

- Çopuroğlu, İ., 1996. *Yahyali Kayseri and Demirkazık Niğde-Çamardı yöresi çinko-kurşun yataklarının mineralojisi ve jenezi. Maden Tetkik Arama Dergisi, 118, s. 35-46.*
- Edward, R., ve Atkinson, K., 1986. *Ore deposit Geology. Chapman and Hall, London-Newyork, 466 p.*
- Gümüş, A., 1964. *Important lead-zinc deposits in Turkey: Mining geology and base metals, Cento, Ankara.*
- İmreh, L., 1965. *Zamanlı metal cevherleşmesi bölgesinin Pb-Zn mineralizasyonları. Maden Tetkik Arama Dergisi, 65, 85-108.*
- Koptagel, O., Efe, A., ve Ceyhan, F., 1998. *Göynük Pb-Zn cevherleşmesinin (Yahyalı-Kayseri) kökeni. Türkiye Jeoloji Bülteni, 41(2), 53-62.*
- \_\_\_\_\_ ve Erik, D., 2001. *Denizovası-Havadan yöresi (Yahyalı Doğusu-Kayseri) Pb-Zn cevherleşmelerinin genel özellikleri; Köken ile ilgili bir yaklaşım. Türkiye Jeoloji Bülteni, 44 (3), 15-35.*
- Lengranlı, Y., 1986a. *Yahyalı (Kayseri) doğusu ile Hoşçaçataloluk (Develi-Kayseri) köyleri güneyinin jeolojisi ve çinko-kurşun cevherleşmeleri etüd raporu: MTA Rap., 8026 (yayımlanmamış), Ankara.*
- \_\_\_\_\_ 1986b, *Yahyalı (Kayseri) doğusunda çinko-kurşun bulunduran Mezosoyik karbonatların jeolojisi. Ankara Üniv. Fen bilimleri Enst. Yük. Lisans Tezi, 59s., (yayımlanmamış).*
- Sangster, D.F., 1976. *Carbonate hosted lead-zinc deposits. In Wolf, K.H. (ed.), Handbook of Stratabound and Stratiform Ore deposits, Elsevier, New York, 6, 447-456.*
- Sawkins, F.J., 1984. *Metal deposits in relations to plate tectonics. Springer Verlag Berlin Heidelberg. 325p.*
- Şengün, M., 1984. *Tatvan Güneyi'nin (Bitlis Masifi) Jeolojik/Petrolojik İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Doktora Tezi 157s. (yayımlanmamış).*
- Vache, R., 1964. *Antitoros'lardaki Bakırdağ kurşun çinko yatakları (Kayseri ili) , Maden Tetkik Arama Dergisi, 62, 87-99.*

**Yahyalı (Kayseri) Yöresi Karbonat Yankayaçlı  
Pb-Zn Cevherleşmelerinin Kurşun İzotopları İncelemesi**  
*Lead Isotope Systematics of the Carbonate-Hosted Pb-Zn Deposits in  
Yahyalı (Kayseri) Region*

**Osman KOPTAGEL\***, **Ulvi ULUSOY\*\*** ve **Anthony E. FALLICK\*\*\***

\*Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 SİVAS (koptagel@cumhuriyet.edu.tr)

\*\*Cumhuriyet Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 58140 SİVAS (ulusoy@cumhuriyet.edu.tr)

\*\*\*Scottish Universities Environmental Research Centre, East Kilbride, Glasgow G75 0QF, UK (T.Fallick@suerc.gla.ac.uk)

**ÖZ.-** Karbonat yan kayaçlı Pb-Zn cevherleşmeleri Yahyalı (Kayseri) yöresinde yaygın olarak yer almaktadır. Cevherleşmelerin büyük çoğunluğu faylar ile ilişkili olup, az sayıdaki cevherleşme yan kayaçlar ile uyumludur. Cevherleşmelerin yataklanma tipindeki bu farklılığa rağmen, diğer jeolojik özellikleri büyük oranda benzerlikler göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında önceki yıllarda, saha, mikroskopi, kayaç kimyası ve kükürt izotopları incelemesi yapılmış olan Göynük, Suçatı, Celaldağı Desandre ve Suçatı cevherleşmeleri ele alınarak, bunlarda Pb izotopları jeokimyası çalışması gerçekleştirilmiştir.

İncelemede ele alınan karbonat yan kayaçlı Pb-Zn cevherleşmelerine ait galenit örneklerinin  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  izotop oran değerleri Göynük cevherleşmesi için 18.968, 15.741 ve 39.074, Suçatı cevherleşmesi için 18.808, 15.751 ve 38.983, Celaldağı Desandre cevherleşmesi için 18.702, 15.715 ve 38.883, Demircilik cevherleşmesi için ise 18.618, 15.727 ve 38.852 bulunmuştur.

Galenitlerin Pb izotopu verilere göre; cevherleşmeler genel anlamda bir küme/grup oluşturacak biçimde yığılma göstermektedir. Pb izotopları oran değerleri, radyojenik kurşun bolluğundan ziyade homojen bir dağılıma sahiptir. Cevherleşmelerin coğrafik konumu, yan kayaç yaşı, cevherleşme tipi, tektonostratigrafik konum özellikleri ve  $\delta^{34}\text{S}_{(‰)}$  değerleri ile Pb izotopları oran değerleri arasında herhangi bir ilişki bulunmamaktadır.

Yahyalı yöresinde yer alan karbonat yan kayaçlı Pb-Zn cevherleşmelerinde; cevherleşmelerin oluşumunda etkin olan metal iyonlarının Doğu Akdeniz yöresindeki kıtasal kabuğun rifleşmesinin bir ürünü olduğu ve Pb izotopları bakımından söz konusu olan homojenleşmeyi ya kaynağın homojen olması ya da derinlere sızan suların ısınıp tekrar yükselirken temel kayaçlardan etkilenmelerinin sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

**ABSTRACT.-** Carbonate-hosted Pb-Zn deposits are commonly seen around Yahyalı (Kayseri). Whilst most of these are related to faults, a few numbers are concordant with the wall rocks. Despite the differences in the formations of the deposits, they are similar in other geological features.

In this study, Pb isotope systematic of Göynük, Suçatı, Celaldağı Desandre and Suçatı deposits, for which the field, microscopy, rock chemistry and sulfur isotope systematic were investigated previously, were performed.

*The mean of  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  and  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  ratios of 5 galena samples from each deposit were found to be 18.968, 15.741 and 39.074 for Göynük deposit, 18.808, 15.751 and 38.983 for Suçatı deposit, 18.702, 15.715 and 38.883 for Celaldağı Desandre deposit, and 18.618, 15.727 and 38.852 for Demircilik deposit in respective order.*

*The distribution of isotopic ratio values had a well defined cluster for each deposit, but not a linear trend defining enrichment in radiogenic lead. There were no systematic relation between the Pb isotopic ratio values and geographic locations, wall rocks ages, mineralization types, tectonostratigraphic position features and  $\delta^{34}\text{S}_{(\text{‰})}$  values.*

*The Pb-Zn deposits located around the Yahyalı region were formed under the influence of the rifting processes in the Eastern Mediterranean. The homogenous Pb isotopic composition of the deposits implies that either the source was homogenous or that the fluids (seawater) homogenised during its transport through the basement rocks.*

## Divriği-Çetinkaya Dolayındaki Demir Yataklarının Bölgesel Jeolojik Konumu

### *Regional Geological Setting of the Iron Ore Deposits in the Area Around Divriği-Çetinkaya Region*

Hüseyin YILMAZ\* ve Ali YILMAZ\*\*

\*Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Müh. Bölümü, 58140, Sivas

\*\*Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Müh. Bölümü, 58140, Sivas

**ÖZ.-** Sunulan çalışmada Divriği A ve B kafa, Dumluca, Ekinbaşı, Pınargözü ve Akdağ demir yataklarının bölgesel jeolojik durumları irdelenmiştir. Yukarıda belirtilen demir yatakları için oldukça farklı varsayımlar öngörülmüştür. Ancak bu yatakların jeolojik konumları, bölgesel çerçevede yeterince incelenmemiştir.

Yapılan çalışmaya göre Divriği ile Çetinkaya arasındaki bölgede yer alan demir yataklarının farklı konumlarda ve farklı yaşlardaki birimlerin içinde bulunduğu ortaya konulmuştur. Divriği A ve B kafa' da Dumluca ve Ekinbaşı' nda yer alan yatağın, yörede oldukça yaygın olan Üst Kretase yaşlı ofiyolitli karışığın içinde yer aldığı görülmektedir. Daha sonra gelişen granitoid magmatizmasının ofiyolit ile kireçtaşı ve metamorfik kaya bloklarının arasındaki zayıf tektonik zonlardan yükselmesi ve komşu kayaları etkilemesi son derece doğaldır. Bu durum, demir cevherleşmesinin doğrudan granitle ya da bazik ve ultrabazik kayalarla ilişkili olduğunu göstermez. Demir yatakları, olasılıklı ofiyolitli dizinin üst kesiminde volkanizmaya ya da platformu temsil eden karbonatların oluşumuna etki ederek oluşmuş ve daha sonra bu birimler ofiyolitli karışığa aktarılmıştır. Doğu Toroslar' da her yerde bu tür yatakların bulunamayışının nedeni, ofiyolitli karışığın tekdüze olmayan yapısıdır.

Pınargözü (Davutoğlu) demir yatağı, Maastrichtiyen yaşlı volkano-tortul dizisinin oluşumuna koşut olarak oluşmuştur. Sondajlarda derlenen örneklerde ayrıca hidrotermal etkilerin ürünü yoğun alterasyonun izleri gözlenmektedir.

Akdağ demir yatağı ise Eosen yaşlı bir havzada çökelen kırıntılı düzeylerde yer almaktadır. Oldukça iyi yuvarlaklaşmış demir çakıllarının varlığı, cevherin taşındığını göstermektedir. Dolayısıyla bu yatağın, eski bir çökel ortamda oluşmuş bir yatağı temsil ettiği söylenebilir.

**ABSTRACT.-** Geological setting of Divriği "A Kafa" and "B Kafa", Dumluca, Ekinbaşı, Pınargözü and Akdağ iron deposits are investigated in the presented study. Very different hypothesis are suggested for these ore deposits. However geological settings of these deposits in regional context have not enoughly examined. It has been brought to light, by this study, that the iron ore deposits between Divriği and Çetinkaya are found in the units that are in the different situation and different age.

*It is seen that Divriği "A Kafa" and "B Kafa", Dumluca and Ekinbaşı deposits have taken place in Upper Cretaceous ophiolitic mélangé. Therefore, later uprising of granitic magmas through weak*

*tectonic zones between ophiolite and limestone and metamorphic rock blocks and reacting them is very natural. This situation doesn't show that the iron deposition is directly related to either granite or basic and ultrabasic rocks. These iron deposits have been formed relating to either a volcanism in the upper part of ophiolitic suit or by accompanying to forming platform carbonates and later these units are transported in ophiolitic mélangé. The reason of not to be founding this type deposit is the heterogeneous structure of ophiolitic mélangé.*

*Pınargözü (Davutoğlu) iron deposit has been formed by accompanying with Maastrichtian volcano-sedimentary series. Furthermore it has been observed indications of intensive alteration that is product of hydrothermal activities in core samples.*

*Akdağ iron deposit take place in clastics that has deposited in an Eocene basin. Existence of well rounded iron gravels indicates that the iron ore has transported. Therefore it can be said that this iron deposit presents a sedimentary deposit.*

## Orta Anadolu'daki Eski Altın Madenlerine Ait Arkeojeolojik Bulgular *Archaeogeological Findings Belongings to Ancient Gold Mines in Central Anatolia*

**Selahattin YILDIRIM\***, **Necip PEHLİVAN\*\***, **Zekai TEKİN\*\***, **Yılmaz ALTUN\*\*\*** ve  
**Halil TÜRKMEN\***

\*MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520-Ankara / Türkiye (syildirim@mta.gov.tr)

\*\*MTA Kuzeybatı Anadolu Bölge Müdürlüğü, Balıkesir / Türkiye

\*\*\*Demir Export AŞ., Ankara / Türkiye

**ÖZ.-** Anadolu'da, tarihöncesi dönemlerden yakın geçmişe kadar çok sayıda yerde arkeologlar veya defineciler tarafından ortaya çıkartılan takı, para ve diğer eşyalarda kullanılan altının kaynağı yıllardır araştırmacıların merak ettikleri bir konudur. Anadolu'da şimdiye kadar işletilen ancak az sayıda eski altın madeni biliniyordu. Orta Anadolu Bölgesi'nde, özellikle son yıllarda MTA ve özel şirketler tarafından yapılan altın arama çalışmaları sonucunda, bazı eski altın madenleri yeniden keşfedilmiştir. Bunlar Pınargözü (Kangal-Sivas), Mahmatlar (Avanos-Nevşehir), ve Üçkapılı (Niğde) eski altın madenleri ile Savcılı (Kaman-Kırşehir) altın cevherleşmesidir.

Orta Anadolu'da belirlenen eski altın madenlerinin ortak özelliği, dördünün de metamorfik kayalar içerisinde oluşudur. Üçkapılı ve Mahmatlar cevherleşmesi mermer-şist, Savcılı cevherleşmesi migmatitik gnays, Pınargözü cevherleşmesi kuvarsit içerisindedir.

Bölgedeki eski altın madenlerinden, arkeojeolojik bulgular yönüyle en zengini Pınargözü sahasıdır. Burada kuvarsitler içerisindeki KD-GB doğrultulu, birbirine paralel ve uzunlukları 500-600 m kadar olan iki kırık hattı boyunca açılmış yarmalar izlenir. Birkaç yüz metrekaare alana yayılan pasa yığınları içerisinde boyutları 1-2 mm ye ulaşan nabit altın taneleri görülür. Kırma, ezme ve öğütme işlemlerinde kullanılan taş aletler oldukça boldur.

Üçkapılı'da, mermer ve kalkıştiller içerisindeki K40-50B doğrultulu, breşik kuvars-karbonat damarları altın içermektedir. Ayrıca sahanın değişik kesimlerinde küçük oyuk ve yarma izlerine rastlanmaktadır. Birincil cevher damarlarının kuzeyindeki dere sedimanlarından altın üretildiğini gösteren pasa yığınları da görülmektedir.

Mahmatlar'da mermer-şist dokanaklarında veya mermerler içerisindeki breşik silisleşmiş zonlar altın içermektedir. Burada eski altın işletmesine ait oyuk, kuyu, yarma ve galeriler gözlenir.

Savcılı'da D-B doğrultulu, silisli-limonitli zon altın içeriklidir. Altın etütleri sırasında açılan arama yarmalarından birinde, damar boyunca açılmış fakat sonradan içi dolmuş olan eski altın işletme yarmasına rastlanmıştır. Jeolojik-jeokimyasal veriler ve eski işletme izlerinin azlığı, burada önemli bir üretimin yapılmadığını göstermektedir.

Orta Anadolu'daki eski altın işletmelerinde elde edilen jeolojik, jeokimyasal veriler, başta Pınargözü olmak üzere, Üçkapılı ve Mahmatlar'da dönemin teknolojisine göre önemli miktarlarda altın üretimi yapıldığını, Savcılı'da ise küçük ölçekli deneme üretimi yapıldığını göstermektedir. Bu eski altın madenlerinde gözlenen yarma, kuyu, galeri, pasa ve kırma-ezme-öğütme taşları Anadolu madencilik

tarihi açısından önemli arkeojeolojik bulgulardır. Haklarında yazılı herhangi bir kaynak olmayan bu altın madenleri Roma, Hitit veya tarihöncesi dönemde işletilmiş olmalıdırlar.

**ABSTRACT.-** *The researchers have long been interested in the source of gold used in jewelry, coins and other gold exhumed by archaeologists and treasure hunters at many sites in Anatolia from the prehistoric ages to the recent years. So far, only a few ancient gold mines have been known in Anatolia. Recently, some ancient gold mines have been rediscovered in Central Anatolia by MTA and private companies in the course of gold exploration projects. These include Pınargözü (Kangal-Sivas), Mahmatlar (Avanos-Nevşehir), and Üçkapılı (Niğde) ancient gold mines and Savcılı (Kaman-Kırşehir) gold mineralization.*

*The common characteristic of ancient gold mines from Central Anatolia is that all are hosted in metamorphic rocks. The Üçkapılı and Mahmatlar occurrences are hosted in marble-schist, Savcılı mineralization in migmatitic gneiss, and Pınargözü mineralization in quartzite.*

*The most abundant archaeogeological findings among others come from Pınargözü area. There are some trenches cut along two parallel fractures in quartzites, each striking NE-SW and having a length of 500-600 m. Native gold grains having a size of 1-2 mm are observed in dump piles over an area of a few 100m<sup>2</sup>. Stone tools used in breaking, crushing, and grinding processes are highly abundant. At Üçkapılı, the N40-50W-trending brecciated quartz-carbonate veins in marbles and schists contain gold. Besides, some dump piles seen in the northern part of auriferous veins indicate some gold has been produced from stream sands.*

*The brecciated-silicified zones found at marble-schist contacts or within marbles contain gold in Mahmatlar area. Here, there are pits, shafts, trenches, and adits, all belonging to the ancient gold operation.*

*The EW-trending silicified-limonitized zone from Savcılı area contains gold. During trenching for gold exploration, an ancient trench was discovered, cut along a vein and later filled with pebbles. The lack of findings of ancient gold mining combined with geological and geochemical data indicates that no large-scale mining has been carried out here.*

*Geological and geochemical data obtained from ancient gold mines in Central Anatolia reflect that significant amounts of gold have been produced in Üçkapılı, Mahmatlar, and particularly Pınargözü areas considering the technological possibilities at that time. Yet a small-scale production should have been tested at Savcılı. These trenches, shafts, adits, dumps, and crushing-grindings stones are important archaeogeological findings in the history of mining from anatolia. These gold mines having no historical records are likely to have been operated in Roman, Hittite or prehistoric age.*

## **Batı Anadolu'daki Eski Altın Madenlerine Ait Arkeolojik Bulgular Ve Bunların Önemi**

### *Archaeological Findings Belonging to Ancient Gold Mines in Western Anatolia and Their Importance*

**Selahattin YILDIRIM\*, İsmet CENGİZ\*, Mehmet KILIÇ\*\*, Mehmet AVŞAR\*\*\*,  
Ümit SEYREK\* ve Turan ALPAN\*\*\*\***

\*MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520-Ankara / Türkiye (syildirim@mta.gov.tr)

\*\*MTA Marmara Bölge Müdürlüğü, Kocaeli / Türkiye

\*\*\*MTA Ege Bölge Müdürlüğü, İzmir / Türkiye

\*\*\*\*Pomza Export AŞ., Salihli-Manisa / Türkiye

Batı Anadolu'da Çanakkale, Balıkesir, Kütahya, İzmir, Manisa, Bursa ve Bilecik illerini kapsayan bölge tarihöncesi dönemlerden günümüze kadar madencilik faaliyetlerinin yoğun olarak sürdürüldüğü önemli bir alandır. Geçmişten günümüze tarım, su kaynakları, denizcilik, ulaşım, güvenlik gibi birçok etkenin yanısıra, madencilik de değişik uygarlıkların yeşerdiği alanların seçiminde önemli bir etken olmuştur. Bunun en belirgin örneği tarihte ilk paranın basıldığı yer ve Lidya Krallığının başkenti olan Sardeis'tir (Sart Mustafa-Salihli-Manisa). Burada dere kumlarından elde edilen altın Lidya Kralı Kroisos'un (MÖ.575-546) zenginliğinin kaynağını oluşturmaktaydı. Çanakkale Boğazı girişinde stratejik bir liman kenti olan Troya uygarlığının gelişiminde, muhtemelen Astyra (Kartaldağ-Çanakkale) altın madenlerine yakınlığı da etkili olmuştur. Schliemann'ın 1873 yılında Troya'da bulunduğu ve Geç Tunç Çağı (Troya VI: MÖ.1800-1200) sonlarında yaşayan Kral Priyamos'un hazinesi sandığı altın süs eşyalarının, gerçekte Orta Tunç Çağı'na (Troya II: MÖ.2500-2000) ait olduğu sonradan anlaşılmıştır.

MTA tarafından son yıllarda Batı Anadolu'da yürütülen maden arama çalışmaları sonucunda, tarihsel kayıtlarda varlığından sözedilmeyen altın cevherleşmeleri ortaya çıkartılmış olup, ayrıntılı arama çalışmaları ilerledikçe, bu altın cevherleşmelerinden birçoğunda geçmiş dönemlerdeki arama ve/veya işletme faaliyetlerine ait izler bulunmuştur. Kartaldağ, Madendağ (Çanakkale); Gümüşköy (Kütahya) ve Sart'da (Manisa) varlığı bilinen eski altın-gümüş madenlerine ek olarak Şahinli, Kısacık (Çanakkale); Küçükdere, Beyköy (Balıkesir); Korudanlık (Bilecik) ve Ovacık'da (İzmir) eskiden işletilmiş altın madenleri yeniden keşfedilmiştir. Bu madenlerden ikisinde bulunan odun kömürü kalıntısının C14 analizleri, MÖ.500 (Kartaldağ) ve MÖ.2000 (Gümüşköy) yıllarına tarihlenmektedir. Ancak belirlenen bu tarihler bu madenlerin ilk ya da son üretim evrelerini göstermemektedir.

Eski altın arayıcılarının dere kumlarından bate yaparak altınlı plaserleri belirledikleri, birincil cevherleşmeyi ararken de kuvars damarı ve silisleşmiş zonları hedef olarak seçtikleri anlaşılmaktadır. Günümüzde olduğu gibi dere kumlarında bate yaparak birincil cevherleşmeyi aradıkları da gözden uzak tutulmaması gereken bir olasılıktır. Bölgedeki birçok kuvars damarında gözlenen 50-100 cm çap ve uzunluğundaki küçük oyuklar eski altın arayıcılarının örnek alım yerlerini gösterir. Kuvars damarlarından alınan örnekler kırma, ezme ve öğütme işlemlerinden sonra, aynen dere kumlarında olduğu gibi batelenmekte; tava dibindeki konsantride önemli oranda altın görülürse işletme hazırlıkları yapılmaktadır.



Eski altın madenlerinde bulunan kuyular, galeriler ve pasa yığınlarının yanısıra; taş havanlar, kırma-ezme-öğütme taşları, oluklu taşlar, konsantre havuzları, arama aşamasında kullanılan tekniğin daha geliştirilmiş bir biçimde altın işletmeciliğinde de kullanıldığını göstermektedir.

Varlığı önce Kartaldağ'da belirlenen, ancak işlevi bilinmeyen oluklu taşların Beyköy ve Korudanlık'da da bulunmasıyla, bu taşların altın işletmeciliğiyle doğrudan ilişkili olduğu anlaşılmıştır. Beyköy ve Korudanlık'da bulunan çukurtaşların konsantre biriktirme havuzları olarak kullanıldıkları düşünülmektedir.

Eski altın madenlerinde bazen değişik işlevli birçok taş alet bulunmakta (Beyköy ve Korudanlık), bazen de bunlardan yalnız oluklu taşlar (Kartaldağ) veya yalnız altın ergitme fırını (Sart) gözlenmektedir. Kırma, ezme ve öğütme işlemlerinde kullanılan taş aletler aşınmaya dayanımlı magmatik ve metamorfik kayalardan (dasit, andezit, granit, kuvarsit), oluklu taşlar ise maden çevresindeki her tür kayaçtan yapılmaktaydı.

Bu madenlerde damar, yankaya, stok ve pasalardan alınan örneklerin analizlerine göre, eski çağlarda ancak 10 gr/tondan yüksek altın tenörlü kesimler işletilmiş olmalıdır.

Değişik altın madenlerinde bulunan taş aletlerin yeniden yapılandırılması (rekonstrüksiyon) ile eski altın madenciliğinde aramadan üretim aşamasına kadar kullanılan yöntemler anlaşılabilir. Elde edilen bulgulara göre önerilen akım şeması şöyledir: altınlı kuvars damarı ateşle ısıtılmakta, daha sonra üzerine su dökülerek çatlatılmakta ve parçalanmaktadır. Kuvars damarına ait parçalar galeri ve kuyulardan dışarı çıkartılmakta ve kırma-ezme-öğütme taşları yardımıyla öğütülmektedir. Belirli eğim ve uzunlukta dizilen oluklu taşlar içerisinde suyla birlikte akıtılan öğütülmüş malzeme içerisindeki altın, bu oluklu taşların belirli kesimlerinde konsantre olmaktadır. Bu aşamada oluklu taşlar içerisinde dibe çökmeyen ince ve pulsu altın taneleri suyla birlikte akarak konsantre havuzunda birikmektedir.

**ABSTRACT.-** *The region including Çanakkale, Balıkesir, Kütahya, İzmir, Manisa, Bursa, and Bilecik provinces in western Anatolia is an important area where mining activities have been effectively continuing from the prehistoric periods to the present. Mining as well as agriculture, water sources, maritime activities, communication, security etc. have played important roles in the selection of settlement areas in which various civilizations had once emerged. The most striking example of this is Sardeis (Sart Mustafa-Salihli-Manisa), the capital of Lydian Kingdom, in which golden coin was first issued. Gold which was recovered from auriferous stream sands made the wealth of Kroisos, the Lydian King (575-546 B.C.). In the development of Troy, a strategic port town near the mouth of strait Çanakkale, its proximity to the Astyra (Kartaldağ-Çanakkale) gold mines has probably become effective. Golden ornamental goods found by Schliemann at the site of Troian ruins in 1873 and assumed as belonging to the treasures of Priamos, the king of Troy, who had ruled near the end of Late Bronze Age (Troy V\_:1800-1200 B.C.) have been later evidenced as belonging to the Middle Bronze Age (Troy II: 2500-2000) indeed.*

*Recently, historically unrecorded gold-mineralized areas have been discovered during the mineral exploration works conducted by MTA. By further studies, some records of exploration and/or mining*

activities have been found in many areas, belonging to the ancient periods. In addition to Kartaldağ and Madendağ (Çanakkale), Gümüşköy (Kütahya), and Sart (Manisa) mines already known as ancient operations, Şahinli and Kısacık (Çanakkale), Küçükdere and Beyköy (Balıkesir), Korudanlık (Bilecik), and Ovacık (İzmir) areas which appear to have been mined in ancient periods, were rediscovered. The remains of charcoal which has been found at two mining sites, have been dated at 500 B.C. (Kartaldağ) and 2000 B.C. (Gümüşköy) by C14 method. However, these dates indicate neither their early nor late mining phases.

It is well understood that old prospectors found auriferous placers by panning stream sands and selected quartz veins and silicified zones as exploration targets for primary ores. It is also probable that they explored for primary ores by panning stream sands as is the case in the present. The 50 to 100 cm across cavities throughout numerous quartz veins in region were probably sampling sites of old gold prospectors. After breaking, crushing, and grinding processes, samples are panned in the same manner as stream sands. If concentrate in the pan appears to contain considerable amount of gold, they make preparations for mining.

The shafts, adits, and dump piles found near the ancient gold mines as well as stone mortars, breaking-crushing-grinding stones, grooved stones, and concentration ponds indicate that techniques used in exploration phases were also employed in mining phases in a more sophisticated way.

With discovery of grooved stones at Beyköy and Korudanlık, which have been already known from Kartaldağ, but whose functions have not been described properly yet, it has become evident that they are directly related to gold mining activities. The hollow stones which are known from Beyköy and Korudanlık, should have been utilized as accumulation ponds of concentrates. There are a lot of stone tools having a variety of functions at some ancient gold mines (Beyköy and Korudanlık) while only grooved stones (Kartaldağ) or only gold smelting furnace (Sart) are known from others. Stone tools used in breaking, crushing, and grinding processes have been made of magmatic and metamorphic rocks (dacite, andesite, granite, quartzite etc.) which are enduring against abrasion while grooved stones have been made of all kinds of rocks present in the vicinity of mining site.

On the basis of analytical results of samples collected from veins, walls rocks, stock piles, and dumps near these mines, it is concluded that auriferous parts containing higher than 10 g/t Au, should have been mined.

By reconstruction of stone tools used in various gold mines, methods employed from exploration to production phases in ancient gold mining can be clarified. According to the available data, the following processes are employed; gold-bearing quartz vein is heated by making a fire and later split and broken up by pouring water on it. Fragment of quartz veins are carried away from adits and shafts, and ground by means of breaking-crushing-grinding stones. The mixture of ground material and water is fed into the sluice made of grooved stones, which are aligned with a given inclination and length, and gold is concentrated at certain parts inside the sluice. At this stage, suspended gold flakes and scales are flowed away along the sluice and eventually accumulated in concentration ponds.

## **Kıranardı (Kayseri) Kalay Cevherleşmesine Ait İlk Jeolojik ve Arkeojeolojik Bulgular**

### *Preliminary Geologic and Archeogeologic Findings for Kıranardı (Kayseri) Tin Mineralization*

**A. Necip PEHLİVAN\*, Selahattin YILDIRIM\*\*, Ertuğrul TUFAN\*\*, Oktay TUVAR\*\*\*\*, Erdoğan YİĞİT\*\* ve Evren YAZGAN\*\***

\*MTA Kuzeybatı Anadolu Bölge Müdürlüğü-Balıkesir, (syildirim@mta.gov.tr)

\*\*MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520-Ankara,

\*\*\*MTA Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü-Adana,

\*\*\*\*MTA Orta Anadolu Bölge Müdürlüğü-Sivas

**ÖZ.-** Kayseri ilinin yaklaşık 10 km güneyinde Kıranardı ve Hisarcık kasabalarının arasında, Erciyes Volkanitleri içerisinde yer alan Kıranardı kalay cevherleşmesinde MTA tarafından yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen ilk jeolojik ve arkeojeolojik bulgular bildirinin konusunu oluşturur.

Erciyes stratovulkani, Pliyosen'de başlayıp tarihsel zamana kadar (4 milyon yıl ila 0.002 milyon yıl) etkinliğini sürdüren alkali ve kalkalkali karakterde, bazalttan riolite kadar değişen petrografik özellikteki lav, tüf ve piroklastik ürünlerle temsil edilir.

Kıranardı kalay cevherleşmesi genellikle piroksen andezitler içerisindeki kırık ve çatlaklarda izlenir. Cevherleşmeyi kontrol eden ana kırık sistemi K40D'dur. Bunun yanında K40B ve K15B doğrultulu kırıklar da yer yer cevherlidir. Değişik doğrultuda kırıkların kesişme bölgelerinde cevherleşme ve alterasyon artmaktadır.

Senir sırtı, Kaletepe ve Gümüşdere mevkieinde olmak üzere üç ayrı kesimde kalay cevherleşmesi izlenir. Bunlardan en önemlisi Senir Sırtı kuzey kesiminde, bir evin temel kazısında ortaya çıkan K15B doğrultulu kırık hattında, açık boşluk dolgusu şeklindedir. Burada, yaklaşık 1 m kalınlık ve 10 m uzunluktaki cevherli zon içerisinde 0.1-5 cm arası kalınlıkta hematit-manyetit-kassiterit damarcıkları izlenir. Cevherli zon ve çevresinde killeşmiş, karbonatlaşmış ve yer yer limonitleşmiş bir alterasyon zonu yer almaktadır. Cevherli zon ve yankayaç örneklerinin kimyasal analizleri en yüksek %1.55 Sn, 1509 ppm Zn ve 30000 ppm As değerleri vermektedir.

Cevher mineralleri; hematit, spekülait, manyetit, ilmenit, ilmenomanyetit, rutil, anatas, sfen, sfalerit, kassiterit, brokit, pseudobrokit, mangan oksit mineralleri, orpiment ve realgardır. Kassiterit kristalleri 5-100 mikron arası boyutlarda, hematitle kenetli ve hematitler içinde kapanım halindedir. Ayrıca hematitin kafes yapısında da kalay izlenmektedir. Diğer mineraller K-feldispat, kristobalit, tridimit, karbonat mineralleri ve serisittir.

Senir sırtında K15B doğrultulu ve 10 m uzunluktaki 1G galerisi ile ana doğrultusu K40B olan, ancak K40D yönlü yoklamalar da bulunan 2G galerisi izlenmiştir. Bunların duvarlarında keski izi olmayışı, yuvarlakımsı kesiti ve açılış tekniğini yansıtan diğer özellikleriyle Roma-Bizans dönemi öncesine ait oldukları anlaşılmaktadır. Killeşmiş, limonitli ve hematitli altere zonları ve kırık hatlar takip edilerek sürülmüş olan galerilerin kalay arama ve/veya işletme amacıyla açıldıkları düşünülmek-

tedir. Bu galerilerin yanısıra barınma amaçlı olarak açıldığı düşünülen bir galeri de incelenmiştir. Senir Sırtı'nın üzerinde yer alan düzlükte bulunan seramik (tuğla-kiremit) ve obsidiyen parçaları ile duvar yıkıntıları bu bölgenin eski bir yerleşim alanı olduğuna işaret etmektedir.

Volkanik yankayaçlı oluşu, alterasyon deseni, mineral parajenezi ve jeokimyasal özellikleri gözönüne alındığında, Kiranardı kalay cevherleşmesinin Bolivya ve Meksika'daki kalay yataklarıyla benzerlikler gösterdiği anlaşılmaktadır. Bolivya'daki "Porfiri-tip kalay yatakları" (Llallagua, Siglo Venti, Uncia ve Cerro Rico de Potosi vb) dalma-batma sürecinde oluşan sub-volkanik kayaçlarla; Meksika'daki "Meksika-tipi kalay yatakları veya Riyolit-yankayaçlı kalay yatakları" ise kıta içi volkanizma ile ilişkilidir.

Anadolu'da arkeolojik buluntular arasında tunçdan (bakır+kalay) yapılmış malzemeye sık rastlanmasına karşın, kalayın nereden karşılandığı konusu henüz aydınlatılamamıştır. Asur ticaret kolonileri tarafından Kayseri'nin 20 km kuzeydoğusunda kurulan Kaniş (Kültepe) harabelerinde arkeolojik kazılarda bulunan kil tabletlerdeki yazılara göre; Asur ülkesinden Anadolu'ya kalay ve tekstil ürünleri getirilmekte, buna karşılık Anadolu'dan altın, gümüş ve demir götürülmektedir. Anadolu'da kalayın Asurlulardan önce biliniyor ve kullanılıyor olduğu, dolayısıyla kalay madenciliği ve metalurjisinin daha eskiye dayandığı söylenebilir. Nitekim, Celaller'de (Çamardı-Niğde) 1986 yılında bulunan antik kalay işletmesi ile yakınındaki madenci kentinde yapılan arkeolojik araştırmalara göre, buradaki kalay işletmesinin tarihi MÖ.3000 yıllarına (Erken Tunç Çağı) kadar uzanmaktadır. Kiranardı kalay cevherleşmesi de Anadolu'da bulunan ikinci eski kalay işletmesidir.

Bu çalışmayla; Anadolu'da volkanizmayla ilişkili bir kalay cevherleşmesinin varlığı ilk kez ortaya konmuş, bu cevherleşmenin jeolojik, mineralojik, kimyasal bulguları dünyadaki benzer kalay yataklarıyla karşılaştırılmıştır. Ayrıca, Anadolu'da kullanımı MÖ.4000 yıllarında başlayan kalayın nereden gelmiş olabileceği konusunda yapılacak arkeolojik araştırmalara ve bulgulara katkı sağlanmıştır.

**ABSTRACT.-** *The present paper deals with the preliminary geologic and archeogeologic findings of MTA for the Kiranardı tin mineralization between the towns Kiranardı and Hisarcık about 10 km south of Kayseri province.*

*The Erciyes stratovolcano that has maintained its activity beginning from Pliocene to the historical time (i.e., from 4.0 to 0.002 ma) is represented by a sequence of lavas, tuffs, and pyroclastics ranging petrographically from basalt to rhyolite and having alkaline and calc-alkaline character.*

*The Kiranardı tin mineralization occurs along fractures and cracks within pyroxene andesites. The major fracture system controlling ore strikes N40E. Besides, the N40W- and N15W- trending fractures are also locally mineralized. At intersections of different fractures, mineralization and alteration increase in intensity.*

*Tin mineralization occurs at three different sectors; Senir sırtı, Kaletepe, and Gümüşdere. The mineralized zone situated north of Senir sırtı, the most important one among others is characterized by open-space filling along a N15W-striking fracture, as recognized during excavation works in a building foundation. Here the 0.1-5.0 cm thick hematite-magnetite-cassiterite veinlets are seen along an*

approximately 1 m width and 10 m long mineralized zone. Ore zone is surrounded by an alteration envelope of argilization, carbonatization with local limonitization. Samples from ore zones and wall rocks yielded up to 1.55% Sn, 1509 ppm Zn, and 30000 ppm As.

