

It is claimed that one portion of the 4<sup>th</sup> unit was deposited after the tsunami (Perinçek et al., 2007). When tsunami waves which carry these materials had reached the port they have destructed some vessels and docks there and have carried them to shore and landward. Tsunami waves reaching the land have lost its force after it had advanced a bit more and had receded back to sea. Waves which have returned to sea have also carried living creatures (horse, camel) on land, goods and other terrestrial materials. Tsunami waves carried, bring together marine and terrigenous materials to sea and buried in marine water. Paleontological study show that mixed open marine and shallow marine fauna observed in sediments of 4<sup>th</sup> unit. Tsunami waves carried open marine fauna into harbor (Guennaelle et al., 2011).

Gold coin found in the upper level of unit 4 which is belong to I. Justinianus (527-565) period (Gökçay, 2007), provide reliable time information for the time of tsunami event. C14 analysis was performed in one of the wood samples was dated as A.D. 420 - A.D. 570 (Perinçek 2010). Radiocarbon dating conducted on bone of camel skeleton. Calibrated dates obtained from the sample as 566 AD-646 AD (Onar et al., 2008). The 4<sup>th</sup> unit was dated as A.D. 5 - 7 centuries according to the ceramic, coin and similar archeological materials found in the unit. Records of several strong earthquakes and tsunamis were encountered in 6<sup>th</sup> century.

Taking records of historical earthquake, tsunami, coins, dendrochronological evidence and C14 dating into account, it was brought into forefront that the important part of the 4<sup>th</sup> unit was formed in A.D. 6<sup>th</sup> Century (A.D. 557).

**Key Words:** Yenikapı, geoarchaeology tsunami, ancient shipwreck, amphora, Byzantine.

## YEŞİLYURT (TRABZON) HEYELANININ MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ ÖZELLİKLERİİNİN İNCELENMESİ

**Bilgehan Kul ve Hakan Ersoy**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 61080, Trabzon, Türkiye  
bilgehankul@hotmail.com, blavetirra@hotmail.com*

Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde, özellikle de Doğu Karadeniz Bölgesinde aşırı yağışlar, bitki örtüsü ve çarpık kentleşme nedeniyle kütle hareketleri sıklıkla gözlenmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Trabzon ili, aşırı yağış ve engebeli topografiye nedeniyle heyelanlardan en çok etkilenen şehirlerinin başında gelir. Bu çalışmada, Trabzon ili Yeşilyurt köyü ve çevresi heyelan potansiyeli açısından incelenmiştir. Zeminin jeoteknik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma, arazi gözlemleri/ölçümleri ve laboratuvar testleri olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Arazi çalışmaları sırasında sismik araştırmalar ile birlikte iki sondaj yapılmıştır. Sondaj logları zemin kalınlığının 4-5 metre arasında değiğini göstermektedir. Laboratuvar çalışmalarında, zeminin fiziksel ve dayanım parametreleri belirlenmiştir. Tane boyu analizi toprak örneklerinin %7 çakıl, %27-31 kum, %20-34 silt ve %32-42 kil boyutu malzemelerden olduğunu göstermektedir. İnce taneli malzeme örneklerinin özgül ağırlıklarının 2.60-2.61 arasında olduğu tespit edilmiştir. Likit limit %45 ile %59 arasında ve plastisite indisi %18 ile %28 arasında bulunmaktadır. Kohezyon 13-31 kPa arasında ve içsel sürtünme açısı 3.25-4.68° arasında kaydedilmiştir. Çalışmada, saha ve laboratuvar çalışmaları sonuçları kullanılarak stabilite analizleri iki boyutlu Slide (X) bilgisayar programı ile yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Heyelan, Trabzon, Stabilite.

## INVESTIGATION OF ENGINEERING GEOLOGICAL PROPERTIES OF YEŞİLYURT (TRABZON) LANDSLIDE

**Bilgehan Kul and Hakan Ersoy**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 61080, Trabzon, Turkey,  
bilgehankul@hotmail.com, blavetirra@hotmail.com.*

Various regions in Turkey, mass movements have been frequently observed due to heavy rainfall, vegetation and unplanned urbanization particularly in the eastern Black Sea Region. Trabzon in the eastern Black Sea Region is one of the most affected city in terms of landslides due to heavy rainfall and rough topography. In this study, Yeşilyurt village (Trabzon) was evaluated by considering to the landslide potential. The studies including determination of geotechnical properties of the soils were conducted in two stages: field observations/measurements and laboratory tests. With the seismic surveys, during the field surveys, two

boreholes were drilled. Boreholes loges indicated the soil thickness is between 4 and 5 meter. In the laboratory studies, physical and strength parameters of the soils were determined. Grain size analysis show that the soil samples are composed of 7 % gravel, 27-31 % sand, 20-34 % silt and 32-42 % clay size materials. Specific gravity of the samples in the fine grained materials is determined about 2.60-2.61. Liquid limits are between 45 % and 59 %, and the plasticity index extended from 18 % to 28 %. The values of cohesion and friction angle were recorded as between 13 and 31 kPa, and 3.25-4.68° respectively. In the study, stability analyses were performed by using the results of the field and laboratory studies with two dimensional slide (X) computer program.

**Key Words:** Landslide, Trabzon, Stability.

## TOPOGRAFYA VE ATMOSFER ETKİLEŞİMİ: BURSA'DA KUVVETLİ LODOS RÜZGARLARINA BAĞLI FÖN OLUŞUMU VE SONUÇLARI

**Murat Türkş<sup>1</sup>, Muhammed Zeynel Öztürk<sup>2</sup> ve Hülya Çeşmeci<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,  
TR-17020, Çanakkale, Türkiye,*

<sup>2</sup>*Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,  
TR-17020, Çanakkale, Türkiye, muhammed.zeynel@gmail.com,*

<sup>3</sup>*Yaşama Dair Vakıf, İstanbul, Türkiye.*

Gezici orta enlem siklonlarına (cephesel alçak basınç sistemleri) bağlı fırtınalar, meteoroloji kökenli yıkıcı doğal afetlerin en önemlilerindendir. Türkiye'de yerel olarak lodos rüzgarı ya da fırtınası olarak adlandırılan güneybatılı rüzgarlar, 1990-2006 döneminde Bursa'da 43 kez fırtına şiddetinde etkili olmuştur. Bu afetler sırasında ortaya çıkan maddi hasarın yanı sıra, 46 kişi hayatını kaybetmiş, 107 kişi yaralanmış ve 2303 kişi soba gazından zehirlenmiştir. Lodosun, 2 milyonun üzerinde nüfusu olan ve 118 km<sup>2</sup> alan kaplayan Bursa'da bu kadar etkili olmasının başlıca nedenleri, Bursa Ovası ve çevresinin sahip olduğu jeomorfolojik özellikler ile kentin Uludağ'ın eteklerinde plansız olarak kurulmuş olmasıdır. Bursa kenti, ortalama 100 m yüksekliğindedeki tektonik kökenli bir depresyon alanı Bursa Ovası üzerinde kurulmuştur. Bursa Ovası hem kuzeyden hem de güneyden yüksek dağlarla sınırlanmıştır. Özellikle ovanın güneyinde bulunan Uludağ, lodos rüzgarlarının Bursa'da bu kadar kuvvetli olmasında önemli rol oynar. Uludağ, 100 m'den başlayıp 20 km'lik bir yatay uzaklıktı 2543 m yüksekliğe ulaşan, üzerinde Pleyistosen buzullumasına ait jeomorfolojik izler taşıyan bir batolit masiftir. Ayrıca, Uludağ kütlesi, Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) güney kolumnun sınırladığı en önemli morfotektonik yapılarından biridir. Uludağ kütlesinin yükseltiminde, Bursa Fayı, Deliçay-Cerrah Fayı ve Soğukpinar Fayı da önemli bir etkiye sahiptir.

