

Distribution and Source Apportionment of Sediment PAHs in Gulf of Gemlik, Sea of Marmara, Turkey

Selma Ünlü & Bedri Alpar

¹ *Istanbul University, Institute of Marine Sciences and Management,
Department of Marine Biology, Vefa, TR–34116 İstanbul, Turkey (E-mail: su@istanbul.edu.tr)*
² *Istanbul University, Institute of Marine Sciences and Management,
Department of Marine Geology and Geophysics, Vefa, TR–34116 İstanbul, Turkey*

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are a family of chemical compounds that are known to contain harmful substances, some of which may be carcinogenic. PAHs in marine sediments originate from three main sources. Diagenic and petrogenic PAHs were produced by biogenic precursors and by diagenic processes at low temperatures over geologic time scales, respectively. Pyrogenic PAHs result from incomplete combustion of organic substances including fossil fuels and biomass. Volcanic activity and forest fires, which do not significantly contribute to overall PAH emission, are natural sources of pyrogenic PAHs, while pyrogenic anthropogenic sources, which are mostly resulted from combustion of materials for energy supply and waste minimalization, contributes much to overall PAH emission in the environment. In closed and semi-closed environments, such as the Gulf of Gemlik in the Sea of Marmara, Turkey, the latest industrial and agricultural developments and rapid urbanization cause significant increase of PAH concentrations especially in sea bottom sediment. Elementary PAH inputs may be from stationary sources (e.g., industry, residential heating, power and heat generation) or from mobile sources (e.g., all kind of gasoline and diesel engines, incineration of municipal and industrial wastes and agricultural burning). Most of them can be transported over long distances before they are deposited in sediment.

Quantitative analyses showed that elevated concentrations of sediment PAHs in the Gulf of Gemlik demonstrate uneven distribution patterns throughout the gulf. But they show weak correlations with sediment texture and total organic carbon content, implying that there are direct pollution inputs affecting the sediment quality. In addition, the lighter PAH compounds are less hydrophobic and less persistent than the heavier ones. Therefore characteristic distribution of PAH species show some spatial discrepancies throughout the gulf; such that fluoranthene and pyrene are dominant in the central part while perylene, Benzo[ghi]perylene and indeno[1,2,3-cd]pyrene are dominant along the northern coastal areas. In order to identify the main sources of the sediment PAHs and to distinguish natural contamination from those arising from human activities, principal component analysis with Varimax rotation was employed. It is a useful tool for extracting regularities directly from the input data without referring to classes known in advance. The input data includes 13 parent PAHs of 62 bottom sediment samples from coastal and central parts of the gulf. Through Kriging analysis widespread contamination were identified along the eastern and southern shores possibly due to ports and harbors, fuel storage terminals and anchoring areas. Multiple linear regression analysis of the absolute factor scores against the standard normalized deviate of the sum of PAHs were used to quantify such kind of major source contributions. In one of the groups separated from others, total toxic B[a]P equivalency (TEQ_{care}) values were found elevated which poses considerable hazard to benthic organisms.

Key Words: PAH, Gulf of Gemlik, sediment, statistical analysis, pollution, pollution source

Gülbahçe Körfezi Jeotermal Potansiyelinin Jeofizik ve Paleontolojik alışmalarla Belirlenmesi

Bade Peketinz¹, Mine Sezgl Kayseri², Mustafa Efteliođlu¹,
Cem Gnay¹ ve Erdeniz zel¹

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü,
35340 İnciraltı, İzmir (E-posta: bade.pekctinoz@ogr.deu.edu.tr)

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampusü,
35160 Buca, İzmir

Ülkemiz jeotermal kaynaklar açısından zengin ve buna elverişli jeoloji ortamlarına sahiptir. Batı Anadolu graben sisteminin bir parçası olan İzmir ve çevresi tektonik açıdan oldukça aktif olup, jeotermal potansiyeli yüksek olan bir bölgedir. İzmir Körfezini çevreleyen kara parçası ve özellikle Karaburun Yarımadası zerindeki birçok yerde sıcak su ıkışları bulunmaktadır. İzmir Körfezinin Batı kesiminde yer alan Gülbahçe Körfezi ve çevresi de mevcut konumuyla potansiyel bir sıcak su kaynak alanıdır.

Bu alışma, Gediz grabeni' nin bir parçası olan Gülbahçe Körfezindeki jeotermal kapasitesinin varlığını araştırmaya yönelik olup aynı zamanda da körfez civarında karada yapılan çalışmaların devamı niteliğindedir. Bölgedeki aktif tektonizma ve güncel yapıları araştırma amacıyla yapılan yüksek ayırmalı 3,5 kHz sığ sismik ve yanal taramalı sonar çalışmaları ile, konik yayılım gösteren yükseklikleri birkaç metre, boyutları 1 metre ile 20 metre arasında değişen 'Morfolojik Ykseltiler' tespit edilmiştir. Morfolojik yükseltilerin saptandığı alanlarda gravite örnekleyicisi (gravity core) yardımıyla deniz tabanından alınan numunelerde karakteristik bir mercan türünün varlığı tespit edilmiştir. Laboratuarda yapılan görsel incelemelerde bu mercan türünün '*Cladocora caespitosa*' olduğu belirlenmiştir. Körfez dışındaki diğer örnekleme alanlarında bu mercan türünün aynı yoğunlukta varlığı gözlenmemiş olmasından dolayı, bu türün varlığı bölgedeki termal akvitenin bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, sıcak su çıkışlarının olduğu potansiyel morfolojik yükselti alanlarından derlenen çamur örnekleri mikrofosil yönünden çalışılmıştır. Gülbahçe bölgesine ait fosil topluluğunda, özellikle tuzluluğun yüksek olduğu bölgelerde bolluk ve çeşitlilik gösteren foraminiferal test, silisli alg ve denizel dinoflagellat türlerin yüksek yüzdeli olduğu ve bu fosillere spor ve polenlerin (rn. Pinus, Quercus, Castaneae) eşlik ettiği gözlenmiştir. alışmalara göre, foraminiferal test formunun çeşitli ve yüksek yüzdeli gözlenmesinin, sıcak su çıkışının olduğu alanlarda deniz suyunun mineralce zenginleşmesi sonucu gerçekleştiğini düşündürmektedir.

Çalışma alanının kıyı kesiminde yer alan doğal kaynaklardaki sıcaklık değerleri yaklaşık olarak 30–35°C olarak llmştir. Kara verileri derindeki rezervuar sularının 100 °C ve üzerinde olduğunu göstermektedir. Gülbahçe Körfezi ve çevresinden elde edilen karasal ve denizel veriler, bu bölgenin jeotermal açıdan aktif olduğunu ve gelecekte potansiyel alternatif enerji üretim merkezi olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: İzmir körfezi, Gülbahçe körfezi, sığ sismik çalışma, jeotermal aktivite, palinoloji, *Cladocora caespitosa*

The Investigation of the Geothermal Potential of the Gülbahçe Bay Using Marine Geophysical and Palaeontologic Methods

Bade Pekçetinöz¹, Mine Sezgül Kayseri², Mustafa Eftelioğlu¹,
Cem Günay¹ & Erdeniz Özel¹

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü,
İnciraltı, TR–35340 İzmir, Türkiye (E-mail: bade.pekctinoz@ogr.deu.edu.tr)
² Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca, Tınaztepe Kampüsü,
TR–35160 İzmir, Türkiye

It is known that our country has suitable geological environment for extremely rich geothermal resources. İzmir and its surroundings are parts of the West Anatolian Graben system that is tectonically active with very high geothermal potential. There are some hot water venting on the onshore areas of the İzmir Bay, especially at several locations in the Karaburun Peninsula. Gülbahçe Bay is placed in the western part of the İzmir Bay, where there is a high potential hot water resources.

The main goal of this study is to explore the available geothermal capacity in the onshore and offshore of the Gülbahçe Bay. ‘Conical Morphologic Elevations’ with a few meters of height and 1 m to 20 m of dimension were observed on the 3.5 kHz high resolution, shallow seismic and side scan sonar lines used for the investigation of the active tectonics of the region and current structures. The existence of a coral species is found out from the sediment samples recovered by gravity corer around the conical morphologic elevation of the seafloor. This coral species were not observe with the same intensity at the other sampling areas outside of the Gülbahçe Bay. Laboratory visual inspection of corals indicates that belong to the coral species ‘*Cladocora Caespitosa*’. It is evaluated that the existence of this species indicate the thermal activities of the region due to not happen of the observation of this coral species with the same intenseness at the other sampling areas outside the Gülbahçe Bay. Due to scarcity of this coral species at the other sampling areas outside of the Gülbahçe Bay, the existence of this species is believed to be an indicator of the thermal activities in the region. Additionally, micropalaeontological analysis was performed on the mud samples from the morphologically elevated areas having hot water venting. At the micro-fossil community of the Gülbahçe Bay, especially, the areas with high salty values have plenty and various foraminifera tests, silicic alg and marine dinoflagellates with their spor and pollens (e.g., Pinus, Quercus, Castaneae). According to the polynologic studies, the sea water becomes suitable in composition as a result of the hot water venting causing enrichment in foraminiferal populations.

The waters in the coastal offshore areas have the temperature values changing between 30–35 °C. The data obtained from the geothermal springs on nearby land areas has deep reservoir temperatures more than 100 °C. The offshore marine and onshore data which were obtained from Gulbahce Bay and its surroundings suggest that this region is geothermally active and has the potential to produce energy in the future.

Key Words: İzmir Bay, Gülbahçe bay, shallow seismic study, geothermal activity, palynology, *Cladocora caespitosa*

Endüstriyel Hammade Kaynakları
Industrial Raw Materials

Oturum Yürütücüsü / Convener: Yurdal Genç

Yozgat-Yerköy-Belkavak Köyü Civarındaki Volkanitlerde İzlenen Kuvars ve Ametist Kristallerinde Sıvı Kapanım Çalışmaları

Zeynep Ayan¹, Nihal Çevik², Ebru Coşkun¹ ve İ. Sönmez Sayılı²

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analiz ve Teknolojileri Dairesi, Mineraloji-Petrografi Araştırmalar Koordinatörlüğü, 06520 Balgat, Ankara

² Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara (E-posta: sayili@eng.ankara.edu.tr)

Yozgat-Yerköy-Belkavak Köyü civarında yüzeyleyen volkanik kayalarda yapılan mineralojik, petrografik ve jeokimyasal çalışmalar sonucu andezit (bazaltik andezit ?), killeşmiş camı tuf, riyodasit/dasit ve aglomeralar ayırtlanmıştır.

Genellikle kalsedon, yer yer de onlara eşlik eden kuvars ve ametistlerden oluşan silis damarları, andezit, altere andezit, seladonitli alterasyon damarlarını ve killeşmiş camı tüfleri kesmekte, aglomeralar içinde ise kayaç parçaları ile birlikte bulunmaktadır.

Silis oluşumları, K30–60°D doğrultulu kırık ve çatlak dolguları şeklinde gelişmiştir. Damarların yan kayaca yakın kesimlerinde kalsedonik bantların olduğu görülmektedir. Onların üzerinde önce beyaz kuvars, daha sonra da şeffaf kuvars zonu yer almaktadır. Bu zonların üstünde ametist kristalleri büyümüştür. Ametistlerin üzerinde ise yer yer ikinci şeffaf kuvars zonu gelişmiştir.

Tüm zonlarda sıvı kapanım incelemeleri yapılmıştır. Sıvı kapanımların boyutları oldukça küçüktür. Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar, tek fazlı (sıvı) ve tek fazlı (gaz) kapanımlarla birlikte görülmektedir. Ametistlerde açık sisteme ait kanıtlar, homojenleşme sıcaklıklarının oluşum sıcaklıklarına denk geldiğini göstermektedir. Beyaz kuvars kristalleri 323–272 °C, şeffaf kuvarslar ise 280–217 °C sıcaklık aralığında oluşmuşlardır. Bu kuvars oluşumları sırasında tuzluluk yaklaşık % 3–5 NaCl eşdeğeri arasında değişmektedir. Ametistlerin oluşumları sırasında çözeltilerin sıcaklıkları önce yükselerek 370–310°C'a çıkmış, tuzluluk ise % 4–8 NaCl eşdeğerine yükselmiştir. Daha sonra ametistlerin son oluşum evresinde çözeltiler 290 °C'dan başlayarak 160 °C'lere doğru soğumuş, tuzluluklarda % 5 ten % 1.73'e doğru azalmıştır. En son oluşan şeffaf kuvarsların oluşum sıcaklıkları ise 270–120 °C' ler arasında değişmekte olup, tuzluluk % 6.88 ile %0 NaCl eşdeğeri aralığında ölçülmüştür. Son evre, silisli çözeltilerin gelişi sırasında meteorik suların giderek daha baskın hale geldiğine işaret etmektedir.

Anahtar Sözcükler: Yozgat, kalsedon, kuvars, ametist, sıvı kapanım

Fluid Inclusion Studies on Quartz and Amethyst Crystals Observed in Volcanic Rocks around Belkavak Village, Yerköy-Yozgat, Turkey

Zeynep Ayan¹, Nihal Çevik², Ebru Coşkun¹ & İ. Sönmez Sayılı²

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analiz ve Teknolojileri Dairesi, Mineraloji-Petrografi Araştırmalar Koordinatörlüğü, Balgat, TR–06520 Ankara, Türkiye

² Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tandoğan, TR–06100 Ankara, Türkiye (E-mail: sayili@eng.ankara.edu.tr)

Based on mineralogical, petrographical and geochemical studies on volcanic rocks cropping out around Belkavak village, Yerköy, Yozgat, andesite (basaltic andesite ?), argillized vitric tuff, rhyodacite / dacite and agglomerates are distinguished.

Siliceous veins, composing of chalcedony zones associated with local quartz and amethyst crystals cut andesites, altered andesites, alteration veins with celadonite and argillized vitric tuffs, but are found as pieces together with other volcanic rock fragments in agglomerates.

Siliceous veins fill the cracks and fractures of rocks with a general strike of N30–60°E. Chalcedonic bands are developed at the walls of veins close to host rocks. Over these bands, white quartz and later transparent quartz zones are grown. Amethyst crystals are observed over the transparent quartz zones. Secondary transparent quartz zone is developed following amethyst crystals.

The fluid inclusion studies are carried out on the whole zones. The dimensions of the fluid inclusions are fairly small. Generally, two phase (liquid+gaseous) primary inclusions are observed together with single phase (liquid) and single phase (gaseous) inclusions. The presence of these assemblages in amethyst crystals are the evidence of open system, indicating that homogenization temperatures are representing the occurrence temperatures. The white quartz crystals originated at temperatures between 323 °C and 272 °C, while transparent quartz formed at temperatures between 280–217 °C. The salinity of these quartz crystals vary between 3–5 % NaCl equivalent. During the formation of amethyst crystals, the temperature of the fluids was high at the beginning, around 370–310 °C, and salinity was between 4–8 % NaCl equivalent. At the final stage of the amethyst occurrences, the temperature of the fluids was about 290 °C, then cooled down to 160 °C, where salinities decreased from 5 to 1.73 % NaCl equivalent. The transparent quartz crystals that represent final stage, show temperatures varying between 270–120 °C and salinities between 6.88–0 % NaCl equivalent. The last stage is characterized by meteoric water which became more dominant during the mobilization of siliceous solutions.

Key Words: Yozgat, chalcedony, quartz, amethyst, fluid inclusion

21. Yüzyılda Olivin ve Türkiye'nin Olivin Potansiyeli

Cemile Erarslan¹, Elif Çevik², Yüksel Örgün¹ ve Haşim Ağrı³

¹ *İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
34469 Maslak, İstanbul (E-posta: erarslan@itu.edu.tr)*

² *Ağaoğlu Şirketler Grubu Ataşehir 34746 Yenisahra, İstanbul*

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

Ultrabazik ve bazik kayaların ana kayaç yapıcı minerali olan olivin, günümüzde sanayide kullanılan en önemli hammaddelerden biri haline gelmiştir. Yüksek refrakter özelliği, yüksek sertliği ve değişik kristal boyutu nedeniyle sanayinin çeşitli alanlarında kullanıma uygun olan olivin, ilk kez 1930'lu yıllarda refrakter tuğla yapımında kullanılmış, daha sonra demir-çelik sanayi, aşındırıcı, elektrikli ısıtıcı ve çevre teknolojileri gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. 21. yüzyılda ise başta yüksek ısıya dayanıklı malzeme üretiminin yanı sıra çevre teknolojilerinde (atık suların temizlenmesi, yan ürün kazanımı, vs.) olivinin daha fazla talep edildiğini görmekteyiz. 1948 yılından beri olivin üretmekte olan Norveç 20. yüzyılın sonuna kadar dünya üretiminin büyük bir kısmını (yaklaşık % 80) karşılamış ve bu anlamda bir olivin tekeli olmuştur. 21. yüzyılda ise Japonya, İspanya, Güney Kore, Çin, Brezilya, A.B.D, İtalya ve İsveç'in yanı sıra Türkiye'de olivin üretimine ve ihracatına başlamıştır.

Türkiye'de olivin üretim yapılan başlıca sahalara: Konya-Beyşehir, Bursa-Orhaneli ve Hatay'dır. Bu üretimin büyük bir kısmı Mısır, Sudan, Arnavutluk, Suriye, Venezüella, Rusya, İran, Güney Afrika, Şili ve Peru'ya ihraç etmekte; çok az bir kısmı ise iç piyasaya verilmektedir. 2008 yılı sonu itibarıyla yaklaşık 30.000 ton olivinin ihraç edildiği, kalanını iç piyasada tüketildiği yapılan sözlü görüşmelerden öğrenilmiştir. Zira yukarıda verilen ülkemize ait olivin üretim, ihracat ve ithalat rakamlarına dair, resmi kayıtlarda herhangi bir bilgiye ulaşılamamıştır. Bu anlamda az da olsa bilgi sahibi olunan olivin sahalardan bir tanesi Bursa-Orhaneli sahasıdır. Sahada 1.200 milyar ton rezerv olduğu, kayacın ortama mineralojik bileşiminin %90'dan fazla olivin, %1–4 serpantin, %1–3 opak mineraller (kromit, manyetit, pirit) ve %1–2 oranında kalsit ve klorit gibi ikincil ayrışım ürünlerinden meydana geldiği ortaya konmuştur. Kimyasal bileşimi %50.2–40.99 MgO, %40.6–34.67 SiO₂, %6.8–13.7 Fe₂O₃, %0.10–0.83 Al₂O₃, %0.35–4.24 Cr₂O₃ olarak belirlenmiştir. Bu mineralojik ve kimyasal bileşimi ile Orhaneli bölgesi olivinleri dünya standartlarını karşılamaktadır.

Çalışmada 21. yüzyılda olivinin sanayide hangi alanlarda daha fazla talep edileceği gerekçeleriyle tartışılacak, dünyadaki güncel olivin rezerv ve ithalat-ihracat rakamları verilecek, Türkiye'nin olivin potansiyeli ithalat-ihracat rakamları ile birlikte sunulacaktır.

Anahtar Sözcükler: olivin, ultrabazik, refrakter, Bursa-Orhaneli, Türkiye

In 21th Century Olivine and Olivine Potential of Turkey

Cemile Erarslan¹, Elif Çevik², Yüksel Örgün¹ & Haşim Ağrılı³

¹ *İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, TR–34469 İstanbul, Türkiye (E-mail: erarslanc@itu.edu.tr)*

² *Ağaoğlu Şirketler Grubu, Ataşehir, Yenisahra, TR–34746 İstanbul, Türkiye*

³ *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, Balgat, TR–06520 Ankara, Türkiye*

Today, olivine being the main rock forming mineral of the ultrabasic and basic rocks has become the most important raw materials for industry. Because of its high refractivity, high hardness and different crystal size it is favorable to be used in various areas of the industry. First time, in 1930, it is used to produce refractive brick. Later, it became widely used in many industrial areas like iron-steel industry, abrasive, heat storage and environmental technologies. In 21st century, on the other hand, it is demanded more in the environmental technologies in addition to its usage in the production of high heat resistant material. Norway, as being the olivine producer since 1948, met the large amount of the world olivine production (80%) until the end of the 20th century and it became the monopoly in olivine production in this sense. In 21st century, along with Japan, Spain, South Korea, China, Brazil, USA, Italy, and Sweden, Turkey started to produce and export the olivine.

In Turkey, Konya-Beyşehir, Bursa-Orhaneli and Hatay are the places where the most of the olivine is produced. Large amount of the olivine production is exported to Egypt, Sudan, Albania, Syria, Venezuela, Russia, Iran, Africa and Peru and remaining very little part of it is given in for the domestic usage. Towards the end of 2008, based on the person-to-person communications, it has become known that approximately 30,000 ton of olivine is exported and the remaining is consumed in domestic marketing. Nevertheless, there isn't any written record on these numbers for the olivine production, olivine export and import for Turkey. In exception, Bursa-Orhaneli is one of the areas where we have some information about olivine reserves. There, it has been determined that there is about 1,200 billion ton reserve and more than 90% of the rock's average mineralogical composition is olivine, 1–4% of its composition is serpentine, 1–3% is opaque minerals like chromite, magnetite, pyrite and 1–2 % is the secondary decomposition productions like chlorite and calcite. Its chemical content is found to be 50.2–40.99% of MgO, 0.6–34.67% of SiO₂, 6.8–13.7% of Fe₂O₃, 0.10–0.83% of Al₂O₃, 0.35–4.24% of Cr₂O₃. With these mineralogical and chemical composition properties, Orhaneli olivine, therefore, meet the world standards.

In this study, the industrial areas in which the olivine will be most demanded and used, will be argued on the basis of concrete grounds, the current olivine reserve information and the quantitative numbers for export and import will be presented, and the olivine potential for Turkey will be shown together with the export-import information.

Key Words: olivine, ultrabasic, refractory, Bursa-Orhaneli, Turkey

Kil Tabanlı Seramiklerde Faz Oluşumu ve Fiziksel Özellikler Üstüne Alkali (Na, K) ve Aliminyum (Al) Etkisi

Aydın Aras¹, Viktor Madai² ve Ferenc Kristaly²

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analiz ve Teknolojileri Dairesi,
Mineraloji-Petrografi Laboratuvarı, 06520 Balgat, Ankara (E-posta: aras@mta.gov.tr)

² Miskolc Üniversitesi, Mineralogy-Petrology Bölümü, H3515 Miskolc-Egyetemvaros, Macaristan

Yaş karıştırma ile hazırlanmış seramik bünyelerde, faz oluşumu ve fiziksel etkiler üstüne alkali (K,Na) ve aliminyum etkisi incelenmiştir. Üç değişik reçete ile hazırlanan değişik kompozisyondaki seramik bünyelerde pişme oluşan mineralojik faz değişiklikleri çalışılmıştır. Preslenerek hazırlanan bünyeler 1200 °C ve 1400 °C derecelerde pişirimiştir. Pişmiş bünye analizleri XRD ile yapılmıştır. Pişme dayanımları ve E modülleri pişmiş bünyelerden ölçülmüştür. Değişik alakali ve Aliminyum ilaveleri müllitleşme ve fiziksel özellikler üstünde değişik etkiler yaptığı gözlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: alkali, Na, K ve aliminyum, müllitleşme, fiziksel özellikler, E modülü, pişme dayanımı

Effect of Alkaline (Na, K) and Alumunious (Al) on Phase Formation and Physical Properties of Clay Based Ceramics

Aydın Aras¹, Viktor Madai² & Ferenc Kristaly²

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analiz ve Teknolojileri Dairesi, Mineraloji-Petrografi Laboratuvarı, 06520 Balgat, Ankara (E-mail: aras@mta.gov.tr)

² University of Miskolc Üniversitesi, Mineralogy-Petrology Bölümü, H3515 Miskolc-Egyetemvaros, Macaristan

The effect of alkaline Na, K and Al on the phase formation and physical properties of development of clay based ceramics from mixtures activated by wet mixing process, were investigated. Mineralogical transformations caused by firing, of main three groups different compositions used in the formulation of ceramic bodies have been studied. Test samples have been prepared by pressing and fired in the range of 1200 °C and 1600 °C. Analysis of the fired samples was carried out by XRD. Fired strength and E Modulus were measured from fired bodies. Different alkaline and Al additives demonstrated different influences on the mullitization behavior and physical development of the clay based ceramics.

Key Words: alkaline, Na, K and Al, müllitization, physical properties, E modulus, fired strength

Doğu Karadeniz Bentonitleri'nin Mineralojisi ve Jeokimyası: Kavaklar (Ordu) ve Tirebolu (Giresun) Bentonitleri

Emel Abdioglu¹, Mehmet Arslan¹ ve Selahattin Kadir²

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon
(E-posta: abdioglu@ktu.edu.tr)

² Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik Kampüsü,
26480 Eskişehir

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Geç Kretase yaşlı volkanitler içerisinde yaygın olarak gelişen bentonitlerden en iyi bilinen ikisi, Kavaklar (Ordu) ve Harşit vadisi boyunca yüzeylenen Tirebolu (Giresun) yöresi bentonitleridir. Yöre bentonitlerinin çevre kayaları asidik-ortaç karakterli olup, genellikle trakit, trakiandezit, riyolit, riyodasit ve bunların piroklastitleridir.

Bentonit örneklerinde en bol bulunan kil minerali simektit, daha az oranda ise kaolenittir. Yönlenmiş örneklerin X-ışınları incelemelerinde, (001) yansıması Ca simektiti ifade eder şekilde 14.45–15.68Å arasında değişmektedir. Mg ve K'la doyurulmuş örneklerdeki incelemeler saf simektitin varlığını işaret eder. b_0 değerleri ve Greene-Kelly test sonuçları incelendiğinde simektitlerin genellikle montmorillonit daha az oranda ise baydellitten oluştuğu saptanmıştır. Kavaklar bentonitlerindeki kil dışı mineraller ilksel volkanik kayaktan gelen feldispatlar (sanidin, plajiyoklas), biyotit, pomza ve ilksel kayacın bozuluşu esnasında kile eşlik eden opal-CT, nadiren kalsit ve klinoptilolit ile temsil edilir. Tirebolu bentonitlerinde ise kil dışı mineraller K-feldispat, cam kıymıkları, kuvars, opal-CT, pomza parçaları, hornblend, pirit, Mn-oksitler, nadiren kalsit ve mordenittir.

Simektitlerin kimyasal analiz sonuçlarına göre; simektitler genellikle Ca-simektit olarak tanımlanmıştır. Ca-simektitlere ilave olarak Na-Ca ve Na simektitler de bulunmaktadır. Kil fraksiyonunun kimyasal analizine göre, Si ve Al^{IV} tetrahedral katyonlar, Al^{VI}, Mg, Fe, Ti ve nadiren Mn'nin oktahedral katyonlardır. Tabaka arası katyonları ise Ca, Mg, Na ve K oluşturmaktadır.

Yöre bentonitlerinin duraylı izotop değerleri dar bir alanda değişiklik sunar. Kavaklar bentonitlerinin $\delta^{18}\text{O}$ ve δD değerleri sırasıyla ‰+22 ile ‰+22.4 ve ‰-75 ile ‰-96; Tirebolu bentonitlerinin ise ‰+25.2 ile ‰+28 ve ‰-114 ile ‰-131'dir. Jeolojik, mineralojik, jeokimyasal ve duraylı izotop çalışmalarına göre; Kavaklar ve Tirebolu bentonitlerinin sığ denizel bir ortamda, yavaş sıkışma hızında ve yüksek poroziteye bağlı olarak, otojenik oluştuğu düşünülmektedir. Bentonit oluşumu, 20–40 °C gibi düşük sıcaklıklarda, deniz suyu ve az oranda meteorik su karışımı bir sıvının piroklastik malzemeyi yerli yerinde bozuşturması ile gerçekleşmiştir.

Anahtar Sözcükler: Doğu Karadeniz, Kavaklar, Tirebolu, bentonit, Ca-simektit, O-D izotopları

Mineralogy and Geochemistry of the Eastern Blacksea Bentonites: Kavaklar (Ordu) and Tirebolu (Giresun) Bentonite Examples

Emel Abdioglu¹, Mehmet Arslan¹ & Selahattin Kadir²

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–61080 Trabzon, Türkiye
(E-mail: abdioglu@ktu.edu.tr)

² Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik Kampüsü,
TR–26480 Eskişehir, Türkiye

In the Eastern Black Sea region, the common bentonites are developed in the Upper Cretaceous aged volcanic rocks, of these, the Kavaklar (Ordu) bentonites and Tirebolu (Giresun) bentonites outcropped along the Harşit Valley. The surroundings of these bentonites are intermediate to acidic in composition and represented by trachyte, trachy-andesite, rhyolite, rhyodacite and their pyroclastic equivalents.

Mostly smectite and rarely kaolinite is common clay minerals in the bentonite samples. In the XRD studies of the oriented samples, (001) basal reflection of smectite is between 14.45 and 15.68 Å, indicating Ca-smectite. XRD pattern of the Mg- and K-saturated samples exhibit characteristics of the pure smectite composition. b_0 values and Greene-Kelly test results suggest that smectites are generally montmorillonite and baydellite in a lesser extend. The Kavaklar bentonites contain volcanogenic sanidine, plagioclase, biotite and pumice, along with the diagenetic minerals opal-CT, cristobalite and rare calcite and clinoptilolite. Tirebolu bentonites compose of K-feldspar, glass fragments, quartz, opal-CT, pumice fragments, hornblende, pyrite, Mn-oxides, rarely calcite and mordenite as non-clay minerals.

Based on the chemical analysis, smectites are defined as Ca-smectite. In addition to Ca-smectites, Na-Ca and Na smectites are also described. In the light of chemical analysis of the clay fraction, Si and Al^{IV} are tetrahedrally, and Al^{VI}, Mg, Fe, Ti and rarely Mn are octahedrally coordinated cations. Ca, Mg, Na and K occupy the interlayer position.

The stable isotope values of these bentonites in the region vary in a narrow range. $\delta^{18}\text{O}$ and δD values are from +22 to +22.4‰ and from –75 to –96‰ for the Kavaklar bentonites; from +25.2 to +28‰ and from –114 to –131‰, respectively. Geological and geochemical studies suggest that the Kavaklar and Tirebolu bentonites were authigenically formed at shallow marine environment with low burial speed and high porosity. In situ alteration of pyroclastics was developed at low temperatures as 20–40 °C with mixtures of meteoric and marine water.

Key Words: Eastern Black Sea, Kavaklar, Tirebolu, bentonite, Ca-smectite, O-D isotopes

Karaburun Yarımadası'nın Kuzey Kesimindeki Killerin Stratigrafisi, Sedimentolojisi ve Ekonomik Kullanım Olanaklarının Araştırılması

Berk Çakmakoglu¹, Cahit Helvacı², Fikret Göktaş³ ve Mahmut Demirhan¹

¹ *Likya Minelco Madencilik, 555 Sokak 161/C, 35100 Bornova, İzmir
(E-posta: berk.cakmakoglu@likyaminelco.com)*

² *Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kaynaklar Yerleşkesi, 35160 Buca, İzmir*

³ *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ege Bölge Müdürlüğü, 35100 Bornova, İzmir*

Karaburun Yarımadası'nda yüzeyleyen Neojen yaşlı sedimenter birimler içerisinde ekonomik öneme sahip kil oluşumlarının Erken Miyosen yaşlı Salman formasyonu içerisinde buldukları belirlenmiştir. Yarımadanın kuzeybatı kesiminde geniş yayılım sunan Salman formasyonu, kumtaşı-çamurtaşı ardalanmasından oluşan Ordovisiyen–Karbonifer yaşlı Küçükbahçe ve Dikendağı formasyonları üzerinde uyumsuz konumlu alüviyal fan/delta istifile simgelenir. Yelpazenin proksimal kesimini oluşturan kaba taneli istif üzerine silttaşı-çakıltası ardalanmasından oluşan yelpazenin distal kesimi yerleşir. Alüviyal yelpazenin açtığı gölün kıyı gerisi çökelimini yansıtan gastropod kavkı kırıntılarınca zengin linyit içerikli silttaşı ile karbonat arakatmanları, yelpazenin distal kesimini üzerler. Formasyon, yarımadanın kuzey kesiminde yaygın olarak gözlenen Erken Miyosen yaşlı Yaylaköy volkanitleri tarafından üzerlenir. İki evreli Yaylaköy volkanizması, kalkalkali andezit-bazaltik andezit karakterli lav seviyeleri ile bu seviyeleri birbirinden ayıran ince kül-lapilli tüf ardalanmasından yapıli piroklastik çökellerden oluşur. Salman formasyonu'nu oluşturan alüviyal yelpazenin distal kesimi, kanal dolgusu, moloz akması ve setüstü litofasiyeslerinden yapılidir. Yelpaze, kanal dolgusu ve setüstü litofasiyeslerinin ardalanmasıyla karakteristik olan sel akması baskın alüviyal yelpaze olarak tanımlanır. Ekonomik öneme sahip kil oluşumları, yelpazenin setüstü litofasiyesi içerisinde gözlenir.

