sup>/s) ≥ 4

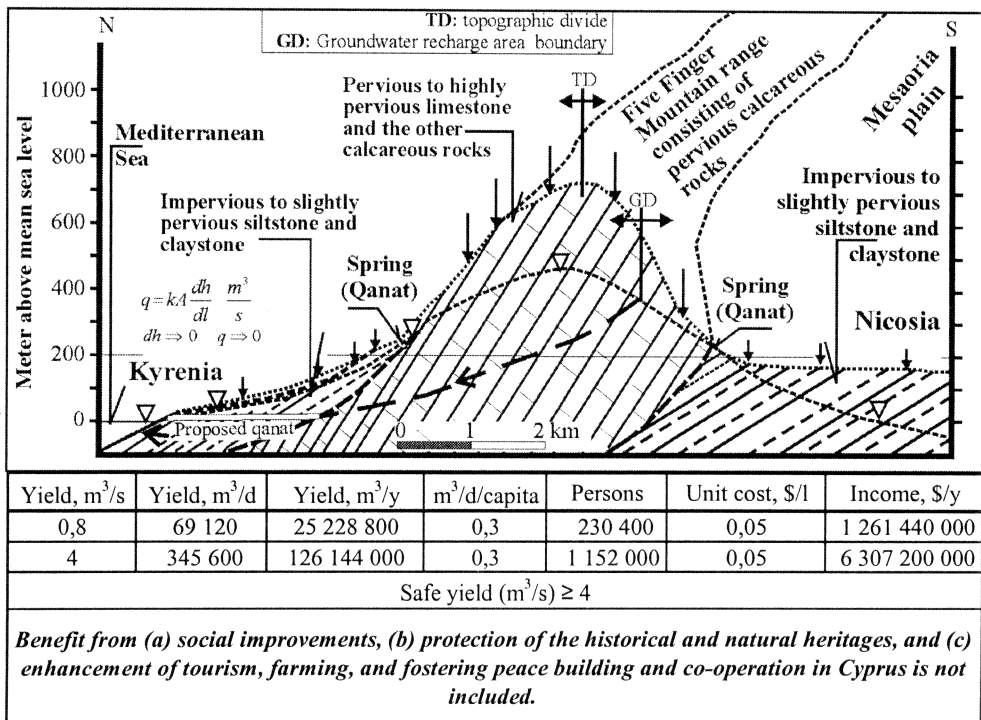
(a) Sosyal gelişme, (b) doğal ve tarihi anıtların korunması ile (c) turizm, tarım ve Kuzey - Güney Kıbrıslılar arasında barış ve dayanışmayı güçlendirme ve benzeri kazançlar bu değerlendirme dışı tutulmuştur.

Projenin temel özelliği; denize boşalmaların yoğun olduğu ve yüzey kaynaklarının olmadığı kesimlerde deniz kotundan dağa (güneye) doğru ilerleyen yatay (eğim < %2.5) kuyular oluşturularak istenilen oranda su temin etmektir. İlk aşamada elde edilen 50 milyon m<sup>3</sup> suyun 20 milyon m<sup>3</sup> 'ü Kuzey Kıbrıs'ın kullanımına sunulurken 30 milyon m<sup>3</sup> 'ü de Güney Kıbrıs'a satılabilecektir. Geri dönüşüm zorunlu olup elde edilen su tarım amaçlı kullanılacaktır. Yeraltı damlama sulama yöntemi sıra dikim ve ekimler için kaçınılmaz olup bu projenin bir parçasıdır. Yaklaşık 30 milyon m<sup>3</sup> bir artı su sağlanmış olacağından Mesaorya yeraltısuyu tablası her yıl artan oranda yükseltilebilecektir.

**Anahtar kelimeler:** Kaynak; Yatay kuyu; Miras; Çevre; Hidrolik geçirimsizlik.

### ABSTRACT

The island Cyprus is the third greatest one after the islands Sicily and Crete. Domestic water supply is a vital problem peculiar to islands. Fivefinger Mountain range, Trodos mountain and the Mesaoria plain between those mountains are major geographical and geomorphologic features. Major components of the Trodos Mountain are basic - ultrabasic rocks, metallic mines, and metamorphic rocks. They are all impervious. Hence the Southern Cyprus uses water from dams which is subjected to formation pollution. The Mesaoria plain consists mainly of Tertiary aged sedimentary rocks of basically clayey rocks which are basically impervious. In this connection, only the Cretaceous aged melange, particularly the calcareous rocks, of the Fivefinger mountain range get heavy precipitation and great infiltration. While the last 30 years, the aquifers are all polluted with sea water intrusion due to the excess withdrawn. The width and length of the recharge area are respectively 1 - 10 and about 100 km. Annual precipitation over the mountain range is around 600 and 300 mm/y over the Mesaoria plain whereas evapotranspiration is less than 100 and about 300 mm/y respectively. Runoff over mountain chain is almost zero. Hence, groundwater recharge over Mountain is above 400 mm/y and that over the Mesaoria plain is less than 100 mm/y. Hence, about 200 million m<sup>3</sup> of groundwater springs out into the Mediterranean Sea. At the first stage of the proposed project, the demanded quantity of water will be provided from the Fivefinger Mountain's ground water which flows into the sea. The important provision is that the existing springs, particularly the historical ones would not be affected.



The basic issue of the project is to find a place where heavy discharges into the sea are clustered and there will not be springs around which might be affected. The backbone of the project is to construct qanat commencing from mean sea level into the mountain range (southwards) with an inclination less than 2.5%. At the first stage, 20 million m<sup>3</sup> of the 50 million m<sup>3</sup> will be provided to the Northern Cyprus. The rest, 30 million m<sup>3</sup>, can be sold to the Southern Cyprus. About great portion of the domestically used water, excluding the chemically polluted component will be recycled to be used for irrigation. The dripping irrigation system, as a component of the proposed project, has vital significance to save water. Hence every year, about 30 million m<sup>3</sup> of water will be kept in the Mesaoria groundwater resources which in turn result in a considerable raise of water table.

**Keywords:** Spring; Qanat; Heritage; Environment; Hydraulic conductivity.

### Değınilen Belgeler

- Duman, T.Y., Çan, T., and Yılmaz. I., 1996. Su basıncı ve  $k$  ( $\square_{yatay} / \square_{dişey}$ ) değeri lerinin tünel tasarımına etkisi: Köroğlu sıradağlarından bir örnek. Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yıl Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı.
- Yılmaz, İ., 1992. Yeraltısuyu beslenme havza sınırının doğru belirlenmesinin hidrojeolojik ve jeoteknik araştırmalarda önemi. Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni -13, 63-79.
- Yılmaz, İ., Erhan, F., Duman T. ve Aytakin, E., 1992. Mühendislik çalışmalarında süreksizlik araştırmalarının önemi. 3. Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu, 21-23 Mayıs 1992, Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi ve Çukurova Univ. Müh.-Mim. Fak., Adana. Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni, 14, 61-70.
- Yılmaz, İ., 1992. Hidrojeolojik araştırmalarda yükseklik ve süreksizlik etkenleri. 3. Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu, 21-23 Mayıs 1992, Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi ve Çukurova Univ. Müh.-Mim. Fak., Adana. Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni -14, 111-128.
- Yılmaz, I. and Çongar, B., 1994. Significance of discontinuity survey and physiographical study in engineering works. Proceedings of the 7th congress of the International Association of Engineering Geology Organizing Committee, 1105-1111, 5-9 September 1994, Lisbon-Portugal.
- Yılmaz, I., Yılmaz, O., and Dogan, U., 1997. Significance of water-discontinuity-clay (WDC). Proceedings of the International Symposium on Engineering Geology and the Environment, sponsored by International Assoc. of Engineering Geology, Athens-Greece, June 23-27 '97, 457-462.
- Yılmaz, I. and Yılmaz, Ö., 1997. Interrelation between hydrogeological and geological models: case studies. Proceedings of the International Conference on Water Problems in the Mediterranean Countries, organized by Near East University, Nicosia, North Cyprus, November 17-21, 613-621.
- Yılmaz, I. and Yılmaz, Ö., 1997. An approach to construct the boundary of a groundwater recharge area (GRAB) in a tilted unit. Proceedings of the International Conference on Water Problems in the Mediterranean Countries, organized by Near East University, Nicosia, North Cyprus, November 17-21, 733-739.

## Kayseri Kenti İçme Suyu Havzasının Mevcut Durumunun Su Kullanımı Açısından İrdelenmesi

*Appraisal of the Current State and Reliability of the Hydrologic Basin Supplying Domestic Water for Kayseri City*

Mustafa DEĞİRMENCİ, Ahmet ALTIN, Eyüp ATMACA

*Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Sivas*

### ÖZ

Kayseri, Türkiye'de içme sularının tamamının yeraltısuyundan (kaynak ve kuyu olarak) karşılandığı örnek kentlerden birisidir. Kayseri kenti 600.000'in üzerindeki nüfusu ile ev ve işyerlerinde musluklarından memba suyu kalitesinde (sertlik 9-12° Fr arasında) su akan, Türkiye'de, belki de dünyadaki tek örnek bir şehir durumundadır. Bu durum, kentin yakın çevresinde çok geniş bir yayılıma sahip olan volkanik kökenli Erciyes Dağı ile ilgilidir. Kentin içme ve kullanma suyu Erciyes dağının ovaya yakın eteğinden tek noktadan çıkan, 150 – 350 L/sn debili bir kaynak suyu ile (Beştepeler Kaynağı) yine Erciyes'ten (aynı bölgeden) beslenen ve kentin üzerinde kurulmuş olduğu ovada açılmış elli (50) dolayında sondaj kuyularından alınan sulardan sağlanmaktadır. 2004 yılı verilerine göre şebekeye yılda toplam 45.357.292 metreküp su verilmiş, bu amaçla kullanılan enerji ise yılda toplam 22,594,056.-kWh olmuştur. Buna göre birim maliyet 0.498 kWh/m<sup>3</sup> olmuştur. Bununla birlikte, mevcut kaynak ve kuyuların tamamı günümüzde kent yerleşim alanı içerisinde kalmış durumdadır. Ayrıca kentin 1997 yılına kadar olan katı atıkları, kent merkezine yakın iki ayrı bölgede 10 -15 yıl sürelerle depolanmış durumdadır. Günümüzde kentin katı atıkları kent yerleşiminin 15 km kadar dışında düzenli depolama şeklinde toplanırken, altyapı kanalizasyon sistemi de tamamlanmış olup, toplanan atıksular şehrin 10 km kadar batısında kurulmuş “İleri Arıtma” sistemine sahip bir tesiste arıtıldıktan sonra Kızılıрмаğa verilmektedir

Kentin içme ve kullanma suyunun alındığı akifer sistemi, genel anlamda “Çatlaklı Kaya Akiferi” türünde dir. Bölgedeki gözlenen kayaç türleri bazalt, andezit ve bunların tüf ve aglomeraları şeklindedir. Söz konusu kayaç türlerinden herhangi birinin çok geniş alanlarda devamlılığını görebilmek zordur. Kent içme ve kullanma sularının alındığı bölgedeki akifer sisteminin beslenimi çoğunlukla Erciyes dağının yüksek kotları olduğu için su alınan akiferler genelde “basınçlı akifer” sistemi şeklindedir, Basınçlı akifer kırık ve çatlaklı bazalt, andezit ve bunların tüf ve aglomeralarından oluşurken örtü niteliğindeki kayaçlar genelde masif veya az kırık ve çatlaklı bazaltlardan oluşmaktadır. Akifer sisteminin beslenme alanının çok geniş ve özelliklede çoğunlukla kar erimeleri şeklinde beslenme özelliğine sahip olması nedeniyle akifer verimleri yüksektir.

Bu çalışmada, 1970'li yıllarda debisi 350 L/sn iken 2004 yılında 150 L/sn ye kadar düşen ve kent yerleşim birimi içerisinde yeralan, bölgenin en önemli içme suyu kaynağı olan Beştepeler kaynağında yapılan “*kaynak geliştirme*” çalışmaları önemli bir yer tutmaktadır. Beştepeler kaynağı, bölgedeki basınçlı akiferin üst örtü tabakası durumundaki bazaltlarda gelişmiş bir kırık-çatlak sisteminden boşalmaktadır. Bilindiği üzere, Çatlaklı Kaya Akiferleri'nden çıkan kaynakların görünür debilerinin artırılmasına yönelik yapılan “Kaynak Geliştirme” çalışmalarında, öncelikle bilimsel incelemeler yardımıyla “Kaynak Boşalım Mekanizması”nın tam anlamıyla ortaya konulması gerekir. Aksi durumda kontrolsüz ve bilinçsiz olarak yapılacak patlatma ve benzeri uygulamalar, mevcut olan suyun da kaybolmasına neden olabilir.. Bu amaca yönelik olarak bölgede jeofizik ölçümler yapılmış, izotop tekniklerinden yararlanılmış ve kaynağın yakın çavresinde dört adet araştırma sondaj kuyusu açılmıştır. Tüm bu hidrojeolojik çalışmaların sonucunda Beştepeler kaynağının beslenme alanı, beslenme-boşalım mekanizması ve bölgedeki diğer sularla olan kökensel ilişkisi sağlıklı bir şekilde ortaya konulmuş ve yapılan kaynak geliştirme çalışmalarından çok olumlu sonuçlar alınmıştır. Anılan çalışmalar sonucunda; Beştepeler Kaynağı bölgesinde, yüzeiden itibaren 50-55' inci metrelerde başlayan ve kırıklı-çatlaklı andezitik cüruftan oluşan bir *basınçlı akifer sisteminin* mevcut olduğu ortaya konulmuş, Beştepeler kaynağının ise, kaynak çıkış noktasında düşey yönde gelişmiş bir kırık-çatlak sisteminin, 50–55

metre kadar derinde yeralan söz konusu basınçlı akifer sistemini kesmesi sonucu yüze çıkmış olan bir kaynak olduğu belirlenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda yapılan kaynak geliştirme çalışmaları sonucunda, kaynağın debisi 250 L/sn ye düzeyine çıkarılmış, kaynağın yakın çevresinde açılmış dört adet araştırma sondaj kuyularının üçü işletme kuyusu haline getirilerek kaynak bölgesinden (*yaklaşık 150 m çapında bir alandan*) toplam 500 L/sn kadar su alınabilmektedir. Kaynağın yakın çevresindeki üç kuyunun her birinden 85-90 L/sn su çekilirken, kuyulardaki düşüm 15-20 cm kadar olmaktadır. Anılan kuyuların üçünden aynı anda toplam 260-270 L/sn su çekilerek yapılan gözlem ve ölçümlerde, kaynak kaptajının su seviyesindeki düşüm değeri sadece 3 cm kadar olmuştur.

### ABSTRACT

*Kayseri City, with a population over 600 000, is one of the few cities in Turkey where the domestic water demand is met entirely by groundwater resources through either springs or boreholes. Probably it is the only city in Turkey, if not in the world where the quality of tap water is as high as commercial mineral waters, with a hardness ranging between 9-12° F, owing to the volcanic rocks originated from the Erciyes Volcano, covering large areas around the city. The water for domestic use including drinking and household use is supplied from a spring discharging at rate between 150-350 l/s from a single orifice at the foothill of the Erciyes Mountain, and from about 50 boreholes drilled at the plain on which the Kayseri city is settled. The plain aquifer is also recharged mainly from the volcanic heights that forms the Erciyes Mountain. Based on the data for the year 2004, a total of 45, 357, 292.- cubic meter of water was supplied to the municipal network consuming an electric energy of 22,594,056.-kWh, providing a unit cost of 0.498 kWh/m<sup>3</sup>. However, today, the area where all of the springs and boreholes supplying water are located is urbanized and therefore under the threat of contamination. Additionally, the municipal solid waste had been disposed at two sites very close to the city centre for 10-15 years until 1997. Presently, the solid wastes are disposed at a regular landfill site, about 15 km out of the urban area, and the waste water is collected and treated at a high technology plant installed about 10 km to the west of the urban area, before it is discharged into the Kizilirmak river.*

*Generally speaking, the water supply system is fed by a "fractured rock aquifer" that is constituted mainly by basalt, andesite, basaltic and andesitic tuff and agglomerate. The exploited aquifers are mainly of confined character and are recharged through the highlands of the Erciyes mountain, receiving precipitation during most of the year. The fractured basalt, andesite, basaltic and andesitic tuff and agglomerate are confined from the top by massive or rarely fractured basaltic rock masses. The extensive outcrop of the aquifer provide high rate of recharge which makes the aquifer highly productive.*

*In this study, the authors explain the development of the major spring that is currently under the threat of pollution since it is surrounded by the settlements and whose discharge rate has been decreased from 350 l/s in the 1970's down to 150 l/s in 2004; and assess the current state of the boreholes supplying water for domestic use in Kayseri city, from the standpoint of both quantity and quality. This is primarily achieved by hydrogeological appraisal of the Beştepelers spring for development studies. This spring discharges through the fracture system of the basalt that constitutes the confining rock mass over the aquifer. Apparently, a detailed hydrogeological investigation to understand the hydrodynamics of the spring is essential before any practice to develop it to increase its discharge rate. Otherwise, it is not surprising to lose the water due to practices such as blasting or excavating at the spring site. In order to prevent any damage the discharge mechanism of the spring was studied utilizing the means like geological surveys and isotope hydrological techniques as well as four boreholes drilled at the site to monitor the groundwater potential at different depths. Based on the data obtained from these studies, the recharge-storage-flow and discharge relations were established on a hydrogeological conceptual model and the development studies were implemented accordingly. It was concluded that the spring discharges along a major fracture that connects the confined aquifer to the surface through a 50-55 m thick basaltic overburden. Consequent to the development studies, the discharge rate of the spring was increased to 250 L/s. Furthermore, three of the explanatory boreholes drilled at the site are utilized for a total production of water of about 500 L/s. The drawdown at these wells does not exceed 20 cm at a pumping rate of about 85-90 L/s. A combined pumping from all three wells caused a decline of not more than 3 cm in the water level at the springhead.*

## **Harran Ovasında (Şanlıurfa) Sulama Sonrası Oluşan Taban Suyu ve Tuzluluk Sorunlarının Jeolojik ve Hidrojeolojik Yapı ile İlişkisi**

*Salinity and Drainage Problems after Irrigation in Harran Plain (Şanlıurfa) and their Relation to Geological-Hydrogeological Structure*

**Hasan KIRMIZITAŞ**

DSİ 5. Bölge Müdürlüğü-ANKARA  
hasankirmizitas@yahoo.com

### **ÖZ**

Atatürk Barajı suları, Şanlıurfa Tünelleri ile ilk defa Nisan/1995 tarihinde Harran Ovasına akıtılmış ve o tarihten günümüze kadar yapılan tarımsal sulama sonrası yaklaşık 20000 – 25000 ha arazide jeolojik ve hidrojeolojik koşullar nedeniyle ciddi boyutta taban suyu ve tuzluluk sorunları yaşanmaktadır. Bir grabenleşme sonucu oluşan ovanın temelinde bulunan kireçtaşları üzerinde, orta kısımlarda jips oluşumları içeren <sup>(1)</sup> ince taneli kil ağırlıklı malzeme, ova kenarlarında iri taneli kum-çakıl malzeme çökelmiştir. Ayrıca, bu kil seviyeleri içinde yer yer merceksi asılı (tünek) akiferler oluşmuştur.

Ovada ekonomik olarak faydalanılan kireçtaşı akiferi, yıllık 250 hm<sup>3</sup> <sup>(2)</sup> işletme rezervine sahiptir. Pliyosen yaşlı tünek akiferler genellikle nitelik ve nicelik yönünden ekonomik değildirlir.

Yüzey suyu sulamaları sonucu oluşan süzülmele ile tünek akiferler doymun duruma gelmiş, taban suyu ile yeraltısuyu hidrolik ilişki kurmuştur. Ovanın özellikle orta kısımlarında 25000–30000 ha alanda jipsli (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) kötü kaliteli (EC≥6000 µs/cm) yeraltı suları sulamalar sonucu oluşan süzülmele ile bitki kök bölgesine hatta bazı yerlerde yüzeye kadar yükselmiş ve ovardaki fazla buharlaşma (2 m) nedeniyle tarım arazilerinde ciddi çoraklaşmaya neden olmaktadır. Pompaj deneyi ile taban suyunu düşürme olanakları araştırılmış ancak killi birimin düşük geçirgenlik değeri (K≤ 10<sup>-6</sup>) nedeniyle mümkün olmamıştır.

Özellikle tuzluluk ve taban suyu sorununun oluştuğu sahalarda 5–8 m derinlikte ve 100–150 m mesafelerle dar çaplı sondaj kuyuları açılarak litolojik özelliklerin ve hidrolik iletkenliğin dağılımı belirlenmeli ve bu verilere göre tarla içi drenaj projeleri gerçekleştirilmelidir. Ayrıca, pompajla sulama amacıyla kullanılan tahliye kanalları amaçları doğrultusunda çalıştırılmalı, drenaj projesinin etkinliğinin kontrolü için uygun lokasyonlarda seviye ve kalite gözlem ağı kurulmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** Harran ovası, tuzluluk, drenaj, hidrojeolojik yapı

### **ABSTRACT**

*Irrigation in Harran Plain from Atatürk Dam has started in 1995 (in April) and, in time salinity and drainage problems occurred in the field extends 20000-25000 hectares, which were caused by geological-hydrogeological structure. In a graben shaped plain, limestone underlie the clastics deposits that has filled the basin. These deposits are composed of mainly fine material with gypsum in the central part while grain size gets coarser toward the edge of the basin. Coarser material within the clayey deposits forms perched aquifers in the basin.*

*The limestones aquifer that is utilized for economical production has 250 hm<sup>3</sup> groundwater potential. Pliocene aged perched aquifers are not of hydrogeological interest due to thier poor quality and low yield. The low quality waters infiltrated from irrigation has risen the water table of the perched aquifer which is*

resulted in a direct hydrological connection between waters of different quality. Particularly in the central part of the plain, covering an area of 20000-25000 hectares, the level of groundwater which is rich with respect to calcium-sulphate and other salts ( $EC > 6000 \mu\text{s/cm}$ ) has risen up to the root zone and in some places even to the ground surface. Consequently, evaporation caused salinization in the soil. Pumping tests were carried out at some wells in order to decline groundwater level and prevent the soil salinization problem, but results were not promising because the low hydraulic conductivity ( $K < 10^{-6} \text{ m/s}$ ) of clayey formations.