Uludağ kütlesinin varlığı, çoğunlukla cephесel alçak basınç sistemlerinin sıcak sektörlerindeki güneybatılı havanın (lodosun) kütleyi aşarak Bursa Ovası'na doğru inerken hızlanması ve adyabatik olarak ısınmasına neden olur. Genel olarak Alpler'in kuzeye bakan rüzgar altı yamaçlarında alçalırken adyabatik olarak ısınan bu alçalıcı sıcak ve kuru rüzgarlara, Güney ve Orta Avrupa'da fön adı verilir. Konu Uludağ açısından ele alınarak bir örmekle açıklanabilir. Örneğin, 5 Şubat 2003 tarihinde sıcaklık değişim oranı lodos öncesi 0.23 °C/100 m iken, lodos maksimuma ulaştığında 0.91 °C/100 m'ye çıkmıştır. Rüzgar hızı ise, lodosun ilk etkilerinin görüldüğü saatlerde 37 km/saat iken, lodosun maksimuma ulaştığı saatte 65 km/saate ulaşmıştır. Bu davranışın sonucunda, Bursa ovasına doğru alçalma sırasında adyabatik olarak ısınan hava kütlesi, hem fönün oluşmasına hem de 'soba zehirlenmelerine' neden olur. Gerçekte 'soba zehirlenmesi', Uludağ'dan Bursa Ovası'na alçalan havanın, sobalarda özellikle linyit yakılmasından kaynaklanan karbonmonoksit (CO) gibi toksik gazların bacadan çıkışını engelleyerek sizması sonucunda oluşur. Ayrıca, bazen aynı zamanda, lodosun oluşumunu denetleyen bir orta enlem ve/ya da Akdeniz alçak basıncının sıcak cephesinin etkisiyle, yörede kuvvetli yağmur ve/ya da sağanak yağışlar oluşur. Şiddetli yağışlar sırasında toprağın doygunluğa ulaşması sonucunda, heyelan ve taşkınlar/seller de gözlenebilir. Örneğin, 1990-2006 dönemi için yapılan arşiv taramasına göre, Bursa yöresinde lodos olayları sırasında ve sonrasında 9 sel/taşkın ve 2 heyelan gerçekleşmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Afet, lodos, fön, jeomorfoloji, dikine hava sıcaklığı ve rüzgar değişimi, Uludağ, Bursa

## TOPOGRAPHY AND ATMOSPHERE INTERACTION: OCCURENCE OF THE FOEHN ASSOCIATED WITH THE STRONG LODOS WINDS IN BURSA AND ITS CONSEQUENCES

**Murat Türkeş<sup>1</sup>, Muhammed Zeynel Öztürk<sup>2</sup> and Hülya Çeşmeci<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Geography, Physical Geography Division, Çanakkale Onsekiz Mart University, TR-17020, Çanakkale, Turkey,*

<sup>2</sup>*Department of Geography, Physical Geography Division, Çanakkale Onsekiz Mart University, TR-17020, Çanakkale, Turkey, muhammed.zeynel@gmail.com,*

<sup>3</sup>*Yaşama Dair Vakıf, İstanbul, Turkey.*

Storms associated with the moving mid-latitude cyclones (i.e. frontal low pressure systems) are one of the meteorological originated destructive natural disasters. Southwesterly winds called the lodos winds or storms in Turkey were effective 43 times with the storm severity during the period of 1990-2006 in Bursa. During these disasters, 46 people died, 107 people injured and 2303 people poisoned by stove gas as well as property damage occurred. The main reasons of the lodos winds to be highly effective in Bursa, where over two million people live and settlement area cover 118 km<sup>2</sup>, are geomorphological properties of Bursa Plain, and establishment of the city at the foothill of the Mt. Uludağ. The city of Bursa has been established over the Bursa Plain where is the tectonics originated depression area having an average 100 m altitude. Bursa Plain is surrounded with high mountains from both north and south. Especially the Mt. Uludağ located in the south of plain play important role on the lodos winds being so strong in Bursa. The Mt. Uludağ is a batholithic massive that start from about 100 m elevation in south of the Bursa plain reach up to 2543 m elevation within a horizontal distance of 20 km and, contains geomorphologic traces belonging to the Pleistocene glaciations. The Uludağ massive is one of the most important morphotectonic structures that are bordered by southern branch of the North Anatolia Fault (NAF). The Bursa fault, Deliçay-Cerrah fault and Soğuksu fault have important role on the uplift of the Uludağ massive.

The presence of the Mt. Uludağ massive causes adiabatically warming and to speed up of the southwesterly air (i.e. lodos) of frontal low pressure systems in warm sectors which pass over the Mt. Uludağ and moving towards Bursa plain. These warm and dry down-slope winds, which warm adiabatically during descending on the northward lee (downwind) side of the Alps, are generally named as foehn (or föhn) wind in the South and central Europe. This subject can be explained with an example by considering the presence of Mt. Uludağ. For instance, on 5 February, 2003, vertical temperature lapse-rate was 0.23°C/100 m before the lodos, while it was 0.91°C/100 m for the maximum speed of lodos. The wind speeds was of 37 km/hours at the beginning of the lodos, whereas it reaches up to 65 km/hours. As a result of this behavior, adiabatically warmed air masses occurred during its down-winding to the Bursa plain cause both occurrence of the föhn winds and ‘stove poisonings.’ In fact, ‘stove poisoning’ is occurred as the result of blocking uplift of toxic stove gasses such as carbon monoxide (CO) out of chimneys by those descending air masses towards the Bursa plain. Besides, at the same time, sometimes heavy rainfall and/or showers would occur due to the influence of warm front of mid-latitude and/or a Mediterranean originated low pressure system that controls occurrence of the lodos winds. The landslides and floods may also be observed as a result of saturation of the soil during heavy rain fall. For instance, nine floods/flashfloods and two landslides occurred during and after the lodos events in the Bursa district according to archive researches performed for the period 1990-2006

**Key Words:** Disaster, lodos, foehn (föhn), geomorphology, vertical temperature and wind changes, the Mt. Uludağ, Bursa.