Anahtar Sözcükler: Karaburun Yarımadası, Erken Miyosen, salman formasyonu, alüviyal fan, piroklastik, kil oluşumu

Investigation of Stratigraphy, Sedimentology and Economical Usage of the Clays from Northern Part of Karaburun Peninsula

Berk Çakmakoglu¹, Cahit Helvacı², Fikret Göktaş³ & Mahmut Demirhan¹

¹ *Likya Minelco Madencilik, 555 Sokak 161/C, Bornova, TR–35100 İzmir, Türkiye
(E-mail: berk.cakmakoglu@likyaminelco.com)*

² *Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kaynaklar Yerleşkesi, Buca,
TR–35160 İzmir, Türkiye*

³ *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ege Bölge Müdürlüğü,
Bornova, TR–35100 İzmir, Türkiye*

The commercially clay formations which are observed in Neogene-age sedimentary units from northern part of Karaburun Peninsula are known well. It is determined that the clays are found in Early Miocene age Salman formation. Salman formation occurred in alluvial fan/delta environment which is formed on Ordovician-Carboniferous age Küçükbahçe and Dikendağı formations are represented by sandstone-mudstone intercalation and observed widely at the northwestern part of the peninsula. Distal part of the fan which is represented by siltstone-conglomerate overlies the proximal part of the fan consists of coarse-grained sequence. The gastropoda's bivalve pieces-rich siltstone and carbonate layers which indicate a swamp environment occurs at behind of a lake margin overlies the distal part of the fan. Depends on this, it is suggested that alluvial fan reaches to a lake environment. Formation is overlies by Early Miocene age Yaylaköy volcanites which are common observed at the northern part of the peninsula. Yaylaköy volcanites occur with as different two stages of andesite-basaltic andesite lavas and pyroclastic deposits consist of ash-lapille sized tuff intercalation which separate these stages. Distal part of the fan which occurs Salman formation consist of channel-fill, debris-flow and overbank lithofacieses. Fan is described as stream-flow dominated fan is characteristic within intercalation of overbank and channel-fill lithofacieses. The commercially clay formations are observed in overbank lithofacies of the fan.

Key Words: Karaburun Peninsula, Early Miocene, salman formation, alluvial fan, pyroclastic, clay formation

Çimento Hammaddeleri Aranması ve Değerlendirilmesinde Klinker Hesaplarının Önemi, Dikkat Edilecek Kriterler ve Bilecik, Erzurum Oltu Yörelerinden Birer Örnek

Abdullah Mete Özgüner

*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 06520 Balgat, Ankara
(E-posta: meteozguner@yahoo.com)*

Klinker hesaplarının onayından geçmeyen bir portland çimento hammaddeleri arama projesi son derece büyük bir risk altındadır. Çoğu zaman ikili, üçlü ve daha fazla hammaddenin harmanlanarak istenen portland çimentosu klinker kimyasal formülüne ulaşılması araştırılır. Jeoloji mühendisi, hammadde arayıp bulma sürecinde klinker hesaplarını sağlıklı bir şekilde kullanmak zorundadır.

Katkı maddelerinin kendi aralarında ikili ve üçlü karışımlar oluşturulup bunların teorik karışım oranları ve farin, klinker oksit oranları kireç doygunluk modülüne göre hesaplanır. Standart klinker oksit değerleri arasına giren karışımlar; olumlu kabul edilmekte, bu değerler arasına girmeyen katkılar iptal edilmektedir. Olumlu bulunan klinker oksit oranları, modül formüllerine uygulanıp bu karışımların Hidrolik Modül (HM), Kireç Doygunluk Modülü (KSk), Silikat Modülü (SM) ve Alüminyum Modülü (AM) değerleri hesaplanır ve modül standart değer aralıklarına giren karışımların klinker oranları kabul edilir.

Çimentonun ana hammaddesi, % 65–75 oranında kullanılan kireçtaşıdır, kiltası, çamurtaşı ve eşdeğeri litolojiler % 25–30 oranında kullanılmaktadır. Kireçtaşı hammaddesinde dolomit bulunması veya ortalama MgO oranının % 5’i geçmesi, serbest silika bulunması veya bünye silisinin %15’yi geçmesi, kil veya tras katkı maddesi ortalama toplam alkali ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) oranının % 2,5’i geçmesi istenmeyen durumlardır. Klinker formülünde bu oranlara sahip karışımların yüzde oranları ya ilave katkı maddesiyle ayarlanır veya o karışım iptal edilir.

Klinker hesaplarında kullanılan hammadde örneklerinin temsili olabilmesi amacıyla en geniş mostralar boyunca, tabakalanmaya dik yönde oluk örnekleri alınması ve öğütüldükten sonra iyice harmanlanıp çeyreklenmesi gerekmektedir. Bu ana hammaddelerin yeterli rezervde ve homojen özellikte olması da önemlidir. Kil ve marn gibi ana katkı maddesinin illitik ve zeolitik kil içermesi, nem oranının % 22’yi geçmemesi tercih edilir. Ortalama 1 milyon ton/yıl toplam hammaddeye gereksinim duyan bir çimento fabrikasının nakliyat masrafları hesaplandığında, fabrikanın kireçtaşı rezervi dibinde kurulması önerilir.

Çok yüksek CaCO_3 oranına sahip Orta–Üst Jura Bilecik kireçtaşı Fm’nun mermer üretilmeyen parçalı bölümleri ve grimsi-mavi kiltası-silttaşı aralanmalı Üst Kretase Ağlaşan Fm’nu karışımı klinker hesapları olumlu sonuçlar vermiş ve üçüncü bir katkı maddesine gerek kalmamıştır. Bilecik yöresinin iki önemli çimento ana hammaddesini oluştururlar.

Erzurum Oltu yöresi ve civarı Jura–Kretase kireçtaşı mostraları, genelde %16’dan çok bünye silisi ve bir miktar da serbest silis içerdiği için çimento hammaddesi özelliğine sahip değildir. Yöre Oligosen kırmızı kiltaları, alüminyum oksit oranı yüksek ve silika oranı nispeten düşük olmasıyla ideal çimento kiltası hammaddesi özelliğindedir. Ancak, söz konusu kireçtaşı ve kırmızı kiltası karışımının klinker hesapları olumsuz sonuçlar vermiştir.

İdeal çimento hammaddelerinin tamamını, istenen bir bölgede bulmak tüm diğer madencilik sektörlerinde de görüldüğü gibi, çoğu zaman mümkün değildir. Çoğu kez bazı işletme ve teknolojik sorunların da çözülmesi gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: çimento, hammaddeler, klinker hesapları, kireçtaşı, kiltası, Bilecik, Erzurum-Oltu

Importance of Clinker Calculations in Exploration and Evaluation of Cement Raw Materials and Their Criteria and the Case Studies in Bilecik and Erzurum Oltu Regions

Abdullah Mete Özgüner

*Mineral Research and Exploration General Directorate, Balgat,
TR-06520 Ankara, Turkey (E-mail: meteozguner@yahoo.com)*

Portland cement raw material exploration project is under a great risk if the raw materials found are not approved by clinker calculations. Generally, investigations are carried out to reach the clinkers' chemical formula needed by double, triple and multiple blending of the raw materials. Therefore geological engineer should know and use the clinker calculations for the cement raw material exploration.

Double and triple mixture ratios between the raw materials and oxide ratios of the raw materials and the clinker are calculated by lime saturation module. The calculated values which enter standard clinker oxide values are accepted while the others are discarded. For the positive clinker oxide ratios; Hydraulic Module (HM), Lime Saturation Module (K_{sk}), Silicate Module (SM) and Aluminium Module (AM) values of these mixtures are calculated by using their module formulae and those which enter the standard module value intervals are accepted while the others are not approved.

Limestone comprises 65–75% of the total cement raw materials and clay, mudstone and equivalent lithologies are used in 25–30% ratios. Existence of dolomite or MgO more than 5% ratio, occurrence of free silica or compositional silica more than 15%, total alkaline (Na₂O + K₂O) of the clay or the trass more than 2.5% ratio, are the unwanted aspects. Clinker compositions of these ratios are adjusted to normal value by raw material addition or subtraction and if it is not possible the mixture is discarded.

It is necessary to get groove samples at right angle to the bedding through the widest outcrop of the raw material and to grind and blend them before the chemical analyses for the clinker calculations. The main raw materials should have sufficient reserves and homogeneous properties. It is preferred that clay and marl raw materials contain illitic and zeolitic clays, their moisture should not pass 22%. It is also preferred that the cement factory should be built beside limestone reserve with respect to transportation expenses of a decent cement factory which needs 1 million ton/year raw material.

Clinker calculations of the mixture of Middle-Upper Jurassic Bilecik limestone Fm with very high CaCO₃ ratio and Upper Cretaceous Ağlaşan Formation with greyish-blue claystone-siltstone alternations gave approved results so that no third additional raw material was needed. They comprise two important cement raw materials of Bilecik region.

Jurassic-Cretaceous limestones of Erzurum Oltu region and its surroundings have no cement raw material properties since they generally have more than %16 compositional silica and little free silica. Oligocene red claystones of the region have ideal cement raw material properties since they have high aluminium oxide and relatively low silica ratios. But, clinker calculations of the limestone-red claystone mixtures gave negative and unapproved results.

Generally it is not possible to find all the ideal cement raw materials within the required region which is also unpracticable in the other mining sectors. In many cases some mining and technological problems remain to be solved.

Key Words: cement, raw materials, clinker calculations, limestone, claystone, Bilecik, Erzurum-Oltu

Aydın Bölgesinin Süstaşı Kalitesinde Dumanlı ve Renksiz Kuvars Kristalleri

Murat Hatipoğlu¹, H. Baki Buzlu², Hakkı Babalık³, Evrim Çoban⁴ ve Düzgün Koç³

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, İMYO, Gemoloji ve Mücevher Programı, 35160 Buca, İzmir
(E-posta: murat.hatipoglu@deu.edu.tr)

² Dokuz Eylül Üniversitesi, İMYO, Gemoloji ve Mücevher Programı, 35160 Buca, İzmir
³ Adnan Menderes Üniversitesi, MİMYO, Takı Tasarımı ve Süs Taşları İşlemciliği Programı,
09730 Karacasu, Aydın

⁴ Muğla Üniversitesi, MSKMYO, Takı Tasarımı ve Süs Taşları İşlemciliği Programı,
48200 Milas, Muğla

Türkiye'nin Aydın Bölgesi, süstaşı kalitesinde dumanlı ve renksiz (kaya kristali) kuvars kristallerinin (SiO₂) en önemli yataklanma alanıdır. D–B gidişli Büyük Menderes Grabeninin güney bloğunda yer alan Çine, Karacasu ve Koçarlı ilçelerinin dağlık alanlarında bulunan bu kristaller küçümsenmeyecek ölçüde bir potansiyele sahip olup, bu bölgelerin orman ürünlerinden sonraki en değerli doğal malzemeleridir.

Aydın bölgesinin dumanlı ve renksiz kuvars türleri, jeolojik olarak Menderes Masifi'nin gnays, leptit ve şist gibi ana kayaları içerisinde ki boşluklarda kristalleşmiştir. Bölgede jeolojiksel yığışım gnayslar ile başlar, leptitler (çoğunlukla kuvars, mikalar ve plajiyoklaslardan oluşmuş kaya) tarafından üstlenir ve şistler ile yüzeylenir. Ancak, bu istif asidik (granit ve granodiyorit) ve bazik (gabro) mağmatikler tarafından kesilir. Kuvars kristalleri, ince paralel uzun damarlar ve/veya kalın kısa mercerler içerisinde bulunurlar. Kristaller hidrotermal koşullarda oluşmuşlardır ve boşluklar içerisinde çeperlere bir uçlarından tutunarak büyürler. Bunlar büyük boyutlara ulaşırlar. Menderes Masifinin Aydın bölgesindeki kuvars damarları, genellikle doğu-batı ve kuzey-güney yönlerinde uzanır. Kuzey-güney yönlü damarlar daha yaşlı olup süstaşı kalitesinde kuvars kristalleri içermez. Tektonik olaylar nedeniyle kırıklanmış, ufalanmış ve kirlenmişlerdir. Aksine, doğu-batı yönlü büyük olasılıkla Miyosen yaşlı tansiyon çatlakları boyunca yerleşen, postmetamorfik genç kuvars damarları, düzgün ve saydam kuvars kristalleri içerir. Örnekler, genellikle 5–10 cm uzunluklara ve 3–5 cm genişliklere sahip kristalin yapıdadırlar. Bununla beraber, bazıları 100 cm'lik uzunluğa ve 30 cm'lik genişliğe ulaşmaktadır. Kristaller genellikle saydam, kısmen yarısaydamdır. Özellikle Çine, Koçarlı ve Karacasu yakınlarında, dev boyutlu (180 kg'a kadar) kuvars kristali örnekleri bulunmuştur.

Aydın bölgesindeki kuvars damarlarının dağılımı ve yapısı, saha çalışmaları ve sismik araştırmalarla incelenmiştir. Damarlar, genellikle 0.2 den 8 m'lik genişliğe, 1 den 7 m'lik uzunluğa ve 10 dan 30 m'lik derinliğe sahiptirler. Lenslerde genellikle 0.5 den 2 m'ye genişliğe, 3 den 10 m'ye uzunluğa ve 3 den 6 m'ye derinliğe sahiptir. Aydın bölgesindeki kuvars kristallerinin tenörü yaklaşık 2–6 kg/ton'dur. Görünür ve muhtemel rezervleri de, yaklaşık 600.000 tondur. Dünyada kristalin dumanlı kuvars ticareti göz önüne alındığında işlenebilir nitelikte (renk, saydamlık, büyüklük vb) kristalin kuvarsların alıcılar tarafından 5.000–20.000 ABD Dolar/ton değer aralığında talep gördüğü bilinmektedir. Buna göre en düşük fiyat ton başına 5.000 Dolar göz önüne alındığında, Aydın bölgesinin işletilebilir süstaşı kalitesindeki kuvars kristal potansiyelinin 3 milyar ABD Doları olduğu tahmin edilebilecektir. İlave olarak, genelde kristal üretim sahalarında sıradan kesilebilecek taşlar dışında üretim sırasında ortaya çıkacak müzelik veya koleksiyonluk niteliğindeki (tam kristal şekilli, dev boyutlu vb) dumanlı kuvarsların da maddi değerinin ilave bir kaynak olduğu unutulmamalı ve toplam değere ilave edilmelidir. Bununla beraber, bu kristalin kuvars yataklarından hiçbirisinde henüz profesyonel olarak madencilik yapılmamaktadır. Eğer bu yataklar işletilirse, Türkiye dumanlı kuvars için Dünya piyasasında Brezilya'nın rakibi olabilecektir.

Anahtar Sözcükler: dumanlı kuvars, dağ kristali, süstaşı madenciliği, Aydın bölgesi

Gem Quality Smoky and Colorless Quartz Crystals of Aydın Region

Murat Hatipoğlu¹, H. Baki Buzlu², Hakkı Babalık³, Evrim Çoban⁴ & Düzgün Koç³

¹ *Dokuz Eylül Üniversitesi, İMYO, Gemoloji ve Mücevher Programı, Buca,
TR–35160 İzmir, Türkiye (E-mail: murat.hatipoglu@deu.edu.tr)*

² *Dokuz Eylül Üniversitesi, İMYO, Gemoloji ve Mücevher Programı, Buca,
TR–35160 İzmir, Türkiye*

³ *Adnan Menderes Üniversitesi, MİMYO, Takı Tasarımı ve Süs Taşları İşlemeciliği Programı,
Karacasu, TR–09730 Aydın, Türkiye*

⁴ *Muğla Üniversitesi, MSKMYO, Takı Tasarımı ve Süs Taşları İşlemeciliği Programı,
Milas, TR–48200 Muğla, Türkiye*

The Aydın region of Turkey is the most important deposition area of gem quality smoky quartz and colorless (rock crystal) quartz (SiO₂) crystals. These crystals, which found in the mountainous areas of Çine, Karacasu, and Koçarlı districts where located in the south block of the Big Menderes Graben with E–W trending, have a potential, and they are the most precious natural materials after the forest yields of this region.

Smoky and colorless species of the Aydın region are geologically crystallized in the pores within the host rocks such as gneiss, leptite (rock mainly formed from quartz, micas, and plagioclases), and schist of the Menderes Massif. In the region, geological stowage starts with gneisses at the bottom, overlays with leptite, and ends with schists on the surface. However, the metamorphic stowage is cut by acidic (granite and granodiorite) and basic (gabro) magmatics. The quartz crystals are found within thin parallel long veins and/or thick small lenses. The crystals were occurred in the hydrothermal conditions, and were grown up as terminated with one side holding on the walls of the pores. These reach up to larger sizes. The quartz veins in the Aydın region of the Menderes Massif generally run in east-west and north-south directions. The veins in the north-west direction are older, and not include gem quality quartz crystals. They were cracked, disintegrated, and been dirtied. Contrarily, the postmetamorphic younger veins in the east-west direction located thorough the Miocene aged tension fractures include straight and transparent quartz crystals. The specimens generally are in crystalline shapes with a length of 5-10 cm, a width of 3 to 5 cm. However, some can reach up to a length of 100 cm and a width of 30 cm. The crystals generally are transparent and partially translucent. Especially, in the vicinities of Çine, Koçarlı, and Karacasu, giant (up to 180 kg) quartz crystal specimens are present.

The distribution and structure of the quartz veins in the Aydın region were investigated with field studies and seismic researches. The veins generally have a width of 0.2 to 8 meters, a length of 1 to 7 meters, and a depth of 10 to 30 meters. The lenses also generally have a width of 0.5 to 2 meters, a length of 3 to 10 meters, and a depth of 3 to 6 meters. The crystal quartz tenor in the Aydın region is about 2–6 kg per ton. Their visual and possible reserves are about 600.000 tons. It is known that the suitable for cutting (color, transparency, size etc.) crystalline quartz samples are demanded by the buyers in ranging 5.000–20.000 US Dollar per ton. According to this, when the lowest value is considered as 5.000 US dollars per ton, it would be estimated that the exploitable gem quality quartz crystal potential of the Aydın region are about 3 billion US Dollars. In addition, it should be added to the potential special and unprecedented single crystals. However, none of these crystalline quartz deposits has yet been mined professionally. If these deposits are exploited, Turkey could be Brazil's competitor on the world market for smoky quartz.

Key Words: smoky quartz, rock crystal, gemstone mining, Aydın region

Yapı Endüstrisinde Perlit Kullanımı

Khikmet Makhmudov ve Kamalya Samedova

*Geology Institute of Azerbaijan National Academy of Sciences, Bakü, Azerbaycan
(E-posta: kamasamedova@yahoo.com)*

Çalışmalarımız Azerbaycan perlitlerinin petrol, gıda, tarım, kimya ve çevre sektörlerinde kullanılabilmesini ortaya koymuştur. Bunların dışında perlit inşaat sektöründe hafif alçı-paneller, ses ve ısı yalıtımı sağlayan cam yünü üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Patlatılmış perlit ısı yalıtımlı çimento, tuğla, çatı kaplaması, taban blokları, boya dolgusu, plastic malzeme ve asfalt üretiminde de kullanılmaktadır.

Geçen yılki çalışmamızda belirttiğimiz araştırma sonuçlarına göre Azerbaycan'ın Kechaldağ yöresi perlitlerinden vernik, macun, kaliteli muşamba, astar ve filtre malzemeleri üretilmiştir. Büyük panelli ev yapı sistemlerinde, duvar panelleri için hafif beton dolgu malzemeleri olarak diğer yapay ve doğal dolgu maddeleri (keramsite-keramsite-perlit-beton) ile perlit kumu karışımı önerilmektedir.

Geçen yıl yürütülen çalışmalar Azerbaycan perlitlerinin ısı yalıtım malzemeleri ve değişik amaçlı ürünlerin üretilmesinde değerli bir hammadde olduğunu göstermiştir. Özellikle doğal ve patlamış perlitin kirecin yerini alma potansiyeli deneysel olarak ispatlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: perlit, yapı endüstrisi, Azerbaycan

Use of Perlite in Building Industry

Khikmet Makhmudov & Kamalya Samedova

*Geology Institute of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan
(E-mail: kamasamedova@yahoo.com)*

On the base of our comprehensive research it has been determined that perlites of Azerbaijan can be used in oil, food, agricultural, chemical branches of industry and also in ecology. Moreover, perlites are widely used in the building industry for manufacture of lightweight plaster plates, thin glass fibres with high acoustic and heat isolation.

Circulite perlite is used for production of heatisolating cement, tiles, roofing covers, base of blocks, colours fillers, plastic materials and asphalt combinations. According to results of our research which will be marked in paper, during the last years new building materials such as varnish, mastic high-quality linoleum, battens and also filtering material, etc. have been produced from perlites of Kechaldag field of Azerbaijan. In large-panel housing building as a filler of light concrete for wall panels circulite perlite sand is suggested in combinations with other artificial and natural fillers (keramsite, keramsite-perlite- concrete, etc.).

Research works conducted during recent years have shown that Azerbaijan perlites are valuable raw for production of high effective heatisolating materials and products for different purposes.

In particular it has experimentally been proved the potential change of chalk by approachable mineral raw-perlite: both natural and circulite.

Key Words: perlite, building industry, Azerbaijan

Kırma Agregadaki Taşunu ve Kil Miktarı Üzerinde Formasyon Özelliklerinin Etkisi ve Metilen Mavisi Deneyinin Önemi

Aslıhan Kısacık

*Toros Mahallesi, 104 Sokak No: 6/B, Çukurova, 01170 Adana
(E-posta: aslhan_ksack@hotmail.com)*

Konkasör tesislerindeki işletmeciliğin, tekniğe uygun yapılmaması, kırma kum içerisindeki ince madde miktarının artmasına ve agrega kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Kırma kumda karşılaşılan problemlerden bir tanesi de çökel kaya tabakaları arasında olabilecek kil bantlarının, kırılan kayalardan ayırmadan doğrudan kırıcılara verilmesidir. Kırma agrega içerisinde, taş unu olarak adlandırılan ince malzeme, beton kalitesi üzerinde doğrudan etkilidir.

Beton kalitesi açısından; basınç dayanımı, su emme, rötre çatlakları gibi parametreler üzerinde taş unu olumlu etkiler sağlarken kil, betonun fizikomekanik özelliklerini olumsuz etkiler. Konkasör tesislerinde ince agrega elek analizlerinde 0.063 mm 'lik kare gözlü elekten % geçen malzeme 'ince madde' miktarını belirler. Fakat elek analizi sonuçları yalnız fiziksel bir tanımlama yapılmasını sağlar. Betona taşunu eklenmesi hem çimento ekonomisi hem de beton kalitesi açısından olumlu etkiler sağlamaktadır. Bu bağlamda agrega içerisinde ince madde oranının fazla olması durumunda ince maddenin mineralojik yapısı araştırılmadan agreganın yıkanmaması önemlidir. Yıkama, kompasite yönünden sonuç ürün olan betonu zayıflatacak ve ekonomik yönden pahalı bir ürün ortaya çıkacaktır. Agrega içerisindeki ince madde kil değilse bu malzemenin agrega içerisinde belli bir oranda bulunmasında fayda vardır. İnce agrega kalitesi (kil içeriği)'nin belirlenmesinde "metilen mavisi" [TS EN 933-9] deneyi basit, pratik, ucuz bir yöntemdir. Metilen mavisi deney sonuçları 0.063 mm, kare gözlü elekten geçen malzemedeki kil içeriği hakkında yorum yapmamızı sağlar.

Bu çalışmada Adana çevresinde altı farklı agrega ocağından alınan ve hazır beton santrallerinde kullanılan ince agregaların alındığı ocakların formasyon özellikleri (özellikle kil içeriği), kırma-eleme tesis donanımları ile 0.063mm'lik kare göz elekten geçen ince madde miktarı ve metilen mavisi değerleri belirlenmiştir. İnce agregaların alındığı ocakların formasyon özellikleri, kırma-eleme tesis donanımı ile ince madde miktarı ve metilen mavisi değerleri arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Ayrıca söz konusu taş ocaklarında, kırma-eleme tesis donanımının ince agrega içerisindeki kil oranının azaltılmasında etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: kırma taş, taş unu, metilen mavisi deneyi, beton

The Effects of Formation Features on Stone Dust in Crushed Aggregate and the Amount of Clay and the Importance of Methylene Blue Test

Aslıhan Kısacık

*Toros Mahallesi, 104 Sokak No: 6/BÇukurova, TR–01170 Adana, Türkiye
(E-mail: aslhan_ksack@hotmail.com)*

The management in Crushing&Screening Plants is not fulfilled in compliance with related techniques therefore it causes to increase fine material quantity in the crushed sand and it also causes to decrease the aggregate quality. One of the problems which is faced in crushed sand is to give the clay layer which may be between the sedimentary stone beds, to crusher, before do not separate the clay layer from crushed stones. The fine material which is called as stone dust in crushed aggregate is directly affects the quality of concrete.

According to the quality of concrete, when the parameters like compressive strength, water absorbing and shrinkage crack provide positive effects on stone dust, clay affects the physico mechanic properties of concrete in a negative way. The percent pass material which is examined by using a 0.0063 mm square mesh sieve in fine aggregate sieve analysis at the Crushing&Screening plants determines the quantity of fine material. But the results of sieve analysis only supply making a physical description. Adding stone dust to concrete, supply positive effect according to both cement economy and concrete quality. In this context, if the proportion of fine material in the aggregate is too much, it is important not to wash the aggregate before research the mineralogical composition of the fine material. Washing weakens the result product concrete as to compactness and come out an economically expensive product. If the fine material in the aggregate is not clay, there is advantage of existing certain amount of this fine material. In the determination of fine aggregate quality (clay content) methylene blue test is simple, useful and a cheap method. The results of methylene blue test supply making comments about the clay content in the sieved material which is sieved by using a 0.063mm square mesh sieve.

In this study the quarries' formation features(clay content), crushing-sieving plant equipment and the amount of materials which are sieved by using a 0,063mm square mesh sieve and methylene blue test value were determined according to the fine materials which are taken from six different aggregate quarries from the region of Adana. A comparison were made between the quarries formation features from which the fine materials were taken, crushing-sieving plant equipment and the amount of fine material, and the methylene blue test value. Furthermore, it is determined that in those stone quarries, crashing-sieving plant equipment is effective to reduce the clay amount in the fine aggregate.

Key Words: aggregate, stone dust, methylene blue test, concrete

Hafif Agregaların Üretimi ve Katkı Maddelerinin Etkisi Bakımından Bazı Irak Killerinin Değerlendirilmesi

Thanoon Abdulrahman ve Eman Kassim

*Jeoloji Bölümü, Bilim Koleji, Mosul Üniversitesi, Irak
(E-posta: tathanoon@yahoo.com)*

Hafif agregalar (LWAs) düşük ağırlık ve yüksek yalıtım değerleri nedeniyle doğal yoğun agregalar yerine kullanıldıkları için önemlidirler. Bu malzemenin olası uygulama alanları özellikle esas yığın yoğunluğu, termal ve akustik, ve sıkışma gücü değerleri özellikleri, yangın ve don direncine bağlıdır. Bu özelliklere bağlı olarak hafif agregalar beton yapı birimleri (blok), yapısal hafif beton, yalıtım dolgusu, çatılar, köprüler vb yapılar içerisinde uygun şişme oranını sağlamak için kullanılır.

Hafif agrega olarak düşünülen malzemeler ya doğal hammaddelerden örneğin süngertaşı, tüf, diatom vb veya yapay ürünlerden üretilmiştir. Seramik ürünleri ile benzer bir ısı işlemine tabi tutulan hafif agregalar kolay bulunan sedimanter malzemeler örneğin kil ve şeylden üretilebilir. Bazı hammaddeler yumuşamaya ve erimeye bunun yanı sıra malzemenin şişmesine neden olan kimyasal elementler içerir. Hüresel yapılar soğutma ürünü olarak korunur ve ürünler hafif agrega olarak kullanılabilir.

Irak'da doğal hafif agregalar bulunmaz, bu nedenle, bu çalışma yaygın agregaların üretimi için bazı killerin değerlendirilmesi ile ilgilidir. Ülkenin kuzeyinde bulunan Musul bölgesindeki Al-Fatha formasyon killeri, batı kesimindeki demirce zengin Al-Hussayniat ve Duwaikha kaolinitini seçilmiştir.

Bu malzemelerin onaylı kimyasal analizleri silis içeriği, alümina ve eriyen oksitler olan CaO, MgO, Fe₂O₃, K₂O ve Na₂O içeren malzemelerin kabarma yeteneği kendi bilinen aralıkları ile uyumlu değildir. Bu nedenle, bu killerden elde edilen ham karışımın farklı kompozisyonları çört, silisli kum ve porselendeki silis ile temsil edilen düzenleyici malzemenin bazılarının eklenmesi ile hazırlanmıştır. Kabarmanın oluşması için eklenen organik malzemenin etkileri ve diğer eriyikler araştırılmıştır.

Nemli ham karışım yuvarlak şekilli yumrular olarak el yapımı kalıplama yöntemi ile biçimlendirilmiştir. Bu yuvarlak şekilli malzeme laboratuarda ki elektrik ocağında kademeli olarak 1050, 1100, 1150 ve 1170 °C' de yakılır. Bunlar farklı emme zamanları ve oda sıcaklığına gelene kadar ani bir soğuma aşamasından geçmektedirler. Kabarma 431 °C/saat' lik bir ısı oranında yapılmaktadır. Şok yakma bu yumruların patlamasına neden olur. Patlamanın nedeni viskos sıvı fazın oluşumundan önce bu malzeme içinde gazların oluşmasıdır. Bazı karışımlar için en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu yakma sonuçları 2 saat için 1150 °C ve 1.5 saat için 1170 °C dir.

Anahtar Sözcükler: hafif agregalar, Al-Fatha Formasyonu, kabarma, eriyik, Irak

Assessment of Some Iraqi Clays for Making Lightweight Aggregates and the Effects of Additives

Thanoon Abdulrahman & Eman Kassim

*Department of Geology, College of Science, University of Mosul, Iraq
(E-mail: tathanoon@yahoo.com)*

Lightweight aggregates (LWAs) are notable instead of traditional natural dense aggregates due to their low weight and high insulation values. The possible areas of their applications depend essentially on bulk density, thermal and acoustical properties, fire and frost resistance, and compressive strength values. Depending on these properties lightweight aggregates are used to provide bulk in concrete building units (block), structural lightweight concrete, insulating fill, roofs, bridges, etc.

Materials considered as lightweight aggregates are derived either from natural raw materials such as pumice, tuff, diatomite, etc., or artificially produced. By heat treatment processes similar to those used with ceramic products, lightweight aggregates can be manufactured from available sedimentary materials such as clays or shales. Some of the later raw materials contain the chemical elements which cause the softening and melting as well as the bloating of aggregates. The cellular structure so formed is retained on cooling and the product may be used as lightweight aggregates.

In Iraq natural lightweight aggregates are not available, hence, this study is concerned with the assessment of some clays for the production of expanded aggregates. Clays of Al-Fatha Formation have been chosen from Mosul area in the north of the country as well as kaolinite of Duwaikhla and Al-Hussayniat iron-rich clay from western part of Iraq.

Chemical analyses of those materials approved that their contents of silica, alumina and fluxing oxides which include CaO, MgO, Fe₂O₃, K₂O and Na₂O are incompatible with their ranges in the materials known for their bloat ability. Therefore, raw mixes of variable compositions from these clays added to some of them corrective materials represented by ground silica in the form of chert, silica sand and porcelains have been prepared. Effects of adding organic materials and other fluxes in order to promote bloating have also been investigated.

Moisted raw mixes are formed into rounded shape pellets by hand molding. The pellets are fired in a laboratory electric furnace which is gradually heated to 1050, 1100, 1150 and 1170 °C at different soaking times and cooled rapidly to room temperature. Bloating is achieved using a thermal rate of 431 °C/hour. Shock firing caused bursting of the pellets owing to the build up of gases within the mass of the materials before the development of the viscous liquid phase. Best results for some mixes are obtained when they are fired at 1150 and 1170 °C for 2 and 1.5 hours, respectively.

Key Words: lightweight aggregates, Al-Fatha Formation, bloating, fluxes, Iraq

Bakacık Köyü (Van) Kilitaşlarının Çimento Hammaddesi Olarak Kullanılabilirliği

Çetin Yeşilova¹, Pelin Güngör Yeşilova¹,
Türker Yakupođlu¹ ve Veysel Fatih Aşma²

¹ *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Van*
(E-posta: cetinyesilova@yyu.edu.tr)
² *Vefa Madencilik, 65100 Van*

Bu çalışma, Van şehir merkezinin güneyinde bulunan Bakacık köyü çevresinde yüzeylenen kilitaşlarının çimento hammaddesi olarak kalitesini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

İnceleme alanındaki kilitaşları, Van formasyonu olarak adlandırılan Üst Oligosen–Alt Miyosen yaşlı birim içerisinde kumtaşlarıyla ardalanmalı olarak yüzeylenmektedir. Öncelikle; çalışma alanının jeolojik haritası yapılmıştır. Daha sonra sistematik olarak 40 adet kilitaşı örneği alınmış ve bu örneklerin kimyasal analizleri Lafarge Çimento Fabrikasında (Van) yaptırılmıştır.