Ore minerals are hematite, specularite, magnetite, ilmenite, ilmenomagnetite, rutile, anatase, sphene, sphalerite, cassiterite, brookite, pseudobrookite, manganese oxide minerals, orpiment, and realgar. Cassiterite crystals vary in size from 5 to 100 microns. They are interlocked with hematite crystals or occur as inclusions within them. In addition tin is also found in the lattice of hematite. Other minerals include K-feldspar, opal, cristobalite, tridimite, carbonates, and sericite.

At Senir Sırtı, the 10 m long N15W- trending 1G adit and N40W- trending 2G adit intersected by minor N40E- trending adits are known. Due to the lack of chisel marks on the walls, their rounded profiles, and other features reflecting adit driving techniques it is evident that they belong to the pre-Roman- Byzantine age. These adits should have been driven for exploration and/or mining for tin, because they appear to have followed argillic, limonitic, and hematitic alteration zones and fractures. In addition to these, another adit which is supposed to have been driven for sheltering was also investigated throughout this study. Ceramic (brick-tile) and obsidian pieces and ruins of walls found at the flatness of Senir sırtı reflect that this is an ancient settlement site.

Having regard to its volcanic host rock, alteration pattern, mineral paragenesis, and geochemical features, the Kiranardı tin mineralization has similarities to those found in Bolivia and Mexico. The porphyry tin deposits in Bolivia (Llallagua, Siglo Venti, Uncia, and Cerro Rico de Potasi etc.) are closely associated with subvolcanic rocks generated by subduction processes whereas Mexican-type tin deposits and rhyolite-hosted tin deposits in Mexico are associated with intra-continental volcanism.

Although objects made of bronze (copper-tin alloy) are more frequently found archeological findings among others in Anatolia, it is unknown from where tin has been supplied. The clay tablets found during the archeological excavations in ruins Kaniş (Kültepe) founded by the Assyrian trade colonies 20 km northeast of Kayseri, say that tin and textile products have been brought to Anatolia from the Assyrian country, conversely gold, silver, and iron have been taken away from Anatolia. It can be inferred from this that tin has been known and used in Anatolia prior to the Assyrian age and thus tin mining and metallurgy dates back to even older periods. Besides, archeological records obtained from the ancient tin operation and nearby mining city, discovered at Celaller (Çamardı-Niğde) in 1986 document that tin mining goes back to 3000 B.C. (Early Bronze Age). The Kiranardı area has been the second old tin mining site.

In this study, a tin occurrence related to volcanism is first recognized in Anatolia and an analogy is established between this mineralization and worldwide similar tin deposits on the basis of geological, mineralogical, and chemical data and finally a contribution is made to the archeological investigations and available data regarding the source of tin which is known to have used in Anatolia as early as 4000 B.C.

## Akoluk (Ulubey-Ordu) Epitermal Au-Ag-As-Sb

### Cevherleşmesinin Jeoloji ve Jeokimyası

#### *Geological and Geochemical Characteristics of Akoluk (Ulubey-Ordu)*

#### *Epithermal Au-Ag-As-Sb Mineralization*

**Hüseyin YILMAZ, Zeki YILMAZ, Abdullah DURSUN ve Saliha SARAÇ**

*MTA Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, 61010, Trabzon*

**ÖZ.-** Akoluk epitermal Au-Ag-As-Sb cevherleşmesi Ordu ilinin 42 km. Güneyinde yer alır.

Sahada temeli Üst Kretase yaşlı trakiandezit lav, tüf ve piroklastikleri oluşturmakta olup, Üst Kretase-Paleosen yaşlı volkano-sedimanter birim tarafından örtülmektedir. Bu volkano-sedimanter istifin üzerine tamamen killeşmiş (illit-simektit-kaolen) dasitik-trakitik tüfler gelmektedir. Au-Ag-As-Sb+Zn-Pb-Cu cevherleşmesini içerisinde bulunduran bu birimin üzerine Mn cevherleşmesi içeren andezitik-trakitik tüf-breş arakatlı volkana-sedimanter istif, bunların da üzerine Tersiyer yaşlı andezitik-bazalt lav ve piroklastikleri gelmektedir. Sahada tüm bu birimleri kesen genç dasit sokulumları ve diyabaz stok, dayk ve silleri gözlenmektedir.

Epitermal Au-Ag-As-Sb+(Zn-Pb-Cu) cevherleşmesinin sahada KD-GB doğrultulu ana tektonik hatlar ve bu hatlara dik ikincil tektonik hatlarla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Sahada gözlenen başlıca alterasyon tipleri illitleşme, kaolenleşme, smektitleşme ve silisleşmedir. Ayrıca jips ve alünit izlenir. Başlıca cevher mineralleri zinkenit, antimonit, realgar, orpiment, pirit, markazit, nabit altın ve baz metal sülfidlerden oluşur. En önemli gang mineraller barit ve florittir.

Cevherleşme illit-simektit-kaolinit zonu içerisinde düzensiz silisifiye kütlelerde yoğunlaşmıştır. Bu zonlarda Au değerleri 19.0 g/t'a kadar ulaşmaktadır. Silisleşme içermeyen killi zonlarda da 1,5 g/t'a varan değerler elde edilmiştir. Ayrıca silisifiye zonlarda baz metalce zengin damarlar bulunmaktadır.

**ABSTRACT.-** *The Akoluk epithermal Au-Ag-As-Sb mineralization is located 42 km South of Ordu province.*

*In the study area, the basement is constituted by Upper Cretaceous trachyandesitic lavas, tuffs and pyroclastics which in turn are covered by Upper Cretaceous-Paleocene volcano-sedimentary series intercalated with andesitic-trachytic tuff-breccia which in turn is overlain by Tertiary andesite-basalt lavas and pyroclastics. All these units are cut by younger dacite intrusion and diabasic stocks, dykes and sills.*

*The epithermal Au-Ag-As-Sb+(Zn-Pb-Cu) mineralization is thought to be associated with the major NE-trending tectonic lines and minor tectonic lines vertically intersecting them. Main alteration types include illitic, kaolinitic, smectitic and silicic alterations. Besides, gypsum and alunite locally occur. Main ore minerals are zinkenite, antimonite, realgar, orpiment, pyrite, marcasite, native gold and base metal sulfides. The most important gangue minerals are barite and fluorite.*

*Mineralization largely occurs in irregular silicified bodies lying within illite-smectite-kaolinite zone. Au values reach up to 19.0 g/t from these zones. However, argillic zones contained as much as 1.5 g/t Au in addition, base metal-rich veins occur in silicified zones.*

## **Sfalerit Minerallerine Katodoluminesans Uygulaması – Kimyasal, Dokusal ve Çökelsel Bilgiler Edinmek için Pratik bir Teknik** *Application of Cathodoluminescence to Sphalerite Ores - A Practical Technique to Acquire Chemical, Textural and Depositional Information*

**Emin ÇİFTÇİ**

*Niğde Üniversitesi, M.M.F. Jeoloji Müh. Böl., 51200 Niğde*

**ÖZ.-** Katodoluminesans (CL), katot-ışını tüpünde üretilen elektronlarca uyarılan bir katı maddeden yayılan ışık olup, günümüzde yerbilimlerinin değişik alanlarında rutin olarak kullanılan bir teknik olarak, doku ve bileşenlerin daha hassas nicel analizine ilâveten jenez, büyüme yapıları, mikroyapılar, diyajenetik dokular ve mineral zonlanması hakkında önemli bilgiler sağlayabilmektedir. Daha hassas nicel analiz için, renk ve renk şiddetini değerlendiren CL spektroskopisi gereklidir. Aksi halde, CL gözlemleri bir bakıma doku analiz tekniği olmaktan öteye gidemez. Oysa CL rengindeki küçük değişimler, son zamanlarda yaygın olarak kullanılır hale gelen sayısal görüntü kaydediciler (dijital kamera) ve değerlendiricilerin kullanımı ile lüminesans şiddeti ve renkleri kristal kafesindeki veya kristaldeki kusurlarda mevcut CL-yayan veya CL-söndüren merkezlerin sayısı ve çeşidi tarafından belirlenir.

Doğu Pontidler Üst Kretase mezotermal-epimezotermal damar-tipi Cu-Zn-Pb yatakları, orta Toroslar karbonatlı Pb-Zn damar-tipi yatakları, doğu Pontid Kuroko-tipi ve Kıbrıs-tipi Ergani ve Küre masif sülfid yatakları dahil, Türkiye'nin ana metalojeni bölgelerini temsil eden seçilmiş sfalerit örnekleri üzerinde CL incelemeleri yapılmıştır. Elde edilen CL imajları üzerinde yapılan yorumlar, mikrop-rob analizleri ile elde edilen kimyasal bilgilerle oldukça iyi korelasyon göstermektedir. Murgul ve Çayeli yatakları hariç bütün masif sülfid sfaleritleri düşük Fe ve nispeten yüksek Mn, Cd ve Ag içeriklerinden dolayı değişen şiddette ve tonda katodoluminesans vermektedir. Murgul ve Çayeli yataklarına ait sfaleritler, düşük Fe içeriklerine rağmen CL vermemesi, yatağın ısıl geçmişi veya içerilen demirin iki veya üç değerlikli olması ile ilgili olabilir. Akoluk yatağı (Ordu) hariç, bütün damar yataklarına ait sfaleritler, nispeten yüksek demir içerikleri nedeniyle CL vermemektedirler.

*Anahtar sözcükler: katodoluminesans, sfalerit, Türkiye*

**ABSTRACT.-** Cathodoluminescence (CL), now a routine technique that can provide invaluable information on genesis, growth fabrics, microstructures, diagenetic textures and mineral zonation, in addition to enabling more precise quantification of constituents and fabrics, is the emission of light from a solid which is excited by electrons generated in a cathode-ray tube. For more precise quantitative information, a CL spectroscopy is required to evaluate the color and intensity of color acquired. Otherwise, CL observations can only remain a fabric analysis technique to certain extent. Although subtle variations in CL color recorded by a number of means including digital image capturing systems that are becoming more popular, give important information through relating the luminescence intensity and color to chemical composition. The actual CL color is determined by number and type of emission and quenching centers present in crystal lattice or on crystal defects.

*CL investigations have been carried on selected samples of interest representing the major ore districts of Turkey including upper Cretaceous mesothermal to epimesothermal vein deposits of eastern Pontides, carbonate-hosted Pb-Zn vein deposits of central Taurus Mountains, the Kuroko-massive sulfide deposits of the eastern Pontides and the Cyprus-type Ergani and Küre deposits. Interpretations of acquired CL images correlated fairly well with chemical information obtained through electron probe microanalyses (EPMA). Sphalerite ores from all of the massive sulfides but the Murgul and the Çayeli deposits luminescence with varying intensity reflecting their low Fe, relatively high Mn, Cd and Ag contents. Although sphalerites of the latter two deposits contained very low iron, their thermal history and ferrous/ferric iron ratios could account for their nonluminescent behavior. Sphalerite ores from all the vein deposits excluding the Akoluk (Ordu) epimesothermal deposit did not luminescence due to their relatively high iron contents.*

*Key words: cathodoluminescence, sphalerite, Turkey*



## **Akoluk (Ordu / KD Türkiye) Yatağındaki Sfalerit Cevherinde Yeni bir Katodoluminesans Aktivator Elementi – Hg'nin Takdimidir** *Reporting a New Cathodoluminescence Activator Element - Hg, in Sphalerite Ore in Akoluk Deposit (Ordu / NE Turkey)*

**Emin Çiftçi**

*Niğde Üniversitesi, M.M.F. Jeoloji Müh. Böl., 51200 Niğde*

**ÖZ.-** Rutin bir teknik olarak katodoluminesans (CL), belli cevher minerallerinin kimyasal bileşimi ve mineral zonlanması hakkında önemli bilgi sağlayabilmektedir. CL, bir çok florit, fosfat ve karbonat minerallerinin karakterize edilmesinde kullanılırken, çok az cevher minerali için kullanılır. Bunlardan biri de sfalerittir. Sfalerit içinde bugüne kadar Mn, Cd, Cu, Ag ve Fe<sup>3+</sup> dahil hemen hemen bir dizine aktivatör elementin varlığı rapor edilmiştir. Akoluk yatağı (Ordu-KD Türkiye)'nden alınan bir sfalerit örneği üzerine yapılan yeni çalışmalar yeni bir aktivatör elementin varlığını ortaya çıkarmıştır. Geri-saçılımlı elektron imaj oluşumu (BSE) ve elektron proba bağlı gri-tabanlı CL kullanımı sfalerit kristalinde bantlanmayı doğrulamış, bu daha sonra elektron prob mikroanaliz (EPMA) ile kimyasal olarak teyit edilmiştir. Aynı örnek daha sonra cevher mikroskobuna bağlı bir CL altında incelenmiş ve bu bantlı yapı renkli olarak görülmüştür. EPMA verilerinin ayrıntılı değerlendirilmesi sfalerit içinde yeni bir aktivatör elementin varlığını ortaya çıkarmıştır. Bu çalışma, civa elementinin sfalerit kristal yapısında aktivatör element olarak davrandığını ve bal rengi-kirli sarı ve soluk portakal CL renkleri yaydığını rapor etmektedir.

*Anahtar kelimeler: sfalerit, civa, Akoluk, katodoluminesans*

**ABSTRACT.-** As a routine technique, cathodoluminescence (CL) can provide essential information on mineral zonation and chemical composition of certain ore minerals. CL is used to characterize many fluorite, phosphate and carbonate minerals but very few ore minerals, one of which is sphalerite. Almost a dozen of activator elements in sphalerite have been reported to date including Mn, Cd, Cu, Ag, Fe<sup>3+</sup> etc. Recent investigations on sphalerite ores from the Akoluk deposit (Ordu-NE Turkey) indicated presence of a new activator element in sphalerite crystals. Using back-scattered electron imaging (BSE) and gray-scale CL attached to an electron probe confirmed banding in the sphalerite crystal, which is later reconfirmed by electron probe microanalyses (EPMA) in terms of chemistry. The same sample is then investigated under CL attached to an ore microscope, which is also shown this banding in color. Detail evaluation of the EPMA data disclosed presence of a new CL activator element in sphalerite ore. This study reports that mercury in sphalerite crystal lattice behaves as an activator element and emits honey-dirty yellow to pale orange CL colors.

*Key words: sphalerite, mercury, Akoluk, cathodoluminescence*

## **Kuluncak ( Malatya ) Yöresindeki Fe – Oksitlere Bağlı Au, Ag, Cu, Pb, Th ve Nadir Toprak Elementleri (NTE) Oluşumları** *Au, Ag, Cu, Pb, Th, AND REE (Rare Earth Elements) Occurrences With Fe-Oxide Affiliation Around Kuluncak (Malatya)*

**Yunus AY\***, **Selahatin YILDIRIM\*\***, **Özcan DUMANLILAR\*\***, **Hüseyin YILMAZ\*\*\***,  
**Ömer TURGUT\***, **Abdurrahman TABLACI\***, **Halide DUMANLILAR\*\*\*** ve  
**Abdullah KOÇAK\*\*\*\***

\* MTA Orta Anadolu Bölge Müdürlüğü, Malatya

\*\* MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520-Ankara

\*\*\* Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 58140 SİVAS

\*\*\*\* MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri Teknoloji Dairesi, 06520-Ankara

\*\*\*\*\* MTA Orta Anadolu Bölge Müdürlüğü, Sivas

**ÖZ.-** Kuluncak ( Malatya ) kuzeyindeki Fe – Oksitlere bağlı Au, Ag, Cu, Pb, Th ve NTE cevherleşmeler; Üst Kretase – Paleosen yaşlı Hasaңcelebi Siyenitoyidi'ne ve Orta Miyosen yaşlı Yamadağı Volkanitleri'ne bağlı olarak gelişmiştir.

Mağmatizma ve cevherleşme iki ayrı dönemde ve ayrı mineral parajenezleriyle karakteristiktir. İlk cevherleşme evresi Üst Kretase – Paleosen döneminde gerilme tektoniğı sonucunda oluşmuş riftleşmelere bağlı gelişmiş levha içi alkali mağmatizmayla ilişkilidir. Geniz kalkerleriyle Hasaңcelebi Siyenitoyidinin dokanağında düşük Fe, F, Mn, Th ve NTE mineralizasyonları izlenmektedir. Hasaңcelebi Siyenitoyidi diyorit, monzodiyorit, siyenitporfir ve nefelinli siyenitlerden oluşmuştur. Nefelinli siyenitler, diyorit ve monzodiyoritleri kesmektedir.

Cevherleşme nefelinli siyenitlerle kireçtaşlarının dokanak oluşturduğu alanlarda daha yoğundur. Ayrıca alkali karakterli mağmatizmanın Üst Kretase yaşlı volkano-sedimanter seriyi metasomatizmaya uğratması sonucu genişçe bir alanda vermikülitleşmiş, skapolitleşmiş ve hematitleşmiş zonlar gelişmiştir. Bu zon içerisinde kalınlıkları 1-2 cm.'den 1m.'ye kadar değışen baritli, spekülartli, malahtli, azuritli, kalkopiritli yer yer galenli çok sayıda damar ve damarcıklar bulunmaktadır.

Orta Miyosen döneminde çarpışma sonrası sıkışma tektoniğı sonucunda oluşmuş trakitlerin içerisindeki D – B, KB – GD doğrultulu tektonik hatlar boyunca manyetit ve hematitçe zengin zonlar ikinci cevherleşmeyi oluşturur. Bu zonlarda Au, Ag, Pb ve Ba zenginleşmeleri izlenir. Trakitler, demirce zengin Üst Kretase-Paleosen yaşlı volkano-sedimanter seri içerisinde sokulumları sırasında demiri çözerek ve zenginleştirerek tektonik hatlara damar ve damarcıklar halinde yerleştirmiştir.

Hasaңcelebi Siyenitoyidine bağlı skarn türü cevherleşmeler ile Yamadağı Volkanitlerine bağlı hidrotermal cevherleşmeler de maksimum % 65 Fe, % 10 Cu, 215 gr/t. Ag ve 5 gr/t Au , % 10.2 Th ve %1 U içeren damar ve damarcıkları bulunmaktadır.

Siyenitoyidler ile kireçtaşlarının çok geniş bir yayılım sunmaları ve cevherleşmenin siyenitlerin kubbe kesiminde bulunması, bölgede örtülü Cu-Au-Ag-Th ve NTE cevherleşmesinin bulunma olasılığını güçlendirmektedir.

**ABSTRACT.-** *The Au,Ag,Cu,Pb,Th and REE occurrences with Fe -oxide affiliation, related to Hasacelebi Syenitoid of Upper Cretaceous-Paleocene age and Middle Miocene Yamadağı Volcanics.*

*Both magmatism and mineralization are characterized by distinct mineral paragenesis representing two different phases first phase of mineralization developed in relation to intra-continental alkali magmatism generated as a result of rifting triggered by tensional forces during Upper Cretaceous-Paleocene period. Iron-poor fluorite,manganese,thorium and REE mineralization occurs at contacts of Geniz Limestone with Hasacelebi Syenitoid. The Hasacelebi Syenitoid consists of diorite, monzodiorite, syenite porphyry and nepheline syenite. Nepheline syenite intersects diorite and monzodiorite.*

*Mineralization more intensively occurs at nepheline syenite- limestone contacts. Furthermore, numerous veins and veinlets containing barite, specularite, chalcopyrite and Locally galena and ranging in thickness from 1-2 cm to 1m , occur within , wermiculitized , scapolitized and hematitized zones developed as a result of alkali metasomatism of Upper Cretaceous- Paleocene volcano-sedimentary series over a large area.*

*Magnetite and hematite- rich hydrothermal zones exist a long the E-W and NW-SE trending tectonic lines cross-cutting trachytes produced by post-collisional compressive regime in Middle Miocene. These zones show enrichments in Au, Ag, Pb and Ba.*

*Trachytes have leached iron from iron-rich volcano-sedimentary series of Upper Cretaceous – Paleocene age by intruding into them, enriched and finally redeposited it as veins and veinlets along the tectonic lines.*

*Both skarn-type mineralization associated with Hasacelebi Syenitoid and hydrothermal mineralization associated with Yamadağı Volcanics include veins and veinlets containing as much as 65% Fe, 10% Cu, 215 g/t Ag, 5 g/t Au, 10.2 % Th and 1 % U .*

*That syenitoids and limestones crop out over an extensive area and mineralization occurs in the roof of pendant of syenites suggests a buried Th and REE mineralization at depth.*

## Hekimhan (Malatya) Kuzeyindeki Güvenç Lisvenitine Bağlı Au , Ag , Cu , Pb , Mo Cevherleşmeleri

*Au, Ag, Cu, Pb, Mo Occurrences Related To Güvenç Listwaenite,  
North Of Hekimhan (Malatya)*

Ömer TURGUT\*, Özcan DUMANLILAR\*\*, Yunus AY\*, Abdurrahman TABLACI\*,  
Abdullah KOÇAK\*\*\*, Hasan YILDIZ\*, Beyit YILMAZ\*\*\*\* ve Özcan TORUN\*

\*MTA Orta Anadolu Bölge Müdürlüğü, Malatya

\*\*MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520-Ankara

\*\*\*MTA Orta Anadolu Bölge Müdürlüğü, Sivas

\*\*\*\*MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri Teknoloji Dairesi, 06520-Ankara

**ÖZ.-** Hekimhan'ın (Malatya) 15 km kuzeyinde yer alan Güvenç lisveniti, Deveci demir yatağından başlayıp Kuluncak'a kadar uzanan 30-40 km.'lik bir zonda izlenmektedir.

Üst Kretase-Paleosen yaşlı Hasaңcelebi Siyenitoyidi Kuluncak Ofiyoliti'nin serpantinlerini lisvenitlere dönüştürürken, ofiyolitlerin üzerine uyumsuz olarak gelen volkano-sedimanter birimleri de metasomatizmaya uğratarak skapolitfelsleri ve Hasaңcelebi Fe cevherleşmesini oluşturmuştur. Bölgedeki lisvenitler Orta Miyosen yaşlı trakitlerden itibaren gelişen hidrotermal eriyiklerinden de etkilenmiştir. Bu aşamada lisvenit ve trakitlerin kırık ve çatlakları barit, kuvars ve hematit tarafından doldurulmuştur.

Lisvenitlerde cevher minerali olarak, galenit, kalkopirit, pirit, sfalerit belirlenmiştir. Kimyasal olarak ise 360 ppb ulaşan Au değeri elde edilmiştir. Trakitlerde ise Au değeri 1.1 gr/t'a kadar ulaşmaktadır. Ayrıca lisvenitler içerisindeki silisce zengin seviyelerde maksimum % 12.5 Zn, %14.4 Pb, %8.3 Cu, 311 gr/ton Ag ve 275 ppm Mo'e ulaşan değerler tespit edilmiştir.

Magmatik etkinlikler sonucunda oluşmuş ve geniş alanda yayılım sunan Güvenç lisvenitinin bazı seviyelerinin baz ve değerli metal içermesinden dolayı önemli bir potansiyel oluşturabileceği düşünülmektedir.

**ABSTRACT.-** The Güvenç listwaenite zone, located about 15 km to the North of Hekimhan (Malatya), extends for about 30 to 40 km beginning from Deveci iron deposit to Kuluncak.

The Hasaңcelebi Syenitoid of Upper Cretaceous to Paleocene age transformed the serpentinites of the Kuluncak Ophiolite into listwaenites and resulted in the formation of scapolite felses and Hasaңcelebi iron deposit by metasomatism of volcano-sedimentary series. Listwaenites were also influenced by hydrothermal solutions driven by Middle Miocene trachytes. At this stage, fissures and cracks of listwaenitized rocks were cross-cut by barite, quartz and hematite-bearing veins and vein lets. Besides, fissures cracks of trachytes were also filled with barite, quartz hematite.

Ore minerals from listwaenite include, galena, chalcopyrite, pyrite, sphalerite. Maximum gold value is 36 ppm in listwaenites. As for the gold contents of Trachytes, they reach up to 1,1 g/t. In addition,

*silica-rich base metal zones in listwaenites contain as much as 12,5 % Zn, 14,4 % Pb, 8,3 % Cu, 311 g/t Ag and 270 ppm Mo.*

*Güvenç listwaenites occurred as a result of igneous activities, extend in a large area and hence when their base and precious metal contents are concerned, it seems to be extremely important to form a basis for further exploration.*

## **Gümüşhane-Sobran (Arzular) Au Sahasının Jeolojisi** *Geology of Gümüşhane-Sobran (Arzular) Gold Mineralization*

**Sebahattin GÜNER ve Erdem Nejat YAZICI**

*MTA Bölge Müdürlüğü, Trabzon*

**ÖZ.-** Sobran (Arzular) cevherleşmesi Gümüşhane ilinin 20 km D-GD sunda yer almaktadır. MTA Genel Müdürlüğü tarafından önceki yıllarda Doğu Karadeniz Bölgesinde başlatılan altın araştırmaları ile ilgili prospeksiyon çalışmaları sonucunda ortaya çıkarılmıştır.

Sahada en yaşlı kayaç birimi olarak Üst Kretase yaşlı flişler ve bunların üzerine uyumsuzlukla gelen Eosen yaşlı volkanotortul kayaçlar izlenmektedir. En genç kayaç birimi olarak andezit ve bazalt daykları mevcuttur. Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları ise olistolit olarak görülmektedir.

İnceleme alanındaki altın cevherleşmesi, Eosen yaşlı volkanik kayaçlardan özellikle andezitik lavlarda gelişmiş tektonik hatlarla ilişkilidir.

Tektonik hatlar D-B ve KD-GB doğrultulu olup 1000 m uzunluğa kadar ulaşmaktadırlar. Tektonik hatlar boyunca, 10-15 m genişliğinde kuvars-serisit ve karbonat alterasyonu gelişmiştir. Bu alterasyon zonlarında altın ve gümüşçe zengin kurşun ve çinko mineralizasyonları belirlenmiştir. Cevher mineralleri sfalerit, galenit, kalkopirit, pirit, altın ve frayberjit olup, altere zon içerisinde saçınımlı olarak veya damarcıklar içerisinde yer almaktadır.

Cevherli damarlarda Au değerleri 64,8 gr/ton, Ag değerleri ise 89 gr/ton'a ulaşırken, damarların çevresindeki altere zonlarda Au değerleri maksimum 1 g/ton'dur.

Saha verileri ve mineralojik özellikler birlikte değerlendirildiğinde Gümüşhane-Sobran sahasının mezotermal oluşumlu polimetalik bir altın mineralizasyonu olduğu söylenebilir.

**ABSTRACT.-** *The Sobran (Arzular) mineralization is located 20 km E-SE of Gümüşhane province. The Sobron gold mineralization studied by MTA within the framework of "Polymetallic Exploration Project around Gümüşhane" was discovered during gold exploration studies in previous years.*

*The oldest rock units in the area are the Upper Cretaceous flysch series and unconformably overlying Eocene volcano-sedimentary rocks. Andesitic and basaltic dykes occur as the youngest units. The Upper Jurassic-Lower Cretaceous limestones are found as olistoliths.*

*Gold mineralization mainly developed in andesitic lavas of Eocene volcanics along tectonic lines.*

*Tectonic lines striking E-W and NE-SW extend for 1000 m. The 10 to 15 m wide quartz sericite and carbonate zones developed in relation to these tectonic lines. The gold and silver-rich lead-zinc ores are closely associated with these alteration assemblages. Ore minerals including sphalerite, galena, chalcopryrite, pyrite, native gold and freibergite occur as disseminations and stockwork veinlets in an altered zone. These mineralized zones are enveloped by sericite-carbonate alteration in extensive areas. Mineralized veins contained up to 64.89 g/t Au, and 89.09 g/t Ag whereas altered zones surrounding these veins yielded 1 g/t Au as maximum value.*

*Field data and mineralogical features suggest a mesothermal-type gold mineralization in Gümüşhane-Sobron area.*

## Kop Dağı Kromitlerinin Jeolojik ve Jeokimyasal Özellikleri *Geological and Geochemical Characteristics of the Kop Dağı Chromites*

Hasan KOLAYLI<sup>\*</sup>, Hatice ERDAL<sup>\*\*</sup>, Emin ÇİFTÇİ<sup>\*\*\*</sup>, Yaşar ÇAKIR<sup>\*\*\*\*</sup> ve  
İsmet ÇAKMAK<sup>\*\*\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Müh.- Mim. Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon, (kolayli@ktu.edu.tr)

<sup>\*\*</sup>MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

<sup>\*\*\*</sup>Niğde Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Niğde

<sup>\*\*\*\*</sup>İller Bank. Bölge Müd., Van

<sup>\*\*\*\*\*</sup>ERTOK-BİRLİK Madencilik A.Ş., Kayseri-İstanbul

**ÖZ.-** Kop Dağlarında (Erzincan-Erzurum) yüzeyleyen ve yer yer kromit yataklarına ev sahipliği yapan ultramafitler 1000 km<sup>2</sup> den daha geniş bir alan kaplarlar. Ultramafitlerin %95'inden fazlasını harzburjit ve piroksenitler oluştururken çok az bir bölümünü de dünitik kayalar oluştururlar. Kop Dağı kromitleri başlıca dünitler, çok az oranda da harzburjitler içerisinde yer alırlar.

Dünitler 1-2 km genişliğinde ve 19 km boyunda ve KD-GB uzanımlı bir bant şeklinde yüzeyleyirler. Son derece serpantinleşmiş ve yoğun kataklastik deformasyona uğramış bu kayalar, Türkiye'nin en önemli kromit yataklarına ev sahipliği yapmaktadır. 2004 yılı itibarıyla, 23 kadar yatak ve 50 den fazla kromit zuhurunun tespit edildiği bu kayalar içerisindeki kromitler genellikle açık işletme ile işletilmektedir. Dünitler içerisinde bulunan kromit yatakları birkaç on bin ile birkaç milyon tonluk rezervlere, harzburjit ve lertzolit içerisinde bulunan kromitler ise 100 ilâ 1000 ton arasında değişen rezervlere sahiptirler.

Dünitler içerisinde yer alan kromitlerin tenörleri harzburjit ve lertzolitlerdeki orana daha düşüktür (dünitlerde %30-45 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; harzburjitlerde %45-60 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Hem dünit hem de harzburjit içerisinde bulunan kromitler genellikle düzensiz mercerler, yer yer de yastık şeklinde yataklanma gösterirler. Kromit kütlelerinin genel uzanım yönleri KD-GB, eğim yönleri 20-80° KB'ya, dalımları ise 40-70° KD'ya doğrudur.

Dünitler içerisinde yer alan kromit cevherlerinde, SiO<sub>2</sub> %11-13, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %7-7.5, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 10-12, MgO % 21-24 arasında değişir. Harzburjitlerde yer alan kromit cevherlerinde ise, SiO<sub>2</sub> %5-8, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %5-10, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %10-12, MgO % 16-17 arasında değişir. Ayrıca her iki tip kayaya bağlı kromitlerdeki Ni içerikleri birbirine yakın olup, 1250-1600 ppm arasında değişim gösterir.

Kop kromitlerinin mikrokimyasal analizlere göre Alpin tip Al-kromit özelliğine sahip oldukları belirlenmiştir. Dünitlere bağlı kromitlerdeki kromit kristallerinde Cr/(Cr+Al)=0.67-0.82 ve Cr/Al=2.61-6.12; harzburjitlere bağlı kromitlerdeki kromit kristallerinde Cr/(Cr+Al)=0.57-0.81 ve Cr/Al=1.37-4.20 aralığında değişim gösterir.

**ABSTRACT.-** Ultramafic rocks, locally hosting chromite deposits, crop out more than 1000 km<sup>2</sup> at Kop Mountains (Erzincan-Erzurum). More than 98% of these ultramafic rocks are represented by harzburgites, lherzolites, wherlites and websterites, and minor dunites. Chromite deposits of the Kop Mountains are hosted by mainly dunites and rarely harzburgites and lherzolites.

*Dunites are exposed as 1-2 km width and 19 km length lense in NE-SW direction. These rocks, heavily serpentized and deformed, include most important chromite deposits of Turkey. By the year of 2004, 23 ore deposits and more than 50 chromitite occurrences have been found within these rocks, and all of them are generally mined by open pit methods. The chromite ore bodies within the dunites have big reserves changing from a few ten thousands tons to millions tons, but those within harzburgites and lherzolites have small reserves changing from 100 tons to 1000 tons.*

*The chromitites in the dunitic rocks have a lower Cr grade than the ones in harzburgites and lherzolites (30-45% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 45-60% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> respectively). The chromites within all rocks have irregular lens and pillow shape bodies. All of the chromitite bodies have a position of NE-SW direction with a dip of 20-80° NW. The plunge of chromitite bodies is 40-70 NE.*

*Chromite ores within the dunites have 11-13% SiO<sub>2</sub>, 7-7.5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10-12% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 21-24% MgO, and those within the harzburgites have 5-8% SiO<sub>2</sub>, 5-10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10-12% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 16-17% MgO. Besides, all chromite ores have a similar Ni contents ranging from 1250 to 1600 ppm.*

*The Kop chromitites are Alpine type Al-chromitite in character, taking account the their microprobe chemical analyses. Chromite crystals in the dunites have Cr/(Cr+Al)=0.67-0.82 and Cr/Al= 2.61-6.12, and those in the harzburgites Cr/(Cr+Al)=0.57-0.81 and Cr/Al=1.37-4.20.*



**SEDİMANTOLOJİ-KIYI VE DENİZ JEOLojİSİ OTURUMU**  
*SEDIMENTOLOGY-COASTAL AND MARINE GEOLOGY SESSION*

## Gösel Delta Gelişimine Bir Örnek: Malak Formasyonu (Sivas, Türkiye) *A Sample of Developing Lacustrine Fan: Malak Formation (Sivas, Turkey)*

Özgen KANGAL\*, Levent KARADENİZLİ\*\*, Burecu BİLİCİ\*

\*Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas

\*\*MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütler Dairesi, 06520, Balgat/Ankara

**ÖZ.-** Sivas Tersiyer havzasının batı kesiminde, Gemerek'in yaklaşık 25 km. güneydoğusunda yüzeyleyen Miyosen ? yaşlı alüvyal-deltayik-gösel çökellerin (Malak formasyonu) sedimentolojik incelemesi bu çalışmanın başlıca konusunu oluşturmaktadır. Bölgede Malak formasyonu gerek litolojik, gerekse ortamsal olarak büyük çeşitlilik gösterir. İstifin en iyi gözlemlendiği Hayriye köyü çevresinde yürütülen fasiyes analizi sonucu 12 adet fasiyes belirlenlenerek, aşağıdaki dört ana grupta toplanmıştır;

A- Çakıltaşı fasiyesleri (A1-Masif, organize olmamış çakıltaşı; A2-Dereceli, matriks destekli konglomera; A3-Çapraz tabakalı, tane destekli konglomera)

B- Kumtaşı fasiyesleri (B1-Büyük ölçekli çapraz tabakalı çakıllı kumtaşı; B2-Düzlemsel çapraz tabakalı kumtaşı; B3-Paralel tabakalı kumtaşı; B4-İyi boylanmış, tabakalı kumtaşı)

C- İnce taneli kırıntılı (çamurtaşı, kıltaşı) fasiyesler (C1-Masif, çakıllı çamurtaşı; C2-Laminalı kıltaşı-marn)

D- Karbonatlı fasiyesler (Birincil karbonatlar: D1a-Tabakalı kireçtaşları; Yeniden işlenmiş, ikincil karbonatlar: D2a-Breşleşmiş kireçtaşları; D2b-Kırıntılı karbonatlar).