## **ÇETİN BARAJI DOLAYININ HEYELAN ETÜDÜ, ALANDA BULUNAN HEYELANLARIN YAŞLANDIRILMASINDA KULLANILAN KRİTERLER**

**Doğan Perinçek**

*Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye, perincek@yahoo.com.*

Bu çalışma, Siirt yakınında Ulu Çay üzerinde yapımı planlanan Çetin Barajının göl alanı çevresindeki heyelanları haritalamak için yapılmıştır. Çetin Barajı aksı, göl alanı allokton birimler üzerindedir. Çalışma alanında genellikle Metamorfik kayalar yüzeylenir. Metamorfik birimlerin ekayları arasında Alt-Orta yaşılı Maden Karmaşığı bulunur. Bu birim çamurtaşı, volkanik, şeyl-kumtaşları ardalanmasından oluşur ve heyelanların sebeplerinden biridir. Baraj dolayındaki diğer bir allokton birim ofiyolit topluluğudur. Serpanit düzeyleri heyelanların nedenidir. Çetin Barajı'nın inşa edileceği vadinin iki yanında yamaç eğiminin çok yüksek olması

heyelanların en önemli nedenidir. Yamaç eğiminin yüksek olmasının nedeni Orta Miyosen'den beri bölgeyi etkileyen tektonizmadır. Buna bağlı olarak bölge devamlı yükselmektedir. Bölgenin devamlı yükseldiğini gösteren çok sayıda verilerden biri askıda bulunan taraçalardır. Bunlar heyelanların göreceli yaşlarını anlamada ipuçları verirler.

Haritalanan heyelanlar göreceli yaşları dikkate alınarak 7 sınıfa ayrılmıştır. En yaşlı olan heyelan için 1 en genç olanı için 7 rakamları kullanılmıştır. 1, 2, 3, 4 ve 5 numaralı heyelanlar aktif olmayan fosil heyelanlardır. Bu heyelanların bir çoğu bölgenin hızlı yükselmesine paralel olarak askıdadır, topuk kısımları nehir tabanından çok yüksekte kalmıştır. 6 ve 7 numaralı heyelanlar ise aktif heyelanlardır.

Haritaya çizilen heyelanların önemli bir bölümünün rotasyonal veya düzlemsel kayma yüzeyi bulunmaktadır. Ayrıca kaya akması ve çamur akması olarak sınıflanarak haritalanan heyelanlar vardır.

Aktif heyelan alanlarının olduğu yerlerde alınacak önlemler: Heyelanların vadi tabanındaki topuk kısmına kuvarsit ve kireçtaşından oluşan bloklar konularak topuk kısmının duraklılığı sağlanmalıdır. Ayrıca bu alanda yapılacak drenaj sistemiyle yüzey suyunun zemine sızma oranı azaltılmalıdır.

Heyelanlara göreceli yaşlar verilirken dikkate alınan kriterler;

1. Heyelanın bugünkü nehir tabanından yüksekliği, 2. Heyelan malzemesinin aşınma ve vadi tabanına aktarılma miktarı, 3. Heyelan malzemesi üzerinde gözlenen bitki örtüsü miktarı ve sıklığı, 4. Heyelan alanındaki ağaçların konumu, heyelandan etkilenip etkilenmediği, 5. Heyelan malzemesi üzerinde yerleşim olup olmadığı, varsa bu yerleşimin arkeolojik yaşıının dikkate alınarak heyelanın yaşı hakkında yorumsal bilgi sunulması, 6. Heyelanın olduğu alanda heyelan sonrası oluşan düzluğun konumu, 7. Heyelan sonrası oluşan yamaç molozu ve alüvyon taraçası çökelleri ile alüvyon malzemesinin ilişkisi, bu çökellerin miktarı, 8. Heyelan tacını oluşturan kırılma düzlemindeki aşınma miktarı, 9. Heyelan topuğundaki malzemenin konumu, aşınma miktarı. Akarsu yatağını ötelediyse bunun miktarı ve ötelemanın korunma miktarı, 10. Heyelan topuk malzemesi altında yer alan kayma düzleminin akarsu yatağından yüksekliği, 11. Heyelan malzemesinin yıkanma miktarı, 12. Heyelanlar iç içe ise birbirile ilişkisi.

**Anahtar Kelimeler:** Çetin Barajı, Heyelan, Heyelan sınıflaması.

## **LANDSLIDE STUDY OF THE ÇETIN DAM AND SURROUNDING AREA. CRITERIA USED TO DATE AND CLASSIFIED LANDSLIDE IN THE AREA.**

**Doğan Perinçek**

Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Turkey, perincek@yahoo.com.

Purpose of this study is to locate the landslides that can threaten the areas around the Çetin dam reservoir which is planned to be constructed on Uluçay near Siirt. The Çetin dam crest, reservoir and upstream-downstream areas are all located on allochthonous units. In the study area metamorphic rocks in general crop out. The Maden Complex (Lower-Middle Eocene) is situated between the slices of the metamorphic rocks. This unit is comprised of mudstone, volcanics rocks and shale-sandstone intercalation and is one of the causes of the landslides. Another allochthonous unit around the dam site is an assemblage of serpentized ophiolitic rocks. This unit is intensively tectonized and the serpentine levels are causes of landslides. The dam site for the Çetin Dam is going to be constructed in Uluçay valley where steeply inclined slopes are observed. Very steep inclination of the valley slopes are among the significant causes of the landslides. The reason why the slope inclination is steeper along Ulu River is the tectonism which affected the region since the Middle Miocene. As a result, the region is uplifted continuously. Elevated terraces can be counted as evidence of uplifting. Which is one of the most important data that shows that the region is uplifting continuously.

Based on their relative ages, the landslides mapped were classified into 7 groups. The landslides with the numbers «1,2,3,4 and 5» are the inactive, fossil landslides. Most of these landslides are hanging in line with fast uplift of the region; the toes of the landslides are located at higher elevations compared to the river floor. The landslides with numbers «6» and «7» are active landslides.

Recommendations: Stability of toes must be provided by placing blocks of quartzites and limestone of Bitlis Metamorphics to the toes of the active landslides. Besides, the amount of water infiltrating to the subsurface must be reduced by applying a drainage system in these areas.

The following criteria were taken into consideration to understand relative age of the landslides: 1. Elevation of the landslides from the present day river floor, 2. Rate of erosion of the landslide material and rate of transportation of this material to the valley floor, 3. The vegetation observed on the surface of the landslide material and its density, 4. Position of the trees on the landslide area, the stage they are affected, 5. Whether any settlement exists on the landslide area or not, if exists, age of the settlement to interpret the age of the landslide, 6. Position and elevation of the flat area formed after the landslide, 7. Relation of the scree and alluvial terrace

deposits formed after the landslide with the alluvial material. Amount of these materials, 8. Rate of erosion on the main scarp which forms the landslide crown, 9. Position of the material at the toe of the landslide, and rate of erosion. If the river bed is diverted, rate of diversion and the amount of preservation of the diversion, 10. Elevation of the surface of separation beneath the landslide toe material from the valley, 11. Amount of washing of landslide material, 12. Relation of the landslides if they are nested.