Killerin çimento hammaddesi olarak kullanılabilmesi için üç önemli kriter esas alınmaktadır. Bunlar; silika modülü, alüminyum modülü ve toplam alkali miktarıdır. Çalışma alanından alınan kilitaşı örneklerinin kimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde, silika modülünün 2,330–2,439 arasında, alüminyum modülünün 1,498–1,739 arasında, toplam alkali miktarının ise %2,35–2,58 arasında değiştii saptanmıştır. Kilitaşı örneklerinin modül değerlerinin birbirlerine çok yakın olması çalışma alanındaki kilitaşlarının homojen bir yapıda olduğunu göstermektedir. Silika modül değerlerinin 2,2 ile 2,6 arasında olması, alüminyum modül değerlerinin 1,5 ile 2,5 arasında bulunması ve toplam alkali miktarının %4'den düşük değerde olması çalışma alanında yüzeylenen kilitaşlarının çimento hammaddesi olarak kullanılabilir kalitede olduğunu göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: çimento, kilitaşı, Bakacık köyü, Van formasyonu

Utility of Claystones in Bakacık Village (Van) As Cement Raw Material

Çetin Yeşilova¹, Pelin Güngör Yeşilova¹,
Türker Yakupoğlu¹ & Veysel Fatih Aşma²

¹ *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–65080 Van, Türkiye*
(E-mail: cetinyesilova@yyu.edu.tr)

² *Veфа Madencilik, TR–65100 Van, Türkiye*

This study was made to determine the quality of claystones that outcrop around Bakacık village that locate south of Van city center as cement raw material.

The claystones that outcrop in study area alternate with sandstones in Upper Oligocene–Lower Miocene age Van formation. Firstly, the geological map of study area were made. Later, 40 claystone samples were collected systematically and chemically analysed in Lafarge Cement Factory (Van).

There are three important criteria for the utility of clays as cement raw material. These are: silica module, aluminium module and total alkalies. When the chemical analyses' results of clay samples were evaluated it is shown that silica module values range between 2.33–2.439, aluminium module values range between 1.498–1.739 and total alkalies range between 2.35–2.58%. Module values of claystones are very close. Therefore, the claystones of study area are homogeneous. Silica module values are between 2.2 and 2.6, aluminum module values are between 1.5 and 2.5 and total alkalies are less than 4%. These values indicate that claystones that outcrop in study area are in quality to be utilised as cement raw material.

Key Words: cement, claystone, Bakacık village, Van formation

Karakaya Kompleksi İçindeki Gümeli (İvrindi, Balıkesir) Talk Oluşumlarının Mineralojik-Jeokimyasal Özellikleri Ve Kökensel Yorumu (KB Türkiye)

Gökhan Büyükkahraman, Fazlı Çoban ve M. Selman Aydoğan

*Balıkesir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 10145 Çağış, Balıkesir
(E-posta: gokhamb@balikesir.edu.tr)*

İvrindi (Balıkesir) bölgesinde, Karakaya Kompleksi içinde baskın olarak erken Triyas yaşlı pelitik ve psammitik kayalardan meydana gelmiş olan düşük dereceli metamorfizma ürünü kuvars şist, kuvars-serisit şist, grafit-klorit-kuvars-serisit şist, epidot şist, klorit şist ve grafit şist gibi değişik bileşimli şistler ile ilişkili çeşitli talk oluşumları bulunmaktadır. Bu oluşumlar; petrografi, kimyasal analiz, SEM (Taramalı Elektron Mikroskopu), XRD (X-Işını Difraksiyonu), DTA (Diferansiyel Termal Analiz), TGA (Termal Gravimetri) ve Infrared (IR) Spektroskopisi gibi farklı analiz metotlarıyla incelenmiştir.

Petrografi ve XRD verilerine göre talk örneklerinin mineral parajenezleri temel olarak; talk, aktinolit, zoisit, klorit, dolomit, kuvars ve daha az oranda da opak minerallerden (hematit) oluşmaktadır ve parajenezde yer alan mineraller genel olarak yeşilşist fasiyesinde gelişen bölgesel metamorfizmaya işaret etmektedir.

Talk ve parajenezdeki diğer minerallerin morfolojik özellikleri SEM çalışmaları ile ortaya konmuş ve EDX analizleri ile kimyasal bileşim kısmen belirlenmiştir. Buna göre örnekler tipik talk bileşimini yansıtırken, bunun yanında içerdikleri yüksek demir, magnezyum ve krom içerikleri ile de dikkat çekmektedir.

Jeokimyasal olarak, talk oluşumları SiO_2 , MgO ve Fe_2O_3 bakımından zengin; Al_2O_3 ve CaO bakımından ise fakirdir. Ni (1541 ppm), Co (82 ppm) ve Cr (1711 ppm) içeriklerinin oldukça yüksek olması, talk oluşumlarının serpantinleşmiş ultramafik kökenli bir ana kayadan (dunit, harzburjit vb.) türemiş olabileceğine işaret etmektedir. İnceleme alanı talk oluşumlarının kökeni, dünyadaki diğer oluşumlarla karşılaştırılmış ve Orta Kamerun'daki Boumnyebel talklarıyla çok benzer karakterde olduğu sonucuna varılmıştır.

Elde edilen verilere göre; söz konusu talk oluşumları ve bunların ana kayaları, muhtemelen Kuzeybatı Anadolu'da bulunan Karakaya Kompleksi'ne ait ofiyolitlere bağlı ultramafik kayalarla ilgilidir ve bunların hidrotermal alterasyonu sonucu oluşmuştur.

Anahtar Sözcükler: talk, ultramafik, Karakaya Kompleksi, metamorfizma, İvrindi, Balıkesir, KB Türkiye

Mineralogical-Geochemical Characteristics and Genetic Implication of Gümeli (İvrindi, Balıkesir) Talc Occurrences in the Karakaya Complex (NW Turkey)

Gökhan Büyükkahraman, Fazlı Çoban & M. Selman Aydoğan

*Balıkesir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çağış,
TR 10145 Balıkesir, Türkiye (E-mail: gokhanb@balikesir.edu.tr)*

Various talc occurrences are associated with Lower Triassic low-grade schists, pelitic and psammitic rocks (such as quartz schist, quartz-serizite schist, graphite-chlorite-quartz-serizite schist, epidote schist, chlorite schist and graphite schist) of the Karakaya Complex near İvrindi region (Balıkesir). They have been investigated by means of different analytic methods, such as petrography, chemical analysis, SEM (Scanning Electron Microscope), XRD (X-Ray Diffraction), DTA (Differential Thermal Analysis), TGA (Thermal Gravimetry) and Infrared (IR) Spectroscopy.

Petrography and XRD studies indicate that mineral paragenesis of talc samples is mainly characterized by talc, actinolite, zoisite, chlorite, dolomite, quartz and in a lesser extent, opaque minerals (hematite). The minerals paragenesis generally point out a regional metamorphism at greenschist facies.

The morphological properties and chemical compositions of talc and other minerals paragenesis were determined by means of SEM studies and by EDX analyses, respectively. The samples reflect typical talc composition and are characterized by relatively high iron, magnesium and chrome contents.

Geochemically, talc occurrences have high SiO₂, MgO, Fe₂O₃ and low Al₂O₃ and CaO contents. Very high Ni (1541 ppm), Co (82 ppm) and Cr (1711 ppm) content indicates that talc was derived from serpentinized mafic or ultramafic rocks (e.g., dunite and harzburgite). Genesis of talc occurrences has been compared with those in the world, hence, it is concluded that they have very similar characteristics with Boumnyebel talc occurrences in Central Cameroon.

Elde edilen verilere göre; söz konusu talk oluşumları ve bunların ana kayaları, muhtemelen Kuzeybatı Anadolu'da bulunan Karakaya Kompleksi'ne ait ofiyolitlere bağlı ultramafik kayalarla ilgilidir ve bunların hidrotermal alterasyonu sonucu oluşmuştur.

In respect of obtained data, the studied talc occurrences and their parental rocks are related to ultramafics and ophiolites of the Karakaya Complex (northwestern Anatolia) and probably should have been formed by hydrothermal alteration of them.

Key Words: talc, ultramafic, Karakaya Complex, metamorphism, İvrindi, Balıkesir, NW Turkey

**Evaporitler: Yatak Oluşumu, Endüstriyel Gelişmeler ve
Teknolojik Uygulamalar**
***Evaporites: Deposit Formation, Industrial Developments
and Technological Implications***

Oturum Yürütücüsü / Convener: Cahit Helvacı

Kazan Trona Yatağının Jeolojisi, Ankara, Türkiye

Cengiz Y. Demirci ve Mert Ş. Ertuğrul

*Muğla Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 48000 Kötekli, Muğla
(E-posta: cengizdemirci@msn.com)*

Kazan trona yatağı Ankara'nın 35 km KW yer alır ve 1998 yılında Rio Tinto şirketinin yapmış olduğu çalışma sonucunda dünya ilk arama yöntemiyle bulunan cevherleşmedir. Toplam 72 kuyu ve >60,000 m delinmiş bunun sonucunda >600 milyon ton çıkarılabilir %31 tenörlü 15 trona zonu keşfedilmiştir. Zonların derinlikleri 420 metre ile 850 metre arasındadır, tabaka eğimlerinde 5° ile 16° arasında GD yönünde değişmektedir. Toplam trona zonu 54 m ile 109 metre arasında değişir ve sahada 20km² alan kaplar.

Trona yatağı Eosen yaşlı kalınlığı 700 m fazla olan Mülk Formasyonu içinde yer alır. Önemli 3 üyesi: üst marnlı birim, ortada dolomitli çamurtaşları ve altta bütümlü şeyl (trona taşı) olarak yer alır. Cevherleşme bölgesinde, cevhersiz volkaniklastikler, çamurtaşları, bütümlü şeyller ve tüfler trona zonlarının altında yer alır. 2 adet K-Ar radyometrik yaş tayini birimlerdeki küller içinde yapılmış ve 45 ile 46 Ma yaşları elde edilmiştir.

Mülk Formasyonunun İncirlik üyesi içinde 26 adet sürekli bitümlü şeyl zonu tespit edildi. Bu şeyl zonları 5 km'den daha uzak alanlarda bile karşılaştırılabilir. Şeyllerin kalınlıkları birkaç santim ile 16 m aralığında değişmektedir ve ortalama kalınlık 3.4 m ölçülmüştür.

Tipik olarak trona oldukça saf, ince kristalli, birkaç santimden maksimum 50 cm değişen tabakalar halinde görülür. Bireysel trona tabakaları tabaka yüzeyine paralel olarak gelişmiş keçeli-hasırlaşmış bir görüntü verir. Trona yatağı ise birçok ince trona tabakaları ile birlikte oluşmuş bütümlü şeyllerden oluşmuştur. Ara zonlar ise kalın cevhersiz şeyller veya ekonomik olmayan ince trona tabakalı şeyller tarafından trona tabakalarının üst ve alt zonunu temsil eder.

Anahtar Sözcükler: Kazan, trona, arama, bitümlü şeyl

Geology of the Kazan Trona Deposit, Ankara, Turkey

Cengiz Y. Demirci & Mert Ş. Ertuğrul

*Muğla University, Geological Engineering Department, Kötekli,
TR-48000 Muğla, Turkey (E-mail: cengizdemirci@msn.com)*

The Kazan trona deposit, situated 35 km northwest of Ankara, was discovered in 1998 by Rio Tinto, the first such deposit to be found as a result of an exploration program. 72 drill-holes totaling >60,000 m have delineated >600 million tones (Mt) of ore grading 31% trona, 15 trona beds, collectively called the trona zone, have been discovered. Zone depth ranges from 420 m to >850 m, dipping 5° to 16° to the SE; thickness reaches a maximum of 109 m, averaging 54 m. The deposit covers 20km² of areal extent.

The trona deposit lies within the Eocene-aged, Mülk Formation that reaches a drilled thickness of over 700m. Contained within it are three principal members: An upper marlstone unit, a middle dolomitic mudstone sequence, and a lower oil shale that hosts the trona mineralization. Within the deposit area, barren volcano-elastic rocks, mudstone, oil shale and tuff underlie the trona sequence. Two K-Ar radiometric age dates made from ash fall tuffs yielded deposit ages of 45 and 46 Ma.

In the İncirlik member of the Mülk formation, up to 26 persistent beds of oil shale have been identified. These oil shale beds can be correlated over a distance of more than 5 km. They range from tens of centimeters to 16 m thick, having an average thickness of 3.4 m.

Typically, the trona occurs as relatively pure, fine to medium-crystalline, precipitated beds ranging in thickness from several centimetres to a maximum of 0.5 m. Individual trona layers characteristically exhibit a felted or matted texture developed parallel to bedding surfaces. The trona ore beds are comprised of dozens of thinner layers along with the inter-bedded oil shale. Intervening zones of several meters of barren or largely barren oil shale somewhat arbitrarily set upper and lower boundaries of these composite trona beds.

Key Words: Kazan, trona, exploration, oil shale

Na-Ca Sülfat Mineral Dönüşümlerin Petrografik Özellikleri ve Madencilik Araştırmalarındaki Önemi

İbrahim Gündoğan ve Cahit Helvacı

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Tınaztepe Kampüsü, 35160 Buca, İzmir (E-posta: ibrahim.gundogan@deu.edu.tr)*

Sülfatlar tuzlu suların buharlaşmasına bağlı olarak karbonatların çökelişini takiben oluşan doğadaki en yaygın mineral grubudur. Ortalama bir deniz suyunun buharlaşması ile oluşan evaporitik oluşumun % 3.6'sı Ca-sülfat ve % 77'si NaCl olmasına rağmen karasal havzalarda Ca-sülfatlar göreceli olarak daha baskındır. Buharlaşma sırasıyla oluşan mineraller bir sonraki kristallenme fazı tarafından ornatılabilir. Bu ornatma işlevi mineraller içinde kısmi veya tüm oluşumu etkileyebilir. Herbir mineralin duraylılık sınırı farklı olduğundan bu ornatma işlevleri kayacın oluşumundan çimentolanmasına (erken diyajenez), gömülmesine (geç diyajenez) ve tekrar yüzeylemesine kadar birçok diyajenetik aşamada gerçekleşebilir. Bu karmaşık işlev sonucunda ilksel oluşumundan oldukça farklı mineraller gelişebilir. Bu aşamalar ancak detaylı sedimenter petrografik çalışmalarla ortaya konulabilir. Sedimentasyon aşamasında ilksel olarak jips (diskoidal, selenitik, v.s.) şeklinde kristallenmiş bir lithofasiyes evaporasyon sürecinde su aktivitesinin azalmasına bağlı olarak veya diyajenez aşamalarında kısmen veya tamamen anhidrit tarafından ornatılabilir. Bu şekilde oluşan anhidrit litofasiyesi, yüzeyleme sırasında su alarak tekrar jipse (satin spar, alabastrin ve/veya porfiroblastik dokulu ikincil jips) dönüşebilir. Bu aşama esnasında sadece su alışverişi değil mineralojik ve dokusal bir değişim meydana gelmektedir. Bu karmaşık süreç yüzeyde meteorik suların etkisiyle karbonatlaşarak son bulabilir.

Beypazarı Havzasında, Miosen yaşlı Kırmir Formasyonu Ca-sülfat (jips ve anhidrit) ve Na-sülfat minerallerinden (globerit ve tenardit) oluşmaktadır. Na-sülfat litofasiyesi özşekilli globerit minerallerinden oluşmakta ve bunlar çoğunlukla thenardit mineralleri tarafından çimentolanmıştır. Yüzey veya yüzeye yakın bölgelerde globerit mineralleri ikincil jipslere dönüşmektedir. Bu ikincil jipsler, globeritten ikincil jipse dönüşü yansıtan çok önemli makroskobik ve mikroskobik dokular göstermektedir. Bu ikincil jipslerdeki ana dokular, iğ şekilli lifsi doku, ağ şekilli laminalı doku, zigzag şekilli lifsi doku ve diğer ikincil jipslerde gözlenmeyen ikizli kristal içeren alabastrin-porfiroblastik dokulardır. Na-sülfat minerallerinin alterasyonu ile oluşan bu ikincil jips dokuların benzeri Çankırı-Çorum havzasındaki Bozkır Formasyonunun alt evaporit serilerinde de yaygın olarak gözlenmektedir. Bu alterasyon zonlarından alınacak örneklerde XRD ve kimyasal analiz yöntemleriye Na-sülfat minerallerinin tespiti mümkün değildir. Bu nedenle Na-sülfat minerallerin alterasyonları sonucu oluşmuş ikincil jipslerde gözlenen özel dokular sodyum sülfat aramacılığında kılavuz anahtar görevi görecek nitelikte olup petrografik çalışmaların önemini ön plana çıkarmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Ca-Na sülfat mineral araştırması, anhidrit, globerit, tenardit, ikincil jips dokuları

Petrographic Textures Occuring at Diagenetic Transformations in Na-Ca Sulphate Minerals and Their Importance in Mining Exploration

İbrahim Gündoğan & Cahit Helvacı

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca, Tınaztepe Kampüsü, TR-35160 İzmir, Türkiye (E-mail: ibrahim.gundogan@deu.edu.tr)

Sulphates are the most widespread minerals in nature which precipitates from brine by evaporation following carbonates. Ca-sulphates are dominant in the continental basins, although the 3,6% and 77% of evaporitic occurrences of in the marine deposits are represented by Ca-Sulphate and NaCl, respectively. The minerals formed just after the evaporation can be replaced by another crystallizing phases in crystallization sequence. Replacement processes can partly or completely affect the minerals. Since stability fields of each mineral are different, replacement processes can occur during forming and cementation of rocks (early diagenesis), during its subsidence (late diagenesis), or during its exhumation of rocks. Different minerals can be formed following this complex processes. These periods can only be revealed by petrographic studies. A lithofacies primarily formed in gypsum-form (discoidal, selenitic, etc.) can be replaced partly or completely by anhydrite depending on the decreasing water activity during evaporation or during different stages of diagenesis. The subsequent anhydrite lithofacies can also be replaced by gypsum (satin-spar, alabastrine, and porphyroblastic secondary gypsum) via hydration during exhumation. During this stage, not only water exchange takes place, but also mineralogical and textural transformations also occur. These complex processes are followed eventually by carbonatization due to meteoric water.

Na-sulphate deposit in Beypazarı Basin is in Miocene Kirmir Formation consists of mainly Ca-sulphate (gypsum and anhydrite) and Na-sulphate minerals (glauberite and thenardite). Na-sulphate lithofacies has euhedral glauberite minerals and they are cemented generally by thenardite minerals. On the surface or near to the surface, glauberite minerals transform to the secondary gypsum. This secondary gypsum shows very typical crystalline texture that characterizes replacement process from glauberite to secondary gypsum. Main crystalline textures of this secondary gypsum are reticulate, spindle - shaped fibrous, zigzag like fibrous and alabastrine-porphyroblastic textures with twinning crystals that are not common in any other secondary gypsum. Similar secondary gypsum textures altered after Na-sulphate minerals are also observed within lower evaporite part of the Bozkır Formation in the Çankırı-Çorum Basin. It is not possible to identify the Na-sulphate minerals sampled from these alteration zones by using XRD and chemical analysis. Therefore, the special textures in the secondary gypsum formed by alteration of Na-sulphate minerals become a useful guide in Na-sulphate explorations. This indicates that petrographic studies are extremely important in mineral explorations.

Key Words: Ca-Na sulphate mineral exploration, anhydrite, glauberite, thenardite, secondary gypsum textures

Batı Anadolu Neojen Havzalarında Jeokimyasal Prospeksiyonun Önemi: Emet (Kütahya) Borat Havzasında Hedef Saptama Örneği

Selçuk Tokel¹, Cafer Özkul² ve Mehmet Savaş³

¹ Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli

² Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100 Kütahya
(E-posta: caferozkul@yahoo.com)

³ Eti Maden, Emet Bor İşletme Müdürlüğü, 43700 Kütahya

Batı Anadolu’da geniş alanlar kapsayan karasal Neojen havzaları ekonomik önemde cevher birikimleri oluşturan evaporitik tuzlarca zengindir. Bu elementlerin çarpışma kökenli magmatizma ile ilgili hidrotermal sistemler yardımıyla, yan kayaçlardan çözüldüğü düşünülebilir. Cevherleşmeler bu termal suların sığ playa göllerine boşalıp buharlaşmasıyla oluşmuşlardır.

Bu havzalar içinde, bilinen mercerlerin dışında, daha birçok mineralizasyon merceğinin varlığı düşünülebilir. Bunların ortaya çıkarılmasında jeokimyasal toprak prospeksiyonu uygulanabilir. Bu amaçla iki bilinen mineralizasyon merceği bulunan Emet-Hisarçık (Kütahya) Neojen havzası prospeksiyon için seçilmiştir.

Yaklaşık 400 km² lik alan kapsayan örtü kayaçlarda 1 km lik aralıklarla oluşturulan grid üzerinde 370 adet toprakta B, As, Sn, Se, Li, Be, Mg, Sr, Na, K ve S analizleri yapılmıştır. Çözelti için sıcak A.R. kullanılmış, son ölçümler ICP-MS teknolojisi ile yapılmıştır.

Veri işlem ve istatistik çalışmalarıyla yapılan yorumlamalardan sonra toprak anomalileri ile bilinen gömülü mineralizasyonların boyut ve bileşimleri karşılaştırılmış ve şu sonuçlar ortaya çıkmıştır: (I) Bor prospeksiyonu için B elementi en uygun indikatör elementtir. Anomalinin şiddeti ve şekli bilinen merceklerle tam uyumludur. (II) B anomalisi ile birlikte yer almış Na anomalileri (temel değer 30 katında) mercekte kolemanit ile birlikte bulunan Na lu boratların (üleksit, probertit) varlığını işaret etmektedir. (III) B anomalileriyle birlikte görülen yüksek As değerleri mineralizasyondaki realgar ve orpiment miktarlarının derecesi için bir göstergedir. (IV) B anomalileri dışında çok keskin As ve Sb anomalilerinin varlığı ekonomik değerde stibinit birikimini işaret edebilir. (V) K, Li, Cs ve Be anomalilerinin ortak sınırları, havza içinde dar bir oluk içinde çökelmiş boratlı killerin sınırları ile uyumludur.

Sonuç olarak, sondajların yüksek maliyeti düşünülürse jeokimyasal toprak prospeksiyonu ile hedef saptandıktan sonra sondaj programlanmalıdır.

Anahtar Sözcükler: toprak jeokimyası, bor prospeksiyonu, Emet borat havzası

Importance of Geochemical Prospection on the West Anatolian Neogene Basins: An Example of Target Definition for Borate Deposits in the Emet (Kütahya) Basin

Selçuk Tokel¹, Cafer Özkul² & Mehmet Savaş³

¹ *University of Kocaeli, Department of Geological Engineering, TR -41380 Kocaeli, Turkey*

² *University of Dumlupınar, Department of Geological Engineering, TR -43100 Kütahya, Turkey
(E-mail: caferozkul@yahoo.com)*

³ *Eti Mine, Boron Business Enterprise Directorate, TR -43700 Kütahya, Turkey*

Continental Neogene basins, which cover wide areas in W. Anatolia, are rich in evaporate salts of economic interest to form orebodies. The elements are assumed to be derived from leaching of the surrounding rocks by hydrothermal systems associated with the syn-collisional magmatism. These deposits formed when the spring waters evaporated after flowing into playa lakes.

In these basins, beyond the known deposits, existence of many unknown mineralization lenses can be thought. Geochemical soil survey may be applicable in order to explore new findings. For this purpose Emet-Hisarçık (Kütahya) Neogene basin, which contain two known borate lenses were chosen for this application.

Square grid of samples taken at 1 km intervals were used on the cover rocks of approximately 400 km². Total 370 soil sample were analysed for B, As, Sn, Se, Li, Be, Mg, Sr, Na, K and S. Decomposition were made by A.R. solution. Estimation conducted by ICP-MS.

After data handling and statistical interpretations, relation between form and magnitude of the soil anomalies, shape and composition of the known underlying mineralization were compared. After this stage the results demonstrated that; (I) B is a most suitable indicator element for boron prospection. Magnitude and shape of the anomalies are perfectly consistent with the known borate lenses. (II) B anomalies together with the Na anomalies (up to 30 times higher than normal) indicate presence of higher amount of Na borates (ulexite, probertite) together with colemanite. (III) B anomalies with the high As values indicate the degree of presence of realgar and orpiment in the borate deposits. (IV) Very sharp As and Sb anomalies away from B anomalies indicate economic stibnite depositions. (V) K, Li, Cs and Be concentrations maps indicate the limits of the narrow basin in which borate bearing clayey formation deposited.

It can be concluded that inasmuch as drilling is the most expensive method target definition by soil geochemistry should be established than the drilling oriented.

Key Words: soil geochemistry, borate prospection, Emet borate basin

Malatya Havzası Kuzey Bölümünde Üst Kretase (Maastrichtiyen)–Paleosen Sınırında Evaporit Oluşumları, Doğu Anadolu, Türkiye

Turhan Ayyıldız¹, Baki Varol¹, Mehmet Önal²,
İbrahim Gündoğan³ ve Erdoğan Tekin¹

¹Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara
(E-posta: ayyildiz@eng.ankara.edu.tr)

² İnönü Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 44280 Malatya

³ Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160 Buca, İzmir

Malatya Havzası Neotetis sütün zonunun kuzey kolu üzerinde yer alır. Havzanın orta bölümleri Geç Kretase–Erken Paleosen yaşında tabandan tavana doğru oldukça kalın derin deniz silisiklastikleri, platform karbonatları ve evaporitlerden oluşan bir istifte temsil olur. Evaporitler Kretase–Paleosen sınırında kritik zaman aralığında çökelmişlerdir. Havza morfolojisine göre, evaporitler doğrudan platform karbonatları üzerine keskin bir dokanakla gelebildiği gibi, kireçtaşları ile ara tabakalı silisiklastikler (siyah şeyller) ile dereceli geçişler oluşturabilir.

Bazı kesitlerde ise evaporitik istifin tabanında boşluk, çatlak dolgusu veya stramatolitik yapılı sölestinli karbonatlar yer alır. Havzanın kuzeyinde izlenen bu evaporit oluşumları, güneydoğuya doğru incelmekte ve sıg denizel silisiklastikler içerisinde kaybolmaktadır. İnceleme alanındaki evaporit mostralalarında ikincil jipsler egemendir. Bunlar içerisinde; (1) Tabakalı-Masif ince kristalli jips; (2) Arenitik tabakalı jips, bordo – gri renkli gastropod’ lu killi kireçtaşı ve karstik kireçtaşı ara tabakalı ve (3) Nodular, enterolitik ve kümes teli dokulu jips, organikçe zengin koyu renkli çamurtaşı ara tabakalı şeklinde 3 fasiyes topluluğu ayrılır. İlk fasiyes grubu sıg lagün veya gölcüklerde sualtı jipsleri olarak çökelmiştir. İkinci fasiyes grubu, sıg denizelden gelgit üstü düzlüğüne kadar geniş bir alanı temsil eder. Kurak (evaporitik faz)’ dan humid (karbonat faz) şartlara kadar uzanan mevsimsel ve deniz seviyesi değişimleri bu fasiyesin şekillenmesinde etkili olmuştur. Dalga hareketleri tabakalı jipslerin aşınması (Fasiyes 1) detritik jips oluşumuna, tatlı su girişimi kireçtaşı çökmesi ve daha sonra atmosferik yükselim ve karstlaşmaya, kısa süreli sellenme süreçleri ise çamur düzlüklerinin gelişimine neden olmuştur. Son grup maksimum buharlaşma süreçlerini ifade eden kıyı sabkalarında çökelmiş olup; kısa aralıklı yağışlı dönemlerde oluşan bataklık koşullarında ise organikçe zengin ince çamurtaşları depolanmıştır.

Elde edilen paleontolojik veriler kesin bir yaş aralığı vermemesine rağmen, Malatya Havzasındaki evaporit depolanmasının Geç Kretase sonlarındaki deniz çekilmesi ile başladığı ve bu sürecin olası Alt Paleosen’ e kadar devam ettiği düşünülmektedir. İklimsel kontrolün (kuraklık) Malatya Havzasındaki evaporit oluşumunun başlıca etkenlerinden olduğu bir gerçektir. Bununla birlikte, Malatya fayının sebep olduğu bölgesel tektonik olaylar gözden kaçırılmamalıdır. Fay hareketleri havzanın kuzey kenarı boyunca bir sülfat platformunun oluşturmasının yanında, sonuçta evaporitik alanın sınırlanmasına sebep olarak havzanın güneyinde evaporit içermeyen istif oluşumuna sebep olmuştur.

Anahtar Sözcükler: evaporit, sabka, Malatya fayı, sölestin, Üst Kretase–Paleosen sınırı

Evaporites Occurrences in the Upper Cretaceous (Maastrichtian) to Paleocene Boundary in the Northern Part of the Malatya Basin, East Anatolia of Turkey

Turhan Ayyıldız¹, Baki Varol¹, Mehmet Önal²,
İbrahim Gündoğan³ & Erdoğan Tekin¹

¹Ankara University, Department of Geological Engineering, Tandoğan,
TR–06100 Ankara, Turkey (E-mail: ayyildiz@eng.ankara.edu.tr)

²İnönü University, Department of Mining Engineering, TR–44280 Malatya, Turkey

³Dokuz Eylül University, Department of Geological Engineering, Buca, TR–35160 İzmir, Turkey

Malatya Basin is located on the northern branch of Neotethys suture zone and its middle part, consists of a thick succession of deep marine siliciclastic, platform carbonates and evaporite from bottom to top in the age of Late Cretaceous–Early Paleocene. Evaporites occupy a critical position on Cretaceous–Paleocene boundary. With respect to basinal morphology, they show different settings, either directly rest on platform carbonates or gradually underlain by siliciclastics (black shale) with limestone interlayers. On the other hand, the evaporite with up to 200 meter thick is limited in the northern part of the basin and its get thinner and disappears within the siliciclastic unit towards to southeast.

In some sections, evaporites start with a celestite bearing carbonates delineated by stromatolitic structure in which celestite rarely laminated, commonly formed as void and fracture filling mineral. Overlying unit, evaporites are mainly composed of secondary gypsum and divided into three facies group as follow; (1) bedded-massive fine crystalline gypsum; (2) Arenitic bedded gypsum with red-grey mudstone, gastropods-bearing marly limestone and karstified limestone, and (3) Nodular, enterolithic and chicken- wire gypsum with organic-rich black mudstone. The first one was precipitated as subaqueous gypsum in the shallow lagoon or ponds. Second facies group reflects an seasonal fluctuations ranging from arid (evaporite phase) to humid (carbonate phase) which cover from shallow marine to supratidal flat that wave action favored for detrital gypsum (gypsum arenites) and fresh water influx formed muddy flat and karstification of the limestones. The last group was deposited under maximal evaporation and aridity in the local sabkhas, which intersected thin organic-rich dark mudstone indicating short humidity and swamp condition.

Though paleontological data obtained is not still enough to give any exact range of age, it was thought that evaporite deposition started the Upper Cretaceous regression, likely extended into the Lower Paleocene time in the Malatya basin. It is fact that climatic control (aridity) would be prime agency for the evaporite formation in the Malatya basin. Also regional tectonic driven by Malatya fault should not be overlooked. It has involved establishment of a sulphate platform along the north margin of the basin that consequently led to isolation of evaporitic realm from the southern part of the basin without evaporites.

Key Words: evaporites, sabkha, Malatya fault, celestite, Upper Cretaceous–Paleocene boundary

Denizli Havzası'nda (Batı Türkiye) Farklı Traverten Sahalarının Jeokimyasal Karşılaştırılması

Mehmet Özkul¹, Sandor Kele², Ali Gökğöz¹, István Fórizs² ve Mehmet Cihat Alçıçek¹

¹ Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
20017 Kınıklı, Denizli (E-posta: mozkul@pau.edu.tr)

² Hungarian Academy of Sciences, Institute for Geochemical Research,
H-1112 Budapest, Budaörsi út 45., Hungary

Bu çalışmada, Batı Anadolu genişleme bölgesinde yer alan Denizli havzasına ait bazı traverten sahalarının jeokimyasal özellikleri ve duraylı izotop bileşimleri karşılaştırılmıştır. Duraylı karbon izotop bileşimlerine bakıldığında, havzanın KB ve GD kesimleri arasında belirgin farklılık gözlenir. KB–GD gidişli normal faylara bağlı olarak gelişen Pamukkale-Karahayıt ve Kamara Hamamı (Yenice) civarındaki sırt tipi travertenler ve güncel Pamukkale travertenleri ile Gölemezli yöresindeki fosil travertenler bir grup oluştururlar. Bu grup, havzanın GD'suna kıyasla belirgin şekilde daha yüksek $\delta^{13}\text{C}$ değerlerine ($-2,0\% < \delta^{13}\text{C} < 12\%$, V-PDB) sahiptir. Havzanın GD kesiminde yer alan traverten ve tufaların $\delta^{13}\text{C}$ değerleri, Antalya tufalarının $\delta^{13}\text{C}$ değerlerine $-5\% < \delta^{13}\text{C} < 3\%$, V-PDB) benzerlik gösterir. En yüksek $\delta^{13}\text{C}$ değeri (11–12 ‰) Pamukkale Jandarma Kaynağı önündeki 400 m lik yamacın en alt kısmında çökelmiş güncel travertenlerden ölçülmüştür. Bu yüksek $\delta^{13}\text{C}$ değerinin nedeni, yamaç boyunca gerçekleşen CO_2 kaçıdır.