Bu fasiyeslerin yanal ve düşey dağılımlarının incelenmesi sonucunda 3 adet fasiyes topluluğu belirlenmiştir. Bunlar; I) Alüvyal yelpaze ve örgülü akarsu ortamları; II) Göl kıyısı ortamları (yelpaze deltası, delta, kıyı yakını kum barları, karbonat bankları); III) Göl içi ortamlarıdır.

Göllerin en önemli özelliği iklimsel değişimlere aşırı duyarlılık ve fasiyeslerin ani değişimidir. Fasiyes değişimleri ise kıyı çizgisi oynamalarına ve göl suyundaki biokimyasal farklılıklara bağlıdır. Kıyı çizgisi oynamaları tektonik etkiler ile olabileceği gibi, göle giren su miktarı ve buharlaşma ile doğrudan ilişkilidir. Göl seviyesinin düştüğü periyotlarda kara alanlarında derin kazıma olup kırıntılı malzemeyi göl içine taşıyan alüvyal yelpaze, yelpaze deltası ve delta süreçleri hakim olmuştur. Tersine işleyen süreçlerde ise göl seviyesi yükselmeleri sonucunda, göl içine dolan malzeme yeniden işlenerek kum barlarını oluşturmuştur. Ayrıca kırıntılı getiriminin olmadığı periyotlarda karbonat çökelişi etkin olup, karbonat bankları gelişebilmiştir.

**ABSTRACT.-** *This study aims at the sedimentologic investigation of Miocene ? aged alluvial, deltaic and lacustrine deposits (Malak formation) at the distance about 25 km to the south east of Gemerek, which is located in the west of Sivas Tertiary Basin. Malak formation exhibits considerable differences and variations both lithologically and environmentally. Twelve facies formed of four main groups of sedimentary facies have been determined by facies analysis carried out around Hayriye Village where the best outcrop of the sequence is observed.*

*A- Conglomerates facies (A1: massive-disorganized conglomerates; A2: graded-matrix-supported conglomerates; A3: cross bedded- grain supported conglomerates,*

*B- Sandstones facies: (B1: large scale cross bedded- pebbly sandstones; B2: tabular cross-bedded sandstone; B3: parallel bedded sandstones; B4: well sorted-bedded sandstones,*

*C- Fine grained clastics facies (mudstones, claystones): C1: massive-pebbly mudstones; C2: laminated claystones, marls,*

*D- Carbonates facies: Primary carbonates: D1a: bedded limestones; Reworked, secondary carbonates; brecciated limestone, clastics carbonates.*

*Three facies associations have been determined by the examination of lateral and vertical distributions of the sedimentary facies above: (1) alluvial fan and fluvial (braided river deposits) (2) lacustrine shoreline (fan-delta, delta, shoreline sand bars and carbonate banks), and (3) lake basin.*

*The most important characteristics of lakes are their excessive susceptibility to the climatic changes and abrupt differentiations in facies. Facies differentiations depend on the shifts of the shoreline and the biochemical fluctuations in the lake water. The shifts of the shoreline may be due to tectonic effects, however, they are directly related to the amount of water transferred into the lake and its evaporation. In the periods, as the level of the lake falled, the depositions of alluvial fan, fan-delta and delta were dominant owing to the abundant supply of clastics transported from intensely eroded-adjacent higher lands into the lake basin. On the contrary, when the lake level rised, the sand bars were formed due to the reworking process of the previously transported clastics into the lake basin. During the periods without clastic influx the carbonate banks could develop.*

## Ulubat Gölü Tortullarının Ağır Metal ve Bor İçeriği: Güney Marmara Bölgesi Akarsu Vadilerinin Yaşlandırılması İçin Olası Veriler

*Boron And Heavy Metal Content of Lake Ulubat Sediment: Possible Data  
For Timing of River Valleys In The Southern Marmara Region, Turkey*

**Nizamettin KAZANCI\*, Ö. TOPRAK\*\*, S. A. G. LEROY\*\*\*, S. ÖNCEL\*\*, Özden İLERİ\*\*\*\*,  
Öner EMRE\*\*\*\*, P. COSTA\*\*\*, K. ERTURAC\*\*\*\*\* ve E.McGEE\*\*\*\*\***

\*A.Ü. Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Besevler, Ankara, (Nizamettin.Kazanci@eng.ankara.edu.tr)

\*\*Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 41400 Gebze, (soncel@gyte.edu.tr (ÖS), ozlemtoprak34@mynet.com (TÖ))

\*\*\*Department of Geography and Earth Sciences, Brunel University, Uxbridge, Middlesex UB8 3PH, (West London), UK. Fax: +44-1895- 269 736, (Suzanne.Leroy@brunel.ac.uk.)

\*\*\*\*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 06520 Ankara, (emre@mta.gov.tr (EÖ); Ozden@mta.gov.tr) (İÖ).

\*\*\*\*\*İTÜ Avrasya Yerbilimleri, Maslak, Istanbul, Turkey, (erturac@itu.edu.tr)

\*\*\*\*\*Environmental Radiation Research Laboratory, Department of Experimental Physics, University College, Dublin, Ireland, (edward.mcgee@ucd.ie)

**ÖZ.-** Ulubat gölü, sismik olarak aktif güney Marmara'da sığ (ortalama 1.5 m) ancak geniş tatlı su kütlesi (138 km<sup>2</sup>) olup, Mustafakemalpaşa çayı vasıtasıyla 10.400 km<sup>2</sup> lik Susurluk drenaj havzasının (SDH) su ve tortulları ile beslenmektedir. Bu beslenme alanı, Türkiye'nin ve dünyanın önemli bor sahalarından biridir ve bölgedeki Emet, Bigadiç, Sultançayırı ve Kestelek bor yatakları halen işletilmektedir. Metamorfik kayalar ile volkanit katkılı Neojen istifi yöredeki başlıca litolojiyi oluşturur. SDH, tektonik bakımdan aktif, genç ve derin vadileri olan, vadilerin bazılarının bor yataklarını kestiği sarp bir morfolojiye sahiptir. Kaide seviyesinden 100 km yanal uzanımda, çok büyük bir alanın ortalama yüksekliği 600 m iken, 50 km yanal uzanımda ortalama yükseklik 1000 metreye ulaşır ve 2000-2500 metrelik dağ zirveleri egemen olur. Bazı vadiler fay hatlarına yerleşmiştir. Ulubat gölünün tortul dolgusu sondajlar yapılarak incelenmiştir. Göl tortullarının toplam kalınlığı 10 metre, bunların oluşum yaşları ise 2600-3200 yıl arasındadır. Tortul dolgunun bor ve ağır metal kapsamı ile göle tortul veren derin vadilerdeki erozyon arasında ilişki kurmak ve vadilerin oluşumlarını yorumlamak mümkün görünmektedir. Ulubat gölünün son yüzyıl içindeki depolanma hızı Cs<sup>137</sup> ve Pb<sup>210</sup> değerleri ile 1.6 cm/yıl, C<sup>14</sup> verileri ile tüm göldeki ortalama çökelim hızı ise 0.37 cm/yıl olarak bulunmuştur. Gölden alınan karotların 0.5 m ve 4 m seviyelerinde bor kapsamı ani değişimler gösterir ve buralar yaklaşık 31 yıl ile 1070 yıllık zaman dilimlerin karşılık gelmektedir. 4 m seviyesindeki bor artışı, borat yatağının üstten ilk tabakasını kestiği zamana karşılık gelir ve buradan hareketle yöredeki erozyon hızı 1.4 cm/yıl olarak hesaplanmıştır. Halen borat tabakaları 15 m kadar yarılmıştır. Bölgedeki farklı tortulların erozyona direnci, tektonizma ve topografya etkileri dikkate alınarak, mevcut aşınma ve depolanma hızları ile yapılan hesaplamalar, Emet çayı vadisi gibi derin deşilmelerin Pleistosen'in son 75.000 yıllık diliminde oluştuklarını ortaya koymaktadır.

**ABSTRACT.-** Fresh water lake Ulubat (c. 1.5 m deep and c. 138 km<sup>2</sup>) receives sediment from a 10.414 km<sup>2</sup> area in the seismically active Susurluk Drainage basin (SDB) in the southern Marmara region of Turkey. Boron, organic matter and heavy metal contents of lake Ulubat-fill seemed to be a

*link between the fresh landforms of the SDB and the lacustrine sediment. Rate of deposition in Lake Ulubat has been  $1.60 \text{ cm.yr}^{-1}$  for the last 50 years according to radioisotopes of  $\text{Cs}^{137}$  ve  $\text{Pb}^{210}$ ; however over the last millennia it was  $0.37 \text{ cm.yr}^{-1}$  based on  $^{14}\text{C}$  dating. The boron content of the lacustrine infill displays a slight increase at 0.50 m and a drastic increase at 4 m depth occurring c. 31 yr and c. 1070 yr ago respectively. Probably the topmost change corresponds to the start of open mining in the SDB and the second one to the natural trenching of borate ore-deposits. These dates also show indirectly a  $1.4 \text{ cm.yr}^{-1}$  erosion rate during the last millenia as the borate beds were trenched up to 15 m. By estimation from this erosion rate, it is possible to establish that the formation of some of the present morphological features of the southern Marmara region, especially river incision, began in the late Pleistocene, especially over the last 75,000 yr.*

## Büyük Menderes Deltası Kıyı Çizgisi Boyunca Sedimanların Tane Boyu Dağılımı

### *Alongshore Sediment Distribution of Büyük Menderes Delta Shoreline*

**Alper FULAT ve Mehmet Lütfi SÜZEN**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ODTÜ, 06531-ANKARA (alperfulat@gmail.com, suzen@metu.edu.tr)*

**ÖZ.-** Bu çalışmanın amacı Büyük Menderes deltasının yaklaşık 20 kilometre uzunluğundaki kıyı çizgisi boyunca tane boyu dağılımını incelemektir. Bu çalışma için Büyük Menderes deltası kıyı çizgisi boyunca yaklaşık her 250 metrede bir ve önemli bulunan noktalardan olmak üzere, toplam 71 istasyondan sediman örnekleme yapılmıştır. Ayrıca yaklaşık 1000 metre aralıkla kıyı çizgisine dik hatlar boyunca, biri denizin içinden, biri kıyı çizgisinden ve diğeri de sekinin üzerinden olacak şekilde, oniki istasyondan tane boyu analizi için üçer örnek toplanmıştır. Toplanan örneklerin tane boyu analizleri 0.5, 0.25, 0.125, 0.0625, 0.031 milimetrelilik elekler kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen veriler kıyı çizgisi boyunca sedimanların tane boyu dağılım haritaları hazırlanmak üzere kullanılmıştır. Analizler kıyı çizgisinin kuzey taraflarından (Tuzburgazı Doğanbey Dalyanı) alınan örneklerin daha çok, ince kum (0.25mm-0.125mm) ve çok ince kum (0.125mm-0.0625mm) özelliğinde olduğunu gösterirken, deltanın bugünkü ağzı olan Deringöl Boğazına doğru tane boylarının giderek büyüdüğünü ve orta kum (0.5mm-.25mm) ile ince kum (0.25mm-0.125mm) özelliğinde olduğunu göstermiştir. Daha güneye Akköy Dalyanı Tuz burnuna inildikçe tane boyları tekrar küçülmüş ince kum (0.25mm-0.125mm) özelliği göstermiştir.

*Anahtar kelimeler: Büyük Menderes, delta, kıyı çizgisi, tane boyu dağılımı.*

**ABSTRACT.-** The aim of this study is to investigate approximately 20 km long alongshore sediment distribution of Büyük Menderes Delta shoreline. For this purpose 71 sediment samples were collected in every 250 meters and at every important locations along the shoreline. Also three samples along a transect perpendicular to the shoreline, one from the sea-side, one from the shoreline and the third from the bench, were collected every 1000 meters. The sieve analysis with 0.5, 0.25, 0.125, 0.0625, 0.031 millimeter sieves was performed to the sediment samples and alongshore size distribution maps are prepared with the data derived by this sieve analysis. The analyses show that the dominant sand sizes are fine sand (0.25mm-0.125mm) and very fine sand (0.125mm-0.0625mm) at the northern parts of the shoreline (at Tuzburgazı Doğanbey Lagoon). At Deringöl Boğazı which presents the mouth of the delta, the dominant sand sizes are medium sand (0.5mm-.25mm) and fine sand (0.25mm-0.125mm), and the dominant sand size is fine sand (0.25mm-0.125mm) at the southern parts, at Akköy Lagoon Tuz burnu.

*Key words: Büyük Menderes, delta, shoreline, size distribution*

## **Eosen Kömürlerinin (Dümrek, Sivrihisar, Eskişehir) Kimyasal-Petrografik Özellikleri ve Depolanma Ortamı**

### *Chemical-Petrographical Characteristics and Depositional Environment of the Eocene Coals (Dümrek, Sivrihisar, Eskişehir)*

**İlker ŞENGÜLER,**

*MTA Genel Müdürlüğü Enerji Dairesi 06520, Ankara*

**ÖZ.-** Dümrek Eosen kömür oluşumu Sivrihisar'ın (Eskişehir) kuzeyinde yer almaktadır. İnceleme alanında kayaç topluluğu alttan üste doğru Paleozoyik yaşlı şist, mermer (Pz); Üst Kretase yaşlı kristalize kireçtaşı, gabro, diyabaz, serpantinit, ofiyolitik dayk (M); Eosen yaşlı konglomera, kireçtaşı, marn (e); Alt-Orta Miyosen yaşlı bazalt (B); Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı konglomera, kumtaşı (m1), konglomera, kireçtaşı, marn, kiltası (m2), kireçtaşı (m3); Kuvaterner yaşlı alüvyon (QA1) olarak belirlenmiştir.

Kömür içeren Eosen yaşlı çökeller altta kırmızı renkli konglomera ile başlamakta, sarı-gri renkli kumtaşı, killi kireçtaşı-kireçtaşı (nummulites fosilli) olarak devam etmekte ve yeşil-gri renkli marn ile son bulmaktadır.

İncelenen kömürler havada kuru örnekte %3 nem, %34 kül, %35 uçucu madde, %28 sabit karbon ve %5 toplam kükürt içermekte olup 3400 kcal/kg ısı değere sahiptir.

Kömürlerin baskın maseral grubu hüminit (%63-67) olup baskın maserali gelinit (%50-55). Gelinit, biyokimyasal olarak tamamen jelleşmiş bitki dokularından, jelleşmiş hümik parçacıklardan ya da önceki boşluklara yerleşmiş kolloidal çözeltilerden kaynaklanan saf hümik jellerden oluşmaktadır. Kömür örneklerinde liptinit grubu maseraller %2-3, inertinit grubu maseraller %4-7 arasındadır.

Vitrinit yansıma değerlerine göre kömür, linyit (ASTM) ve kahverengi kömür (DIN) olarak sınıflandırılabilir. Doku koruma indeksi (TPI) ve jelleşme indeksi (GI) bu kömürlerin kıyı düzlüğü bataklığında çökeldiğini göstermektedir.

Kömür depolanma ortamları esas olarak iki gruba ayrılır: (1) Karasal kömürler (limnik ve telmatik). Bu kömürler göller ve nehirler boyunca oluşan tatlı su bataklıklarında oluşur. (2) Kıyı kömürleri (paralik); kıyı düzlüklerinde acı sulu ortamlarda oluşur. Ayrıca, bizim çalışma alanımızda olduğu gibi her ikisini de içeren geçiş ortamları vardır. Bunlar, tatlı suyun deniz suyu ile karıştığı bataklık ortamları olup, kömürler kıyıya çok yakın bölgede oluşur.

**ABSTRACT.-** Dümrek Eocene coal deposit is located at the north of Sivrihisar, Eskişehir. The rock units in the investigated area, from bottom to top are Paleozoic schist, marble (Pz); Upper Cretaceous crystallized limestone, gabbro, diabase, serpentinite, ophiolitic dayk (M); Eocene conglomerate, limestone, marl (e); Lower-Middle Miocene basalt (B); Upper Miocene-Pliocene conglomerate, sandstone (m1), conglomerate, limestone, marl, claystone (m2), limestone (m3); Quaternary alluvium (QA1).

*The coal bearing-sedimentary rocks of Eocene age consist of red coloured conglomerate, yellow-gray coloured sandstone, limestone-claystone (with nummulites), green-gray marl.*

*The investigated coals, on air-dried basis comprise of 3% moisture, 34% ash, 35% volatile matter, 28% fixed carbon, 5% total sulfur and 3400 kcal/kg calorific value.*

*The most abundant maceral group of the coals is huminite (63-67%) and maceral is gelinite (50-55%). The gelinites of coals are either biochemically totally gelified plant tissues and gelified humic detrius, or pure humic gels derived from colloidal solutions entered former voids. The coal samples comprise liptinite and inertinite maceral groups 2-3% and 4-7% respectively.*

*In terms of the vitrinite reflection values, the coals can be classified as lignite (ASTM) and brown coal (DIN) in rank. The TPI (Tissue Preservation Index) and GI (Gelification Index) pointed out that studied coals were deposited in coastal plain swamp.*

*Environments of coal deposition can be divided broadly into two groups: (1) Inland coals (limnic and telmatic). These coals are formed in fresh-water swamps along rivers and the shores of inland lakes. (2) Coastal coals (paralic). These coals are formed on flat coastal plains, part of them in slightly brackish to brackish environments. However, there are transitional coal-forming swamps, where fresh water mixes with sea water like in our studied area. The swamps, showing a gradation from fresh water to brackish water, lie down very close to the coast.*



## **Polatlı-Sivrihisar Neojen Baseni Gölsele Evaporitlerinin Sedimentolojisi** *Sedimentology of Lacustrine Neogene Evaporitic Deposits of Polatlı-Sivrihisar Basin (Central Anatolian Basin)*

**Baki VAROL, Erdoğan TEKİN, Turhan AYYILDIZ ve Zehra KARAKAŞ**

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Tandoğan-Ankara/ Türkiye  
(varol@eng.ankara.edu.tr, tekin@eng.ankara.edu.tr, ayyildiz@eng.ankara.edu.tr, karakas@eng.ankara.edu.tr)

**ÖZ.-** Orta Anadolu Neojen havzaları içerisinde oldukça geniş bir yayılıma sahip olan Polatlı-Sivrihisar havzası; Miyosen öncesi temel kayalar üzerinde gelişen Miyo-Pliyosen yaşlı gölşel ağırlıklı sedimanter birimlerle temsil edilir. Bu zaman süreci boyunca, iklimsel değişimler ile birlikte belirli süreçlerde tektonizmanın da etkisi ile değişen havza drenajı, boyutları ve derinliği, klastik, karbonat ve evaporit ağırlıklı birimlerin tekrarlı ve zaman zaman da birbirleriyle dikey ve yanal yönde geçişli olarak depolanmasına neden olmuştur. Bu koşullar altında gelişen Neojen birimlerinin depolanma ve istif özellikleri aşağıda tanımlandığı şekilde, oldukça karmaşık bir şekilde gerçekleşmiştir.

Miyosen istifleri, mağmatik ve metamorfik ağırlıklı temel kayalar üzerine açısız uyumsuzlukla gelmektedir. Havzanın merkezi kısımlarında oluşan bazalt-trakiandezit karakterli volkanikler ile başlayıp, volkaniklastik malzemenin ağırlıklı olduğu tüf, tüfitik kumtaşı ve kilttaşlarıyla devam eder. Yaklaşık aynı zaman aralığında, havza kenarlarında ise bordo renkli çakıltaşı, kumtaşı, siltaşı ve jipsli kilttaşları ile temsil olan kırıntılı bir birim depolanmıştır. Yaklaşık 80 metrelik kalınlığa sahip olan bu birim, daha önceki çalışmalarda Sakarya formasyonu Volkanik-klastikler Üyesi (Sv) olarak adlandırılmış ve haritalanmıştır (Gözler vd., 1996).

Pliyosen birimleri, yukarıda tanımlanan volkanik – kırıntılı ağırlıklı Miyosen oluşukları üzerine havza kenarlarında açılı uyumsuzlukla gelir (Porsuk formasyonu), havza merkezine doğru bu açısız ilişki kaybolmaktadır. Bu zaman aralığına ait yaşlandırmaya yönelik paleontolojik veriler oldukça kısıtlıdır. Daha önce tespit edilen birkaç omurgalı verilerine ilaveten, bu çalışmada elde edilen ostracoda, gastropoda, polen ve sporlara dayalı yaşların büyük bölümü de Geç Pliyosen’i işaret etmektedir. Bu açıdan bakıldığında Pliyosen (? Geç Pliyosen)’in bölgede oldukça kalın (300 metre ve daha fazla olduğu) ve farklı gölşel depolanma ortamlarını yansıtan, 7 adet fasiyes topluluğu (F. 1-7) ile temsil edildiği belirlenmiştir. Bunlar;

**F. 1- Kırmızı renkli akarsu çakıltaşı - kumtaşı fasiyesi:** Bu fasiyes, Pliyosen istifinin tabanında yerleşel gelişim özelliği sunar. Yüksek bollukta çapraz tabakalı ve derecelenmeli çakıltaşı - kumtaşı seviyeleri, akarsu ortamını karakterize eder. Alt sınırı görülmemekle birlikte, inceleme alanında Miyosen birimlerini uyumsuzlukla örten göl kıyısı silisiklastik fasiyesinin (F2) yanal eş değeri olarak kabul edilebilir.

**F. 2- Silisiklastik kıyı fasiyesi:** Pliyosen istifinin tabanında yer alan gölşel silisiklastikler, Karabayır- lar mevkiinde volkanik ağırlıklı Miyosen’i uyumsuzlukla üstleyen ilk Pliyosen çökelleri olup, tek-nemsi çapraz tabakalı kanal dolgusu oluşuğu konglomera ve kumtaşı seviyeleri ile birlikte ince jipsli çamurtaşı bileşenleri içerir. Çapraz tabakalanma ve kanal yapıları, yüksek enerjili bir göl kıyısı koşullarını yansıtır. Fasiyesin üst bölümlerinde, gittikçe yoğunluk kazanan jipsli çamurtaşları ise, düşen enerji ile birlikte azalan silisiklastik beslenmesine karşın artan buharlaşma hızını gösterir.

**F. 3-** Deltayik - akarsu silisiklastik fasiyesi: İnceleme alanında belirginleşen üçüncü silisiklastik fasiyestir. Pliyosen istifinin en üst kısmında yer alır. Yüksek açılı düzlemsel çapraz tabakalanma takımları gösteren konglomera ve kumtaşları bu fasiyesin karakteristiğidir. Tabanında çamurtaşı ve jipsli çamurtaşları yer alır. Üstte ise, düzlemsel çapraz tabakalı iri çakıltaşı-bloklü konglomeralar ile son bulur. Bu fasiyesin en üst bölümü, örgülü akarsu sistemiyle sonlanan gölsel delta olarak yorumlanmıştır.

**F. 4-** Göl ve göl kıyısı çamur düzlüğü fasiyesi: Pliyosen istifi içerisinde en yaygın ve en karakteristik olan fasiyes topluluğudur. Birkaç santimden birkaç metreye kadar ulaşan depolanma paketleri halinde, çok sayıda tekrarlı bir depolanma gösterirler. Göl seviyesinin göreceli sığlaşmasına ve tamamen çekilmesi ve yaygın kuruma çatlakları içeren kuru göl düzlüğüne dönüşmesi ve zaman zaman da yalnızca zemin suyu etkisinde kaldığı süreçlere bağlı olarak dolomit matriks içerisinde değişik bollukta ve boyutta gelişen bireysel jips kristalleri, bu fasiyesin karakteristiğidir. Ayrıca, jips ara seviyeleri ile birlikte çok sınırlı yayımlı sinjenetik jips ooidler gibi özel oluşum türleri içerirler (Tekin vd., 2003).

**F. 5-** Derin göl çamurtaşı/kıltaşı fasiyesi: Birkaç on metre kalınlığında ve tekrarlı depolanma paketleri oluştururlar. Göl ve göl kıyısı çamurtaşı fasiyesinden farklı olarak, daha az bireysel jips oluşumları üst seviyelerde gözlenmektedir. Ayrıca, dolomitik çamurtaşı seviyelerindeki kil oranlarında belirgin bir yükselme vardır. Bu fasiyes içerisinde, bölgesel gelişim özelliği gösteren yeşil-bordo renkli çamurtaşları ve ince tuf seviyeleri içerir. Koyu renkli seviyelerde Charapya ve Kaplumbağa kemik parçaları (G. Saraç, 2004, sözlü görüşme) bulundurulur. Bu fasiyeste kendi içinde 2 alt fasiyes ile karakterize olur. Bunlar;

**F. 5a-** Derin göl karbonat fasiyesi: Bir önceki derin göl çamurtaşı fasiyesi ile yanal yönde giriklilik oluştururlar. Kalın ve masiv tabakalı kireçtaşı özelliğinde olup, yoğun silisleşme gösterirler.

**F. 5b-** Göl kıyısı karbonat fasiyesi: Çamurtaşı ağırlıklı göl kıyısı fasiyes topluluğu arasında çok tipik bir ara seviye olarak açığa çıkar. Yer yer ince tabakalı kumtaşı ve konglomera seviyeleri ile ardalı olarak yanal yönde kilometrelerce devamlılık gösterir. Bu fasiyes, karbonatları plaket kireçtaşı özelliğinde olup (5-10 cm kalınlığında), bazı seviyelerinde çok bol miktarda fosilleşmiş dal ve kök parçaları ile pelecipoda kabukları içerirler.

**F. 6-** Evaporitik göl/ göl düzlüğü masiv jips fasiyesi: Pliyosen istifinin üst kısımlarında tipiktirler. Yanal yönde göl kıyısı/göl düzlüğü çamurtaşı fasiyeslerine geçişlidirler. Su altı veya evaporitik göl düzlüğü (gölsel sabkha) jipsleri olarak çökelen bu fasiyes topluluğu içerisinde tabakalı, laminalı-bandlı, yumrulu ve masiv şeklinde çok farklı tipler çökelmiştir (Varol vd., 2003).

**F.7-** Göl düzlüğü kırıntılı “ jips arenit“ fasiyesi: Pliyosen istifinin en yaygın fasiyes türüdür. Özellikle de masif jips fasiyesinin yanal uzantısı veya onu örter şekilde depolanmıştır. Bazı kesit bölgelerinde, onlarca metre kalınlık oluştururlar. Çapraz tabakalanma, derecelenme, kanallanma gibi yapılar ile karakterize olurlar.

Sonuç olarak Sivrihisar-Polatlı havzasında Neojen birimleri büyük ölçüde Pliyosen (? Geç Pliyosen) yaşlı gölsel çökeller tarafından oluşturulmuştur. Pliyosen boyunca, iklim, tektonizma ve drenaj sistemindeki değişimlere bağlı olarak göl sınırları ve tuzluluğu birkaç kez değişmiştir. Bu nedenle, yu-

karıdaki fasiyes grupları ile temsil olunan farklı gösel çökeller birbirleriyle yanal ve dikey yönde çok sayıda geçişler oluşturmuşlardır. Gösel bir havzanın açılmasından kapanmasına kadar geçirdiği tüm evreleri yansıtan zengin bir fasiyes topluluğuna sahip bu havza, değişken karakterli gösel sediman-tasyonun tanımına yardımcı olacak tipik bir örnek teşkil etmektedir.

**ABSTRACT.-** *Polatlı Sivrihisar Basin is well-known one of the Central Anatolian Neogene basins, having widespread exposures of lacustrine sediments of Miocene to Pliocene in age that discordantly overlies on the pre-Miocene rocks in the study area. Through the time period, paleoclimatic changes with the association of tectonism, which temporally led to changes of the basinal drainage and morphology of the depositional environments, involved the repetitive deposition of clastic, carbonates and evaporite-dominated units with lateral and vertical transitions. So, these Neogene units took place under very different sedimentological conditions resulted in complex deposition and stratification as given below.*

*Miocene unit unconformably rests on the metamorphic and magmatic basement rocks. It starts with basaltic-trachandesitic lavas in the central of the lake basin and upward grades into the volcaniclastic deposits dominated by tuff, tuffitic sandstone and altered claystones. Whereas, red clastics (conglomerate, sandstone and siltstones) and gypsum-bearing mudstones were simultaneously deposited in the marginal areas of the lake. These lithological units were named and mapped as volcaniclastic member within Sakarya formation (Gözler et al., 1996).*

*Pliocene units unconformably overlies on the volcaniclastic unit Miocene aged in the margin of the basin (Porsuk formation). However, this discordance disappears towards the center of the basin. It is very difficult to date the Pliocene unit due to scarce fossils. Obtained ostracoda, gastropoda, pollens, and spores from this study in the addition to a few vertebrates bearing-beds reported in the previous works only indicate that Pliocene age exist (? Late Pliocene) in the Sivrihisar-Polatlı Basin. According to these paleontological dating, Pliocene units are very thick (more than 300 meters), and they are divided into seven facies groups (F. 1 to 7) as follow:*

**F. 1-** *Fluvial red-fluvial conglomerate and sandstone facies: This facies is locally present in the basal part of the Pliocene unit. It was deposited in a fluvial environment evidenced by common cross-beddings and grading beddings. Although its basal contact is not observed in the study area, it can be assumed as lateral equivalent to lake margin siliciclastics (F.2), discordantly overlying on the Miocene unit.*

**F. 2-** *Siliciclastic lake margin facies: The lacustrine siliciclastics, which is unconformity underlain by volcaniclastic-dominated Miocene unit, are exposed as a first Pliocene unit in the Karabayırlar section. Through cross-bedding, channel-fill conglomerates – sandstones, and thin interlayers of gypsum-bearing mudstones denote that a high-energy lake margin was main deposition environment for this facies. Gypsum-bearing mudstones are gradually dominant towards the upper part of the facies, that indicates decreasing environmental energy and siliciclastic influx but increasing evaporation rate in the lake environment.*

**F. 3-** *Deltaic-fluvial siliciclastic facies: This facies is third siliciclastic deposition outcropping in the study area, and rests on the upper part of the Pliocene unit. Tabular cross-bedding with high ang-*

*le sets is commonly present in the conglomeratic and sandstone layers. Gypsum-bearing mudstones constitute the basal part of the siliciclastic facies, and include some lensoidal beds of the conglomerates and sandstones. Coarse conglomeratic layers with tabular cross bedding terminate the facies.*

**F. 4-** *Muddy marginal lake flat facies: It is the most widespread and descriptive facies for Pliocene unit. Deposition took place as repetitive cycles varying from several centimetres up to meter scale. Single or scattered gypsum crystals within a fine crystalline dolomite matrix dominate lithology of this facies. The facies occurred during gradually shallowing or entirely desiccation of lake, and even turning to dry lake under only effect of ground water. Additionally, some special deposits such as gypsum ooids (gypsolites) are locally developed within the evaporitic intervals of the lithological group (Tekin et al., 2003).*

**F. 5-** *Deep lake mudstone/ Claystone facies: It constitutes an alternating depositional packages with several ten meters thick. The facies are differentiated from the muddy marginal lake flat facies with respect less content of single gypsum crystals. Also, dolomite matrix or dolomitic mudstone layers shows a relative increase compare to the F.4. Green and claret mudstones, which were formed as local deposition, comprise thin tuff layers. Also, some turtle bones collected in the charophyta-bearing layers of the mudstone layers. This facies is divided into two sub-facies as follows:*

**F. 5a-** *Deep lake carbonates facies: This facies is interfingering with latter deep lacustrine mudstones facies. It is characterised by thick and massive limestones, and show densely silicifications.*

**F. 5b-** *Marginal lake flat carbonates facies: It makes up a typical inter depositional package within the mudstone-dominated lake facies. In some locations, the facies consists of thin inter layers of sandstones and conglomerate and shows many kilometres lateral persistence. These limestones are generally thin bedded (5-10 cm thick), and contain abundant fossil rood and woods along with some fresh water pelecypoda shells.*

**F. 6-** *Evaporitic lake/ lake flat massive gypsum facies: It is typical for the upper part of the Pliocene lake unit and makes lateral passages into marginal lake / muddy lake flat environment. The facies consists of both sub-lake water gypsum and evaporitic lake flat "lacustrine sabkha" gypsums, which are composed of different kinds of evaporite beds, bedded, laminated-banded, nodular and massive (Varol et al., 2003).*

**F. 7-** *Lake flate detrital gypsum "gypsum arenite" facies: Detrital gypsums are the most widespread channelized – beds.*

*Summary, Sivroccurrence among all evaporitic facies in the Sivrihisar-Polatli Neogene basin. It was mostly deposits as lateral equivalent to massive gypsum and commonly overlaps the evaporitic lacustrine sediments in the thickness of ten meters. Its diagnostic structures are cross bedding, vertical –grading, anihisar-Polatli basin is greatly represent by lacustrine sediments Pliocene (? Late Pliocene) aged. Through the time period, lake boundary, water deep and salinity underwent variations related to changes of paleoclimate and tectonism on the lake and its catchment's area (drainage). These occurrences led to facies changes with different lithological groups, and their vertical and lateral transitions in the same period of deposition. Therefore, Sivrihisar-Polatli Neogene basin would be a typical sample to help in understanding lake environments with alternating periods such as drylake, shallow lake and deep lake through its existence.*

**DEĞİNİLEN BELGELER :**

Gözler, M.Z., Cevher, F., Ergül, E. ve Asutay, H.J., 1996. Orta Sakarya ve güneyinin jeolojisi, MTA Raporu, no:9973.

Tekin, E., Varol, B. ve Ayyıldız, T., 2003. Doğada Nadir Bir Oluşuma Türkiye'den Örnek: Erken Pli-yosen Yaşlı Demirci Köyü (KD Sivrihisar) Evaporitleri İçerisindeki Jipsooid Oluşumları. 16<sup>th</sup> National Electron Microscopy Congress (With International Participation), s. 85, İzmir.

Varol, B., Tekin, E., Aydoğdu, M. N. ve Güngör, P., 2003. Demirci Köyü (KD Sivrihisar) Erken Pli-yosen Evaporitlerinin Fasiyes Analizi ve Mikrodokusal Özellikleri. 16<sup>th</sup> National Electron Microscopy Congress (With International Participation), s. 83, İzmir.

## Çökellerde Tektonik Kontrol : Gümüşhane Jura-Kretase İstifi

### *Tectonic control on the sedimentation: The Gümüşhane Jurassic-Cretaceous example*

**Cemil YILMAZ\*, Raif KANDEMİR\*\*, ve Cüneyt ŞEN\***

\*Karadeniz T. Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Trabzon, (cyilmaz@ktu.edu.tr, csen@ktu.edu.tr)

\*\*Karadeniz T. Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Gümüşhane, (raif@ktu.edu.tr)

**ÖZ.-** Gümüşhane yöresinde yüzlek veren Jura-Kretase istifleri yer yer 5000 m kalınlığa varan değişik tip çökellerle belirlenmiştir. Başlıca volkano-silisiklastik Şenköy formasyonu (Liyas-Dogger), platform karbonatlarının oluşturduğu Berdiga formasyonu (Kalloviyen-Senomaniyen) ve karbonatlı ve silisiklastik turbiditik kayaçların oluşturduğu Kermutdere formasyonu (Turoniyen-Maastrichtiyen) tabandan tavana uyumlu bir istif özelliği sunar. Bu istif tümüyle zaman zaman duraksayan genişlemeli tektonik koşulların kontrolünde şekillenmiştir. Pontid tipi olarak tanımlanan bu tektonik stilin çökel kanıtları istifin değişik seviyelerinde kayıtlıdır. Duraksayarak devam eden genişlemeli tektonik rejimin çökel kayıtları başlıca şunlardır: neptuniyen dayklar, üste doğru gerek tabaka kalınlığı ve gerekse tane boyundaki incelmeye, bentik ve pelajik fosil birlikteliği, monojenik breşler, kalsiturbiditler, mikro-turbiditik yapılar, çökelmeyle eş yaşlı faylar, ani ve hızlı platform havza geçişleri, sığ ve derin denizel karbonatlar, graben, yarı-grabenler, çökel prizmalar, yatay ve düşey yönde hızlı kalınlık ve fasiyes değişimleri.