**Key Words:** Çetin Dam, Landslide, Landslide classification.

## TRABZON'DA RÜZGÂR AFETİ VE ETKİLERİ

### Mine Candar

*İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Trabzon, Türkiye, mtekbascandar@gmail.com.*

Trabzon ilçelerinde 2010 yılı Aralık ayı itibarıyle esen rüzgarlara bağlı olarak farklı ilçe ve köylerde bulunan konut çatılarında ve konut dış cephelerinde tamamen yada kısmi suretle hasarlar meydana gelmiştir. Trabzona bağlı Araklı ilçesi Erikli köyünde 13 konut, Bahçecik köyünde 1 konut, Çaykara ilçesi Arpaözü köyünde 11 konut, Karaçam, Turnalı, Baltacılı, Çayıroba, Yaylaönü, Taşören Köylerinde de konutlar rüzgar afetinden dolayı çatılarının uçması suretiyle hasar görmüşlerdir. Sac çatı kaplama uygulamaları Trabzon köy konutlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Sürekli ikamet edilmesinin yanı sıra, mevsimlik olarak ta kullanılan bu konutlarda; uygulama kolaylığı, yüksek kalite ve düşük maliyet gibi pozitif etkenlerden dolayı saç çatı kaplamaları tercih edilmektedir. Yapılan arazi çalışmalarında hasar gören konutların çoğunun çatılarının sac kaplama olduğu belirlenmiştir. Dış cephelerde ise yan duvarlar hasar görmüş olup yüzey kaplamaların yerinden çıktıgı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Trabzon, konut, rüzgar, çatı uçması

## THE EFFECTS AND WIND DISASTER IN TRABZON

### Mine Candar

*İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Trabzon, Türkiye, mtekbascandar@gmail.com.*

Trabzon districts as of December 2010 due to fierce winds the roofs of houses in different towns and villages and residential damage occurred in the outer walls thus completely or partially. Araklı district of Trabzon, Erikli in the village of 13 houses, 1 house in the village of Bahçecik, 11 houses in the village of Arpaözü- Çaykara town, , Karaçam, Turnalı, Baltacılı, Çayıroba, Yaylaönü, Taşören villages disaster due to wind damage to roofs of houses have seen fly through. Sheet roofing applications is widely used in village houses of Trabzon. Permanent residence alongside of being used as seasonal residences in this; ease of implementation, high quality and low cost due to factors such as the positive sheet roof coatings are preferred. Sheet covering most of the rooftops of houses in the area were damaged by the work. Exteriors of the side walls were damaged and out over the surface coatings.

**Key Words:** Trabzon, house, wind, roof fly.

## TRABZON'UN HEYALAN AFETİ VE RİSK FAKTÖRLERİ

### Mine Candar ve Emine Şevketbeyoğlu

*İl Afet Ve Acil Durum Müdürlüğü, Trabzon, Türkiye, mtekbascandar@gmail.com.*

Trabzon sahip olduğu iklim özellikleri, jeolojik yapısı ve tarım arazilerinin varlığı nedeni ile heyelan afeti olma riski yüksek bir bölgedir. Bu özellikler bölgede sıkılıkla heyelan, sel ve taşın gibi doğal afetlerin oluşumunu tetikler. Heyelan afeti Trabzon ilinde cana, mala ve çevreye maddi manevi büyük zararlar verebilen doğal afet olayı niteliğindedir. Hemen hemen her gün bölgede heyelan afeti meydana gelebilmektedir. Bu doğal afet bölge için sosyal, ekonomik ve psikolojik açıdan olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Heyelan afeti olma riski, bölgede özellikle aşırı yağış sırasında veya hemen yağış akabinde meydana gelebilirmektedir. İklim karakteristiği olan aşırı yağışlar kütle dengelerini bozarak heyelana neden olmaktadır. Heyelan afeti sonucunda can-mal kaybı, konut yıkılması, konutlarda farklı ölçülerde hasarlar, elektrik trafoları - içme suyu- kanalizasyon şebekesi hasarları, çevre hasarları (yol, köprü vs..) olabilmektedir. Heyelan afeti ulaşım, iletişim gibi günlük yaşam sistemlerini etkileyebilmektedir.

Afet sonrasında afetin büyüklüğü ve meydana geldiği lokasyonla ilgili olarak farklı miktar ve çeşitli malzemeler oluşmaktadır. Heyelanlı malzemenin temizlenmesi, hasarlı alanların onarımı gibi işlemler ekonomik açıdan bölge ekonomisini zarara uğratmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Trabzon, Heyelan, Afet, Risk.

## LANDSLIDE DISASTER AND RISK FACTORS OF TRABZON

**Mine Candar and Emine Şevketbeyoğlu**

*İl Afet Ve Acil Durum Müdürlüğü, Trabzon, Türkiye, mtekbas.candar@gmail.com.*

Trabzon have climate features, geological structure and the presence of agricultural land a high risk of landslide disaster area. These features are triggers of the natural disasters in the region such as floods and flood. Landslide disaster in the province of Trabzon as a natural disaster event could cause life, goods and great harm to the environment. Landslide disaster may occur in the region almost every day. This natural disaster create the negative impact the social, economic and psychological aspects.

The risk of landslide disaster in the region especially the excessive rainfall may occur during or immediately subsequent rainfall. Extreme rainfall as a climate characteristic disturbing the balance of mass caused the landslide. As a result of landslide disaster may occur loss of life and goods, demolition of housing, damage to housing units of different sizes, electrical transformers, drinking water, damage to sewage systems, environmental damage (roads, bridges, etc.). Landslide disaster may affect transportation, communication of the daily life.

After disaster related to disaster magnitude and occurring location consist of the quantity and variety of different materials. Clearing the landslide material and repairing of damaged areas interpreting economic damage the regions economy.

**Key Words:** Trabzon, Landslide, Disaster, Risk.

## **ENERJİ VE ENERJİ KAYNAKLARI/ ENERGY & ENERGY RESOURCES**

**Oturum Yürütecüleri / Conveners:**

**Muzaffer Siyako, Salih Saner, Ali İhsan Karayığit,  
Şakir Şimşek, Nilgün Güleç**

## SON PAYLAŞIM VETARIHSEL KÖKLERİ

**Hikmet Uluğbay**

1980li yıllarda buyana, Dünya'nın onde gelen gelişmiş ülkeler arasında doğrudan silah kullanılmayan, diplomatlar, şirket yöneticileri, istihbarat örgütler aracılığı ile yürütülen, ancak zorunluluk doğduğunda etnik ayırcılığa ve taşeronlar aracılığı ile silaha başvurulan, kıyısı bir petrol, doğalgaz, maden ve mineralleri paylaşım kavgası yaşanmaktadır. Petrol üretiminin tavan yapma sürecine girmesi ve kısa süre sonra benzeri bir durumun 2020 li yıllarda doğal gazda da yaşanacağı bekleneleri bu sürtümelere ivme katmış bulunmaktadır.

Sanayi devriminin gelişmesi ve yaygınlaşması, ülkelerin kendi topraklarındaki maden ve mineral kaynaklarını süratle tüketmesine neden olurken, aynı zamanda bu kaynakların dünya coğrafyasında dengeli dağılmadığı gerçekini de gözler önüne sermiş, bu da sömürge edinme yarışını başlatmıştır. Ancak sömürge yarışında geride kalanlar ve elde ettiklerinden mutlu olmayanlar vardı. İşte bu durum, ilk paylaşım kavgasının Birinci Dünya Savaşı öncesinde, sırasında ve sonrasında yaşanmasına neden olmuştu. İkinci Dünya Savaşı, ilk paylaşımında ellişindekini kaybedenlerin yeniden paylaşım isteklerinden kaynaklanmıştır. 1980 li yıllarda başlayan mücadele, aşırı tüketim yüzünden gittikçe kitlesine başlayan kaynaklar ile doğanın esasen kit olarak verdiği stratejik maden ve minerallerin paylaşımı için yapılmaktadır. Ülkemiz, bu mücadelenin en amansız şekilde sürdürdüğü coğrafya içinde yer almaktadır. Bu sunumda özellikle petrol ve doğal gaz kaynakları üzerinde süregelen mücadele ve bu mücadelenin tarihi kökenleri üzerinde durulacaktır. Konuşmanın tam metnine Sempozyum sonrasında [www.hikmetulugbay.com](http://www.hikmetulugbay.com) adresinden erişilebilecektir.