In order to solve salinity and drainage problems, it was recommended to drill small diameter wells which should be 5-8 m deep and 100-150 m apart. Furthermore a Detailed Field Drainage Project should be prepared considering the lithological properties and the hydraulic conductivity. Besides, existing drainage canals (used as pumping canal by field owners) must be used for drainage and a groundwater level and quality observation network must be constructed to control effectiveness of the project.

**Keywords:** Harran plain, salinity, drainage, hydrogeological structure

### Değinilen Belgeler

Harran Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu, DSİ Yayını 49 Sayfa, 1972, Ankara  
Mardin-Ceylanpınar Ovaları Revize Planlama Çalışmaları, 5 cilt, 1993



## **Tecer Dağının (Sivas) Karst Hidrojeolojisi İncelemesi**

*Karst Hydrogeological Investigation of the Tecer Mountain (Sivas)*

**Tülay EKEMEN, Fikret KAÇAROĞLU, Kaan Ş. KAVAK**

*Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Böl., 58140 SİVAS  
tekemen@cumhuriyet.edu.tr, fkacar@cumhuriyet.edu.tr, kaank@cumhuriyet.edu.tr*

### **ÖZ**

Tecer Dağı, Sivas'ın yaklaşık 40 km güneydoğusunda yer almakta olup, Mestriştien-Tanesien yaşlı kireçtaşından (Tecer Kireçtaşı) oluşmaktadır. Bu çalışmada, Tecer Kireçtaşının hidrojeolojik özelliklerinin, su kimyasının ve kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında alanın hidrojeoloji haritası hazırlanmış, su noktalarında ölçümler, su örnekleme ve analizleri yapılmıştır. Ayrıca arazi ölçümleri, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri yardımıyla kırık izleri ve karstik yapılar incelenmiştir.

İnceleme alanının temelini Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Çataldağ Kireçtaşı oluşturmaktadır. Bu birimin üzerinde sırasıyla Üst Kretase yaşlı Divriği Ofiyolitli Karışığı, Mestriştien-Tanesien yaşlı Tecer Kireçtaşı, Lütesien yaşlı Bozbel Formasyonu, Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu, Miyosen yaşlı Karacaören ve Deliktaş Formasyonları, Pliosen yaşlı Örenlice Formasyonu ve Traverten, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Soğukpınar Formasyonu bulunmaktadır. En genç birim ise Kuvaterner yaşlı alüvyondur.

Tecer Kireçtaşı, oldukça kırıklı, çatlaklı ve karstik yapılıdır. Birimde karstik yapı olarak çoğunlukla kareler, dolinler, düdenler ve yeraltı kanalları gözlenmiştir. Ayrıca yer yer mağara oluşumları bulunmaktadır. Karstik Tecer Kireçtaşında yeraltı suyu dolaşımı, kireçtaşının çözünmesiyle genişletilmiş eklemler, çatlaklar ve karstik kanallar boyunca meydana gelir ve yersel dolaşım şeklindedir. İnceleme alanında Tecer Kireçtaşından boşalan kaynakların debileri 0.5-565 L/s arasında değişmektedir. Tecer Kireçtaşından boşalan en büyük debili karstik kaynak olan Beşgözeler Kaynağının debisi 150-565 L/s arasında değişmektedir.

Tecer Kireçtaşından boşalan kaynak sularının elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 215-585  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında, sertlikleri 10-20 Fransız sertlik derecesi (FS) arasında değişmektedir. Kaynak suları,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  ve  $\text{HCO}_3^{-1}$  iyonlarının hakim olduğu kalsiyum bikarbonatlı tipte sulardır. Kaynaklar sulama suyu açısından, ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramında orta tuzlu-düşük sodyumlu sular ( $\text{C}_2\text{-S}_1$ ) sınıfında yer almaktadır. Tecer Deresi sularının EC değerleri 630-885  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında, sertlikleri 30-45 FS arasında değişmektedir.

Karstik yapılara ve eklem sistemlerine ilişkin arazi gözlemleri, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri incelemelerine göre; Tecer Kireçtaşında yüzey drenajı ve özellikle süreksizliklerin kontrolünde karstlaşma gelişmiştir. Kırık izleri, eklemlerin yoğunlaştığı zonlar ve faylar ile karstlaşmanın yoğunlaştığı zonlar arasında oldukça belirgin uyumluluğun bulunduğu gözlenmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Tecer Dağı, hidrojeoloji, yeraltı suyu, karst kaynağı, karst akiferi

### **ABSTRACT**

*Tecer Mountain is located about 40 km to the southeast of Sivas city centre, and is formed of Maastrichtian-Thaneian aged limestone (Tecer Limestone). This study aims to determine the hydrogeological, water chemistry and quality characteristics of the Tecer Limestone. Within the scope of the study, hydrogeological map was prepared, field measurements, water sampling and analyses were carried out. Fractures, joint systems and karstic features were studied via field measurements, air photographs and satellite images.*

*The basement rocks of the study area consist of Upper Jurassic-Early Cretaceous Çataldağ Limestone. Above this unit are Upper Cretaceous Divriği Ophiolitic Melange, Maastrichtian-Thantion Tecer Limestone, Lutetian Bozbel Formation, Oligocene Selimiye Formation, Miocene Karacaören and Deliktaş Formations, Pliocene Örenlice Formation and Travertene, Plio-Quaternary Soğukpınar Formation. The youngest unit is alluvium of Quaternary age.*

*Tecer Limestone is densely fractured, jointed and karstified. Karstic features observed in the unit consist of karrens, dolines, ponors and underground channels. In addition some caves exist. Groundwater circulation within the karstified Tecer Limestone occurs along the solution widened fractures, joints and karst channels, and has local (condit) flow character. The flow rate of the springs in the study area discharging from Tecer Limestone ranges between 0.5-565 L/sec. The discharge of the Beşgözeler Spring, the largest karst spring in Tecer Limestone, ranges between 150-565 L/s.*

*The electrical conductivity (EC) and hardness values of the spring waters that issue from Tecer Limestone range between 25-585  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , and 10-20 °F (French Hardness), respectively. The spring waters are of calcium bicarbonate type which have major ions of  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  and  $\text{HCO}_3^{-1}$ . In regard of irrigation water quality, the spring waters plot in medium saline-low sodium water ( $\text{C}_2\text{-S}_1$ ) class in U.S. Salinity Laboratory Diagram. EC and hardness values of the Tecer River waters range between 630-885  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , and 30-45 °F, respectively.*

*The field observations on the karstic features and joint systems, and studies on air photographs and satellite images have revealed that karstification has developed in Tecer Limestone under the control of the surface drainage, joints and faults. A rather strong correlation is present between the fracture traces, joint concentrated zones, faults and intensively karstified zones.*

**Keywords:** *Tecer Mountain, hydrogeology, groundwater, karst spring, karst aquifer*

## Seyhan Havzasında İklim Değişimlerinin Yüzeysel Su Kaynaklarına Olan Etkilerinin Araştırılması

*Assessment of Climate Change Impacts on Surface-Water Resources in Seyhan River Basin*

**Dilek GÜRKAN**

*Hacettepe Üniversitesi, Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi  
06800, Beytepe Ankara*

### ÖZ

Son yıllarda yapılan çalışmalar, iklim değişimlerinin yağış, buharlaşma-terleme ve yüzeysel akış gibi hidrolojik döngünün bileşenleri üzerinde önemli etkilere sebep olacağını göstermektedir. İklim değişimine bağlı olarak, sel, toprak kayması, kuraklık ve sele maruz kalan bölgelerde tarımsal verimin azalması, kıyı ekosistemlerinin olumsuz etkilenmesi, enerji darlığı, su kaynaklarının azalması ve kalite bozulması, bulaşıcı hastalıklara yakalanma riski ve ölüm oranlarında artış meydana geleceği tahmin edilmektedir.

Türkiye’de iklim değişimlerinin etkileri, son yıllarda yağışlarda gözlenen azalma eğilimi ve kuraklık olayları olarak ortaya çıkmaktadır. Bu değişimin etkileri özellikle kış mevsimlerinde daha belirgin bir hal almaktadır. Seyhan Havzası, yüzeysel su kaynaklarınınca zengin ve yarı kurak iklim kuşağından karasal iklime geçiş bölgesi içinde bulunması nedeniyle iklim değişimlerine karşı duyarlı bir hidrolojik yapıya sahiptir. Havza içerisinde nehir ağı oldukça iyi gelişmiştir ve havzanın üst kotları içerisinde birçok düden, mağara, kaynak gibi karstik su yapıları yer almaktadır. Bu nedenle, sistemin karakteristik yapısı göz önünde bulundurularak, oluşturulan bir hidrolojik model yardımıyla yüzeysel su kaynaklarının iklim değişimine olan duyarlılığı ortaya konulmuştur.

MIKE-SHE havza modeli ile oluşturulan matematiksel model, yüzeysel akış ve depolama, buharlaşma-terleme, doymun olmayan bölgede akış ve yeraltı suyu beslenimi ve akarsu akımını benzeştirmektedir. Havzanın büyüklüğü ve hidrolojik süreçleri yansıtan meteoroloji ve havza değişkenlerinin konumsal ve zamansal değişimlerini temsil edecek veri ve gözlemlerin yeterli olmayışı ayrıntılı bir model kalibrasyonu yapabilmeyi engellemiş, model havza ölçeğinde su bütçesi dağılımı ile kalibre edilmiştir.

İklim değişiminin etkisi, yağışın azalması, sıcaklık ve potansiyel buharlaşma-terlemenin artmasına bağlı olarak kurgulanan iki ayrı senaryo çerçevesinde incelenmiştir. Yağışın azalmasının, yeraltı suyu beslenmesi ve akarsu akımlarında oldukça yüksek oranlarda bir azalmaya neden olduğu görülmüştür. Sıcaklık artışının ise gerçek buharlaşma-terleme ve bitki su ihtiyacının artmasında, doymun olmayan bölge ve yüzeysel depolamada azalmaya neden olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, Seyhan Havzasının iklim değişimlerine karşı yüksek duyarlılığa sahip olduğu ve yağış ve sıcaklık değişiminin havzanın hem yüzeysel su potansiyelini hem de yeraltı suyu beslenimini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Seyhan havzası, İklim değişimi, Yüzeysel su kaynakları, MIKE-SHE.

### ABSTRACT

*Recent studies have revealed that climate change has significant effects on the components of hydrological cycle such as the precipitation, evapotranspiration and surface waters. Depending on the climate change, increases in ratios of floods, land slides, decrease of the agricultural productivity of the land subjected to drought and flood, negative effects on coast ecosystem, energy shortage, decrease of water resources and*

decrease of water quality, risk of catching communicable infections and death rate are estimated to be realized.

*In Turkey, the effects of climate change are emerging as the recent observed decreasing precipitation trend and droughts. The impacts of this change are becoming more evident especially in winter seasons.*

*Seyhan River Basin is highly vulnerable to the climate changes, since it has a high potential of surface water resources and situated in a transition area between semi-arid and continental climate zones. The drainage network of the basin is well developed, and there are many karstic features such as doline, cave, spring in higher elevations. The susceptibility of the water resources to the climate changes is assessed by a hydrological model established by considering the basin characteristics.*

*The MIKE-SHE hydrological model is used to simulate the overland flow and storage, evapotranspiration, unsaturated flow and storage, groundwater recharge, and river flow. The great size of the basin, and the lack of adequate data and observation, characterizing the spatial and temporal variation of the meteorological and basin variables, does not allow carry out a detailed calibration, instead the model is calibrated by basin wide water budget target.*

*The assessment of impacts of climate change is based on numerical climate analysis and the results of the impact models developed with the inputs of non-climate scenarios. The description of coming socioeconomic situation, use of land and environmental changes with the help of these non-climate scenarios is important for being able to characterize the sensitivity of system for climate change and the adaptation capacities.*

*The effects of the climate changes are simulated by two scenarios, based on the decrease in precipitation amount, and increase in temperature and potential evapotranspiration. The decrease in precipitation results significant decrease in groundwater recharge and river flow, whereas the temperature increase results increase in actual evapotranspiration, and crop water requirement, and decrease in the unsaturated and overland storage. The assessment of these results indicates the high vulnerability of the Seyhan Basin to the climate changes, and the changes in precipitation and temperature will affect the surface water resource potential and groundwater recharge significantly.*

**Keywords:** *Seyhan basin, climate change, surface water resources, MIKE-SHE*

## Kaybedilen 2000 Yıllık Kaynakların Geri Kazanılması, Kıbrıs

*Reacquisition of the Lost Springs which are 2000 Years Old, Cyprus*

Salih GÜCEL<sup>1</sup>, İlyas YILMAZER<sup>1</sup>, Hüseyin GÖKÇEKUŞ<sup>1</sup>, Özgür YILMAZER<sup>2</sup>, Coşkun BULUT<sup>2</sup>

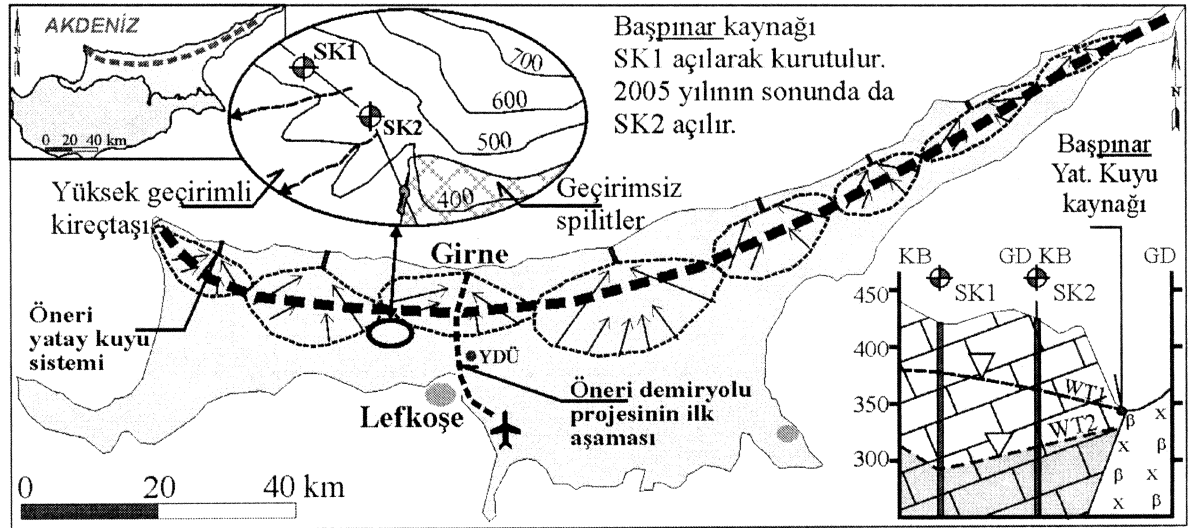
<sup>1</sup> Yakın Doğu Üniversitesi, Kıbrıs

<sup>2</sup> Yilmazer Eğitim. Ltd., A. Öveçler, 8. cad., 89. sok. 9/8, 06460, Ankara  
yem98@ttnet.net.tr; www.uyaneyulusum.net

### ÖZ

Kuzey Kıbrıs; Tersiyer yaşlı tortul istifin (Tt) oluşturduğu Mesarya ovası ve Akdeniz kıyısı ile bu arada yükselen Kretase yerleşim yaşlı karmaşığın (Kk) kireçtaşlarını (Kkk) içerir. Ovanın kotu -4 m ile 330 m arasında değişmektedir. Beşparmak dağının yüksekliği ise 400 – 1020 m arasında değişmektedir. Tt 'nin hidrolik geçirirliliği (K, m/s)  $10^{-7}$ 'nin altındayken, Kkk 'nın ki  $10^{-5}$  m/s 'nin üzerindedir. Katmanlar ana süreksizlik türü olup tamamı kuzeye eğimlidir. Tt ile Kkk arasındaki dokunak güneyde ters faylı olup kuzeydeki açılal uyumsuzluk dokunağıdır. Kaya birim içerisindeki yeraltısuyunun devinimini genellikle süreksizlikler belirler. Yeraltısuyunu besleyen tek birim Beşparmak dağlarının kireçtaşlarıdır. Tt 'nin oluşturduğu alanlarda beslenme, göz ardı edilebilecek düzeydedir.

Başpınar kaynağı; Kkk ile Kk'nın siphilitleri (Kks) arasındaki tektonik dokunak boyunca Venedikliler döneminde yapılmış yatay kuyu olup yaklaşık 150 l/s debide temiz su sunmuştur. Yaklaşık 2000 yıl önce geliştirilen bu kaynak; (1) evsel amaçlı ve (2) 500 m akış aşağısında yapılmış olan değirmeni çalıştırmak üzere gerekli suyu sağlamıştır.



Yaklaşık 1,5 km verevine tepe yukarısında (beslenme alanında) açılan su kuyusu, 2000 yıllık kaynakları kuruttu. Bu da yetmemiştir ki, kaynaklarla eski kuyu arasına ikinci bir kuyu daha açılarak 2005'in sonunda tamamlanmıştır. Kaynakların kotu 340 m iken, bu iki kuyunun kotu da 440 metredir. Dolayısıyla kaynakları kurutan uzak kuyuyla 500 m daha yakın aynı kotlu bir noktaya ikinci kuyunun açılması boş zaman, emek ve para harcamasıdır. Oysa, ulusal servet niteliği taşıyan söz konusu binlerce yıllık kaynaklar

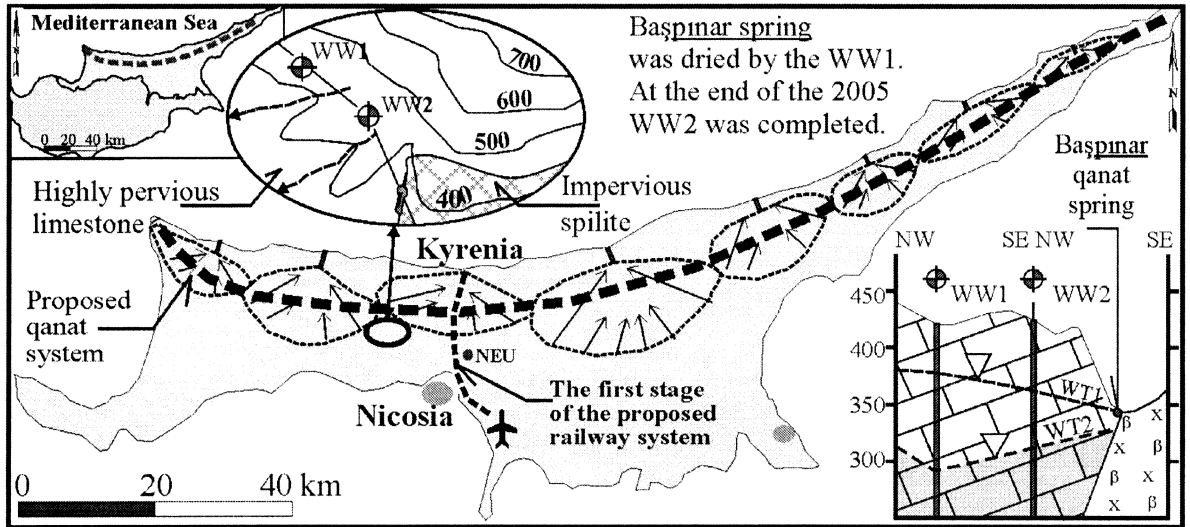
korunmalıdır. Beşparmak dağının kuzeyinde denize boşalan su, uygun debilerde sıfır kotundan, alınarak doğal denge korunabilir. Bu bağlamda hazırlanan projenin ön tasarımı tamamlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Kaynak; Yatay kuyu; Miras; Çevre; Hidrolik geçirimsizlik.

### ABSTRACT

The Northern Cyprus comprises Mesaoria plain and coastal area of Tertiary aged sedimentary sequence (Tt) and Beşparmak (Fivefinger) Mountain range consisting of calcareous rocks (Kml) of Cretaceous aged mélangé. Topographic elevation of the Mesaoria plain varies from -4 up to 330 m. The altitude of the Beşparmak Mountain range is in between 400 and 1020 m. Hydraulic conductivity (K, m/s) of Tt is smaller than  $10^{-7}$  whereas that of the Kml is greater than  $10^{-5}$ . Bedding planes are the major type of discontinuities and they all dip northwards. The contact between Tt and Km is thrust fault at south and angular unconformity at north. The movement of the groundwater, in general is governed by the discontinuities. Hence, the majority of the groundwater in Northern Cyprus moves northwards. The calcareous rocks of the unit Km is the sole source of groundwater recharge. The recharge over the Tt is almost negligible.

The qanat Başpınar, constructed by Venetians through the fault zone between Kml and spilite (Kms) of the Km, was springing out at an approximate rate of 150 l/s. It was constructed about 2000 years ago to; (1) get water for domestic use and (2) operate a mill at 500 m downstream.



A water-well, constructed in 2004 about 1.5 km obliquely uphill side of the spring, intercepted water of the spring and made it dry. Besides that a new water-well is being drilled between the former well and the spring into the same unit which is Kml. Both wells have the same altitude as 440 whereas that of the spring point is 340 m. Hence the second well between them is to spent more time, effort, and expenditure. However, it is mandatory to keep such invaluable springs as a natural and national resource. It is concluded and recommended that groundwater flowing into the Mediterranean Sea as submarine springs can be intercepted at an optimized rate at the mean sea level to save such historical and natural heritages. In this connection, the preliminary design of the qanat systems is completed.

**Keywords:** Spring; Qanat; Heritage; Environment; Hydraulic conductivity.

## Yeraltısuyu Seviyelerinde Depremler Nedeniyle Oluşan Anomaliler

### *Anomalies in Groundwater Level Caused by Earthquakes*

**Hasan KIRMIZITAŞ**

*DSİ 5. Bölge Müdürlüğü  
hasankirmizitas@yahoo.com*

### ÖZ

Ülkemizde DSİ tarafından, 1960'lı yıllardan bu yana hidrojeolojik etütler kapsamında sondaj kuyularında yeraltısuyu seviyeleri limnigraf aletleri ile düzenli olarak ölçülerek hidrograflar üretilmektedir. Bu hidrografların bazılarında meteorolojik-hidrolojik etkilerden bağımsız gibi görünen çok ilginç anomaliler yakalanmış ve yapılan incelemelerde bu anomalilerin depremler nedeniyle meydana geldiği gözlenmiştir. Depremler nedeniyle meydana gelen anormal seviye değişimleri; ani yükselme, ani düşme veya aynı noktada salınımlar şeklinde olmaktadır

Bu poster sunumunda, ülkemizde meydana gelen bazı depremlerin, deprem merkezlerine farklı uzaklıklardaki bazı DSİ gözlem kuyularında meydana getirdiği anormal seviye değişimlerinden örnekler sunulmuştur. Verilen örneklerde, deprem merkezlerinde en büyük seviye değişimi 1.48 m olup, bu değişim, aynı noktada salınım şeklinde kaydedilmiştir. İncelenen seviye hidrograflarında, deprem merkezinden yayılan deprem dalgalarının anlık zaman dilimi içinde binlerce km yol kat ederek, çok uzaktaki yeraltısuyu seviyesini etkileyebildiği görülmüştür.