**ABSTRACT.-** Jurassic-Cretaceous sequences which attain to 5000 m thick include different types sediments in the Gümüşhane region. This sequences are characterized by volcano siliciclastic Şenköy formation (Liassic-Dogger), shallow water limestone of Berdiga formation (Callovian-Cenomanian) and carbonate and siliciclastic turbidites of Kermutdere formation (Turonian-Maastrichtian). This thick sequences was controlled by the extensional tectonic regime with temporal cessation. Several features of this sequences such as neptunian dykes in different levels, shallow marine limestone, thinning-and-fining-upward sequences, mixed faunal assemblages, micro-turbiditic structures, syn-sedimentary fault, grabens and demi-grabens, pelagic limestone, calciturbidites, lateral and vertical rapid changes in thickness and facies, platform-to-basin transition and monogenic breccias, suggest that the extensional tectonic regime continued with temporal cessation.

## **Gökdere-Tersun Dağı (Gümüşhane) Yörelerindeki Erken-Orta Jura Çökellerinin Ortamsal Modellemesi**

*Depositional Modelling of the Early-Mid Jurassic Sediments in the  
Gökdere-Mount Tersun (Gümüşhane)*

**Raif KANDEMİR\* ve Cemil YILMAZ\*\***

\*KTÜ, GMF, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, raif@ktu.edu.tr

\*\*KTÜ, MMF, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon, cyilmaz@ktu.edu.tr

**ÖZ.-** Gümüşhane güneydoğu kesimlerinde yaygın alanlarda yüzlek veren Liyas-Dogger yaşlı Şenköy formasyonu farklı fasiyeslerde şekillenmiştir. 2 m ile 2250 m arasında değişen kalınlıklara sahip olan birim başlıca karasal, geçiş, sığ deniz ve açık deniz ortamlarında birikmiştir. Dar sayılabilecek bir bölgede çok farklı fasiyes ve kalınlık değişimleri tektonik kontrollü bir havzanın kanıtları sayılmaktadır. Genel olarak bakıldığında tüm doğu Pontidlerde Liyas-Dogger sürecinin bir riftleşme dönemine karşılık geldiği öteden beri kabul görmektedir. İncelenen alandaki kayaçların çökel yapı-doğu, yayılım, dağılım, fasiyes özellikleri ile hızlı değişen kalınlık farkları göz önüne alınarak birikim modelleri tasarlanmıştır. Buna göre Hettanjiyen-Sinemuriyen'den Bathoniyene kadar 5 aşamalı olarak (Hettanjiyen-Sinemuriyen, Erken Pliyensbachiyen, Geç Pliyensbachiyen, Toarsiyen-Bajosiyen, Bathoniyen) geliştirilen ortam modellerinde inceleme alanının kuzeyinde yer alan Gümüşhane ve güneyinde yer alan Köse yükselimleri havzaya Bathoniyen sonuna kadar kırıntı sağlamış ve Kalloviyen'de tüm yöre sığ denizel karbonatların birikim alanı konumu kazanmıştır.

**ABSTRACT.-** Out crops of the Liassic-Dogger aged Şenköy formation from southeastern part of the Gümüşhane city has developed in mainly terrestrial, transitional, shallow and open sea environments and has 2 to 2250 m thicknesses. Thickness changes and existence of variety facieses in very short distance provide proofs for the tectonic control on development of the basin. Most of the researcher accept that interval between Liassic to Dogger correspond to rifting period in the Pontides. From the sediment structure and texture, distribution, facial features and fast changed thickness of studied samples, a model designed. In the 5 stepped model (Hettangiann-Sinemurian, Erken Pliyensbachian, Geç Pliyensbachian, Toarcian-Bajocian, Bathonian): highlands of Gümüşhane from north and Köse from south provide clasts into basin from Hettangien-Sinemurien to the end of the Bathonian and the basin became an accumulation site of shallow carbonates at the Callovien.

## Demirhisar (Mersin KD'su) Bölgesinde Yüzeyleyen Tersiyer Yaşlı Birimlerin Sedimentolojik ve Ortamsal Özellikleri

### *The Sedimentological and Environmental Characteristic of Tertiary Aged Units Crops Out In And Around The Demirhisar Town (Ne Mersin)*

Ulaş İnan SEVİMLİ\*, Kemal GÜRBÜZ\*, Güldemin ÖĞRÜNÇ\*\*

\*Çukurova Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı / Adana  
(usevimli@cu.edu.tr;sedim@cu.edu.tr)

\*\*Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş  
(guldemin@ksu.edu.tr)

**ÖZ.-** Çalışma alanı, Mersin ilinin yaklaşık 20 km. KD'sunda bulunan Demirhisar beldesi ve civarındaki yaklaşık 145 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır. Bu çalışmada, bölgede Paleozoyik ve Mesozoyik bir temel üzerine yerleşmiş, Adana havzasına ait, Karaisalı, Güvenç, Kuzgun ve Handere formasyonları ayırt edilerek, bunların sedimentolojik ve ortamsal özellikleri ortaya koyulmuştur.

Resifal kireçtaşı özelliğindeki Karaisalı formasyonu içinde yersel küçük ölçekli deniz seviyesi değişikliklerine bağlı olarak, bağtaşı/tanetaşı çökelleri istiftaşı/vaketaşı (Dunham, 1962; Embry ve Klovan, 1971) ile örtülmektedir. Yüksek enerjili kısımlarda tanetaşı çökeli olmuştur, derinleşen kısımlarda vaketaşı/çamurtaşı (Dunham, 1962) çökelleri gerçekleşmiştir. Mikrofasiyes çalışmalarında deniz seviyesi değişimlerinin 5 kez tekrarlandığı gözlenmiştir.

Karaisalı formasyonuna ait resifal özellikli kireçtaşları yanal ve düşey olarak Güvenç formasyonuna ait ince taneli (kıltaşı-silttaşı, kısmen ince taneli kumtaşı) kırıntılı kayalıklara geçmektedir. Petrografik ve paleontolojik veriler Güvenç formasyonunun resif ilerisi ve kısmen derin denizel bir ortamda çökeldiğini göstermektedir.

Kıltaşı, silttaşı, ince orta taneli karbonat çimentolu kumtaşları ile başlayan Kuzgun formasyonu ise masif, büyük ölçekli çapraz tabakalı, kaba taneli çakıllı kumtaşları ile temsil edilir. Alt seviyelerde birim sığ deniz – plâj ortamında çökelmiştir. Üste doğru ise kalınlığı 10 m. geçmeyen resifal kireçtaşı mercekleri yer almaktadır.

Tersiyer istifinin en üst kesimlerinde ise sığ denizel ortamda çökelen Handere formasyonu ayırtlanmış olup, bu birim kıltaşı, marn ve silttaşı ile temsil edilmektedir.

**ABSTRACT.-** The study area is located in and around the Demirhisar town that is situated 20 km northeast of the Mersin and is covering 145 km<sup>2</sup>. The Karaisalı, Güvenç, Kuzgun and Handere formations which belong the Adana basin and unconformably overlies the Palaeozoic and Mesozoic basement are separated and sedimentological and environmental characteristics of them have been investigated.

Boundstone/grainstone are covered by packstone/wackestone (Dunham, 1962; Embry and Klovan, 1971) within the Karaisalı formation reefal limestone depend on local-small sea level fluctuations.



*Grainstone sedimentation has been observed in higher energy environment, wackestone/mudstone (Dunham, 1962) deposited where the environment deepening. As a result of the microfacies study, it is observed that the sea level changes were repeated five times.*

*The Karaisalı formation reefal limestone laterally and vertically passed into the fine clastics (claystone-siltstone and partly fine grained sandstone) of the Güvenç formation. The paleontological and petrographical datas showed that the Güvenç formation deposited in the fore-reef and partly deep sea environment.*

*The Kuzgun formation starts with siltstone-claystone, fine-medium grained, carbonate cemented sandstone and represented by massive, large scaled cross bedded, coarse grained pebbly sandstone. The bottom part of this formation deposited in the shallow sea – beach environment. Reefal limestone lenses whose thickness are not exceed 10 m, were deposited towards the upper part.*

*At the top of the Tertiary Sequence, the Handere formation deposited in shallow sea and contains claystone-marl and siltstone.*

#### **DEĞİNİLEN BELGELER :**

*Dunham, R. J., (1962): Clasification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture., In W. E. Ham (Ed), Clasification of Carbonate Rocks., Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 1, 108-21.*

*Embry, A. F. ve Klovan, J. E., 1971. A Late Devonian reef tract on northeastern banks Island, N. W. T. Bull. Can. Petrol. Geol. 19: 737-781.*

**AKTİF TEKTONİK-DEPREMSELLİK OTURUMU**  
*ACTIVE TECTONICS-SEISMICITY SESSION*

## 1953 Yenice-Gönen Deprem (Mw: 7,2) Fayında Paleosismolojik İlk Sonuçlar

### *Preliminary Paleoseismological Results from the 1953 Yenice-Gönen Earthquake (Mw7.2) Fault*

**Akın KÜRÇER\***, **Salih Zeki TUTKUN\***, **Spyros PAVLIDES\*\***,  
**Alexandros CHATZIPETROS\*\*** ve **Özkan ATEŞ\***

\*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

\*\*Aristotle University of Thessaloniki, Department of Geology, Thessaloniki (akinkurcer@comu.edu.tr)

**ÖZ.-** Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS), Adapazarı doğusundan itibaren kuzey, orta ve güney kol olmak üzere üç kola ayrılmaktadır. 18 Mart 1953 de, KAFS' nin güney koluna ait faylardan Yenice-Gönen Fayı (YGF) üzerinde, 263 kişinin ölümüne neden olan yıkıcı bir deprem (Mw:7,2) meydana gelmiştir. Deprem dış merkezi Yenice ilçesinin yaklaşık 12 km doğusu olup, odak derinliği 10-12 km civarındadır. Deprem sırasında, Gönen doğusu ile Yenice güneybatısı arasında 70 km lik yüzey kırığı oluşmuştur.

YGF, uzunlukları 2-22 km arasında değişen 9 fay parçasından oluşmaktadır. Bu çalışmada YGF; Gönen doğusu, Gönen-Yenice arası ve Yenice güney-güneybatısı olmak üzere üç kısımda değerlendirilmiştir. Gönen doğusunda yer alan fay parçalarının doğrultuları K85°B dir. Bu fay parçalarının sola doğru atlama yaptığı alanlarda, sıkışma yönüyle uyumlu lokal ters faylar gelişmiştir. Gönen ile Yenice arasında kalan alandaki fay parçaları; düşey atım bileşenleri olan, sağ-yanal doğrultu atımlı faylanma karakterinde olup, doğrultuları K70°D dur. Yenice ovasının güneyinde ise YGF, hem doğrultu hem de karakter değiştirmektedir. Bu alanda YGF, D-B doğrultusunda olup, verem atımlı normal fay karakterindedir.

Bu çalışmada, 1953 Yenice-Gönen depremi sonucunda oluşan yüzey kırığı haritalanmış ve bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır. Yüzey kırığı üzerinde belirlenen üç trench lokasyonunda sırasıyla, mikrotopografik çalışmalar, sığ jeofizik çalışmalar ve trench kazı, loglama ve örnekleme çalışmaları yapılmıştır.

Fay kolüviyal tektonostratigrafisi incelemeleri, tarihsel sismolojik verilere ulaşabilmek ve bu verileri kronolojik olarak kanıtlayabilmek için, paleosismolojik çalışmalara temel teşkil eder ve bu yolla yıkıcı eski depremlerin varlığı konusunda kesin bilgi sağlanabilir. Gerek mikrotopografik çalışmalara bağlı fay sarplığı morfolojisi, gerekse trenchlerden elde edilen veriler; YGF üzerinde, 1953 depreminden önce en az üç paleosismik olayın varlığını göstermektedir. C<sup>14</sup> (AMS) ve termoluminesans analiz sonuçları, bize paleosismik olayların yaşlandırılması konusunda yardımcı olacaktır.

**ABSTRACT.-** In the east of Adapazarı the North Anatolian Fault System (NAFS) is divided into three branches, namely the Northern, Central and Southern Branches. On March 18, 1953, a strong earthquake (Mw=7.2) was occurred on the YGF, that is the Southern Branch of NAFS, with 263 ca-

sualties. The epicenter of the shock was located approximately 12 km east of Yenice town, and focal depth determinations varied from 10 to 12 km. A 70 km-long surface rupture formed during earthquake between east of Gönen and southwest of Yenice.

YGF is consists of 9 fault segments, ranging from 2 to 22 km in length. In this study, YGF was studied and interpreted in three part; east of Gönen, between Yenice and Gönen and south/southwest of Yenice. Trending of fault segments in the east of Gönen are N85°W. In the left stepping areas of this fault segments, local reverse faults were developed, which are well-matched to the compression direction. Fault segments which are lying between Yenice and Gönen are oblique-slip structures, trending are N70°E and have normal component with right lateral strike slip faulting character. Both YGF's strike and character have changed at the south of Yenice plain. In this area YGF trends E-W and has oblique normal fault character.

In this study, the geology of the region and surface ruptures which occurred because of Yenice-Gönen earthquake have been mapped in scale of 1/25.000. On the surface rupture, three trench sites were determined where microtopographic studies, shallow geophysical survey and trench excavating, logging and sampling studies have been done.

Palaeoseismological studies based on trenching investigation of fault colluvial tectono-stratigraphy can facilitate to chronologically verify and extend the historical seismological information and thus can provide crucial data regarding the occurrence of destructive palaeo earthquakes. Both fault scarp morphology related to microtopographic studies and the observations at the trenches show, on the YGF at least three paleoseismic events, which have occurred before the 1953 earthquake. The results of  $C^{14}$  (AMS) and thermoluminescence dating analysis will help us to date the palaeoseismic events.

## Erzurum Kent Merkezinin Depremselliği *The Seismicity of Erzurum City Center*

**Gökşin AKSOY, Necmi YARBAŞI, Mükerrerem YILMAZ, U. AYDIN ve A. KADİROV**

Atatürk Üniversitesi, Deprem Araştırma Merkezi Müdürlüğü, 25240 Erzurum  
(gaksoy@atauni.edu.tr, nyarbasi@atauni.edu.tr, mukerrem@atauni.edu.tr)

**ÖZ.-** Karasu havzası(Erzurum), Doğu Anadolu'daki önemli aktif fay kuşaklarından birisi olan Erzurum Fay Zonunda (EFZ) yer alan, birinci derece deprem bölgesi niteliklerine sahip bir Pliyo-Kuvaterner çökeltme alanıdır. Doğu Anadolu'da yer kabuğunun tektonik özellikleri ve yerleşim yerlerinin çok büyük bir bölümünün aktif fay zonlarında, genç alüvyon zeminler üzerinde bulunması nedeniyle, çarpık yapılaşmanın doğal afetler sonucu yol açtığı hasar ve can kaybı beklenenden çok daha fazla gerçekleşmektedir. Erzurum kent alanı, Karasu havzasının doğu ve güney kenarlarını oluşturan fay kuşaklarının kesişme noktası olan güneydoğu köşeye yakın yerleşimi nedeniyle tarihinde çok sayıda yıkıcı depremlere maruz kalmıştır.

Bölgede günümüze kadar pek çok yıkıcı depremler meydana gelmiş, önemli hasarlar ve can kayıpları ile sonuçlanmıştır. Bu depremlerden şiddetli olanlarını tarihsel dönem ve aletsel dönem deprem kayıtları olarak, iki kısımda değerlendirebiliriz; tarihsel dönemde Erzurum'da genellikle 19. yüzyılın ikinci yarısında meydana gelmiştir. 19. yüzyıla gelinceye kadar Erzurum'da bir hayli deprem olmasına karşın tarih kitaplarının ve araştırmacıların azlığı bu tarihleri ortaya çıkarmayı zorlaştırmaktadır. Selçuklular döneminde, Doğu Anadolu bölgesinde bilhassa Erzincan'da çok büyük depremlerin meydana geldiğini bu depremlerden de sadece 1135 yılı yaz aylarında meydana gelen depremin Erzurum'da da hissedildiği ve birçok yıkıma sebep olduğu bilinmektedir. Osmanlıların fethinden sonra Erzurum civarını etkileyen ilk deprem 1583 yılında meydana gelmiştir. Bundan sonra meydana gelen depremler sırasıyla 1659, 1666, 1685, 1712, 1719, 1766, 1769, 1784 ve 1789 yıllarında meydana gelmiştir. 19. yüzyıldan sonra meydana gelen depremler ise 14-15 Temmuz 1852, 2 Haziran 1859 ve 12 Haziran 1866 depremleridir. Aletsel dönemde ise 19 Ağustos 1966 Varto depremi (M=6.8), 22 Mayıs 1971 Bingöl depremi (M=6.7), 30 Ekim 1983 Horasan-Erzurum depremi (M=6.8), 13 Mart 1992 Erzincan depremi (M=6.8), 11 Temmuz 2001 Pasinler-Erzurum depremi (M=5.0), 27 Ocak 2003 Pülümür-Tunceli depremi (M=5.9), 01 Mayıs 2003 Sancak-Bingöl depremi (M=6.1), 25 Mart 2004 Aşkale-Erzurum depremi (M=5.1), 28 Mart 2004 Aşkale-Erzurum depremi (M=5.3) ve 02 Temmuz 2004 Doğubeyazıt-Ağrı depremi (M=5.1) dir.

Tüm bu araştırmaların sonuçları, Doğu Anadolu'nun ve Erzurum kent merkezi yakın çevresinin karmaşık bir yapıya ve yüksek ölçekte depremselliğe sahip olduğunu göstermektedir.

**ABSTRACT.-** Karasu basin (Erzurum) is a Pliyo-Quaternary depositional area and located on the central segment of the Erzurum Fault Zone (EFZ), which is one of the most active seismotectonic belt of the Eastern Anatolia. Tectonic features of the east Anatolia, location of most urban areas on alluvial soil in active fault zones and random construction are the main factors of increased life loss and destruction caused by natural disasters. Erzurum urban area has experienced many destructive

*earthquakes in history, due to its tectonic location close to the southeastern combining point of eastern and southern marginal faults defining Karasu basin.*

*Up to now, many destructive earthquakes happened and caused death and significant damages. The strong ones of earthquakes was evaluated as historical and magnitude records. The strong earthquakes in the historical period generally happened in the second half of 19<sup>th</sup> century. Because of the lack of research, it is difficult to determine the dates although many earthquakes happened till 19<sup>th</sup> century. In the Selcukian Period, it is known that a lot of great earthquakes happened in the Region of Eastern Anatolia, especially in Erzincan, and that the one happened in 1135 was felt in Erzurum and caused serious destruction. After the conquer of Erzurum by the Ottomans, the first earthquake that affected around Erzurum happened in 1583. The earthquakes after this one happened in 1659, 1666, 1685, 1712, 1719, 1766, 1769, 1784 and 1789. The dates of earthquakes after 19<sup>th</sup> century are 14-15 July 1852, 2 June 1859 and 12 June 1866. In the magnitude period, the dates, places and magnitudes are 19 August 1966 Varto ( $M=6.8$ ), 22 May 1971 Bingöl ( $M=6.7$ ), 30 October 1983 Horasan-Erzurum ( $M=6.8$ ), 13 March 1992 Erzincan ( $M=6.8$ ), 11 July 2001 Pasinler-Erzurum ( $M=5.0$ ), 27 January 2003 Pülümür-Tunceli ( $M=5.9$ ), 01 May 2003 Sancak-Bingöl ( $M=6.1$ ), 25 March 2004 Aşkale-Erzurum ( $M=5.1$ ), 28 March 2004 Aşkale-Erzurum ( $M=5.3$ ) and 02 July 2004 Doğubeyazıt-Ağrı ( $M=5.1$ ).*

*The results of all these investigations show that the near environment of Eastern Anatolia and Erzurum city center has a complex structure and seismicity in high scale.*

## Eskişehir İçin Olasılığa Dayalı Sismik Tehlike Analizi *Probabilistic Seismic Hazard Assessment for Eskişehir*

**Gence GENÇ ve Vedat DOYURAN**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ODTÜ, 06531, Ankara (gence@metu.edu.tr, vedat@metu.edu.tr)*

**ÖZ.-** Türkiye'nin sanayileşmiş şehirlerinden biri olan Eskişehir, artan nüfusuna bağlı olarak hızla büyümektedir. Ancak, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'na göre, şehir ikinci derece deprem bölgesinde bulunmakla birlikte, birbirine göre farklı karakterlerle tanımlanmış fay sistemleri arasında konuşlanmıştır. Eskişehir Kuzey Anadolu Fay zonu ve Batı Anadolu Fay Sistemi arasında bir geçiş bölgesi olarak yer almaktadır.

Bu çalışmanın amacı Eskişehir yerleşim alanı için 'Olasılığa Dayalı Sismik Tehlike Analizi' gerçekleştirmek olmuştur. Çalışma alanı için 50 ve 100 yıl olarak belirlenmiş zaman periyotları ve %10 aşılma olasılığı esas alınarak, 'kaya' zemin sınıflarında, sismik tehlike eğrileri ve haritalar 'En Büyük Yer İvmesi' cinsinden hazırlanmıştır.

Çalışma dört aşamada tamamlanmıştır. İlk safhada, çalışma alanına ait aletsel kayıt, neotektonik ve jeoloji verilerinin derlenmesi suretiyle, Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında hazırlanmış bir sismotektonik haritaya dayanarak, sismik kaynaklar 6 adet alan kaynak (Kuzey Anadolu Fay zonu; Bolu-Taraklı ve Geyve-İznik segmanı, Eskişehir Fay zonu, Kütahya Fay zonu, Gediz ve Simav Fayları (Simav Graben Sistemi), Akşehir-Afyon Graben Sistemi, Gediz Graben Sistemi) olarak tanımlanmış ve mekansal olarak karakterize edilmişlerdir. Çalışmanın ikinci evresi her bir kaynak alan için sıkça kullanılan bir tekrarlanma ilişkisinin yardımıyla (Gutenberg ve Richter, 1944) deprem tekrarlanma karakteristiklerinin Wells ve Copersmith regresyon ilişkisi (1994) esas alınarak ampirik olarak maksimum deprem büyüklüğü değerlerinin belirlenmesi için gerçekleştirilmiştir. Üçüncü basamak uygun bir azalım ilişkisi (Abrahamson ve Silva, 1997) seçimine dayanarak deprem etkisinin tahminini kapsamaktadır. Son safha ise çalışma alanında ilgilenilen alanlarda tehlikenin belirlenmesini içermektedir. Bu belirleme süreci sismik tehlike eğrilerinin ve haritalarının hazırlanmasını kapsamaktadır.

Bu çalışmada olasılığa dayalı bir analiz kullanıldığından ve dolayısıyla bazı önceden kestirilemez süreçleri kapsadığından, belirsizlik ('Boyut Belirsizliği', 'Alansal Belirsizlik', 'Zamansal Belirsizlik') kavramının, farklı çeşitlerinin ve 'Olasılığa Dayalı Sismik Tehlike Analizi'nin 'Dönüş Periyodu', 'Poisson modeli', 'Kısımlarına Ayırma' ve 'Mantık Ağacı' gibi temel kavramlarının bu metodolojinin her basamağına dahil edilmesi aşikardır.

Çalışmanın sonunda, farklı sismik kaynak alanları tarafından yönlendirilen tehlikeler 'Kısımlarına Ayırma Yöntemi' ile ayrıştırıldığında, Eskişehir yerleşim alanı yakınındaki bir alanda tehlike esas olarak Eskişehir Fay Zonu'nun egemenliği altındadır. Eskişehir il merkezinde, kaya alanlar için, %10 aşılma olasılığı ile 50 ve 100 yıllık periyotlar için beklenen 'En Büyük Yer İvmesi' değerleri 0.218g ve 0.279g olarak hesaplanmıştır.

*Anahtar Kelimeler: Eskişehir, tehlike haritası, tehlike eğrisi, azalım ilişkisi, en büyük yer ivmesi.*

**ABSTRACT.-** *Eskişehir, being one of the industrialized cities of Turkey, is rapidly expanding due to an increase of its population. However, based on the earthquake zonation map of Turkey, the city is situated within the second degree earthquake region, and in addition to that between different fault systems defined by distinct fault characteristics with respect to each other. It is located within the transition zone between North Anatolian Fault system and West Anatolian Fault system.*

*The purpose of this study is to perform a probabilistic seismic hazard analysis for the Eskişehir metropolitan area. The principle aim of this study is to provide the seismic hazard curves and the hazard maps for the study area in terms of "Peak Ground Acceleration" for %10 probability of exceedance, for different time periods of 50 and 100 years at "rock" site classes.*

*The study was carried out in four stages. In the first step, the seismic sources have been defined and characterized spatially as six areal sources (North Anatolian Fault zone; Bolu-Taraklı and Geyve-İznik Segment, Eskişehir Fault zone, Kütahya Fault zone, Gediz and Simav Faults (Simav Graben System), Akşehir-Afyon Graben System, Gediz Graben System) based on a seismotectonic map, which has been prepared in the Geographical Information Systems environment by compiling instrumental seismicity, neotectonic and geologic data for the study area. The second step of the study has been performed to determine the earthquake recurrence characteristics by the aid of a commonly used recurrence relationship of Gutenberg and Richter (1944) and the maximum magnitude value, empirically assigned by means of Wells and Coppersmith (1994) regression relationship of each source zone separately. The third step consisted of the estimation of the earthquake effect, based on the selection of an appropriate attenuation relationship (Abrahamson and Silva, 1997). The final step included the determination of the hazard at the sites of interest in the study area based on a 'Probabilistic Seismic Hazard Analysis'. This process of determination consisted of the preparation and presentation of the seismic hazard curves and seismic hazard maps.*

*Since the analysis used in this study is a probabilistic analysis and contains therefore the results of some unpredictable processes, it is evident that the concept of 'uncertainty' ('Size Uncertainty', 'Spatial Uncertainty', 'Temporal Uncertainty'), its different types and the basic concepts of a 'Probabilistic Seismic Hazard Analysis' such as 'Return Period', 'Poisson Process', 'Deaggregation' and 'Logic Tree' have been included in every step of this methodology.*

*At the end of the study, when the hazards led by different seismic source zones are deaggregated, it has been observed that the hazard at a site near the Eskişehir downtown area is mainly dominated by Eskişehir Fault Zone. At Eskişehir downtown area, the peak ground acceleration values expected to occur for 10% probability of exceedance in 50 and 100 year periods for 'rock' sites have been given as 0.218g and 0.279g.*

*Key words: Eskişehir, hazard map, hazard curve, attenuation relationship, peak ground acceleration.*



## **Antakya Çevresinin (Güney Amanoslar) Jeolojisi ve Aktif Tektoniği** *Geology And Active Testonics of Antakya And Its Vicinity* (Southern) Amanos Range)

**Şerafettin ATEŞ\*, Mustafa KEÇER\*\* ve Refahat OSMANÇELEBİOĞLU\***

\*MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Yer Dinamikleri Araştırma ve Değerlendirme Koordinatörlüğü, 06520, Ankara

\*\* Kızılkok Belediyesi-Manavgat, Antalya

**ÖZ.-** Antakya İl Merkezi ve yakın çevresini kapsayan araştırma alanı, Amanos dağlarının Güney Amanoslar bölümünde yer almaktadır. Bu alandaki en önemli yapısal olay, Geç Kampaniyen-Geç Maastrichtiyen zaman aralığında gelişmiş olan ofiyolit yerleşmesidir. Mesozoyik karbonat platformu birimlerinin üzerine yerleşmiş olan ofiyolit, iç düzeni korunmuş düzenli ofiyolit dizisinden oluşur. Ofiyolit yerleştikten sonra, Geç Maastrichtiyen'de yeni bir çökeltme dönemi başlamıştır. Bu çökeltme döneminden sonra Paleosen, Eosen ve Miyosen dönemlerindeki havzalarda, değişik litolojilerden oluşan birimler çökelmiştir. Araştırma alanında, Geç Eosen'den itibaren Oligosen-Erken Miyosen dönemlerinde karasal koşullar egemen olmuştur. Bu dönemlerde aşındırılarak düzleştirilen ve penep- len görünümü kazanmış olan araştırma alanında, Orta Miyosen'de, Eosen ve öncesi yaşlı birimler üzerine, karasal ortamdaki denizel ortama geçişi yansıtan birimler çökelmiştir. Geç Miyosen'den itibaren tekrar karasal koşullar egemen olmaya başlamış, Pliyosen'de devam eden tektonik etkinliğe bağlı faylanmalarla, horst ve grabenden oluşan günümüzdeki morfolojiyi kazanmıştır.

Farklı yaşlı ve özellikte olan litolojik birimlerin dağılımları, stratigrafik-sedimentolojik özellikleri, inceleme alanının Geç Kretase'den günümüze (Kuvaterner) kadar tektonik etkinliğin yoğun olduğu, karmaşık bir evrim süreci geçirdiğini göstermektedir.

İnceleme alanındaki fayların bazıları eski çalışmalarda haritalanmasına karşın, bazıları ilk defa haritalanmış ve Kuvaterner'de aktif oldukları belgelenmiştir. Araştırma alanı, Ölü Deniz Fay zonu ve Doğu Anadolu Fay zonu yakınında yer almaktadır. Antakya-Yayladağ yükselimi alanı, Kızıldağ yükselimi alanı ile Antakya-Samandağ Çöküntü alanında yer alan ve bu yapısal alanları sınırlayan fayların bir kısmı, ilk defa bu araştırma sırasında haritalanmıştır. Bu faylardan bazıları Ölü Deniz Fay zonu, bazıları da Doğu Anadolu Fay zonu ile ilintili ve devamı olan faylardır. Özellikle Antakya-Samandağ çöküntü alanında yer alan, bu alanı kuzey ve güneyindeki yükselimi alanlarıyla sınırlayan faylar, Karasu Fayı'nın GB devamı olabilecek faylardır. Faylardan bazılarının Pleyistosen-Holosen'de aktif oldukları, jeolojik ve jeomorfolojik verilerle belgelenmiştir. Bu fayların günümüzde etkin olduklarını tarihsel ve aletsel dönemlere ait depremlerin episantr dağılımları da desteklemektedir.

**ABSTRACT.-** The study area, including Antakya province center and its vicinity, is located on Southern part of the Amanos range. The most significant structural event in this area is the emplacement of ophiolites which happened during late Campanian –late Maastrichtian. The ophiolites, which emplaced on the units of Mesozoic carbonate platforms, consist of an internally consistent, regular ophiolite series. Following the emplacement of ophiolite a new period of deposition started at Late Maastrichtian. After this deposition period, units which contain various lithologies deposited on the basins of Paleocene, Eocene and Miocene. Beginning with Late Eocene, and then in Oligocene

*and Early Miocene terrigenous deposits dominated in the study area. Having eroded and obtained a peneplain landscape in these periods, the study area has units reflecting a transition from a terrestrial to marine environment deposited overlying Eocene and older units. From Upper Miocene to Recent again terrigenous deposition dominated and recent morphology including horsts and grabens revealed due to the tectonic activity with the faults that continue to work Pliocene.*

*Distributions and stratigraphic–sedimentological features of various lithologies with different ages and characteristics show the tectonic activity in study area was intense from Late Cretaceous to Recent (Quaternary) and subjected to a complex evolution process.*

*Some of the faults bounding the horst-graben structures were mapped in previous studies. However some of them have been mapped for the first time and evidences show that they are active during Quaternary. Study area is located near The Dead Sea Fault zone and Eastern Anatolia Fault zone. Some of the faults in Antakya-Yayladağ uplift area, Kızıldağ uplift area and Antakya-Samandağ graben areas, and bordering these structural areas, were firstly mapped in the context of this study. Some faults are related to with The Dead Sea Fault zone, some to the Eastern Anatolia Fault zone or the continuations of those. Particularly, faults bordering the collapse area situated within Antakya–Samandağ collapse area with the uplifted areas in the north and south may be south-western continuation of Karasu fault. Some of these faults being active in Pleistocene and Holocene were documented using geological and geomorphological data. The activity of these faults were supported by the epicenter distributions of earthquakes from historical and instrumental data.*

## Aşkale (Erzurum) Depremleri ve Artçı Sarsıntıları *Aşkale (Erzurum) earthquakes and theirs aftershocks*

**Ekrem KALKAN\***, **Mükerrem YILMAZ\*\***, **Necmi YARBAŞI\*\*** ve **Gökşin AKSOY\*\***

\*Atatürk Üniversitesi, Oltu Meslek Yüksekokulu, Oltu/Erzurum (ekalkan@atauni.edu.tr)

\*\*Atatürk Üniversitesi, Deprem Araştırma Merkezi, Erzurum (mukerrem@atauni.edu.tr, nyarbasi@atauni.edu.tr)

**ÖZ.-** Aşkale-Erzurum arasında, Kandilli beldesinde, 25 Mart 2004 tarihinde magnitudü 5.1 olan bir deprem olmuştur. Aynı bölge 3 gün sonra, 28 Mart 2004 tarihinde magnitudü 5.3 olan başka bir depremle ikinci kez sallanmıştır. Orta büyüklükteki bu iki deprem Erzurum ve çevresindeki illerde de hissedilmiştir. Depremler 10 kişi hayatını kaybetmesine neden olmuştur. Kandilli beldesinde ve çok sayıda köyde pek çok bina yıkılırken çoğu binada da ağır ve hafif hasar meydana gelmiştir. Bölgedeki zemin özellikleri ve mühendislik standartlarından yoksun kırsal yapı teknikleri nedeniyle orta büyüklükteki depremler normalin üzerinde hasar oluşturmuştur. Depremler çökme oturması, toprak kayması ve kaya düşmesi gibi kütle hareketlerine neden olmuştur. Farklı iki deprem olarak kabul edilen Aşkale (Erzurum) depremlerini takiben çok sayıda artçı sarsıntı meydana gelmiştir. Bu çalışmada, her iki depremin bölgede meydana getirdiği hasar dağılımı ve hasarlarda etkili olan faktörler özetlenmiştir. Aynı zamanda artçı depremler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Aletsel büyüklüğü  $M \geq 2.0$  olan toplam 1236 adet artçı deprem kaydı magnitudlerine ve oluş zamanlarına (depremlerin toplam gün sayısı-gün ilişkisi; zaman ilişkisi; gece-gündüz ilişkisi) göre sınıflandırılmıştır. Ağırlıklı ortalama magnitud  $M: 2.7$  olarak bulunmuştur.

**ABSTRACT.-** An earthquake with magnitude 5.1 occurred in the Kandilli region situated between Aşkale and Erzurum on 25<sup>th</sup> of March 2004. After three days, region was hit second time by another an earthquake with magnitude 5.3 on 28<sup>th</sup> of March 2004. These two earthquakes with middle intensity were perceived in Erzurum and other cities in the vicinity of Erzurum. Earthquakes caused to death of ten people. Heavy and light damages were produced on many buildings in Kandilli and some villages, while of the some buildings were destroyed. Earthquakes with middle intensity caused the larger damage due to properties the soil and the rural buildings with lack of engineering standard in region. Earthquakes caused subsidence, landslides, and rock-falling in epicentral area. A lot of aftershocks were occurred after these events considered as different two main earthquakes. In this study, damage distributions and effective factors on damage distribution were summarized. In the same time, aftershocks were evaluated by statistical methods. Total 1236 aftershocks records with magnitude  $M \geq 2.0$  were classified according to magnitude and occurring time. The average magnitude was found as  $M: 2.7$ .

**MİNERALOJİ-JEOKİMYA OTURUMU**  
*MINERALOGY-GEOCHEMICAL SESSION*

## **Eriklik (Bulancağ, Giresun) Yöresi Kil Oluşuklarının Jeolojik ve Mineralojik Özellikleri**

### *Geological And Mineralogical Characteristics of the Eriklik (Bulancağ, Giresun) Area Clay Occurrences*

**Cemil BEYAZ, Emel ABDİOĞLU ve Mehmet ARSLAN**

*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon,  
(cemilbeyaz@yahoo.com, abdioglu@ktu.edu.tr, marslan@ktu.edu.tr)*

**ÖZ.-** Doğu Pontidler'de Üst Kretase yaşlı asidik ve ortaç bileşimli volkanitlerin alterasyon ürünleri yaygın olarak gözlenmektedir. 1978'li yıllardan beri, MTA tarafından kil oluşuklarının ekonomik önemleri hakkında araştırmalar yapılmaktadır. Bölgede pek çok kil oluşuğu bulunmasına karşın bu oluşukların mineralojileri ve oluşum koşulları hakkında kısıtlı miktarda bilgi vardır (Yalçın ve Gümüşer, 2000; Arslan vd., 2002; Abdioğlu ve Arslan., 2004; Abdioğlu vd., 2004). Bölgenin özellikle masif sülfid cevherleşmeleri bakımından zengin olması, killeşmenin hidrotermal alterasyondan kaynaklandığını düşündürmüştür. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalarda hidrotermal alterasyon dışında sığ denizel ortamda düşük sıkışma hızına bağlı olarak piroklastitlerin alterasyonu sonucu killeşmenin geliştiği de ortaya konulmuştur (Abdioğlu vd., 2004).