### LAST PARTITION AND ITS HISTORICAL ORIGINS

**Hikmet Uluğbay**

Since early 1980's, the leading global powers have been ruthlessly struggling with each other for the control of the petroleum, natural gas, strategic minerals resources of the world. These resource conflicts are generally being contested in a non-violent manner by diplomats, corporate executives and intelligence agencies. When the situation necessitates; ethnic, religious and tribal animosities are exploited, and if these do not yield results, arms are employed as a last resort. These conflicts over resources have gained momentum since the world has entered the "Peak Oil Production" era and will eventually face a similar trend in Natural Gas production after the 2020's.

Since the beginning and expansion of the Industrial Revolution, industrialized countries increased their use of ores and minerals and rapidly depleted their reserves, and rushed to spoil the resources of the underdeveloped world. During this venture they observed that ores and minerals were not equitably dispersed on the world. This reality gave boost to the colonization of underdeveloped countries and lands during the second half of the 19th and early 20th centuries including the First World War period. The Second World War was initiated by the countries which were not satisfied with the previous distribution of the natural resource rich lands. Since 1980's a new and undeclared struggle for natural resources has been underway especially to control the oil and natural gas rich regions. Turkey happens to be located in the middle of this ruthless struggle scene. This presentation will briefly focus on the last battle for oil and natural gas rich lands and its historical roots. You may reach the text of this presentation from the web site [www.hikmetulugbay.com](http://www.hikmetulugbay.com) a few days after the Symposium ends.

### KÜÇÜKKUYU FORMASYONU'NUN (EDREMIT KÖRFEZİ GÜNEYİ) ANA KAYA ÖZELLİKLERİ

**Çağlar Aytepe<sup>1</sup> ve Ayşe Bozcu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*TransAtlantic Petroleum Corp. Ankara, Türkiye, caglar.aytepe@viking-intl.com,*

<sup>2</sup>*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye.*

Bu çalışmada Edremit Körfezi'nin güneyinde yüzeyleme veren Alt-Orta Miyosen yaşlı Küçükkyu Formasyonu'nun yayılımı, stratigrafisi ve ana kaya olabilme özelliklerini belirlenmiştir. Çalışma alanında Küçükkyu Formasyonu şeyl, karbonatlı silttaşlı, tüf, volkanoklastik kumtaşları ve çakıltalarından oluşmaktadır. Formasyonun ana litolojisini oluşturan şeyller organik maddece zengin olup, ince tabakalı ve laminaldırlar.

Genel olarak yeşilimsi gri, kahverengimsi gri olarak gözlenmesine karşın organik maddece zengin düzeylerinde koyu gri-siyah olarak izlenmektedir.

Küçükkyu Formasyonu'nun Edremit Körfezi güneyindeki yüzeylemelerinden derlenen şeyl örneklerinden organik jeokimyasal ve petrografik analizler yapılmıştır. Bunlardan 10örnekte piroliz ve vitrinit yansımı, 5örnekte gaz kromatografi, 5örnekte ise duraylı C izotop analizleri yapılmıştır. Rock Eval Piroliz Analizi sonucu Toplam Organik Karbon (TOC) değerleri % 0,57-3,1 arasında ve ortalama % 1,65 olup, formasyon iyi bir ana kayayı temsil eder. HI değerleri 712 mg HC/g TOC değerlerine kadar çıkmaktadır. Kerogen tipi olarak II. Tip kerogen hakimdir. Bu da formasyonun daha çok petrol, az oranda da gaz türetebileceğini gösterir.  $T_{max}$  ( $^{\circ}$ C) değerleri 423-442  $^{\circ}$ C arasında değişkenlik sunmakta olup, genel ortalama katajenez başlangıcını işaret etmektedir. Vitrinit yansımı ( $R_o$ , %) değeri ölçülebilen sadece bir örnek olgunlaşma başlangıcını gösterir. Gaz kromatogramlarından elde edilen Pristane/ Phytane (Pr/ Ph) oranlarına göre 5örnekten 3'ü oksik ortamı (Pr/Ph oranı >1), 2'si de anoksik ortamı (Pr/Ph oranı 1<) gösterir. Karbon tercih indeksi (CPI) değerleri (0.95-3.96) organic maddenin erken olgun ve yer yer olgunlaşmamış olduğunu gösterir.

**Anahtar Kelimeler:** Edremit Körfezi, Küçükkyu, Bitümlü şeyl, Ana kaya.

## SOURCE ROCK PROPERTIES OF THE KÜÇÜKKUYU FORMATION (SOUTH OF EDREMIT GULF)

**Çağlar Aytepe<sup>1</sup> and Ayşe Bozcu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> TransAtlantic Petroleum Corp. Ankara, Turkey, [caglar.aytepe@viking-intl.com](mailto:caglar.aytepe@viking-intl.com),

<sup>2</sup> Department of Geological Engineering, Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey,

The purpose of this study is to examine the stratigraphical and organic geochemical features of the Lower-Middle Miocene aged Küçükkyu Formation outcropping in the southern part of Edremit Gulf. Küçükkyu Formation is consist of shales, carbonated siltstone, tuff, volcano-clastic sandstone and conglomerate. Shales are the main lithology of the formation and organic-rich, thin bedded and laminated. The shales are greenish-brownish grey, dark-grey and black in organic-rich levels.

Shale samples collected from the Küçükkyu Formation were analysed with organic geochemical and petrographic methods. Rock-Eval pyrolysis and vitrinite reflection analysis of 10 samples, gas chromatography analyses of 5 samples, C isotope analysis of 5 samples were completed. According to Rock-Eval pyrolysis, TOC values are ranging from 0,57-3,1 wt %, with an average of 1.65 wt %. These results indicate that the Küçükkyu Formation is a good source rock. HI values extend to 712 mg HC/g TOC. Kerogen type is predominantly type II and indicates that the shales are oil and lesser gas-prone.  $T_{max}$  ( $^{\circ}$ C) values change between 423 to 442, and the average value indicates mature organic matter suggesting early catagenesis. Measurable vitrinite reflection ( $R_o$ , %) value shows early stages of maturation in one sample. According to Pr/Ph ratios obtained from gas chromatography 3 of 5 samples show oxic environment (Pr/Ph >1), and 2 indicate anoxic environment (Pr/Ph >1). Carbon Preference Index (CPI) values (0,95 to 3,96) show early mature or immature of the organic matter.

**Key Words:** Edremit Gulf, Küçükkyu, Bituminous shale, Source rock.

## TRAKYA HAVZASI'NDAKİ DELTAYİK ÇÖKELLERİN PETROL ANA KAYASI OLANAKLARININ İNCELENMESİ

**Şamil Şen**

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi, 34320, İstanbul, Türkiye, [samilsen@istanbul.edu.tr](mailto:samilsen@istanbul.edu.tr).