Yeraltısuyu seviye değişimleri basınçlı, yarı basınçlı ya da serbest akifer koşullarında gözlenmiştir. Akifer litolojisi ise alüvyon gibi taneli ortamların yanı sıra kireçtaşı gibi sağlam kayalardan da oluşmaktadır.

Doğal afetlerin en yıkıcısı olan depremlerin önceden belirlenmesi ile ilgili uzun yıllardan bu yana çalışmalar yapıldığı bilinmektedir. Yeraltısuyu seviyelerinde oluşan sıra dışı yükselim ve düşümler bilim adamlarının dikkatini çekmiş ve bu olayın depremlerle ilişkisi birçok ülkede incelenmeye değer bulunmuştur. Ancak, bugüne kadar depremlerin önceden belirlenmesinde bir sonuca varıldığı bilinmemektedir. Esasen Ülkemizde önemli bir yeri olan deprem ve yeraltısuyu ilişkisinin bilimsel ve akademik düzeyde ortaya konmasında büyük fayda vardır.

**Anahtar kelimeler:** Yeraltısuyu, hidrograf, deprem

### **ABSTRACT**

*DSI has set up a groundwater level observation network in major groundwater basins where the water level is measured by automatic limnigraphs since the 1960's. This allows the production of groundwater level hydrographs at each observation borehole. Some of these hydrographs were found to indicate some anomalies in the groundwater level change which could not be accounted for by the response of the aquifer to actual meteorological-hydrological inputs. These anomalies were attributed mainly to the earthquakes occurred at and around the areas of the observation boreholes. The character of the anomalies observed was either a rise, a decline or fluctuation in the groundwater level as a consequence of an earthquake.*

*The hydrographs interpreted within this study exhibit an anomaly as a fluctuation in the groundwater level as high as 1.48 m. The location of the observation well relative to the earthquake epicentre suggests that the seismic waves may travel thousands of kilometres in very short period of time.*

*Based on the interpreted hydrographs, the occurrence of abnormal changes due to earthquakes is independent of the type of the aquifer, because anomalies were identified in boreholes penetrating either confined, semiconfined or unconfined aquifers. Similarly, identification of such anomalies in aquifers made of unconsolidated material like alluvium and rock masses like limestone suggests that this phenomenon is not dependent on the type of lithology either.*

*Because earthquakes are among the most destructive natural hazards, the use of abnormal groundwater level changes as a precursor to earthquakes have long attracted the attention of scientists and several studies can be found on this topic in the literature. However, no clear relationship has been yet established to make use of this sort of anomalies as a precursor to earthquakes. But, it seems to be worthwhile to continue the research in order to understand the phenomenon.*

**Keywords:** *Groundwater, hydrograph, earthquake*



59. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 20-24 Mart 2006, Ankara

**Maden Yatakları ve Jeokimya Oturumu**  
*Ore Deposits and Geochemistry Session*

**Yürütücü: Fikter SUNER**



## Höyük ( Afşin-K.Maraş ) Pb-Zn Yatağının Jeolojisi

*Geology of Höyük (Afşin-K.Maraş) Pb – Zn Deposit*

Yunus AY <sup>1</sup>, Özcan DUMANLILAR <sup>2</sup>, Ali AYDIN <sup>1</sup>

<sup>1</sup> MTA Malatya Bölge Müdürlüğü, Malatya

<sup>2</sup> Demir Export-Ankara

### ÖZ

Doğu Toros Orojenik Kuşağı'nın merkezi kesiminde bulunan çalışma alanında Jura-Alt Kretase yaşlı Göksun Ofiyoliti, Üst Kretase yaşlı Esence Granitoyidi ile Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı bulunmaktadır. Çarpışma sonrası oluşmuş subvolkanik kayalar Maden Karmaşığı ile intrüzif ilişkilidir.

Araştırma konusu Pb-Zn cevherleşmesi, Maden karmaşığına ait volkanosedimanter istif ile dünit porfirleri içerisinde gelişmiştir. Cevherleşme, Höyük Köyü güneyinde tatadere civarında damar tipi Pb-Zn şeklinde gözlenirken, batıda volkanik kayalar içerisinde bulunan breşik kuvars damarlarına bağlı bakır mineralizasyonu şeklinde gözükmektedir.

Höyük civarındaki Pb-Zn cevherleşmesi Pb-Zn-Cu-Ag içermektedir. Bu değerler sırasıyla Pb % 9, Zn % 5.5, Cu % 1.5, Au 260 ppb, Ag 54 ppm'e ulaşmaktadır. Cevherleşmenin en dış zonlarında propilitik alterasyon yer alırken, kalınlıkları 1m-5m arasında değişen Pb-Zn damarlarının yan kayalarında ise damar kalınlıklarına bağlı olarak kuvars-serizit-kil-pirit (fillik) alterasyon gelişmiştir. Propilitik alterasyon ile fillik alterasyon arasında 100m'ye ulaşan kalınlıklarda yoğun silisli, stokvork ve dişli kuvars damarcıklı zonlar belirlenmiştir. Höyük köyü'nün batısında ise propilik alterasyon içerisinde kalınlıkları 0,5m ile 5m arasında değişen breşik kalkopirit-hematitli ve kuvarslı zonlar bulunmaktadır.

Elde edilen bu ön bulgulardan hareketle çalışma alanında gözlenen cevherleşmenin çarpışma sonrası (post collision ) gelişen volkanizma ile direk ilişkili olduğu ve aynı kuşak içerisindeki diğer cevherleşmelerinde benzer şekilde geliştiği öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Pb-Zn Yatağı, Propilitik alterasyon, Höyük ( Afşin-K.Maraş )

### ABSTRACT

*The Jurassic to Lower Cretaceous Göksun Ophiolite, the Upper Cretaceous Eocene Granitoid and the Middle Eocene Maden Complex take place in the study area which is located in the central part of the Eastern Taurus Orogenic Belt. Post-collision subvolcanic rocks intrude the Maden Complex.*

*Pb – Zn mineralization occurs in the volcano-sedimentary sequence of the Maden Complex and dunit porphyry. As for mineralization around Tatadere to the south of Höyük village, is observed as vein-type Pb – Zn. To the west, however, is observed as copper mineralization related to breccia quartz veins in the volcanic rocks.*

*Pb – Zn mineralization around Höyük village contain Pb-Zn-Cu-Ag. The values reach up to, in order, Pb % 9, Zn % 5.5, Cu % 1.5, Au % 260 ppb, Ag % 54 ppm. The outermost alteration zone of the mineralization is characterized by pyrophyllitic alteration, whereas, quartz-sericite-argillic-pyrite (phyllic) alteration develops, based on thickness of veins, around the country rock of Pb – Zn veins ranging from 1 to 5 m in thickness.*

*The zone of strongly silicified, stockwork and drusy quartz veins, with thickness reaching up to 100 m, is determined between pyrophyllitic alteration and phyllic alteration. To the west of Höyük village, however, breccia chalcopyrite-hematite-quartz zones with thickness ranging from 0,5 to 5 m, take place in pyrophyllitic alteration.*

*According to the result obtained, it is suggested that mineralization in the study area is related to post-collision volcanism and other mineralization in the belt, also, formed in the same condition.*

**Keywords:** *Pb-Zn Deposits, Pyrophyllitic alteration, Höyük (Afşin-K.Maraş)*

**Midi (Karamustafa/Gümüşhane) Zn-Pb (Au, Ag) Yatağında Termodinamik ve Duraylı İzotop (S, O, C) Çalışmaları**

*Thermodynamic and Stable Isotope (S, C, O) Studies of the Midi (Karamustafa/Gümüşhane) Zn-Pb (Au, Ag) Ore Deposit*

**Abdurrahman LERMİ<sup>1</sup>, Necati TÜYSÜZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Niğde Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
alermi@nigde.edu.tr, ntuyusuz@ktu.edu.tr

**ÖZ**

Cevher oluşum süreçlerinde etkili olan birçok fiziksel ve kimyasal faktör vardır ve iç içe gelişen bu süreçleri birbirinden ayırmak oldukça güçtür. Cevher oluşum süreçlerinin anlaşılmasında S, O, C izotop sistemleri oldukça faydalı bilgiler verirler. Bu nedenle bu çalışmada duraylı izotoplar kullanılarak Midi Maden yatağını oluşturan bileşenlerin kökeni, taşınma mekanizması ve cevher çökelimini etkileyen faktörler belirlenmeye çalışılmıştır.

Midi Madeni (Karamustafa/Gümüşhane-KD Türkiye) iki cevher mostrasından oluşmaktadır. Bunlardan KB-GD doğrultulu ve KD'ya eğimli Köstürelilik Cevherleşmesi Kırtıllık breşine, D-B doğrultulu ve K'ye eğimli Maden Dere Cevherleşmesi ise Zimonköy Formasyonu'nun taban kesimine yerleşmiştir. Bu cevherleşmeler tamamen fay kontrollüdürler. Cevher Maden Dere'de merccekler ve Köstürelilik'te düzensiz baca şekilli olup, yan kayaca ornatım ve boşluk dolgusu halinde yerleşmiştir. Ana cevher mineralleri; sfalerit, pirit, galenit olup, az miktarda kalkopirit, arsenopirit, pirotin, tetrahedrit, bornit ve eser miktarda altın ve tellür'den oluşmaktadır.

Mineral çökeli mi geniş bir sıcaklık aralığında (250-388 °C) meydana gelmiştir. Sıvı kapanımlardan elde edilen ortalama oluşum sıcaklığı (306.6±25); kükürt izotop termometresi (301±22 °C), arsenopirit termometresi (331 °C) sonuçlarıyla oldukça uyumludur. Cevherin oluştuğu şartlarda ortamın termodinamik parametreleri 325 °C / 275 °C'de hesaplanmış olup, bu sıcaklıklara karşılık gelen kükürt fugasitesi -12.7/-7.37, oksijen fugasitesi -30.4/-26.64 ve pH 3.38/5.35 olarak saptanmıştır. Bu şartlarda kurşunun yüksek sıcaklıkta klorür ve düşük sıcaklıkta sülfür kompleksleri, çinkonun ise genel olarak klorür kompleksleri halinde taşındığı belirlenmiş ve pH değişiminin minerallerin çökmesinde sıcaklık değişiminden daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Pirit, galenit ve sfalerit minerallerinin δ34S değerlerinin (+2.0-+6.7 ‰) 0 ‰ değerine yakın dar bir aralıktaki değişimi, bu minerallerin oluşumunu sağlayan kükürtün magmatik kökenli olduğunu göstermektedir.

Kalsit ve ankerit'lerin dengede olduğu sıvıların karbon (+1.9- -3.5 ‰) ve oksijen (+2.9- +10.7 ‰) izotop bileşimlerinden oksijen, magmatik sıvılarla benzerlik göstermekte, karbon ise magmatik kaynaktan farklı bir kaynağı işaret etmektedir. Gerçekleştirilen izotop karışım modelleri hidrotermal karbonatların çökeli mende ve izotop farklılaşmasında asıl rol oynayan olayın sıvı-kayaç (10-400/1 oranında) etkileşimi olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Midi Zn-Pb yatağı, Jeotermometre, Duraylı izotop jeokimyası, İzotop modellemesi.

### ABSTRACT

*In the ore forming processes, there are a number of physical and chemical factors, which are difficult to be treated separately; because many are interrelated. S, O and C isotope systems could provide some useful information and help to understand of ore forming processes. Thus, stable isotopes were employed in this study to find out the genesis of the ore-forming constituents, transportation and the factors controlling ore deposition of the Midi ore deposit.*

*The Midi ore deposit is composed of two distinct ore bodies namely the Köstürelilik and the Maden Dere. The Köstürelilik ore body trending NW-SE and dipping NE is hosted by Kurtulluk Breccias and the Maden Dere ore body trending E-W and dipping N is located at the bottom part of the Zimonköy formation. Both are confined to fault zones. Maden Dere ore body occurs as lenses, whereas the Köstürelilik as an irregularly outlined conical form. The ore bodies have been formed by both replacement of the host rocks and infillings of fractures. Main ore minerals are sphalerite, pyrite, galena; lesser chalcopyrite, pyrrhotite, tetrahedrite, bornite, and trace gold and tellurides.*

*Mineral precipitation occurred in a temperature interval between 250 and 388°C. The mean homogenization temperature obtained from fluid inclusions (306.6±25 °C) is consistent with those obtained from S isotope thermometry (301±22 °C), arsenopyrite thermometry (331 °C). Thermodynamic parameters calculated at 325 °C and 275 °C respectively revealed a  $fS_2$  of -30.4/-26.64,  $fO_2$  of -12.7/-7.3 and pH of 3.38/5.35 for the ore forming fluids. In this system Pb is transported as chloride complexes at high temperatures, but as sulfure complexes at low temperatures, whereas Zn is transported mainly as chloride complexes. Variation in pH values played much more important role in precipitation of both galena and sphalerite than those in temperature.  $\delta^{34}S$  values (+2 - +6.7 ‰) of pyrite, galena and sphalerite indicate a magmatic source for the sulfure.*

*Carbon and oxygen isotopic composition of the fluid in equilibrium with calcite and ankerite point out that oxygen is magmatic in origin, but carbon is derived from another source. Studies on C and O isotope modelling indicated that water-rock interaction (10-400 w/1r) played a main role in the deposition of carbonate minerals and isotope fractionation.*

**Keywords:** *Midi Zn-Pb deposit, Geothermometry, Stable isotope geochemistry, Isotope modelling.*

## **Hasbey (Bitlis Masifi-Van) Pb-Zn Cevherleşmesinin Mineral Parajenezi ve Deformasyon Dokuları**

*Mineral Paragenesis and Deformation Textures of Pb-Zn Mineralsaiton in Hasbey (Bitlis Massif-Van)*

**Ali Rıza ÇOLAKOĞLU**

*Yüzüncü Yıl Üniversitesi, M.M.F., Jeoloji Müh. Bölümü-VAN  
arc.geologist@yyu.edu.tr*

### **ÖZ**

Hasbey Pb-Zn cevherleşmesi Van Gölü'nün güneyinde, Gevaş ilçesinin yaklaşık 20 kilometre batısında Hasbey köyü çevresinde yer alır. Cevherleşme bindirme tektoniğinin, eklem takımları ve fayların yoğun olduğu Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı'nın kuzey ucunda konumlanmıştır. Bu çalışmada cevherleşmenin mineral parajenezi ile gang ve cevher mineralleri üzerinde gelişmiş makroskobik ve mikroskobik deformasyon dokuları incelenmiştir.

Bitlis Masifi, açısal uyumsuzlukla birbirinden ayrılan Alt Birlik (çekirdek kayalar) ve Üst Birlik'ten (örtü kayalar) oluşmaktadır. Üst Birlik, Devoniyen-Kretase zaman aralığında çökelmiş kuvars-şist, kuvarsit, klorit-şist, kloritoyid-mika-şist ile genellikle karbonatlı kayalarla temsil edilen yeşil-şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş birimlerden meydana gelmiştir (Boray, 1975; Şengün 1984; Çağlayan ve Şengün, 2003). Cevherleşme Üst Birlik içinde bulunmaktadır. İnceleme alanında kuvars-şist, kuvarsit, klorit-şist, kloritoyid-mika-şist dolomit ile meta-karbonatlar gözlenmiştir. Cevherleşme çoğunlukla dolomitler içindeki kırık ve çatlaklar ile fay zonlarında gözlenmektedir. Bu kayalar bir bütün olarak Eosen yaşlı kıvrımlı kayalar üzerine itilmiştir.

Hasbey Pb-Zn cevherleşmesinin en yaygın cevher mineralleri galenit ve sfalerit'tir. Pirit, markazit, burnonit, bulanjerit, jamesonit, aikinit, tetraedrit-frayberjit, arjantit, pirarjit, kalkopirit, kalkosin, dijenit ve arsenopirit mineralleri ise az miktarda bulunur. Ayrıca, seruzit, simitsonit, anglezit, kovellin, malakit, götit, lepidokrozit, bindhemit, kalkofanit ve hidrozoinkit oksidasyon koşullarında ikincil mineral oluşumlarıdır. Cevherleşmenin gözlenen gang minerallerini de kuvars, dolomit, kalsit ve ayrıca yeşil ve beyaz renkli floritler oluşturmaktadır.

Pirit, sfalerit, galenit, jamesonit ve beyaz florit'lerde kırılğan ve sünümlü deformasyon dokuları gözlenmiştir. Cevher ve gang mineralleri üzerinde kırılğan deformasyon en belirgin şekliyle kataklastik dokularla, sünümlü deformasyon ise kuvvetli yönlenmeli-dalgalı şekil oryantasyonları ile karakteristiktir. Cevher minerallerinin birbirleriyle olan ilişkileri ve bu mineraller üzerinde gözlenen deformasyon dokuları, cevherleşme süreci boyunca ve sonrasında gelişen deformasyon evreleri hakkında önemli ipuçları vermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Pb-Zn Cevherleşmesi, Deformasyon Dokuları, Hasbey, Bitlis Masifi-Van

### **ABSTRACT**

*Hasbey Pb-Zn mineralization is situated at around of the Hasbey Village about 20 km west of the Gevaş county, south of the Van Lake. This area is located at northern tip of the Bitlis Zagros Suture Zone, at a place which is intensively thrust, faulted and jointed systems. In this study, mineral paragenesis and macroscopic-microscopic deformation textures were investigated in ore minerals.*

*Bitlis Massif is composed of two different units separated by an angular unconformity: Lower Units (core rocks) and Upper Units (cover rocks). Upper Units were deposited during Devonian-Cretaceous time interval and metamorphosed at green-schist facies. The units consist of quartz-schist, quartzite, chlorite-schist, chloritoid-mica-schist and generally are represented with carbonate rocks (Boray, 1975; Şengün 1984; Çağlayan ve Şengün 2003). Mineralisation is settled on the Upper Units. Quartz-schist, quartzite, chlorite-schist, chloritoid-mica-schist, dolomite and meta-carbonates are mainly rock types of the study area. Mineralisation is generally observed in the fissures and cracks of dolomite and some of the fault zone. All these metamorphic rocks are thrust over the sedimentary rocks of Eocene in age.*

*Galenite and sphalerite are main ore minerals of the Hasbey mineralisation. Pyrite, marcasite, bournonite, boulangerite, gamesonite, aikinite, tetrahedrite-fraybergite, argentite, pyrargyrite, chalcopyrite, chalcocite, digenite, and arsenopyrite are determined as minor amounts. Cerrusite, simitsonite, anglesite, covellite, malachite, goethite, lepidocrocite, bindheimite, chalcophanite and hydrozincite are formed by oxidation and secondary processes. The dominant gaunge minerals are observed as quartz, dolomite, calcite and green-white coloured flourite.*

*Brittle and ductile deformations are observed in some of the gaunge and ore minerals such as pyrite, sphalerite, galenite, gamesonite and white coloured flourite. While brittle deformation is characterists by cataclastic texture, ductile deformation include strong preferred grain shape orientations in the ore and gaunge minerals. The important clues revealed during the ore mineralisation and after deformation phases because of inter-relations of ore minerals and deformation textures that have been observed on the minerals.*

**Keywords:** *Pb-Zn Mineralisation, Mineral Paragenesis, Deformation Textures, HasbeyBitlis Massif-Van*



## Cehennem Dere (Gönen – Balıkesir) Pb-Zn Yatağının Oluşumunda Etkin Olan Çözeltilerin Niteliği

*The Characteristics of the Solutions Effective in the Formation of Cehennem Dere (Gönen – Balıkesir) Pb-Zn Deposit*

**Cem KASAPÇI, Hüseyin ÖZTÜRK, Nurullah HANİLÇİ**

*Istanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar, İSTANBUL  
kasapci@istanbul.edu.tr*

### ÖZ

Kuzeybatı Anadolu bölgesinde Balya, Handeresi, Arapuçan Dere, Cehennem Dere, Kalkım, Dursunbey, Altınoluk gibi önemli pek çok Pb-Zn cevherleşmesi bulunur. Bu yatakların büyük çoğunluğu bölgede yaygın olan Tersiyer magmatizmasıyla ilişkili olarak gelişmiştir. Balya, Handeresi, Arapuçan Dere, Kalkım ve Dursunbey Pb-Zn yataklarının magmatizmayla ilişkisi sahada gözlenmekte olup Cehennem Dere ve Altınoluk Pb - Zn yataklarının magmatizmayla direk bir ilişkisi gözlenmemektedir. Bu çalışmada, sıvı kapanım çalışmaları yapılarak Cehennem Dere Pb-Zn yatağının oluşum koşulları ve magmatizmayla ilişkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Cevherleşmenin bulunduğu bölgede Karakaya Kompleksi'ne ait Triyas yaşlı (Okay v.d. 1990) metapelit, mermer, arkoz, şeyl ve kireçtaşları, Jura yaşlı (Bingöl v.d. 1973) Bilecik kireçtaşları, Tersiyer magmatizmanın ürünü andezitik tüf, aglomera ve trakiandezitler yüzeylenmektedir. Cehennem Dere Pb-Zn yatağı Karakaya kompleksine ait Triyas yaşlı kumtaşı ve kuvars-biyotit şistler içerisinde damar dolgusu tipinde, K60-65B doğrultulu fay hattında gelişmiştir. Ana damarın kalınlığı 40-100 cm arasında değişmekte ve yer yer ağsı yapılar göstermektedir. Yatağın primer mineralleri arsenopirit, kalkopirit, pirit, sfalerit, galenit, tethradrit, pirotin, bizmutin ve hematit, ikincil mineralleri ise malakit, azurit, markasit, limonittir. Gang kuvars ve kalsitten oluşmaktadır.