Bu çalışmada Eriklik (Bulancağ, Giresun) yöresindeki killeşmelerinin jeolojik ve mineralojik özellikleri belirlenmiştir. Çalışma alanında Üst Kretase yaşlı dasitler ve bunların piroklastitleri killerin ana kayacını oluşturmaktadırlar. Makroskopik olarak killer beyaz, kirli beyaz renkli olup sert veya ufalanabilir özelliktedirler. Dasit ve piroklastitlerinde birincil ve ikincil kuvars, feldispat, serisit, opak mineraller ve yer yer limonite rastlanılmıştır. Kil mineralleri, X-ışınları difraktometresi (XRD), diferansiyel termal analiz (DTA), termogravimetrik analiz (TGA) ve elektron mikroskopu (SEM) kullanılarak incelenmiştir. Ana kil minerali olarak illit, az oranda kaolen ve simektit saptanmıştır. Kil dışı mineraller ise kuvars, feldispat ve piritir.

Yörede gözlenen KD-GB ve KB-GD doğrultulu iki ana kırık sistemi silisleşme ve piritleşmenin yoğun olduğu zonlarla karakterize edilir. Ayrıca kil oluşuklarında yer yer galen ve sfalerit dolgulu küçük damarlara rastlanılmaktadır. İyi gelişmiş kırık sistemlerinin varlığı ve yakın çevrede bulunan sülfürlü metalik cevherler illitlerin oluşumunda hidrotermal sıvıların etkin olduğunu ve sıvıların getirilmesinde kırık sistemlerinin önemli rol oynadığını doğrulamaktadır.

**ABSTRACT.-** *The alteration products of Upper Cretaceous age acidic and intermediate volcanics are widespread in the Eastern Pontides. Since 1978's, several researchers especially from the General Directorate of Mineral Research and Exploration of Turkey have examined the economical potential of these clay occurrences. There is, however, little information about the mineralogical and geochemical characteristics and origin of the clay deposits (e.g. Yalçın and Gümüşer, 2000; Arslan et al., 2002; Abdioğlu and Arslan, 2004; Abdioğlu et al., 2004). The clay occurrences have been thought as a result of hydrothermal alteration due to the common massive sulfide deposits in the region. Recent studies, however, suggest that some clay occurrences derived from pyroclastics with slow diffusion rate under shallow marine environment.*

*In this study, geological and mineralogical characteristics of the Eriklik area clay occurrences are investigated. In the area, precursor material of the clays is Upper Cretaceous dacites and their pyroclastics. Macroscopically, clays are white and whitish coloured and hard or breakable easily. Dacites and their pyroclastics consist of mainly quartz as primary and secondary mineral, and feldspar, serisite, opaque and rarely limonite. Clay minerals are identified by means of X-ray diffractometer (XRD), differential thermal analysis (DTA), thermogravimetric analysis (TGA) and scanning electron microscope (SEM). The dominant clay mineral is illite and the others are kaolinite and smectite. Non-clay minerals are quartz, feldspar and pyrite.*

*In the area, two main fracture system in NE-SW and NW-SE direction are characterized by silicified and pyrite infilling zones. Besides, small veins of galena and sphalerite are also observed in places. Presence of well-developed fracture systems and surrounding sulfide ores suggest that hydrothermal fluids and fracture system played a significant role in the formation of illite occurrences.*

#### **DEĞİNİLEN BELGELER :**

- Abdioğlu E., Arslan M., Kolaylı H. ve Kadir S. 2004 Mineralogical and geochemical characteristics of the Tirebolu (Giresun) bentonite deposits, NE Turkey. *Geochimica et Cosmochimica Acta, Goldschmidt Conference, Copenhagen, A416. Arslan , 1997*
- Abdioğlu, E. ve Arslan, M. 2004 Mineralogy, geochemistry and genesis of the Ordu area bentonites, NE Turkey, *Clay Minerals (baskıda).*
- Arslan M., Kolaylı H. ve Abdioğlu E. 2002 Tirebolu (Giresun) yöresindeki kil yataklarının jeolojik, mineralojik, jenetik ve ekonomik özelliklerinin incelenmesi. *Karadeniz Technical University Scientific Research Project: 2002.112.005.4. (devam ediyor).*
- Yalçın H. ve Gümüşer G. 2000 Mineralogical and geochemical characteristics of Late Cretaceous bentonite deposits of the Kelkit Valley Region, Northern Turkey, *Clay Minerals*, **35**, 807-825

## **Erciyes Volkanizmasına Bağlı Olarak Gelişen Kasiterit (Kalay) Mineralizasyonu Ve Manyetit-Kasiterit-Yazganit-Tridimit Mineral Topluluğu Oluşum Koşulları**

### *Cassiterite (Tin) Mineralization Related with Erciyes Volcanic Activities and the Mode of Formation of the Magnetite-Cassiterite-Yazganite-Tridymite Paragenesis*

**Evren YAZGAN**

*Reşit Galip Cad. Kelebek Sok. 4/1 06700 Ankara (evrenyazgan@hotmail.com)*

**ÖZ.-** Orta Anadolu Volkanik Kayaçları; yaklaşık 300 km uzunluğunda, KD-GB yönünde gelişen, Doğuda Ecemiş fay koridoru, Batıda Tuz Gölü fay kuşağı ve Kuzeyde Kızılırmak fayı arasında kalan, geniş bir alanı örtmektedir. Orta Anadolu Volkanik Kayaçlarının kuzeydoğu bölümünde, sol yanal doğrultu atımlı Ecemiş Fay Kuşağı içerisinde kıtasal kabukta gelişen gerilme tektoniğine bağlı, çek-ayır "pull-apart" havzasında izlenen Erciyes Volkanik Kayaçları, Üst Pliyosen-Pleyistosen-Holosen yaşlarında bazalt, bazaltik andezit trakiandezit, dasit, trakit ve riyolit bileşiminde lav akıntılarını, ignimbritler ve piroklastitlerden oluşmaktadır.

Erciyes volkanik kayaçları içerisinde, Kıranardı beldesi batısında ve güneybatısında Senir Sırtını tamamen kaplayan Üst Pliyosen Koçdağ volkanitleri içerisinde, K15B ve K40D yönünde izlenen yapısal çatlakların duvarları üzerinde sıvama şeklinde manyetit+kasiterit+yazganit±tridimit mineral topluluğu tanımlanmıştır (Bkz. Yazgan et al., MTA, MAT Dairesi, Rap. No: 41 tarih 11.03.2002). Bu mineral topluluğu yanında, Alıdağ güneydoğusunda, Zincidere beldesinin yaklaşık 5 km güneyinde, Gümüşderesi boyunca gelişen, Alt Pleyistosen Başakpınar piroklastitleri içerisinde, hidrotermal infiltrasyon şeklinde, az çok tabakalanmaya paralel olarak gelişen manyetit+hematit+kasiterit mineral topluluğuna rastlanmıştır. Bu bölgede tarihi devirlerde, işletme kolaylığı açısından öncelikle volkanik tüfler içerisinde, onlarca metre uzunluğunda işletme galerilerinin açıldığı görülmektedir.

Erciyes Volkanik Kayaçları içerisinde izlenen, Kıranardı cevherleşmesi, yüzeye yakın çatlak duvarlarını sıvama şekliyle, pnömatolitik evrede gelişen gaz fazlarının önem kazandığını göstermektedir. Bu cevherleşmeyi oluşturan manyetit + kasiterit + yazganit ± tridimit mineral topluluğu, yüksek oluşum sıcaklıklarını yansıtmaktadır. Kalay yataklarında tanımlanan parajenez ve yapılan sıvı kapanım araştırmalarında 370 °C'ın üzerinde oluşum sıcaklıkları elde edilmiştir.

Hidrotermal eriyiklere kıyasla, pnömatolitik evrede gaz ve buhar çıkışları, yeryüzüne açık çatlak, kırık, fay düzlemleri veya soğuma sonucu gerilmeye bağlı açılmalar boyunca yükseldiği için, yüzeye yakın bu boşluklar içerisinde basınç, yeryüzü basıncına eşit veya yakın değerlerdedir. Bir granit mağmasının, pnömatolitik evresinde manyetit ve kasiterit gibi yüksek sıcaklık minerallerini oluşturan Fe ve Sn elementleri; klor, flüor, bor gibi uçucu gazlar ile taşınmaktadır. Sonuçta, Kıranardı cevherleşmesinde izlenen mineraller, dış basıncın düşük olduğu, fümerolien gazların yüzeye yakın çatlaklar arasında yükselmesinin serbest ve kolay olduğu koşullarda gerçekleşmiştir. Erken evrelerde ve çoğunlukta, cevher oluşumuna neden olan eriyikler, genelde alkali (bazik) özelliğini taşımalarına karşın, yüzeye yakın cevher oluşumlarında genelde tanımlanan mineral toplulukları, bu eriyiklerin asit

karakterde olduğunu göstermektedir. Ayrıca, kasiterit mineralizasyonuna bağlı gelişen muskovit mineralleri, bu cevherleşmenin asit bir ortamda oluştuğunu kanıtlamaktadır. Kıranardı'nda, polarizan mikroskop ve XRD ile yapılan tayinlerde, tanımlanan tridimit, turmalin, muskovit mineralleri ise magmasal dönemin, yüksek sıcaklıkta asit bileşiminde gaz ve buhar fazının yoğun olduğu bir evreye doğru geliştiğini işaret etmektedir. Mağmasal kökenli hidrotermal eriyikler ve fümerol fazda gelişen gazların içerisinde bulunan yüksek oksijen fügasitesi, bu fazlar içerisinde dört değerli kalayın görel olarak zenginleşmesine neden olmaktadır. Kıranardı cevherleşmesinde kasiterit minerallerinin, manyetit mineralleri içerisinde kapanımlar (exsolution) şeklinde bulunması, bu parajenez koşullarında, oksijen fügasitesinin oldukça yüksek değerlere ulaştığını göstermektedir.

Manyetit+kasiterit+yazganit±tridimit mineral topluluğunun oluşumu sırasında, fümeroliyen gaz fazı, öncelikle Fe ve Sn oksitlerin kristallenmesine, sıcaklığın görel olarak daha da düşmesiyle bir arsenik minerali olan yazganitin duvar sıvaması şeklinde oluşan manyetit ve kasiterit mineralleri üzerinde bir kabuk şeklinde çökmesine neden olmaktadır. Kıranardı mineral topluluğu, yüzeye yakın açık çatlaklar içerisinde, yüksek sıcaklıkta yaklaşık 370-400 °C da pH değerinin ~3 civarında olduğu asit bir ortamda, basıncın ani olarak düşmesiyle, fumaroller içerisinde, genelde klorürler şeklinde taşınan Fe ve Sn elementleri, çatlak duvarlarında sıvama şeklinde manyetit ve kasiterit mineralleri olarak çökelmektedir. Sözü edilen mineral topluluğu, yüksek sıcaklık mineral parajenezi olmasına karşın, yüzeye yakın birçok mineralizasyon karakteristiklerini taşımaktadır. Bu özellikleriyle, Kıranardı kalay yatağı, volkanik bir ortamda yüzeye yakın, yüksek sıcaklık cevherleşmesine fevkalade güzel bir örnek oluşturmaktadır. Sonuç olarak, sözü edilen mineral topluluğunun, oldukça yüksek ısı gradyan ve oksijen fügasitesinin hüküm sürdüğü volkanik bir ortamda, yüzeye yakın, yüksek sıcaklık koşullarında gerçekleştiğini görmekteyiz.

Erciyes Volkanitleri içerisinde bulunan kasiterit mineralizasyonu;

- 1- Türkiye'de şimdiye kadar steril olarak kabul edilen genç volkanik kayaçların, cevherleşme yönüyle gözardı edilmemesi gereğini ortaya koymaktadır.
- 2- Etüt edilen mineral topluluğu içerisinde IMA (International Mineralogical Association) tarafından resmi olarak onaylanan YAZGANİT [ $\text{NaFe}^{+3} 2(\text{Mg}, \text{Mn}) (\text{AsO}_4)_3 \text{H}_2\text{O}$ ] mineralinin mineraloji kataloglarına girmesini sağlamıştır.
- 3- Arsenik içeren yazganit mineralinin, kalay ile birlikte bulunmasının, Anadolu arkeometalurjisi açısından önemi büyüktür. Çünkü "Eski Tunç Devri"nde ilk üretilen tunç alaşımları, kalay ile birlikte arsenik elementinin de kullanıldığını göstermektedir.
- 4- Kayseri'nin 18 km kuzeydoğusunda, Sivas yolu üzerinde bulunan, Kültepe arkeolojik kazılarında, tunçtan yapılmış çeşitli alet ve silahlar ve bunların döküm kalıpları gün ışığına çıkarılmıştır. Bu alet ve silahların üretilmesinde kullanılan kalayın Gümüşdere'de bulunan kalay üretim galerilerinden çıkarılmış olması ihtimali, tunç alaşımında kullanılan kalayın ilk olarak Anadolu'da keşfedilerek kullanılmış olması varsayımını güçlendirmektedir.



**ABSTRACT.-** *The Central Anatolia Volcanic Province, with a 300 km of length, which extends as a belt in NE-SW direction covers a large area between the Ecemiş Fault Corridor on the east, the Tuz Gölü fault on the west, and Kızılırmak fault on the north. On the northeast part of the Central Anatolia Volcanic Province, the Erciyes Volcanic Rocks of Pliocene-Pleistocene-Holocene ages, which were developed in a pull-apart basin formed in response to the intra-plate extensional tectonics along the left-lateral Ecemiş transcurrent fault zone consist of lava flows of basalt, basaltic andesite, trachyandesite, dacite, trachyte, and rhyolite with ignimbrites and pyroclastics.*

*Magnetite + cassiterite + yazganite ± tridymite paragenesis are first determined within the Erciyes Volcanics. These minerals are in the form of fracture wall coatings in the Upper Pliocene Koçdağ volcanics. The mineralized fractures present to the west and southeast of Kiranardı district strike N15W and N40E. The Koçdağ volcanics cover extensive areas in Senir Sırtı. Besides this Kiranardı mineral paragenesis, a magnetite-hematite-cassiterite mineral association has also been recognized aligned parallel to the pyroclastics' bedding planes in the Lower Pleistocene Başakpınar pyroclastics along the Gümüşdere river in the southeast of Alıdağ, about 5 km to the south of Zincidere district. Antique mining adits of several ten meters of length have been discovered particularly within these pyroclasts. That the Kiranardı mineralization in the Erciyes volcanic complex occurs as coatings in near-surface fracture walls reflects the importance of gaseous emanations at pneumatolytic stage. The magnetite+cassiterite+yazganite+/-tridymite mineral association of this mineralization reflects high temperature conditions. According to the fluid inclusions studies, the mineral paragenesis observed in tin deposits give a common formation temperature above 370 °C .*

*The emission of gases and vapors ascended to the surface along the tensional fractures related to cooling of the volcanic environment during the pneumatolytic phases. The pressure was equal to the atmospheric external pressure or very close in the near-surface open spaces. Iron and tin elements, forming high temperature minerals such as magnetite and cassiterite have been transported by gaseous emanations such as chlorine, fluorine, bromine and iodine derived from solidifying parent magma especially during the pneumatolytic stages. In conclusion, the minerals observed in the Kiranardı area developed in an environment where fumarolic gases were free and easy escape through near-surface fractures where the external pressure was relatively low. Principally, in the early stages, the ore depositing solutions and gases have almost alkaline character, but in a favorable near-surface environment as the mineral association suggests, they may become acid. Moreover, the common presence of muscovite in the adjacent wall rocks to the tin mineralization generally suggests acid conditions for their formation. The microscopic and XRD determinations of muscovite, tourmaline and tridymite minerals in the Kiranardı area indicate an approach towards a considerable fumarolic stage in acid composition of the magmatic cycle. Higher oxygen fugacity of hydrothermal solutions and the gas produced from fumarolic phases of the parent magma causes relative enrichment of the Sn+4 in both phases. That the cassiterite minerals occur mostly as exsolutions within the magnetite minerals at the Kiranardı generally indicate that the oxygen fugacity reached relatively high value in conditions of these paragenesis.*

*During the magnetite, cassiterite, yazganite and tridymite mineral assemblage occurrence, the fumarolic gas-phase principally provokes Fe and Sn oxides mineralization. With the further decrease of the surrounding temperature, the yazganite, an arsenic oxide mineral, deposited as coating on the magnetite and cassiterite minerals which were already deposited on the fracture walls. At the Kiranardı*

*nardı ore deposit, Fe and Sn elements which are transported in the form of chlorine by fumarolic gases are deposited as the magnetite and cassiterite minerals on the cavity walls as a coating materials in the near-surface open fractures at the high temperatures of approximately between 370-400 °C within the acid environment where pH value is estimated to be nearly 3, by a sudden decrease in pressure. This mineral association, although it includes an abundance of high-temperature minerals, possesses many of the characteristics of near-surface deposition. The Kiranardı tin mineralization, thus constitutes an excellent example of the high-temperature mineralization of the near surface volcanic environment. Finally, this mineral assemblage is regarded as a high-temperature formation of the near-surface, in a volcanic environment with a relatively high thermal gradient where the higher oxygen fugacity has dominated.*

*Cassiterite mineralization discovered in the Erciyes volcanic rocks :*

- 1- It proves that the mineralization within the young volcanic rocks in Turkey which have been formerly regarded to be sterile among most of the geologists is not correct.*
- 2- During the microscopic and XRD studies of the Kiranardı mineralization, a new mineral YAZGANITE,  $\text{NaFe}_{+3} 2(\text{Mg, Mn}) (\text{AsO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , which has been officially confirmed (record homologue) by IMA (International Mineralogical Association) has been discovered and recorded to the mineralogical catalogue (ASTM).*
- 3- Discovery of the arsenic-bearing yazganite with the tin mineral has a great importance for the Anatolian archaeo-metallurgy. Because first bronze alloys (amalgam) produced at the beginning of the ancient bronze age indicate that arsenic element was used together with tin.*
- 4- At Kültepe archaeological site, 18 km northeast of Kayseri, on the Sivas route, various bronze made tools and arms and their casting moulds were found. The probability that the tin used for making these tools and arms might have been extracted from the adits near Gümüşdere, strengthens the assumption that tin as component of bronze alloys was discovered and first used in Anatolia.*

## **Balıkesir ve Simav Civarı Zeolit Oluşuklarının Mineralojisi** *Minerology of Zeolite Occurances at Balıkesir and Simav Region*

**Abdullah ÇUBUKÇU, Mustafa ALBAYRAK ve Ahmet ACAR**

*MTA Genel Müd. 06520, Ankara*

**ÖZ.-** Balıkesir ve Simav çevresinde zeolit oluşukları mevcuttur. Bölgeden derlenen örneklerin X-ray, SEM ve kimyasal analiz sonuçları birlikte değerlendirilmiş ve bölgenin zeolit yönünden mineralojisi ortaya konmaya çalışılmıştır.

Bu amaçla Balıkesir ve Simav yöresinden GPS yardımıyla noktasal örnekler derlenmiştir. Örnek analizleri sonucunda elde edilen veriler jeokimyasal ve mineralojik olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda Balıkesir Tülü ocağından alınan ince ve kaba taneli tüflerin klinoptilolit, kuvars ve amorf madde içerdiği saptanmıştır.

Simav yöresinden alınan tüf örneklerinin ise klinoptilolit yanında höylandit, kuvars, amorf madde, feldispat ve mika içerdiği belirlenmiştir.

Balıkesir civarından derlenen bazı örneklerin SEM analizleri yapılarak X-Ray analizleri sonucu belirlenen minerallerle uygunluğu ortaya konmuştur. Ayrıca Balıkesir ve Simav örneklerinin teknolojik analizleri yapılmış ve seramik hammaddesi olarak uygun olup olmadığı araştırılmıştır. Buna göre her iki yöreden derlenen örneklerin kedi kumu ve tras olarak kullanıma uygun olmadığı belirlenmiştir.

**ABSTRACT.-** *Zeolite occurrences has been founded in the vicinity of Balıkesir and Simav. Results of X-Ray, SEM and chemical analysis of collected samples from the study area was interpreted and mineralogical characteristics of zeolites in the vicinity of Balıkesir and Simav was determined.*

*Samples were collected by using GPS from study area. Results of analysis of these samples was interpreted mineralogically and geochemically. In consequence of this, fine and rough grained tuffs collected from Balıkesir Tülü bed were determined that contain clinoptilolite, quartz and amorphous mineral.*

*Tuffs collected from Simav area contain clinoptilolite, heulandite, quartz, amorphous material, feldspar and mica.*

*The SEM analysis of some samples, collected from Balıkesir vicinity, were correlated with the X-Ray analyses. The technological analyses of Balıkesir and Simav samples were done in order to understand suitability of ceramic raw material. These samples were not used for cat litter and trass (puzolan material).*

## Gördes ve Civarı Zeolitlerinin Mineralojisi *Minerology of Zeolites Araound Gördes*

**Alaaddin VURAL ve Mustafa ALBAYRAK**

*MTA Genel Müdürlüğü 06520, Ankara (avural@mta.gov.tr, mustafa\_albayrak@hotmail.com)*

**ÖZ.-** Gördes ve civarında temelde Menderes masifine ait metamorfik kayalar yüzeylenmektedir. Metamorfik kayalar üzerine, Erken Miyosen yaşlı alüvyon yelpazesi çökelleri ile başlayıp, algli aradüzeyleyi kapsayan çakıltası-kumtaşı ardalanması ile devam eden, Göcek formasyonu gelir (Yağmurlu, 1982, 1984). Bu formasyonunun üzerine olası uyumsuzlukla Yeniköy formasyonu gelir. Yeniköy formasyonunun üzerine Küçükderbent formasyonu gelir. Erken Üst Miyosen’de etkinleşen ve başlıca dasit, riyodasit bileşimli lavlar ile tüflerden oluşan kalkalkalen volkanizma Küçükderbent görsel çökeliğini üzerler (Ercan, 1983). Tüm bu birimlerin üzerine uyumsuzlukla Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı sedimanter istif gelir.

Yöreden zeolit minerallerinin tespitine yönelik örnekler alınmıştır. Bu örneklerde XRD analizleri yapılmış ve zeolit açısından değerlendirilmiştir. 15 adet örnek üzerinde de kimyasal analiz yapılarak ana oksit ve iz element analizi yapılmıştır. Sahadan alınan örneklerde yapılan XRD analizleri sonucu zeolit grubu mineraller belirlenmiştir. Zeolitlerin büyük çoğunluğu clinoptilolit mineralleridir. Bunun yanında bazı kesimlerde ise höylandit minerallerine rastlanmaktadır. Sahanın bazı kesimlerinde ise clinoptilolit ve höylandit mineralleri beraber bulunmaktadır. Örneklerin bazılarının SEM analizleri yapılmış ve XRD analizleri ile tespit edilen mineraller SEM analizleri ile de desteklenmiştir. Yapılan aletsel mineralojik analizler kombineli bir şekilde değerlendirilerek yörenin mineralojisi açıklığa kavuşturulmuştur.

**ABSTRACT.-** *In the Gördes and its surrounding area, metamorphic rocks belong to Menderes Massif are out crop. Göcek formation that consists of alluvial fan, and conglomerate and sandstone alternate included algal limestone interlayers overlies the metamorphic rocks in Early Miocene age. This formation is named “Göcek formation” (Yağmurlu, 1984). Göcek formation is overlaid with possible discordant by Yeniköy formation. Küçükderbent formation overlies the Yeniköy formation. Calcalkaline volcanics occurred in Early Upper Miocene that consist of mainly dacite, rhyodacitic lava and tuff overlays the Küçükderbent lacustrine sedimentation. These volcanics are named as “Karaboldere Volcanics” (Ercan 1983). All of these units are overlaid discordantly by Upper Miocene-Pliocene aged sedimentary units.*

*Samples were collected for determining zeolite minerals from the area. These samples were analyzed by XRD. Chemical analyses were carried out on the 15 samples to determine amount of major element oxides and minor elements. As a result of XRD analysis, zeolite minerals were determined in samples that collected from area. Most of the zeolites in the area are mainly clinoptilolite and rarely is heulandite type zeolite. In the some part of area, both of zeolite minerals, eg. clinoptilolite and heulandite were found together. SEM analysis is carried out on some samples, and the both results obtained from XRD analysis are confirmed by SEM. On the basis of analytical methods, mineralogy of area had been brought out.*

**DEĞİNİLEN BELGELER :**

Ercan, T., 1983 Gördes Volkanitlerinin (Manisa) Petrolojisi ve Kökensele Yorumu, TJK Bülteni, 26. s. 41-49.

Yağmurlu, F., 1982 Akhisar Doğusu, Neojen Topluluğu'nun Jeolojisi ve Kömür yatakları ile olan ilişkisi. DE. Ün. Fen Bil.Enst., Doktora Tezi. 217 s. İzmir

Yağmurlu, F., 1984 Akhisar Doğusu, Neojen Tortulların Depolanma Ortamları ve Kömür yatakları ile olan ilişkisi. TJK Bildiri Özetleri.

**Sivrihisar Kuzey Doğusundaki (Mülk-Demirci)  
Neojen Yaşlı Volkaniklerde Kil Mineralleşmesi**  
*Clay Mineralization of The Neogene Aged Volcanics  
of The Northeastern Sivrihisar (Mülk-Demirci)*

**Zehra KARAKAŞ\*, Sonay BOYRAZ\*\* ve Baki VAROL\***

\*Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müh. Böl. 06100 Beşevler/Ankara  
(karakas@eng.ankara.edu.tr, varol@eng.ankara.edu.tr)

\*\*Niğde Üniversitesi Aksaray Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl. 68100 Aksaray (boyraz@eng.ankara.edu.tr)

**ÖZ.-** Mülk-Demirci yöresinde (KD Sivrihisar) yer alan Neojen yaşlı gölsel birimler; kırıntılı-evaporitik çökeller ile volkaniklerden oluşmaktadır. Miyosen yaşlı volkanik kayalar; bazalt ve andezit karakterli lav akmaları; volkaniklastikler ise aglomera, tüf, altere tüf, tüfitik kumtaşları olup; ayrıca, volkanik alterasyon ürünü kilaşı ara seviyeleri içerirler. Bu volkanik birimler üstte doğru dolomit, dolomitik kireçtaşı, marn ve jipsli birimlere geçişlidirler. Bölgedeki volkanitler K-G yönlü sıkışma rejimi ve bunun takibinde genişleme tektoniğinin yarattığı D-B doğrultulu fay sistemleri boyunca gelişmişlerdir (Temel, 2001; Özen ve Sarıfakıoğlu, 2003). Tüf karakterli volkanik birimlerdeki demiroksitleşme, limonitleşme, karbonatlaşma ve killeşme gibi alterasyonlar sarı, kırmızı renkli zonlar şeklinde sahada tanınırlar. Bu şekilde alterasyona uğramış volkanik kayalarda noktasal ve sistematik olarak alınan örneklerde yapılan petrografik ve mineralojik analizler (polarizan mikroskop, XRD, DTA, SEM, XRF) sonucunda volkanik birimlerin alterasyon zonlarındaki egemen kil mineralinin simektit olduğu ve bunların değişik oranda kil mineralleşmesi olarak ortaya çıktığı belirlenmiştir. İnceleme alanındaki simektit minerali saf ve safa yakın oranlarda olabildiği gibi; bazı örneklerde plajiyoklaz türü feldispat minerali başta olmak üzere dolomit, kalsit, opal-CT, kuvars mineralleri ile birlikte bulunmaktadır. Kısmen bu mineralleşme grubuna analsim ve jips mineralleri de eşlik etmektedir. Simektitlerin (001) bazal mesafeleri 14.76 Ao-15.93 Ao, (060) ve (330)'daki yansıma değerleri ise 1.49 Ao - 1.50 Ao arasında değişmektedir. Elde edilen değerlere göre bu alterasyon ürünü kil oluşumunun dioktahedral yapıda ve Ca tipi simektit (montmorillonit) olduğu belirlenmiştir. Bu simektit mineralinin yapısal formülü de (Si 3.47 Al 0.53)(Al 1.11 Fe 0.34 Mg 0.43 Ti 0.03) O10 (OH)2 (Ca 0.26 K 0.09 Na 0.002) olarak hesaplanmıştır. SEM incelemelerinde simektit minerali petek dokusu şeklinde çok iyi gelişmiş levhamsı yapraklardan oluşan morfolojisiyle tanımlanmıştır. Ayrıca bu simektit mineralleşmesinin genellikle volkan camlarının erime boşlukları ile kırık ve çatlakları boyunca veya feldispat minerallerinin üzerinde geliştiği SEM görüntülerinde açıkça izlenmiştir.

Saha ve laboratuvar verilerine göre simektit mineralinin oluşumu, tüflü birimlerin ana bileşenini teşkil eden volkan camları ile feldispat mineralinin varlığı ile kontrol edilmiştir. Sıcak ve kurak bir iklim koşullarında göl suyu içerisindeki volkanik malzemenin alterasyonu simektit oluşumunda önemli rol oynamıştır. Simektit oluşumu volkan camlarının hidrolizi ve feldispat mineralinin alterasyonu şeklinde gelişmiştir. Ayrıca, volkanikleri kesen çatlak sistemleri etrafında belirginleşen ve zenginleşen simektit oluşumlarında, bu kırıklardan boşalan Al ve Si 'ce zengin hidrotermal eriyiklerin yer yer etkili olabileceği de düşünülmektedir.

**ABSTRACT.-** Lacustrine Neogene units located around Mülk-Demirci villages consists of detrital evaporitic and volcanic rocks. Miocene volcanics comprise both lava flows and volcanoclastics. The first one is characterized by basaltic and andesitic lithologies. The second one consists of agglomerate, tuff, altered tuff, tuffitic sandstone and claystone from alteration of some volcanics. The volcanic units are overlain by the dolomite, dolomitic limestone, marl and evaporites at the upper part of the sequence. The volcanics were developed along E-W trending fault systems resulted from the N-S directed compressional regime and subsequent extensional regime in the study area (Temel, 2001; Özen ve Sarıfakıoğlu, 2003). The alteration of tuffaceous volcanic rocks are recognized by some color zonations of yellow and red within the volcanic fields, which are indication of iron oxidation, limonitization, carbonization and argillization of these volcanic layers. Systematic and random samples collected from altered volcanic rocks have been examined by laboratory studies using polarizing microscope, XRD, DTA, SEM, XRF, which revealed that smectite was major clay mineral of this volcanic fields and this mineralization took place as various degree of smectite formation with respect to intensity of the alteration. The altered volcanic rocks could undergo either pure or nearly pure smectite mineralization or some minerals such as feldspar (mainly plagioclase) dolomite, calcite, opal-CT, quartz being along with smectite within the altered volcanic layers. Sometimes, analcime and gypsum were present within the non-volcanic mineral associations. Analcime and gypsum minerals are partly accompanied with these mineralization group. Basal spacing (001) and the reflections (060) with (330) of the smectites vary between 14.76 Å-15.93 Å, 1.49 Å - 1.50 Å, respectively. The data obtained by analysis indicate that the clay occurrence of alteration product has a dioctahedral form and Ca-smectite (montmorillonite) in composition. The structural formula of the smectite was calculated as (Si 3.47 Al 0.53) (Al 1.11 Fe 0.34 Mg 0.43 Ti 0.03) O10 (OH)2 (Ca 0.26 K 0.09 Na 0.002). In the electron microscopy (SEM) studies, smectite mineral were recognized by flaky layers with honeycomb structure. Additionally, some SEM images exhibit that smectite mineralization was preferentially developed within the dissolution voids or along the fractures on the volcanic glasses and on the surface of altered feldspars.

All data obtained from these field and laboratory studies support that a relationship existed between alteration of feldspar and volcanic glasses and smectite formation in the tuff layers.

The volcanic alteration leading to smectite formation took place in the lake environment under arid or semi-arid climatic conditions, which evolved as hydration of volcanic glasses or alteration of feldspars. The occurrence of smectite have been developed by hydration of volcanic glasses and alteration of feldspar. On the other hand, some smectite formations around fractures, which cut the volcanics, would be resulted from alteration of hydrothermal solutions with being rich in Al and Si.

#### **DEĞİNİLEN BELGELER :**

Özen, H. ve Sarıfakıoğlu, E., 2003. Sivrihisar (Eskişehir) Dolayındaki Volkanitlerin Petrografik ve Petrolojik Özellikleri. 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı. Ankara

Temel, A., 2001. Post-collisional Miocene alkaline volcanism in the Oglakçi Region, Turkey: Petrology and geochemistry. *International Geology Review* .43, 640-660.

## Kıbrıs Killerinin Kaynak ve Özellikleri *The Origin and Characteristics of Cyprus Clays*

**Cavit ATALAR**

*Yakın Doğu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Lefkoşa, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, catalar@neu.edu.tr*

**ÖZ.-** Kıbrıs 9,251 km<sup>2</sup>'lik alanı ile Akdenizin üçüncü büyük ve Doğu Akdeniz bölgesinin en büyük adasıdır. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) 3,299 km<sup>2</sup>'lik alanı kapsar. Ada coğrafik konumu itibarıyla Avrupa, Asya ve Afrika kıtalarının kesişme noktasında bulunur.

Kıbrıs yaklaşık doğu-batı uzanımında kuzeyden güneye doğru üç ana morfolojik birime ayrılır. Girne sıradağları, Mesarya ovası ve Trodos sıradağları. Kıbrısın jeolojik birimlere ayrılması konusunda fikir birliğine ulaşılamamıştır. Kıbrıs değişik araştırmacılar tarafından genellikle üç ile beş jeolojik birime ayrılmaktadır. Kıbrıs topoğrafyasına bağlı olarak kuzeyden güneye doğru üç ana jeolojik birime ayrılabilir; Girne zonu, Mesarya zonu ve Trodos zonu.

Kıbrıs, jeolojik evrim ve jeolojik birimlerin taşınmalarına bağlı olarak altı jeolojik zona ayrılabilir; (1) Trodos zonu veya Trodos Ofioliti, (2) Girne zonu, (3) Mamonia zonu veya Mamonia Kompleksi, (4) Güney Kıbrıs zonu, (5) Mesarya zonu ve (6) Holosen-Güncel Alüvyonlar.

- 1- Trodos zonu veya Trodos Ofioliti: Kıbrısın jeolojik evrimi Afrika levhasının Avrasya levhası altına dalması ve Trodos ofiyolitinin oluşmasıyla Üst Kretase'de (90 Ma) başlamıştır. Trodos Ofioliti plutonik, intrüzif ve volkanik kayalar içerir. Adanın güney merkezinde Trodos sıradağlarını oluşturur.
- 2- Girne zonu: Girne zonu iki alt zona ayrılabilir. Birinci alt zon Üst Kretase – Orta Miyosen (67-15 Ma) yaşlı otokton tortul kayalardan oluşur. Değirmenlik grubu da bu zon içerisinde bulunur. İkinci alt zon Miyosende (10-15 Ma) Kıbrıs'a taşınmış olan Permien-Karbonifer ile Alt Kretase (350-135 Ma) arasında oluşan allohton massif ve tekrar kristalleşen kireçtaşı, dolomit ve mermerlerdir.
- 3- Mamonia zonu veya Mamonia Kompleksi: Orta Triyas - Üst Kretase (230 dan 75 Ma) yaşlı allohton Mamonia kompleksi magmatik-volkanik, tortul ve metamorfik kayalardan oluşmuştur. Maastrichtiyen'de Kıbrıs'a taşınmıştır. Sadece Güney Kıbrıs'ın güney batısında Baf kasabası yakınlarında gözlenir.
- 4- Güney Kıbrıs zonu: Kıbrısın güneyinde Üst Kretase ile Miyosen yaşlı tortul kayalar, Trodos Ofiyoliti ile güney sahili arasında doğuda Larnaka'dan batıya Baf'a kadar geniş bir alanda yaygın, Trodos ofiyolitin kuzeyinde ise daha az yaygın olarak yüzeylerler. Zon, genellikle tebeşir, kil, marn ve jipslerden oluşur. Bentonitik killer, Lefkara, Pakhna ve Kalavasos formasyonları da bu zon içerisinde bulunur.
- 5- Mesarya zonu: Girne ve Trodos sıradağları arasında yer alan Mesarya zonu, Pliyosen ile Pleyistosen yaşlı derin ve sığ denizel ortamda oluşan marn, kumlu marn kalkarenitler ve teraslardan oluşur. Mesarya ovasında, Girne sıradağlarının güney yamaçlarından Trodos sıradağlarına kadar uzanan bölgeye yayılır. Lefkoşa ve Atalasa formasyonları da bu zon içerisinde bulunur.