Denizli Havzası'nın KB'sındaki travertenlerin $\delta^{18}\text{O}$ değerleri daha geniş bir aralıkta dağılım gösterir ($12\% < \delta^{18}\text{O} < 24\%$, V-SMOW), ancak karakteristik olarak 22% 'den düşüktür. Bu travertenler normal faylar ve açılma çatlaklarından çıkan yüksek-orta sıcaklıktaki termal sulardan çökelmişlerdir. Havzanın GD kesimindeki traverten ve tufalar yüksek $\delta^{18}\text{O}$ değerlerine sahiptir ($19\% < \delta^{18}\text{O} < 24\%$, V-SMOW). Bu değerler, muhtemelen düşük sıcaklıktaki karstik kökenli suları işaret eder.

Anahtar Sözcükler: traverten, tufa, Denizli, Pamukkale, jeokimya, duraylı izotop

Geochemical Comparison of Different Travertine Localities in the Denizli Basin, Western Turkey

Mehmet Özkul¹, Sandor Kele², Ali Gökğöz¹, István Főrizs² & Mehmet Cihat Alçiçek¹

¹ Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Kınıklı, TR–20017 Denizli, Türkiye (E-mail: mozkul@pau.edu.tr)

² Hungarian Academy of Sciences, Institute for Geochemical Research,
H-1112 Budapest, Budaörsi út 45., Hungary

In this study, geochemical properties and stable isotope composition of some travertine sites at various parts of the Denizli Basin in western Anatolian extensional province were studied. There is a clear distinction can be made, based on stable carbon isotopic compositions, between the travertine occurrence in the northwestern and southeastern parts of the Denizli Basin. The fissure-ridge travertines near Pamukkale-Karahayıt and the Kamara spa (Yenice) and other recent travertines at Pamukkale and fossil occurrences at Gölemezli, attributed to the NW–SE-trending normal faults, form a group, and they have characteristically higher $\delta^{13}\text{C}$ values ($-2,0\text{‰} < \delta^{13}\text{C} < 12\text{‰}$, V-PDB) than the southeastern part of the basin. The travertine and tufa deposits from the southeastern part of the Denizli Basin show $\delta^{13}\text{C}$ values, similar to the tufa samples collected from Antalya ($-5\text{‰} < \delta^{13}\text{C} < 3\text{‰}$, V-PDB). The highest $\delta^{13}\text{C}$ values (11–12 ‰) were measured on the slope of the recently precipitating Pamukkale travertine, along a 400 m long section, at the furthest point from the Jandarma spring orifice. The reason for this high $\delta^{13}\text{C}$ values is the degassing of CO_2 along the section.

The travertines from the northwestern part of the Denizli Basin show a wide range of $\delta^{18}\text{O}$ values ($12\text{‰} < \delta^{18}\text{O} < 24\text{‰}$, V-SMOW), but characteristically lower than 22 ‰. These travertines formed from the thermal waters of high- to medium-temperature connected to faults and fissure ridges. At the southeastern part of the basin the travertines and tufas have high $\delta^{18}\text{O}$ values ($19\text{‰} < \delta^{18}\text{O} < 24\text{‰}$, V-SMOW), which probably indicates low-temperature water with karstic origin.

Key Words: travertine, tufa, Denizli, Pamukkale, geochemistry, stable isotope

Ahlat Taşı (Ahlat-Bitlis) ve Toprak-Piroklastik Zonlanmasında (Altınsaç-Van) Yanal Korelasyonun Yer Radarı Yöntemi ile Araştırılması

Yahya Çiftçi¹, Ali Rıza Çolakoğlu², Yusuf Kağan Kadioğlu³ ve Selma Kadioğlu⁴

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etütleri Dairesi, Eskişehir Yolu, 06520 Ankara (E-posta: yahyaciftci@gmail.com)

² Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kampüs, 65080 Van

³ Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tandoğan, 06100 Ankara

⁴ Ankara Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Tandoğan, 06100 Ankara

Yer Radarı, sığ yeraltı ortamlarındaki jeolojik sorunların çözümlenmesinde son yıllarda giderek daha yaygın kullanım alanı bulan bir EM araştırma tekniğidir. Bu yöntemin kullanım ve değerlendirme kolaylığı açısından diğer jeofiziksel yöntemlere göre önemli avantajları vardır. Bu çalışmalarda kullanılan cihazlar giderek daha portatif hale gelmiş ve tek kişi operasyonuna uygun donanımlar üretilmiştir. Sahada veri işlem olanağı, henüz sahadayken toplanan verinin kontrolünü olanaklı hale getirmekte, buna göre çalışmanın yönlendirilmesi kolaylaşmaktadır. Sonuç olarak, sığ yeraltı koşullarının yüksek çözünürlüklü radar görüntülerini üreterek belirli jeolojik yüzeylerin yanal değişimlerini ortaya koymak bu yöntem ile oldukça hızlı ve sağlıklı olarak yürütülebilir hale gelmiştir. Bu çalışmada, Van-Gevaş-Altınsaç dolayında yer alan toprak örtüsü-piroklastik zon dokanak derinliğinin yanal değişiminin belirlenmesi ve Bitlis-Ahlat dolayında yer alan ignimbritlerde (Ahlat Taşı) iç yapı çözümlemesi amacıyla iki sahada RAMAC CU II sistemi ve 250 MHz merkez frekanslı anten kullanılarak yer radarı ölçümleri alınmış ve değerlendirilmiştir.

Altınsaç sahasındaki örtü (toprak) tabakasının suya doygun ve kilce zengin olması nedeniyle elektromanyetik (EM) dalga erişim derinliği 2 metre dolayında kalmıştır. Bu nedenle bu derinliklerin altından tanımlanabilir yansımalar alınamamıştır. Bununla birlikte, iki metrelik üst zon içinde iki farklı tabaka tanımlanabilmiştir. En üstteki 1 metre kalınlığındaki toprak zonu ile bunun altındaki bir metrelik piroklastik zon, yansıma karakterleri ile birbirlerinden kolaylıkla ayrılabilmiştir. Her iki istifin altında bulunan birimlerden ise (paleosoil ve mermer) EM yansıma verisi alınamamıştır. Bunun nedeni ise olasılıkla yüksek kil oranıdır.

Ahlat Taşı sahasındaki ölçüm çalışmaları görece daha başarılı olmuştur. Bu çalışmada bölgedeki volkanoklastik istifin içyapısı ve yanal değişimlerine ait daha ayrıntılı veri alınabilmiştir. Ölçümlerden yaklaşık 8 metre derinliğe kadar tanımlanabilir ve yorumlanabilir EM yansıma verisi elde edilmiştir. Görüntülerin yorumlanması sonucunda bölgedeki istifin çok sayıda litolojik düzeyden oluştuğu, bu düzeylerin yer yer devamsız oldukları belirlenmiş, bu düzeylerin farklı volkanik fazlara ait olabilecekleri ortaya konmuştur. Ayrıca, bazı kesimlerde belirgin ve düşeye yakın süreksizlikler tanımlanmıştır. Bu süreksizliklerin çoğu, önemli bir düşey ötelenmeye yol açmadıklarından bunlar fay olarak değil, kırık olarak değerlendirilmişlerdir. Alınan seri kesitlerin yorumlanması sonucunda örtülü bulunan ignimbrit-tüf dokanağı tanımlanmış ve bu dokanağın yaklaşık KB-GD doğrultulu olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak bu istiflerden alınan profil ölçümlerine ait radargramlardan yer yer beklenen sonuçlar alınamamış olsa da, bu tür ortamlarda yöntemin genel anlamda başarılı olduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Van, Altınsaç, toprak profili, Bitlis, Ahlat taşı, yer radarı

The Investigation of Lateral Correlation in Ahlat Stone (Ahlat-Bitlis) and Soil-Pyroclastic Zonations (Altınşaç-Van) Using GPR Method

Yahya Çiftçi¹, Ali Rıza Çolakoğlu², Yusuf Kağan Kadioğlu³ & Selma Kadioğlu⁴

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etütleri Dairesi, Eskişehir Yolu, TR-06520 Ankara, Türkiye (E-mail: yahyaciftci@gmail.com)

² Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kampüs, TR-65080 Van, Türkiye

³ Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tandoğan, TR-06100 Ankara, Türkiye

⁴ Ankara Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Tandoğan, TR-06100 Ankara, Türkiye

Ground Penetrating Radar (GPR) is an EM technique which is getting popular in recent years to solve geological problems in very shallow subsurface environments. Comparing to other geophysical techniques, this technique has many advantages in terms of portable usage and easy interpretation. GPR system equipments become more portable recent years and are now suitable for one-man-operation. In addition, on-site processing and interpretation possibilities provide control of collected data quickly, as a result, guidance of the fieldwork become easier. Moreover, any revision and/or additional field operation could be made before completing the fieldwork. Consequently, this technique provides fast and convenient results about lateral correlations of any geological surface in shallow subsurface environment using high-resolution radar images. GPR profiles were collected in two sites, one of which consists of layered soil profile (Altınşaç-Gevaş-Van) and other site contains volcano-clastic deposits (Ahlat-Bitlis). The main purpose of this work is to interpret the geological interfaces between the layers and construct the structural framework of both sites. 250 MHz centre frequency shielded antenna was used in the study.

The penetration depth in Altınşaç site was only about two metres. The main problem about penetration is the saturated and clay-rich top section. However, two layers were identified in this two-metre radargram section according their different reflection pattern. Uppermost layer consists of neo-soil deposits and around one metre in thickness, whereas underlies by pyroclastic deposits in same thickness. It was not able to visualize deeper section, which consists of palaeosoil deposits and the basement rocks (marbles) because entering the low velocity zone after pyroclastic deposits.

The measurements in Ahlat stone site gives relatively better results. These radargrams provides clearer view to interpret the internal structure and lateral changes of the volcanoclastic deposits. Identifiable and interpretable EM reflections were collected for about eight metre depth in this site. Many lithological units were identified in this upper section, some of which are lens-shaped and not widespread along the section. These different packages should represent different eruption phases of the volcanic succession. Moreover, some vertical discontinuities were identified in radargrams. Many of these discontinuities do not result vertical displacement of the hanging wall indicated that these discontinuities should be interpreted as crack, rather than a fault. Although the contact between ignimbrite and tuffite layers is covered, we were able to map this contact with NW–SE orientation.

As a result, although there is insufficient penetration and resolution in some areas, GPR technique is mostly successful for identifying the geological environment of layered sub-surface environments and volcanoclastic successions in shallow depths.

Key Words: Van, Altınşaç, soil profile, Bitlis, Ahlat stone, GPR

Mersin ve Tarsus Arasındaki Tarım Topraklarının Bünyesi ve Mineralojik Özellikleri

Mehmet Ali Kurt¹, Musa Alpaslan¹, Abidin Temel² ve Cüneyt Güler¹

¹ Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
33343 Çiftlikköy, Mersin (E-posta: malikurt@mersin.edu.tr)

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

Mersin-Tarsus arasındaki bölge, özellikle sera ve turuncgil tarımının çok yoğun yapıldığı alüvyonal bir ova niteliğindedir (Berdan ovası). Bu çalışmada, bölgedeki toprakların bünyelerinin (tekstür) ve mineralojik özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklere ait çeşitli parametrelerin alansal dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yardımıyla belirlenmesi amaçlanmıştır. Toprakların bünyelerini belirlemek amacıyla yüzeyden (0-20 cm) 204 adet örnek, toprak profillerinin mineralojik özelliklerini belirlemek amacıyla ise 40 noktada üç ayrı derinlikten (0-20, 60-80 ve 120-140 cm) toplam 120 örnek alınmıştır. Toprakların bünyesi Bouyoucos hidrometre yöntemiyle, mineralojik özellikleri ise XRD ile belirlenmiştir. İnceleme alanında, Akdeniz sahili boyunca ve kıyıda kuzeye doğru 2-3 km'lik zonun kum içeriği yüksek olup bu alanlar kıyı kumul alanlarını temsil etmektedirler. Akdeniz kıyısından kuzeye doğru gidildikçe kum oranının azaldığı, buna karşın silt ve kil oranının arttığı gözlenmektedir. XRD tüm kayaç analizlerine göre toprak örneklerinin kalsit, kuvars, feldispat, mika, dolomit, amfibol ve kil minerallerinden oluştuğu; kalsit, kuvars, feldispat ve kil minerallerinin toprak örneklerinin minimum %80'nini oluşturan ana mineral fazları olduğu belirlenmiştir. Kil mineralojisi analizlerine göre bölge topraklarındaki kil minerallerinin simektit, illit, klorit, kaolinit ve serpantin olduğu ve simektitin en yaygın kil türü olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: toprak dokusu, toprak mineralojisi, kil, kil mineralojisi, Coğrafi Bilgi Sistemi

Mineralogical Properties and Soil Texture of the Cultivated Topsoils Between Mersin and Tarsus

Mehmet Ali Kurt¹, Musa Alpaslan¹, Abidin Temel² & Cüneyt Güler¹

¹ Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy,
TR -33343 Mersin, Türkiye (E-mail: malikurt@mersin.edu.tr)

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

The area between Mersin and Tarsus can be characterized as an alluvial plain (Berdan plain) where particularly greenhouse and citrus fruit cultivations are very intense. In this study, it is aimed, by using Geographic Information System (GIS) software, to determine textures and mineralogical characteristics of the soils in the area and spatial distributions of various related parameters. With an aim to determine soil texture in the area, 204 topsoil (0–20 cm) samples were collected. Whereas, to determine mineralogical characteristics of the soil profiles, composite samples were collected from 40 different locations and from three different depth intervals (0–20, 60–80 and 120–140 cm) comprising a total of 120 samples. Soil textures were determined using Bouyoucos hydrometer method, whereas soil mineralogy was determined using XRD method. In the study area, a zone along the Mediterranean Sea coast and extending 2–3 km from shore to hinterland has very high sand content which can be characterized as coastal sand dune area. From shore to hinterland sand contents of the soils gradually decrease and their silt and clay contents increase. According to XRD analyses results soil samples are composed of calcite, quartz, feldspar, mica, dolomite, amphibole and clay minerals with calcite, quartz, feldspar and clay making up almost 80% of the volume. In the soils of the area, clay mineralogy is mainly composed of smectite, illite, chlorite, kaolinite and serpentine with smectite is being the most common clay mineral type.

Key Words: Soil texture, soil mineralogy, clay, clay mineralogy, Geographic Information System

Mishraq Sülfür Bölgesinin (M-1) Jeoelektrik Özelliklerinin Korelasyonu, Kuzey Irak

Marwa'n Muti'b, Thabit D. Mahder-Bashi ve Bashar Al-Juraisy

Geology Department, Mosul University, Mosul, Iraq (E-posta: drmarwanmutib@yahoo.com)

Araştırmanın bu bölümü sülfür ekstrasyonu öncesinde Mishraq sülfür alanındaki (Kuzey Irak) Fatha formasyonunun alt bölümünün kuyucu jeoelektrik yöntemle araştırılmasını içermektedir. Çalışma, sülfür ekstrasyonundan önce arazide dağıntık 41 sondajda yapılan normal özdirenç logu (N64") kayıtlarının analizi ile sülfür zonunun jeoelektrik parametrelerinin saptanmasını kapsamaktadır. Litolojik değişkenler haritaları ve jeoelektrik parametrelerden ayrıtılandırılan haritalar arasındaki karşılaştırma istatistik analizler kullanılarak aralarındaki ilişki bulunmaya çalışılmıştır.

Araştırmanın ikinci bölümü sülfür ekstrasyonunun yaklaşık 30 yıl sonrası Fatha formasyonu özdirençinin yüzey jeoelektrik yöntemle araştırılmasını içermektedir. Uygulanan ilk yöntem 800 m uzunluklu iki profil hattı boyunca uygulanan Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) yöntemidir. Profil hatlarından biri ekstrasyon sahası yakınında, diğeri bu alandan görececeli olarak uzakta yer almaktadır. Bu araştırma bir boyutlu (1D) özdirenç araştırma cihazı (DC Terrameter) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İkinci yöntem, 38 düşey elektrik sondaj (VES) noktası verilerinin değerlendirilmesinde kullanılmış, veriler VES ve sabit ayırım kesit verilerine (CST) dönüştürülerek ERT yöntemi ilkeleriyle yorumlanmıştır. Üçüncü yöntem, yine biri ekstrasyon sahasında, diğeri oradan uzakta olmak üzere iki bölgede Azimutal Özdirenç Araştırması (ARS) olarak gerçekleştirilmiştir.

Özdirenç haritalarının very analizi sonuçları üretim zonunun jeoelektrik parametrelerinin davranışlarındaki baskın faktörlerin bitüm içeriği ve iletkenlik değeri olduğunu göstermektedir ve jeoelektrik parametreler üzerinde sulfur içeriğinin önemli etkisi olmadığını göstermektedir.

Sülfür cevherinin ekstrasyon alanından uzaktaki ERT araştırma profili ekstrasyon işlemi sonrasında profil hattındaki yüzeyaltı kayaçlarının özdirenç değerlerinin özdirenç loglarından hesaplanan özdirenç değerleriyle (ERT araştırma sonuçlarının güvenilirlik ve güvenilirliğini kanıtlayan) uyumlu olduğunu ve alanda kayaçlar üzerindeki ekstrasyon işleminin etkisinin varlığını göstermektedir.

Ayrıca, ekstrasyon alanları yakınındaki ERT profile sonucu alandaki profil hattında bulunan Fatha formasyonu kayaçlarının çoğunun özdirenç değerlerinin ekstrasyon işlemi öncesi özdirenç değerlerine kıyasla önemli derecede azaldığını göstermektedir.

VES verilerinin VES ve CST verilerine dönüşüm işlemi alanın jeolojik ve hidrojeolojik kanıtlarıyla uyumlu özdirenç dağılımının yeraltı görüntüsünü veren iyi sonuçlar sunar. ARS sonuçları yeraltı çatlaklarının yönlerinin saptanmasına yardımcı olan iyi bilgiler verir. Gelecekte, Mishraq sulfur alanındaki önemli mühendislik problemlerinin çözümünde bu teknik kullanılabilir.

Mevcut çalışma sulfur ekstrasyon işlemi etkisinin sadece üretim zonu kayaçlarını kapsamadığını, aynı zamanda ekstrasyon işlemini izleyen subsidans nedeniyle çatlaklı kayaçların neden olduğu ekstrasyon alanı yakınındaki alanlarda örtü zonu kayaçlarına uzandığını da göstermektedir. Bu etki ekstrasyon alanından uzak alanı da dereceli olarak etki altına almaktadır.

Bu çalışmadan sıcak su sızıntısının sadece doğuya doğru değil (Diele nehrine doğru) aynı zamanda KB ve GB ya doğru ekstrasyon alanı merkezinden yeraltı kanalları boyunca uzanan derinliğin 50 m'yi aşmadığı gözlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Mishraq, azimut, tomografi

A Correlation Study of the Geoelectrical Properties of Mishraq Sulphur Field (M-1), Northern Iraq

Marwa'n Muti'b, Thabit D. Mahder-Bashi & Bashar Al-Juraisy

Geology Department, Mosul University, Mosul, Iraq (E-mail: drmarwanmutib@yahoo.com)

The first part of the research includes subsurface geoelectrical study of Lower part of Fat'ha Formation (productive zone) at Mishraq sulphur field, northern Iraq, before the process of sulphur extraction. This study has included the determination of geoelectrical parameters of the zone by mean of analyses to the records of normal resistivity log (N64") of 41 boreholes distributed over the area recorded before sulphur extraction. Comparison between the maps elaborated from the geoelectrical parameters and the maps of lithological variables was carried out to find their relationships using statistical analysis.

The second part of the research includes surface geoelectrical study of the resistivity of Fat'ha Formation after nearly 3 decades of extraction. This study was carried out by three main methods. The first method consists of conducting Electrical Resistivity Tomography (ERT) through two lines of 800m length. The first is situated near the extraction site and the other is relatively far from it. This survey was conducted by using 1D resistivity survey instrument (DC terrameter). The second method was used to process data of 38 vertical electrical sounding points (VES), transforming to VES and constant separating traversing (CST) data, and then interpreted in view of principles of the ERT. The third method was done by conducting Azimuthal Resistivity Survey (ARS) in two regions, one near the extraction sites and the other far from it.

Results of data analysis of the resistivity map show that the dominant factors in the behavior of the geoelectrical parameters of the productive zone is the bituminous content and the transmissivity value, and show no significant effect of sulphur content on the geoelectrical parameters. The ERT survey of the line far from extraction sites of sulphur ore, show the resistivity values of subsurface rocks in the line site after the process of extraction were in agreement with their values calculated from the resistivity logs, which assert two things: the credibility and reliability of the results of the ERT survey, and the absence of effect for the process of extraction on the rocks at that site. In addition, the result of the ERT profile near the site areas show that the resistivity values of most Fat'ha Formation rocks at the line site decreased substantially in comparison with those before the process of extraction, which proves the effect of extraction on those rocks. The process of transforming the VES data to VES and CST data has yielded good results in giving a subsurface image of the distribution of resistivity in away that agree with geological and hydrogeological facts of the area. The results of the ARS have given good information which helped in determining some directions of the subsurface fractures which extend their effect to the near surface rocks. This technique may be used. In the future, to solve important engineering problems at Mishraq sulphur field.

The present study also show that the effect of the process of extraction sulphur ore not only covered the productive zone rocks but also extended to the overburden-zone rocks zone in the areas near the extraction site due to the rocks fractured because of subsidence following the process of extraction. While this affect is contained substantially in the area far from the extraction sites.

Key Words: Mishraq, azimuthal, tomography

**21. Yüzyılda Su: Türkiye'yi Bekleyen Sorunlar ve
Çözümler**

Water in 21st Century: Problems and Solutions in Turkey

Oturum Yürütücüsü / Convener: Mehmet Ekmekci

Geçiş Zonu ile Kırıklı Temel Kaya Arasındaki Yeraltısuyu Hareketine İlişkin Parametrelerin İzleme Deneyleriyle Belirlenmesi

Selda Serin ve Stefan Wornlich

*Ruhr University, Department of Applied Geology, D-44801 Bochum, Almanya
(E-posta: Serin.Selda@rub.de)*

Geçiş zonu ile kırıklı temel kayalar arasındaki (gözenekli veya kırıklı akifer) yeraltısuyu akımı ve taşınım süreçlerinin tanımlanmasına olan gereksinim bu konuda daha ayrıntılı araştırmaların yapılmasını gerektirmektedir. Geçiş zonu ile kırıklı temel kaya arasındaki etkileşimler, kayalardan oluşan ortamlarda yeraltısuyu beslenimini ve yeraltısuyu kalitesini belirler.

Bu çalışmada, iki farklı hidrostratigrafik birimde (kırıklı bir kayaç ve bunu üzerleyen bir kum katmanı) oluşan yeraltısuyu hareketi incelenmiştir. Bu kapsamda, süzülme, eğim açısı, çatlak açıklığı ve kum katmanının kalınlığına bağlı bir hidrolik sistem kurulmuştur. Laboratuvar deneylerinden elde edilen sonuçların modelleme yaklaşımları ile birlikte değerlendirilmesi, kırıklı akiferlerle olan geçiş zonundaki yeraltısuyu akımının anlaşılmasını sağlayacaktır.

Deneylerde, üst kesimlere uygulanan korunumlu izleyiciler (NaCl ve uranın) kullanılarak ve temel kayalarda boşalım ile kum katmanında yanal yüzeysel akış ölçülerek geçiş zonunda su akışının gözlenmesi olanaklı olmuştur. Temel kaya üzerinde doymun olmayan bölgede nem içeriği tansiyometrelerle ölçülmüştür.

İzleyicilerden elde edilen ilk sonuçlar, dar açıklığa [>1 mm] sahip kırıklarda izleyicinin, açıklığı büyük daha geniş [20 mm] olan kırıklara oranla daha düşük hızlarda ilerlemesine karşın, temel kayaya olan beslenimin kırık açıklığına çok bağlı olmadığını ortaya koymuştur.

Anahtar Sözcükler: yeraltısuyu akışı, yeraltısuyu beslenimi, örtü, izleme deneyi, temel kaya, toprak nemi, doymun olmayan bölge

Parameterisation of the Groundwater Movement Between Transition Zone and Fractured Bedrock Using Tracer Tests

Selda Serin & Stefan Wohnlich

*Ruhr University, Department of Applied Geology, D-44801 Bochum, Germany
(E-mail: Serin.Selda@rub.de)*

The urgent need to characterize groundwater flow and transport processes between transition zone and fractured bedrocks (porous and fractured aquifer) requires more detailed research. The interactions between transition zone and fractured bedrock determine the groundwater recharge and groundwater quality in hard rock terrains.

In this study we examine the groundwater movement in a profile which is composed of two different hydrostratigraphic units (a fractured rock and above this a sand layer). A hydraulic system is created through the defined water infiltration and the adjustment of slope angle, fissure opening and thickness of the sand layer. Combining the result of laboratory experiments with modelling approaches shall comprehensive assessment of groundwater flow system between transition zone and fractured rock aquifers.

The water movement is observed at the transition zone using conservative tracer experiments (NaCl and Uranin) in regolith and measuring discharge in the bedrock and lateral runoff in the sand layer. Soil moisture is measured by tensiometers in the unsaturated zone above bedrock.

The first results from tracer tests indicated that the groundwater recharge in bedrock is little depended on fracture aperture, eventhough fractures with small opening [>1 mm] exhibit less break through capacity than fracture with wide opening [20 mm].

Key Words: groundwater flow, groundwater recharge, regolith, tracer test, bedrock, soil moisture, unsaturated zone

Karaduvar (Mersin) Kıyı Akiferindeki Petrol Kirliliğinin ve Yeraltı Suyu Fiziksel Özelliklerinin Karakterizasyonu

Cüneyt Güler, Can Akabulut ve Mehmet Ali Kurt

*Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
33343 Çiftlikköy, Mersin (E-posta: canakbulut@mersin.edu.tr)*

Bu çalışmada, petrokimya ağırlıklı sanayi aktivitelerinin (rafineri, depolama ve dolum) yoğun olduğu Mersin-Kazanlı arasındaki Karaduvar kıyı akiferinde gözlenen petrol kirliliği ve kirliliğin yeraltı suyu fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri karakterize edilmiştir. Eylül 2008’de bölgedeki mevcut sığ kuyulardan seçilen toplam 215 kuyuda yerinde (in-situ) çeşitli fiziksel parametrelere (çözünmüş oksijen, pH, Eh, elektrik iletkenlik) ait ölçümler yapılmıştır. Ayrıca bölgeden alınan sınırlı sayıda su numunesi, yeraltı suyuna karıştığı bilinen çeşitli petrol türevlerinin (BTEX) tespiti için GC-MS yöntemiyle analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bir Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı ile oluşturulan dağılım haritalarından yararlanılarak yorumlanmıştır. Petrol kirliliğinin yoğun olarak gözleendiği bölgelerdeki çözünmüş oksijen konsantrasyonları 0,48–2,38 mg/L ve pH değerleri ise 6,87–7,6 aralığında değişmektedir. Akiferin kirlilikten etkilenmeyen kesimleriyle karşılaştırıldığında, kirlenmiş bölgelerdeki çözünmüş oksijen ve pH değerlerinin daha düşük değerler sergilediği gözlenmiştir. Ayrıca çalışma alanının genelinde gözlenen negatif redoks potansiyeli (Eh) değerlerinin genellikle kirliliğin ve düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının gözleendiği kesimlerde yoğunlaştığı söylenebilir. Elde edilen sonuçlar, akiferin kirlenen kesimlerinde anaerobik koşulların varlığını işaret etmekte ve fiziksel parametrelere ait değerlerin akiferde gerçekleşen çeşitli indirgenme tepkimelerinden etkilendiğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: petrol kirliliği, yeraltı suyu, fiziksel parametre, redoks tepkimesi, Karaduvar.

Characterization of Petroleum Pollution and Ground Water Physical Properties in the Karaduvar (Mersin) Coastal Aquifer

Cüneyt Güler, Can Akabulut & Mehmet Ali Kurt

*Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy,
TR-33343 Mersin, Türkiye (E-mail: canakbulut@mersin.edu.tr)*

In this study, petroleum hydrocarbon pollution and its effects on the ground water physical properties were characterized in Karaduvar coastal aquifer (located between Mersin-Kazanlı) where petrochemical industrial activities (e.g., refinery, storage and filling) are very intense. In September 2008, values of various physical parameters (dissolved oxygen, pH, Eh, electrical conductance) were measured in-situ in a total of 215 wells that were selected from available shallow wells in the area. Furthermore, a limited number of ground water samples taken from the area were analyzed by GC-MS method for various petroleum hydrocarbon derivatives (e.g., BTEX) that were known to occur in the polluted parts of the aquifer. Results obtained by this study were interpreted using spatial distribution maps of each parameter created utilizing Geographic Information System software. In highly contaminated parts of the area dissolved oxygen concentrations range between 0.48–2.38 mg/L and pH values between 6.87–7.6. In comparison to pollution-free parts of the aquifer, in contaminated parts dissolved oxygen and pH generally display lower values. Furthermore, negative redox potential values (Eh) are generally observed throughout the study area and lower Eh values are mostly restricted to polluted parts of the aquifer where low dissolved oxygen concentrations occur. Results obtained from this study suggest the presence of anaerobic conditions in polluted parts of the aquifer and values of physical parameters greatly affected by various redox reactions occurring in the aquifer.

Key Words: petroleum pollution, ground water, physical parameter, redox reaction, Karaduvar

Gümüşhacıköy (Amasya) Akiferi'nin Yeraltısuyu Akım Modeli

Arzu Fırat Ersoy ve Fatma Gültekin

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon
(E-posta: arzufirat@gmail.com)

Bu çalışmada, yeraltısuyu kullanımının gün geçtikçe arttığı ve buna bağlı olarak yeraltısuyu seviyesi değerlerinin son 15–20 yıl içinde ortalama 20–25 m. azaldığı Gümüşhacıköy (Amasya) Akiferi'ne ait yeraltısuyu akım modeli geliştirilmiştir. Toplam 1060.44 km²'lik drenaj alanına sahip havzada Gümüşhacıköy Akiferi 300.225 km²'lik bir alanda yayılım göstermektedir.

Gümüşhacıköy Akiferi'nde yeraltısuyu taşıyan birimler, Kuvaterner yaşlı alüvyon ile Pliyosen yaşlı Söğütlü Formasyonu'dur. Yeraltısuyu akım yönünün batıdan doğuya doğru olduğu akiferde beslenme, Geç Eosen yaşlı volkano-tortul kayalardan ve Geç Jura-Erken Kretase yaşlı kireçtaşlarından gerçekleşmektedir. Ovada boşalım ise sondaj kuyuları ile meydana gelmektedir.

Gümüşhacıköy Akiferi'ne ait yeraltısuyu akım modelinin oluşturulması kapsamında akiferin jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri belirlenmiş ve akifere ait bu parametreler veri tabanları şeklinde hazırlanmıştır. Daha sonra bu veri tabanları ArcGIS 8.3 Coğrafi Bilgi Sistemleri programında sayısal hale getirilmiştir. Sayısal olarak tanımlanan veriler ArgusONE CBS programında değerlendirilerek akifere ait yeraltısuyu akım modeli oluşturulmuştur.

Model süresi 1965–2005 yılları arasında kapsamaktadır. Modelde üçer aylık toplam 164 stres periyodu bulunmaktadır. Gümüşhacıköy Akiferi'nde hesaplanan değişik yıllara ait hidrolik yük verilerine göre, zaman içerisinde kuyulardan çekimin artmasına bağlı olarak hidrolik yüklerin ovanın doğusuna doğru alçaldığı belirlenmiştir. Hidrolik yük değerleri kullanılarak MODFLOW programında modelin kalibrasyonu yapılmıştır. Gözlenen ve hesaplanan hidrolik yük değerleri arasında iyi bir uyum elde edilmesi akifere ait geliştirilen kavramsal modelin yeraltısuyu sistemini iyi bir şekilde temsil ettiği anlamını taşımaktadır. Gümüşhacıköy Akiferi'ne ait yeraltısuyu akım modelinin sonuçlarına göre, gelecekte akiferden çekilecek su miktarının artması durumunda yeraltısuyu seviyeleri daha da alçalacaktır. Bunu önlemek için yeraltısuyu kullanımının yeniden düzenlenmesi ve akiferdeki kontrolsüz çekimlerin önüne geçilmesi gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: Gümüşhacıköy akiferi, hidrojeoloji, yeraltısuyu akım modeli, modflow, argus one

Groundwater Flow Model of Gümüşhacıköy (Amasya) Aquifer

Arzu Fırat Ersoy & Fatma Gültekin

¹ *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-61080 Trabzon, Türkiye
(E-mail: arzufirat@gmail.com)*

In this study, groundwater flow model was performed for Gümüşhacıköy Aquifer, where groundwater levels decrease due to excessive groundwater exploitation in average of 20–25 m for the last two decades. Gümüşhacıköy Plain covers an area of 300.225 km² where total drainage area extends over to an area of 1060.44 km².