Petrol ve gaz içeren Trakya Havzası Oligosen-Alt Miyosen yaşılı deltayık sedimentler içerir. Bu çalışmada, piroliz ve petrografik analizler yardımı ile deltayık sedimentlerin petrol ana kayası özellikleri incelenmektedir. Alt Oligosen yaşılı prodelta şeyllerinden oluşan Mezardere Formasyonu çok sınırlı kaynak kaya potansiyeline sahiptir. Bu çalışmada Mezardere Formasyonundan alınan 27 yüzey örneğinin TOK (toplam organik karbon) miktarının 5 örnek dışında % 0.5'ten az olduğu belirlenmiştir.

Orta Oligosen-Alt Miyosen yaşılı deltayık sedimentlerden oluşan Osmancık ve Danişment Formasyonları organik maddece zengin şeyl ve kömür içermektedir. Bu şeyl ve kömürlerden alınan 51 ayrılmamış yüzey örneğinin analizi bunların çok iyi ana kaya özelliklerine sahip olduklarını gösterir. Ömeklerin TOK miktarı % 0.02 ile %45.53 arasında değişmektedir. T-max (kerogen dönüşümünün maksimum olduğu

piroliz sıcaklığı) değerleri 351 and 449 °C arasındır ve olgun olmayan- orta olgundur. İlave olarak, organik petrografik çalışmalara göre organik madde muhtevası amorf (0-5%), bitkisel (3-15%), odunsu (75-95%) ve kömürsü (0-15%) olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kaynak kaya, Toplam organic karbon, Petrol aramacılığı, Trakya Havzası.

## **PETROLEUM SOURCE ROCK ASSESSMENT OF THE DELTAIC SEDIMENTS IN THE THRACE BASIN**

**Şamil Şen**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi, 34320, İstanbul, Türkiye, samilsen@istanbul.edu.tr.*

Oil and gas-bearing Thrace Basin (NW Turkey) contains the Oligocene-Lower Miocene deltaic sediments. This study focuses on petroleum source rock assessment of the deltaic sediments based on Rock-Eval - TOC data and organic petrographic analysis. Lower Oligocene prodelta shale of the Mezardere Formation has very restricted source rock potential. TOC (total organic carbon) content of 27 surface samples of the Mezardere Formation determined in this study was lower than 0.5%, except only 5 samples.

Middle Oligocene-Lower Miocene deltaic sediments of the Osmancık and Danişment Formations comprise organic matter rich shale and coal. 51 fresh surface samples taken from the shale and coals have very good source rock potential due to its TOC content ranging from 0.02 to 45.53%. T-max (pyrolysis temperature at the maximum rate of kerogen conversion) values have been measured between 351 and 449 °C. Thus, the sediments are ranging from immature (only biogenic gas) to middle mature. In addition, organic petrographic investigations in this study suggest that organic matter content of the coals and shales made up amorphous (0-5%), herbaceous (3-15%), woody (75-95%) and coaly (0-15%).

**Key Words:** Source rock, Total Organic Carbon, Petroleum Exploration; Thrace Basin.

## **GACHSARAN PETROL YATAKLARINDAKİ (GB İRAN) MUHTEMEL KAYNAK KAYALARIN HİDROKARBON POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE JEOKİMYASAL DENEŞTİRMELERİ**

**Farid Tezheh<sup>1</sup>, Manouchehr Daryabandeh<sup>2</sup>, Bahram Alizadeh<sup>3</sup>  
ve Abdolfayaz Azizi<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> NIOC Arama Müdürlüğü, Jeokimya Bölümü, Tahran, İran, ftezheh@niocexp.ir

<sup>2</sup> NIOC Arama Müdürlüğü, Jeokimya Bölümü, Tahran, İran

<sup>3,4</sup> Shahid Chamran Üniversitesi, Jeoloji Fakültesi, Ahvaz, İran

Bu çalışmada Gachsaran petrol havzasının Kazhdumi, Pabdeh formasyonları jeokimyasal olarak değerlendirmeye alınmıştır. RockEval-6 piroliz sonuçlarına göre Kazhdumi ve Pabdeh formasyonları, Gurpi formasyonuna oranla daha yüksek toplam organic karbon (TOC) ve Tmax değerlerine sahip olup, dolayısıyla daha fazla hidrokarbon üretme potansiyeline sahiptirler. HI – Tmax diyagramları Kazhdumi ve Pabdeh formasyonları için Tip II ve Gurpi içinse karışık olarak Tip II/III Kerojenlere işaret eder. Kaynak kaya örneklerine ait TOC – (S1+S2) diyagramlarından yola çıkarak Kazhdumi ve Pabdeh için iyi-mükemmel, Gurpi için ise orta seviye hidrokarbon oluşturma potansiyeline sahip oldukları sonucuna varılmıştır. İlaveten Smith diyagramları incelenen örneklerin S1/TOC oranlarının 0,1'den büyük olduğunu ve derin gömülmeleri sebebi ile hidrokarbon üretmeyecek olgunluğa erişiklerini gösterir. Sonuç olarak havzada incelenen örneklerden, Gurpi formasyonunun düşük hidrokarbon potansiyeline sahipken, Kazhdumi ve Pabdeh formasyonlarının yüksek potansiyele sahip olduğu sonucu çıkartılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Gachsaran petrol havzası, rock-eval piroliz, kerojen, kaynak kaya.

**THE EVALUATION OF HYDROCARBON POTENTIAL AND  
GEOCHEMICAL CORRELATION OF POSSIBLE SOURCE ROCKS  
IN GACHSARAN OILFIELD, SW IRAN**

**Farid Tezheh<sup>1</sup>, Manouchehr Daryabandeh<sup>2</sup>, Bahram Alizadeh<sup>3</sup>  
and Abdolfayaz Azizi<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> *Geochemistry Department, NIOC Exploration Directorate, Tehran, Iran, ftezheh@niocexp.ir*

<sup>2</sup> *Geochemistry Department, NIOC Exploration Directorate, Tehran, Iran*

<sup>3,4</sup> *Geology Faculty, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.*

In this study Kazhdumi, Pabdeh and Gurpi formations of Gachsaran Oilfield have been investigated geochemically. Results from RockEval-6 pyrolysis indicate that Kazhdumi and Pabdeh formations have high TOC and Tmax values in compare to Gurpi formation, and hence they have higher hydrocarbon generation potential in this Oilfield. Plot of HI vs. Tmax diagram show dominant Type II kerogen for Kazhdumi and Pabdeh formations and mixed type II/III for Gurpi Formation. Total Organic Carbon (TOC) versus (S1+S2) diagram reveal that the studied probable source rock samples have good to excellent hydrocarbon generation potential for Kazhdumi and Pabdeh formations and fair hydrocarbon generation potential for Gurpi formation. Smith diagram also shows that in studied samples, S1/TOC ratio is more than 0.1 and samples are so deeply buried that have become matured enough to generate hydrocarbon. Finally it could be concluded that in this Oilfield, Gurpi formation has got low potential to hydrocarbon generation while samples from Kazhdumi and Pabdeh formations have high potential for hydrocarbon generation.