Sıvı kapanım çalışmaları kalsit kristallerindeki birincil kapanımlardan gerçekleştirilmiştir. Kapanımların tamamı iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar olup, homojenleşme gaz fazında gerçekleşmiştir. Sıvı kapanım verileri, Cehennem Dere Pb-Zn yatağının  $\text{CaCl}_2$ 'nin baskın olduğu  $\text{H}_2\text{O}+\text{MgCl}_2+\text{CaCl}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}+\text{NaCl}+\text{CaCl}_2$  sistemine sahip,  $0.8-0.9 \text{ gr/cm}^3$  yoğunluğunda ve %7,6-10,2 NaCl eşdeğeri tuzluluğa sahip magmatik hidrotermal çözeltilerce 260-290 °C arasında değişen sıcaklıklarda oluştuğunu göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Sıvı Kapanım, Cehennem Dere Pb-Zn Yatağı.

### ABSTRACT

*A lot of important Pb-Zn deposits occur at Northernwestern Anatolia such as Balya, Handeresi, Arapuçan Dere, Cehennemdere, Kalkım, Dursunbey, and Altınoluk. The majority of these deposits were formed associated with Tertiary magmatism. There are some field evidences for the formation of the Balya, Handeresi, Arapuçan Dere, Kalkım and Dursunbey Deposit associated with granodioritic intrusion. There is not such indication related to the magmatism for the Cehennemdere deposit, and therefore the fluid inclusion studies were carried out in this deposit for the understanding of the formation conditions.*

*The Cehennemdere deposit occurs in the Karakaya complex which consists of limestone blocks of the Jurassic (Bingöl et.al, 1973), and Triassic (Okay et.al,1990) metapelite, marble, arkose, shale and limestone. The andesitic tuff, aglomera, traciandesite products of the Tertiary magmatism are also crop out in the region.*

*The Cehenem dere Pb- Zn deposit is a vein type formation, developed within the N60-65W directed fault zone. The ore vein occurs between 0.4 to 1m in thickness as massive and stockwork in structure. Arsenopyrite, chalcopyrite, pyrite, sphalerite, galena, tetrahedrite, pyrrhotite, bismuthinite and hematite occur as primary whereas malachite, azurite, marcasite and limonite are secondary minerals in the paragenesis. Quartz and calcite are gangue minerals.*

*Fluid inclusion studies have been carried out on the primary inclusions in calcite minerals. All inclusions were two phases inclusion and homogenization occurred in a liquid phase. Fluid inclusion studies indicate that the Cehennem Dere Pb-Zn deposit formed between 260 to 290 °C temperatures as a hydrothermal vein type deposit under influence of the magmatic hydrothermal ore fluids, which is CaCl<sub>2</sub> dominated H<sub>2</sub>O+MgCl<sub>2</sub>+CaCl<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O-NaCl-CaCl<sub>2</sub> system, has 7.6-10.2 % NaCl equivalent salinity and 0.8-0.9 gr/cm<sup>3</sup> density.*

**Keywords:** *Fluid inclusion, Cehennem Dere Pb-Zn Deposit*

**Rift-İlişkili Kuvars-Adularya Tipindeki Altın-Gümüş Cevherleşmesinin (İzmir, Türkiye)  
Jeokimyası ve Duraylı İzotopları**

*Geochemistry and Stable Isotopes of the Quartz-Adularia-Type Gold-Silver Mineralization,  
Bergama-Izmir, Turkey*

Hüseyin YILMAZ<sup>1</sup>, Tolga OYMAN<sup>1</sup>, A.Rıza ÇOLAKOĞLU<sup>2</sup>, Greg B. AREHART<sup>3</sup>, Zeki BİLLOR<sup>4</sup>

<sup>1</sup> D.E.U. Müh. Fak., Jeoloji Müh. Böl., 35100, Izmir

<sup>2</sup> Yuzuncu Yıl Univ. Müh.Fak. Jeoloji Müh. Böl. Van

<sup>3</sup> Univ. of Nevada, Dept. of Geol. Sciences, MS-172, Reno USA

<sup>4</sup> Univ. of Alabama, Dept. of Geology, Auburn, Alabama, USA

*huseyin.yilmaz@deu.edu.tr, tolga.oyman.@deu.edu.tr, geologist@yyu.edu.tr, arehart@unr.edu, zbillor@gmail.com*

**ÖZ**

Ovacık epitermal altın-gümüş yatağı İzmir'in 100 km kuzeyinde Batı Anadolu genleşme bölgesinde bulunan ENE-uzanımlı Bergama grabenine bitişiktir. Ovacık'ta ekonomik tenörlü altın ve gümüş yatağı (7.6 g/t tenörlü 4.19 Mt) epitermal kuvars damarları içinde belirir ve kabuk şekilli bantlaşma, levhamsı kalsiti ornatın kuvars psedomorfları, ve çok fazlı hidrotermal breşleri kapsayan düşük sıcaklık dokuları sergiler. Baskın alterasyon mineralleri smektit, karışık tabakalı illit/smektit, kuvars, adularya, kalsit, pirit ve 200 m derinliğe kadar ulaşan kaolinitir. Toplam sülfid miktarı düşüktür (% 2 den az) ve iz oranda kalkopirit, arsenopirit, akantit, arjentit, tetrahedrit, pirargirit, stibnit, galen, kalkozin, kovellin ve sfalerit varlığında asıl pirit egemen sülfid mineralidir. Arsenopirit ve pirit belirli bantlar içinde yığılarak breşik parçalar içindeki koyu renkli bantlaşmayı daha belirgin hale getirir. Sıvı kapanım çalışmaları, sıvıca zengin kapanımlar içeren asıl evre kuvarsın  $T_p$  ortalamasının 200°C ve  $T_m$  sinin de -0.4 ile -1.2°C arasında (tuzluluk < % ağırlık NaCl ekivalen) değiştiğini göstermiştir.

Ayrışmış volkanik kayalardaki jeokimyasal değişimler K, Rb, Cs da iki kat zenginleşme ve Sr, Ca, Mg, Na da % 25 den %93 e ulaşan fakirleşme ve kuvars-adularya damarlarında da daha çok (%96 dan %99 a kadar) fakirleşme ile karakterize edilir. La, Ce, Pr, Hf, Zr, Sm, Eu, Gd, Tb ve Ho keza yan kayaçta % 50 ye kadar fakirleşme ve hatta damar yapısında daha yüksektir (La ve Nd için % 90 a kadar). Yan kayaç içindeki Au, Ag, As, Hg ve Sc zenginleşmeleri sırasıyla bunların bozuşmamış yan kayaçlarındaki miktarının 60, 150, 88, 8 ve 3 katları kadardır. Her iki bozuşmuş volkanik kayalar ve kuvars-adularya damarlarının REE değişimleri alterasyon ve mineralizasyon sırasında REE nin önemli ölçüde hareketlenip ayrılaştığını gösterir. Epitermal kuvars damarlarındaki altının Ag, Pb, Zn, Cd, Cu ve Sb ile olan korelasyon katsayısı oldukça belirgin olup tümü 0.51 den daha yüksektir. Gümüş ve Sb yatağın daha üst bölümlerinde oldukça zenginleşmiştir. Altın-As ve Ag-As arsında belirgin korelasyon bulunmaması bunların farklı mineralizasyon olaylarıyla ilişkili olduğunu ve böylece Au, Ag ve Sb un farklı mineralleşme fazı ile getirildiğine işaret eder.

Altın-Ag içeren damarlar içindeki kuvars ve pirit minerallerinin ‰ +9.5 den +15.7 ye değişen  $\delta^{18}O$  değerleri ‰ -89 dan -125 e kadar değişen  $\delta D$  değerleri sunar. Bu da Ovacık'taki cevher oluşturan hidrotermal sıvıların  $\delta^{18}O_{H_2O}$  değerlerinin (‰ -2.9 dan 3.5 e kadar; ortalama ‰ -0.6) günümüzdeki meteorik ve hidrotermal meteorik sularınkine kıyasla (sulama sondajlarından ‰ -5.4 ve sıcak su kaynaklarından ‰ -6.8)  $^{18}O$  açısından oldukça zenginleşmiş olduğunu belirtir.  $\delta^{18}O$ ,  $\delta^{18}O_{H_2O}$  ve  $\delta D$  değerleri (kuvars damarları), sistemdeki cevherli çözeltilerin magmatik ve meteorik suların bir karışımı olabileceğini gösterir. Ovacık yatağındaki  $\delta^{18}O$  değerleri su/kaya girişi veya olası magmatik kökenli sıvıların etkisiyle  $\delta^{18}O$ -zengini bileşimlere doğru oldukça kaymıştır (‰ -5.4 ten ‰ -0.6 ya kadar).  $\delta^{34}S_{\text{pirit}}$  sonuçları ‰ -2.1 den 3.3 e kadar ( $\bar{x} = 1.2$ ) ve  $\delta^{34}S_{\text{H}_2\text{S}}$  ‰ -3.0 den 3.0 a kadar değişim gösterirler ( $\bar{x} = 0.4$ ). Bu  $\delta^{34}S_{\text{pirit}}$  ve  $\delta^{34}S_{\text{H}_2\text{S}}$  değerleri S ün magmatik kökenli değerleri ile uyumludur.  $\delta^{34}S_{\text{pirit}}$  in dar aralıktaki değişimleri ve  $\delta^{34}S_{\text{H}_2\text{S}}$  ün sıvılar için hesaplanan değerleri  $\delta^{34}S_{\text{H}_2\text{S}}$  ayrılaşmasının hidrotermal sistemin evrimi sırasında göreceli olarak duraylı kaldığını gösterir.

**Anahtar Kelimeler:** Altın-Gümüş Cevherleşmeleri, Kuvars-Adularia Tipi, Duraylı İzotop, İzmir

### ABSTRACT

The Ovacık epithermal gold-silver deposit is located in the west Anatolian extensional province, adjacent to the ENE-trending Bergama graben, 100 kms north of the city of Izmir, western Turkey. Gold and silver of economic grades at the Ovacık deposit (4.19mt @ 7.6g/t) occur in epithermal quartz veins and display typical low-temperature epithermal textures, including crustiform banding, quartz pseudomorphs after bladed calcite, and multiphase hydrothermal breccias. Alteration minerals are dominated by smectite, mixed layer illite/smectite, quartz, adularia, calcite and pyrite with kaolinite overprint to a depth of 200 m. The total sulfide content is low (less than 2%) and is dominated by pyrite with traces of chalcopyrite, arsenopyrite, acanthite, argentite, tetrahedrite/freibergite, pyrargyrite, stibnite, galena, chalcocite, bornite, covellite and sphalerite occurring mainly within the breccia clasts. The arsenopyrite and pyrite tend to be concentrated within certain bands, accentuating the banding in the breccia clasts with a dark coloration. Fluid inclusion studies reveal that main-stage quartz with liquid-rich inclusions with an average  $T_h$  of 200°C and  $T_m$  of ice from -0.4 to -1.2°C (salinity < 2 wt. percent NaCl equiv) are dominant.

Geochemical variations in altered wall rocks are generally characterized by two-fold enrichments in K, Rb, Cs and 25 to 93 percent depletions in Sr, Ca, Mg, Na and more so (96 to 99 percent) in the quartz-adularia vein zone. La, Ce, Pr, Hf, Zr, Sm, Eu, Gd, Tb and Ho also exhibit up to 50 percent depletions in the wall rock and even more so (up to 90 percent for La and Nd) in the vein structure. The wall rock enrichments in Au, Ag, As, Hg and Sc are by factors of 60, 150, 88, 8 and 3, respectively. The ranges of REE in both the altered volcanic rocks and quartz-adularia veins are wide and reflect significant mobilization and fractionation of REE during alteration and mineralization. Positive correlation coefficients of Au with Ag, Pb, Zn, Cd, Cu and Sb in epithermal quartz veins are strong, all of which are greater than 0.51. Silver and Sb are remarkably enriched at higher levels of the deposit. No correlation occurs between Au-As and Ag-As, indicating that they may be related to different mineralizing events and thereby possible introduction of Au, Ag and Sb in different phases of mineralization.

Quartz and pyrite minerals in gold-silver-bearing veins have  $\delta^{18}O$  values ranging from +9.5 to +15.7‰ and  $\delta D$  values ranging from -89 to -125‰. Quartz results indicated that ore-forming hydrothermal fluids at Ovacık had  $\delta^{18}O_{H_2O}$  values ranging from -2.9 to 3.5‰ (average: -0.6‰),  $^{18}O$  enriched compared with present-day meteoric and hydrothermal meteoric water (-5.4‰ from water wells and -6.8‰ from hot springs).  $\delta^{18}O_{\text{quartz}}$ ,  $\delta^{18}O_{H_2O}$  and  $\delta D$  values (from quartz) suggest that mineralizing solutions were a mixture of magmatic and meteoric waters.  $\delta^{18}O$  values in the Ovacık deposit have been remarkably shifted (from -5.4‰ to -0.6‰) to more  $^{18}O$ -rich compositions by water/rock interactions or probably by fluids from a magmatic source. The  $\delta^{34}S_{\text{pyrite}}$  data range from -2.1 to 3.3‰ ( $\bar{x} = 1.2$ ) and  $\delta^{34}S_{H_2S}$  range from -3.0 to 3.0‰ ( $\bar{x} = 0.4$ ). These  $\delta^{34}S_{\text{pyrite}}$  and  $\delta^{34}S_{H_2S}$  values are consistent with a magmatic source for S. Narrow ranges of  $\delta^{34}S_{\text{pyrite}}$  and calculated  $\delta^{34}S_{H_2S}$  values for fluid may suggest that  $\delta^{34}S_{H_2S}$  fractionation stayed relatively stable during evolution of the hydrothermal system.

**Keywords:** Gold-Silver Mineralization, Quartz-Adularia Type, Stable Isotope, Izmir,

## **İnanmış (Oltu – Erzurum) Sahasının Cu – Au Cevherleşmesine Ait İlk Bulgular**

### *Preliminary Findings on İnanmış (Oltu -Erzurum) Cu - Au Mineralization*

**Mehmet ASLAN<sup>1</sup>, Serkan ÖZKÜMÜŞ<sup>2</sup>, İsmet CENGİZ<sup>2</sup>, Nihat YILDIRIM<sup>2</sup>, Nizami DENİZ**

<sup>1</sup> MTA, Malatya Bölge Md.

<sup>2</sup> MTA Genel Müd. Mad. Etüd Dairesi, Ank.

### **ÖZ**

İnanmış Cu – Au cevherleşmesi, Erzurum ili, Oltu ilçesi'nin 30 km batısında yer almaktadır. MTA genel Müdürlüğü tarafından 1990'lı yıllarda yapılan jeokimyasal tahkik çalışması sonucunda İnanmış köyünden alınan numunede 1.5 gr/ton altın alınması sonucunda 2004 yılındaki polimetal maden aramaları projesi kapsamında ele alınarak detay etüdüne başlanmıştır.

Pontid ve Anatolid tektonik kuşakları arasında Doğu Anadolu yığışım karmaşığı olarak adlandırılan bölgede bulunan çalışma sahası öncel çalışmalarda Jeolojik olarak birliktelere ayrılarak incelenmiştir. İnanmış Köyünün de içinde bulunduğu alterasyon sahasında birimler Oltu Ekaylı Zonu içerisinde yer almaktadır. Birbirleri ile tektonik ilişkili olan bu birimler Kretase yaşlı bazik ve andezitik karakterli ayırtlanmamış volkanik kayalar, Kretase yaşlı kireçtaşları ve Tortum Çayı volkaniti, Eosen yaşlı kırıntılılar ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır.

Çalışma sahasında jeokimyasal analizler ve mineroloji – petrografi tanımlamaları için kayaç, Cu, Mo, Au, Ag, Pb, Zn, Sb ve As element analizleri için ise 50 m aralıklarla dere ve sırt profilleri ile jeokimyasal toprak örnekleme yapılmıştır. İnceleme alanının kuzeyinde Tortum çayı volkanitleri asidik dayklar, ayırtlanmamış volkanikler ise yer yer altere olmuş asidik ve bazik dayklar tarafından kesilmiştir. Sahada gözlenen alterasyon mineral birliktelikleri 1. Epidot – klorit – kil – kuvars – limonit 2. Kuvars-serisit-kalsit, 3. Kuvars-biyotit şeklinde saptanmıştır. Cevher mineralleri ise altere zonlar boyunca gelişmiş olup saçınımlı ve damarcıklar halinde pirit, kalkopirit, yoğun limonitleşme ve yer yer malakit ve hematit sıvamaları şeklinde gözlenmektedir.

Elde edilen ilk bulgulardan yola çıkılarak çalışma sahasında yer alan İnanmış Cu – Au cevherleşmesi porfiri tip yataklarla benzerlikler göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Cu – Au cevherleşmesi, Porfir Tip Yatak, İnanmış (Oltu – Erzurum)

### **ABSTRACT**

*The İnanmış Cu-Au mineralization is located 30 km west of Oltu town in Erzurum province. A sample collected from the mineralized area near İnanmış village during geochemical follow-up works by MTA in 1990 s. yielded 1.59 Au value. This, the exploration Works began in the area within the framework of a polymetallic mineral exploration Project in 2004.*

*The study area is located within the East Anatolian Accretionary Complex between the Pontide and Anatolide units (Konak et al.,2001). The study area has been geologically divided into several units. The units cropping out in the altered area in the vicinity of İnanmış village are included in the Oltu En Echelon Zone. These units are Cretaceous undifferentiated volcanics of basic and andesitic compositions, Cretaceous limestones, Cretaceous Tortum Çayı volcanics, Eocene clastics and Quaternary alluvial deposits. These units have tectonic relationships with each other.*

*In the study area, soil samples were collected at 50-m spacing along base-of-slope and ridge profiles and analyzed for Cu, Mo, Au, Ag, Pb, Zn, Sb and As elements. Also, rock samples were collected for geochemical analysis and mineralogic-petrographic identifications.*

*A granitic rock is observed to have been intruded into Tortum Çayı volcanics to the North of study area. The undifferentiated volcanics are locally cut by altered dacitic and basic dykes. Epidote-chlorite-clay-quartz-limonite alteration is observed in undifferentiated volcanics. Altered zones comprise pyrite and chalcopyrite as disseminations and veinlets, intense limonitization and locally malahite and hematite as stinings.*

*The emplacement of mineralization and geochemical element distribution suggests that the İnanmış Cu-Au mineralization shows similarities to porphyry deposits.*

**Keywords:** *Cu –Au mineralization, Porphyry Type Deposits, İnanmış (Oltu – Erzurum)*

## Ayyıldız (Oltu – Erzurum) Civarındaki Epitermal Cevherleşmenin Jeolojik Özellikleri

*Geological Features of Epithermal Mineralization in the Vicinity of Ayyıldız (Oltu-Erzurum)*

Serkan ÖZKÜMÜŞ<sup>1</sup>, Mehmet ASLAN<sup>2</sup>, İsmet CENGİZ<sup>1</sup>, Fahrettin ÇAGDAŞ<sup>3</sup>, Nihat YILDIRIM<sup>1</sup>

<sup>1</sup> MTA Genel Md. Maden Etüt Dairesi, Ank.

<sup>2</sup> MTA, Malatya Bölge Md.

<sup>3</sup> MTA, Diyarbakır Bölge Md.

### ÖZ

İnceleme sahası Erzurum ili, Oltu ilçesinin güney batısında Ayyıldız ( Pitkir ) köyünde yer almaktadır. Erzurum – Oltu ve çevresinde MTA Genel Müdürlüğü tarafından önceki yıllarda yapılan rekonasans, 2004 yılında yapılan jeokimyasal çalışmalar sonucunda, Ayyıldız köyü civarında Cu, Pb, Zn ve As anomalileri belirlenmiştir. Anomali sahasında en yaşlı birim kuzey-güney uzanımlı Turoniyen yaşlı Örük yayla melanji olup, diğer birimler üzerine bindirmeli olarak gelmiştir. Bölgedeki diğer birimler ise Oligo–Miyosen yaşlı volkanik birimler, Narman volkaniti ve Alabalık tüfü, sedimanter birimler ise Oltu formasyonu ve Toprakkale formasyonundan oluşmaktadır.

İnceleme alanının güneybatı ve kuzeydoğusunda dasitik altere kayalar ile bazik daykların yer aldığı Örük yayla melanji, Narman volkanitine ait Nar bazaltları tarafından kesilmektedir. Kuvars – klorit – kil – limonit alterasyonun gözlemlendiği Örük yayla melanjında altere zonlarda yoğun realgar ve orpiment (As), ince silis damarları ile limonit ve hematit sıvamaları gözlenmektedir. Çalışma sahasının kuzeydoğusuna doğru mineralizasyona malakit ve azurit de katıldığı görülmektedir. Bu alanda dere ve sırtlara 50 m aralıklarla profiller atılarak jeokimyasal toprak örnekleri alınmış ve Cu, Mo, Au, Ag, Pb, Zn, Sb ve As elementleri için analizler yapılarak sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve jeokimyasal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca sahadan değişik amaçlı kayaç örnekleri de derlenmiş ve bunların jeokimyasal element içerikleri ile mineroloji – petroğrafi özellikleri incelenmiştir. Cu, Pb, Zn, As elementlerinin ulaştığı en yüksek değer sırasıyla 16000 ppm, 540 ppm, , 435 ppm, ve 200.000 ppm dir.

Bu saptamalar ışığında alterasyon sahasında 3 adet arama amaçlı sondaj yapılmıştır. Yapılan sondaj karotlarında silis – kalsit , pirit, realgar ve orpiment damarcıkları tesbit edilmiştir. Düşük sıcaklık göstergesi olarak kabul edilen bu alterasyon sahası epitermal sistemlere benzerlik sunmaktadır.

Özellikle jeokimyasal analizlerde arseniğin yüksek olması ve solüsyonların sistemin en üst seviyesine bıraktığı silis tabakasının (silika sinter ) çalışma alanında bulunması nedeniyle sistemin aşınmadığına işaret etmektedir. Kuzeydoğuda Cu'un yüksek olması ise farklı evrelerde gelen hidrotermal akışkanlar ile açıklamak mümkündür.

**Anahtar Kelimeler:** Epitermal Cevherleşme, Cu-Pb-Zn-As, Alterasyon, Oltu –Erzurum

### ABSTRACT

*The mineralization is located near Ayyıldız (Piktir) village Oltu town in Erzurum province. Cu, Pb, Zn and As anomalies were determined over on area of about 16 km<sup>2</sup> near Ayyıldız village as a result of a stream sediment geochemical survey covering Erzurum-Oltu and its surroundings, which was carried out by MTA in*

2004. The Örükyayla melange of Turonian age in north-south direction as the oldest unit in the anomaly area is thrust over other units. The other units in the region include Oligo-Miocene volcanics, Narman volcanics, and Alabalık tuff and Oltu formation as sedimentary units.