Groundwater bearing units in Gümüşhacıköy Plain are the Quaternary alluvium and Pliocene Söğütlü formation. Recharge, where groundwater flow direction is from west to the east, are composed of Late Eocene volcano-sedimentary rocks and Late Jurassic-Early Cretaceous aged limestone. Discharge in the basin occurs by pumping wells.

During the construction of groundwater flow model of the basin, geological, hydrogeological properties were defined, data sets of these parameters arranged. These data sets were digitized on ArcGIS 8.3 software and interpreted on ArgusONE program and groundwater flow model was evaluated.

The model period includes 1965–2005. There were 164 stress period for three months in the model. According to the hydraulic head values the different years in Gümüşhacıköy Plain, piezometric levels decreased in the east of the plain resulting from over pumping rate from the wells. Model was calibrated by means of MODFLOW program by using the hydraulic heads. Since the estimated and calculated values were in agreement, conceptual model of the aquifer represented successfully the groundwater flow system. According to the results of the groundwater flow model, groundwater levels will decrease in the future when groundwater exploitation increases from the aquifer. To prevent this, groundwater usage should be regulated, and uncontrolled groundwater use must be terminated.

Key Words: Gümüşhacıköy aquifer, hydrogeology, groundwater flow model, modflow, argus one

KB Bulgaristan’da Yeraltısuyu Akımının Genel Özellikleri

Tanya Vasileva

*Geological Institute of the Bulgarian Academy of Sciences, 24 Acad. G. Bonchev Str.,
1113 Sofia, Bulgaria (E-posta: tanyav@geology.bas.bg)*

KB Bulgaristan’da, Ogosta nehrinin batısında bulunan çalışma alanı, Tuna Nehrinin kolları olan 7 akarsu havzasını kapsamaktadır. Çalışma alanının toplam yüzölçümü 3790 km² olup, akarsu akımlarının önemli bir kısmı akıшыukarı dağlık kesimlerden kaynaklanmaktadır.

Akımların düşük olduğu dönemlerde akarsu akımları yeraltısuyu boşalımları veya yeraltısuyu katkılı olarak gerçekleşmektedir. Düşük akımlar genellikle yaz sonu veya güz başlarında gözlenmektedir. Nadiren (yumuşak geçen kış mevsimlerinde) Ocak ve Şubat aylarında da düşük akımlara rastlanabilmektedir.

Yeraltısuları, çalışma alanında düzensiz bir dağılıma sahiptir. Neojen–Kuvaterner yaşlı tutturulmamış çökeller, tanelerarası gözenekliliğe sahip bir akifer oluşturmaktadır. Lom ve Archar havzalarının yukarı kesimlerinde yüzeylenen kayalar çatlaklı-karstik akiferler oluştururlar. Karstik ve çatlaklı kayak akiferleri, çalışma alanındaki yeraltısuları potansiyelinin önemli bir kısmını oluşturmaktadırlar. Yeraltısuyu boşalımları, havza içi akarsulara doğru meydana gelmekte olup alanın en düşük kotlarında Tuna nehrine doğru meydana gelmektedir.

Havzada yeraltısuyu akım miktarı, 1961–2004 yıllarını kapsayan hidrolojik veriler kullanılarak analiz edilmiştir. Yeraltısuyu beslenme alanı ile yüzeysel drenaj alanı sınırlarının çakışmama olasılığı dikkate alınmıştır. Yeraltısuyu besleniminin alansal dağılımı yüzeylenen kayaların geçirgenliklerine göre belirlenmiştir. Bu çalışmada, yeraltısuyu akımının temel özellikleri ele alınmıştır.

Anahtar Sözcükler: yeraltısuyu kaynakları, düşük akım, yeraltısuyu akım türü, KB Bulgaristan

General Characteristics of the Groundwater Flow in NW Bulgaria

Tanya Vasileva

*Geological Institute of the Bulgarian Academy of Sciences, 24 Acad. G. Bonchev Str.,
1113 Sofia, Bulgaria (E-mail: tanyav@geology.bas.bg)*

The study area is located in NW Bulgaria, west from the Ogosta River and comprises watersheds of seven rivers – tributaries of the Danube River. The total area is 3790 km². The river runoff is generated mainly in the upper mountain parts of the watersheds.

The river runoff during low flows presents groundwater flow, or groundwater contribution to the river runoff. Low flows occur mainly in late summer and early autumn. Rarely (only during mild winters) low flows occur in January or February.

The groundwater resources are unevenly distributed over the study area. Porous groundwater within the study area is widespread in Neogene–Quaternary unconsolidated deposits. Fissured and karst groundwater is related to the upper part of the watersheds of Lom and Archar rivers. Karst-fissured groundwater in carbonate deposits contributes to high groundwater resources. Groundwater discharges into internal river network, Danube River or the Danube lowlands.

The regularities of the groundwater flow generation were analyzed based on hydrological data (period 1961–2004). It was taken into account that the watershed divide and the groundwater divide may not coincide. The spatial distribution of the groundwater recharge is governed by permeability of the outcropping rocks. The main characteristics of the groundwater flow are presented for the study region.

Key Words: groundwater resources, low flow, module of groundwater flow, NW Bulgaria

Şamran Karst Kaynağının (Gürpınar-Van) Bazı Hidrojeolojik Özellikleri

Harun Aydın¹, Erkan Dişli¹, Mehmet Ekmekçi², Levent Tezcan²,
Nevin Aksoy³ ve M. Pelin Yalçın³

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
65080 Van (E-posta: harun@yyu.edu.tr)

² Hacettepe Üniversitesi, Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM),
06800 Beytepe, Ankara

³ Devlet Su İşleri XVII. Bölge Müdürlüğü, Jeoteknik ve Yeraltı Suları Şube Müdürlüğü, 65040 Van

Sürdürülebilir su kaynakları yönetimi, kaynakların bağlı olduğu hidrojeolojik sistemlerin doğru bir şekilde kavramsallaştırılmasını gerektirmektedir. Bir hidrojeolojik sistemin kavramsal modelinin oluşturulması, sistemin anlaşılmasının yanı sıra, doğal veya yapay dış etkilere karşı tepkilerinin alansal ve zamansal boyutlarda kestirilmesine olanak verir. Sunulan çalışma Van Gölü Kapalı Havzası GD’da yer alan Şamran karst kaynağının fiziksel, kimyasal ve dinamik özelliklerinin; ‘hidrojeolojik kavramsal model’ çerçevesinde ön değerlendirilmesini kapsamaktadır. Paleozoyik–Mesozoyik yaşlı Bitlis Masifi’ne ait mermerlerden boşalan Şamran kaynağı, bölgede yer alan Van, Edremit, Gürpınar, Gevaş, Çiçekli gibi önemli yerleşim birimlerinin içme ve kullanım suyu ihtiyacını sağlamaktadır. Şamran kaynağına, Şubat 2007 tarihinden kurulan veri kaydedici (Data Logger) ile saatlik aralıklarla kaynak suyunun T, pH, EC ve DO parametreleri ölçülmektedir (Çizelge 1). Kaynağın bağlı olduğu hidrojeolojik sistemin hidrodinamik özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilen kimyasal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi sonucunda, kaynak sularının ‘Ca-Mg-HCO₃’ tipi sular olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1: Şamran Kaynağı’nda ölçülen bazı parametreler.
Table 1: Measured some parameters at the Şamran Spring.

n: 17595	pH	T (°C)	EC _A (S/cm)	EC ₂₅ (S/cm)	DO(%)
Min	6.27	10.17	464.00	647.37	36.91
Max	7.34	10.61	685.00	944.63	66.37
Ort	6.76	10.37	593.60	823.74	43.29
SD	0.14	0.11	22.25	27.6	6.57
CV	2.02	1.06	3.75	3.3	15.19

Ort: ortalama, Min: en düşük, Max: en yüksek, SD: standart sapma; CV: değişim katsayısı (%), EC_A: arazide ölçülen elektriksel iletkenlik, EC₂₅; 25 °C için hesaplanan elektriksel iletkenlik.

Şubat 2007 – Ocak 2009 tarihleri arasında Şamran Kaynağı’nın, ortalama, en düşük ve en yüksek boşalım değerleri sırası ile 4.596, 3.578 ve 6.433 m³/s olarak ölçülmüştür. Şamran kaynağı kaptaj alanından yerleşim birimlerine, ortalama 1.975 m³/s su alındığı belirlenmiştir. Şamran kaynağının çekilme döneminin, Temmuz 2007 – Mart 2008 tarihleri arasında kalan yaklaşık 242 gün süresince gerçekleştiği gözlenmiştir. Kaynak çekilme analizi sonucunda, kaynak boşalımının 0.00214 gün⁻¹ kaynak azalma katsayısı ile temsil edildiği belirlenmiştir. Şamran kaynağı karst akiferinin; kaynak gerisindeki aktif depolama hacmi 242.61×10⁶ m³ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, çekilme dönemi süresince (242 gün) boşalan su miktarı 98.07×10⁶ m³ olarak hesaplanmıştır. Azalma katsayısı, karst akiferinde yeraltı suyunun; kırık-çatlak sistemleri boyunca hareket ettiğini, hidrolik iletkenlik ve iletkenlik katsayılarının düşük ve depolama katsayısının yüksek olduğu ortamları işaret etmektedir. Şamran kaynağının, hidrojeokimyasal yapısı, akım hidrografi ve yapılan hesaplamalar, karst akiferinde beslenme ve boşalımın düzenli olduğunu göstermektedir. Değerlendirmeler, Şamran karst kaynağının güvenli bir su kaynağı olduğunu işaret etmektedir.

Anahtar Sözcükler: Gürpınar-Van, hidrodinamik, hidrojeoloji, karst, kaynak çekilme analizi, Şamran kaynağı

Some Hydrogeological Characteristics of the Şamran Karst Spring (Gürpınar-Van)

Harun Aydın¹, Erkan Dişli¹, Mehmet Ekmekçi², Levent Tezcan²,
Nevin Aksoy³ & M. Pelin Yalçın³

¹ *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
TR-65080 Van, Türkiye (E-mail: harun@yyu.edu.tr)*

² *Hacettepe Üniversitesi, Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM),
Beytepe, TR-06800 Ankara, Türkiye*

³ *Devlet Su İşleri XVII. Bölge Müdürlüğü, Jeoteknik ve Yeraltı Suları Şube Müdürlüğü,
TR-65040 Van, Türkiye*

Sustainable management of water resources requires primarily a thorough conceptualisation of the hydrogeological system. Conceptual model of a hydrogeological system provide a tool not only to understand the hydrodynamic behavior of the system but also the spatial and temporal responses of the system against a natural or man-made stress on the system. This paper aims at evaluation of physical and dynamic properties based on a proposed “conceptual hydrogeological model” of Şamran karst springs that are located at the southeastern part of Closed Basin of Lake Van. Şamran springs discharge from an aquifer that consists of Paleozoic–Mesozoic age marble of the Bitlis Massif. Domestic water for the city of Van and some important townships such as Edremit, Gürpınar, Gevaş, Çiçekli is supplied from this spring in the region. Parameters like T, pH, EC and DO in the spring water are measured on hourly basis by a Data Logger installed at the Şamran Spring since February 2007 (Table 1). Chemical analyses that were done to understand better the hydrodynamics of the system suggested that the spring water is of ‘Ca-Mg-HCO₃’ type.

During the study period (February 2007 – January 2009); mean, minimum and maximum discharges of Şamran spring were recorded as 4.697, 3.599 and 6.455 m³/s, respectively. Approximately 1.975 m³/s of the spring water is taken for domestic use. The recession period of Şamran spring was observed approximately 242 day between July 2007 and March 2008. The spring recession coefficient was calculated as 0.00214 day⁻¹. The total volume of water at the karst aquifer of Şamran spring is calculated as 242.61×10⁶ m³. Also the volumes of discharging water during the recession period (242 day) at karst aquifer are calculated as 98.07×10⁶ m³. The recession coefficient indicates that ground water flow occurs in a fractured system that has low coefficients of hydraulic conductivity and transmissibility and high coefficient of storage. Hydrogeochemical properties, hydrograph and calculations belong to Şamran spring shows that recharge and discharge are regular. All of the evaluations signed that Şamran karst spring is a reliable water resources.

Key Words: Gürpınar-Van, hydrodynamic, hydrogeology, karst, spring recession analysis, Şamran spring

Ninevah Bölgesi (Kuzey Irak) ve Yakın Dolayında Bulunan Bazı Kaynak ve Kuyu Sularının Kimyasal Bileşimlerinin Önemi ve Değişimi

Salim M. Aldabbagh, Auday M. Alrawas ve Mohammed A. Al-Hajj

*Earth Science Department, Collage of Science, The university of Mosul, Iraq
(E-posta: MALHAJ2006@yahoo.com)*

Yeraltısuyunun kimyasal analizleri, su kaynaklarının incelenmesi ve WHO standartlarına uygunluğu açısından değerlendirilmesinde önmeli bir araç olarak kabul edilmektedir. Yeraltısuyunda çözülmüş halde bulunan maddelerin çeşitli kökenleri mevcuttur. Yeraltısuyunda bulunan kimyasal bileşenlerin en önemli kaynağı olarak bilinen su-kayaç etkileşimi bu çalışmanın ana konusunu oluşturmaktadır.

Çalışma alanı, duraysız Nobia-Arap platformunun eteklerinin bir kısmını oluşturmaktadır. Doğu-batı uzanımlı Toros kuşağı ile kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı Zagros kuşağı, alanın en önemli coğrafik yapılarını oluşturmaktadır. Aqra, Bekhair, Bashiqa, Najma, and Sadid gibi antiklinal yapılar bu çalışma ile ilintili olanlardır. Alanda yüzeylenen litolojik (kırıntılı ve kırıntılı olmayan) birimler farklı stratigrafik düzeylere aittir. Bu birimler, Aqra formasyonuna ait dolomitik kireçtaşı (Üst Kretase), Kolosh formasyonuna ait siyah şeyl-kumtaşı (Orta Paleosen), Gercüş formasyonuna ait kırmızı renkli şeyl, kumtaşı, kiltası katmanları (Orta Eosen), Pila Spi formasyonuna ait dolomit ve dolomitik kireçtaşı (Orta-Geç Eosen), Fatha formasyonuna ait kireçtaşı, evaporit ve kırıntılı ardalanması (Orta Miyosen) ve Injana formasyonuna (Geç Miyosen) ait kırıntılı kayalardan oluşmaktadır.

Fatha formasyonuna ait çözünürlüğü daha yüksek olan kayalar (evaporitler), çalışma alanındaki yeraltısuyu kalitesini önemli oranda etkilemektedir. Bu durum, Musul kentine 180 km uzaklıkta Fatha formasyonunun yüzeylendiği alanda ve Ninevah bölgesinde, yüksek mineral içerikli ve gazlı (H_2S , CO , CO_2) sıcak ve soğuksu kaynak suları ile sülfat içeriği yüksek kuyu sularında açıkça görülmektedir.

Fatha formasyonunda oluşan Mishraq sedimanter kükürt cevheri çalışma alanı sınırları içerisinde yer almaktadır. 2008 yılı yaz döneminde, 9 kaynak ve üç kuyu olmak üzere toplam 12 yeraltısuyu örneği toplanmıştır. Örneklemeler üç farklı alanda gerçekleştirilmiştir: (1) BeKhair antiklinalinin kuzey ve güney kanatlarında (Musul kentinin 100 km kuzeyi) 6 kaynak ve bir kuyudan su örnekleri toplanmıştır. Örneklenen kaynaklar farklı stratigrafik düzeylerden boşalmaktadırlar (Shiranish; Shiranish/Kolosh; Kolosh; Kolosh/Gercus; Gercus ve Pila Spi kayalarından). Örneklenen kuyu Kolosh formasyonunda açılmıştır. (2) Bashiqa antiklinalinin (Musul kentinin 30 km doğusu) güney kanadında açılan iki kuyudan (250 m ve 85 m derinlikte) su örnekleri toplanmıştır. (3) Aqra antiklinalinden (Musul kentinin 150 km kuzeydoğusu) Abdulazize geçidi mevkiinde boşalan bir kaynak ve Shigrat kenti yakınlarında (Musul kenti 70 km güneyi) Dicle nehri kıyısında yüzeylenen kumtaşından boşalan bir kaynaktan da örnekler alınmıştır.

Örnek alımı, genel örnekleme kurallarına uygun bir şekilde gerçekleştirilmiştir. EC ve pH değerleri örneklemeden kısa bir süre sonra yapılmıştır. TDS, buharlaşma kalıntısından hesaplanmıştır. Ca^{+2} ve Mg^{+2} standart EDTA titrasyonu ile analiz edilmiştir. Na^{+} ve K^{+} ise alev fotometresi ile analiz edilmiştir. HCO_3 , HCl titrasyonu ile belirlenirken SO_4^{-2} spektrofotometrik olarak analiz edilmiştir. Klorür standart $AgNO_3$ titrasyonu ile belirlenmiştir. Analiz sonuçları, Cl^{-} , HCO_3^{-} , SO_4^{-2} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+} , K^{+} , TH, pH ve EC değerlerinde geniş aralıkta bir değişkenlik olduğunu göstermiştir. Analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve uygun diyagramlar kullanılarak yorumlanmıştır. Genel olarak, incelenen örnekler, yerel jeolojiye bağlı olmakla birlikte sülfatlı sular sınıfındadırlar.

Anahtar Sözcükler: kıvrımlı kuşak akiferi, su-kayaç etkileşimi, su kalitesi, su kimyası, yeraltısuyu

The Significance and Variation in Chemical Composition of Selected Springs and Well Waters at Ninevah District and Adjacent Area, Northern Iraq

Salim M. Aldabbagh, Auday M. Alrawas & Mohammed A. Al-Hajj

Earth Science Department, Collage of Science The university of Mosul, Iraq

(E-mail : MALHAJ2006@yahoo.com)

Chemical analysis of ground water is considered as one of essential tools in the assessment of water resources and insurance of WHO specification. Soluble load of ground water is derived from different sources. Water – rock interaction is considered as the major source of chemical constituents of ground water and represents the backbone of the present study.

The area of study is part of the foothill zone of the unstable shelf of the Nubian – Arabian platform. It is featured by the presence of major geological structures with east–west trend (Taurus belt) and northwest – southeast trend (Zagros belt). The relevant anticlines to the present study are those of Aqra, Bekhair, Bashiqa, Najma, and Sadid. The exposed rocks are of different lithology (clastic and non clastic sediments) belong to different stratigraphic level. They are dolomitic limestone of Aqra Formation (Upper Cretaceous), dark shale sandstone of Kolosh Formation (Middle Paleocene), red bed of shale sandstone claystone of Gercus Formation (Middle Eocene), dolomites and dolomitic limestone of Pila Spi Formation (Middle–Late Eocene), sediment cycle of limestone, evaporite and clastics of Fatha Formation (Middle Miocene) and clastic rocks of Injana Formation (Late Miocene).

The more soluble rocks (evaporites) of Fatha Formation affect to a great extent the chemistry of ground water at the studied area. This is evident by the presence of hot and cold mineralized springs with dissolved gasses (H₂S, CO, CO₂) and sulfate dominated ground water well at Ninevah district and down to Fatha Formation area located at about 180 km. south of Mosul city. It is worth to mention here that the Fatha Formation hosts the well known sedimentary sulfur of Mishraq field at the studied area. During summer 2008, a total of twelve ground water samples were collected from 9 natural springs and 3 dugged well. Sample sites are located at three main area: (1) BeKhair anticline (100 km to the north of Mosul city) where 6 springs and one well water samples were collected at the northern and southern limbs as well as at the anticline plunges. Spring water flows at different stratigraphic levels (Shiranish; Shiranish/Kolosh; Kolosh; Kolosh/Gercus; Gercus and Pila Spi rocks) in addition to one sample from pumping well dugged at Kolosh rocks. (2) Bashiqa anticline (30 km east of Mosul city) where water samples were collected from two dugged well (250 m and 85 m depth respectively) at the southern limb. (3) Miscellaneous samples including one sample from spring at Aqra anticline (150 km northeast Mosul city) within Abdullazize passage. One spring samples within Shirgat city (70 km south Mosul) where water flow from sandstone rock exposed at the Tigris River bank.

Sample collection was carried out according to the usual procedure of water sampling. Measurement of EC and pH were done shortly after sample collection. TDS was estimated by weighing the residue left on evaporation. Ca⁺² and Mg⁺² were determined by titration with EDTA standard. Na⁺ and K⁺ were measured by flame photometry. Titration with HCl was used for HCO₃ determination. Chloride was determined by standard AgNO₃ titration. Spectrophotometric technique was used for SO₄⁻² determination. Analytical results show great deal of variation in Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄⁻², Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺, TH, pH and EC. Such variable analytical results were subjected to statistical treatments and later presented on suitable diagrams. In general, the studied samples belong to sulfate type of water with few exceptions related to local geology

Key Words: folded zone aquifer, ground water, water chemistry, water rock interaction, water quality

Dikili (İzmir) Termal Kaynaklarının Hidrojeokimyasal İncelenmesi

Tuğbanur Özen, Gültekin Tarcan ve Ünsal Gemici

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Tınaztepe Kampüsü, 35160 Buca, İzmir (E-posta: tugbanur.ozen@ogr.deu.edu.tr)*

İnceleme alanı İzmir İli'nin kuzeyinde yer alan Dikili jeotermal alanlarını kapsamaktadır. Çalışma alanında yer alan termal kaynaklar buldukları yere göre başlıca; (1) Dikili-Çamur Kaplıcası, (2) Kaynarca Ilıcası, (3) Bademli Kaplıcası, (4) Çoban Ilıcası, (5) Kocaoba Ilıcası, (6) Nebiler Kaplıcası, olarak sınıflanabilir. Bu çalışmada, söz konusu sahalardaki termal kaynaklara ait kimyasal ve izotopik veriler ışığında hidrojeokimyasal özellikleri belirlenmiş ve termal suların sahip oldukları eser elementler de dikkate alınarak çevresel etkileri değerlendirilmiştir.

Dikili jeotermal alanlarında en yaşlı jeolojik birim Permiyen yaşlı Çamoba ve Kınık formasyonlarıdır. Bunun üzerinde yer alan jeolojik birimler sırasıyla Paleosen Kozak granodiyoriti, Tersiyer Yuntdağ volkanitleri I ve Demirtaş piroklastikleri, Orta-Üst Miyosen Yuntdağ volkanitleri II ve III ve Pleyistosen yaşlı Dededağ bazaltlarıdır. Tüm birimlerin üzerine uyumsuz olarak alüvyonlar gelir. Bölgede geniş yayılım sunan Yuntdağ volkanitleri jeotermal alanlardaki termal suların büyük bir çoğunluğunun hazne kayasını oluştururlar. Bu alanlarda çoğunlukla örtü kaya özelliğinde kaya birimi yoktur ancak Demirtaş piroklastikleri ve Yuntdağ volkanitlerinin içinde oluşan ayrışma killeri yer yer örtü kaya özelliğindedirler.

İnceleme alanındaki termal kaynakların sıcaklıkları 31–100 °C, toplam debileri yaklaşık 200L/s'dir. Dikili jeotermal alanları içerisinde bulunan Kaynarca Jeotermal Alanı 130 °C akifer sıcaklığı ile Ege Bölgesi'nde bulunan önemli jeotermal alanlardan biridir. Termal sular genellikle Na-HCO₃-SO₄ ve kısmen Na-Ca-HCO₃-SO₄ hidrokimyasal fasiyes tipindedir. Dikili-Bademli termal kaynakları deniz suyu ile olan ilişkisi nedeniyle diğer termal sulardan farklı olup, Na-Cl hidrokimyasal fasiyesindedir. Jeotermal alanlardaki termal suların $\delta^{18}\text{O}$ ve 2H içerikleri suların meteorik kökenli ya da denizel beslenmeli olduklarını göstermektedir. Kaynarca jeotermal alanındaki termal kaynakların 0–5 trityum birimi arasında olan trityum değerleri ve $\delta^{18}\text{O}$ zenginleşmesi, termal suların yeraltında kalış sürelerinin uzun ve en az 50 yıllık bir çevrime sahip olduğunu göstermektedir. Dikili termal kaynakları yağış sularının kırık ve çatlaklardan yeraltına süzülerek derinlerde ısınması ve tektonik hatları izleyerek termal su olarak yüzeye çıkması şeklinde açıklanabilen 'devirli sistem' niteliğindedirler.

Çalışma alanındaki termal kaynakların içme ve sulamaya uygunlukları ulusal ve uluslararası içme ve kullanma suyu standartlarına göre incelenmiştir. Alandaki termal sular As, B, Fe içeriklerine göre çoğunlukla içilmesi ve sulama amaçlı kullanılması uygun olmayan sulardır. Termal sular, gerek yüksek eser element içeriklerinin oluşturacağı çevresel etkiler nedeniyle, gerekse üretim sırasında karbonat minerallerinin (kalsit, aragonit, dolomit) oluşturduğu kabuklaşma sorunu nedeniyle kullanım sonrasında akifere geri basılmalıdır.

Anahtar Sözcükler: hidrojeokimya, izotop jeokimyası, jeotermometre, mineral doygunlukları, eser element, su-kayaç etkileşimi, Dikili

Hydrogeochemical Studies of the Dikili (İzmir) Thermal Springs

Tuğbanur Özen, Gültekin Tarcan & Ünsal Gemici

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Tınaztepe Kampüsü, Buca, TR–35160 İzmir, Türkiye (E-mail: tugbanur.ozen@ogr.deu.edu.tr)*

The study area contains Dikili geothermal fields, which are located in northern part of İzmir Province. Thermal springs in the study area may be divided into six main groups: (1) Dikili-Çamur spa, (2) Kaynarca spa, (3) Bademli spa, (4) Çoban spa, (5) Kocaoba spa, (6) Nebiler spa. In this study, hydrochemical characteristics of thermal springs in these fields have been determined by chemical and isotopic data and their environmental impacts have been assessed by taking into account of their trace element contents.

The oldest geological units in Dikili geothermal fields are the Permian aged Çamoba and Kınık formations. These formations are overlain by Paleocene Kozak granodiorite, Tertiary Yuntdağ volcanics I, Middle–Upper Pleistocene Yuntdağ volcanics II and III and Pleistocene Dededağ basalts, respectively. Quaternary alluvium covers discordantly all units. The widespread Yuntdağ volcanics in the region form the aquifer of the thermal waters. There is no rock unit in the form of cap rock in these fields but Demirtaş pyroclastics and altered clays of Yuntdağ volcanics are the cap rocks of the geothermal systems.

Temperatures of thermal springs in the study area change between 30–100 °C. These waters have 200L/s of total discharge. Kaynarca geothermal field is one of the most important geothermal fields in the Aegean Region as it has a temperature of about 130 °C. The thermal waters are generally of Na-HCO₃-SO₄ and Na-Ca-HCO₃-SO₄ type. Dikili Bademli thermal springs of Na-Cl hydrochemical facies are different from other thermal waters due to the sea water mixing. δ¹⁸O and δD contents of thermal waters in the study area suggest that thermal waters are of meteoric origin with some sea water contribution. Kaynarca Thermal springs have 0–5 TU tritium content and the δ¹⁸O enrichment shows that these waters have a transit time longer than 50 years which indicates a long circulation at the subsurface. All the thermal waters in the area are qualified as cyclic geothermal system and it was concluded that the meteoric waters penetrate through the faults and fractures, are heated in host rocks, and move up to the surface along the tectonic lines.

Utilization appropriateness to drinking and irrigation properties of the thermal waters in the study is assessed by the national and international standards. These show that these waters cannot be utilized as drinking and irrigation purposes due to the high As, Fe and B contents. Thermal waters should be re-injected to the aquifer after utilization owing to both adverse effects of high trace element contents to the environment and also scaling problems leaded to carbonate minerals (calcite, aragonite and dolomite) during extraction.

Key Words: hydrogeochemistry, isotope geochemistry, geothermometer, mineral saturations, trace elements, water-rock interaction, Dikili

Kazdağları'nın Kuzeybatısındaki Su Kaynakları ve Bunları Etkileyen Çevresel Faktörler (Çanakkale-Türkiye)

Alper Baba¹ ve Orhan Gündüz²

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, 17020 Çanakkale (E-posta: alperbaba@comu.edu.tr)

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe Kampüsü, 35160 Buca, İzmir

Kazdağları'nın kuzeybatı bölgelerini kapsayan inceleme alanı, geç Eosen'den başlayarak Pliyo-Kuvaterner'e kadar çeşitli dönemlerde etkin olan volkanizmaların ürünü volkanoklastiklerle birlikte çökelmiş denizel, lagüner ve gölsel kırıntılı kayalar içerir. Bu nedenle bölgede sedimanter ve hidrotermal kaynaklı çeşitli maden yatakları bulunmakta ve ekonomik olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışma kapsamında yeraltısularının çevresel izotop içerikleri ve fiziksel özellikleri birlikte değerlendirilerek Kazdağları'nın kuzeybatısında bulunan soğuk su kaynaklarının birbirleri ile ilişkileri araştırılmıştır. Çevresel izotoplarla yapılan analizler sonucu soğuk su kaynaklarının beslenme kotları ve yeraltında kalış sürelerinin farklı olduğu ortaya konulmuştur. Su kaynaklarının jeolojik yapıya bağlı olarak farklı özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Altere olan zonlarda gelen kaynak sularında alüminyum (Al) değerleri içme suyu için önerilen limit değerlerini (0.2 ppm) oldukça aşmıştır. Bölgede çoğunlukla açık işletme olarak faaliyet gösterilen küçük ve orta ölçekli kömür sahalarının hiçbir rehabilitasyon önlemi alınmadan terk edilmesi neticesinde yüzeysel drenaj ve yeraltısuyu sızması sonucu iri ufaklı göller oluşmuştur. Söz konusu göller zaman içerisinde pirit oksidasyonuna bağlı olarak asidik maden göllerine dönüşmüşlerdir. Yüksek asidite (düşük pH: ortalama 2.83) ve yüksek derişimlerde çözünmüş metalleri (örneğin Al= 211 ppm, Fe= 528 ppm) içeren bu göller bölgedeki su kaynaklarını etkilemektedir.

Anahtar Sözcükler: Kazdağları, madencilik, asidik göller, pirit oksidasyonu, su kaynakları

Environmental Factors That Influence the Water Resources of Northwestern Ida Mountains (Çanakkale-Turkey)

Alper Baba¹ & Orhan Gündüz²

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Kampüsü,
TR–17020 Çanakkale, Turkey (E-mail: alperbaba@comu.edu.tr)

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe Kampüsü, Buca,
TR–35160 İzmir, Türkiye

The study area that covers the northwestern slopes of Ida Mountains contains marine, lagoon and lake sediments deposited with volcanoclastics that produced as a result of the volcanism which was effective in various periods from the late Eocene to Plio–Quaternary. The region has several sedimentary and hydrothermal mineral deposits, which have an economic importance and already being mined. Within the scope of this study, the environmental isotopic and physicochemical characteristics of groundwater samples were jointly assessed and mutual relationships between cold water resources found in northern west slopes of Ida Mountains were studied. The results of environmental isotopes revealed that the recharge zones and detention times of cold water resources were different. The water resources also exhibited distinct characteristics as a result of the interactions with local geological strata. Spring waters originating from altered formations were shown to contain elevated levels of aluminum that is higher than the currently effective drinking water quality limit value (0.2 ppm). In addition, the abandoned small to medium scale open-pit coal mines in the area were found to be responsible from the formation of several mining lakes that were inundated as a result surface drainage as well as subsurface infiltration to depression areas of the open pit. These lakes were later transformed into acidic mining lakes due to the oxidation of pyrite found in the coal. With very high acidity levels (pH levels as low as 2–3) and high trace element contents (with maximum aluminum and iron levels of 211 ppm and 528 ppm), these lakes were found to influence the quality of local water resources in the area.