**Key Words:** Gachsaran oilfield, rock-eval pyrolysis, kerogen, source rock

**TRAKYA HAVZASI'NIN LİNYİT POTANSİYELİ VE BUNU  
KONTROL EDEN JEOLOJİK FAKTÖRLER**

**Doğan Perinçek<sup>1</sup>, Nurdan Ataş<sup>1</sup>, Esra Erensoy<sup>1</sup>, Şeyma Karatut<sup>1</sup>,  
Ayhan Kösebalaban<sup>2</sup>, İsmail Ergüder<sup>2</sup> ve Yaşar Ünal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 17020 Çanakkale, Türkiye, perincek@yahoo.com,*

<sup>2</sup> *Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ), Yenimahalle, 06330 Ankara, Türkiye.*

Trakya Havzası'nın linyit potansiyeli havza genelinde yer altı verileri kullanılarak TKİ Kurumu için çalışılmıştır. Bu amaçla TPAO, MTA ve TKİ kuruluşlarında sağlanan çok sayıda kuyu verisi kullanılmıştır. Havzanın tümü için Oligosen-Miyosen-Pliyosen yaşı birimlerin kalınlık ve yapı haritaları yapılmıştır. Amaç Danişmen Formasyonu (Oligosen-Erken-Miyosen) içinde yer alan linyit katkılarının ekonomik değerlendirmesini yapmaktadır. Bu nedenle Altan Üste Osmancık Formasyonu (Oligosen) üstü yapı haritası, Danişmen Formasyonu kalınlık haritası, aynı formasyonun üst sınırını oluşturan diskordans düzleminin yapı haritası ve Ergene-Kırcasalih (Geç Miyosen-Pliyosen) formasyonlarının toplam kalınlık haritası hazırlanmıştır. Ayrıca çalışmanın ana hedefi olan ve genellikle Danişmen Formasyonu'nun orta kesiminde yer alan linyit katkılarının toplam kalınlık haritası yapılmıştır. Havzada Danişmen Formasyonu linyit katkılarının yanal değişimlerini ortaya çıkarmak için korelasyonlar hazırlanmıştır.

Danişmen Formasyonu içindeki linyit katkılarına ulaşmak için ilk bilinmesi gereken en üsteki Ergene-Kırcasalih formasyonlarının kalınlığıdır. Bu birimlerin ve Danişmen Formasyonunun kalınlık dağılımını kontrol eden faktör Orta Miyosen sırasında etkin olan Trakya Fay Sistemi'dir (Perinçek, 1991). Trakya Fay Sistemi'nin fay zonları üzerinde ve dolayında oluşan yükseltimler üzerinde Danişmen Formasyonu aşınmıştır. Orta Miyosen döneminde meydana gelen söz konusu aşınmanın miktarı değişkendir. Bazı alanlarda Danişmen Formasyonu tümüyle aşındırılmıştır. Bu alanlarda Ergene Formasyonu doğrudan Osmancık Formasyonu üzerine oturur. Danişmen Formasyonu'nun tamamen veya kısmen aşındığı alanlarda, linyit katkıları da yok olmuştur.

Trakya Fay Sistemi'nin etkisiyle oluşan yükseltim alanları aşınmaya rağmen yüksekliklerini korumuşlardır. Söz konusu paleoyükselim alanlarında Ergene Formasyonu ince çökelmıştır.

Bu proje sonunda linyit katkılarının toplam kalınlığının fazla olduğu yerler belirlenmiştir. Ayrıca Danişmen Formasyonu içindeki linyit düzeyleri üzerinde ince örtü olan kesimler saptanmıştır. Söz konusu tespitler yapıldıktan sonra TKİ Kurumu'na yeni ruhsat alanları alması önerilmiştir.

Çalışmanın tam olarak amacına ulaşması için projenin ikinci aşamasında Danişmen Formasyonu'nun fasiyeler haritalarını hazırlanması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Trakya Havzası, Linyit, Trakya Fay Sistemi.

## LIGNITE POTENTIAL OF THE THRACE BASIN AND CONTROLLING GEOLOGICAL FACTORS

**Doğan Perinçek<sup>1</sup>, Nurdan Ataş<sup>1</sup>, Esra Erensoy<sup>1</sup>, Şeyma Karatut<sup>1</sup>,  
Ayhan Kösebalaban<sup>2</sup>, İsmail Ergüder<sup>2</sup> and Yaşar Ünal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Çanakkale Onsekiz Mart University, 17020 Çanakkale, Turkey, perincek@yahoo.com,*

<sup>2</sup>*General Directorate of Turkish Coal (TKİ), Yenimahalle, 06330 Ankara, Turkey.*

This project has been conducted for the General Directorate of Turkish Coal Company. Aim of this study to understand lignite potential of the basin. Subsurface data (including numerous wells and several seismic lines) provided by TPAO, MTA and TKİ.

Structure and thickness maps of Oligocene-Miocene-Pliocene units prepared for the basin. Purpose of this work to understand economical values of lignite seam layers interbedding in the Danişmen Formation (Oligocene-Early Miocene). For that purpose, from bottom to top following maps prepared: Structural map of the top Osmancık (Oligocene) Formation, thickness map of the Danişmen Formation, structural map of unconformity surface (top of the Danişmen Formation), total thickness map of Ergene-Kırcasalih formations (Late Miocene-Pliocene). Finally total thickness map of the lignite layers prepared which is main purpose of the work. Lignite seam layers are usually located in middle of the Danişmen Formation. Also several stratigraphic correlations conducted to understand lateral continuation of lignite layers.

First obstacle to reach lignite is thickness of the Ergene-Kırcasalih formations which are overlying lignite bearing Danişmen Formation. Main structural event which is controlling thickness variation of the Danişmen Formation is Thrace Fault System (Perinçek, 1991); it was active during Middle Miocene. Danişmen Formation extensively or partially eroded along the fault zone and on the en-echelon folds of fault system. Amount of erosion is variable and in some areas Danişmen Formation completely eroded. As a result Ergene Formation rest directly on Osmancık Formation. Lignite layers are also erode at these localities. Elevated areas related Thrace Fault System partially eroded, however these areas were still paleohigh during accumulation of Ergene Formation. Onlapping sequence of Ergene Formation is thinner on these paleohigh. At the end of this project higher thickness areas have been delineated. Addition to that, thin overburden areas on lignite are located. Considering these result, new permit areas selected for TKİ.

In order to refine this work, facies map of Danişmen Formation suggested being prepared.

**Key Words:** Thrace Basin, Lignite, Thrace Fault System.

## ESKİŞEHİR-ALPU SAHASININ STRATİGRAFİK ÖZELLİKLERİ VE KÖMÜR POTANSİYELİ

**İlker Şengüler<sup>1</sup>, Yılmaz Bulut<sup>1</sup>, Korhan Usta<sup>1</sup>, Mahir Sezgin<sup>1</sup>, Ediz Kırman<sup>1</sup>,  
Mustafa Tosun<sup>1</sup>, Ejder Yapıçı<sup>1</sup>, Sami Polat<sup>2</sup> ve Alper Coşar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*MTA Genel Müdürlüğü Enerji Dairesi Başkanlığı 06800 Ankara, Türkiye*

<sup>2</sup>*MTA Orta Anadolu I. Bölge Müdürlüğü 58070 Sivas, Türkiye*

İnceleme alanı Alpu'nun kuzeybatısında Kızılcaören ve Çavlum köyleri arasında yer alır. Neojen yaşılı çökeller ile kaplı olan bölgede stratigrafik istif, MTA Genel Müdürlüğü'ne ait ruhsatlarda yapılan araştırma ve rezerv sondajları ile belirlenmiştir.