The Örükyayla melange covering on an extensive area in the region is cut by Nar basalts belonging to the Narman volcanics. The Örükyayla melange comprises quartz-chlorite-clay-limonite alteration along which such arsenic minerals as realgar and orpiment, 0.1 to 4.0 mm thick quartz veins and limonite and hematite stainings occur. Malachite and azurite accompany mineral paragenesis going northeastward in the study area. Soil samples were collected at 50- m spacings along ridge and base-of-slope profiles and analyzed for Cu, Mo, Au, Ag, Pb, Zn, Sb and As elements. Analytical results were statistically evaluated and geochemical distribution maps were produced. Also, various rock samples were collected for geochemical analysis and mineralogic-petrographic determinations. The maximum values for Cu, Pb, Zn and As are 16000 ppm, 540 ppm, 435 ppm and 200.000ppm, respectively.

In the light of these data, 3 holes were drilled for exploratory purposes. Drill holes encountered veinlets of silica-calcite, pyrite, realgar, and orpiment. All these alteration features indicative of low-temperature mineralization show similarities to those found in epithermal systems.

The fact that arsenic values are high in collected samples and silica precipitate (silica sinter) exists in the study area, reflecting precipitation at the paleo surface by rising hydrothermal solutions implies that the system has not been eroded yet. The high Cu values from the northeastern part of the area can be explained by distinct phases of hydrothermal solutions.

**Keywords:** Epithermal Mineralization, Cu-Pb-Zn-As, Alteration, Oltu –Erzurum



## **Karacaali (Kırıkkale) Magmatik Kompleksi Fe, Cu+Mo Cevherleşmeleri: Magma Karışımı ve Metal Zenginleşmelerine Orta Anadolu'dan Bir Örnek**

*Karacaali (Kırıkkale) Magmatic Complex Fe, Cu + Mo Mineralizations: An Example of Magma Mixing and Metal Enrichments from Central Anatolia*

**Okan DELİBAŞ, Yurdal GENÇ**

*Hacettepe Üniversitesi., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara  
odelibas@hacettepe.edu.tr, ygenç@hacettepe.edu.tr*

### **ÖZ**

Fe ve Cu+Mo cevherleşmeleri içeren Karacaali (Kırıkkale) Magmatik Kompleksi, başlıca porfirik granit, porfirik monzonit, monzonit, monzodiyorit, gabro/diyorit, kuvarsporfir, riyolit, riyodasit ve bazaltlardan oluşmaktadır. Bölgenin yaklaşık olarak batı-güneybatısında riyolit ve bazaltlar arasında karışım (mingling) zonu yer almaktadır. Aplit ve bazik dayklar granitik kayaçları, kuvarsporfir daykları ise bazaltları kesmektedir. Kompleks önemli magma karışım dokuları sunmaktadır. Bölgede felsik ve bazik magmaların karışımına işaret eden makro ve mikro veriler başlıca şunlardır: a) Granitik kayaçlar içerisinde mafik magmatik anklavların (MME) gözlenmesi. b) MME kapsayan granitik kayaçların feldispatlarının biyotit ve iğnemi apatit kapanımları içermesi. c) Granit-gabro karışım zonundaki kayaçlarda farklı tip amfibol minerallerinin varlığı. d) Karışım zonlarında poikilitik dokulu kuvarsların yaygın olarak gözlenmesi. e) Bazaltlarda ve karışım zonlarında hücremsi plajiyoklazların varlığı. f) Kuvarsporfir ve riyolitler içerisinde bazik bileşimli mostra ve mikro ölçekteki kapanımlar. Jeokimyasal açıdan bakıldığında ise, granitik kayaçların Ni ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriklerinin, SiO<sub>2</sub>'nin artan değerlerine karşılık artış göstermesi, bazik volkanik ve karışım zonu kayaçlarının değişken SiO<sub>2</sub> değerleri sunması (%47,38-%63,21) önemli magma karışım verileridir.

Karacaali Magmatik Kompleksinde iki tip cevherleşme gözlenir. Bunlar, bazaltik ve andezitik kayaçlara bağlı Fe ve granitik kayaçlara bağlı Cu+Mo cevherleşmeleridir. Fe cevherleşmesinin ana minerali manyetittir, ayrıca hematit de yaygın olarak gözlenir. Cevherleşme genellikle aktinolit, karbonat damarlarına bağlı olarak, bazaltik kayaçların gaz boşluklarında, granitik ve bazik kayaçların kırık ve çatlaklarında dolgu şeklinde ve bazaltik kayaçların matrisini oluşturur şekilde gözlenir. Cu+Mo cevherleşmesi ise genellikle K-G doğrultulu düşey kuvarz damarlarına bağlıdır ve ana mineralleri kalkopirit, molibdenit ve pirittir. Bazı örneklerde sfalerit, galenit ve pirotin yaygındır.

Bölgedeki kayaçların Cu, Mo, Zn, Pb ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri karşılaştırıldığında, magma karışım süreçlerinin bölgedeki metal zenginleşmelerinde önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Granitik kayaçların Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği ortalama % 3 iken, granit-gabro karışım zonlarında bu oran ortalama % 7,5 civarındadır. Gabro/diyoritlerin ise ortalama Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği % 9,2'ye ulaşmaktadır. Bölgedeki birimlerin Cu, Mo, Pb, Zn içerikleri karşılaştırıldığında, bu metallerin karışım zonlarında zenginleştiği gözlenmektedir. Bu zonlarda Cu içeriği yaklaşık 7 kat, Zn içeriği ise 1,5 kat artmaktadır.

Son yıllarda magmatik maden yataklarının oluşumunda magma karışım süreçlerinin önemi değişik araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Keith vd., 1998, Hattori ve Keith, 2001, Maughan vd., 2002). Arazi verileri, petrografik ve jeokimyasal veriler ışığında, Karacaali Magmatik Kompleksindeki Fe ve Cu+Mo zenginleşmelerinin ana kaynağının granitik ve bazaltik magmalar olduğu, metallerin zenginleşmelerinde ise söz konusu magmalar arasındaki karışım süreçlerinin önemli rol oynadığı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler :** Fe, Cu+Mo Cevherleşmeleri, Magma Karışımı, Karacaali (Kırıkkale)

### ABSTRACT

The Karacaali (Kırıkkale) Magmatic Complex consists mainly of porphyry granite, porphyry monzonite, monzonite, monzo-diorite, gabbro/diorite, quartz-porphyry, rhyolite, rhyodacite and basalts. The mingling zone which is between rhyolitic and basaltic units is located in nearly west-southwest of the study area. Aplites and basic dykes cut the granitic rocks while the basalts are intruded by quartz-porphyry dykes. The complex has important mixing textures. Some important macro and micro-mingling and -mixing textures detected within the Karacaali Magmatik Complex are as follows: a) Mafic micro-granular enclaves (MME) in granitic rocks. b) Biotite and acicular apatite inclusions in the feldspars of the granitic rocks with MME. c) Observation of two different types of amphiboles in mixing zones. d) Quartz with poikilitic textures in the mixing zone. e) Cellular plagioclase phenocrysts in basalts and mixing zone. f) Basaltic inclusions in quartz-porphyry and rhyolite. On the other hand, increasing Ni and Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contents of the granitic rocks with increasing SiO<sub>2</sub> values and highly variable SiO<sub>2</sub> content (% 47,38-% 63,21) of basic volcanic and mixing zone rocks are important mixing evidences.

Two types of mineralizations are observed in the Karacaali Magmatic Complex. These are Fe and Cu+Mo mineralizations. Fe mineralization is basically hosted by basalts and andesites. The main ore minerals are magnetite and hematite. Iron enrichments are observed as magnetite+actinolite±carbonate veins, vesicle fillings and as matrix in the basaltic rocks. Magnetite veins in granitic rocks and basalts are rarely seen. The Cu+Mo mineralization is related to N-S oriented vertical quartz veins in granitic rocks. The main minerals of the Cu+Mo mineralization are chalcopyrite, molybdenite and pyrite. Sphalerite, galena and pyrrhotite are also observed in some samples.

The comparison of Cu, Mo, Zn, Pb and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contents of rocks of Karacaali Magmatic Complex reveals that magma mixing processes played an important role in the metal enrichments within the complex. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content of granitic rocks is average 3%, whereas in granit-gabbro mixing zone Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content is 7.5% and 9.2 % in gabbro/diorites. In mixing zones, Cu, Mo Pb and Zn values are generally higher than the other parts of the complex. Cu enriched 7 times and Zn 1.5 times in mixing zones when compared to the other rocks of the complex.

In recent years, the importance of mixing processes in the formation of magmatic ore deposits has been discussed by some authors (Keith et al., 1998, Hattori & Keith, 2001, Maughan et al., 2002 and others). Similar conclusions are reached in our study area. The geological, petrographical and geochemical investigations reveal that in the Karacaali Magmatic Complex, the main sources of the metals are granitic and basaltic magmas, and magma mixing processes did play an important role in the enrichments of these metals within the mixing zones and quartz-rich veins.

**Keywords :** Fe, Cu + Mo Mineralization, Magma Mixing , Karacaali (Kırıkkale)

**Attepe (Feke-Adana) Demir Yataklarındaki Siderit Mineralizasyonun  
C, O, S ve Sr İzotop Çalışmaları ve Jenetik Bulgular**

*C, O, S and Sr Isotope Studies of Siderite Mineralizations and Their Significance on the  
Genesis of the Attepe Iron Deposits (Feke-Adana)*

**Şuayip KÜPELİ<sup>1</sup>, Ahmet AYHAN<sup>1</sup>, M Muzaffer KARADAĞ<sup>1</sup>, Fetullah ARIK<sup>1</sup>, Adnan DÖYEN<sup>1</sup>,  
Veysel ZEDEF<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Jeoloji Müh. KONYA

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Maden Müh. KONYA

**ÖZ**

Attepe yöresinde, otokton-paraotokton (?) konumlu Geyikdağı Birliği'ni temsil eden Prekambriyen, Alt-Orta Kambriyen, Üst Kambriyen-Alt Ordovisiyen ve Mesozoyik yaşlı, düşük dereceli yeşilist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış birimler içerisinde çok sayıda demir yatak ve zuhuru bulunmaktadır. Bölgede, oluşum mekanizmalarına göre üç ayrı cevher tipi belirlenmiştir. Bunlar; (i) Prekambriyen yaşlı Attepe formasyonunun bitümlü metapelitik kayaçları içerisinde yer alan sedimanter Fe-sülfidler ile metakumtaşları içerisinde gözlenen Fe-oksitler (SISO) (ii) Özellikle Alt-Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe Formasyonuna ait metakarbonatlar içerisinde bulunan siderit ve ankeritler ile barit içeren hematitlerle temsil edilen hidrotermal-hidrotermal metasomatik damar tipi Fe-karbonat ve oksitler (HICO) (iii) Attepe demir yatağında olduğu gibi, esas olarak Alt-Orta Kambriyen yaşlı metakarbonatlar ile henüz ayrışmamış birincil nitelikteki Fe-karbonat ceher kütleleri içerisinde yer alan karstik boşluklarda depolanmış olan ve özellikle de önemli demir yataklarının oksidasyon (süzülme) zonunda gözlenen, karst dolgusu şeklindeki ikincil Fe-oksi-hidroksitler (KIO).

Araştırma kapsamında gerçekleştirilen oksijen, karbon, kükürt ve stronsiyum izotop çalışmaları, cevher yapıcı bileşenlerin kaynak ve oluşum mekanizmalarını açıklayabilmek amacıyla damar tipi cevherleri temsil eden birincil siderit-ankerit ve baritler ile bunların yankayacını oluşturan Çaltepe Formasyonuna ait rekristalize kireçtaşları üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Sideritlerin ve Çaltepe formasyonuna ait kireçtaşlarını temsil eden kalsitlerin  $\delta^{13}\text{C}$  içerikleri sırasıyla -10.1 den -8,1'e ve -0.8'den -2.3'e kadar değişirken; aynı karbonat minerallerinin  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri 17.5'den 18.3'e ve 16.8 den 23.0'a kadar değişmektedir.  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değerlerinin değişimi, sideritler ile kireçtaşları arasında direkt veya lineer herhangi bir ilişkinin olmadığına işaret etmektedir. Dolayısıyla yöredeki demir yataklarının en önemli birincil cevher mineralini oluşturan sideritlerin epijenetik karakterli olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, sözkonusu kireçtaşlarına ait karbon ve oksijen izotop oranlarının hidrotermal cevher oluşumu ya da bölgesel metamorfizma süreçleri sırasında ortaya çıkan termal alterasyonlara bağlı olarak kısmen değişmiş olması muhtemeldir.

Baritler 32,4 ile 38,3 % arasında değişen  $\delta^{34}\text{S}$ ; 12,2 ile 14,1 % arasında değişen  $\delta^{18}\text{O}$  izotop oranlarına sahiptirler. Baritlerin stronsiyum izotop oranları (0,717169-0,718601) ile barit ve piritlerin kükürt izotop oranları cevher yapıcı çözeltilerin ne magmatik bir kaynakla, ne de Prekambriyen yaşlı bitümlü şeyler içerisinde yer alan sedimanter kökenli pirit oluşumları ile doğrudan doğruya bir ilişkisinin olmadığını göstermektedir.

Bu çalışmada elde edilen saha ve izotop verilerine göre, siderit ve ankeritlerden oluşan cevher kütleleri demirce zengin hidrotermal çözeltiler ile Çaltepe kireçtaşları arasında ortaya çıkan kimyasal reaksiyonlarla; baritler ise sülfatça zengin meteorik sularla derin dolaşimli hidrotermal çözelti karışımları tarafından oluşturulmuş olmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Attepe, demir yatakları, barit, siderit, karbonat yankayaçlar, C, O, S ve Sr izotopları

### ABSTRACT

The Attepe district consists of the Precambrian, Lower-Middle Cambrian, Upper Cambrian-Lower Ordovician and Mesozoic formations of the autochthonous-paraautochthonous(?) Geyikdağı Unit, contains several iron deposits and occurrences. Three types of iron-mineralisations can be distinguished in the area. (i) Sedimentary Fe-sulphide in Precambrian bituminous metapelitic rocks, and oxides in Precambrian metasandstones of the Attepe formation (SISO), (ii) Vein-type Fe-carbonate and oxides composed of mainly siderite-ankerite and hematite including barite widespreadly commonly in the Lower-Middle metacarbonates of the Çaltepe Formation (HICO), (iii) Like as in the Attepe deposit, secondary karstic Fe-oxi-hydroxides redeposited essentially in the Lower-Middle Cambrian metacarbonates and the unweathered primary Fe-carbonates, and located at the upper parts of the the most important mineable iron ores (KIO).

The oxygen-, carbon-, sulfur- and strontium- isotopes studies in this study have been focused on the siderites-ankerites and barites in the vein type ores, and on the calcites in the recrystallized Çaltepe limestones to investigate the sources and formation mechanism of primary ore-forming constituents. The  $\delta^{13}\text{C}$  values of siderites and, calcites in limestones the Çaltepe Formation range from -10,1 to -8,1 ‰, and from -0,8 to -2,3 ‰, meanwhile the same carbonate minerals show  $\delta^{18}\text{O}$  values between 17,5–18,3 and 16,8–23,0, respectively. The  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  isotopic variations do not indicate any direct or linear relations between the siderites and the limestones. However, it is possible that the carbon and oxygen isotopic compositions of the carbonate minerals could be changed in some extent, due to the limestones were subjected to hydrothermal processes or thermal alterations during metamorphism.

The isotopic values of barites display 32,4–38,3‰ for  $\delta^{34}\text{S}$  and 12,2–14,1‰ for the  $\delta^{18}\text{O}$ . Strontium isotope rates (0,717169–0,718601) of the barites and the sulfur isotope compositions of the barite and pyrites suggest, that there are no direct linkages of ore-forming compounds neither a magmatic source nor the sedimentary pyrite occurrences in the Precambrian bituminous shales of the Attepe formation.

According to the field observations, the Sr and the stable isotope data, the siderites and the ankerites should be formed by interaction between iron-rich hydrothermal fluids and the Çaltepe limestones; barites were also formed by mixing of sulphate-rich meteoric waters and, deeply circulated hydrothermal solutions.

**Keywords:** Attepe, iron deposits, barite, siderite, carbonate host rocks, C, O, S and Sr isotopes

**Kotana Demir Yatağında (Giresun-KD Türkiye) Bulunan Pirotin Cevheriyle İlişkili Olarak  
Bulunan Sfalerit Kapanımları:  
Bunlar Gerçek Eksolüsyon Kütleleri mi Yoksa Ornatım Ürünleri mi?**

*Sphalerite Encapsulations Associated with Pyrrhotite Ore Occurring in Kotana Iron Deposit  
(Giresun-NE Turkey): Are They True Exsolved Bodies or Products of Replacement?*

**Emin ÇİFTÇİ**

*Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ana Kampüs, 51200 Niğde, Türkiye*

**ÖZ**

Kotana sahası Giresun ili (KD Türkiye)'nin yaklaşık 30 km güneyinde yer almaktadır. Cevherleşme kalk-silikat Fe-skarn türü bir cevherleşme olarak kabul edilmektedir ve Paleosen yaşlı asidik kayalarla sokuluma uğrayan Jura-alt Kretase yaşlı mafik volkanitlerle kireçtaşlarının kontağı boyunca oluşmuştur. Kireçtaşları ve mafik kayaların her ikisi de esas olarak granodiyorit bileşimindeki intrüsyif kayalar tarafından metamorfizmaya uğratılmıştır.

Ana cevher mineralleri pirotin ve magnetite beraber minör pirit (I) ile sfaleritle birliktelik sunan eser kalkopiritten oluşmaktadır. Sfalerit varlığı özellikle kalkopiritle ve ikincil sıklıkta da pirotinle birliktelik sunar. İkincil mineraller pirit (II), markazit, martit, hematit, götit, lepidokrosit ve Fe-oksit-hidroksit ara bozuşma ürünlerinden oluşmaktadır. Gang mineralleri esas olarak kalsit ve kuvarstan oluşmaktadır. Birincil sülfürlerin oksidasyonu, kuş-gözü, martit, sferoyidal, kolofom, damarcık gibi çeşitli ikincil cevher dokularının oluşumunu sonuçlamıştır. Önerilen oluşum mekanizmaları nedeniyle, özgün kristal şekillerine sahip sfalerit minerali bu çalışma için özel bir önem taşımaktadır. Sfaleritin gözlenen kristal şekilleri arasında insan, hayvan, bitki, ve yıldız benzeri şekiller ve bir çok düzensiz şekiller veya bunların kombinasyonları bulunmaktadır. Bunların oluşumu için üç alternative mekanizma dikkate alınmıştır: (I) bunlar kristal büyümesi sırasında birbiriyle birleşen pirotin kristalleri arasında interstiyal olarak oluşmuştur; (II) bunların pirotinin sfaleriti ornatmasının kalıntılarıdır ve (III) önceki deneysel verilerle çelişerek bunlar gerçek kusma yapılarıdır.

Solüt mineralin solvent mineral dışında genel olarak bulunmayışı, söz konusu iki mineral arasında ornatımı gösteren dokusal ilişkinin gözlenmeyişi, önerilen son mekanizmayı destekleyen yüksek sıcaklıkta bu iki mineral arasında katı çözelti serisinin var olabileceğini önermesine rağmen, deneysel çalışmalar (EPMA nokta analizleri), orijinal dokunun yok edilmeden katı-katı ornatımının mümkün olabildiğini öneren ikinci mekanizmayı desteklemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kotana, skarn, eksolüsyon, pirotin, sfalerit, Doğu Pontitler

**ABSTRACT**

*The Kotana prospect is located about 30 km south of Giresun (NE Turkey). The ore mineralization is considered to be a calc-silicate Fe-skarn and occurs along the contact zone of limestones and mafic volcanic rocks of Jurassic-lower Cretaceous age intruded by acidic intrusive rocks of Paleocene age. The limestones and mafic rocks are both metamorphosed by the intrusive rocks, which are mainly granodiorite in composition.*

*Principal primary ore minerals include pyrrhotite and magnetite along with minor pyrite (I) and chalcopyrite accompanied by trace sphalerite. The sphalerite presence is strictly associated with chalcopyrite and to a*

lesser extent with pyrrhotite. Secondary ore minerals include pyrite (II), marcasite, martite, hematite, goethite, lepidocrocite, and intermediate Fe-oxides-hydroxides. Gangue minerals are mainly calcite and quartz. Oxidation of the primary sulfides resulted in formation of diverse secondary ore textures containing bird's eye, martitic, spheroidal, colloform, rim, and veinlets. Unique crystal shapes of sphalerite are of particular interest to this investigation due mainly to their proposed formation mechanisms. Observed mineral outlines of sphalerite include human-, animal-, plant-, and star-like figures and a variety of irregular shapes or combinations of those figures. Three alternative mechanisms for their formation were considered: (I) they can be considered as pseudoexsolved bodies developed interstitially between coalescing pyrrhotite crystals during crystal growth, (II) they are relics of pyrrhotite replacement over chalcopyrite, and (III) they are true exsolved bodies contradicting with the previous experimental results.

Although general absence of solute mineral outside the solvent mineral and of ore textures indicating no replacements occurred between the two mineral suggest feasibility of a solid solution between them at high temperatures which favor the last mechanism, experimental studies (Electron Probe Microanalysis –EPMA-point analyses) favor the second mechanism suggesting possibility of solid-solid replacement without destroying the original texture.