Key Words: Ida Mountains, mining, acidic mining lake, pyrite oxidation, water sources

Türkiye’de Akiferler Üzerindeki İnsan Kaynaklı Tehditler, İlgili Mevzuat ve Uygulamadan Kaynaklanan Bazı Sorunlar

Ahmet Apaydın

*Devlet Su İşleri, V. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir Yolu 8. km, 06520 Ankara
(E-posta: aapaydin@dsi.gov.tr)*

Türkiye’de yeraltısuyu potansiyeli yönünden en zengin jeolojik formasyonlar ova ve vadi alüvyonları ile karbonatlı akiferlerdir. Ülkemizin yaklaşık üçte birinin karbonatlı (çoğunlukla karstik) formasyonlarla kaplı olduğu bilinmektedir. Özellikle Toros kuşağı, başta olmak üzere Anadolu’nun birçok bölgesinde kalınlığı 500–1000 m’ye ulaşan ve gerek bulunduğu yöre, gerekse daha geniş bir bölge için önemli su potansiyeline sahip kireçtaşı akiferleri bulunmaktadır. Kireçtaşlarının yaygın olması ve çoğunlukla fay kontrollü geniş ova ve vadi alüvyonlarının bulunması ülkemizin kayda değer yeraltısuyu potansiyeline sahip olmasını sağlamıştır. Özellikle kireçtaşı akiferleri doğal haliyle içmesuyu kalitesinde su potansiyeline sahip olup, beslenme alanları genellikle yüksek ve yerleşimlerden uzak bölgelerde yayılım gösterdiklerinden, henüz ova ve vadi alüvyonları kadar insan kaynaklı kirlenmeye maruz kalmamışlardır.

Ülkemizin kurak-yarıkurak bölgelerindeki bazı önemli havzalarda özellikle son 15–20 yıl içinde izinsiz ve bilinçsiz kullanım nedeniyle yeraltısuyu seviyesi düşmüş, kuyu verimlerinde azalmalar gözlenmiş, bazı alanlarda yeraltısuyu kalitesinde bozulmalar başlamıştır. Konya Ovası başta olmak üzere bazı bölgelerde bu olumsuzluklar sadece yöre insanının değil, ülke kamuoyunun da gündeminde yer almaktadır. Özellikle yazılı ve görsel basın ile sivil toplum örgütleri bu konu üzerinde önemle durmuşlardır. Bu durum, yeraltısuları üzerindeki tehdidin sadece aşırı kullanımdan ibaret olduğu yanılgısına neden olmuştur. Oysa ülkemizde akiferler üzerinde aşırı kullanımdan daha tehlikeli ve etkileri daha tahrip edici olabilen insan kaynaklı başka tehditler de bulunmaktadır.

Türkiye’de akiferler üzerindeki başlıca insan kaynaklı tehditler aşırı kullanımla birlikte, kirlilik, akifer alanları yerleşime açma ve malzeme ocakları ile ortadan kaldırma şeklindedir. Kirlilik; aşırı nüfus artışı, tarımsal ilaç ve gübre kullanımı, kentleşme ve sanayileşme ile birlikte artmakta ve başta alüvyonlar olmak üzere birçok bölgede akiferleri olumsuz etkilemektedir. Yine, özellikle ovaların yapılaşmaya açılması sonucu akiferlerin üzeri örtülmekte ve beslenmesine engel olunmaktadır. Yapılaşma, aynı zamanda kirliliği de beraberinde getirmektedir. Akiferler üzerindeki diğer etkilere göre en tehlikeli olan tehdit ise malzeme ocaklarıdır. Ova ve vadi alüvyonları kum-çakıl ocakları, kireçtaşı akiferleri ise taşocakları ve mermer ocakları tarafından kazılarak ortadan kaldırılmaktadır.

Akiferler üzerindeki tehditlere karşı Türkiye hukuk sisteminde bazı koruyucu ve sınırlayıcı hükümler ile cezai yaptırımlar bulunmaktadır. Bunların en önemlisi 167 sayılı Yeraltısuları Hakkındaki Kanun ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğidir. Ancak, mevzuattaki bazı boşluklardan ve uygulamadan kaynaklanan ciddi sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu sorunların ortadan kaldırılması için mevzuatın güncellenmesi ve kurumlar arası eşgüdümün güçlendirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: akifer, yeraltısuyu, aşırı çekim, kirlilik, malzeme ocakları, mevzuat

Man Made Threats on Aquifers and Some Problems Caused by Regulations and Applications in Turkey

Ahmet Apaydın

*Devlet Su İşleri, V. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir Yolu 8. km, TR–06520 Ankara, Türkiye
(E-mail: aapaydin@dsi.gov.tr)*

Plain and valley alluvium deposits and carbonate formations consist the most productive aquifers in Turkey. Carbonate formations (mostly karstified) covers one third of the country. Large limestone aquifers which are over 1000 m thick and have an important groundwater potential for local and regional demands are mainly located in the Taurus Belt and the other regions of Turkey. Existence of large limestone areas and alluvial deposits particularly located in fault controlled plains and valleys provide Turkey with a great groundwater potential. Particularly, limestone aquifers have fresh waters and because they are located on high regions they are not contaminated as much as alluvial deposits.

Groundwater level declined and well yields were reduced and also water quality spoiled in some large plains in semi-arid regions of Turkey particularly for the last 15–20 years because of uncontrolled and excessive consumption. The problem related to water shortage is a part of the nationwide agenda and not restricted to the region where the problem exists. Particularly the media, press and non-governmental organizations focused on this issue and giving a false impression that overexploitation is the unique threat on the groundwater systems. However, there are other man made threats on the aquifers in Turkey and these threats may be more serious and destructive than overexploitation. Furthermore, some threats are aimed to remove the aquifer bodies.

The major man made threats on the aquifers in Turkey are overexploitation, contamination, urbanization and removal by excavations. Contamination increases with the increase of population, the use of agricultural chemicals and fertilizers, urbanization and industrialization. Also, urbanization and industrialization particularly on the aquifers in the plains cover the aquifer surface and prevent recharge of the groundwater. Urbanization also causes contamination. The most dangerous threat is excavation of the aquifers by quarries and mines. Alluvial aquifers in the plains and valleys are destructed by sand-gravel quarries and limestone aquifers are removed by stone quarries and mines.

There are some limitations and conservative statements, and also sanctions in Turkish legislation against threats on the aquifers. The most important are the Groundwater Law numbered 167 and the Regulation of Controlling Water Contamination. However, there are some serious problems because of some unclear statements in regulations and misconceptions in applications. In order to solve these problems, the regulations must be revised and interrelations between foundations must be strengthened.

Key Words: aquifer, groundwater, overexploitation, contamination, quarries, regulations

21. Yüzyılda İstanbul’da Su

Muhterem Demiroğlu ve Dilek İnkaya

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
34469 Maslak, İstanbul (E-posta: copuroglum@itu.edu.tr)*

İstanbul, yaklaşık 6000 km² yüzölçümü ve 2007 rakamlarına göre 12.7 milyon nüfusuyla Türkiye’nin ve Dünya’nın en kalabalık şehirlerindedir. Sanayi, ticaret, finans, kültür ve sanat şehri olmasıyla da ayrı öneme sahiptir. Çarpık sanayileşme, çarpık kentleşmeye bağlı olarak artan nüfusuyla su ihtiyacı en çok artan şehir konumundadır. Kurulduğundan beri su sorunu devam eden İstanbul’un, son dönemde ise su sıkıntısı nüfus baskısının yanı sıra kuraklık etkisinden de kaynaklanmaktadır. 2006–2007 dönemi yağış ortalaması 413 mm/yıl ile son elli yıllık ortalama 718 mm/yıl kıyaslandığında, ortalama yağışlarda son elli yılda yaklaşık %40 azalma olduğu anlaşılmaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda 2006–2007 döneminin en kurak dönem olduğu ortaya çıkmaktadır. İSKİ verilerine göre toplam su ihtiyacı olan 1.957.025 m³ ün %90’ı 7 adet su toplama havzasından karşılanmaktadır. Öncelikle havzaların korunması ilgili yasalarda geçmişten günümüze yapılan değişikliklerde, rezervuar alanlarında yapılan çalışmalarda, koruma alanlarının etkin bir şekilde korunamadığı açıkça görülmektedir. Sorunun krize dönüşme olasılığına karşın yetkililer milyonlarca insanın kaliteli su ihtiyacının kısa süre sonra artık karşılanamaz duruma geleceğini görüp acil önlemler almalıdır.

Bu çalışma ile İstanbul’un su potansiyeli yeniden değerlendirilmiştir. Geçmişte yapılan çalışmalar, öngörüler ve gerçekleşme oranları tartışılmıştır. İklim değişikliğinin günümüzdeki ve yakın gelecekte beklenen etkileri ve alınması gereken önlemler üzerinde durulmuştur.

Anahtar Sözcükler: İstanbul, iklim değişikliği, kuraklık, su havzası, su potansiyeli, yağış

Water in İstanbul for the 21st Century

Muhterem Demiroğlu & Dilek İnkaya

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak,
TR-34469 İstanbul, Türkiye (E-mail: copuroglum@itu.edu.tr)*

İstanbul, with a surface area of about 6000 km² and a population of 12.7 million people in 2007, is one of the most crowded cities in the Turkey and in the World and it also has great importance as it is Turkey's industrial, commercial, financial, art and cultur center. It has highest water demand in Turkey because of the increasing population, uncontrolled industrial development and unplanned urbanization. Although İstanbul has been suffering from water shortage for long years, the present problem is related not only to the population increase but also the recent drought. The average precipitation of the period 2006–2007 (413 mm/year) is drastically low than the last fifty years average (718 mm/year). Apparently, the period 2006–2007 is the driest period in the last fifty years. Over %90 of the total water need of İstanbul is currently supplied from seven drinking water reservoirs according to ISKI data. Obviously, the surface water resources have not been protected efficiently which suggests that the current regulations are not sufficient or sufficently applied. The problem is growing to a crises od water shortage. Therefore, authorities must take some urgent actions to prevent any crises in the near future.

In this presentation the water potential of İstanbul is reconsidered. Previous studies, predictions, and the extent of realization of estimations are discussed. Impacts of climate changes at present and future and adaptation options are described.

Key Words: İstanbul, climate change, drought, water basin, water potential, rain

Su Kaynakları Yönetiminde Yaklaşımlar

Hüseyin Uytun^{1,3}, Deniz Özbek^{1,3}, Güvenç Çelebi^{2,3},
Bulut Tortopoğlu^{1,3} ve Bahadır Güler^{1,3}

¹ Hacettepe Üniversitesi Hidrojeoloji Mühendisliği, 06532 Beytepe, Ankara
(E-posta: huytun@gmail.com)

² Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, 06532 beytepe, Ankara

³ TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, JeoGenç, 06410 Kızılay, Ankara

Dünya Su Konseyi tarafından gerçekleştirilen Dünya Su Forumları, suyu kullanma hakkına “kimin sahip olacağı”na dair fikir birliği sağlamak üzere gerçekleştirilen toplantılardır. Aynı amaçlarla beşincisi İstanbul’da gerçekleştirilecek olan Dünya Su Forumu’ndan sonra, suyla ilgili değişim sürecinin zaten hayata geçirilmeye başlanmış olduğu Türkiye’de de, suyun ticarileştirilmesinin “meşru” temelleri atılmış olacaktır.

Dünya Su Konseyi, en yalın haliyle bir insan hakkı olan suyun farklı bir bilinçle zihinlerde yer etmesi amacıyla etki alanı oluşturmak gibi bir niyetle de hareket etmektedir. Bu amaçla ‘yönetişim’, ‘bütünleşik su kaynakları yönetimi’, ‘özelleştirme’ ve ‘sürdürülebilirlik’ gibi kavramları suyla birlikte kullanma gayreti göstermekte ve yapılan her bir Su Forumu’nda değişik anlamlar yükleyerek zihinlere sokmaya çalıştığı bu kavramların içerikleriyle sürekli oynamaktadır.

Bütünleşik kaynak yönetimi, suların siyasal-coğrafi sınırlara değil doğal-coğrafi sınırlara göre kullanılacak yönetsel birimler eliyle yönetilmesi anlamına gelir. Yönetişim kavramı bugün Dünya Su Yönetiminin en önemli kavramı haline gelmiştir. Bu kavramlar aynı zamanda küreselleşmesinin yönetim modeli olarak gelişmektedir.

Uluslararası su kuruluşları denilince akla ilk önce Dünya Bankası ve Uluslararası Para Fonu gelir. Dünya Bankası, bu gelişmeler doğrultusunda, kredi sağladığı ülkelerdeki su ile ilgili alt yapı, üst yapı, kanalizasyon gibi projeler için kamu-özel sektör işletme modelini dayatmaktadır. Dayatılan bu model kamunun işlevsiz hale getirilerek suyun özel sektöre devredilmesinin yolunu açmaktadır. Bu model suyun ticari bir mal gibi değerlendirilmesi gerektiği anlayışı üzerine kuruludur.

Yaşamın sürdürülebilmesi için vazgeçilmez bir kaynak olan su, bir ticari mal gibi görülmemelidir. Su insanların ödeme gücü yerine ihtiyacına göre dağıtılmalıdır.

Anahtar Sözcükler: su, Dünya Su Forumu, yönetişim, bütünleşik su kaynakları yönetimi, özelleştirme, sürdürülebilirlik

Approaches on Water Resources Management

Hüseyin Uytun^{1,3}, Deniz Özbek^{1,3}, Güvenç Çelebi^{2,3},
Bulut Tortopoğlu^{1,3} & Bahadır Güler^{1,3}

¹ Hacettepe Üniversitesi Hidrojeoloji Mühendisliği, Beytepe, TR–06532 Ankara, Türkiye
(E-mail: huytun@gmail.com)

² Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, Beytepe, TR–06532 Ankara, Türkiye

³ TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, JeoGenç, Kızılay, TR–06410 Ankara, Türkiye

World Water Forum is a meeting in which the participants aim to come to an agreement on who will have the right to use water. After the 5th World Water Forum, sharing the same purpose with the previous ones, will take place on Istanbul, the legal foundations necessary to prepare appropriate conditions to achieve the complete commercialization of water will be set in Turkey, where the transformation process concerning water management applications have already started.

World Water Council (WWC) acts in a manner to distort definition of the water use which could be purely defined as a human right. To achieve this, WWC tries hard to mention sustainability, integrated water resources management, governance and such concepts with water use and in every water forum it also alters and gives other meanings to these concepts that it tries to impose to people.

Integrated water resources management implies that water use should be administrated considering natural-geographic boundaries instead of state-geographic boundaries. Recently, governance concept becomes the most important concept for world water management implemented by WWC.

When international organisations concerning water management planning are mentioned, the prominent World Bank and International Monetary Fund are recognised first. World Bank, in accordance with its attitude towards the water use, insists on the public-private investment management for the infrastructure projects in the countries it gives credit. This model based upon the idea that water should be considered as a commodity.

Water is an indispensable resource for life thus, it must not be treated like a commodity and it should be distributed by considering human rights and needs.

Key Words: water, World Water Forum, governance, integrated water resource management, privatization, sustainability

Karst Yeraltıları Yönetiminde Koruma Alanları Haritalarının Oluşturulmasının Önemi, Sivrihisar-Kayakent Örneği

Muhterem Demiroğlu

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
34469 Maslak, İstanbul (E-posta: copuroglum@itu.edu.tr)*

Yeraltıları Türkiye'nin yarı kurak bölgelerinde çoğu zaman tek su kaynağıdır. Karst akiferleri de büyük depolama kapasiteleri, kolay ve hızlı kirlenebilirliği ile su yönetimi açısından ayrı öneme sahiptir. Yasalarla belirlenen koruma alanları, beslenme alanları oldukça büyük olan karstik ortamlarda yeterli ve etkili olmamaktadır. Bu anlamda, karstik akiferlerin koruma alanlarının bölgesel hidrolojik, jeomorfolojik, jeolojik, hidrojeolojik özelliklerine bağlı olarak ayrı ayrı belirlenmesi gerekmektedir.

Bu örnek çalışma ile yarı kurak iklim özelliğindeki Kayakent- Sivrihisar karstik kaynaklarının koruma alanları haritaları oluşturulmuştur. Haritalar, CBS destekli çoklu öznelikler yaklaşımı ile hazırlanmıştır. Bu yaklaşımla öncelikle yeraltılarının kirlenmeye karşı zayıf alanların oluşmasında etken temel nitelikler gruplandırılmıştır. Ana parametreler akifer sistemi ile ilgilidir (jeoloji, karstik sistemin gelişimi, koruyucu örtü, yeraltısuyu derinliği). 2. grup ise sistem dışından etkilerdir (eğim, drenaj yoğunluğu, net beslenme, arazi kullanımı). Bu parametrelerin ayrı ayrı haritaları oluşturulmuş, GBS mesafe bulma, tekrar sınıflandırma, ağırlıklı etki katsayılarını dikkate alarak veri setlerini birleştirme fonksiyonları ile yeniden üretilmiştir. Ağırlıklı etki katsayıları ile çarpılarak kirlenmeye karşı risk değerleri belirlenmiş ve son olarak kirlenmeye karşı zayıf alanlar haritası oluşturulmuştur. En yüksek değerler en zayıf alanları göstermiştir. Su kaynakları koruma alanlarının (mutlak, kısa, orta ve uzun mesafeli) belirlenmesinde bu haritalardan yararlanılmalıdır.

Anahtar Sözcükler: akifer, CBS, koruma alanı, karst, yeraltısuyu

The Importance of Vulnerability Maps in the Management of Karst Groundwater, Sivrihisar-Kayakent Case

Muhterem Demiroğlu

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak,
34469 İstanbul, Türkiye (E-mail: copuroglum@itu.edu.tr)*

Groundwater is unique water in semi-arid region of Turkey. Karst aquifers have great importance in water management because of high reservoirs capacity and rapid and easy response to contamination. Karst aquifers have large recharge areas and generally located at higher elevations so protection zones of that defined by laws may be ineffective and in adequate. Protection zones of karst aquifers should be prepared separately depending on regional hydrologic, geomorphologic, geological, hydrogeological properties.

With this sample study, the vulnerability maps of Kayakent-Sivrihisar karstic springs located in semi-arid region are produced. Maps are prepared by GIS multi-attribute approach. Firstly, parameters, effective in forming groundwater vulnerability areas are grouped. Main group are related with aquifer parameters (geology, development karstic structures, protective cover, deepness of groundwater). Second group are external factors (hydromorfology, slope, drainage density, net recharge, land use). Maps are performed via the Straight Line Distance function. Maps of each parameters are overlaid step by step to generate a composite map of the study area. Maps are weighted, giving each a percentage influence. The higher the percentage, the more influence had in the vulnerability map which is done by adding the scores of various parameters via raster calculation function. The vulnerability maps should be used to delineate the groundwater protection zones as defined in the related regulations, namely, absolute, first degree, second degree and third degree.

Key Words: aquifer, GIS, protection area, groundwater, karst

İznic Çevresindeki Antik Mermer Ocaklarına Boşaltılan Sıvı Atıkların Yeraltı Suyu Kalitesine Etkisi

Celalettin Şimşek¹, Bahadır Yavuz², Hakan Elçi¹, Alper Elçi³ ve Orhan Gündüz³

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, 35860 Torbalı, İzmir
(E-posta: celalettin@deu.edu.tr)

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

³ Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 35160 Buca, İzmir

Çalışma alanı içerisinde temel kayalarını Paleozoik yaşlı grafitli şist, muskovit-kuvars şist ile mermer bant ve mercekleri içeren Dereköy metamorfileri ve bunları üzerleyen gri-grimsi siyah renkli, heteroblastik dokulu, belirgin tabakalanmalı ve sık çatlaklı İznic Mermerleri oluşturur. İznic mermerlerinin antik Roma döneminde doğal yapıtaşı kaynağı olarak kullanılmış olması nedeniyle, yörede çeşitli boyutlarda 20'den fazla antik mermer ocağı bulunmaktadır. Antik ocakların çukur ocak niteliğinde olan üç tanesinin içerisine İznic ve çevresindeki evsel atıksular boşaltılmıştır. Bu atıksuların çevresel ve İznic ovası yeraltı suyu kalitesine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada ilk olarak depo alanı olarak kullanılan mermerlerin mühendislik özellikleri araştırılmıştır. Antik mermer ocakları ve yakın çevrelerinde yürütülen süreksizlik ölçümleri ile mermerlerin içerdiği süreksizlik düzlemlerinin ağırlıklı olarak 84/68, 194/84 ve 344/72 konumlu ve yüksek eğim açılı olduğu saptanmıştır. Süreksizlik ara uzaklıkları ile sıklık oranları arasında negatif eksponansiyel bir eşitlik olduğu belirlenmiş ve İznic mermerlerinin ortalama süreksizlik ara uzaklıklarının 37 ile 84 cm arasında değiştiği saptanmıştır.

Hidrojeolojik açıdan İznic mermerleri ve alüvyon en önemli akifer kayalarını oluşturmaktadır. Mermerlerin içerdiği süreksizlik düzlemlerinin dolgusuz ve yüksek eğimli olması, üzerlerine boşaltılan sıvı atıkların kaya içerisinde hızlı hareket etmesine olanak sağlamaktadır. İznic ovasında yapılan yeraltı su seviyesi ölçümlerinde, kuyuların su seviyeleri 5,0–17,0 m arasında değiştiği ve yeraltı suyu genel akım yönünün kuzey olduğu gözlenmiştir. Yeraltı suyu akımının mermerlerin içerdiği KB–GD kırık sistemi tarafından kontrol edildiği ve mermerlerde hareket eden atık suların alüvyona boşalarak antik ocaklara yakın kuyulardaki yeraltı suyu kalitesini etkilediği belirlenmiştir. Bu bağlamda yapılan su kimyası çalışmalarında, evsel atıkların Na-Cl tipi sular olduğu ve yüksek oranda Na (3260 mg/l), K (903 mg/l) ve Cl (10396 mg/l) içermektedir. Sıvı atıklardan etkilenen yeraltı suyu akım yönündeki kuyuların Na, Cl ve K değerleri diğer noktalara oranla daha yüksek değerler vermektedir. Üç farklı antik mermer ocağı içerisine boşaltılan sıvı atıkların, mermerler içerisindeki süreksizlik düzlemleri boyunca hareket ettiği ve hareket yönünde alüvyon içerisinde bulunan kuyuların su kalitesini etkilediği saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler: sıvı atık, karstik akifer, antik ocak, İznic

Impacts of Disposal of Sewage in Ancient Marble Quarries on Groundwater Quality

Celalettin Şimşek¹, Bahadır Yavuz², Hakan Elçi¹, Alper Elçi³ & Orhan Gündüz³

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, Torbalı, TR–35860 İzmir, Türkiye
(E-mail: celalettin@deu.edu.tr)

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca,
TR–35160 İzmir, Türkiye

³ Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
TR–35160 İzmir, Türkiye

The Derekoymetamorphics are basement rocks that consist of graphite schist, muscovite-quartz schist and marble lenses. The intensely fractured İznik marble overlays the grey-black schist unit that has grey-black color, which has dense fractures and thin layer with heteroblastic texture. There are 20 ancient marble quarries in the study area which were exploited for natural construction material in the Roman era. Wastewater from İznik and surrounding residential areas was discharged in three deep ancient marble quarries. The aim of this study was to investigate the effects of this wastewater discharge on the groundwater quality of the region. Firstly, the engineering properties of the marble were studied. Based on structural analysis in the ancient quarries, it was found that the main structural features were oriented with 84/68, 194/84 and 344/72 with a high slope angle. The relation between the discontinuity spacing and frequency was found to give a negative exponential distribution and the mean discontinuity spacing were determined to be varying between 37 and 84 cm of the studied İznik ancient marble quarries.

In terms of the hydrogeology, İznik marble and alluvium units constitute the main aquifer system in the study area. Because of the İznik marble has highly fractural feature, the wastewater in the quarries moved rapidly within the rock. It was observed that the groundwater level changed roughly between 5 and 17 m and that the general groundwater flow direction was north. The marble NW–SE fracture direction controls the groundwater flow and the flow of the wastewater, therefore the groundwater quality was affected by the discharged wastewater. Based on these results, the groundwater chemistry was also studied. The wastewater has high contaminant content. The wastewater was Na-Cl water type and the concentrations of Na (3260 mg/l), K (903 mg/l) and Cl (10396 mg/l) were very high. It was also found that the affected groundwater had higher Na, K and Cl concentrations when compared the other sites. Sewage in the ancient quarries moved quickly through the fracture zone and affected the groundwater quality near the waste site.

Key Words: sewage, marble aquifer, ancient quarry, İznik

İzmir Çevresinde Derin Akiferin Araştırılmasına Yönelik Çalışmalar

Celalettin Şimşek¹, Zülfü Demirkıran¹, Burhan Erdoğan² ve Uğur Ulutaş³

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, 35860 Torbalı, İzmir
(E-posta: celalettin@deu.edu.tr)

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160 Buca, İzmir
³ Su-SAN Sondajcılık San.Tic.Ltd.Şt., 35100 İzmir

Günümüzde yüzey suları kirlenme ve küresel ısınmaya bağlı olarak ileri derecede tüketilmiş ve ihtiyaçları karşılamamaktadır. Dünya üzerindeki su rezervlerinin % 0.61'lik bölümü yeraltı suyu olarak bulunmaktadır. Bu oranın göller ve nehirlerdeki suyun toplamının otuz katı olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle, yüzeysel kaynakları ile birlikte yeraltı suyu kaynaklarının doğru bir şekilde kullanımı büyük bir önem taşımaktadır. Bununla birlikte, sığ akifer sistemleri özellikle alüvyondan alınan yeraltı sularının tükenme noktasına geldiği ve alüvyona açılan kuyuların yaz aylarında kurduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, yeraltı suyu aramaları daha derinlerde bulunan derin akifer sistemlerinin ortaya çıkartılması için yoğunlaşmıştır. Bu çalışmaların en yoğun olduğu bölgeler arasında ise İzmir İlinin doğu ve güneybatı kesimleri bulunmaktadır. Türkiye'nin batısında İzmir ili sınırları içerisinde yer alan ovalarda, sanayinin gelişmesi ile yüzeysel akiferlerdeki yeraltı suları aşırı bir şekilde tüketilmiştir ve buna bağlı olarak derin akiferlerin araştırılması hız kazanmıştır.

İzmir çevresinde yapılan jeolojik, jeofizik, hidrojeolojik etüdlere ve yapılan sondajlarda hidrojeolojik açıdan önemli üç farklı kaya grubunun varlığı tespit edilmiştir. Torbalı Ovası kesimlerinde temelde Menderes Metamorfitleri, Kemalpaşa ovası ve çevresinde ise Bornova karmaşığı bulunmaktadır. Temel kayaları üzerine uyumsuzlukla Neojen yaşlı sedimanter kayalar gelmektedir. Menderes Metamorfitleri şist ve mermerler ise temsil edilmektedir. Bornova karmaşığı, allokton rekristalize kireçtaşları, kumtaşı-şeyl, ve fillitlerden oluşmaktadır. Konsolide olmuş Neojen Tortullarını oluşturan kumtaşı, çakıltası ve kireçtaşları uyumsuz olarak temel kayalarını örtmektedir. Son olarak Kuvaterner yaşlı alüvyonel çökeller de inceleme alanındaki en genç birimler olarak en üstte yer almaktadır. Bölgede, bu üç tabakada oluşmuş dört farklı akifer tespit edilmiştir. Bunlar, (i) Menderes metamorfitleri içerisindeki mermerler, Bornova karmaşığı içerisindeki allokton rekristalize kireçtaşları, (ii) Kalınlıkları 300-400 m arasında değişen Neojen birimler içerisindeki kumtaşları-çakıltası ve kireçtaşları; (iv) en üstte yer alan konsolide olmamış kalınlıkları 100 m'den az olan alüvyon olarak tanımlanabilir. Bu akifer sistemlerinde yer alan alüvyonlar ve Neojen seriler yeterli oranda su ihtiyacını karşılamamaktadır. Özellikle, aşırı çekimler nedeniyle alüvyonlardaki yeraltı suyu tükenme noktasına gelmiştir. Neojen serilerden yapılan sondajlarda ise yeterli oranda yeraltı suyu sağlanamamaktadır. Bu nedenle jeofizik çalışmaların ışık tuttuğu kesimlerde yapılan derin sondajlarda, Torbalı'da 500 derinliklerde Menderes Metamorfitleri içerisindeki mermerlerden 30 lt/sn debi ile Kemalpaşa Ovasında ise 800 m derinlikte Bornova Karmaşığı içerisindeki allokton kireçtaşlarından 30 lt/sn debi ile yeraltı suyu üretimi yapılmaktadır. Bu göstergeler ışığında İzmir ili için derin akiferlerin araştırılması ve gelecek yıllardaki su gereksinimi karşılayacak alternatif kaynaklar arasına almak gerekir.

Anahtar Sözcükler: derin akiferler, hidrojeolojik model, İzmir

Deep Aquifer Exploration Studies Around İzmir

Celalettin Şimşek¹, Zülfü Demirkıran¹, Burhan Erdoğan² & Uğur Ulutaş³

¹ *Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, Torbalı, TR–35860 İzmir, Türkiye
(E-mail: celalettin@deu.edu.tr)*

² *Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca,
TR–35160 İzmir, Türkiye*

³ *Su-SAN Sondajcılık San.Tic.Ltd.Şt., TR–35100 İzmir, Türkiye*

Surface waters of the earth are scarce, mostly contaminated and heavily consumed. Groundwater constitutes 0, 65 % percent of the total water in the hydrosphere and amounts 30 times of the surface water. In the last decades exploration of groundwater has become important task. Shallow groundwater aquifers relatively better known and prone to climatic change. Exploration of deep groundwater aquifers are now important task for earth sciences. Around İzmir region, shallow ground waters in alluvial plain have been exploited for industrial usages and investigation of deep aquifers are now important task. In İzmir region for groundwater exploration three groups of rocks association are delineated. First is the Menderes metamorphics underlying the Torbalı alluvial plain, second is the Bornova melange around Kemalpaşa Plain and third group is Neogene sedimanter rocks. The Menderes metamorphics rock consists of mica schists and marbles, the Bornova melange consist of shared flysch matrix and mega blocks of platform limestone. The Neogene units are make up of strongly cemented and consolidated sandstones, conglomerates and limestones lenses. Pleistocene-Quaternary unconsolidated sediments overlay the alluvial planes. Four different aquifers are important; (1) marbles in the Menderes Massif, (2) limestone blocks in the mélangé, (3) sandstone, conglomerate and limestone of the Neogene units, (4) unconsolidated alluvial sediments of less than 100 m thickness, overlying the basement rocks. The aquifer in the Neogene and alluvial sediments are scarce. Especially alluvial aquifers are nearly depleted by overexploitation. Around Torbalı plain, Kemalpaşa Plain and Buca regions deep geophysical investigation have been performed and from 500 m to 800 m deep aquifers are discovered in the platform limestone blocks in mélangé and in the Menderes metamorphics. These deep wells yield about 30 l/sec of high quality usable water. In this perspective, the deep aquifer system should be investigated and it is considered to be alternative water sources in future for İzmir.

Key Words: deep aquifers, hydrogeological model, İzmir

Deliçay-Tarsus Çayı (Mersin) Arasında Kalan Bölgedeki Yeraltı Sularının Tarımsal Sulama Suyu Kalitesi Açısından Değerlendirilmesi

Can Akbulut, Mehmet Ali Kurt, Cüneyt Güler ve Musa Alpaslan

*Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
33343 Çiftlikköy, Mersin (E-posta: canakbulut@mersin.edu.tr)*

Bu çalışmada, tarımsal (özellikle seracılık) ve endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu Deliçay-Tarsus Çayı (Mersin) arasında kalan bölgedeki yeraltı sularının tarımsal sulama suyu olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Ağustos 2008’de bölgedeki mevcut kuyulardan seçilen toplam 215 kuyudan yeraltı suyu örnekleri alınmış ve çeşitli fiziksel parametrelere (elektrik iletkenlik ve pH) ait değerler, majör iyonlar (kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyum) ve anyonların (sülfat, klorür, karbonat ve bikarbonat) konsantrasyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara dayanarak, herbir su numunesi için sodyum yüzdesi (% Na) ve sodyum adsorbsiyon oranları (SAR) belirlenmiş, Wilcox ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramları çizilmiş ve incelenen yeraltı sularının sulama suyu olarak kullanılabilirliği Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği’nde belirtilen sulama suyu kalite kriterleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Buna göre; suların %23’ü II. sınıf (iyi) ve %76’sı III. sınıf (kullanılabilir) kalitede sular olarak belirlenmiştir. 153 nolu kuyudaki su IV. sınıf (ihtiyatla kullanılabilir) kalitede iken 47, 121 ve 195 nolu kuyulardaki suların V. sınıf sular olduğu ve bu kuyulardaki suların sulamada kullanılmasının sakıncalı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: tarımsal sulama suyu, yeraltı suyu, su kalitesi, Deliçay, Tarsus çayı, Mersin

Assessment of Ground Waters in the Area Between Deliçay-Tarsus River (Mersin) with Respect to Irrigation Water Quality

Can Akbulut, Mehmet Ali Kurt, Cüneyt Güler & Musa Alpaslan

*Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy,
TR-33343 Mersin, Türkiye (E-mail: canakbulut@mersin.edu.tr)*

In this study, ground waters in the area between Deliçay-Tarsus river (Mersin) were evaluated for their suitability for agricultural irrigation water where at present intense agricultural (especially greenhouse cultivation) and industrial activities are taking place. A total of 215 ground water samples were collected in August 2008 from the selected wells in the region and analyzed for various physical parameters (Electrical conductance and pH), major cations (calcium, magnesium, sodium and potassium) and anions (sulfate, chloride, carbonate and bicarbonate). Based on these results, for each water sample, percent sodium (Na %) and sodium adsorption ratio (SAR) values were determined. Wilcox and U.S. Salinity Laboratory diagrams were constructed and ground water samples were evaluated for their suitability according to criteria defined in Water Pollution Control Directive, Technical Methods Bulletin. According to results of this study; 23% of water samples are defined as Class II quality (good) and 76% of them as Class III quality (usable). Whereas, ground water from the well 153 is classified as Class IV quality (usable with caution) and ground waters from the wells 47, 121 and 195 are found to be Class V quality which indicates that waters from these wells are not suitable for irrigation.