6. Holosen-Güncel Alüvyonlar: Çakıl, kum, silt ve killerden oluşan yaşları Holosen ile güncel arasında olan alüvyonlar çok yaygın olarak Mesarya ovasında, genellikle Lefkoşa, GaziMağusa ile doğu ve batı kıyılarda ve adanın her tarafında dere yataklarında gözlenir.

Kıbrıs killeri, Trodos ofiyolitinin ve pelajik tortulların Kretase sonrası periyotta ayrışması sonucu oluşmuşlardır. Girne zonundaki kireçtaşı ve dolomitler ile Güney Kıbrıs zonundaki tebeşirlerin ve biogenik oluşum, marnların yüksek kalsium karbonat içermelerini sağlamıştır..

Kıbrıs killerini beş ana gruba ayırabiliriz.

- 1- Bentonitik killer : Trodos ofiyoliti yastık lavlarının ayrışması ile oluşan Kıbrıs'ın ilk killerdir. Bentonitik killer Kathikas-Moni ve Ortatepe formasyonlarında Trodos ofiyolitinin güney kısmında yastık lavlarla volkanik sonrası tortulların sınırlarında ve yaygın bir şekilde batıda Bafta ve daha az yaygın olarak güneyde Limasol yakınlarında Moni'de ve doğuda Gazimağusa'nın güneyinde Paralimni de bulunur. Güney Kıbrısta 300 metreyi aşan bir kalınlığa erişir. KKTC sınırları içerisinde sadece Yiğitler köyü yakınlarında gözlenir. Bentonitik killer %35 oranından fazla kalsiyum montmorillonit minerali içerir. Kıbrıs bentonitleri sadece düşük şişme potansiyelli Kalsiyum montmorillonitten oluşur. Yüksek şişme potansiyelli Sodyum montmorillonit içermezler. Buna rağmen Bentonitik Killer, Kıbrısta bulunan en yüksek şişme potansiyeli gösteren killerdir.
- 2- Mamonia kompleksi killeri : Adanın güney batısında Baf kasabası yakınlarında gözlenen, Orta Triyas - Üst Kretase yaşlı Mamonia kompleksi magmatik-volkanik, tortul ve metamorfik kayalarından oluşmuştur. Ortatepe formasyonunun tesiri ile şişme özelliği kazandığı için Bentonitik killere göre daha düşük şişme potansiyeli gösterir.
- 3- Değirmenlik grubu killeri : Değirmenlik grubu genellikle türbiditlerden oluşur. Aşağıdan yukarıya doğru çakıl, konglomera, greyvak, marn ve genellikle abisal türbiditler, sıg ortam tebeşirleri, marn, kireçtaşı ve jipslerle tamamlanır. Bu grup sadece KKTC sınırları içerisinde gözlenir ve Girne dağlarının kuzey ve güney yamaçlarını doğudan batıya tamamıyla kaplar. Değirmenlik grubu; Dağyolu, Yılmazköy, Yazılıtepe ve Mermertepe formasyonlarından oluşur. Bu grubun değişik formasyonları içerisinde bulunan bir kaç metreden onlarca metreye ulaşan killi birimleri değişik şişme potansiyeli gösterir. Yazılıtepe ve Yılmazköy formasyonları yüksek - çok yüksek, Dağyolu 2 formasyonu orta - yüksek ve Dağyolu 1 formasyonu orta şişme potansiyeli gösterir.
- 4- Lefkoşa formasyonu killeri : Adanın ortasında doğudan batıya doğru bir kuşak gibi ve güneybatı ile batısında yüksek ve çok yüksek şişme potansiyeli gösteren aşırı konsolide killer (yüksek oranda smektit içeren) Pliyosen yaşlı Lefkoşa formasyonu içerisinde oluşur ve Lefkoşa, Gazimağusa, Larnaka ve Poli gibi büyük yerleşim yerlerinde bulunur. Lefkoşa'nın ve Gazimağusa'nın güney kısımlarını tamamıyla kaplar. Lefkoşa formasyonu genellikle kalkarenit ve marnlardan oluşur. İçerisinde çakıl, kireçtaşı ve konglomeralar da bulunur. Yüksek oranda montmorillonit ve daha düşük oranda illit ve kaolin kil mineralleri içerir. Bazı araştırmacılar Çamlıbel formasyonunu ayrı, bazıları ise Lefkoşa formasyonu içerisinde göstermektedirler. Pleyistosen yaşlı Apolos ve Gürpınar formasyonlarının bazı seviyeleri de kil içerir.
- 5- Alüvyon killeri : Çakıl, kum, silt ve killerden oluşan Holosen yaşlı ve güncel alüvyonları Mesarya ovasında, genellikle Lefkoşa, GaziMağusa ile doğu ve batı kıyılarda çok yaygındır. Alüvyon-

lar, gevşek ve orta sıkı çakıl ve kum ile yumuşak ve orta sert silt ve killer içerir. Alüvyonlar genellikle düşük oranda kil materyali içerir. Alüvyonlar da yüksek oranda montmorillonit içerir. Düşük ve orta plastisite potansiyeli gösterir.

**ABSTRACT.-** *Cyprus with an area of 9,251 km<sup>2</sup> is the third biggest island in the Mediterranean sea, and the biggest island in the Eastern Mediterranean region. Turkish Republic of Northern Cyprus (TRNC) covers an area of 3,299 km<sup>2</sup>. The Island geographically is located in the center of the triple junction of three continents Europe, Asia and Africa.*

*Cyprus is divided into three main features stretching in an almost east-west direction, namely from north to south the Kyrenia range the Mesaoria plane and the Troodos range. There is no concensus on the geological division of the island. Cyprus is mainly divided into between three to five geological zones by different researchers. Cyprus may be divided into three main geological zones from north to south according to its topography; the Kyrenia zone, Mesaria zone, and the Troodos zone.*

*Cyprus may also be divided into six geological zones according to geological evolution and emplacement of its geological units: (1) Troodos zone or the Troodos Ophiolite, (2) Kyrenia zone, (3) Mamonnia zone or Mamonnia complex, (4) South Cyprus zone, (5) Mesaria zone, and (6) Holocene-Recent Alluviums.*

- 1- Troodos zone or the Troodos Ophiolite: The geological evolution of Cyprus started with the formation of the Troodos Ophiolite in Upper Cretaceous (90 Ma) due to the subduction of the African plate beneath the Eurasian plate. Troodos Ophiolite comprises of plutonic, intrusive and volcanic rocks. It covers the Troodos range in the southern central part of the island.*
- 2- Kyrenia zone: Kyrenia zone may be divided into two subzones. The first subzone is composed of autochthonous sedimentary rocks of Upper Cretaceous to Middle Miocene (67-15 Ma). The Kythrea group is within this zone. The second subzone is composed of allochthonous massive and recrystallised limestones, dolomites and marbles of Permian-Carboniferous to Lower Cretaceous age (350-135 Ma) which have been thrust southward to their present position in Miocene (10-15 Ma).*
- 3- Mamonnia zone or Mamonnia complex: The allochthonous Mamonnia zone or Mamonnia complex comprises of igneous-volcanic, sedimentary and metamorphic rocks of Middle Triassic to Upper Cretaceous (230 to 75 Ma) age. During the Maastrichtian the movement to Cyprus took place. It only near crops out Paphos in the south west part of South Cyprus.*
- 4- South Cyprus zone: In the south of Cyprus, sedimentary rocks ranging in age from Upper Cretaceous to Miocene, are extensively exposed in an area extending between the south of the Troodos Ophiolite and the south coast from Larnaka in the east to Paphos in the west and less extensively in the north of Troodos Ophiolite. This zone is composed of mostly chinks, clays, marls and gypsum. Bentonitic Clays, Lefkara, Pakhna and Kalavassos formations are also present within this zone.*
- 5- Mesaria zone: The Mesaoria Zone is located between the Kyrenia and Troodos ranges and consists of rocks of deep and shallow marine environment of marl, sandy marl, calcarenites and ter-*

*racés belonging to Pliocene and Pleistocene ages. They outcrop at the Mesaoria plane, southern slopes of the Kyrenia range and are spreading towards the Troodos mountains. Nicosia and Athalassa formations are within this zone.*

- 6- *Holocene-Recent Alluviums: The alluviums Holocene to recent in age containing gravel, sand, silt, and clay are widespread in the Mesaria plain, especially at Nicosia and Famagusta and at the east and west coast as well as the stream beds all over the island.*

*Clays of Cyprus occurred as a result of the alteration of the Troodos ophiolite and the pelagic sedimentary cycles that followed in the post Cretaceous period. The limestones and dolomites of the Kyrenia zone and chalks of the South Cyprus zone and biogenic origin have caused the development of the high calcium carbonate bearing marls.*

*Clays of Cyprus can be divided into five groups*

- 1- *Bentonitic clays : The bentonitic clays occurred as the first clays of Cyprus due to alteration of the pillow lavas of the Troodos ophiolite. Bentonitic clay occurrences are mainly found in Kathikas-Moni and Kannaviou formations in the south part of the Troodos ophiolite at the boundary of the pillow lavas with the postvolcanic sediments and are widespread at Paphos in the west, less widespread at Moni near Limassol, at the south and at Paralimni at the south of Famagusta at the east. In south Cyprus, it reaches a thickness of more than 300 metres. It is only found near Yiğitler village in TRNC. Bentonitic clays contain more than 35 % low swelling potential calcium montmorillonite. They do not contain Sodium-montmorillonite with high swelling potential. Despite that Bentonitic clays exhibit the highest swelling potential of Cyprus clays.*
- 2- *Clays of Mamonia complex : In the south western part of the island near Paphos, igneous-volcanic, sedimentary and metamorphic rocks of the Mamonia Complex of Middle Triassic to Cretaceous ages also contain clays of swelling potential; however, swelling potential is much less than in the bentonitic clays because, their swelling potential is acquired from the Kannaviou formation.*
- 3- *Clays of Kythrea group : The Kythrea group mostly contains turbiditic rocks. The Group, consists from bottom to top, gravel, conglomerates, greywacke, marl, and mostly abyssal turbidites with a shallow environmental chalk, marl, limestone, and gypsum. The group is only observed in TRNC and has a complete coverage of the northern and southern slopes of Kyrenia range from east to west. The Kythrea group consists Mia Milea, Skylloura, Lapatza (Pre-evaporitic) and Lapatza (evaporitic) formations. The clayey units of several metres thickness to tens of metres thickness in the different formations of the group exhibit different swelling potential. Lapatza (Pre-evaporitic) and Skylloura formations exhibit high to very high, Mia Milia 2 intermediate to high, and Mia Milia 1 intermediate swelling potential.*
- 4- *Clays of Nicosia formation : In the middle of the island from east to west a belt like and in the southwest and west, overconsolidated clays with high to very high swelling potential (those that contain large amounts of smectite) occur in geologic units of Nicosia formation of Pliocene age and are extensively exposed in main settlements like Nicosia, Famagusta, Larnaka and Polis. The southern parts of Nicosia and Famagusta are completely covered by this formation. The Nicosia*

*formation mainly contains calcarenites and marls. Gravels, limestones and conglomerates are also present in this formation. This formation contains high amount of montmorillonite with lesser amount of kaolinite and illite. Some researchers describe the Myrtou formation separate while others describe it together with the Nicosia Formation. Some units of Apolos and Athalassa formations of Pleistocene age also contain clays.*

- 5- *Alluvium clays : The alluviums, Holocene to recent in age containing gravel, sand, silt, and clay are widespread in the Mesaria plain, especially at Nicosia and Famagusta and at the east and west coasts. They comprise loose - medium dense gravel and sand, and soft - firm silt and clays. The alluviums mostly contain low amounts of clay size material. The alluviums also contain high amount of montmorillonite. These clayey soils have low to medium swelling potential.*

## Jabal Sis, Kehlat (Şam, Suriye) Zeolit Oluşumlarının Mineralojisi ve Petrografisi

### *Mineralogy and Petrography of Zeolit Occurrences in Jabal Sis, Kehlat (Damascus, Syria)*

**Haşim AĞRILI\* ve Mustafa ALBAYRAK\*\***

\*MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt ve Arama Dairesi

\*\*MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi

**ÖZ.-** Zeolit oluşumları Suriye'nin güneyinde, Şam'ın güneydoğusunda, Jabal Sis, Kehlat mevkiinde genç volkanik birimlerle örtülü bir alanda gözlenmektedir. Sahadan tarafımızdan derlenen örnekler üzerinde mineralojik ve petrografik çalışmalar MTA laboratuvarlarında yapılmıştır.

Yörede, Alt Pliyosen yaşlı alkali olivin-bazaltlar (Zaif fm.), Üst Pliyosen yaşlı zeolit ve olivin içrikli piroklastikler (Sis fm), Alt Pleistosen yaşlı alkali olivin-bazalt lavı (Basar fm.), Alt Holosen yaşlı alkali olivin-bazalt lavı (Raquad fm.) gözlenmektedir.

Zeolit oluşumları Sis formasyonu içinde gözlenmektedir. Formasyon; kristal vitrik tuf, vitrik tuf ve litik tüften oluşmaktadır. Tuf içinde piroksen porfiroidleri, mikritik, subofitik dokulu kayaç parçacıkları ve idingsitleşmiş olivin mineralleri yer almaktadır. Bağlayıcı volkanik cam zeolitleşmiş, kloritleşmiş ve demir oksit ve hidroksitlerle boyanmıştır.

Derlenen örneklerden yapılan XRD çalışmaları sonucunda birimi oluşturan zeolitlerin filipsit, şabazit ve analcim oldukları anlaşılmıştır. Bu minerallere olivin karışık katmanlı kil, kalsit, feldspat ve amorf malzeme eşlik etmektedir.

**ABSTRACT.-** Zeolite occurrences are located south of Syria, southeast of Damascus in the Jabal Sis, Kehlat area. The area is covered by young volcanic rocks. Mineralogical and petrographical works have been conducted on the samples collected from this area. Laboratory studies were carried out in the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), Ankara, Turkey.

Lower Pliocene alkaline olivine basalts (Zaif fm.) Upper Pliocene zeolite and olivine bearing pyroclastics (Sis fm.), Lower Pleistocene alkaline olivine basalts (Basar fm) and Lower Holocene alkaline olivine basalt lavas are the volcanic rocks present in the area.

Zeolite occurrences are in the Sis fm. The Sis formation consists of crystal tuff, vitric tuff and lithic tuff. These tuffs include porphyroid pyroxenes, micrites, idingsitized olivine bearing rocks fragments with ophitic texture. Matrix of these tuffs has been changed into zeolite and chloride minerals. They have been coloured by ferric oxide, hydroxide minerals.

The results of XRD studies showed that zeolite minerals are philipsite, chabasite and analcime. Other minerals detected are olivine, mixed layered clays, calcite, feldspats.

## Kuzeybatı Anadolu'daki Bitümlü Şeyllerin Organik Jeokimyasal Özellikleri

### *Organic Geochemical Characteristics of Oil Shales in Northwest Anatolia*

**Reyhan KARA GÜLBAY ve Sadettin KORKMAZ**

*KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon*

**ÖZ.-** Bu çalışmada Beypazarı (Ankara), Seyitömer (Kütahya), Himmetoğlu (Bolu), Hatıldağ (Bolu), Gölpazarı (Bilecik) ve Bahçecik (İzmit) bölgelerinde (KB Anadolu) yer alan Tersiyer yaşlı bitümlü şeyllerin organik jeokimyasal özellikleri incelenmiştir.

Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylleri sırasıyla ortalama % 8.91, 9.17, 15.81, 4.75, 5.17 ve 7.15 gibi oldukça yüksek TOK (Toplam Organik Karbon) değerlerine sahiptirler. Genel olarak bütün sahalara ait bitümlü şeyller sırasıyla 822, 648, 723, 720, 781, 812 mgHC/gTOK gibi yüksek Hİ (Hidrojen İndeksi) ve 30, 55, 39, 30, 43, 15 mgCO<sub>2</sub>/gTOK gibi düşük Oİ (Oksijen İndeksi) değerleri göstermektedirler. Piroliz/TOK analiz sonuçlarına göre Beypazarı, Himmetoğlu, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylleri Tip I kerojen, Seyitömer ve Hatıldağ bitümlü şeylleri ise baskın olarak Tip I, az oranda da Tip II kerojen içermektedir. Tmax değerleri, bütün sahalara ait bitümlü şeyllerin olgunlaşmadığını göstermektedir.

Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeyllerinin GC (Gaz Kromatografi) analizi sonucunda elde edilen gaz kromatogramlarında sadece C17 ve C18 n-alkanlar kaydedilmiş, diğer n-alkanlar tespit edilmemiştir. Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyllere ait gaz kromatogramlarında genellikle düşük numaralı n-alkanların daha baskın olduğu bimodal bir dağılım gözlenmektedir. Böyle bir dağılım, bu bitümlü şeyllerin baskın olarak algal ve daha az oranda karasal organik madde içerdiğini göstermektedir. Pr/Ph oranına göre Beypazarı, Seyitömer ve Hatıldağ bitümlü şeylleri anoksik; Himmetoğlu, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylleri ise suboksik bir ortamda çökelmiştir.

GC-MS (Gaz Kromatografi-Kütle Spektrometre) analizi ile elde edilen m/z 217 ve m/z 191 kütle kromatogramından hesaplanan biyomarker parametreleri bitümlü şeyllerin olgunlaşmamış organik madde içerdiğini işaret etmektedir. Tuzluluğa işaret eden gamaseran, Beypazarı sahası dışındaki bitümlü şeyller için kaydedilmiştir. Diğer biyomarker parametreleri de dikkate alındığında, bütün bitümlü şeyllerin tuzlu bir çökme ortamında oluştuğu ortaya çıkmaktadır. Genel olarak veriler, bütün bitümlü şeyllerin gösel bir ortamda çökeldiğini göstermektedir. Bununla birlikte, yalnız Seyitömer bitümlü şeylleri için kaydedilen iz miktardaki C30 steran denizel katkıya işaret etmekte ve bu muhtemelen zaman zaman denizel etkiye maruz kalan gösel bir çökme ortamının söz konusu olabileceğini ortaya koymaktadır.

**ABSTRACT.-** *In this study, organic geochemical characteristics of the Tertiary aged oil shales in Beypazarı (Ankara), Seyitömer (Seyitömer), Himmetoğlu (Bolu), Hatıldağ (Bolu), Gölpazarı (Bilecik) and Bahçecik (İzmit) areas (NW Anatolia) have been examined.*

*The oil shales in all the studied areas have significantly high TOC (Total Organic Carbon) as 8.91, 9.17, 15.81, 4.75, 5.17 and 7.15 % mean values, respectively. In general, they are typical with high HI (Hydrogen Index) as 822, 648, 723, 720, 781, 812 mg HC/gTOC and low OI (Oxygen Index) 30,*

55, 39, 30, 43, 15 mgCO<sub>2</sub>/gTOC mean values, respectively. Pyrolysis/TOC analysis results indicate that Beypazarı, Himmetoğlu, Gölpazarı and Bahçecik shales contain only Type I kerogen. Seyitömer and Hatıldağ, however, minor amounts of Type II kerogen in addition to Type I kerogen. Tmax values for these shales indicate that they are all immature.

Gas chromatograms of Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı and Bahçecik shales show a bimodal distribution dominated with low number n-alkanes. Such a distribution indicates that these shales are composed predominantly of algae and minor amounts of terrestrial organic matter. Pr/Ph ratios of the oil shales suggest that an anoxic depositional environment for the Beypazarı, Seyitömer and Hatıldağ shales, and a suboxic environment for the Himmetoğlu, Gölpazarı and Bahçecik oil shales deposited.

The biomarker parameters calculated using m/z 217 and m/z 191 mass chromatograms obtained by GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) analysis indicate that the oil shales include immature organic matter. Gammacerane, a typical biomarker for saline depositional environment, has been determined for all shales except those from the Beypazarı area. When other biomarker parameters are taken in to account, it is apparent that all shales deposited in saline environments. In general, the data gained, indicate lacustrine depositional environments for the oil shales in all the studied areas. However, trace amounts of C<sub>30</sub> sterane found in only oil shales from the Seyitömer area indicate marine input and suggest probably lacustrine depositional environment that was occasionally inundated by the sea.

**Karstik Karbonatlı Kayaçlar Üzerinde Gelişen  
Terra Rossa Oluşumlarının Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri,  
Anamasdağları, Isparta**  
*Mineralogical-Geochemical Characteristics and Origin of Terra Rossa  
Occurrences Developed by Karstic Process on Carbonate Rocks,  
Anamasdağları, Isparta*

**Oya CENGİZ\*, Mustafa KUŞCU\* ve Selahattin KADİR\*\***

\*Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Batı Kampusu, 32260, Çünür-Isparta  
(ocengiz@mmf.sdu.edu.tr, mkuscu@mmf.sdu.edu.tr)

\*\*Osmanğazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26480, Meşelik-Eskişehir

**ÖZ.-** Çalışmanın amacı, Akdeniz iklim kuşağında Toroslar bölgesinde yaygın görülen terra rossa oluşumlarının, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini ortaya koyarak oluşumunu belirlemektir. Terra rossa oluşumları, Anamasdağları'nın Sindel alanında 1.5 km<sup>2</sup> ve Pınarbaşı sahasında ise 1 km<sup>2</sup> yayılım göstermekte olup, kalınlığı 3 m'ye ulaşmaktadır. Terra rossa toprak örnekleri üzerinde X-Ray difraktometre ve taramalı elektron mikroskobu ile mineralojik ve ICP-MS ve ES ile ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır.

Sindel ve Pınarbaşı sahalarındaki terra rossa oluşumları, Kretase-Alt Paleosen yaşlı Anamasdağı formasyonunu oluşturan dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşlarında gelişmiş olup karstik çukurluklarda (dolin) örtü ve kırık-çatlaklarda dolgu biçiminde gözlenmektedir. Bu sahalardaki terra rossa toprakları üzerinde yapılan renk analizi sonucunda, Munsell renk skalasına göre, terra rossalar, genellikle sarımsı-kırmızı (5YR), kırmızı (2.5YR), kırmızımsı-kahverengi (5YR), koyu ve açık kırmızımsı-kahverengi (5YR) olarak bulunmuştur. Her iki sahanın terra rossalarının mineral birliğinin kaolinit, illit, hematit, az miktarda smektit, karışık tabakalı kil mineralleri, kuvars, plajiyoklas, alkali feldspat, amfibol, klorit, tridimit, amorf malzeme, opal-CT ve vermikülitten oluştuğu belirlenmiştir. Terra rossa materyalleri amorf bileşenler ve camsı bir hamurdan oluşmuştur.

Araştırılan alanın terra rossa oluşumlarının ana oksit içerikleri değerlendirildiğinde, bütün ana oksitlerin yüzeyden derine doğru çok az bir artış gösterdiği belirlenmiş, ancak belirgin bir fark gözlenmemiştir. Ana oksitlerin miktarca dağılımı, ortalama olarak CaO %0.66, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %22.02, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %8.80, MgO %1.08, Na<sub>2</sub>O %0.56, K<sub>2</sub>O %2.57, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> %0.21, TiO<sub>2</sub> %1.07 şeklinde elde edilmiştir. Terra rossa topraklarındaki iz element değerleri, Mn 1450 ppm, As 21 ppm, Hg 20.1 ppm, Ba 238 ppm, Sr 37.2 ppm, Ni 84.5 ppm, Co 23.1 ppm, Cr 80.1 ppm, Pb 45 ppm, Zn 101 ppm, Cu 33.6 ppm, La 98.4 ppm, Sc 9.80 ppm, Th 26.9 ppm ve V 137 ppm olarak belirlenmiştir. Bu değerler, Hırvatistan, Slovekye, Güney Dalmaçya ve İsrail gibi Akdeniz ülkelerinin terra rossa topraklarının iz element içerikleri ile karşılaştırıldığında, çalışma sahasının terra rossalarının Mn, Ti, As, La ve Th element içeriklerinin diğer ülkelere göre daha yüksek olduğu, Ba, Sr ve Hg elementlerince daha düşük ve Ni, Co, Cr, Pb, Zn, Cu, Sc ve V elementlerince benzer konsantrasyonlara sahip olduğu saptanmıştır. İnceleme alanının terra rossalarının çoğunlukla üzerinde yer aldığı kireçtaşlarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, Al, K ve iz element içeriklerinin yüksek olması, asidik ya da ortaç bir magmatik kayacın da terra rossaya kaynak olabileceğini düşündürmektedir.



**ABSTRACT.-** *The aim of this research is to establish the mineralogical-geochemical properties and origin of terra rossa occurrences in the Central Taurus, which are developed on karstic terrains in carbonate bedrocks under the Mediterranean climate conditions. The terra rossa soils are found in approximate 1.5 km<sup>2</sup> in the Sindel area and in approximate 1 km<sup>2</sup> in the Pınarbası area of Anamasdağları. Their thickness is approximately 3 m, with some variations. Terra rossa soils were analyzed for mineralogical determinations using X-ray diffractometry and scanning electron microscopy methods and for major, trace and rare earth elements by ICP-MS and ES methods.*

*Terra rossa soils in the Sindel and Pınarbası areas are observed as topsoil cover in karstic depressions and as filling in fractures, which are developed on and within dolomite, dolomitic limestone and limestone of the Cretaceous-Lower Paleocene.*

*According to Munsell color chapter, color analysis for terra rossa soils in these areas was made and the color of terra rossa was found as generally yellowish-red (5YR), red (2.5YR), reddish-brown (5YR), dark and light reddish-brown (5YR). Terra rossa is clay and silty clay-sized material. Mineral assemblage of both areas are composed of kaolinite, illite, hematite, little smectite, mixed layer clay minerals, quartz, plagioclase, alkaline feldspar, amphibole, chlorite, tridimite, amorphous material, opal-CT, and vermiculite. Terra rossa clay-size materials contain generally amorphous components composed of a glassy matrix.*

*Major oxide concentrations show insignificant variations with increasing depth within the terra rossa occurrences in the study area. Contents of major oxides have average values of CaO 0.66%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 22.02%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8.80%, MgO 1.08%, Na<sub>2</sub>O 0.56%, K<sub>2</sub>O 2.57%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.21%, and TiO<sub>2</sub> 1.07%. The average values of concentrations of trace and rare earth elements in the terra rossa soils are: Mn 1450 ppm, As 21 ppm, Hg 20.1 ppm, Ba 238 ppm, Sr 37.2 ppm, Ni 84.5 ppm, Co 23.1 ppm, Cr 80.1 ppm, Pb 45 ppm, Zn 101 ppm, Cu 33.6 ppm, La 98.4 ppm, Sc 9.80 ppm, Th 26.9 ppm, and V 137 ppm. When these values are compared with those of trace and rare earth elements in the terra rossa soils of Croatia, Slovenia, south Dalmatian, and Israel, the contents of Mn, Ti, As, La, and Th in the terra rossa soils of the study area have higher mean values. The samples from the study area have lower mean values for Ba, Sr, and Hg and similar concentrations for Ni, Co, Cr, Pb, Zn, Cu, Sc, and V compared to those from the above-mentioned countries.*

*The terra rossa mineralization is thought to have formed from carbonate rocks. In addition, due to the abundance of Al, K, and some trace elements, it was interpreted to have derived from acidic or intermediate magmatic rocks.*

## Türkiye’de Farklı Ortam ve Koşullarda Oluşmuş Sepiyolit-Paligorskit Minerallerinin Denge Koşulları

### *Equilibrium Conditions of Sepiolite-Palygorskite Minerals Formed In Different Environments and Conditions in Turkey*

Ünal ÖZBAŞ, Rezan BİRİSOY

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Böl., 35100 Bornova-İzmir

**ÖZ.-** Sepiyolit-paligorskit grubu kil mineralleri bir çok jeolojik ortamda oluşabilirler fakat diğer kil mineralleri gibi yaygın olarak bulunmazlar. Farklı köken ve oluşum ortamlarına sahip sepiyolit-paligorskit oluşumlarına Türkiye’de birçok bölgede rastlanmaktadır. Bu mineraller, ekonomik değere sahip olmalarının yanında, oluştukları ortam koşulları hakkında bilgi vermeleri ve paleo-iklim belirleyici özelliklerinden dolayı oldukça önem taşırlar.

Sepiyolit-paligorskit ve ilgili minerallerin oluşum mekanizma ve kimyasal ortam koşullarını saptamak ve etkin olan değişkenleri sayısal olarak belirlemek amacıyla,  $MgO-Al_2O_3-SiO_2-CaO-H_2O-CO_2-HCl$  sisteminde  $\log(a_{Mg}^{2+}/a_H^{2+})$  ve  $\log a_{H_4SiO_4}$  değişkenlerine göre farklı  $\log(a_{Al}^{3+}/a_H^{3+})$  değerlerinde denge aktivite diyagramları hesaplanmıştır. Karbonat minerallerinin oluşumlarında yer almaları ve oluşan fazları kontrol etmeleri nedeniyle magnezit ve dolomitin duraylılık limitleri diyagramlarda kullanılmış, kalsit doygun faz olarak kabul edilmiştir. Çakıltaşları içerisinde magnezit çakıllarının diyajenetik dönüşümüyle oluşan yumrulu sepiyolitlerin bulunduğu Eskişehir-Karatepe; yumrulu sepiyolitlerle birlikte çakıltaşlarının çimentosunda paligorskit oluşan Konya-Yunak; dolomitler arasında organik maddece zengin tabakalı sepiyolitlerin bulunduğu Sivrihisar-İlyaspaşa; denizel istifte sepiyolit ve paligorskitin birarada ve ayrı ayrı olduğu Malatya-Hekimhan ve karasal göl ortamında karbonatlarla paligorskitin tek başına bulunduğu Sivas-Çetinkaya bölgelerindeki oluşumlar bu diyagramlarda değerlendirilmiştir. Birbirlerinden farklı oluşum koşullarına, mekanizmalarına ve mineral parajenezlerine sahip olan bu bölgeler, Türkiye’de bulunan diğer sepiyolit ve paligorskit oluşumlarına benzerlik sunarlar.

Sepiyolit ve paligorskit mineralleri doğrudan çözüldüden kristalleşebildikleri gibi varolan bir mineralin diyajenetik dönüşümüyle de oluşabilirler. Sepiyolit ve paligorskit oluşumlarını etkileyen en önemli değişkenler ortamın pH’sı (alkalinitesi), alüminyum aktivitesi, silisyum aktivitesi ve ortamdaki karbonatın türü olarak belirlenmiştir. Özellikle alüminyum aktivitesi mineral parajenezini etkilemektedir. Oluşumları için gereken iyonlar çevredeki ofiyolitik kayaçların ayrışması ve mafik minerallerin alkali ortamlarda çözünmesi sonucu çözültüye karışmasıyla sağlanır. Hesaplanan sepiyolit formülleri kullanılarak bölgelere göre hazırlanan duraylılık diyagramları mineralin saflığı bozuldukları duraylılık alanının azaldığını göstermektedir.

**ABSTRACT.-** *Sepiolite-palygorskite group clay minerals occur in various geological environments but they are not found as common as other clay minerals. Sepiolite-palygorskite occurrences having different origins and formation environments exist in many regions in Turkey. Those minerals take*

quite importance because of having economical values, giving informations about formation conditions and paleo-climate.

Equilibrium activity diagrams were calculated in the system of  $MgO-Al_2O_3-SiO_2-CaO-H_2O-CO_2-HCl$  with respect to  $\log (a_{Mg}^{2+}/a_H^+)$  versus  $\log a_{H_4SiO_4}$  at various  $\log (a_{Al}^{3+}/a_H^+)$  values to determine the formation mechanism and chemical conditions of sepiolite-palygorskite and related minerals and to designate functioning variables as numerical values. Carbonate minerals are present in occurrences and control the existing phases therefore stability limits of magnesite and dolomite were used in the diagrams and calcite was accepted as saturated phase. The occurrences which are nodular sepiolites in conglomerates formed by diagenetic transformation of magnesite pebbles in Eskişehir-Karatepe; palygorskites formed in the matrix of the conglomerates with nodular sepiolites in Konya-Yunak; organic matter rich bedded sepiolites interstratified with dolomite in Sivrihisar-İlyaspaşa; sepiolite and palygorskite found together or separately in marine basin in Malatya-Hekimhan and palygorskites formed alone with carbonates in lacustrine lake environment in Sivas-Çetinkaya were evaluated in the diagrams. Those regions show similarities to other sepiolite palygorskite formations in Turkey and have different formation conditions, mechanism and mineral assemblages from each other.

Sepiolite and palygorskite minerals can be formed by crystallization directly from solutions and diagenetic transformations of precursor minerals. The most important variables effecting the formations of sepiolite and palygorskite are pH (alkalinity) of the environment, aluminum activity, silica activity and type of the carbonate. Especially, aluminum activity influences the mineral assemblages. The ions required for the formations are provided from surrounding area by weathering of ophiolitic rocks and dissolution of mafic minerals in alkaline environment. Stability diagrams prepared for the regions by using calculated sepiolite formulas show that the stability field of the mineral reduces while pureness of the mineral decreases.

## Farklı Sepiyolit-Paligorskit Oluşumlarının Taramalı Elektron Mikroskopta İncelenmesi *Scanning Elektron Microscope Investigations of Different Sepiolite Palygorskite Formations*

**Ünal ÖZBAŞ, Rezan BİRSOY**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Böl., Bornova-İzmir*

**ÖZ.-** Türkiye’de farklı bölgelerde ve ortamlarda oluşmuş sepiyolit ve paligorskit minerallerinin mikromorfolojik özelliklerini belirlemek, oluşumların benzer ve farklı yanlarını ortaya koymak, oluşum şekillerine ve diyajenetik dönüşümlerine açıklık kazandırmak amacıyla taramalı elektron mikroskop (SEM) çalışmaları gerçekleştirilmiştir. SEM ve EDX (Enerji saçınımlı X-ışını spektrum) incelemeleriyle minerallerin kristal morfolojileri, kimyasal bileşimleri, boyutları, ve diğer minerallerle olan dokusal ilişkileri belirlenmiş ve farklı oluşumlar karşılaştırılmıştır.

Lületaşı olarak da bilinen yumrulu sepiyolitler Eskişehir’de Neojen çakıltaşları içerisinde, magnezit çakıllarının diyajenetik dönüşümüyle oluşmuştur. Kimyasal bileşimleri oldukça saf, 2-6 m uzunluğunda, birbirine karışmış, sık lif demetlerinden oluşan bir yapıya sahiptirler. Magnezit çakıllarının erime boşluklarında ağısı yapıdaki liflerin kriptokristalen magnezitlerin üzerine sardığı ve bazı kısımlarında seyrek lifler olarak üzerinde büyüdüğü gözlenmiştir. Çakıltaşlarının çimentosunda detritik minerallerin ve karbonatların üzerini saran ağörgülü sepiyolitler boşluklarındaki çözültiden kristalleşerek oluşmuşlardır. Benzer özelliklere sahip sepiyolit oluşumları Konya-Yunak bölgesinde de gözlenir. Ancak bu bölgedeki çakıltaşı çimentosunda diğer minerallerin üzerini kaplayan ağörgüsü yapıda paligorskit mineralleri oluşmuştur. Paligorskitler boşluklarda iyi kristalleşmiş, ağaç dalları gibi örgülü ve bükülmüş, bazen 30 m’yi bulan uzunlukta ipliğimsi liflerden oluşur.