**Keywords:** Kotana, skarn, exsolution, pyrrhotite, sphalerite, Eastern Pontides

**Karakaya Kompleks Zonu İçinde Gözlenen Şamlı ve Ayazmant (Balıkesir)  
Fe Skarn Yataklarının Jeolojisi, Parajenezi ve Oluşumu, Batı Anadolu**

*The Geology, Paragenesis and Formation of Şamlı and Ayazmant (Balıkesir) Fe Skarn Deposits  
Observed in Karakaya Complex Zone, Western Anatolia*

**Ali Rıza ÇOLAKOĞLU<sup>1</sup>, Hiroyasu MURAKAMI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, M.M.F., Jeoloji Mühendisliği Bölümü-VAN*

<sup>2</sup> *Ins. for Geo-Resources & Environment, Geol. Survey of Japan, AIST, Tsukuba, Japan,  
arc.geologist@yyu.edu.tr; h-murakami@aist.go.jp*

**ÖZ**

Karakaya Kompleks Zonu, Batı Anadolu'da, İç-Pontid Kenet kuşağı ile İzmir-Ankara Kenet kuşağı arasında yer alır. Bu zon içerisinde Balıkesir ilinin 18 kilometre kuzeyindeki Ilıca granodiyoriti ile ilişkili Şamlı Fe skarn yatağı ile Kozak granodiyoriti ile ilişkili Ayazmant (Ayvalık-Balıkesir) Fe skarn yatakları bulunmaktadır. Bu yataklarda jeolojik ve mineralojik çalışmalar mevcuttur (Barutoğlu, 1960; Leo ve Genç, 1972; Oyman ve diğ., 2003; Çolakoğlu ve diğ., 2004; Oyman ve diğ., 2005). Oluşum koşullarının belirlenmesi ve ilgili model oluşturma çalışmaları ise devam etmektedir. Çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde birbirine benzer sistemler içinde farklı modeller ileri sürülebilmektedir.

Şamlı ve Ayazmant yataklarının skarn ve cevher mineral parajenezleri birbirine benzerlik göstermektedir. Bu yataklar eş yaşlı ve benzer mineralojik bileşime sahip bir intrüzyonla ilişkili olarak Karakaya Kompleks Zonu içinde yer almaktadırlar. Intrüzyonlardan elde edilen yaş tayinleri bu iki plütunun (20-25 my) eş yaşlı olduklarını göstermektedir (Delaloye ve Bingöl, 2000; Leo ve Genç, 1972). Ayrıca plütonlara ait kayaçların mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri her iki plütону oluşturan kayaçların da mafik mikrogranüler enklav içeren, Kalk-alkali, I tipi ve metalümino bileşim sergilediğini göstermektedir (Akal ve Helvacı, 1999; Boztuğ ve diğ., 2003).

Her iki cevherleşme de mineralojik bileşimi genelde granodiyoritik olan bir plütunun daha mafik porfirik dokulu fazlarıyla ilişkilidir. Cevherleşmenin geometrisi, mineral parajenezleri, jeokimyasal özellikleri, alterasyon ve yankayaç ilişkileri model oluşturma çalışmalarında en önemli verilerdir. Bu yataklar demir oksit minerallerince zengin, düşük bakırlı ve iz miktarda altın içeriklidirler. Eldeki veriler muhtemelen her iki cevherleşmenin de aynı tektonik model içinde ve benzer jeolojik süreçlerle oluştuğuna işaret etmektedir. Ancak unutulmamalıdır ki çevre kayaçların bileşimi, oksidasyon durumu, akışkan sıvının etkinliği, oluşacak yatağın büyüklüğünde, alterasyon birliklerinin tipi ve şiddetinde farklılıklar yaratmaktadır. Bu yatakların Fe skarn yatağına mı yoksa son yıllarda Demir-Oksit-Bakır-Altın yatakları sınıfına mı dahil olacağı konusu elde edilen veriler ile bölgenin jeodinamik evrimi gözönüne alınarak tartışılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Fe Skarn Yatakları, Şamlı-Ayazmant (Balıkesir), Karakaya Kompleksi, Batı Anadolu

**ABSTRACT**

*The Karakaya Complex Zone is situated between Intra-Pontide Suture and İzmir-Ankara Suture in Western Anatolia. Şamlı Fe skarn deposits related to Ilıca granodiorite and Ayazmant (Ayvalık-Balıkesir) Fe skarn deposits related to Kozak granodiorite are exist in this zone. These deposits have been studied geologically and mineralogically by previous investigators (Barutoğlu, 1960; Leo ve Genç, 1972; Oyman et al., 2003; Çolakoğlu et al., 2004; Oyman et al., 2005). Studies are still ongoing related to determination of ore forming*

*conditions and modelling. The evaluation data from various studies may result in similar characteristics being advocated within different models.*

*Skarn and ore mineral paragenesis are very similar for Şamlı and Ayazmant deposits. Both of these deposits show similar characteristics, related to intrusion such as having the same age and in the same mineralogic composition in Karakaya Complex Zone. Age determination from the intrusions shows more or less the same age (20-25 ma) era (Delaloye and Bingöl, 2000; Leo and Genç, 1972). Mineralogic-petrographic and geochemical features show the same characteristics such as mafic microgranular enclav, Calk-alkali, I type and metalümino composition (Akal and Helvaci, 1999; Boztuğ and et al., 2003).*

*Both deposits are related to mafic porphyry dykes of generally granodioritic composition of the plutone. Geometry of ore, mineral paragenesis, geochemical features, alteration and host rocks type are very important data for modelling. These deposits having iron oxide rich, minor copper bearing minerals and gold. The data indicate that both deposits are related to same tectonic model and similar geologic cycle. One thing to remember is that the host rock composition, oxidation state and fluids domination are responsible for deposits size and alteration assemblage type. The issue of these deposits being included in the Fe skarn classification or being included in the newer Iron –Oxide-Copper-Gold classification, will be discussed in terms of the collected data and in terms of the geodynamic evolution of the region.*

**Keywords:** *Fe Skarn Deposits, Şamlı - Ayazmant (Balıkesir), Karakaya Complex Zone, Western Anatolia*



## Nadara Köyü Demir Cevherleşmesi

*Nadara Village Iron Deposit*

**Canan ÖNER**

*Dikmen cad.205/30 Dikmen /Ankara  
canan\_oner@yahoo.com*

### ÖZ

Çalışma alanı Uşak İli'nin 5km KD' da yer alan Nadara Köyü ve civarında 12 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır. Sahanın temelinde Eşme Formasyonu'na ait kuvars mika şistler, mika kuvars şistler, granat mika şistler, granat şistler ve kalk şistler bulunur. Şistler üzerinde Musa Dağı Mermerleri yer almaktadır. Musa Dağı Mermerleri'nin önceki çalışmalar ve saha gözlemlerine dayanarak şistler üzerine uyumlu olarak geldiği söylenebilir. Bölgede Miyosen volkanizmanın ürünü olan tüfler ve volkanik kayalar gelişmiştir. Ahmetler Formasyonu'na ait Merdivenlikuyu Üyesi'nin yamaç molozları ve Balçıkdere Üyesi'sinin kumtaşı kıltaşı ve mam aralanması ise bölgenin Pliyosen yaşlı birimleridir.

Nadara Demir Yatağı günümüzde açık işletme şeklinde işletilmektedir. Sahada işletme alanının uzunluğu yaklaşık 500 m., eni 25 m. ve derinliği ise 6m. civarındadır. Ancak alanda bu güne kadar sondaj yada jeofizik yöntemlerden hiç biri yapılmadığı için damarın derinliği hakkında bir fikir beyan etmek mümkün değildir. Hematit mostraları açık işletmenin Kuzey Doğusu'nda da yüzlek vermektedir. Bu durum damarın uzanımının bu bölgeye kadar devam ettiğini düşündürmektedir. Nadara Köyü demir cevherleşmeleri çoğunlukla hematitlerden oluşmuş; hematitlere yer yer limonitlerin ve kil bantlarının eşlik ettiği bir cevherleşmedir.

Cevherleşme Karaboldere Volkanizması'na bağlı olarak gelişmiştir. Cevherleşme kısmen silisleşmiş ve altere olmuş volkanik kayalar (traki andezit, andezit ) içersinde irili ufaklı kafalar şeklindedir. Ayrıca bu volkanik kayaç içersinde çakıl ve bloklar şeklinde de görülür. Cevher kafaları içeren volkanik kayaçlar metamorfiklerle kontak oluşturular. Buna göre cevherleşme bu volkanik kayaç çıkışına bağlı olarak muhtemelen metamorfiklerden çözünen demiri hidrotermal eriyikler şeklinde ve hidrotermal faza bağlı olarak altere olmuş volkanik kayacın boşuklarına yerleşmesi şeklinde olduğunu düşündürmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Nadara Köyü, Uşak, Demir Cevherleşmesi, Volkanizma

### ABSTRACT

*The study area located at 5km the NE of Uşak City and covers on area of 12 km<sup>2</sup>. The basement metamorphic sequence is composed of quartz- mica schist, mica-quartz schist; garnet-mica schist and calc-mica schist which are belong to Eşme Formation. Musadağı marbles are found on top of the schist. According to the recent studies and the observations in the region it can be said that the Musadağı marble is conformably overlies the schist. Volcanic rocks and tuffs formed as a result of Miocene volcanism. Merdivenlikuyu member which is alternating member of Ahmetler Formation and sand stone, clay stone and marl sequence belonging to Balçıkdere Formation are Pliocene in age.*

*Nadara hematite ore is being exploited at present. The length of the ore body is 500m, the width is 20m, and the depth reaches up to ~ 6m. The ore is not drilled so far since and no geophysical studies are exist it is not possible to give an idea about the depth of hematite. The hematite mineralization is seen also at the northeast of the operating mine. This shows that the mineralization extends up to that region. The Nadara iron*

*mineralization is mostly composed of hematite and limonite and clay bands accompanied to this hematite. The wall rock of the deposit is formed by garnet schist, tuff and sandstones.*

*The mineralization developed together with the Karaboldere Volcanism and is seen as varying size of small blocks within the volcanic rocks which are altered and partly silicified. Volcanic rocks consisting mineralized blocks are formed in contact with the metamorphics.*

**Keywords:** *Nadara Willage, Uşak Province, Iron Deposits, Volcanism*

## Evciler Skarn Oluşumunda (Kazdağ, Çanakkale/Türkiye) Hidrotermal Akışkanlar ve Granitoid Arasındaki Etkileşim ile İlgili Oksijen ve Hidrojen İstotop Verileri

*Oxygen and Hydrogen Isotope Evidence for Interaction Between Granitoid and Hydrothermal Fluids at the Evciler Skarn Occurrence (Kazdağ, Çanakkale/Turkey)*

Yeşim YÜCEL ÖZTÜRK<sup>1</sup>, Cahit HELVACI<sup>1</sup>, Muharrem SATIR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> DEÜ Mühendislik Fakültesi, Mineraloji-Petrografi ABD.

<sup>2</sup> Universität Tübingen, Institut für Geowissenschaften, Lehrstuhl für Geochemie.  
yesim.yucel@deu.edu.tr, cahit.helvaci@deu.edu.tr, satir@uni-tuebingen.de

### ÖZ

Skarn yatakları ile ilgili çalışmalar genellikle arazi ilişkileri, mineral bileşimleri ve parajenetik ilişkilerin kapsamlı analizi ile başlamaktadır. Bununla birlikte, duraylı istotop çalışmaları skarn oluşumunun basınç-sıcaklık-akışkan bileşim (P-T-X) koşullarını sınırlandırmada önemli bir rol oynamaktadır. Skarn yataklarından alınan silikat minerallerinin duraylı izotop bileşimleri, skarn oluşum evreleri boyunca akışkan kaynağının evrimini yorumlamada ve oluşum, denge veya alterasyon sıcaklığının saptanmasında kullanılmaktadır.

Genellikle cevher yatakları iki farklı alterasyon tipi ile karakterize edilmektedir. Granat ve piroksen gibi susuz minerallerle tanımlanan erken prograd evre, göreceli olarak daha yüksek sıcaklıklı akışkanlardan oluşmaktadır. Sülfidli cevher mineralleri ile birlikte klorit, epidot ve amfibol gibi sulu minerallerle tanımlanan geç retrograd evre ise daha düşük sıcaklıklı akışkanlardan oluşmaktadır. Bu iki alterasyon evresinin yaygın şekilde, doğrudan cevher metallerinin kökeni ile ilişkili olarak, sırasıyla magmatik ve meteorik su baskınlığını yansıttığı düşünülmektedir. Evciler Au-Cu skarn yatağından (Kazdağ, KB Anadolu) alınan susuz ve sulu minerallerin duraylı istotop bileşimleri, çalışma alanında granat-piroksen skarnın (prograd evre) birincil skarn oluşturan metasomatizma süresince baskın olarak magmatik akışkanlardan oluştuğuna ve epidot-amfibolce zengin skarnın (retrograd evre) ise meteorik su ile karışmış magmatik sudan oluştuğuna işaret etmektedir. Evciler bölgesinde, granatın  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri 4.6‰'den 8.2‰'e (ort. 6.7‰), piroksenin  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri 6.2‰'den 10.3‰'e (ort. 8.2‰), ve amfibolün  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri 6.3‰'den 8.2‰'e (ort. 7.4‰) ve epidotun  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri -3.3‰ den 5,1‰'e (ort. 0.9‰) değişmektedir. Bununla birlikte, geç amfibol ve epidota ait  $\delta\text{D}$  değerleri, Evciler skarn yatağı için, hem magmatik (bir örnek için) hem de meteorik su karışımı ile açıklanabilen daha hafif değerlere işaret etmektedir.

Evciler granitoidinin tüm kayaç  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri pirotin içeren mineralizasyonuna oldukça yakın sokulum dokanağına doğru 8.5‰' den 2.5‰'e azalmaktadır ve granitoyide ait quartz  $\delta^{18}\text{O}$  bileşimleri 7.2'den 10.9‰'e değişmektedir. Evciler granitoidinden alınan  $\delta^{18}\text{O}$ kuvars ve hesaplanan  $\delta$ magma değerleri, önceki çalışmalarda önerildiği şekilde I-tipi eğilimini desteklemektedir, fakat basit bir magmatik farklılaşma için oldukça geniş bir aralığa sahiptir. Bu nedenle, Evciler granitoyidi, bölgeye yerleşimi sonrasında açık-sistem hidrotermal alterasyona uğramış ve muhtemelen meteorik su girişi ile ilksel magmatik  $\delta^{18}\text{O}$  bileşimi değişmiştir.

Evciler plutonunun bileşimi ve petrolojik evrimi, skarn alterasyonu, mineralizasyonu ve metal içeriği (örn; bakır, altın, demir) üzerinde ana kontrolü oluşturmaktadır. Tüm bu parametrelerin kombinasyonu, lokalden bölgesel ölçeğe kadar, Evciler plutonu ve cevher yatakları arasındaki ilişkinin yorumlanmasında kullanılabilir. Hidrotermal akışkanların izotopik evrimi Evciler plutonu tarafından ısıtılan bir sistem içinde meteorik suyun sirkülasyonu ile izah edilmektedir. Bu sistem yan kayaç ve granitoid ile oksijen izotoplarının yerdeğişimine neden olmakta ve muhtemelen bir miktar magmatik su karışımı içermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Evciler granitoyidi, cevher yatağı, duraylı izotoplar, hidrotermal alterasyon.

### ABSTRACT

*Studies of skarn deposits generally begin with comprehensive analyses of field relationships, mineral compositions and paragenetic relations. However, stable isotope studies play an important role to constrain pressure-temperature-fluid composition (P-T-X) conditions of skarn formation. Stable isotope compositions of calc-silicate minerals from skarn deposits have been used to interpret the evolution of fluid sources during sequential stages of skarn formation and to determinate the temperature of formation, equilibration or alteration.*

*Generally, skarn ore deposits are characterized by two distinctly different alteration styles. An early prograde stage with anhydrous minerals, such as garnet and pyroxene, forms from relatively high-temperature liquid. A later retrograde stage with hydrous minerals, such as epidote, amphibole, and chlorite plus sulfide ore minerals forms from lower temperature fluids. These two alteration stages commonly have been thought to reflect a dominance of magmatic and meteoric water, respectively, with relevance to the source of ore metals. Stable isotope compositions of anhydrous and hydrous minerals from Evciler Au-Cu skarn deposit (Kazdağ, NW Anatolia) indicate that garnet-pyroxene skarn (prograde stage) was produced by predominantly magmatic fluids during initial skarn forming metasomatism in the study area and amphibole-epidote rich skarn (retrograde stage) was formed by magmatic water mixed with meteoric water. The  $\delta^{18}O$  values of garnet from the Evciler district range from 4.6 to 8.2‰ (average 6.7‰), the  $\delta^{18}O$  values of pyroxene range from 6.2 to 10.3‰ (average 8.2‰), and the  $\delta^{18}O$  values of amphibole range from 6.3 to 8.2‰ (average 7.4‰) and the  $\delta^{18}O$  values of epidote range from -3.3 – 5.1‰ (average 0.9‰). However, the  $\delta D$  values of late amphibole and epidote indicate both magmatic (for one sample) and lighter values for Evciler skarn deposit that could be explained by mixing with meteoric water.*

*Whole rock  $\delta^{18}O$  values of the Evciler granitoid decrease from 8.5 to 2.5‰ towards the intrusive contact, which happens also to be the region closest to the phyrrothite-bearing mineralization at the Evciler district and quartz  $\delta^{18}O$  composition of the Evciler granitoid varies from 7.2 to 10.9‰.  $\delta^{18}O_{\text{quartz}}$  and calculated  $\delta_{\text{magma}}$  from the Evciler granitoid support I-type affinity as suggested by previous geochemical studies, but it is too large to be accounted for by simple magmatic differentiation. Therefore, the Evciler granitoid was subjected to post-emplacement open-system hydrothermal alteration and exchanged with external fluid (probably meteoric water) which changed the original magmatic  $\delta^{18}O$  values.*

*The composition and petrologic evolution of the Evciler pluton are the primary controls on skarn alteration, mineralization, and metal content (e.g. copper, gold, iron). The combination of all these parameters can be used on a district to regional scale to interpret relationships between Evciler pluton and associated ore deposits. We concluded that the isotopic evolution of the hydrothermal fluid can be accounted for by circulation of meteoric water through a convection system heated by the Evciler granitoid, causing exchange of oxygen isotopes with the granitoid and country rock, and possibly involving some admixture of magmatic water.*

**Keywords:** *Evciler granitoid, ore deposit, stable isotopes, hydrothermal alteration.*

## **Maden (Elazığ) Çevresinde Drenaj Jeokimyası**

*Drainage Geochemistry in the Vicinity of Maden, Elazığ*

**Güllü KIRAT, Cemal BÖLÜCEK**

*Fırat Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Bölümü  
cembolucek@hotmail.com*

### **ÖZ**

İnceleme alanı, Elazığ ilinin yaklaşık 75 km güneydoğusunda Elazığ'ın Maden ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. İlçe merkezinin yaklaşık 1 km güneybatısında bulunan Maden Anayatak'ta Jura – Alt Kretase yaşlı Guleman Grubu ve Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı olmak üzere iki birim yüzeylemektedir. Guleman Grubu serpantin ve gabrolarla, Maden Karmaşığı ise diyabaz ve karbonatlı çamurtaşlarıyla temsil edilmektedir. Anayatak cevherleşmesi Maden Karmaşığı'na ait diyabazlar içerisinde mercerler şeklinde gelişmiş ve üstten itibaren masif, ağsı – saçımmlı ve saçımmlı cevher en altta ise manyetit kütesinden oluşmuştur. Maden Anayatak'ta ekonomik olarak yararlanılan bakır taşıyıcı tek mineral kalkopirittir. Kalkopirite değişik oranlarda pirit, manyetit, pirotin kromit, hematit, pentlandit, kübanit, markazit, sfalerit ve limonit eşlik etmektedir. Maden Çayı ve çevresinde kirliliğin etkisini belirlemek ve jeokimyasal arama ön çalışması yapmak amacıyla dere sedimenti ve su örneklemeleri yapılmıştır. Dere sedimentlerinde elementlerin kum örneklerinin ince fraksiyonunda yoğunlaştığı belirlenmiştir. Ayrıca element dağılımının daha çok erezyona bağlı olduğu bulunmuştur. Maden Çayı boyunca element dağılım profilleri incelendiğinde, Maden Bakır İşletmesi flatasyon katı atıklarının döküldüğü alanda hem su örneklerinde hem de dere sedimentlerinde bir artış gözlenmektedir. Bu da bölgede kimyasal bir kirliliğe neden olmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Maden Çayı, dere sedimenti, kirlilik, jeokimyasal arama

### **ABSTRACT**

*The study area is situated in the outskirts of Maden township which is 75 km SE of Elazığ. Anayatak is placed 1 km SW of Maden town center. Two groups of lithologies make up the rocks of Anayatak. These are Jurassic – Lower Cretaceous Guleman Group and Middle Eocene aged Maden Complex. The Guleman Ophiolites represented by serpentinite and gabbro and Maden Complex by diabase and carbonate mudstone. Anayatak ores occur as lensoid bodies in diabases of the Maden Complex and show zoning as (from top to bottom); massive, stockwork – disseminated, disseminated and magnetite ores. The sole economic Cu mineral of the Anayatak deposits is chalcopyrite, other ore minerals are; pyrite, magnetite, pyrrhotite, chromite, hematite, pentlandite, cubanite, marcasite, sphalerite, and limonite. Stream sediment and water sampling was carried out in order to determine the degree of contamination and to do preliminary geochemical exploration studies. This study determined that the elements are concentrated in fine fraction of stream sediments. Furthermore, it is also found that the metal distribution is principally controlled by erosion. Element distribution patterns along the Maden Çayı (stream) display sudden metal content increase in both sediments and water's at the place where solid wastes of the Maden Copper Works were discharged. This, in turn, caused chemical pollution in the area.*

**Keywords:** Maden stream, stream sediment, contamination, geochemical prospection

## Mortaş (Seydişehir-Konya) Boksit Yatağının Nadir Toprak Elementi (Nte) Potansiyeli

*Rare Earth Element (Ree) Potential of the Mortaş (Seydişehir-Konya) Bauxite Deposit*

**M. Muzaffer KARADAĞ<sup>1</sup>, Fetullah ARIK<sup>1</sup>, Ahmet AYHAN<sup>1</sup>, Adnan DÖYEN<sup>1</sup>, Şuayip KÜPELİ<sup>1</sup>,  
Veysel ZEDEF<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Jeoloji Müh. KONYA

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Maden Müh. KONYA

### ÖZ

Orta Toroslar'da yüzeyleyen en büyük boksit yataklarından biri olan Mortaş yatağı Seydişehir'in 25 km güneyinde bulunmaktadır. Yatak ve çevresinde, Bolkardağı Birliği'ne ait Hocalar formasyonu, Bozkır melanjına ait ofiyolitik kayalar ile Geyikdağı birliğine ait karbonatlı kayalar yüzeylemektedir. Boksitler Geyikdağı birliğine ait Katrangediği formasyonunun (Senomaniyen) üst kesimindeki paleo-çukurluk içerisinde birikmiş olup Üst Kretase (Senoniyen – Maestrihtiyen) yaşlı karbonatlı kayalardan oluşan Doğanlı formasyonu tarafından örtülmektedir.