Key Words: agricultural irrigation water, ground water, water quality, Deliçay, Tarsus river, Mersin

Balıkesir-Dursunbey Bölgesinde Potansiyel Akifer Birimlerin ve Yeraltı Yayılımlarının Jeoelektrik Yöntemlerle Belirlenmesi

Fethi Ahmet Yüksel¹, M. Serhat Durmuş² ve Güldane Boyraz³

¹ *İstanbul Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar, İstanbul*

² *Geomaster (E-posta: musedu75@hotmail.com)*

³ *Samandıra Belediyesi, Abdurrahmangazi Mahallesi, Osmangazi Caddesi No: 8, Samandıra, 34887 Kartal, İstanbul*

Küresel ısınma sonucu dünyanın ikliminde ciddi değişimler olmaktadır. İklim değişimleri yeryüzünde, öncelikli olarak, yeraltı ve yerüstü sularının kalitatif ve kantitatif olarak etkilenmesine neden olmaktadır. Nüfus artışları ve endüstrileşme suya olan gereksinimleri gün geçtikçe artırmaktadır. Akarsu kaynaklarının yetersiz kaldığı ve tamamen kurduğu durumlarda yer altı sularından yararlanma yoluna gidilmektedir.

Yeraltısularının verimli ve kontrollü kullanılması için jeofizik yöntemlerden yararlanılmaktadır. Jeofizik (jeoelektrik) yöntemle yeraltısularının araştırılması ve sahanın yapısal ve jeolojik özelliklerinin belirlenmesinde son yıllarda sıklıkla kullanılmaktadır.

Balıkesir-Dursunbey bölgesinde jeoelektrik rezistivite yöntemi kullanılarak yeraltısuyu olanakları ve çalışma alanının yapısal özellikleri araştırılmıştır. İnceleme alanında, Jeoelektrik yöntemde derin aramalar için sıkça kullanılan, Düşey Elektrik Sondajı (Schlumberger elektrod dizilimi) ölçümleri yapılmıştır.

Jeoelektrik rezistivite değerlerinden bölgenin iki boyutlu yatay ve düşey rezistivite dağılımlarının harita ve kesitleri çizilmiştir. Hazırlanan rezistivite değişim harita ve kesitlerinden araştırma alanında iki fay ve bu iki fay arasında kalın ve iri malzemeli alüvyon belirlenmiştir.

Yealtısuyu aranan sahalarda, çoğu zaman, genel jeoloji ve yapısal jeoloji haritalarına ulaşılammakta veya bölge için bu haritaların üretilmediği görülmektedir. Jeofizik yöntemlerle yeraltı jeolojisi çok kısa zamanda ve ekonomik olarak belirlenebilmektedir. Balıkesir-Dursunbey bölgesinde potansiyel akifer birimlerin ve yeraltı yayılımları belirlenmiştir. Yüksek rezistiviteli, iri kumlu çakıllı, seviyelerin kil katkılı ince kumlu seviyelerden ayrımı yapılmıştır. Bölgede yeraltısuyu akışında önemli rol oynayan kırık sistemleri ortaya çıkartılmış ve çevredeki fay sistemleriyle ilişkileri irdelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: düşey elektrik sondaj, Schlumberger rlektrod dizilimi, Balıkesir-Dursunbey, yeraltısuyu

The Investigation of the Groundwater Potential and Tectonic Characteristic of the Balıkesir-Dursunbey Region with Geoelectrical Method

Fethi Ahmet Yüksel¹, M. Serhat Durmuş² & Güldane Boyraz³

¹ *İstanbul Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Avcılar, TR-34320 İstanbul, Türkiye*

² *Geomaster (E-mail: musedu75@hotmail.com)*

³ *Samandıra Belediyesi, Abdurrahmangazi Mahallesi, Osmangazi Caddesi No: 8, Samandıra, Kartal, TR-34887 İstanbul, Türkiye*

As a result of the global warming, a great deal of changes has occurred in world climate. Before all else, climate changes cause surface and ground water to become affected qualitatively and quantitatively. With the increase of the population and industrialization, demand of the water is increasing day by day. In condition that rivers are deficient or drained, utilization of the groundwater occurs.

Geophysics methods are using to utilize the groundwater sufficiently and controlled. In recent years, geophysics (geoelectrical) methods has used frequently to investigate ground water and to determine tectonic and geological characteristics of the region.

The groundwater potential and tectonic characteristics of the Balıkesir-Dursunbey Region has investigated by using geoelectrical resistivity method. In the study area, the measurement of the Vertical Electrical Sounding (Schlumberger Electrode Array) has done which is used to use frequently in deep research.

The two dimension vertical and horizontal resistivity map and cross sections of the region has prepared. Two fault and alluvium with coarse and big materials between faults has determined in the study area from resistivity changes map and cross sections.

Key Words: vertical electrical sounding, Schlumberger electrode array, Balıkesir-Dursunbey, groundwater

Neojen Tektoniği
Neogene Tectonics

Oturum Yürütücüleri / Conveners: Aral I. Okay, Laurent Jolivet,
Gürol Seyitoğlu & Hasan Sözbilir

Kabuksal Kalınlaşmadan Yay-ardı Genişlemesine Ege Tektoniği: Sıyrılma Faylarının Rolü

Laurent Jolivet, Benjamin Huet, Emmanuel Lecomte, Loïc Labrousse,
Evguenii Burov, Olivier Lacombe ve Yoann Denèle

*ISTEP, Université Pierre et Marie Curie, T 46-00 N2, case 129, 4 Place Jussieu,
75252 Paris cedex 05, France (E-posta: laurent.jolivet@upmc.fr)*

Düşük açılı normal faylardan oluşan (DANF) ve düşük-eğimli genişlemeli makaslama kuşakları ile birlikte gelişen sıyrılma fayları Eosen'den günümüze bütün Ege bölgesinin evriminde anahtar rol oynamıştır. Ege Bölgesinde yüzeyleyen değişik özellikteki sıyrılma fayları ile bunlarla birlikte gelişen jeolojik yapılar ve P-T evriminin bir özeti bu sununun ana temasını oluşturmaktadır.

Sin-orojenik sıyrılma fayları yığışım kamalarının içinde oluşurlar. Faylar, ya dalma-batma kanallarının tavanına ya da yığışım kompleksleri içindeki genişlemeli makaslama kuşaklarına denk gelmektedirler. Faylar, üzerlerindeki örtü yükünün kalkması ile yüksek basınç ve düşük sıcaklık başkalaşım kayalarının yüzeylenmesinde önemli roller üstlenirler. Bu tür sıyrılma faylarının örnekleri Kiklat adalarında Syros ve Tinos da bulunurlar. Vari sıyrılma fayı Kiklat mavi şistlerinin Eosen dönemindeki yüzeylenmesini denetlemiştir. En yeni örnekleri, Helenidlerin dış kısmında yer alan Girit ve Peloponnese'de gözlenmiştir. Girit sıyrılma fayı fillit-kuvarsit YB-DS napının Geç Oligosen–Erken Miyosen sırasındaki yüzeylenmesini denetlemiştir. Bu tip sıyrılma fayları YB-DS parajenezlerinin iyi bir şekilde korunması ile karakterize olurlar.

Orogen sonrası sıyrılma fayları ay-ardı alanlarında oluşurlar. En tipik örnekleri Naxos, Paros, Andros, Tinos ve Mykonos adalarında gözlenir. Bu bölgede genişlemeli tektonizmanın yaşı Geç Oligosen–Miyosen'dir. Sıyrılma fayları Kiklatik mavi şistlerinin amfibolit fasiyesi veya yeşilşist fasiyesi koşullarının hüküm sürdüğü derinliklerden yüzeye çıkmasını denetlemiştir. Bir kaç adada, faylar granitik sokulumlarla eş zamanlıdır. ve genelde yüksek sıcaklık koşullarına doğru bir evrim kayıt edilmiştir. Sünümlüden kırılıgana doğru lokelleşmiş bir kademeli deformasyon gözlenmiştir. İlk lokalleşme her ölçekte gelişen budinleşmedir. Daha sonra, genişlemeli makaslama kuşakları budinlerin arasında oluşur. Bu aşama farklı ölçeklerde de gözlenirken olasılıkla yerkabuğu ölçeğinde de gelişebilir. Bu makaslama kuşakları kademeli olarak düşük-eğimli normal faylara dönüşmektedir. Kırılıgan zonda dahi zayıf düzlemler olarak görev yapan sıyrılma faylarıyla birlikte gelişen deformasyonda kataklastikler önemli bir yere sahiptir. Sıyrılma faylarının taban bloğunda oluşan çekirdek kompleksler ilk olarak genişleme yönüne dik gelişen b-tipi domlar olup, orta dereceli sıcaklık koşulları ile karakterize olurlar; bu domlar zamanla yüksek sıcaklık gnays domlarına dönüşmekte ve genişleme yönüne paralel uzanımlar haline gelmektedirler. Domların geometrik ve jeodinamik evrimleri termo-mekanik modellemeler ile tanımlanmıştır. Kuzey Ege sıyrılma fayının Menderes Masifi'nin kuzeyindeki olası eşdeğer yapıları ile ilişkisi de tartışılacaktır.

Son olarak, Corinth Rift'inin durumu sunulacaktır. Klasik olarak, Kuzey Anadolu Fayı ve Kephallonia Fayı arasında bir çek-ayır havza olarak düşünülmüş olmasına karşın gerçekten de Ege sıyrılma fayı/çekirdek kompleksi sistemi ile çarpıcı benzerlikler göstermektedir. Ege çekirdek kompleksi riflerin altında aktif deformasyon için iyi bir anolok oluşturmaktadır. Riftin, kabuksal ölçekteki yeni bir kesiti sunulurken, riftin evrimi Ege bölgesinde yapılmış yeni gözlemler ışığında tartışılacaktır.

Anahtar Sözcükler: Ege, yay-ardı genişlemesi, sıyrılma fayları, Corinth, Kiklatlar

Aegean Tectonics, from Crustal Thickening to Back-arc Extension: The Role of Detachments

Laurent Jolivet, Benjamin Huet, Emmanuel Lecomte, Loïc Labrousse,
Evgenii Burov, Olivier Lacombe & Yoann Denèle

*ISTEP, Université Pierre et Marie Curie, T 46-00 N2, case 129, 4 Place Jussieu,
75252 Paris cedex 05, France (E-mail: laurent.jolivet@upmc.fr)*

Large-scale detachments made of low-angle normal faults (LANF) and associated shallow-dipping extensional shear zones have played a major role throughout the evolution of the Aegean region from the Eocene to the present. A review of the different types of detachments in the Aegean region is presented and the associated structures and P-T evolution described.

Syn-orogenic detachments form within accretionary wedges. They correspond either to the roof of the subduction channel or to extensional shear zones within the accretionary complexes. They play a major role in the exhumation of high-pressure and low-temperature metamorphic units as they remove efficiently the overburden. Examples are found in the Cycladic islands of Syros and Tinos. The Vari detachment is responsible for the exhumation of the Cycladic Blueschists during the Eocene. More recent examples can be observed in the external parts of the Hellenides, namely in Crete and Peloponnese. The Cretan detachment exhumed the Phyllite-Quartzite HP-LT nappe in the Late-Oligocene and Early Miocene. This type of detachment is associated with a good preservation of HP-LT parageneses.

Post-orogenic detachments form in the backarc region. The most typical of them can be observed on the islands of Naxos, Paros, Andros, Tinos and Mykonos. Extension is of Late Oligocene and Miocene age. The detachments accommodate the end of exhumation of the Cycladic Blueschists from the depth of the greenschist facies or the amphibolite facies. On several islands they are associated contemporaneously with granitic intrusions and in general an evolution toward high temperature conditions is recorded. A progressive localisation of deformation is observed during the passage through the transition from ductile to brittle behaviour. The first localizing event is boudinage that is observed at all scales. Then, extensional shear zones form between boudins. This is observed at different scales and it is probably true also at crustal scale. These shear zones evolve progressively into shallow-dipping normal faults. Cataclasites play an important part in the life of these detachments that are weak zones still in the brittle field. The core complexes formed below detachments are first b-type domes perpendicular to the direction of extension and characterized by a moderate elevation of temperature; they then evolve with time toward high temperature gneiss domes and they become elongated parallel to the direction of extension. The geometrical and dynamic evolution of the domes is described and their evolution described through thermo-mechanical modelling. The possible connection of the North Aegean Detachment with some equivalent structures north of the Menderes massif is discussed.

Finally, the case of the Corinth Rift is presented. Classically considered a pull-apart basin between the North Anatolian Fault and the Kefalonia Fault it indeed shows striking similarities with the Aegean detachments/core complexes systems. The Aegean core complexes are possibly good analogues of the deformation active at depth below the rift. A new crustal-scale cross-section of the rift is presented and its evolution through time discussed in the light of observations made in the Aegean.

Key Words: Aegean, back-arc extension, detachments, exhumation, Corinth, Cyclades

Naxos Gnays Domu'nun Termomekanik Evrimi

Donna L. Whitney¹, Christian Teyssier¹, Patrice F. Rey² ve Seth C. Kruckenberg¹

¹ *Geology & Geophysics, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota 55455 USA
(E-posta: dwhitney@umn.edu)*

² *Earthbyte Group, School of Geosciences, The University of Sydney, Sydney NSW2006, Australia*

Naxos Adası'nda bir Barrovian istif, metamorfik çekirdek kompleksin (MÇK) sıyrıлма fayı altında yer alır ve istifin en yüksek dereceli metamorfizma bölgesinde, yüksek ergime fraksiyonlu, migmatit domu ile tabanlanır. Naxos migmatit çekirdekli (Mç) MÇK'nin termomekanik evrimi, genişleme oranının ve ergiyin varlığı/yokluğuna göre değişen farklı senaryolardan oluşan 2D sayısal modellerle açıklanmıştır. Naxos Mç MÇK'nin metamorfik ve kinematik geçmişi, derinlerde kısmi olarak akışkan tabaka içeren bir orojenik kabuğa uygulanan yüksek gerilme hızıyla en iyi şekilde modellenmiştir. Yüksek gerilme hızında (MÇK bölgesinde cm/yıl), kısmen ergimiş kabuk migmatit olarak kristalleşir ve yüksek jeotermal gradyan boyunca (35–65 °C/km) soğur. Kabuk yükselme sırasında sığ kabukta yüksek sıcaklık-düşük basınç koşullarında migmatit domu oluşturacak şekilde kısmen ergimiş olarak kalır. Üzerleyen Barrovian istif eğimlenir ve izogradik boşluk, yakındaki domun dikey yükselmesi nedeniyle çöker. 2D sayısal modellerde domun içyapısı alt kabuktan düşük viskoziteli malzemenin doma doğru geçişini sağlayan kanalların yukarıya doğru akmasıyla kontrol edilir. Bu yukarıya doğru akma kanal çarpışmasıyla sonuçlanır ve bu da düşey yüksek dereceli deformasyon zonunu oluşturur. Arazi ölçümlerini kullanarak migmatitlerin 3D yapısal analizleri Naxos gibi MçMÇK'nin iç dinamiğini açıklamak için 2D sayısal modelleriyle birleştirilebilir. Arazi ve modelleme sonuçları domal bölgeler arasında kısmen ergimiş kabuğun düşey akma zonuyla uyumludur. Mostradaki kayaçların yapısal karışıklığına rağmen dom ölçeğindeki migmatit kısmen ergimiş kabuk doma doğru sıkıştırıldığı için iki kanal arasındaki çarpışmayı yansıtan maksimum akmanın izlerini taşır. Naxos ve Ege'nin diğer MçMÇK'leri gösterir ki; Ege kabuğunun muayyen bölgeleri kısmen ergimiştir ve bu ergiyiğin varlığı ısı ve kütle transferinde önemli rol oynar.

Anahtar Sözcükler: gnays domu, metamorfik çekirdek kompleks, migmatit, modelleme, Naxos

Thermomechanical Evolution of the Naxos Gneiss Dome

Donna L. Whitney¹, Christian Teyssier¹, Patrice F. Rey² & Seth C. Kruckenberg¹

¹ *Geology & Geophysics, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota 55455 USA
(E-mail: dwhitney@umn.edu)*

² *Earthbyte Group, School of Geosciences, The University of Sydney, Sydney NSW2006, Australia*

On the island of Naxos (Greece), a Barrovian sequence underlies the bounding detachment faults of a metamorphic core complex (MCC) and is cored by an elongate, high-melt fraction migmatite dome in the highest-grade region of the sequence. The thermo-mechanical evolution of the Naxos migmatite-cored (Mc) MCC is illustrated by 2D numerical modeling of different scenarios that vary extension rate and the presence/absence of melt. The metamorphic and kinematic history of the Naxos McMCC is best modeled by a high extension rate applied to orogenic crust that contains a partially molten layer at depth. At high extension rate (cm/year in the region of the MCC), partially molten crust crystallizes as migmatite and cools along a high geothermal gradient (35–65 °C/km); the crust remains partially molten during ascent, forming a migmatite dome at high-temperature – low-pressure conditions in the shallow crust. The overlying Barrovian sequence is tilted and isograd spacing collapses owing to vertical ascent of the adjacent dome. In the 2D models, the internal structure of the dome is controlled by the upward flow of channels that transfer low-viscosity material from the lower crust into the dome. This upward flow results in channel collision, the formation of a vertical high strain zone, and partial convection of the low-viscosity layer in subdomes. The results of 3D structural analysis of migmatite using field measurements can be integrated with the 2D numerical models to illustrate the internal dynamics of McMCCs such as Naxos. Field and modeling results are consistent with a zone of vertical flow of partially molten crust between subdomal regions. Despite the structural complexity of the rocks in outcrop, migmatite on the scale of the dome records bulk flow that reflects the collision of two channels as partially molten crust is forced into the dome, and the 3D effect of top-to-north flow that controls the dominant N-S lineation pattern and the overturning of folds and subdomes. Naxos and other Aegean McMCCs show that significant areas of Aegean crust were partially molten and that the presence of this melt was significant for heat and mass transfer during extension.

Key Words: gneiss dome, metamorphic core complex, migmatite, modeling, Naxos

Doğal Basınç-Sıcaklık-Zaman-Gerilme Verilerine Göre Kiklatlardaki Domların Termomekanik Modellemesi

Benjamin Huet, Laetitia Le Pourhiet, Evgueni Burov, Loïc Labrousse ve Laurent Jolivet

ISTEP, UMR 7193, UPMC Paris, Université Pierre et Marie Curie, T46-00 E2, 4 Place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France (E-posta: benjamin.huet@upmc.fr)

Kiklat adası, Yunanistan, birkaç sıyrılma fay sisteminin altında yüzeye çıkmış yüksek dereceli metamorfik dom ardalması ile tanımlanır. Kuzeydeki adalar, Andros, Tinos, Mykonos ve Ikaria düşüş açılı ile kuzeye eğimli sıyrılma faylarının taban bloğunda soğuk P-T örgüleri boyunca yüzeyleşmiş eklojit ve mavi şistlerden oluşmaktadır. Merkezi adalardan Paros ve Naxos'da yüzeye çıkmış kayalar ise daha sıcak P-T örgüleri takip etmiş, farklı yönelime sahip ikinci bir sıyrılma fay sisteminin taban bloğunda yüzeye çıkmışlardır. Güney'deki Ios adasında ise metamorfik kayaların yüzeyleşmesi genişlemeli tektonizmanın/deformasyonun son aşamasını temsil ederken yeşilşist fasiyesi koşullarında gelişen kuzeye doğru bir hareket/makaslama ile temsil edilir. YB kayalarının yüzeyleşmesi deformasyonu ilk adımı olurken, açıkça Eosen'deki dalma-batma tektoniği ile ilişkili olup, dom yapıları K-G genişlemeli tektonizmaya bağlı oluşmuşlardır.

Genel anlamda, Ege bölgesi değişik adalarda mostra veren ve farklı termal tarihçesi olan 10 km ölçeğindeki domlar veya sıcak bir çekirdeği saran soğuk bir zarf ile temsil edilen 100 km ölçeğinde tek bir dom olarak düşünülebilir. Bu çalışmada, termal visko-elastik-plastik kodları kullanılarak bir dizi termomekanik deneyler yapılmıştır. Termomekanik modeller böylesi yapıların ve termal heterojenitelerin uygunluğunun test edilmesine olanak sağlayabilirler. Yapay P-T örgülerinin üretilmesi, teorik yaş örnekleri ve modellerden çıkarılmış sonlu birim gerilme alanları gerçekçi olan ve gerçekçi olmayan fiziksel parametrelerin (plastik reolojisi, ısı akısı, genişleme hızı...) ayrılması için işaretler ortaya koyabilmektedir.

Bu çalışmada, termal tarihçenin son basamağı olan ve bizim başlangıçtaki termal yapıyı kurmak için kullanmış olduğumuz 16° C/km'lik bir metamorfik gradyan boyunca farklı metamorfik kayaların eriştiği dengelenme zamanına denk gelen son ~30 milyon yıllık zaman ele alınmıştır. Domların şeklini ve yüzeyleşmiş kayaların P-T-t deformasyon yollarını kontrol eden en hassas parametrelerin alt kabuğun en üstteki ve en alttaki efektif viskozite kontrastının olduğu gösterilmiştir. Üst kabuğun kalınlığı ve alt kabuktaki sünümlü kanalların kalıcılık süresi bir büyük ya da bir kaç daha küçük domların gelişimini kontrol etmektedir. Ayrıca, sıkışmalı nap istiflerinden miras kalmış olan karmaşık ilksel şekiller de test edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: genişlemeli domlar, sayısal modelleme, sentetik P-T örgüleri, Ege

Thermomechanical Modelling of Cycladic Domes Constrained by Natural Pressure-Temperature-Time-Strain Data

Benjamin Huet, Laetitia Le Pourhiet, Evgueni Burov, Loïc Labrousse & Laurent Jolivet

ISTEP, UMR 7193, UPMC Paris, Université Pierre et Marie Curie, T46-00 E2, 4 Place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France (E-mail: benjamin.huet@upmc.fr)

Cyclades island, Greece, represent a succession of metamorphic domes, with high-grade metamorphics exhumed below several detachment systems. The northern islands, Andros, Tinos, Mykonos and Ikaria show eclogite and blueschists exhumed along cold P-T paths below a system of shallow northward dipping detachments. The rocks exhumed in the central islands, in Paros and Naxos, followed a warmer P-T path, and were migmatized during their exhumation below a second trend of detachments. In the south, on Ios island, the last steps of deformation responsible for the exhumation of metamorphic rocks are associated to shearing toward the north in the greenschist facies. Even if the first steps of exhumation of HP rocks is clearly associated to Eocene syn-subduction tectonics, dome structures result from a subsequent N-S extension episode.

Overall, the aegean domain can therefore be considered as a succession of 10km-scale domes with different thermal histories or a 100 km-scale dome with a hot core and cold rims, cropping out on different islands. We have performed a set of thermomechanical experiments using a fully thermally coupled visco-elasto-plastic code. Thermomechanical modelling can provide a test on the viability of such structures and thermal heterogeneities. The production of synthetic P-T path, theoretical radiometric age patterns and finite strain field extracted from the models can provide clues to separate realistic from unrealistic sets of physical parameters (ductile rheology, heat flux, extension velocity...).

In this study, the last step of the thermal history is considered, since ~30 Ma when most of the different metamorphic rocks equilibrated at different depths along a 16° C/km metamorphic gradient that we used to construct the initial thermal structure. We show that the most sensitive parameters controlling the shape of the domes and the P-T-t-deformation paths of exhumed rocks are the effective viscosity contrasts at the top and bottom of the lower crust. The thickness of the upper crust and the duration of persistence of ductile channels in the lower crust control the development of one large or several smaller domes. Complex initial geometries inherited from collisional nappe stacking are as well tested.

Key Words: extensional domes, numerical modelling, synthetic P-T paths, Aegean

Kazdağ Masifi'nin Erken–Orta Miyosen'de Hızlı Yükselimi ve Batı Anadolu'daki Neojen Tektoniği

Aral I. Okay¹, William Cavazza² ve Massimiliano Zattin²

¹ *İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 İstanbul*

(E-posta: okay@itu.edu.tr)

² *Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali, Università di Bologna,
Piazza di Porta San Donato, 40127 Bologna, Italy*

Batı Anadolu'da Neojen sırasında egemen olan tektonik rejim konusunda kabaca üç farklı görüş vardır: (1) Oligosen–alt-orta Miyosen boyunca devam eden kısaltmalı bir tektonik rejim. Geç Miyosen ve Pliyosen'de yerini genişlemeli bir tektonik rejime bırakmıştır, (2) Erken Miyosen'den beri Batı Anadolu'da sürekli bir genişlemeli tektonik egemendir, (3) Batı Anadolu'da genişlemeli tektonik Neojen'de süresince süreksiz/aralıklı ve lokaldir; yüksek genişlemeli yamulma ile tanımlanan süreçleri, çok az deformasyonun meydana geldiği zaman dilimleri izler. Batı Anadolu'nun Neojen tektoniği ile ilgili bu teoriler metamorfik çekirdek komplekslerden elde edilen termokronolojik veriler ile test edilebilir. Kuzeybatı Anadolu'daki Kazdağ Masifi geç Oligosen–erken Miyosen yaşta bir metamorfik çekirdek kompleksidir. Kazdağ Masifi kayalarından elde edilen Rb-Sr ve Ar-Ar muskovit ve biyotit yaşları ve apatit fizyon-iz analizleri Kazdağ Masifi'nin 20 Ma ile 10 Ma arasında (Erken–Orta Miyosen) ~14 km bir derinlikten ~2 km bir derinliğe (above the apatite partial annealing zone) yükseldiğini göstermektedir. Kazdağ Masifi'ndeki düşük açılı makaslama zonlarının ve yüksek açılı normal fayların yapısal analizi, radyometrik yaşlar ve tavan bloğunda çökelen sedimanter istiflerin stratigrafik analizi Masifi'nin iki evreli bir yapısal evrim geçirdiğini göstermektedir. Geç Oligosen–Erken Miyosen'deki birinci evrede Kazdağ Masifi'nin düşük açılı sıyrılma fayları ile hızlı yükselmiş ve buna bağlı olarak epiklastik, volkanoklastik ve volkanik kayalardan oluşan sıyrılma-fayı-üzeri (supradetachment) havza çökelleri (Küçükkuşu Formasyonu) gelişmiştir. Pliyo–Kuvaterner'deki ikinci evrede ise (i) Kuzey Anadolu Fay sistemine ait doğrultu atımlı faylar gelişmiş ve, (ii) Ege genişlemeli rejimine bağlı normal faylar meydana gelmiştir. Bu ikinci evre apatit fizyon iz yaşlarında herhangi bir değişim yaratmamıştır. Bu durum ikinci evrede 3–4 km'yi aşan bir düşey yükselmenin meydana gelmediğini göstermektedir. Kazdağ Masifi'nden elde edilen termokronolojik veriler kuzey Ege bölgesinde genişlemeli tektoniğin süreksiz/aralıklı olduğunu ve Erken–Orta Miyosen ve Pliyo–Kuvaterner'de iki önemli genişlemenin cereyan ettiğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Neojen, genişlemeli tektonik, Kazdağ Masifi, apatit fizyon-iz yaşları, Ege

Rapid Early–Middle Miocene Exhumation of the Kazdağ Massif: Implication for the Neogene Tectonics of Western Anatolia

Aral I. Okay¹, William Cavazza² & Massimiliano Zattin²

¹ *Istanbul Technical University, Eurasia Institute of Earth Sciences, Maslak,
TR–34469 İstanbul, Turkey (E-mail: okay@itu.edu.tr)*

² *Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali, Università di Bologna,
Piazza di Porta San Donato, 40127 Bologna, Italy*

There are broadly three views on the Neogene tectonics in western Anatolia: (1) A shortening tectonic regime during the Oligocene to Middle Miocene gave way to extension in the Late Miocene–Pliocene, (2) Continuous extension existed in the Aegean region since the Early Miocene, (3) Extension was episodic and local with high rates of extension followed by periods of little deformation. These theories can be tested by thermochronological data from metamorphic core complexes. The Kazdağ Massif in the northwest Turkey is a metamorphic core complex of late Oligocene–early Miocene age. Rb-Sr and Ar-Ar muscovite and biotite ages and apatite fission-track analyses indicate that the Kazdağ Massif in northwestern Anatolia was exhumed from a depth of ~14 km to ~2 km (above the apatite partial annealing zone) between 20 and 10 Ma (i.e. early–middle Miocene) with a cluster of ages at 20–14 Ma. The structural analysis of low-angle shear zones, high-angle normal faults and strike-slip faults, as well as stratigraphic analysis of upper-plate sedimentary successions and radiometric ages, point to a twostage structural evolution of the massif. The first stage – encompassing much of the rapid thermal evolution of the massif – comprised late Oligocene–early Miocene low-angle detachment faulting and the associated development of small supradetachment grabens filled with a mixture of epiclastic, volcanoclastic and volcanic rocks (Küçükkuyu Formation). The second stage (Plio–Quaternary) has been dominated by (i) strike-slip faulting related to the westward propagation of the North Anatolian fault system and (ii) normal faulting associated with present-day extension. This later stage affected the distribution of fission-track ages but did not have a component of vertical (normal) movement large enough to exhume a new partial annealing zone. The thermochronological data support the notion that Neogene extensional tectonism in the northern Aegean region has been episodic, with accelerated pulses in the early–middle Miocene and Plio–Quaternary.

Key Words: Neogene, extension, Kazdağ Massif, apatite fission track, Aegean

Kuzey Orta Anadolu’da Pliyosen’den Günümüze Varolan Sürekli Genişleme Dönemi

Bora Rojay

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
06531 Ankara (E-posta: brojay@metu.edu.tr)*

Kuzey Orta Anadolu’nun Geç Miyosen sonrası tektonik evrimi Anadolu’nun neotektonik evrimi açısından önemli bir yer tutmaktadır. Kaya topluluklarının stratigrafisi, yaşları ve deformasyonu hakkındaki yorum farklılıkları nedeni ile bölgenin Geç Miyosen sonrası evrimi hakkında farklı görüşler bulunmaktadır. Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fay kuşakları arasında batıya göçen neticesinde Akdeniz sırtı boyunca Afrika Levhasını üzerleyen “Anadolu Levhası” üzerinde gelişen Pliyo-Kuvaterner genişleme rejimi Geç Miyosen sonrası sıkışmalı rejimi üzerler. Ege Bölgesi’nden Orta Anadolu’ya uzanan bir alanda etkin olan çok yönelimli genişlemeli (multi directional extensional) rejimler, Anadolu Levhasını sınırlayan kenar fay kuşaklarına yakın alanlarda sıkışmalı- genişlemeli (transtansiyonel) bir rejime geçer.

Kuzey Orta Anadolu’da yer alan Galatya Volkanik Bölgesinde (Ankara) yürütülen bu çalışmada Geç Miyosen ile Pliyosen tortul istifleri arasında varolan açısız uyumsuzluk bölgenin iki farklı deformasyon evresinden etkilendiğini göstermektedir. Geç Miyosen sonrası üç ana deformasyon evresi gözlenmiştir. Bunlar; (i) kıvrım eksenli analizlerinden elde edilen Geç Miyosen–Pliyosen (?) öncesi KB–GD/K–G sıkışma, (ii) Erken Pliyosen (?) istiflerinde gelişen çökelme ile yaşıt normal faylanmalar ile tanımlanan Erken Pliyosen sonrası D–B genişleme, ve (iii) fay düzlemi kayma verisi analizlerinden elde edilen Pliyosen–Günümüz KKD–GGB/KB–GD çok yönelimli genişleme rejimleridir. Özetle, Erken Pliyosen(?) istiflerinde gözlenen çökelme ile yaşıt normal faylanma ile tanımlanan genişleme rejimi, Pliyo–Kuvaterner döneminde yön değiştirerek devam etmiştir.