Orta Anadolu’da geniş alanları kaplayan Neojen havzalarında killi-karbonatlı kayaçların üst seviyelerinde, dolomitlerle birlikte, organik maddece zengin sedimanter sepiyolit oluşumları oldukça yaygındır. İlyaspaşa ve Yenidoğan (Sivrihisar) mercceklerinde sepiyolitler laminasyona paralel, sık ağörgülü yapıda ve uç kısımlarında 2-4 m boyunda gelişigüzel uzamış seyrek lifler olarak gözlenirler. Dolomitli sepiyolitlerde ağörgülü lifler yarıözşekilli romboedrik dolomit kristallerinin etrafında gelişmiş matriks görünümündedir. Diyajenetik aşamada çatlak ve gözeneklerde sepiyolitlerin üzerinde gelişen paligorskitler az miktarda bulunurlar. Uzun, kıvrımlı morfolojisi ve yüksek Al içeriğiyle ayrıtılır.

Üst Kretase-Tersiyer yaşlı denizel Hekimhan (Malatya) havzasının killi-karbonatlı kayaçlarında değişen miktarlarda paligorskit minerali bulunur. Paligorskitler, karbonatların etrafında ağısı ve lifsi yapısıyla çimento malzemeyi oluştururlar. Romboedrik karbonat kristalleriyle birlikte oluştuklarını gösteren uyumlu lif ve lif yığınlarına sahiptirler. Gözeneklerde, kalsit ve dolomit minerallerin üzerinde büyüyen iyi kristalleşmiş ipliğimsi lifler, aynı yönde veya yelpaze biçimli lif demetleri diyajenetik olarak oluşmuşlardır. Kimyasal bileşimlerinde Mg ve Si elementlerinin yanında Al ve önemli miktarda da Fe içerirler. Bazı seviyelerde paligorskitle beraber bulunan sepiyolitler genelde karbonatlar ve paligorskitler üzerinde gelişmiş, kısa, ipliğimsi karakterdedir.

**ABSTRACT.-** *Sepiolite and palygorskite minerals formed different regions and conditions in Turkey have been studied by scanning electron microscope (SEM) to determine their micromorphological properties, to exhibit similarities and differences of occurrences and to clarify the formation and diagenetic transformations of the minerals. Crystal morphologies, chemical compositions, dimensions, and textural relationships of the minerals were determined and compared by the SEM and EDX (Energy dispersive X-ray spectrum) investigations.*

*Nodular sepiolites also known as meerschaum were formed by diagenetic transformations of magnesite pebbles in Neogene conglomerates in Eskişehir. They have quite pure chemical compositions, interwoven bundles of 2-6 m length fibers. Meshwork structures of fibers cover the cryptocrystalline magnesites or developed as rare fibers in the dissolution voids of the magnesite pebbles. Network like sepiolites coating detritic minerals and carbonates were formed by direct crystallization from solutions in the cement of conglomerates. Sepiolite occurrences having similar properties are observed at Konya-Yunak region. However, at that region, meshwork like palygorskite minerals covering the other minerals were formed in the cement of conglomerates. Palygorskites consist of well crystallized, branch-like fibers and sometimes reach up 30 m length bended thread-like fibers in the voids.*

*Organic matter rich sedimentary sepiolite occurrences with dolomites are common in upper parts of the clayey-carbonaceous rocks of Neogene basins covering wide areas in the Central Anatolia. Sepiolites from İlyaspaşa and Yenidoğan (Sivrihisar) lenses have interwoven meshwork structure parallel to the lamination and rare, random fibers developed on them. In dolomite bearing sepiolites, meshwork fibers are observed as a matrix around the subhedral rhombohedral dolomite crystals. Palygorskites are rarely found as developed on sepiolites in cracks and pores during the diagenesis. They are recognized by long, bended fibers and high Al content.*

*Palygorskites are found in the clayey-carbonaceous rocks of Upper Cretaceous-Tertiary aged marine Hekimhan (Malatya) basin. Meshwork fibers of palygorskites form the matrix material around the carbonates. Convenient fibers and bundles of fibers with rhombohedral carbonate crystals show that they are formed together. Palygorskites, developed on calcite and dolomite crystals as thread-like fibers, bundle of fibers in the same direction or radial, were formed by diagenetically in the pores. Chemical compositions consist of significant amount Al and Fe besides the Mg and Si elements. Sepiolites found together with palygorskites at some levels generally developed on carbonates and palygorskites as short thread like fib.*

**MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ OTURUMU**  
*ENGINEERING GEOLOGY SESSION*

## **Akköprü Barajı ve HES Rezervuar Kaplama Alanı Perde Enjeksiyonu Deneme Çalışmaları**

### *Trial Grouting for Grout Curtain of Blanket Area in Reservoir of Akköprü DAM and HEPP*

**Mücahit EREN**

*DSİ Genel Müdürlüğü – Ankara (mucahite@dsi.gov.tr, mucahite@gmail.com)*

**ÖZ.-** Aşağı Dalaman Projesi kapsamında, Dalaman çayı (Muğla) üzerinde yapımı devam etmekte olan Akköprü baraj yerinde temel kayası Marmaris peridotiti. Göl alanında Marmaris peridotiti, Gökseki filişi, Aktaş kireçtaşı, teras ve alüvyon birimleri yer almaktadır. Karstik ve geçirimli özelliği nedeniyle rezervuar alanındaki Aktaş kireçtaşı biriminin maksimum su seviyesi altında kalan kısmının kaplanması, aynı bölgede yer alan teras biriminin enjeksiyon perdesi ile Gökseki filişine bağlanması projelendirilerek mansaba olabilecek su kaçaklarının önlenmesi öngörülmüştür. Projeye göre kaplanacak alan 320 000 m<sup>2</sup> civarında olup enjeksiyon perdesi 1179.47 m uzunluğunda tek sıradaki 2 m aralıklı kuyulardan oluşmaktadır.

Kaplama alanı şev düzenleme çalışmalarının yanı sıra yapımına başlanılan enjeksiyon perdesi, iş ilerlemesine paralel olarak 113 m'lik hat boyunca deneme enjeksiyonu şeklinde yapılmıştır. 2 m aralıklı kuyuların yer aldığı anolarda aralıklar 1 m'ye düşürülmesine karşın belirli bir iyileşme sağlanamayınca kuyu aralıkları 3 m olarak değiştirilmiş, daha sonra 1.5 m ve 0.75 m aralıklı ara kuyulara girilmiştir. İstenilen geçirimsizliğe ulaşılabilmesi amacıyla refü basınçları 15 bara çıkarılarak akışkanlaştırıcı katkı maddesinin eklendiği karışımlar kullanılmış ve bazı anolarda alçalan enjeksiyon yöntemi uygulanmıştır. Şartnamede belirtilen basınç ve karışımların uygulandığı anolarda 64 kg/m olan ortalama alış, bu değişiklikler sonucunda 1090 kg/m seviyesine çıkmıştır. En son işlem olarak 12 m'lik bir anoda 3 sıralı enjeksiyon perdesi denenmiştir. Orta sırada nihai kuyu aralıkları 0.50 m'ye düşürülmesine rağmen istenilen geçirimsizlik değerleri sağlanamamıştır.

Enjeksiyon işlemlerinde ano başı ve kontrol kuyuları karotlu açılmış, bazı kademelerdeki basınçlı su testlerinde toplam su kaçakları gelişerek istenilen basınç tutturulamamıştır. Değişik enjeksiyon yöntemleri, karışım ve basınçların uygulanmasına rağmen geçirimsizlik 5 Lugeon değerinin altına düşürülemedi, basınçlı su testlerinde toplam su kaçaklarının olduğu kademeler bir miktar azalsa da varlığını korumuştur.

Ölü hacim altında kalacak olan teras malzemesinde klasik enjeksiyon yöntemi ile geçirimsizlik perdesi oluşturulması işinde istenilen sonuca ulaşılamamıştır. Bulamaç hendeği, jet enjeksiyonu, ince duvar, diyafram duvarı, kesişen kazık gibi yöntemlerden teknik ve ekonomik olan bir yöntemin uygulanması uygun olacaktır.

**ABSTRACT.-** On the axis of Akköprü Dam and HEPP which is under construction on the scope of Lower Dalaman Development Project, Muğla, Turkey, foundation rock is Marmaris peridotite formation. Besides Marmaris peridotite, formations of Gökseki flysch, Aktaş limestone and terrace

*outcrop on the reservoir area. It is designed that Aktaş limestone whose levels outcrop under the maximum water level should be covered by a blanket due to being karstic and permeable and a grout curtain should be constructed in terrace by anchoring into Gökseki flysch in order to the fact that possible leakage should be prevented towards downstream. In accordance with design blanket area is about 320 000 square meters and the length of grout curtain which forms of one line and 2 meter intervals of boreholes is 1179.47 m.*

*Following the results of grouting works as well as reshaping excavation works of blanket area, grout curtain works of a 113 meter-long line were considered as trial grouting works. Because of the fact that specified treatment couldn't be reached even though hole spacing was decreased to 1 m in the parts whose hole spacing was foreseen as 2 m, the hole spacing was modified to 3 m and then 1.5 m and 0.75 m, respectively. Refusal pressure was increased as 15 bars and super plasticizer was added to grouts and downstage grouting method was partially employed for some parts. Consequently following the experimental changes done, average grout consumption realized as 1090 kg/m while it stayed very low such as 64 kg/m for the parts in which specified pressures and grouts were employed.*

*Since some stages of exploratory and check holes which were cored had showed total water losses in water pressure tests, specified pressure couldn't be reached. Even though various drilling pattern, grouting method, grout mix and pressure were experimented along the grout curtain line of 113 m length it seems obtaining a permeability value below 5 unit of Lugeon is impossible and what's more total water consumption in water pressure tests of some check holes still exists by slightly decreasing.*

*It is concluded that by the conventional grouting method grout curtain in given specification is not able to be constructed in terrace that will be permanently left in the area of inactive storage during operational stage of dam. It is suggested to employ one of the economically and technically feasible methods such as slurry trench, diaphragm wall, thin wall, jet grouting, sheet pile and so on.*



## Mühendislik Projelerinde Seldağınaklık Yönteminin Öneme Bir Örnek *An Example for The Significance of Artificial Dyke Method In Engineering Projects*

**İlyas YILMAZER, Cem BİÇEK, Serdar TAŞDELEN, Servet ARMAÇ ve Nurcan ASLAN**

*Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Van (yem98@ttnet.net.tr , www.uyaneyulusum.net)*

**ÖZ.-** Mühendislik projeleri maliyet, emniyet, zaman ve estetik- çevre (MEZE) açısından değerlendirilmediği sürece güvenilir olamaz. Türkiye otoyol projelerinde bu ölçütlerin hiçbirisine uyulmamıştır. Ankara – İstanbul otoyolu dünyada ilk kez 4 içmesuyu barajının üzerinden geçirilmiş ve 250 km'si Kuzey Anadolu Fayı boyunca yerleştirilmiştir. Böylece ulusal servetler yok edilirken bu projeleri dayatan 5 gelişmiş ülke yıkıldıkça ihalesizce para kazanmaktadırlar. Tarsus – Adana – Gaziantep (TAG) otoyolu 360 milyon dolara yapılacak diye imza altına alınmasına karşın 10 yıl gecikmeli olarak trafiğe açılmış ve ulusal servetten çalınan 3.6 milyar doları geçmiştir. %1000 artış mühendislik açısından hiçbir şekilde kabul edilemez.

Pozantı Kırkgeçit deresinden kolay otoyol yapılabilmesi ve Muş ovasının tarıma kazandırılması konusunda seldağınaklık yöntemi olmazsa olmaz nitelik taşımaktadır. Burada tipik örnek olarak Kırkgeçit ele alınmıştır. Vadi (a) kristalize kayaların egemen olması, (b) yüksek eğimli yamaçlarda fiziyolojik toprağın kolayca aşınması ve (c) gençleşme aşamasında olması nedeniyle çıplaktır. Bu durumda jeoloji – jeotekniğin ilkeleri kullanılarak vadinin en dar yerinde ve yeraltısuyunu besleme olanaklarının yüksek olduğu kesimlerde seldağınaklık yapısı yapıldığında kazanımlar (a) 10 km<sup>2</sup>' den geniş sellenme düzlükleri, (b) kalın ve geçirimli ( $K > 10^{-4}$ ) akarsu çökellerinin oluşturduğu yeni suveren birim , (c) su seven endüstriyel bitkiler için gerekli koşullar, (d) yamaçlarda enerjisiz sulanabilir siki- lerle yoğun bitki örtüsü ve (e) otoyolu yerleştirmek için geniş düzlemler elde edilmektedir. Bunların yanı sıra pahalı olan köprü ve tüneller yerlerini sırasıyla selgeçit ve yarmalara bırakabilmektedir. Benzer yöntemle Muş ovasında da 100 bin dönümün üzerinde birinci sınıf sulanabilir tarım ovaları kazanılabilmektedir. Yatırımın birkaç 10 katı yıllık gelir uzun dönemde sağlanabilecektir.

Bir seldağınaklık, 0.5 – 0.8 m çekirdek beton içeren kaya dolgu barajdır. Çekirdeğin görevi sızıntıyı azaltmaktır. Yol yapımında, özellikle tepe burun kesmelerinde, çıkan fazla gereç baraj gölünün doldurulmasına katkı sağlayacaktır. Böylece yaklaşık 30 milyon m<sup>3</sup>'lük yeni suveren birim kazanılmış olacaktır. Ayrıca yol yapımı ve işletmesinde 250 milyon dolar kazanç sağlayacaktır. 60 km uzunluğundaki bu yolun maliyeti 650 milyon dolar olarak öngörüde bulunmaktadır. Yolun maliyeti yarılanırken sürücü konforu da yadsınılamaz oranda artmaktadır.

**ABSTRACT.-** *Engineering projects will be never complete unless they have been assessed in terms of timing, environment, safety-security, and cost (TESC). All of the individual projects under the Turkish Motorway Project did not take even a single criterion of TESC. Ankara-Gerede and Ankara Peripheral Motorway crossed 4 domestic water supply dams although the decision makers have been informed and warned by the Union of Chambers of Turkish Engineers and Architect at the very early stage of the project. More than half (250 km) of the Ankara-Istanbul Motorway goes along the North*

*Anatolian Fault (NAF), although the shorter alternative crossing the NAF at one locality with a wide angle was proposed at the beginning. The undersigned preliminary cost of Tarsus-Adana-Gaziantep Motorway (TAG) was \$360,000,000USA. Ten more years passed than the target date of completion. It is incomplete, but the cost escalated ten times. In another words, the cost has already reached 3.6 billion \$USA, they have gone 1000% wrong. This is unacceptable from engineering point of view.*

*The valley is barren because of (a) the dominating strong and crystallized rocks, (b) the steep slope of the hillsides which propagates sheet-wash erosion, and (c) ongoing rejuvenation phase that causes erosion within the stream course. Under such conditions, artificial dikes which could be erected across the narrowest section (gorge) of the valley can provide (a) 10 km<sup>2</sup> a large flood plain, (b) new aquifers characterized by thick and permeable ( $K > 10^{-4}$ ) alluvium, (c) the required condition for water-loving industrial plants over the aforesaid plains, (d) a dense vegetation over hillsides via forming terraces and irrigating a few years after the plantation, and (e) a wide platform to locate the motorway and to accommodate with high geometric standards both horizontally and vertically. Moreover, it enables to substitute culverts and cuts for viaducts and tunnels respectively. A similar artificial dyke method can be implemented in Muş Plain to gain about 100 thousand first class farm field is going to be obtained. The annual income would be several ten times more than the investment cost in long term.*

*An artificial dike resembles a rock fill dam with a concrete core having thickness of 0.50 - 0.80 m and composed of mortar and stone. The function of the core is simply to retard the leaching of silts. The excess earthwork material in motorway construction would contribute to fill in the reservoirs, particularly adjacent to spurs, which will be excavated for the motorway. Conclusively this method provides a new aquifer with a volume 30 million cubic meters. More than that, it saves 250 million Dollars as a construction and operation cost of the 30 km long portion of the Pozantı –Ankara Motorway. Conventional construction cost of the 60 km portion of the alignment is estimated as 650 million dollars. However, the cost becomes half in the case of artificial dyke method. Moreover, the geometrical standards and driving comfort increases appreciably.*

## Boğsak Tünelleri (Taşucu-MERSİN) Gerilme-Deformasyonu Analizleri Stress Deformation Analyses of Boğsak Tunnels (Taşucu-MERSİN)

Dursun ERİK\*, Aziz ERTUNÇ\*\* ve Mahmut MUTLUTÜRK\*\*

\*TCK 16. Bölge Müdürlüğü Sivas, derik@kgm.gov.tr

\*\*SDÜ Müh.Mim.Fak. Çünür/Isparta

**ÖZ.-** Yapımı planlanan Boğsak Tünelleri, Taşucu-Ovacık (Mersin) devlet yolu Km: 102+800-Km:104+000 arasında bulunmaktadır. Tüneller dolomitik kireçtaşlarından oluşan, Üst Permiyen yaşlı, Yığıltepe Formasyonu ve Alt Triyas yaşlı Katarası Formasyonları içerisinde açılacaktır. Güzergah boyunca açılan 4 adet sondajdan ve arazi çalışmalarından elde edilen bulgular ile kayaç malzemesinin ve kaya kütesinin mühendislik özellikleri belirlenmiştir. Kayaç malzemesinin, tek eksenli basınç dayanımı, dolaylı çekme dayanımı, birim hacim ağırlığı, nokta yük dayanım indisi, poisson oranı, elastisite modülü gibi fiziksel ve mekanik özellikleri saptanmıştır. Bu veriler ve süreksizlik ölçümleri kullanılarak, Hoek – Brown görgül yenilme ölçütüne göre kaya kütesinin tek eksenli basınç dayanımı, çekme dayanımı, elastisite modülü,  $m$ ,  $s$ , ve  $a$  sabitleri belirlenerek, kaya kütesi modellenmiştir. Kütle özellikleri giriş ağzının bulunduğu Km: 102+800 de;  $\sigma_{cm}$ : 2.64537 MPa,  $\sigma_i$ : -0.127803 MPa,  $E_m$ : 7379.39 MPa,  $mb$ : 1.05587,  $s$ : 0.00247875 ve  $a$ : 0.504048 olarak belirlenmiştir. Orta bölgede yer alan Km: 103+300 sondajının bulunduğu kesimde;  $\sigma_{cm}$ : 2.65796 MPa,  $\sigma_i$ : -0.118384 MPa,  $E_m$ : 6598.72 MPa,  $mb$ : 0.832162,  $s$ : 0.00127263 ve  $a$ : 0.505734 olarak belirlenmiştir. Orta bölge Km: 103+618 de  $\sigma_{cm}$ : 2.61026 MPa,  $\sigma_i$ : -0.107669 MPa,  $E_m$ : 7000.57 MPa,  $mb$ : 0.959953,  $s$ : 0.00189855, ve  $a$ : 0.504656 olarak belirlenmiştir. Tünelin çıkış ağzının bulunduğu kesimde Km: 104+000 da ise;  $\sigma_{cm}$ : 4.28302 MPa,  $\sigma_i$ : -0.210446 MPa,  $E_m$ : 9609.67 MPa,  $mb$ : 1.10737,  $s$ : 0.0028323, ve  $a$ : 0.503773 olarak belirlenmiştir. Bu kesimlerde 2 boyutlu gerilme deformasyon analizleri, sonlu elemanlar yöntemine göre, Phase2 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen  $\sigma_1$  ve  $\sigma_3$  yönündeki gerilme dağılımlarına göre, her bir kesim için yapılan plastik yenilme analizleri gözetilerek farklı destek sistemleri denenmiş ve en uygun destek sistemi belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre Km: 102+800 de bulunan tünelin giriş ağzında destek olarak, tavanda ve yan duvarlarda 10 cm lik 25MPa dayanımında püskürtme betonun yeterli olacağı belirlenmiştir. Orta bölgede Km:103+300 de destek olarak tavanda 30 cm, yan duvarlarda 20 cm kalınlığında püskürtme beton, 2 m aralıklarla 2 m uzunluğunda, 25 mm çaplı 0.15 MN taşıma kapasiteli tam tutturmalı kaya saplamaları kullanılmaktadır. Bu kesim için sağ ve sol omuzdaki kaya saplamaları üzerine gelen yüklerin fazla olması sebebi ile ek olarak 1m aralıklarla kaya saplamaları da dahil edilmiştir. Orta bölgenin bir diğer kesimi olan Km: 103+618 de destek sistemi olarak tavanda 15 cm, yan duvarlarda 20 cm püskürtme beton ve 2m aralıklarla 2 m uzunluğunda kaya saplamalarının yeterli olacağı belirlenmiştir. Çıkış ağzında, Km: 104+000 da destek olarak tavan ve yan duvarlarda 10 cm kalınlığında püskürtme beton kullanılmalıdır.

**ABSTRACT.-** Boğsak Tunnels, will be constructed, between km:102+800 – 104+000 of Taşucu-Ovacık (Mersin) highway. The tunnels are going to be constructed through the Late Permian aged

*Yığıltepe Formation and Early Triassic aged Katarası Formation which are composed of dolomitic limestones. Based on the data obtained from field surveys and four boreholes drilled along the highway route, the engineering properties of rock material and rock masses have been determined. Physical and mechanical properties of rock material such as uniaxial compressive strength, indirect tensile strength, density, point load strength index, poisson ratio, modulus of elasticity etc.. have been concluded. By using these data and discontinuity measurements, tensile strength, modulus of elasticity,  $m_b$ ,  $s$  and a coefficients of the rock mass have been determined according to Hoek – Brown's failure criteria, and rock mass has been modelled. At km: 102+800 where the entrance portal is located, rock mass properties have been determined as;  $\sigma_{cm}$ : 2.64537 MPa,  $\sigma_i$ : -0.127803 MPa,  $E_m$ : 7379.39 MPa,  $m_b$ : 1.05587,  $s$ : 0.00247875 and  $a$ : 0.504048. Around the borehole which has been drilled at km: 103+300, at the middle section of the tunnel route, they have been determined as;  $\sigma_{cm}$ : 2.65796 MPa,  $\sigma_i$ : -0.118384 MPa,  $E_m$ : 6598.72 MPa,  $m_b$ : 0.832162,  $s$ : 0.00127263 and  $a$ : 0.505734. At the middle section, at Km: 103+618, these parameters have been calculated as;  $\sigma_{cm}$ : 2.61026 MPa,  $\sigma_i$ : -0.107669 MPa,  $E_m$ : 7000.57 MPa,  $m_b$ : 0.959953,  $s$ : 0.00189855, and  $a$ : 0.504656. At km: 104+000 where the exit portal is located, rock mass properties have been determined as;  $\sigma_{cm}$ : 4.28302 MPa,  $\sigma_i$ : -0.210446 MPa,  $E_m$ : 9609.67 MPa,  $m_b$ : 1.10737,  $s$ : 0.0028323, and  $a$ : 0.503773. For these sections, two dimensional stress deformation analyses have been performed, by using Phase2 computer program according to finite element method. According to the obtained stress distributions along the  $\sigma_1$  ve  $\sigma_3$  directions, different reinforcement systems have been tested in convenience with the plastic failure analyses that were done for each section; and it has been tried to find out the most suitable reinforcement system. At the entrance portal which is located at km: 102+800; it has been determined that 10 cm thick shotcrete having 25MPa strength will be sufficient at the roof and side walls of the tunnel as a reinforcement system. At the middle section, km: 103+300; it has been found out that shotcrete which is 30 cm thick at the roof and 20 cm thick at the side walls, and fully load bearing rock anchors with 2 m intervals and 2 m long, having 25 mm diameter and 0.15 MN bearing capacity should be used. Since the loads effecting the rock anchors at the right and the left shoulders are high, rock anchors with 1 m interval are also included in the reinforcement system for this section. At the other part of the middle section, Km: 103+618; it has been determined that shotcrete which is 15 cm thick at the roof and 20 cm thick at the side walls, and rock anchors with 2 m intervals and 2 m long will be sufficient. At the exit portal, km: 104+000; it has been figured out that 10 cm thick shotcrete is should be used for the roof and sidewalls.*

## Jeoteknik İnceleme Raporlarının İstatistiksel Açıdan Değerlendirilmesi (Kütahya Örneği)

### Statistical Evaluation of Ground Research Reports (Kütahya Example)

Ahmet HAŞİMOĞLU\* ve Yahya DABAN\*\*

\*Kütahya Belediyesi, İmar İşleri Müdürlüğü, Planlama Servisi, Kütahya, ahmet\_hasimoglu@hotmail.com

\*\*Daban Mühendislik, Menderes Cad., Menderes Apt., Kütahya, ydaban@hotmail.com

**ÖZ.-** Kütahya Ege Bölgesi'nin İçbatı Anadolu bölümünde, Yukarı Sakarya ve Güney Marmara bölümlerinin kavşağında yer almaktadır. Şehir 168 000 nüfuslu olup, genellikle az meyilli alüvyal düzlüklerde ve kısmen de güneye doğru tedricen yükselen tepelerin 15-20 derecelik topografik meyilli bulunan yamaçları üzerine kurulmuştur. Kütahya merkez ilçe 2. derece deprem bölgesine girmektedir. Kütahya merkez ilçede imar planlarına esas ilk jeolojik etüt rapor 1951 tarihinde E. Lahn tarafından yapılmıştır. 1964, 1979 ve 1986 tarihlerinde İller Bankası jeoloji mühendislerince ilave etütler yapılmıştır. Bu raporlarda, alüvyonda yapı yapılmasının sakıncalı olduğu, zorunluluk hallerinde yapılacak binalar ( $\geq 2$ ) için mutlaka zemin mekaniği prensiplerine uygun temel etütlerin yapılması ve yapının bu sonuçlara göre projelendirilmesi istenmiştir. Ancak bu uyarılar dikkate alınmamıştır. Zemin etüt konusu, ülkemizde 17 Ağustos 1999 Marmara depreminden sonra ciddi anlamda tartışılmaya başlanmıştır. Bu tartışmalarda üniversitelerimizin jeoloji, jeofizik ve inşaat mühendisliği bölümleri ile, bu disiplinlerin meslek odaları taraf olmuştur. Sonuçta, farklı tarihlerde bir dizi genelge ve yönetmelikler yayınlanarak, parsel bazında zemin etüt raporunun hazırlanması kanuni bir zorunluluk haline getirilmiştir. Bazı yerel yönetimler, bu gün bile zemin etüt raporlarının hangi meslek grubu tarafından hazırlanacağı hususunda tereddüde düşmektedir.

Bu çalışmanın amacı; zemin etüt raporlarının hedeflenen amaca ne kadar ulaşıp, ulaşmadığını Kütahya ölçeğinde araştırmak, yürürlükteki yönetmeliklerin uygulanmasındaki sıkıntıları tespit etmek ve çözüm önerileri sunarak konunun tekrar değerlendirilmesini sağlamaktır.

Kütahya merkez ilçenin mücavir alanı 230 km<sup>2</sup> olup, imarlı alan 34 km<sup>2</sup>' dir. İmarlı alanların 15 km<sup>2</sup>'si alüvyondur. 2000 yılı itibarıyla 23 000 bina bulunmaktadır. 2000-2004 yılları arasında 916 adet "Zemin Etüt Raporu" hazırlanmıştır. Bu raporların %10 'u ilave kat için yapılmıştır. Zemin etüt raporlarının %70'ı Jeoloji Mühendisliği Oda denetiminden geçmiştir. Raporların %12'sinde araştırma çukuru, %83'ünde temel sondajı ve %3'ünde dinamik penetrasyon sondaj verileri kullanılmıştır (ayrıca alüvyonda yapılan zemin etüt raporlarının %26'sında jeofizik etütler yapılmıştır.). Numunelerin %85'i Bakanlık veya TSE onaylı laboratuvarlarda analiz edilmiştir. Raporların %90'nı konut için yapılmıştır. Yapıların %38'i bodrumlu olarak projelendirilmiştir. Alüvyonda yapılan zemin etüt raporlarının %24'ünde zeminin ıslah edilmesi gerektiği belirtilmiş ve yapı bu doğrultuda projelendirilmiştir. Numunelerin %41'inde kayma mukavemeti deneyleri yapılmıştır. Raporların %29'u 2 kat, %47'si 3 kat, %16'sı 4 kat ve %8'i 5-10 kat için yapılmıştır.

Zemin etüt raporları; sondaj, araştırma çukuru ve jeofizik çalışmalar neticesinde elde edilen sayısal verilerin yorumlanmasıyla hazırlanır. Sosyo-Ekonomik farklılıklar, mesleki deneyim, yetersiz eğitim ve yetersiz kontroller birbirinden hem içerik, hem de biçim olarak farklı zemin etüt raporları hazırlanmasına sebep olmaktadır.

İmar planlarına esas jeolojik raporlarda, parsel bazında yapılacak olan “zemin etüt raporların”da yapılması zorunlu olan arazi ve laboratuvar deneylerinin isimleri ve minimum sayıları verilmeli (sondaj sıklığı, sondaj derinliği, yapılması gereken laboratuvar deneyleri, v.b.). Yerel yönetimlerin “zemin etüt bilgi sistemini” kurması ve bu bilgileri bedelli veya bedelsiz kullanıcıların erişimine sunması gerekmektedir.

**ABSTRACT.-** *Kütahya is located at inner-western Anatolian part of the Aegean Region, between the Upper Sakarya and Southern Marmara regions. The city has a population of 168.000 and it is founded on flanks of ahill with 15-20 degrees dip . The earth has alluvion structure there. Kutahya Centrum is on 2nd degree earthquake zone. The first geologic report for public improvement plans for Kutahya Centrum was conducted by E. Lahn in 1951. In 1964, 1979 and 1986, Iller Bank's Geology Engineers have conducted additional researches. In these reports, it was stated that constructing buildings on these alluvion ground was inconvenient and if there is a need to construct a building, foundation researches have to be done in accordance with ground mechanics for buildings with more than two floors. But these warnings were not taken into consideration. Turkey has been discussing ground research subject seriously after 17 August 1999 Marmara Earthquake. This subject was mostly discussed by our universities' geology, geophysics and construction engineering departments and chambers of related occupations. As a result, by publishing a series of notices and statutes, preparing ground research reports in parcel basis has become a legal obligation. Today some local governments are still hesitating that which occupation group will prepare ground research reports.*

*The purpose of this study is; to research the efficiency of ground research reports in Kutahya example, determine the obstacles before the practice of existing regulations, present solutions and make the officials re-evaluate the subject.*

*Kütahya Centrum has an area of 230km<sup>2</sup>, 34km<sup>2</sup> of this area is open to public improvements and 15km<sup>2</sup> of this is alluvion grounds. There were 23.000 buildings in the year 2000. 916 ground research reports were prepared between 2000 and 2004. 10% of these reports were prepared for adding an extra floor. 70% of ground research reports were audited by Chamber of Geology Engineers. In the reports 12% research pit, 83% foundation drill and 3% dynamic penetration drilling data were used. Also in 26% of the ground research reports made in alluvion, geophysics research was made. 85% of the samples were analyzed in ministry or TSE certified laboratories. 90% of the reports were conducted for residences. %38 of the reports was with basement. In 24% of the ground research reports that were conducted in alluvion grounds, it was stated that ground improvement was needed and the building was projected according to this. In 41% of the samples, slipping resistance tests were conducted. 29% of the reports were conducted for 2-floor, 47% for three-floor, 16% for four-floor and 8% for 5 to 10 floor buildings. Ground research reports are prepared by interpreting numeric data gathered from drilling, research pit and geophysics works. Social-economic differences, occupational experience, insufficient education and insufficient controls result in different ground research reports both in content and style.*

*In geological reports about ground plan and in ground research reports that will be conducted in parcel basis, the names and minimum numbers (drill frequency, drill depth, laboratory tests to be conducted, etc.) of ground and laboratory tests that are obligatory must be announced before. Local governments must form “Ground Research Information System” and give free or paid access to users for this information.*

## İç Yapı Çökme Potansiyelinin Deneysel Yöntem ve Görgül Bir Yaklaşımla Belirlenmesi: Adana Yöresi Kalışleri *An Empirical Models to Estimate the Internal Structural Collapse Potential Adana Caliches*

Kıvanç ZORLU\* ve K. Erçin KASAPOĞLU\*\*

\*Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33342 Çiftlikköy, MERSİN kivan@mersin.edu.tr

\*\*Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, ANKARA ercin@hacettepe.edu.tr

**ÖZ.-** Çökebilir zeminler, kohezyonsuz veya düşük kohezyonlu, yüksek boşluk oranına, dolayısıyla düşük doğal birim hacim ağırlığa sahip zeminlerdir. Bu tür zeminlerde sıkça görülen iç yapı çökmesine; yük artışı, ya da ıslanma veya bunların her ikisinin birden etkin rol oynadığı bir mekanizma neden olmaktadır. Bu çalışmada, Adana Organize Sanayi Bölgesi'nden alınmış kalış örnekleri üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinden elde edilen parametreler esas alınarak, iç yapı çökme potansiyelinin görgül yaklaşımlarla tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, genellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde gelişen kalış profilinin, siltli-kumlu seviyesinin jeomekanik özellikleri laboratuvar deneyleriyle belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, bu seviyenin çökme potansiyelini belirlemeye yönelik olarak tek-odometre çökme deneyleri de gerçekleştirilmiştir. Çökme potansiyelinin tahmin edilmesini amaçlayan modellerin geliştirilmesinde, laboratuvar deneylerinden elde edilen parametreler kullanılarak basit regresyon analizlerinin yanı sıra, birleştirilmiş parametrelerin kullanıldığı regresyon analizleri de yapılmıştır. Basit regresyon analiz sonuçları dikkate alınarak, ince tane yüzdesi ile başlangıçtaki boşluk oranı ve ince tane yüzdesi ile birim hacim ağırlığın özgül ağırlığa oranının bağımsız değişkenler olarak kullanıldığı iki model geliştirilmiştir. Modellerin performanslarının sınanması amacıyla, VAF ve RMSE indisleri de hesaplanmıştır. VAF ve RMSE indisleri birinci model için sırasıyla; %84.4 ve 0.21, ikinci model için ise, %89.5 ve 0.1 olarak belirlenmiş ve her iki modelin de iyi bir tahmin performansına sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

**ABSTRACT.-** Collapsible soils are cohesionless or slightly cohesive soils with high void ratios, having low natural unit weight. The internal structure collapse, which occurs frequently in this type of soils, is caused by mechanisms such as load increase and wetting or combination of both. In this study, it is aimed to develop empirical models to estimate the internal structure collapse potential of the caliches collected from the Adana Organized Industrial Zone based on some simple parameters such as unit weight, specific gravity etc. obtained from laboratory tests. For the purpose, some laboratory tests were performed to determine geomechanical properties of silty-sandy levels of the caliche profiles deposited in arid and semi-arid regions. In addition, single oedometer tests were also carried out to estimate the internal structure collapse potential of these levels. Furthermore, to establish a model, simple regression analyses were carried out using combined parameters obtained from laboratory tests. Two models were developed based on simple regression using fine grained percent, initial void ratio, unit weight and specific gravity as input parameters. VAF (values account for) and RMSE (root mean square error) indices were calculated to check the prediction performance of the models. VAF and RMSE indices were calculated as 84.36% and 0.21 for the first and, 89.53% and 0.1 for the second model, respectively. The calculated indices revealed that both models have good prediction capabilities.