Boksitlerin içinde bulunduğu paleo çukurluk KB-GD uzanımlı 950 \* 350 m boyutlarında bir elipsoidi andırmaktadır. Ortalama derinliği 15 m olan bu çukurun en derin yeri 80 m olup, cevher kütlesi kireçtaşlarının eğimine uygun olarak K30°B doğrultulu ve 30°GB'ya dalımlıdır. Yatak cep tipi yataklar grubuna girmektedir.

Yatakta masif, benekli, demirli, breşik ve killi boksit şeklinde 5 tip cevher ayırt edilmiş olup, cevherleşme tiplerinin dağılımı oldukça düzensizdir. Belirlenen en yaygın cevher minerali böhmite olup, dijaspor, gibsit ve diğer alüminyum mineralleri böhmite eşlik etmektedir. Ayrıca kaolinit, hematit, götit, limonit, pirit, markazit, anatas, rutil, prozimit, psilomelan, kuvars tridimit ve kalsit bulunmaktadır.

Boksitlere kaynak olabilecek kayalar, karbonatlar ve ofiyolitik kayalar, düşük dereceli metamorfik kayalar ve terra-rosalardır. Kaynak kayaç → terra –rossa→ boksit dönüşümü sırasında sürekli olarak Ca ve Mg, Na ve K kaybı gerçekleşmiştir. Si'un kaybı ise terra – rosa oluşumundan sonra silis asidinin çözünmesi ile artmıştır. Jeokimyasal olarak az hareketli olan Al, Ti, Ga, Zr, Fe, Th, Nb, Sc, V gibi elementler yerinde kalarak azalan kayaç kütlesine göre zenginleşmişlerdir. NTE ise başlangıçta zenginleşme göstermelerine rağmen ilerleyen ayrışma ile kısmen taşınarak yerleşmişlerdir. Boksitlerde toplam NTE Y ve Sc dahil 1173 ppm ve anakitlede 346-1999 ppm NTE beklenmektedir. Yaygın NTE La, Nd, Ce, Y, Pr ve Sc ile temsil edilmekte ve bu elementlerin miktarı sırasıyla 282.2, 239.8, 237, 137, 62 ve 50 ppm'dir. Toplam HNTE 1052.4 ppm, ANTE ise 120.4 ppm olup, HNTE ANTE'nin 8.7 katıdır. NTE açısından ana kayalarla karşılaştırıldığında şistlerin 3.3, ofiyolitik kayaların 79.3, taban kireçtaşlarının 17, tavan kireçtaşlarının 199 ve terra-rosaların 3.2 katı zenginleşmiştir.

Yatakta bu güne kadar 7.3 milyon ton boksit üretilmiş olup kalan cevher yaklaşık 2.7 milyon tondur. Toplam nadir toprak metal miktarı 11727.5 ton, kalan NTE potansiyeli ise 3166.4 tondur. Bu rezervlerin ekonomik karşılığı ise 1998 yılı fiyatlarına göre (Hedrick, 2000) toplam cevher için 14.65 milyar USD iken kalan NTE değeri 3.95 milyar USD' dir.

Kırmızı çamurdan alınan örneklerin Y ve Sc dahil toplam NTE miktarı 1966 ppm'dir. Atık barajındaki NTE miktarı Mortaş yatağından 8611.5, Doğanlı yatağından 3951.9 ve diğer yataklardan 507.3 ton olmak üzere toplam 13070 ton'dur. 1998 yılı fiyatlarına göre bunun ekonomik değeri 20.78 milyar USD olup Mortaş yatağından gelen kısmın potansiyeli 13.69 milyar USD' dir.

Mortaş, Doğankuzu, Değirmenlik, Morçukur ve Çatmakaya yataklarının toplam boksit rezervi 32 milyon ton ve bu rezerv içinde toplam NTE potansiyeli ise 37528 ton ve ekonomik değeri 46.8 milyar USD' dir. Seydişehir – Akseki bölgesinde oluşum mekanizmaları Mortaş yatağına benzeyen irili – ufaklı 90 civarında boksit yatağının toplam rezervi 85 milyon ton, bu rezerv içinde NTE potansiyeli 100.000 ton ve bu potansiyelin ekonomik değeri ise yaklaşık 125 milyar USD' dir. Buna 20 milyar USD'lik kırmızı çamur da ilave edildiğinde Seydişehir – Akseki bölgesinde yaklaşık 145 milyar USD'lik bir NTE vardır. Ülkemizdeki diğer boksit yataklarında da yaklaşık 1000 ppm'lik NTE varlığı düşünüldüğünde muhtemel rezervinin 400 milyon ton olduğu belirtilen boksit yataklarının NTE potansiyeli 500.000 ton ve bunun ekonomik değeri 600 milyar USD' dir. Ülkemizde halen üretim aşamasına geçmiş herhangi bir NTE yatağı yoktur. Bu nedenle öncelikle ön işlemden geçen kırmızı çamurdan NTE üretimi için teknoloji geliştirmeye yönelik Ar-Ge projeleri geliştirilmeli ve desteklenmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Boksit, Mortaş, NTE, Seydişehir

### **ABSTRACT**

*The Mortaş bauxite deposit is one of the biggest bauxite deposit exposed in the Central Taurus located 3 km southeast of Madenli village, where 25 kilometres south of Seydişehir. Hocalar formation belonging to Bolcardağı Unit, ophiolitic rocks of Bozkır Unit and carbonaceous rocks belonging to Geyikdağı unit expose near and at the ore deposit. Bauxites accumulated a karstic paleo depression in the upper portion of Senomaniyen aged Katrangediği formation is covered by carbonaceous rocks of Upper Cretaceous (Senonian – Maestrichtian) Doğankuzu formation. The area in which the Mortaş bauxite ore deposit exposed 950 \* 350 meters dimensions in elypsoidally lens shape with NE-SW extension. The sinkhole in which ore deposit has maximum 80 meters of thickness and the 15 meters in average. The ore body conformably host rocks with N30oE strike and 30°SW dip. Bauxite deposit can be classified pocket type bauxites with this shape.*

*Five types of mineralization as massive, dotted (oolitic and pisolitic), clayey – soily, iron bearing and brecciated were distinguished in the ore deposit and mineralization types are unsystematic. Mortaş bauxite deposit point that the main aluminium mineral is boehmite and the mineralization is boehmitic character. Beside boehmite, there are few amounts diaspor and gibbsite as Al minerals. The other minerals are kaolinite, hematite, goethite, limonite, pyrite, marcasite, anatase, rutile, pyrolusite, psilomelane, quartz, tyridymite and calcite in the bauxite deposit.*

*The potential source rocks for the Mortaş ore and ores at the nearby bauxite are calcareous rocks, terra – rossa, ophiolitic rocks and low grade metamorphic rocks of Seydişehir Formation. A continuous Ca, Mg, Na and K depletion was realized during the transition of source rocks to terra rossa as well as the transition of terra-rossa to bauxite. The loss of Si was increased by dissolution of silicon after the formation of terra – rossa. During that time, elements such as Al, Fe, Ti, Ga, Zr, Fe, Th, Nb, Sc and V which are regarded as geochemically less active, were enriched in the system. Although REE concentrated initially, located partly move with progressive weathering. Total REE with Sc and Y is 1173 ppm and expected main mass has 346-1999 ppm range. Commonness REE are La, Nd, Ce, Y, Pr, Sc and their concentrations are 282.2, 239.8, 137, 62 and 50 ppm respectively. Total LREE is 1052.4 ppm and total HREE is 120.4 ppm and LREE/HREE ratio is 8.7. REE content of bauxites in relation to terra-rossas's, low grade metamorphics, basement limestones, ceiling limestones and ophiolitic rocks are 3.2, 3.3, 17, 199 and 79.3 times respectively.*

*Up to today 7.3 million tonnes bauxite production at the deposit and residue bauxite reserve is 2.3 million tonnes. REE reserve of Mortaş bauxites is 11727.5 ton residue NTE reserve is 3166.4 ton. Economical values of these reserves are 14.65 and 3.95 billion USD with respect to year 1998 selling price (Hedrick, 2000).*

*Production wastes of aluminium are accumulated in the red mud barrage. Red Mud has 1966 ppm REE having Y and Sc. Total REE reserve of red-mud 8611.5 ton belonging to Mortaş plus 3951.9 ton belonging to Doğankuzu deposit and 507.3 ton belonging to other deposits 13070 ton. There is 20.78 billion USD REE*

*potential in the waste barrage in respect to 1998 selling price and the proportion of Mortaş deposit in this wastes about 13.69 billion USD.*

*Total mineable reserve is Mortaş, Doğankuzu, Morçukur, Değirmenlik and Çatmakaya deposits 32 million ton, REE potential is 37528 ton and economic value of this potential about 46.8 billion USD. There are over 90 bauxite deposits both large and small which forming mechanism similar to Mortaş deposit in the Seydişehir-Akseki region with 85 million tonnes of bauxites. These deposits have 100.000 ton of REE and their economic values are about 125 billion USD. If adding 20 billion USD REE in the red mud this value rising up to 145 billion USD. If other bauxite deposits in our country have similar REE potential about 1000 ppm, for approximately 400 million ton of bauxites have 500.000 ton REE and this reserve has 600 billion USD economic values. There is not any REE deposit in our country production stage. We considering REE production from bauxite deposits are easier than complex ores. So before all else aiming development technology REE production from red-mud investigation-development projects building and promoting.*

**Keywords:** Bauxite, Mortaş, REE, Seydişehir



**Bolkardağı Bölgesi (Ayrancı-Karaman) Boksit Yatakları:  
Jeolojisi ve Oluşumuna Ait İlk Bulgular**

*Bolkardağı Region (Ayrancı-Karaman) Bauxite Deposits:  
Preliminary Evidence for Their Geology and Formation*

**Nurullah HANILÇI<sup>1</sup>, İsmet ALAN<sup>2</sup>, Halil KESKİN<sup>2</sup>, Şenol ŞAHİN<sup>3</sup>, Levent SAÇLI<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi Jeoloji Müh.Böl., Avcılar-İstanbul

<sup>2</sup> MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara

<sup>3</sup> MTA Adana Bölge Müdürlüğü, Adana

<sup>4</sup> MTA Konya Bölge Müdürlüğü, Konya  
nurullah@istanbul.edu.tr

**ÖZ**

Orta Toroslar'ın Bolkardağı bölgesinde (Karaman-Konya) çok sayıda boksit yatakları bulunmaktadır. Bunların en önemlileri Ayrancı (Karaman) bölgesindeki *Karataştepe*, *Bolkardede Tepe*, *Camızalanı*, *Kavaközü*, *Göztaş Tepe* ve *Devebağırta*n boksit yataklarıdır. Boksit yatakları, Bolkardağı Birliği ve Namrun Tektonik Dilimi'ne ait kayaçlar içinde ve özellikle her iki tektonik dilimin Jura-Kretase tabanındaki diskordans düzeylerinde gözlenmektedir. Bölgedeki boksit yatakları, yanal ve düşey yönde ana kayadan boksite geçiş aşamalarının sahada açıkça izlenmesi ve bu nedenle Al'nin kaynağına ait önemli veriler sunması açısından oldukça ilginçtir.

Bolkardağı Birliği, inceleme alanı ve yakın çevresinde Üst Permian-Üst Kretase (Alan ve diğ.2004) arasında çökelmiş ve yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş kayaçlar ile temsil edilmektedir. Boksit cevherleşmelerinin bulunduğu bölgede Alt-Orta Triyas ve Jura-Kretase yaş aralığında birimler gözlenmektedir. Alt-Orta Triyas alacalı şistler, kalk şistler, alg-gastropod lamellibrans kavkılı metakarbonatlar, Orta-Üst Triyas, yer yer onkoidal kavkılı parçaları içeren dolomitler, Üst Triyas, klorit-serizit-kalk şistler, kuvarsit ve bazik metavolkanik arakatlı şistlerden oluşmaktadır. Jura-Kretase; Triyas üzerindeki boksitli seviye üzerine diskordansla gelmekte, altta dolomitik rekristalize kireçtaşı, üste doğru *Cladocoropsis* fosil içerikli dolomitler ve kısmen mermerleşmiş rekristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Namrun Tektonik Dilimi (NTD), inceleme alanı ve çevresinde Karbonifer-Üst Kretase (Alan ve diğ., 2004) arasında çökelmiş, ve yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş kayaçlardan oluşur. Boksit cevherleşmesinin bulunduğu alanlarda ise Permian-Üst Kretase yaş aralığında birimler görülür. Üst Permian; başlıca Mizzia'lı rekristalize kireçtaşlarından, Alt-Orta Triyas; klorit-serizit şist, kalk şist, ve metakarbonatlardan, Orta-Üst Triyas; dolomitik rekristalize kireçtaşı, dolomit ve kalk şistlerden, Üst Triyas; klorit-serizit-kalk şistler, bazik metavolkanik arakatlı şistlerden oluşmaktadır. Jura-Kretase yaşlı birimler ince-orta tabakalı dolomitik rekristalize kireçtaşları, dolomitler ve az rekristalize kireçtaşlarından, Üst Kretase ise, metakumtaşı, metaşeyl, metakarbonat istiflerinden oluşmaktadır. NTD, Bolkardağı Birliği üzerinde tektonik dokanla yer almaktadır.

Boksit oluşumları, Jura öncesi tektonizma ve aşınma derinliğine bağlı olarak farklı stratigrafik düzeylerde gelişmiştir. Alt Triyas yaşlı klorit şistler ve Üst Triyas yaşlı klorit-serizit şist, klorit-kalk şistler üzerinde genellikle "kalıntı tip" Al-Fe lateritler ve demirli boksit yatakları, Triyas ve Permian yaşlı karbonatlardaki karstlaşmaya bağlı olarak "karstik tip" boksit yatakları gelişmiştir. Bölgede ekonomik olarak işletilebilir boksit yatakları (*Karataştepe*, *Bolkardede Tepe*, *Kavaközü*, *Göztaş Tepe*, *Devebağırta*n) başlıca diyorit, kaolinit, anatas, hematit ve az miktarda böhmite minerali içeren karstik tip boksitler olup, ortalama % 3,5 SiO<sub>2</sub>, %55 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 26 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % 3,5 TiO<sub>2</sub> içeriğine sahiptir.

Saha verileri, boksit gelişiminin Bolkardağı Birliği'ne ait Üst Triyas yaşlı klorit-serizit-kalk şist ve bazik meta-volkanitler ile NTD'ye ait özellikle Alt Triyas yaşlı klorit şistlerin ilksel kökeni olan kayaçlarla bir ilişkisinin varlığını göstermektedir.

Boksitleşme, Orta Jura öncesi karasal alanda, her iki tektonik dilimdeki Al- silikatlerce (feldispat, mika, klorit) zengin Triyas yaşlı şeyl, silttaşı ve bazik volkanik bileşimli kayaçların lateritleşmesi sonucu; ana kaya üzerinde "kalıntı tip" Al-laterit ve demirli boksitler şeklinde, kısa mesafelerde karbonatlardaki karstik alanlara taşınan Al'ce zengin lateritik toprak ise muhtemelen kaolinit, gipsit, böhmit, hematit, anatas bileşimindeki "karstik tip" zengin boksit yatakları şeklinde gelişmiş olmalıdır. Kretase sonrası ilk naplaşma hareketlerine bağlı olarak gelişen bölgesel metamorfizma sürecinde ise böhmitik bileşimli boksitler diyasporitik boksitlere dönüşmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Boksit, Bolkardağı Birliği, Namrun Tektonik Dilimi, Orta Toroslar

### ABSTRACT

*The Bolkardağı region (Karaman-Konya) of Central Taurides is host to a number of bauxite deposits. The significant ones among those are the Karataştepe, Bolkardede Tepe, Camızalanı, Kavaközü, Göztaşı Tepe and Devebağırta deposits in the Ayrancı (Karaman) region. The bauxite deposits are observed both within and especially in the discordant levels of Jurassic-Cretaceous of the Bolkardağı Unit and the Namrun Tectonic Segment. The bauxite deposits in the region are very interesting because, in the field, the vertical and horizontal transitions through the host rock to the ore can clearly be observed, so that they suggest important data about the source of the alumina.*

*The Bolkardağı Unit, in the region, is represented by the Upper Permian-Upper Cretaceous (Alan et.al, 2004) aged rocks that have undergone green schist metamorphism. In the region of the bauxite deposits, Lower-Middle Triassic and Jura-Cretaceous aged rocks are however observed instead. The Lower-Middle Triassic consists of multicolored schists, calc-schists, algae- gastrapoda-lamel brancia shelled metacarbonates, Middle-Upper Triassic is represented by dolomites with oncoidal shell fragments and Upper Triassic comprise chlorite-sericite-calc schists, schists with quartzite and metavolcanic interlayers. Jura- Cretaceous units overlie discordantly the bauxite bearing level over the Triassic, and consist of dolomitic recrystalline limestones in the bottom, Cladocoropsis bearing dolomites and partially marble recrystalline limestones in the upper levels.*

*The Namrun Tectonic Segment (NTS), in the region, comprises Carboniferous-Upper Cretaceous (Alan ve diğ., 2004) aged rocks that have undergone green schist metamorphism. Around the ore region, the Permian-Upper Cretaceous aged rocks crop out. The Upper Permian is mainly represented by Mizzia bearing recrystalline limestones, Lower-Middle Triassic by chlorite-sericite schist, calc-schist and metacarbonates, Middle-Upper Triassic by dolomitic recrystalline limestones, dolomites and calc-schists, and Upper Triassic by chlorite-sericite-calc schists and schist intervened with metavolcanics, respectively.*

*The Jura-Cretaceous aged units consist of thin-moderate layered dolomitic recrystallised limestones, dolomites and partially recrystallised limestones. The Upper Cretaceous includes metasandstone, metashale, metacarbonate successions. The contact between the NTS and Bolkardağı Unit is tectonic.*

*The bauxite formation developed within different stratigraphic levels due to the tectonics and the erosion depth during pre Jurassic period. Above the Lower Triassic chlorite schists and Upper Triassic chlorite-serizite schists and chlorite-calc schists the "residual type" (remnant type) Al-Fe laterites and Fe-rich bauxite deposits were developed while the "karstic type" bauxite deposits formed due to the karstification process in the Triassic and Permian aged carbonates. The economically mineable bauxite deposits (Karataştepe, Bolkardede hill, Kavaközü, Göztaşı, Devebağırta deposits) are karstic types comprising*

mainly diasporite, kaolinite, anatas, hematite and minor boehmite minerals with 3,5 %  $\text{SiO}_2$ , 55%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 26%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  and 3,5 %  $\text{TiO}_2$  content in average.

*The field evidence indicates a direct interaction between the bauxite formation and initial lithologies both of the Upper Triassic chlorite-sericite-calc schists, basic meta-volcanites belonging to Bolkardağı Unit, and Lower Triassic chlorite schists belonging to NTS. The "residual type" bauxites might have been formed above the host rock as Al-laterite and Fe-rich bauxites, due to the lateritization of the Al-silica rich Triassic shales, siltstone and basic volcanic rocks belonging to both tectonic segments before the Middle Jurassic period in the terrestrial region. On the other hand, the kaolinite, gibbsite, boehmite, hematite and anatas bearing "karstic type" bauxite deposits presumably developed due to the short distance transportation of the Al-rich lateritic soils into the karstic cavities within the carbonates. During the regional metamorphism related to the initial nappe movements after the Cretaceous, the bauxites with boehmite composition changed into the diasporitic bauxites.*

**Keywords:** Bauxite, Bolkardağı Unit, Namrun Tectonic Segment, Central Taurides

## Küçükçoraş (Karaman) Boksit Yataklarının Stratigrafik Konumu

### *Stratigraphic Position of the Küçükçoraş (Karaman) Bauxite Deposits*

Semiha İLHAN <sup>1</sup>, M. GürhanYALÇIN <sup>1</sup>, Gürsel KANSUN <sup>2</sup>

*Niğde Üniversitesi, Müh.Mim.Fak. Maden Yatakları-Jeokimya ABD.*

*Selçuk Üniversitesi, Müh.Mim.Fak. Mineraloji ve Petrografi ABD.*

*semihailhan@nigde.edu.tr, gurhan46@nigde.edu.tr, gkansun@selcuk.edu.tr*

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı yörede bulunan boksit yataklarının stratigrafik konumunu ortaya çıkarmaktır. İnceleme alanında, tabanda karbonatlı kayalardan oluşan Üst Permian yaşlı Dedeköy formasyonu yer alır. Bu formasyon altta dolomit, üstte kristalize kireçtaşı ile temsil edilir. Bunun üzerinde uyumlu olarak Alt Triyas yaşlı Saraycık formasyonuna ait fillit, şist, metakumtaşı ve mermer ardalanması izlenir. Diyabaz bileşiminde izlenen Orta Triyas yaşlı Kasır diyabazı, Saraycık formasyonuna ait birimleri kesmektedir. Üste doğru uyumsuzlukla Jura – Kretase yaşlı karbonatlı kayalardan yapıli Berendi formasyonu gözlenmektedir. Tüm bu birimler, yöreye Geç Kretase zaman aralığında yerleşen Karamanoğlu Ofiyoliti tarafından, tektonik olarak örtülmüştür. Çalışma alanının en genç litolojilerini, alttaki birimleri uyumsuzlukla örten Miyosen yaşlı Mazı ve Divlek formasyonları oluşturur. Birbirleri ile uyumlu izlenen bu formasyonlardan Mazı formasyonu konglomera ve kumtaşları, Divlek formasyonu ise killi kireçtaşlarından yapılidir. Çalışma alanında izlenen boksit yatakları Üst Permian yaşlı Dedeköy formasyonuna ait dolomitlerle kireçtaşlarının arasında veya kireçtaşlarının içinde gözlenmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Boksit, stratigrafi, Küçükçoraş, Bolkardağları, Ayrancı