Pliyosen ve sonrası döneme ait σ_1 ile σ_3 yönelimleri arasındaki ilişkide gözlenen σ_1 yönündeki değişimler, Orta Anadolu’da etkin olan tektonik rejimin Ege Bölgesi genişlemeli rejiminin bir devamı niteliğinde olduğunu ve bölgenin ‘çok yönelimli genişlemeli’ bir rejimin etkisinde kaldığını göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Geç Miyosen sonrası, çok yönelimli genişlemeli rejim, kuzey Orta Anadolu, Galatya volkanik bölgesi, Ankara

Continuous Extension since the Pliocene in Northern Central Anatolia

Bora Rojay

*Middle East Technical University, Department of Geological Engineering,
TR-06531 Ankara, Turkey (E-mail: brojay@metu.edu.tr)*

Post-Late Miocene tectonic evolution of the northern Central Anatolia is an important issue in the understanding of the neotectonics of the Anatolia. The stratigraphy and age of sequences, differences in the interpretation of the deformational styles of post-Late Miocene presents different views. The migration of the Anatolian Plate towards west between the North Anatolian and East Anatolian Fault Zones along Mediterranean Ridge onto Africa Plate resulted in the development of Plio-Quaternary extension in Anatolia that follows the post-Miocene compressional tectonic regime. The multi directional extensional regime extends from Aegean sector to Central Anatolia and passes to transensional areas along border fault zones.

The study is carried out in Galatian Volcanic Province (Ankara) of northern Central Anatolia. The clear angular unconformity between the Late Miocene and Pliocene sequences indicates the existence of two deformational phases in the region. The deformational order since post-Late Miocene manifests three tectonic phases. These are; (i) Late Miocene – pre-Pliocene (?) NW–SE to N–S compression depicted from fold analysis, (ii) Early Pliocene (?) E–W extension depicted from syn-sedimentary faults and (iii) Plio–Quaternary NNE–SSW to NW–SE multi-directional extension depicted from fault slip lineation analysis.

The σ_1 – σ_3 relationship manifests rotations in principal stress σ_1 axes, which indicates the continuation of multi directional extension in the Aegean terrain in the Central Anatolian.

Key Words: post-Late Miocene, multi-directional extension, northern Central Anatolia, Galatian volcanic province, Ankara

Ege–Batı Anadolu Oroklini'nin Evrimi

Douwe van Hinsbergen

*Paleomagnetic Laboratory 'Fort Hoofddijk', Utrecht University, Budapestlaan 17,
3584 CD Utrecht, The Netherlands (E-posta: douwework@gmail.com)*

Ege, batı Anadolu ve Karpat bölgeleri Neojen blok rotasyonlarının iyi bilindiği alanlardır. Bu sunumda batı Anadolu ve Bulgaristan'dan, ana blok rotasyonunun dağılımı ve zamanlaması ile bunların (yay-ardı) genişleme ve sıkışma ile olan ilişkilerine dair kayıtları tamamlayacak olan yeni paleomanyetik sonuçlar vereceğiz. Moezya platformu ve Bulgaristan'da Rodop'dan elde edilen yeni paleomanyetik referans yönleri bu bölgenin Eosen'den beri Avrasya'nın parçası olduğunu göstermiştir. Bu yeni yönler rotasyon farklılıklarını ve tektonik anlamlarını ortaya çıkarmak için Batı Yunanistan ve Karpatlardan elde edilen rotasyonu içeren bir referans oluşturur. 15 My'dan beri batı Ege bölgesinin Moezya platformuna göre saat ibresi yönünde $\sim 40^\circ$ rotasyona uğradığı sonucuna varılmıştır. Bu rotasyon farkının kısmen Ege gerilmeli yay-ardında karşılanmış olduğu ve kısmen de Balkanlarda Arnavutluk ve Sırbistan'da kaçma tektoniği ile (muhtemelen tekrarlanmış kısalma) karşılandığı sonucu çıkmaktadır. Bu da Moezya platformunun kuzeybatı kenarı çevresinde yer alan Tisza bloğunun Karpat yay ardına doğru hareketine yol açmıştır.

Güneybatı Anadolu bölgesinde Ege gerilmeli yay-ardının doğu ucunda, Bey Dağları platformunun saat ibresinin tersi yönündeki rotasyonun ~ 15 My'dan beri oluştuğunu gösteriyoruz. Yeni paleomanyetik sonuçlar kuzeybatı Türkiye'de Avrasya'ya göre rotasyonun olmadığını göstermektedir. Bu rotasyon farkı ve gerilme oranları 15 ile 5 My arasında Isparta açısındaki tekrarlanan sıkışma gibi Orta Menderes Masifi'nin yükselerek yüzeylemesiyle uyumludur.

Batı ve doğu Ege bölgesinde rotasyon kutbu, rotasyona uğrayan bölgenin içerisinde yer alır. Bu da kısaltmaya ve/veya batı rotasyon kutbunun batısının ve doğu rotasyon kutbunun doğusunun kaçmasına yol açmıştır. Orta segment bu nedenle genişlemektedir ve genişlemenin yönü ve oranları iyi bilinen Ege yay-ardının genişlemeli evrimiyle uyumludur. Kısalan segmentin kuzeye doğru hareket oranı orta-geç Miyosen'de Afrika'nın kuzeye hareket oranına uyumludur.

Ege yay-ardı gerilmesi 15 My'dan önce, Oligosen'de başladı; dolayısıyla yay-ardı genişlemenin başlamasının bu rotasyonların oluşumunda etkisi olmamıştır. Şimdilik düşüncemiz şudur ki; 15 My'dan önce, Ege yay-ardı pek çok kavisli transform faylarla sınırlanmaktadır ki bunlar yitime uğrayan levhanın çekilmesiyle ilişkili olabilir. Afrika'nın hareketiyle kıyaslanabilir olan ve Ege yay-ardı dışında kalan alanlardaki yenilenen sıkışma bu bölgelerin yay-ardı sıkışmaya uğradığını işaret eder. Bu da 15 My'dan beri üstte bulunan levha ile altta yer alan levha arasında yenilenen bir ilişkiyi ifade etmektedir.

Sonuç olarak, Ege oroklinin oluşumu varsayıldığı gibi geriye doğru çekilme (roll-back) ve yay-ardı genişlemeyle meydana gelmemiştir. Tersine yayın iki tarafındaki bir genişleme-sıkışma çiftiyle meydana gelmiştir. Afrika ve üzerleyen Ege-Batı Anadolu bölgesi arasında yeniden oluşan bu bağlantı kıtasal kabuğun dalımına bağlı olarak dalan levhanın eğiminin azalmasından kaynaklanmış olabilir.

Anahtar Sözcükler: paleomanyetizma, rotasyon, Bey Dağları, Menderes, Moezya platformu, Bulgaristan, Yunanistan, Türkiye

The Evolution of the Aegean-west Anatolian Orocline

Douwe van Hinsbergen

*Paleomagnetic Laboratory 'Fort Hoofddijk', Utrecht University, Budapestlaan 17,
3584 CD Utrecht, The Netherlands (E-mail: douwework@gmail.com)*

The Aegean, western Anatolian and Carpathian regions are well known for major Neogene block rotations. In this contribution we show new paleomagnetic results from western Anatolia and Bulgaria, which complete the record of timing and distribution of major block rotations, and their relation to (back-arc) extension and compression. A new paleomagnetic reference direction from the Moesian platform and the Rhodope in Bulgaria show that this region has been firmly attached to Eurasia since the Eocene. This new direction provides a reference direction with which the rotation results from western Greece and the Carpathians can be compared to resolve the rotation differences, and their tectonic accommodations within this complex tectonic province. It is concluded that the west-Aegean region rotated $\sim 40^\circ$ clockwise with respect to the Moesian platform since 15 Ma, and infer that this rotation difference was in part accommodated in the Aegean extensional back-arc, and in part by extrusion tectonics (and possibly renewed contraction) in the Balkanides of Albania and Serbia, leading to the motion of the Tisza Block around the northwestern edge of the Moesian platform, into the Carpathian back-arc.

In the southwestern Anatolian region, at the eastern edge of the Aegean extensional back-arc, we show that counterclockwise rotation of the Bey Dağları platform also occurred since ~ 15 Ma. New paleomagnetic results also show absence of rotation with respect to Eurasia in northwestern Turkey. This rotation difference and inferred rates of extension are in line with the exhumation of the Central Menderes Massif between 15 and 5 Ma, as well as renewed contraction in the Isparta Angle.

In both the western and eastern Aegean region the rotation pole is situated within the rotating domain, leading to contraction and/or extrusion west of the western rotation pole, and east of the eastern. The central segment is thus extending, and the rates and direction of extension are in line with the well-established extensional history of the Aegean back-arc. The rates of northward motion of the contractional segments correspond to the rate of northward motion of Africa in the middle to late Miocene.

Aegean back-arc extension started, however, in the Oligocene, well before 15 Ma, and the onset of back-arc extension hence did not lead to these rotations. Prior to 15 Ma, we tentatively suggest that the Aegean back-arc was bounded by discrete transform faults that may be linked with slab edges accommodating slab retreat. The renewed contraction outside the Aegean back-arc, with rates comparable to African motion suggests that these regions experienced back-arc compression, suggesting a renewed connection between the under-riding and over-riding plates since 15 Ma.

It is thus concluded that the formation of the Aegean orocline was not triggered by roll-back and back-arc extension, as normally assumed, but by two extension-compression couples on either side of the arc. This reconnection between the African and overriding Aegean-western Anatolian domain may have resulted from a decrease in slab dip, e.g. due to subduction of continental crust.

Key Words: paleomagnetism, rotation, Bey Dağları, Menderes, Moesian platform, Bulgaria, Greece, Turkey

Rodop'ta 33 My Kadar Sürekli Sinmetamorfik Bindirme: Nestos Makaslama Zonundan Veriler ve Ege'nin Jeodinamiği Üzerindeki Anlamı

Pierre Gautier¹, Ianko Gerdjikov², Gilles Ruffet¹, Valérie Bosse³,
Zlatka Cherneva², Pavel Pitra¹ ve Erwan Hallot¹

¹ Université Rennes 1, Géosciences Rennes, UMR 6118 CNRS, Campus de Beaulieu,
35042 Rennes, Fransa (E-posta: pierre.gautier@univ-rennes1.fr)

² Sofia University «St Kliment Ohridski», 15 Tzar Osvoboditel Blvd, 1504 Sofia, Bulgaristan

³ Université Blaise Pascal, Laboratoire Magmas et Volcans, UMR 6524 CNRS, 5 rue Kessler, 63000 Clermont Ferrand, France

Rodop Metamorfik Kompleksi (RMK) güneybatıya verjanslı Hellenidler ile kuzeye verjanslı Balkanidler arasında, kuzey Ege'de yer alır ve orta-yüksek dereceli metamorfik kayalar ile pek çok granitoid intrüzyonu içerir. İçinde Alpin dönemiyle ilişkili yüksek metamorfizma koşullarının tanınması RMK'nin Alpin orojeninin yükselmiş çekirdeği olarak değerlendirilmesine neden olur. Önemli bir kesimi Yunanistan içinde yer alan Nestos makaslama zonu (NMZ) RMK'nin ana yapılarından biri olarak bilinir ve 'Sidironero ünitesi' (SU)'nin, 'Pangaeon ünitesi' (PU) (Rodop metamorfik kompleksinin görülür en alt birimi) üzerinde yer aldığı dokanakta tavan blokunun GB'ya hareket ettiğini gösterir kinematik verilerin geliştiği KKD'ya eğimli kalın milonitlerden oluşur. Çoğu yazarlara göre NMZ'da tavan blokunun GB'ya hareketini gösterir makaslama fabriği metamorfizmayla eş zamanlı bindirmeden kaynaklanır. Ana argüman makaslama zonu boyunca bir terslenmiş metamorfik derecelenmenin rapor edilmiş olmasıdır. Literatürde tanımlandığı şekliyle bu metamorfik derecelenmenin açıklanması zordur. Bunun tersine diğer yazarlara göre, NMZ tavan blokunun GB'ya hareketini veren makaslama, genişlemeyle ilişkilidir. Bu görüş, daha güneybatıdaki Neojen sünek gerilme alanı ve NMZ arasındaki görünür yapısal sürekliliğe ve fabrik uyumuna dayandırılır. NMZ boyunca gelişen makaslamanın yaklaşık 37 My'a kadar sürdüğü çoğunlukla K-Ar Hbl yaşlarına dayalı olarak ifade edilmektedir. Bu durumda, pek çok yayında ifade edilen, orojen sonrası gerilmenin RMK ve dolayında Eosen veya öncesinde başladığını savunan ikinci yorumu destekler. Sonuç olarak bazı yazarlar, itilmeye bağlı gelişen ve üst düzeylerin GB'ya hareket ettiği fabrilerin, yaklaşık 37 ve >30 My arası dönemde itilme zonunun genişleme rejimi ile tekrar hareketlenmesinden kaynaklanan KKD yönlü yerel makaslama fabriği ile üzerlendiğini ileri sürerler.

NMZ üzerinde tarafımızdan yapısal, petrolojik ve jeokronolojik (U-Pb ve ³⁹Ar-⁴⁰Ar) çalışmalar yapılmış ve terslenmiş metamorfizmanın ispatlanarak GB'ya olan hareketlerle yaşıttı olduğu bulunmuştur. Bütün SU (NMZ ile kısmen üzerlenen, tabanı dahil) T>700 °C'de kısmi ergimeye maruz kalmıştır. Lokal olarak ana fabriği kesen lökositler metamorfik istifin soğumasından hemen önce; ≥50 ila yaklaşık 39 My (U-Pb zirkon ve monazit yaşları) arası dönemde kristallenmiştir. Bu durumda migmatizasyon en azından bir kısmıyla makaslama yaşıttı metamorfik evrimin bir parçasıdır ve daha eski bir olay değildir. Bunun tersine, SU'nun hemen altındaki PU kayaları anateksi koşullarına ulaşamamıştır. Falakron Dağının kuzey eteklerinde PU için tipik olan kalın mermerlerle birlikte granat amfibolitler ve granat-disten şistler mostra verir. Bunlar, yüksek metamorfik koşullara (T ~650°C) ulaşan 'Üst Pangaeon' alt ünitesinin varlığına işaret eder. PU biriminin, ana mermer katmanını üzerleyen birkaç km kalıntıdaki porfiritik ortognayslardan oluşan diğer kesimleri T ≤ 550 °C sıcaklığa maruz kalmışlar ve daha yüksek dereceli koşullara ait kalıntıları içermez. Böylece yüksek dereceli metamorfik kayalar daha düşük dereceli metamorfiklerin üzerine, NMZ boyunca metamorfizmayla yaşıttı bindirmeyi doğrular şekilde, GB yönündeki makaslama sürecinde yerleşmiştir. NMZ'dan elde edilen ³⁹Ar-⁴⁰Ar Hbl tek kristal yaşları yaklaşık 39 ila 37 My arasındadır. Bu yaşları amfibolit fasiyesindeki makaslamanın sonu olarak değerlendiriyoruz. Daha sonraki deformasyon artışı, daha önceki fabrik ve kinematik verilerle uyumlu olan, yeşil şist fasiyesi milonit ve ultramilonitlerini üretmiştir (tavan blokunun K/KD yönünde aşağıya hareket ettiği bir makaslamanın izleri NMZ boyunca görülmemektedir). Bu kayalardan elde edilen ³⁹Ar-⁴⁰Ar Ms plato yaşları yaklaşık 36 ila 33 My arasındadır ve milonitleşme yaşı olarak yorumlanmıştır. PU'nun pik koşullarına gelince; deformasyon düşük dereceli koşullar veya eşdeğerinde oluştu. Böylece terslenmiş metamorfizmanın açıklamasına gerek kalmadı. Veriler çeşitli şekillerde değerlendirilse de deformasyon bindirmeden dolaydır. Sonuç olarak NMZ boyunca gelişmiş olan metamorfizmayla yaşıttı bindirme ~33 My kadar geçerlidir. Bu durum, Oligosen öncesinde başlayan ve Kuzey Ege'de halen aktif olan orojen sonrası genişleme görüşünü teyit eder. RMK'deki çalışmalarımız ayrıca genişlemenin 27 My'dan önce başlamadığına işaret eder. Böylece, bazı güncel jeodinamik sentezlerdeki farklılıklarla birlikte, bu genişleme, Kikladlar ve Menderes bölgesindekilerle yaklaşık aynı zamanda başlamıştır.

Anahtar Sözcükler: bindirme, terslenmiş metamorfizma, jeokronoloji, Rodop, Hellenid, Yunanistan, Ege

Persistent Synmetamorphic Thrusting in the Rhodope Until ca. 33 Ma: Evidence from the Nestos Shear Zone and Implications for Aegean Geodynamics

Pierre Gautier¹, Ianko Gerdjikov², Gilles Ruffet¹, Valérie Bosse³,
Zlatka Cherneva², Pavel Pitra¹ & Erwan Hallot¹

¹ Université Rennes 1, Géosciences Rennes, UMR 6118 CNRS, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes, France
(E-mail: pierre.gautier@univ-rennes1.fr)

² Sofia University «St Kliment Ohridski», 15 Tzar Osvoboditel Blvd, 1504 Sofia, Bulgaria

³ Université Blaise Pascal, Laboratoire Magmas et Volcans, UMR 6524 CNRS, 5 rue Kessler, 63000 Clermont Ferrand, France

The Rhodope Metamorphic Complex (RMC) is located in the northern Aegean, between the southwest-vergent Hellenides and the north-vergent Balkanides. It exposes medium- to high-grade metamorphic rocks and many granitoid intrusions. Following the recognition that even the highest conditions of metamorphism in it relate to the Alpine cycle, the RMC can be viewed as the exhumed core of the Alpine orogen. The Nestos Shear Zone (NSZ), mostly on the Greek territory, is recognized as one of the major structures of the RMC. It consists of a thick NNE-dipping pile of mylonites with top-to-SW kinematics encompassing the contact of the ‘Sidironero Unit’ (SU) onto the ‘Pangaeon Unit’ (PU, the lowest exposed unit of the RMC). For most authors, the top-to-SW shear fabric of the NSZ reflects synmetamorphic thrusting. The main argument is the report of an inverted metamorphic gradient across the shear zone. As it is described in the literature, however, this gradient remains difficult to interpret. In contrast, for other authors, top-to-SW shearing across the NSZ reflects extensional shearing. This view relies on the apparent structural continuity and the consistency of fabrics between the NSZ and a domain of Neogene ductile extension further southwest. Based mostly on K-Ar Hbl ages, it is usually argued that shearing across the NSZ persisted until ca. 37 Ma. If so, support to the second interpretation may be found in the growing number of studies suggesting that post-orogenic extension started in and around the RMC during the Eocene or before. Finally, some authors argue that the top-to-SW shear fabric, due to thrusting, is overprinted by top-to-N/NE localized shear zones reflecting extensional reactivation of the thrust zone between ca. 37 and >30 Ma.

We carried out a structural, petrological and geochronological (U-Pb and ³⁹Ar-⁴⁰Ar) study of the NSZ. Inverted metamorphism is confirmed and is found to be coeval with top-to-SW shearing. The whole SU (including its base, overlapping with the NSZ) experienced the conditions of advanced partial melting, at T > 700°C. Leucosomes that locally crosscut the main fabric crystallized between ≥ 50 and ca. 39 Ma (U-Pb zircon and monazite ages), just before cooling of the metamorphic pile. This shows that at least part of the migmatization is not an old event but is part of the syn-shearing metamorphic evolution. In contrast, rocks of the PU right beneath the SU did not reach the conditions of anatexis. The northern foot of Falakron Mt locally exposes garnet-kyanite schists and garnet amphibolites associated with thick marbles typical from the PU, which indicates the presence of an ‘Upper Pangaeon’ subunit that reached high metamorphic conditions (T ~650 °C). The rest of the PU, including a discontinuous pile (up to several km thick) of porphyritic orthogneisses overlaying the main marble layer, has experienced temperatures of ≤ 550°C during shearing and shows no relics of higher grade conditions. Thus, higher-grade rocks were emplaced onto lower-grade rocks during top-to-SW shearing, attesting for synmetamorphic thrusting along the NSZ. ³⁹Ar-⁴⁰Ar Hbl single-grain plateau ages from the NSZ are ca. 39 to 37 Ma, which we interpret as dating the end of amphibolite facies shearing. Later strain increments have produced greenschist facies mylonites and ultramylonites concordant with the earlier fabric and with identical kinematics (no trace of top-to-N/NE down-dip shearing was found along the NSZ). ³⁹Ar-⁴⁰Ar Ms single-grain plateau ages from these rocks are ca. 36 to 33 Ma, which we interpret as dating mylonitization. With respect to peak conditions in the PU, this deformation occurred at equivalent or lower grade conditions, therefore inverted metamorphism cannot be invoked in this case. Nevertheless, several lines of evidence indicate that this deformation reflects thrusting as well. Consequently, our study documents persistent synmetamorphic thrusting along the NSZ as late as ca. 33 Ma. This contradicts the view that post-orogenic extension was already active in pre-Oligocene times in the northern Aegean. Our analysis of the RMC further indicates that post-orogenic extension did not start before ca. 27 Ma. Hence, it started at about the same time than it did in the Cyclades and Menderes region, at variance with the statement in some recent geodynamic syntheses.

Key Words: thrust, inverted metamorphism, geochronology, Rhodope, Hellenides, Greece, Aegean

Alaçamdağ Granitlerinde Genişlemeli Tektonizma ile Eşyaşlı Sünümlü Makaslama Kuşaklarının Tektonik Özellikleri, Kuzeybatı Türkiye

Fuat Erkül¹, Sibel Tatar-Erkül², Erdin Bozkurt³, Hasan Sözbilir⁴ ve Cahit Helvacı⁴

¹ Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 07058 Antalya
(E-posta:fuaterkul@gmail.com);

² Akdeniz Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07058 Antalya

³ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara

⁴ Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe Kampüsü, 35160 Buca, İzmir

Genişlemeli tektonizma ile eş yaşlı granitler, genişlemeli orojenik kuşakların evriminin anlaşılması bakımından önemli yapısal özelliklere sahiptir. Genişlemeli tektonizmanın en iyi geliştiği bölgelerden biri olan Ege Bölgesi, Alpin orojenezini izleyen evrede gelişen metamorfik çekirdek kompleksleri ve gerilme ile eş yaşlı granitik kayalar içerir. Kuzeybatı Anadolu’da yer alan Alaçam sahası, farklı tektonik birliklerin sınırları boyunca yüzlek veren anahtar bir alan niteliğindedir. Erken Miyosen yaşlı Alaçamdağ granitlerinden elde edilen yapısal veriler, granit sokulumları ve metamorfik çekirdek kompleksinin gelişiminin anlaşılmasına ışık tutabilecek iki farklı deformasyonu işaret etmektedir. (1)Yüksek açılı makaslama zonu, K–G doğrultulu olup tektonizma ile yaşıt granit stoklarının yerleşimini denetlemiştir. İzmir-Ankara Zonu ile Menderes Masifi’ne ait kayaları yan yana getiren bu zon boyunca tavan bloğu güneybatıya doğru hareket etmiştir. (2) Düşük açılı makaslama zonu, yapısal olarak alt kesimlerde Menderes Masifi’ne ait şistleri kesen granitik stoklar içerisinde gelişmiştir. Foliye granitlerden elde edilen kinematik veriler, Simav ve Kazdağ metamorfik çekirdek komplekslerinde olduğu gibi tavan bloğunun kuzeydoğuya doğru hareketi ile uyumludurlar. Bu makaslama zonu Menderes Masifi ve üzerleyen İzmir-Ankara Zonu kayaları arasında bir sıyrılmaya fayının varlığına işaret etmektedir. Düşük açılı makaslama zonu içerisinde gelişen foliyasyon düzlemlerini deforme eden, yüzlek ve harita ölçeğindeki kıvrımlar ise Erken Miyosen’de sünümlü deformasyona uğrayan kabuğun KD–GB doğrultulu genişlemeli tektonizma ile yaşıt/eşlik eden KB–GD doğrultulu sıkışma ile oluştuğu düşünülmektedir.

Yüksek açılı makaslama zonu, Kikladlar ve Menderes Masifi arasındaki farklı gerilmeye neden olan bölgesel ölçekli, KD–GB doğrultulu sol atımlı bir burkulma koridorunun kuzeydoğu kenarında yer almaktadır. İzmir-Balıkesir transfer zonu olarak adlandırılan bu kabuksal ölçekli burkulma koridoru olasılıkla orojenik bölgelerdeki simetrik ve asimetrik gerilmeyi de kontrol etmiştir. Ege bölgesinde yaygın KD–GB doğrultulu makaslama zonlarının gelişiminde, gerek Ege dalma-batma zonunun güneye hareketi gerekse Avrasya üst levhasında oblik sol atımlı yırtılmaya neden olan yanallı segmentasyonun etkili olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: metamorfik çekirdek kompleksi, sintektonik granitoidler, transfer zonu, Ege dalma-batma zonu, Alaçamdağ graniti, kuzeybatı Türkiye

Tectonic Significance of Ductile Shear Zones Within the Syn-extensional Alaçamdağ Granite, Northwestern Turkey

Fuat Erkül¹, Sibel Tatar-Erkül², Erdin Bozkurt³, Hasan Sözbilir⁴ & Cahit Helvacı⁴

¹ Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, TR–07058 Antalya, Türkiye
(E-mail: fuaterkul@gmail.com)

² Akdeniz Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–07058 Antalya, Türkiye

³ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–06531 Ankara, Türkiye

⁴ Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe Kampüsü, Buca,
TR–35160 İzmir, Türkiye

Syn-extensional granitoids may have significant structural features, leading to the understanding of the evolution of extended orogenic belts. One of the highly extended regions, the Aegean region, includes a number of metamorphic core complexes and syn-extensional granitoids developed following the Alpine collisional events. The Alaçamdağ area in northwestern Turkey is one of the key areas where Miocene granitoids crop out along the boundary of various tectonic units. Structural data from the Early Miocene Alaçamdağ granitoids demonstrated two different deformation patterns that may provide insights into the development of granitic intrusions and metamorphic core complexes. (1) Steeply-dipping shear zones caused emplacement of syn-tectonic granite stocks; they include kinematic indicators of a sinistral top-to-the-SW displacement. This zone has also juxtaposed the İzmir-Ankara Zone and the Menderes Massif in the west and east, respectively. (2) Gently-dipping shear zones have developed within the granitic stocks that intruded the schists of the Menderes Massif on the structurally lower parts. Kinematic data from the foliated granitoids indicate a top-to-the-NE displacement, which can be correlated with direction of the hanging-wall movement documented from the Simav and Kazdağ metamorphic core complexes. The gently-dipping shear zones indicate the presence of a detachment fault between the Menderes Massif and the structurally overlying İzmir-Ankara Zone. Mesoscopic- to map-scale folds in the shallow-dipping shear zones of the Alaçamdağ area were interpreted to have been caused by coupling between NE–SW stretching and the accompanying NW–SE shortening of ductilely deformed crust during Early Miocene.

The NE-trending, steeply-dipping shear zone was interpreted to form the northeastern part of a sinistral wrench corridor, which caused differential stretching between the Cycladic and the Menderes massifs. This crustal-scale wrench corridor, the İzmir-Balıkesir transfer zone, may have controlled the asymmetrical and symmetrical extension in the orogenic domains. The combination of retreat of the Hellenic subduction zone and the lateral slab segmentation leading to the sinistral oblique-slip tearing within the Eurasian upper plate appears to be plausible mechanism for the development of such extensive NE-trending shear zones in the Aegean region.

Key Words: metamorphic core complex, syn-extensional granitoids, transfer zone, Aegean subduction, Alaçam granite, northwestern Turkey

Petrolojik, İzotopik ve Jeokronolojik Veriler Işığında Erken Miyosen Yaşlı Alaçamdağ Volkano-plütonik Kompleksi'nin Jeodinamik Konumu: Kuzeybatı Anadolu

Sibel Tatar-Erkül¹, Fuat Erkül², Erdin Bozkurt³, Hasan Sözbilir⁴ ve Cahit Helvacı⁴

¹Akdeniz Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07058 Antalya (E-posta: sibel582@gmail.com)

²Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 07058 Antalya

³Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara

⁴Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, 35160 Buca, İzmir

Ege bölgesinde, Neotetis okyanusunun kuzey kolunun kapanması, sıkışma rejimi, kabuksal kalınlaşma süreçleri Geç Kretase'den Eosen'e kadar devam etmiş ve birçok tektonik birliğin bir araya gelmesine neden olmuştur. Bölgede, genişlemeli tektoniğinin Geç Oligosen–Erken Miyosen'de başladığı ve günümüze kadar devam ettiği kabul edilmesine karşın, deformasyonun sürekliliği ve/veya kesintiye uğradığı gibi konular halen tartışmalıdır. Bu tektonik süreçler yaygın magmatik aktiviteye ve magmatik kayaçların D–B doğrultulu bir kuşak boyunca yoğunlaşmasına neden olmuştur. Bu kuşak Alaçamdağ volkano-plütonik kompleksine ait granitik ve eş yaşlı dasit-andezitik bileşimli volkanik kayaçlarını da içermektedir. Bölgede yüzlek veren granitik kayaçlar, kabuksal ölçekli sünümlü deformasyona uğramış ve sonucunda milonit-ultramilonitler gelişmiştir. Bölgede sünümlü makaslama zonları genişlemeli tektonik rejim altında gelişmiş ve sık yerleşimli granitlerin yüzeylenmesinde önemli bir role sahiptir. Jeolojik, jeokimyasal ve jeokronolojik veriler, bölgede iki farklı granit fasiyesinin varlığını göstermektedir. Her iki fasiyese ait kayaçlar benzer mineralojiye ve magma karışım dokularına sahip olup tek fark birisinin holokristalin hipidiyomorf taneseli, diğerinin ise iri K-feldispat megakristalleri ile belirginleşen porfirik doku göstermesidir. Granitlerin çevresinde yayılım sunan andezit-dasit bileşimli volkanik kayaçlar ise, intrüzyonlar, domlar, lav akıntıları, dayklar ve volkanojenik tortul kayaçlardan oluşmaktadır. Granitik kayaçlar 20.8 ve 19.5 My Ar-Ar soğuma yaşı verirken, 19.2 My yaşlı andezit-dasit bileşimli volkanikler ise granitler ile zamansal ve mekansal ilişki sunarlar. Granitik ve volkanik kayaçlar sırası ile, ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 0.708–0.709; ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd 0.5122–0.5123; ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 0.707–0.709; ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd 0.5122–0.5123 değerlerine sahiptir.

Granitik ve volkanik kayaçlar metalümino, yüksek K'lu, kalkalkalin, I-tipi karakter sergilemektedir. Granitlere ait mafik birimlerin SiO₂, Ni, V değerleri zenginleşmiş MORB ile karşılaştırıldığında, astenosferik kökenli kayaçlar ile benzerlik sunmaktadır. Yüksek LILE, Ba/La, negatif Nb, Ta, Ti anomalileri dalma batma ile ilişkili manto ile astenosferik kaynağın kirletildiğini belirtmekte ve yay verisi olarak kabul edilmektedir. Granitik ve volkanik birimlerin mineralojik, jeokimyasal, izotopik ve yaş verileri bakımından büyük benzerlikler sunduğu, ancak oluşum ve katılımları sırasında farklı süreçlere (*fraksiyonel kristalleşme, kısmi erime, vb.*) maruz kaldıkları görülmektedir. Bu kayaçların tek bir magma kaynağından türediği, magmanın farklı zamanlarda yerleşerek (*pulses*) bölgedeki magmatizmayı oluşturduğu düşünülmektedir. Kabuk katkısı fazla olan tek hibrid magma kaynağının derinlerde fraksiyonlaşması ile önce granitlerin, sonra volkanik kayaçların oluştuğu ileri sürülebilir. Tektonik ayırtman diyagramlarında granitik ve volkanik kayaçların volkanik yay, volkanik yay-çarpışma sonrası bölgede yerlerini aldıkları görülmektedir. Elde edilen veriler, bölgenin jeolojisi ile birlikte değerlendirildiğinde, Alaçamdağ volkano-plütonik kompleksi'nin, Batı Anadolu'da düşük açı ile dalan okyanusal dilimin güneye doğru hareketi ve dilimin ergimesi ile ilişkili olabileceği görülmektedir. Dilimin güneye hareketi, sırasıyla yay gerisi kabuk incelmeleri, metamorfik çekirdek kompleksi ve makaslama zonu gelişimi, astenosfer yükselimi ve levha altı mafik magma yerleşimine neden olmuştur. Ege adalarında yer alan yay-ardı gerilme ile ilişkili olduğu kabul edilen granitoyitik kayaçlar ile Alaçamdağ granitleri gerek jeolojik gerekse jeokimyasal ve izotopsal veriler bakımından büyük benzerlikler göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Alaçamdağ volkano-plütonik kompleksi, kuzeybatı Anadolu, hibrid magma, Nd/Sr izotopu, jeokronoloji, I-tipi granitler