## **Boğsak Tünelleri (Taşucu-MERSİN) Açık Kazı Alanları Şev Dizaynı** *Slope Design of Open Excavation Sites around Boğsak Tunnels* (*Taşucu-MERSİN*)

**Dursun ERİK\*, Aziz ERTUNÇ\*\* ve Mahmut MUTLUTÜRK\*\***

\*TCK 16. Bölge Müdürlüğü Sivas, (derik@kgm.gov.tr)

\*\*SDÜ Müh.Mim.Fak. Çünür/Isparta

**ÖZ.-** Taşucu-Ovacık (Mersin) devlet yolu km:102+800-km:104+000 arasında yapımı planlanan Boğsak Tünelleri, dolomitik kireçtaşlarından oluşan Üst Permiyen yaşlı Yığıltepe Formasyonu ve Alt Triyas yaşlı Katarası Formasyonları içerisinde açılacaktır. Giriş tarafında Km: 102+300 –Km: 102+800 arası ve çıkış tarafında Km: 104+000-104+200 arası açık kazı ile geçilecek bölgelerdir. Açık kazı alanlarının şev dizaynlarının yapılabilmesi amacı ile sahada giriş ve çıkış ağzları bölgelere ayrılarak ISRM (1978)'e göre süreksizlik ölçümleri yapılmıştır. Kinematik analizde kullanılmak üzere süreksizlik yönelimleri projeksiyon altında değerlendirilerek, hakim süreksizlik setleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonrası giriş bölgesi sol taraf için; 39°/24°, 23°/319°, 65°/156°, 63°/93°, 66°/352°, 72°/308° ve 47°/269° olmak üzere toplam 7 adet, sağ taraf için; 65°/156°, 63°/93°, 66°/352°, 72°/308°, 47°/269°, 39°/24° ve 23°/319° olmak üzere toplam 7 adet ve giriş ağzı alın şevi için; 55°/69°, 67°/122°, 65°/278° ve 36°/24° olmak üzere toplam 4 adet hakim süreksizlik seti belirlenmiştir. Çıkış bölgesinde sol şev için; 78°/172°, 63°/161°, 76°/258°, 62°/283° ve 33°/35° olmak üzere toplam 5 adet, sağ şev için; 79°/099° ve 37°/024° olmak üzere toplam 2 adet ve çıkış ağzı alın şevi için; 66°/159°, 67°/140°, 87°/103°, 44°/43°, 68°/18°, 61°/86°, 61°/187°, 34°/40° ve 54°/130° olmak üzere toplam 9 adet süreksizlik seti belirlenmiştir. Şevlerin eğim yönleri sol şevler için 318° , sağ şevler için 138° , giriş ağzı alın şevi için 49° ve çıkış ağzı alın şevi için 229° dir. Uygulamada 15m'nin üstündeki şevlerde basamak yapıldığı göz önüne alınarak, her bir şev için ayrı ayrı düzlemsel kayma, kama tipi kayma ve devrilme analizleri Rokdata III yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Analizlerde sondajlarda yapılan süreksizlik makaslama dayanımı deneylerinden elde edilen süreksizliklerin kohezyon ve içsel sürtünme açısı değerleri kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonrası şev değerleri giriş bölgesinde sol şev için 1/4 (yatay/düşey), sağ şev ve alın şevi için 1/3 olarak belirlenmiştir. Çıkış bölgesi için ise sol ve sağ şev değeri 1/4, alın şevi değeri 1/3 olarak belirlenmiştir.

**ABSTRACT.-** Boğsak Tunnels, that are planned to be built between km:102+800 – 104+000 of Taşucu-Ovacık (Mersin) Highway, passing through in the Late Permian aged Yığıltepe Formation and Early Triassic aged Katarası Formation, which are composed of dolomitic limestones. The sections between km: 102+300 – 102+800 at the entrance site, and between km: 104+000-104+200 at the exit site will be constructed as an open excavation. In order to design the slopes of open excavation sites, entrance and exit portals have been divided into sections in which discontinuity measurements have been made according to ISRM (1978). Dip directions of the discontinuities have been evaluated with stereographic projection and main discontinuity sets have been determined in order to use in kinematic analysis. As a result of the evaluations, at the entrance portal the main discontinuity



sets have been determined as;  $39^{\circ}/24^{\circ}$ ,  $23^{\circ}/1319^{\circ}$ ,  $65^{\circ}/1156^{\circ}$ ,  $63^{\circ}/93^{\circ}$ ,  $66^{\circ}/1352^{\circ}$ ,  $72^{\circ}/1308^{\circ}$  and  $47^{\circ}/269^{\circ}$ , totally 7 sets for the left side;  $65^{\circ}/1156^{\circ}$ ,  $63^{\circ}/93^{\circ}$ ,  $66^{\circ}/1352^{\circ}$ ,  $72^{\circ}/1308^{\circ}$ ,  $47^{\circ}/269^{\circ}$ , totally 7 sets for the left side;  $65^{\circ}/1156^{\circ}$ ,  $63^{\circ}/93^{\circ}$ ,  $66^{\circ}/1352^{\circ}$ ,  $72^{\circ}/1308^{\circ}$ ,  $47^{\circ}/269^{\circ}$ ,  $39^{\circ}/24^{\circ}$  and  $23^{\circ}/1319^{\circ}$ , totally 7 sets for the right side; and  $55^{\circ}/169^{\circ}$ ,  $67^{\circ}/1122^{\circ}$ ,  $65^{\circ}/278^{\circ}$  and  $36^{\circ}/24^{\circ}$ , totally 4 sets for the face slope. At the exit portal the main discontinuity sets have been determined as;  $78^{\circ}/1172^{\circ}$ ,  $63^{\circ}/1161^{\circ}$ ,  $76^{\circ}/258^{\circ}$ ,  $62^{\circ}/283^{\circ}$  and  $33^{\circ}/35^{\circ}$ , totally 5 sets for the left slope;  $79^{\circ}/1099^{\circ}$  and  $37^{\circ}/1024^{\circ}$ , totally 2 sets for the right slope; and  $66^{\circ}/1159^{\circ}$ ,  $67^{\circ}/1140^{\circ}$ ,  $87^{\circ}/1103^{\circ}$ ,  $44^{\circ}/43^{\circ}$ ,  $68^{\circ}/118^{\circ}$ ,  $61^{\circ}/186^{\circ}$ ,  $61^{\circ}/187^{\circ}$ ,  $34^{\circ}/40^{\circ}$  and  $54^{\circ}/1130^{\circ}$ , totally 9 sets for the face slope of the exit portal. Dip directions of the slopes are;  $318^{\circ}$  for the left slopes,  $138^{\circ}$  for the right slopes,  $49^{\circ}$  for the face slope of the entrance portal and  $229^{\circ}$  for the face slope of the exit portal. Taking into account that benches are formed for the slopes higher than 15 m in practice; plane failure, wedge failure and toppling analyses have been performed for each slope separately through Rokdata III computer program. Cohesion and internal friction angle values of the discontinuities, which were obtained from the discontinuity shear strength tests performed in the boreholes, have been used during the analyses. At the end of this study; the slope angles have been calculated for the entrance portal as; 1/4 (horizontal/vertical) for the left slope, 1/3 for the right and the face slopes. For the exit portal, the slope angles have been determined as; 1/4 for the left and the right slopes, and 1/3 for the face slope.

## **Konaktepe Barajı ve HES Projesi (Ovacık-Tunceli) Kört Heyelanı İncelemesi**

### *Investigation of Kört Landslide In The Konaktepe DAM&HEPP Project (Ovacık-Tunceli)*

**Orhan TANER\* ve Ayhan KOÇBAY\*\***

\*Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

\*\*Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı, 06100Yücepete-Ankara (otaner@dsi.gov.tr; akocbay@dsi.gov.tr)

**ÖZ.-** İnceleme alanı Tunceli ili sınırları içindeki Munzur nehri üzerindedir. Kesin proje çalışmaları Stone ve Webster International liderliğinde yürütülen Konaktepe Barajı ve HES'nin, baraj göl alanında yapılan jeolojik haritalama çalışmaları sırasında, değişik boyutlu bir çok heyelan alanı belirlenmiştir. Bunlardan projeyi etkileyecek boyutta bir heyelan alanı baraj yerinin yaklaşık 1100 m akış yukarısında, Munzur nehrinin sağ yakasında Torunoba köyünün karşısında yer almaktadır. Heyelan alanı 1490 m kotundan 1140 m kotundaki nehir yatağına kadar uzanmaktadır. Bu alan içerisinde çok sayıda irili ufaklı eski heyelan ile birlikte yamaçlarda basamaklar, yer yer düz teraslar ve dik heyelan taşlarının ardalanması görülmektedir. Kört mezrası da bu büyük teraslardan biri üzerindedir. Bu alanda temeli aglomeralardan oluşan Eosen yaşlı Konaktepe formasyonu oluşturmaktadır. Bunun üzerine ise kumtaşı, şeyl, silttaşı, kireçtaşı ve konglomeradan oluşan Orta Miyosen yaşlı Torunoba formasyonu uyumsuz olarak gelir. Torunoba formasyonu üzerinde ise Kuvaterner yaşlı yamaç molozu ile Munzur nehri etrafında alüvyon birimleri yer alır.

Oluşabilecek heyelanın meydana getireceği dalga ile suyun baraj gölü üzerinden aşması gözönüne alınarak; mevcut durum, göl alanının dolu olması, ani su çekimi ve topuk kısmında duvar yapılması durumları incelenmiştir. Bu kapsamda 6 adet karotlu araştırma sondajı ve jeofizik çalışmaları yapılmıştır. Sondajlardan 4 adedine eğim ölçer yerleştirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, kayma düzlemi kesin olarak belirlenememekle birlikte, heyelan alanının Torunoba formasyonunun üst kesimlerinde yaklaşık 12.50 m derinlikte ve sıkışmamış yamaç döküntüsü içinde geliştiği, olabilecek derin konumlu bir kaymanın ise en kötü şartlarda yaklaşık 80 m derinlikte bir yüzeyden geçebileceği belirlenmiştir. Her iki durum statik ve dinamik koşullar için ayrı ayrı incelenmiştir. Statik koşullarda her durum için heyelan alanının duraylı olduğu hesaplanmıştır. Dinamik koşullarda ise derin konumlu kayma durumunda güvenlik sayıları bire yaklaşmakta veya birin altına düşmektedir.

Deprem, artan boşluk suyu basıncı vb şartların biraraya gelmesi sonucu 12.50 m kalınlığındaki yaklaşık 1 000 000 m<sup>3</sup> malzemenin 0,25 dinamik sürtünme katsayısı ile 100 m lik bir taban aralığında, 12-17 m/s hızla baraj gölüne girebileceği ve bu durumda 2,70 m yüksekliğinde dalganın oluşabileceği hesaplanmıştır. Buna bağlı olarak 1235.00 m kotunda durgun suda düşey olarak ölçülen dalga tırmanışının yüksekliği, 5.40 m olmaktadır. Bu da su seviyesinin 1240.40 m kotuna kadar çıkacağı anlamına gelmektedir. Sonuç olarak kret kotunun, hava payı ile birlikte 1241.00 m ye yükseltilmesi önerilmiştir. Ayrıca inşaat sırasında da bu alan gözlem altında tutularak ölçümler devam edecektir.

**ABSTRACT.-** Investigation area is on the Munzur river at Tunceli province. There were many landslides identified in various dimensions, during the geological engineering mapping studies of Konaktepe Dam and HEPP project, whose detail engineering studies are being performed by Stone and Webster International. One of those landslides which can effect the project, is located on the right bank of Munzur River and at opposite side of the Torunoba village. Landslide area is spreading from 1490 elevation to the riverbed at 1140 m elevation. Within this area, there are alternation of many paleoslides in different dimensions and stepwise terraces with straight slides. Kört settlement is located on one of those big terraces. In this area, basement is Konaktepe formation of Eocene age, composed of agglomerates. Overlying this unit, Quaternary age talus and alluvium units take place around the Munzur river .

Various scenarios are analyzed due to the possible wave attack and overtopping of water on the dam after a possible landslide, such as current situation, fill of lake area, sudden water discharge and wall construction at toe. For this purpose, six investigation boreholes were opened with carrot and geophysical studies were performed. Inclinerometers were put in the four of those boreholes. Definite boundary of the sliding surface was not identified however; it's found that slip developed in 12.50 m under the Torunbaba formation within the loose hill material. In this manner, the maximum depth of the slip is estimated as 80 m depth. Both cases were analyzed under static and dynamic conditions. For static condition, landslide area was found as stable. In dynamic conditions, factor of safety is approaching to one or below one for deep slide.

It was calculated that, 1 000 000 m<sup>3</sup> materials in 12.50 m thick and in 100 m base interval could slide under 0.25 dynamic friction constant with 12-17 m/s and create a wave at 2.70 m heights, in case of any earthquake or the combination of increasing pore water pressure events. Accordingly, overtopping wave height at 1240.40 m elevation is assumed as 5.40 m. That means water level can rise up to 1241.00 m, including air space. In result, crest level should be increased up to 1241.00 m mean while observations will continue.

## Arazi Kullanımının Heyelanlar Üzerindeki Etkileri : Arhavi Örneği (KD-Türkiye) *The Effects of Land Use On Landslides : A Case Study From Arhavi (Ne-Turkey)*

**Ali YALÇIN\* ve Murat YILMAZ\*\***

\*KTÜ Jeoloji Müh. Bölümü, 61080, Trabzon, (ayalcin@ktu.edu.tr)

\*\*KTÜ Orman Müh. Bölümü, 61080, Trabzon, (yilmaz61@ktu.edu.tr)

**ÖZ.-** Heyelanlar, insanların hayatını olumsuz etkileyen ve ülke ekonomilerine doğrudan ya da dolaylı olarak büyük zarar veren doğal olaylardan biridir. Çok çatlaklı kaya kütleleri, yamaç molozu yada zemin kütlelerinin belirli bir yüzey boyunca yamaç aşağı doğru hareketi olarak tanımlanan heyelanlara yoğun yağış, deprem dalgaları, su seviyesindeki değişiklikler ya da hızlı dere yatağı erozyonları gibi doğal faktörler sebep olmaktadır. Bunlara ilave olarak, gerekli mühendislik çalışmaları yapılmadan yerleşime açılan yamaç ve engebeli arazilerde yapı inşası, bitki örtüsünün tahrip edilmesi ve beraberinde yanlış arazi kullanımı, topografik yapının olumsuzluğu, şiddetli yağışlar, değişik amaçlı kazılar vb., heyelanların oluşumunu tetikleyen önemli faktörlerdir.

Çalışma alanında, Eylül ve Şubat ayları arasında aşırı yağışlar etkili olmaktadır. Yörede sık sık meydana gelen heyelanların oluşumunda; yanlış arazi kullanımı ve bilinçsiz tarımsal faaliyetlerin yanı sıra şiddetli ve aşırı yağışların etkisi oldukça fazladır. Özellikle, Kasım 2001 yılında meydana gelen yoğun yağış, çok sayıda heyelanların oluşmasına sebep olmuştur. İnceleme alanının sahip olduğu iklim koşulları yanında, düşük dirençli jeolojik malzemenin varlığı da heyelanları kolaylaştırıcı rol oynamıştır. Çalışma alanında, tamamen ayrılmış dasitler geniş yayılım sunmaktadır. Bu jeolojik malzeme, ayrışma çok fazla geliştiği için kaymaya karşı gösterecekleri dirençler de azalmıştır. İnceleme alanındaki jeolojik malzeme, direnç azalmasıyla beraber permeabilite de meydana gelen artışlarla yamaçları kütle hareketi açısından daha hassas hale getirmiştir. Yöredeki kayaçlarda, ayrışmanın gelişmesinde aşırı yağışların yanı sıra tarımsal maksatlı kullanılan yapay gübrelerin de kimyasal etkisi olmaktadır. İnceleme alanında, arazi örtüsünün yaklaşık % 70'i çay bahçeleri ile kaplıdır. Bu çay bahçelerinin büyük bir kısmı önceki orman örtüsünün kaldırılarak tahrip edilmesiyle oluşturulmuştur. Toprak üstündeki çay örtüsünün yoğunluğu, toprak içine yavaş ama daha çok miktarda suyun girmesine neden olmakta, yüzeysel akışı ve toprak yüzeyinden buharlaşmayı engellemektedir. Bu durum zemine su girişini artırarak doygunluğun da artmasına sebep olmaktadır. Yamaç ve şevlerde meydana gelen aşırı doygunluk da heyelan oluşumunu kolaylaştırıcı etki oluşturmaktadır.

Yörede arazi örtüsü tahrip edilerek değiştirilmiş ve bunun yanı sıra da bilinçsiz yapılan tarım faaliyetleri yamaçlardaki dengeyi olumsuz etkilemiştir. Bundan dolayı, hemen her yoğun yağış sonrasında heyelanlar meydana gelmekte ve gerek can gerekse de mal kayıplarına sebebiyet vermektedir. Bu çalışmada, yanlış arazi kullanımının ve mevcut arazi örtüsünün değiştirilmesi sonucu meydana gelen heyelanlar incelenerek, heyelanların çay ve diğer arazi örtüsü tiplerine göre dağılımları belirlenmiştir. Ayrıca bu alanlarındaki zeminlerin jeoteknik özellikleri laboratuvar deneyleri ile belirlenerek heyelanlarla olan ilişkisi ortaya konmuştur. Bu çalışma sonucunda, heyelanların yaklaşık % 75'inin, zemin direnç değeri düşük olan ve arazi örtüsü değiştirilerek çay bahçelerine dönüştürülen alanlarda meydana geldiği tespit edilmiştir.

**ABSTRACT.-** Landslides, as one of the major natural hazards, have direct and indirect influence on a number of human activities. The term landslide includes a wide range of ground movement, such as rock falls, deep failure of slopes and shallow debris flows. Although gravity happening on steep slopes is the primary reason for a landslide, there are other main factors to contribute the process. These include: erosion by rivers, glaciers, or ocean waves create steep slopes; rock and soil slopes are weakened through saturation by snowmelt or heavy rains, earthquake shaking, excess weight from accumulation of rain or snow, stockpiling of rock or ore, waste piles, and man-made structures. The study area experiences heavy rainfall between September and February, causing widespread landslides and floods. For example, extraordinary heavy rainfall in November 2001 caused a number of significant landslides in the study area. In addition to heavy rainfall, appropriate geological materials, such as weathered dacite in the study area, are required for the landslides to happen. Rock types are also important factors in triggering landslides because the landslides prone areas are associated with deep weathering that leads to reduction in their shear strength. Furthermore, the process of deep weathering gives rock lower strength and greater permeability, rendering it more susceptible to mass movement and erosion; reduces strength and increases permeability of rock and therefore decreases resistance to fluid and gravitational stresses; precursor to landslide. All the changes happens in rock material as a result of exposure not only to air and water but also to chemical properties, especially acidic characteristics of soil in the study area since approximately 70 % of study area is overlaid on to tea gardens. Acidic characteristic of soil is increasing from day to day as the farmers use acidic manure to fertilize tea garden in these areas all time. Acidic characteristic has been accelerated by weathering, causing landslides to easily happen in the investigated area. Loss of live and properties occurred due to frequent landslides in the area. Houses, fertile farmlands, roads, bridges, telephone and power lines were relocated and destroyed. For this reason, landslides have damaged the living conditions and behavior of people life. In this study, geotechnical properties of completely weathered dacite and influence of tea plants over the landslides have been determined. As a result, approximately 75% of landslides were determined to have occurred in the areas which have lower strength of soil and converted it to tea gardens by changing land cover. Designating environmental impacts of the landslides and preventing their damages on properties and lives have to be considered carefully.

## **Kaya Şevlerinde Olasılık Esaslı Yaklaşımla Duyarlılık Analizi :** **Bir Örnek Çalışma** *Slope Stability Analysis in Rock Slopes by Using Probabilistic Approach: A Case Study*

**Mutluhan AKIN<sup>\*</sup>, Müge AKIN<sup>\*\*</sup> ve Aydın ÖZSAN<sup>\*\*\*</sup>**

<sup>\*</sup> İller Bankası Genel Müdürlüğü, (makin1@ilbank.gov.tr)

<sup>\*\*</sup> Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, (makin@metu.edu.tr)

<sup>\*\*\*</sup> Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü (Aydin.Ozsan@eng.ankara.edu.tr)

**ÖZ.-** Mühendislik projeleri kapsamında plânlanan kaya şevlerinin duraylılığının kazı öncesinde araştırılması detaylı ön çalışmaları ve analizleri gerektirmektedir. Ancak, kaya kütlelerindeki heterojenlikler, duraylılık analizleri için veri toplama ve değerlendirme aşamalarında çeşitli belirsizliklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Şevlerin duraylılığının belirlenmesinde en yaygın olarak deterministik yöntemle hesaplanan güvenlik katsayısı kavramı kullanılmaktadır. Son yıllarda, özellikle kaya şevlerinin duraylılık analizlerinde olasılık esaslı yöntemin kullanıldığı çalışmalar da yapılmaktadır. Olasılık esaslı yöntemin temelinde duraylılığın, güvenlik katsayısı yerine olasılığa dayalı olarak değerlendirilmesi söz konusudur. Böylelikle kaya kütlelerindeki heterojenliklerden kaynaklanan bazı belirsizlikler de olasılık yaklaşımı içerisinde değerlendirilmektedir. Olasılık esaslı yöntemle gerçekleştirilen çalışmaların bir bölümü deterministik metodu, analizin bir parçası olarak ele alıp duraylılığı olasılığa dayalı olarak ifade etmekte iken, bazı olasılık esaslı analiz çalışmalarında ise duraylılığı belirlemeye yönelik tüm veriler istatistiksel yöntemlerle değerlendirilerek sonuçlar yüzdesel olasılık hesabı olarak sunulmaktadır.

Kaya şevlerinde duraylılığın araştırılması amacıyla geliştirilmiş olan SSPC sınıflama sistemi (Hack, 1995), şevlerdeki duraylılığı yüzdesel olasılık olarak ortaya koyan ve olasılık esaslı yöntemi kullanan bir yaklaşımdır. SSPC sınıflama sisteminin diğer bir avantajı ise, kaya kütlelerinin makaslama dayanımı parametrelerinin hesaplanabilmesine olanak sağlayabilmesidir.

Bu çalışmada, Ankara çevresindeki bir taşocağı şevinde SSPC sınıflama sistemi uygulanmış ve şevdeki farklı jeoteknik birimler için duraylılık olasılıkları araştırılmıştır. Bununla birlikte, yine aynı sistemle şevi oluşturan kaya kütlelerinin farklı birimleri için makaslama dayanımı parametreleri belirlenmiştir. Çalışmanın daha sonraki aşamalarında olasılık esaslı yöntemle belirlenmiş olan duraylılık sonuçları, deterministik çözümlerle de araştırılmış ve SSPC sistemi ile olasılıksal olarak ortaya konan duraylılık, deterministik yöntemle karşılaştırılmıştır. Son olarak kaya kütleleri makaslama dayanımı parametreleri Hoek-Brown görgül yenilme ölçütünün en son versiyonu ile de hesaplanmış ve SSPC sınıflama sistemi ile elde edilmiş olan dayanım değerlerinin dağılımı irdelenmiştir.

*Anahtar kelimeler: Olasılık esaslı, SSPC sınıflama sistemi, şev duraylılığı, Hoek-Brown görgül yenilme ölçütü*

**ABSTRACT.-** *Predetermination of rock slope stability in engineering projects requires detailed preliminary studies and analyses. However, heterogeneities in rock masses result in various uncertainties during data gathering and evaluation stages of stability analysis.*

*The most widespread method for determination of slope stability is deterministically calculated safety factor concept. In recent years, probabilistic methods especially for rock slope stability analyses are performed in some studies as well. In the basis of probabilistic method, stability is expressed in terms of probability instead of safety factor. Thus, various uncertainties due to the heterogeneities in rock masses can also be evaluated by probabilistic approach. While several studies performed by probabilistic method are taking the deterministic method into consideration as a part of analysis and expressing the stability as probability; in some other probabilistic studies, all the data for stability assessment are evaluated by statistical methods and the results are presented as probability percentage.*

*SSPC classification system (Hack, 1995), which was developed for the investigation of rock slope stability, is a probabilistic approach that brings up the slope stability as probability percentage. Another advantage of the SSPC classification system is that the system can lead to the calculation of rock mass shear strength parameters.*

*In this study, SSPC classification system was applied to a stone quarry around Ankara and the stability probabilities for different geotechnical units in the slope were investigated. In addition, shear strength parameters of different rock mass units forming the slope were determined by the same system. In the next stages of this study, probabilistic stability results were also inspected by deterministic solutions and the probabilistic stability from SSPC system was correlated by deterministic methods. Finally, rock mass shear strength parameters were calculated by the latest version of the Hoek-Brown empirical failure criterion as well and the distribution of strength parameters derived from SSPC classification system was investigated.*

*Key words: Probabilistic, SSPC classification system, slope stability, Hoek-Brown empirical failure criterion*

## Yüzeysel Temeller Üzerinde Rüzgar Türbinlerinin İnşasında Jeosentetiklerin Kullanımı: Örnek Bir Çalışma *The Use of Geosynthetics for the Construction of Windmills on Spread Foundations: An Example*

**Taner AYDOĞMUŞ\*, Ahmet Turan ARSLAN\*\* ve Zafer AKÇİĞ\*\***

\*TU Bergakademie Freiberg, Institut für Geotechnik, Freiberg, Deutschland (Taner.Aydogmus@ifgt.tu-freiberg.de)

\*\*Dokuz Eylül Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, Tinaztepe, İzmir (ahmet.arслан@deu.edu.tr)

\*\*\*Dokuz Eylül Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, Tinaztepe, İzmir (zafer.akcig@deu.edu.tr)

**ÖZ.-** Yüzeysel temel, geniş ve yüksek performanslı rüzgar türbinleri inşasında ekonomik sebeplerden ötürü en çok tercih edilen temel türüdür. Zemin iyileştirme yöntemleri yüksek oturma potansiyeline sahip yumuşak zeminler üzerinde yer alan yüzeysel temellerin temel tabanı uygulamalarında (donatılı ve donatısız) en uygun yöntemlerdir. Jeosentetik gibi ek donatı elemanları; zemine yük aktarımını daha uygun bir hale getirdiği, doruk gerilmeleri giderdiği ve üniform bir oturma sağladığı için taşıma gücünü arttıracak şekilde yerleştirilebilirler. Düşük yük taşıma kapasitesine sahip zeminde inşa edilmiş rüzgar türbinlerinin yüzeysel temeli altındaki jeosentetik donatılı temel tabanının taşıma gücü ve duraylılığı karakteristiklerinin analizi için sayısal bir analiz yöntemini esas alan Plaxis 2d, 8.2. yazılımı kullanılarak hem dolgu zemininin, hem de donatı elemanının durumu ayrı ayrı incelenmiştir. Bu çalışma ile temel tabanında jeosentetik uygulamasının yana yatma durumunu azalttığı ve güvenliği belirgin bir şekilde arttırdığı gösterilmiştir.

**ABSTRACT.-** In economic sense, the spread foundation is the most preferred type for the construction of larger and higher performance windmills. The ground improvement methods are proper most for such spread foundations on soft soils with high settlement potential and their base course installation applications (reinforced and unreinforced). Additional reinforcement elements like geosynthetic can be installed for the further increase of the bearing capacity from which a more favourable distribution of load impact on the underground would be sustained. Thus stress peaks would be diminished and the resulting settlement would be more uniformly. In order to analyse the bearing capacity and stability - increasing characteristics of geosynthetic reinforced base course under spread foundation of windmill in low load - carrying soil, a numerical analysis with the program system Plaxis 2d, version 8.2, was performed, whereby both the separate contribution of the filling soil as well as the reinforcing element was determined. The research illustrates that the use of geosynthetics in reinforced base course entails a significant increase of safety as well as a tilting reduction.



## Batman'da Ova Kurtarma ve Enerji Çalışmaları

### *Rescuing Fertile Plains and Renewable Energy Production in Batman*

M.Alper ŞENGÜL\*, İlyas YILMAZER\*, Özgür YILMAZER\*\* ve Ali ÖZVAN\*

\*Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van

\*\*Yilmazer Eğitim. Ltd., A. Öveçler , 8. cad., 89. sok. 9/8, 06460, Ankara\*\* (yem98@tinet.net.tr; www.uyaneyulusum.net)

**ÖZ.-** Anadolu depremleri, mekanizması gereği ova ve I. sınıf tarım alanlarında yıkımını yapar. Bu alanları yapılaşmaya açmak ve tarım dışında kullanmak da anayasal suçtur (Madde 43, 44, 45, 46; milletvekilleri için madde 81). Ayrıca bu ulusal servetlerin ülke yüzölçümüne oranı % 5 gibi küçük bir rakamdır. Oysa yapılaşmaya gereksinim % 1 dolaylarındadır. Anadolu'da yerleşime uygun ve doğal afetlere kapalı alan gereksinimin yaklaşık 56 katıdır.

Bilindiği gibi çağdaş bir kentin temel gereksinimi; ulaşım, enerji, su ve atıklar sisteminden oluşur. Hepsisi de 4 ayrı pencereden bakılarak değerlendirilir. Bunlar;

- a- Maliyet,
- b- Emniyet – duraylılık,
- c- Zaman (yapım süresi ve faydalı ömrü),
- d- Estetik – çevredir.

Bu dört ayrı pencereden (MEZE) bakıldığında Raman-Batman yüksek düzlüğü her yönüyle uygun bir kent sahası özelliğini taşımaktadır. Eosen yaşlı kireçtaşlarının ve kalkerli seviyelerin yoğun olduğu bir birimdir. Orta – yüksek dayanımlıdır. Batman'ın bugünkü yeri ve gelişmekte olduğu çevresi, I. sınıf tarım sahası içerisindedir. Tamamı sulanabilir arazidir. Başka bir anlatımla ulusal servet olup Batman'ın sofrası ve/veya ekmek teknesidir. Bu tür ulusal servetler Anayasa tarafından koruma altına alınmıştır. Batman barajının suyu barajdan sonra 80 m'lik düşüşünü kullanamamaktadır. Önerilen Toriçelli (Galileo'nun öğrencisi, 1647) sistemiyle hem enerji kazanılacak, hem de 60 milyon \$ değerinde birinci sınıf tarım alanı elde edilecektir. Ayrıca, seddelerle denetim altına alınmış olan Batman Çayı boyunca yüksek standartlı bölünmüş yol kazanılacaktır.

*Anahtar sözcükler: Çarpışma kuşağı; Fay; Deprem; Yer ötelemesi; Afet; Arazi kullanımı.*

**ABSTRACT.-** *The Anatolian earthquakes destroy the buildings only if they are within the fertile soil plains. It is strictly restricted to use such national resources for any activity other than farming according to the constitutional law (Articles: 43-46 81 for the members of the National Assembly). The ratio of such lands in Turkey is around 5%. The need for settlement is around 1%. About 56 times larger area that is naturally protected from natural disasters, is available for settlement over the Anatolia.*

*The essential needs of a contemporary settlement are systems of transportation, energy, domestic water, and waste management. Each has to be assessed in terms of;*

- a- Timing,
- b- Environment,
- c- Safety – Security, and
- d- Cost.

*In this respect (TESC) Raman-Batman plateau is quite proper for settlement. The Eocene aged limestone and the accompanying other calcareous rocks constitute the majority of the unit. It is moderate to strong unit. The city has already invaded and continues to occupy the Batman plain of first class. All are irrigable. This plain is created by Batman River and it is a natural resource of nourishment of Batman and the region. Such areas are restricted and protected from any attack by the constitutional Law as aforesaid. Batman River loses 80 m drop energy after the Batman Dam. The proposed Torricelli (Student of Galileo, 1647) system provides renewable energy and prevents flood in the plain which will be regained. Its market value is around 60 million dollars. By the way, an expressway will be formed on both sides of the river course.*

*Key words: Suture zones; Faults; Earthquakes; Rupture; Catastrophe; Land-use planning.*

## 17.03.2005 Kuzulu (Sugözü-Koyulhisar-Sivas) Moloz Çığı 17.03.2005 Kuzulu (Sugözü-Koyulhisar-Sivas) Debris Avalanche

**Dursun ERİK\* ve Hüseyin YILMAZ\*\***

\*TCK 16. Bölge Müdürlüğü, Araştırma Başmühendisliği, 58100, Sivas

\*\* Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Müh. Bölümü, 58140, Sivas

**ÖZ.-** Kuzulu mahallesi, Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı kumtaşı-şeyl-volkanik kayalar ve kireçtaşlarından oluşan bir birimin üzerinde yer almaktadır. Bu birimi sırasıyla aşmalı transgresyonla Maastrichtiyen-Paleosen yaşlı kireçtaşı ve açısız uyumsuzlukla Miyosen yaşlı bazaltik kayalar üzerlemektedir. Sorkun mahallesinin güneyinde yaklaşık olarak doğudan batıya doğru hareket etmiş eski bir heyelan kütlesi görülmektedir. Bu heyelanın topuk bölümünün ucunda, Maastrichtiyen-Paleosen yaşlı kireçtaşları içinde yaklaşık 2 km uzunluğunda, güneybatıya ortalama 23° eğimli, ortalama 50 m genişliğinde ve 20m derinliğinde bir vadi bulunmaktadır. Kuzeydoğuya dalımlı bir senkinalin eksenini izleyen bu vadinin tabanını oluşturan ana kayadaki direnç farklılıklarına bağlı olarak kimi yerlerde eğim 40- 45° kimi yerlerde 5-6° dir. Vadi yakınlarındaki ve yukarısındaki kaya birimlerinden ve eski heyelan kütesinden kaynaklanan yamaç döküntüleri düşük eğimli uygun alanlarda birikmiştir. Vadiye çok sayıda irili ufaklı kaynak suyu boşalmaktadır. Kitle hareketinin gerçekleştiği tarih kar sularının hızla eriyerek yer altı ve yüzey sularının debilerini arttırdığı bir döneme denk gelmektedir. Bu durum vadiye akan kaynak sularının debilerini artırmış, vadiyi dolduran moloz gerecinin kırıntılarının bağlayıcılarını ve makaslama dayanımını zayıflatmış ve kütenin duraylılığını bozmuştur. Diğer yandan moloz kütlesi ile anakaya arasına sızan sular moloz dolgusu ile ana kaya arasındaki sürtünmeyi azaltarak harekete uygun bir durum yaratmıştır. Bu sırada Sorkun güneyindeki eski heyelan kütlesi içerisinde başlayan kayma hareketi aşağıdaki vadinin başlangıç bölümündeki duraysız kütleyi tetiklemiştir. Ancak esas heyelan kütlesi vadinin başlangıç kesimi olan dar bölgede engellenmiş ve daha fazla hareket edememiştir. Ne yazık ki bu hareketin tetiklemesiyle vadideki duraysız yaklaşık 6 milyon m<sup>3</sup> lük bir kitle 2-3 dakika içinde yamaç aşağıya doğru 2-3 km yer değiştirerek Kuzulu mahallesinin bir bölümünün üzerine örtmüştür. Yer değiştiren malzemenin çeşidi, hareketin türü ve hızı dikkate alındığında bu kitle hareketi moloz çığı olarak adlandırılabilir.

**ABSTRACT.-** Kuzulu village was settled down on a rock unit that is composed of the Campanian-Maastrichtian sandstone-shale-volcanics and limestone. Maastrichtian-Paleocene limestone overlies this unit by overlapping transgression and Miocene basaltic rocks overly by angular unconformity the same unit. An old landslide mass that has been moved approximately from east to west is seen at the south of Sorkun village. A valley that has 2 km long, 23° average gradient, 50 m wideness and 20 m deepness was found through Maastrichtian-Paleocene limestone at the end of toe of the old landslide. This valley runs down along the axis of a synclinal plunging to northeast. Gradient on the valley floor changes due to resistance of bedrock. Gradient is 40- 45° somewhere and 5-6° in other place. Debris coming from rock units near and above valley and old landslide mass have been settled down on the place has a gentle gradient. A lot of springs flow into this valley. The date of occurring mass wasting meets the time when the snow rapidly melt and make increase the discharge of

*underground and surface water. This situation has made to increase the discharge of springs flowing into valley and to decrease the shear strength of debris and has finally destroyed the stability of the mass of debris in valley. Other hand the water gliding through the bedrock and mass of debris has caused to decrease friction strength between the bedrock and mass of debris and created a suitable situation for mass wasting. At that moment, a slide has being started in the old landslide mass at the south of Sorkun village has triggered the unstable mass of debris at the starting-point of the valley. But main landslide mass has been stopped due to narrowness of the top of the valley and couldn't have slided anymore. Unfortunately, by triggering of this movement, a mass of debris of 6 billion m<sup>3</sup> has moved down in 2-3 minutes along 2-3 km and has overlaid a large part of Kuzulu village. It can be defined this mass wasting as debris avalanche depending on the sort of moving material, type and velocity of movement.*