### ABSTRACT

*Primary subjective of this investigation is to determine the stratigraphic position of the studied bauxite deposit. Upper Permian Dedeköy Formation composed mainly of carbonate rocks occur at the base of the study area. This formation is represented by dolomite at the base and recrystallized limestone toward, the top. The Dedeköy formation is overlain by the Saraycık Formation of lower Triassic age consisting of conformably phillite, schist, metasandstone, and marble sequence. Diabasic Kasır intrusion of middle Triassic age cross cut the lithologic units of the Saraycık Formation. Jurassic – Cretaceous Berendi Formation sits on these lithological units unconformably that is composed of carbonate rocks. All these rocks of the study area are covered by the Karamanoğlu ophiolite which is tectonically introduced during late Cretaceous epoch. The youngest rocks of the study area are belonging to Mazı and Devrek Formations of Miocene age. These two formations overlie all the earlier formations unconformably. But they are stratigraphically conformable with each other. The Mazı Formation is composed of conglomerates and stones, while the Divlek Formation contains clayey limestones. The bauxite formations of the study area occur between the dolomitic rocks and limestones or within the limestones of the Dedeköy Formation of upper Permian age.*

**Keywords:** Bauxite, stratigraphy, Küçükçoraş, Bolkardağları, Ayrancı.

## Küçükçoraş (Ayrancı-Karaman) Boksit Yataklarının Cevher Parajenezi

### *Ore Mineral Paragenesis of Küçükçoraş (Ayrancı-Karaman) Bauxite Deposits*

**Semiha İLHAN, M. GürhanYALÇIN**

*Niğde Üniversitesi, Müh.Mim.Fak. Maden Yatakları-Jeokimya ABD.  
semihailhan@nigde.edu.tr, gurhan46@nigde.edu.tr*

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Küçükçoraş (Ayrancı-Karaman) Boksit yataklarına ait cevher parajenezinin belirlenmesidir. İnceleme alanından derlenen numunelerden parlak kesitler yapılarak mikroskobik incelemeleri yapılmıştır. İnceleme alanında, alttan üste doğru sırasıyla Üst Permiyen yaşlı Dedeköy Formasyonu, üzerine uyumsuz Alt Triyas yaşlı Saraycık Formasyonu gelir. Orta Triyas yaşlı Kasır Diyabazı Saraycık Formasyonunu kesmektedir. Bunların üstüne uyumsuz olarak Jura-Kretase yaşlı Berendi Formasyonu, bunlarında üzerine tektonik olarak Karamanoğlu Ofiyoliti gelir. Tüm bu birimlerin üstüne uyumsuz olarak Miyosen yaşlı Mazı ve Divlek Formasyonu gelir. Boksit Dedeköy Formasyonu içerisinde. İnceleme alanında daha çok siyah renkli boksit ve koyu-açık kahverenkli boksit olarak gözlenmiştir. Ancak yer yer oolitik boksit ve killi boksit olarak da gözlenmiştir. Mikroskobik incelemelerde parajenez diyaspor + hematit + muskovit + rutil + manyetit olarak bulunmuştur Bunlara kuvars, göthit, klorit, gibsit, illit, epidot, psilomelan gibi mineraller eşlik etmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Boksit, Parajenez, Küçükçoraş, Bolkardağları, Ayrancı

### ABSTRACT

*Objective of this study is to determine the ore mineral paragenesis of Küçükçoraş (Ayrancı-Karaman) bauxite deposits. Polished sections were prepared from selected samples representing the ore deposit and ore microscopy study was carried out on these samples. In the study area, progressing upward, Upper Permian Dedeköy Formation is unconformably overlain by lower Triassic Saraycık Formation, which is cut through by middle Triassic Kasır Diabase. Jurassic-Cretaceous Berendi Formation unconformably sits on the entire rock section, which is itself tectonically overlain by Karamanoğlu Ophiolite. All these lithologic units are covered by Mazı and Divlek Formations of Miosene age. Bauxite deposits of the area are hosted within the Dedeköy Formation. Mineralizations are represented mainly by dark colored and dark-light brown bauxites. It also locally occurs as oolitic and clayey bauxites. Ore microscopy study indicated that the ore mineral paragenesis is consisted of diaspor + hematite + magnetite with rutile and muscovite gangue. These frequently accompanied by quartz, goethite, chlorite, gibbsite, illite, epidote and psilomelane.*

**Keywords:** Bauxite, paragenesis, Küçükçoraş, Bolkardağları, Ayrancı.

## Aşağıtirtar (Yalvaç-Isparta) Huntit Mineralizasyonunun Jeokimyasal Özellikleri ve Kökeni

*Origin and Geochemical Properties of Huntite Mineralization, Aşağıtirtar (Yalvaç-Isparta)*

**Mustafa KUŞCU, Oya CENGİZ**

*SDÜ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Yatakları-Jeokimya ABD.  
mkuscu@mmf.sdu.edu.tr, ocengiz@mmf.sdu.edu.tr*

### ÖZ

Sedimanter kökenli huntit yatakları, Göller bölgesindeki Aşağıtirtar köyünde (Yalvaç-Isparta) yer alır. Huntit cevherleşmesi, Miyosen-Pliyosen yaşlı Kızılılık formasyonuna ait killi kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, mam ve ince katmanlı kireçtaşlarından oluşan Tepesidelik üyesi içerisinde bulunur. Bu cevherleşmeler, Kemersırtı ve Köytepe olmak üzere iki farklı alanda yer alır. Huntitce zengin katmanlar parlak beyaz renkli, tebeşirimsi, kriptonkristalin ve gözeneklidir. Ayrıca, huntit bu katmanlar içerisinde 1 mm ile 30 cm arasında değişen boyutlarda nodüller halinde de gözlenir. Huntit oluşumları stratigrafik seride üç farklı zonda yer alır ve bu düzeyler killi kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, mam ya da kireçtaşı ile ara katlıdır. Huntitce zengin bu üç zonun içerisinde yer aldığı birimlerin toplam kalınlığı yaklaşık olarak 20 m'dir. Buna karşılık, huntit katmanlarının kalınlığı Kemersırtı yatağında toplam 235 cm'dir. Köytepe huntit ve manyezitli huntit katmanları Kemersırtına benzer bir istif içerisinde bulunur ve tüm huntit katmanlarının kalınlığı yaklaşık 3 m'dir. Ayrıca, Köytepe'de yaklaşık olarak 80 cm kalınlığa sahip bir manyezit katmanı da bulunur. Huntit örneklerinin mineralojisi X-ray difraksiyon ve taramalı elektron mikroskop teknikleri ile belirlenmiştir. Örnekler, genellikle ya tamamıyla huntit ya da yer yer manyezit, dolomit ve kalsit içerirler. Huntitli örnekler, major, minör, iz ve nadir toprak element içerikleri bakımından ICP-MS ile analiz edilmiştir. Kemersırtı ve Köytepe huntitlerinin major oksit içerikleri; MgO %32.70'den %37.95'e, SiO<sub>2</sub> %1.38'den %10.60'e ve CaO %7.83'den %14.31'e değişir. Diğerleri minör ya da iz miktarlarda bulunur. Ba ve Sr yataklarda egemen minör elementlerdir. Ba ve Sr içerikleri sırasıyla, 65 ppm'den 290 ppm'e ve 325 ppm'den 764 ppm'e değişir. U, Zr, V ve Ce miktarları huntit yataklarında 1 ppm'in üzerindedir. U içerikleri 0.6 ppm'den 3.9 ppm'e, Zr 1.1 ppm'den 16.7 ppm'e, V 7 ppm'den 34 ppm'e ve Ce 1.0 ppm'den 5 ppm'e değişir. Huntit ve manyezit örnekleri Geochron laboratuvarında (ABD) δ<sup>18</sup>O ve δ<sup>13</sup>C izotop jeokimyası için analiz edilmiştir. Kemersırtı sahasındaki huntit örneklerinin δ<sup>18</sup>O ve δ<sup>13</sup>C içerikleri sırasıyla ‰30.4-32.4 ve ‰7.8-8.8 arasında değişir. Köytepe sahasındaki huntit ve manyezit örnekleri de sırasıyla δ<sup>18</sup>O için ‰35.5-29.8 ve δ<sup>13</sup>C için ‰8.3-1.7 değerlerine sahiptir. İzotop sonuçlarına göre Aşağıtirtar huntit cevherleşmesindeki CO<sub>2</sub>'in kaynağının sedimanter havzaya atmosfer ve karbonatlı kayalardan geldiği düşünülür. Huntit nodüllerinin varlığı, gastropod, ostracoda ve Chura sp., fosillerinin bolluğundan dolayı, Tepesidelik formasyonunun içerisinde bulunan huntit ve manyezitli huntit katmanlarının sığ derinlikli, düşük sıcaklıklı (yaklaşık 25°C), pH 8.5-9.5 ve oksijence zengin olan eski Eğirdir-Hoyran gölü ortamında çökeldiği düşünülmektedir. Huntit katmanlarındaki Mg<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup> ve Si<sup>++</sup> gibi iyonlar ultrabazik kayalar ve karbonatlı çevre kayalardan türemiştir.

**Anahtar kelimeler:** Huntit, sedimanter, jeokimyasal özellikler, köken, göl ortamı.

### ABSTRACT

*Aşağıtirtar sediment-hosted huntite deposits are located in the Lake districts, Yalvaç-Isparta. The huntite deposits are hosted by clayey limestone, dolomitic limestone, marl, and thin-bedded limestone in the Tepesidelik member of the Miocene-Pliocene Kızılılık formation. The deposits occur at two different localities in the region: the Kemersırtı and Köytepe areas. The huntite-rich beds are bright white colored, chalky, crypto-crystalline, and porous. In addition, the huntite is observed as nodules with a size ranging between 1*

mm up to 30 cm in the beds. Huntite occurrences are interbedded with clayey limestone, dolomitic limestone, marl, or limestone and form at three huntite-rich horizons is approximately 20 m, however the thickness of the huntite layers is 235 cm in the Kemersırtı deposit. The Köytepe huntite and huntite with magnesite beds are similar to that of Kemersırtı and the thickness of all huntite layers is about 3 m. Besides, at Köytepe, a magnesite layer, which is approximately 80 cm thick, is interpreted to have a sedimentary in origin. The mineralogy of the huntite samples was determined by X-ray diffraction and scanning electron microscopy techniques. They contain generally huntite and locally magnesite, dolomite and calcite. The huntite samples were chemically analyzed for their major, minor, trace and rare earth element contents by ICP-MS. The contents of major oxides in the Kemersırtı and Köytepe huntites are as follows: MgO varies from 32.70% to 37.95%, SiO<sub>2</sub> from 1.38% to 10.60% and, CaO from 7.83% to 14.31%. The other oxides are present as minor or trace amounts. Ba and Sr are dominant minor elements in the deposit. Ba and Sr contents vary from 65 ppm to 290 pp and from 325 ppm to 764 ppm, respectively. U, Zr, V, and Ce are above 1 ppm in the huntite deposits. U content varies from 0.6 ppm to 3.9 ppm, Zr from 1.1 ppm to 16.7 ppm; V from 7 ppm to 34 ppm and Ce from 1.0 ppm to 5 ppm. Huntite and magnesite samples were analyzed for  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  isotope geochemistry in Geochron Laboratory (USA). The  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  contents of huntite samples in the Kemersırtı area vary between 30.4 to 32.4‰ and 7.8 to 8.8 ‰, respectively. Huntite and magnesite samples in the Köytepe area have 35.5 to 29.8‰ for  $\delta^{18}\text{O}$  and 8.3 to 1.7‰ for  $\delta^{13}\text{C}$  values, respectively. According to isotope results, it is thought that the CO<sub>2</sub> source in the Aşağıtırta huntite mineralization results to sedimentary basin from atmosphere and carbonate rocks. Due to the presence of nodular huntite and the abundance of gastropoda, ostracoda and Chura sp., the huntite and huntite beds with magnesite in the Tepesidelik formation are thought to have precipitated at shallow depth and lower temperature (approximately 25°C) in ancient Eğirdir-Hoyran lake environment that have rich in oxygen at 8.5-9.5 pH. The ions such as Mg<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup>, and Si<sup>++</sup> in the huntite beds were derived from the surrounding rocks such as ultrabasic rocks such as ultrabasic rocks, dolomite, dolomitic limestone, and limestone.

**Keywords:** Huntite, sedimentary, geochemical properties, origin, lake environment.

## **Diyajenetik Dolomit-Kalsit Ayırında Dayalı Jeolojik Harita Alımı ve Bir Örnek: Alişandağı (Ceyhan-Adana)**

*Geological Mapping Based on Diagenetic Dolomite-Calcite Determinations: A Case Study,  
Alişandağı (Ceyhan-Adana)*

**Cengiz YETİŞ<sup>1</sup>, Bayram Ali MERT<sup>2</sup>, Mesut ANIL<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Ç.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana.

<sup>2</sup> Ç.Ü., Maden Mühendisliği Bölümü, Adana.

cyetis@cu.edu.tr, alimert@cu.edu.tr, manil@cu.edu.tr

### **ÖZ**

Bu çalışma Adana İli, Ceyhan İlçesi, Çokçapınar Köyü, Alişandağı Tepe ve çevresinde yüzeyleyen dolomit, kalsitli dolomit, dolomitli kireçtaşı ve kireçtaşı alanlarının belirlenip detay jeolojik haritalanması amacıyla yapılmıştır. İlgi tepenin batısında bir kireç ocağı; doğusunda ise bir dolomit işletmesi bulunmaktadır. Bu çalışma iki işletme arasındaki anlaşmazlıklar sebebiyle ortaya çıkan tartışmaları objektif, bilimsel bulgulara dayandırılarak sonuçlandırmak amacıyla yapılan detay çalışmaları kapsamaktadır.

Saha / laboratuarda kayaç olarak kireçtaşı-dolomit ayırdı temelde kalsit ve dolomit mineral ayırdı ile bunların kayaç içerisinde yüzde dağılımlarının belirlenmesine dayandırılır. Bir dolomit birimi üzerine bir kireçtaşı birimi diskordans / fay ile üst üste veya yan yana gelmiş veya birincil dolomitlenme ile düzenli bir çökeltme istifi söz konusu olduğunda mineral ayırdı, dolayısı ile kaya ayırdı ve jeolojik harita yapımı kolaydır. Ancak dolomit oluşu diyajenetik olup belirgin bir istiflenme sunmuyor ise, saha çalışması ile jeolojik harita yapımında güçlükler bulunmaktadır. Misis karmaşığı içerisindeki oldukça küçük olistolitlerden bir tanesini oluşturan Alişandağı tepe ve dolaylı diyajenetik oluşlu dolomitleri kapsamı ile bu tür çalışmalara iyi bir örnektir. Saha / laboratuarda kayaç olarak kireçtaşı, dolomit, kalsitli dolomit - / dolomitli kireçtaşını ayrıtta kolay anlaşılır, çok kolay kullanım olanağı ve yaygın kullanımlı bulunan Compton (1962) nin çizgi diyagram şeklindeki sınıflaması kullanılagelmiştir (çizelge 1). Bu çizgi diyagramın bir ucuna kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ), diğer ucuna da dolomit ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) minerali konulmuş, kalsitten dolomite ve dolomitten kalsite doğru çizgi üzerinde ve altında % 100, 90, 50, 10, 0 noktaları işaretlenmiştir. Buna göre mineral kalsitten mineral dolomite doğru bileşiminde:

- % 90-100  $\text{CaCO}_3$ , % 00-10  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  bulunan kayaç kireçtaşı,
- % 50-90  $\text{CaCO}_3$ , % 10-50  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  bulunan kayaç dolomitli kireçtaşı,
- % 10-50  $\text{CaCO}_3$ , % 50-90  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  bulunan kayaç kalsitli dolomit,
- %0-10  $\text{CaCO}_3$ , % 90-100  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  bulunan kayaç dolomit olarak tanımlanmıştır.

Bu çalışma ile Compton'ın (1962) çizgi diyagramına iki önemli veri ilave edilmiştir. Bunlardan birisi ince kesit ve çipslere uygulanan boyama yöntemi sonuçları, bir diğeri de kalsit-dolomit kimyasal analiz sonuçlarıdır. Laboratuarda kalsit, dolomit, ayırında Dickson (1965) yöntemi ile Alizarin Red-S ve Potasyum Ferro Siyanür kullanılarak ince kesit ve çipslerde yapılan boyama testleri yeterli bulunmaktadır. Burada kalsit kırmızıya boyanırken, dolomit boyanmamaktadır. Çalışmada ferroan kalsit ve ferroan dolomit ayırımına ihtiyaç bulunmamaktadır. Boyama yöntemi uygulama sonucunda saf kireçtaşından, dolomitli kireçtaşı ve kalsitli dolomite doğru çok koyu kırmızıdan açık kırmızıya doğru boyanma olurken dolomit boyanmamaktadır (Çizelge 1). Ayrıca ince kesit ve çips üzerinde kalsit ve dolomit yüzdelerini belirlemek çok kolaydır. Kalsit'in bileşiminin  $\text{CaCO}_3$ , Dolomit'in bileşiminin  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  olması nedeniyle  $\text{CaCO}_3$  hem kalsitte hem de dolomitte bulunmaktadır. Benzer şekilde  $\text{CO}_3$  hem Kalsit'te hem de Dolomit'te bulunmaktadır. Buna karşın MgO sadece dolomitte bulunmaktadır. Compton (1962) çizgi diyagramına % 10,



50, 90, 100 Dolomit minerali sınır değerlerine karşılık % 2.18, 10.57, 19.56, 21.75 MgO sınır değerlerini yerleştirerek dolomit, kalsitli dolomit, dolomitli kireçtaşı ve kireçtaşını kolaylıkla ayırt edilebilir.

Bu çalışma ile tamamiyle diyajenetik oluşlu Alişandağı tepe dolayı karbonatlarından dolomit, kalsitli dolomit, dolomitli kireçtaşı ve kireçtaşının önce sahada ayırdı bilahare laboratuvar çalışmaları ile bütünlenmesi hedeflenmiştir. Bu ayırtta en temel uygulama seyreltik asit kullanarak kalsit-dolomit mineral ayırdına dayanmaktadır. Bunun için % 2.5, % 5, % 10 luk HCl asit çözeltileri hazırlanmış ve soğuk asitte örneklerin CO<sub>2</sub> çıkararak köpürme süreleri, ve köpürmeye başlama zaman aralıkları izlenerek arazide temel ayırt gerçekleştirilmiştir. Ayrıca arazide ayrışmalı dolomitik yüzleklerin topografik aşağı kesimlerinde dolomit kumu oluşturup oluşturmadıkları ve tamamiyle kristalen oluşu ile dolomitik kesimlerin yüzeyinin Akdeniz kırmızı toprakları ile kırmızıya boyandığı da izlenmiştir. Dolomitlerde tüm kenar ve köşeler dolomit kristallerinin ayrılması nedeni ile çokça yuvarlaklaşmıştır. Kireçtaşlarında ise kenar ve köşeler çokça keskindir, atmosfer ile ara yüzeyinde karen oluşumu ve karstik erimeler olağandır. Dolomitin taze kırık yüzeyinde fena koku çıkarması ile ayırt her zaman sonuca götürmeyebilir. Sahada kalsitli dolomit / dolomitli kireçtaşını ayırtta önemli güçlükler bulunup ikisi tek birim olarak ele alınabilir.

Laboratuvar da kalsit-dolomit ayırdında Alizarin Red-S ile boyama testleri yapılarak kırmızıya boyanması ile kalsit, boyanmaması ile de dolomit birbirinden ayırt edilebilir. Bu yöntem ile ayrıca ferroan kalsit ile ferroan dolomiti de ayırt etmek olanaklıdır.

Bölgede yüzeyleyen kaya türleri ayrıntılı saha çalışmaları yanı sıra derlenen 21 adet kayaç örneğinin incekesit, Alizarin Red-S ile boyanmış ince kesit ve çipslerinin ayrıntılı mineralojik ve sedimenter petrografik incelemeleri, fotoğraflanmaları ve jeokimyasal analizleri ile bütünlenmiştir. Bu çalışma ile önceki çalışmalarda koordinatları belli olan nokta numuneleri ile bu çalışmaya ait nokta örneklerin kimyasal analizleri sonucunda elde edilen % MgO değerleri de gözetilerek % MgO değerleri baz alınarak % MgO eş dağılım haritası yapılmış, Dolomit, Kalsitli Dolomit, Dolomitli Kireçtaşı ve Kireçtaşı yayılım alanları açık ve net bir şekilde ortaya konabilmiştir. Sahada yapılan jeoloji haritasının başka bir yönden sağlaması yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Diyajenetik Dolomit-Kalsit Ayırdı, Jeolojik Harita Alımı, Alişandağı (Ceyhan-Adana)

### **ABSTRACT**

*The aim of this study was to delineate dolomite, calcitic dolomite, dolomitic limestone and limestone outcrops and by detailed geological mapping around the Alişandağı hill, Çokçapınar village (Ceyhan-Adana). There is a lime quarry west of the hill, and dolomite mine in the east. This study comprises an objective and detailed scientific work related to these two commercial managements in order to solve their disagreements on the exact location of the boundary.*

*Dolomite-limestone determinations are mainly based on calcite-dolomite mineral determinations and percentage of these minerals on the outcrops or a hand sample in the laboratory. If a dolomite unit is covered with a limestone unit by unconformity / fault, or primary dolomite deposition occurs in this kind of field, mineral and rock determinations and geological mapping are very easy. On the other hand, diagenetic dolomites show no systematic sequences, so geological mapping and field work are very difficult. Alişandağı hill and the surrounding area form one of the smaller olistoliths of the Misis complex and this hill comprise diagenetic dolomites.*

*Compton's (1962) line diagram on classification of limestone and dolomite by composition are very serviceable. This diagram is based on ratio between mineral calcite and mineral dolomite. Two main data are added to Compton's (1962) line diagram with this study. These are: carbonate staining, and calcite-dolomite chemical analysis results of percentage MgO.*

*Dickson's (1965) modified staining technique for carbonate indicates that calcite is always stained red, but dolomite no colour. If we apply the staining results to Compton's classification; limestone always yields red, dolomitic limestone is pale red, calcitic dolomite is very pale red, and dolomite no colour. Also it is possible to determine calcite / dolomite mineral percentage by staining.*

*If we add the percentage MgO to the Compton's (1962) classification, the carbonate rocks can easily be classified 0-2.18 % MgO limestone, 2.18-10.57 % MgO dolomitic limestone, 10.57-19.56 % MgO Calcitic dolomite and 19.56-21.75 % MgO dolomite.*

**Keywords:** *Geological Mapping Based On Diagenetic Dolomite-Calcite Determinations: A Case Study, Alışandağı (Ceyhan-Adana-Turkiye)*