Sahada temel kayaçları Paleozoyik yaşılı metamorfiterler ve Mesozoyik yaşılı ofiyolitler oluşturur. Temel kayaçları üzerine uyumsuz olarak Miyosen yaşılı çökeller gelir. Miyosen yaşılı çökellerin tabanında çakıltaşı, kumtaşısı ve kiltaşından oluşan m1 serisi yer alır. Üzerine gelen m2 serisi tabandan tavana doğru yer yer çakılılı, yeşil renkli kiltaşı, kömür, gri renkli kumtaşısı, koyu gri yeşil renkli silttaşısı kiltaşı, kömür ve yeşil renkli kiltaşı, kumtaşısı, ince taneli çakıltaşısı ardışımından oluşan bir istif sunar. Daha üstte ise yer yer gözlenen kireçtaşısı ve çakıltaşından oluşan m3 serisi ile gevşek çakıltaşısı, kiltaşı düzeylerinden oluşan Pliyosen yaşılı çökeller yer alır.

Alpu sahasında kömürleşme 250-450 m arasında değişen derinliklerde, SW-NE doğrultulu iki damar halindedir. Üst damar 0.55-30.30 m arasında değişen kalınlıklarda, alt damar ise 5.85-31.60 m arasında değişen kalınlıklardadır. Üst damarın ortalama ısıl değeri 2000 kcal/kg, alt damarın ortalama ısıl değeri 2400 kcal/kg dır. İki damar arasındaki gri yeşil kiltaşı düzeyleri içinde 20-30 m arasında değişen kalınlıklarda bitümlü marn yer alır. Alt damar üzerinde yer alan ve 2-5 m arasında değişen kalınlıklar sunan gri renkli, ince orta taneli kumtaşısı ayırtmanı özellikle eder.

Havzada rezerv belirleme çalışmaları devam etmekte olup yapılan ön değerlendirmeler MTA Genel Müdürlüğü'ne ait ruhsat alanlarında 250-300 milyon ton kömür varlığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Alpu (Eskişehir), stratigrafi, kömür.

## STRATIGRAPHY AND COAL POTENTIAL OF ESKIŞEHİR-ALPU FIELD

**İlker Şengüler<sup>1</sup>, Yılmaz Bulut<sup>1</sup>, Korhan Usta<sup>1</sup>, Mahir Sezgin<sup>1</sup>, Ediz Kirman<sup>1</sup>,  
Mustafa Tosun<sup>1</sup>, Ejder Yapıçı<sup>1</sup>, Sami Polat<sup>2</sup> and Alper Coşar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>MTA Genel Müdürlüğü Enerji Dairesi Başkanlığı 06800 Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>MTA Orta Anadolu I. Bölge Müdürlüğü 58070 Sivas, Türkiye

The study area is located between Kızılcaören and Cavlum villages in NW of Alpu. The stratigraphic succession in the region, covered by Neogene deposits, are determined by exploration and reserve drillings conducted on the licensed fields of General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA).

The basement rocks in the field are composed of Paleozoic metamorphic rocks and Mesozoic ophiolites. The basement rocks are overlain by Miocene deposits unconformably. At the bottom of Miocene deposits, m1 series lie, comprising conglomerate, sandstone and claystone. Overlying m2 series exhibits an intercalated succession, bearing some gravels, green claystone, coal, gray sandstone, dark gray-green siltstone, claystone, coal and green claystone, sandstone and fine-grained conglomerate from bottom to top. Resting on these units, there are m3 series, built from limestone and conglomerate observed in some places, and Pliocene deposits containing loose conglomerate and claystone levels.

The coalification occurred in the depths between 250 m and 450 m, and is represented by two SW-NE trending coal seams. The upper vein has a varying thickness from 0.55 to 30.30 m, while the lower one has a varying thickness from 5.85 to 31.60 m. The mean calorific value is 2000 kcal/kg in the upper vein and 2400 kcal/kg in the lower vein. There is a bituminous marl layer, thickness of which varies from 20 to 30 m, within gray-green claystone horizons between two veins. Gray, fine-medium grained sandstone, which lies over the lower vein and has thicknesses varying from 2 and 5 m, is characteristic.

Studies on reserve determination in the basin continues, and preliminary assessments in this basin indicate that licensed fields belonging to the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) have a potential of 250-300 million tonnes of coal.

**Key Words:** Alpu (Eskişehir), stratigraphy, coal.

## BÜYÜME FAYLARININ KÖMÜR DAĞILIMI, KALINLIĞI VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ: ETYEMEZ KÖMÜR YATAĞI (KANGAL-SİVAS), ORTA-ANADOLU

**Fuzuli Yağmurlu<sup>1</sup>, Murat Şentürk<sup>1</sup> ve Ezher Toker<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Süleyman Demirel Üniversitesi, 32260, İsparta, Türkiye,  
msenturk@mmf.sdu.edu.tr,

<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Denizli, Türkiye.

Orta Anadolu'da önemli kömür rezervleri içeren Kangal Neojen havzası, egemen olarak fluviyal ve gölsel tortullardan oluşan karasal bir tortul istif ile doldurulmuştur. Kangal'in yaklaşık 30 km güneyinde yer alan Etyemez kömür yatağı, Neojen öncesi temel yükseltisi ile Kangal-Kalburçayı kömür sahasından ayrıılır. Etyemez Neojen havzasını dolduran karasal tortullar, bölgede Mesozoyik yaşı karbonat kayalardan ve ofiyolitlerden oluşan temel kayalarını uyumsuz olarak üstler. Etyemez Neojen istifi alttan üste doğru, (1) başlıca fluviyal ortamda gelişmiş kumtaşı-çamurtaşı birimi ile (2) gölsel kireçtaşlarından oluşur. Yöredeki kömürler, fluviyal birime ait çamurtaşlarının üst bölümünde iki ayrı katman halinde yer alır. Bunlardan alt kömür damarı 3-12 metre, üst kömür damarı ise 3 ile 18 metre arasında değişen kalınlık değerlerine sahiptir.

Etyemez kömür sahasında, kömür damarlarının yeraltındaki yayılımı, yanal yöndeği kalınlık ve kalite değişimleri ile rezerv durumunun ortaya çıkarılması amacıyla, toplam 25 adet karotlu sondaj yapılmıştır. Yapılan sondajlara ait kesitlerin eşleştirilmesi sonucunda, yüzeyde saptanamayan gömülü faylar, havzayı dolduran tortulları ve kömür damarlarını önemli ölçüde etkilemiş oldukları saptanmıştır. Büyüme fayı niteliğindeki bu faylar bağlı olarak, yöredeki kömür damarları ani yanal kalınlık ve fasiyes değişimleri göstermektedir. Diğer

taraftan havza içindeki kömürlerin kalite dağılımı göz önüne alındığında, başlıca KD- gidişli büyümeye faylarının sınırladığı çöküntü alanı içinde yer alan kömürler, sahanın diğer kesimlerine göre daha yüksek kalorifik değere sahiptir.

Etyemez havzası içinde bulunan kömürler büyük bölümyle koyu kahverengi ile siyahımsı olabilen yumuşak linyitlerden meydana gelmektedir. Yersel olarak düzenli laminalanma özelliği gösteren linyitler, yaygın olarak gastropodlardan (*Limnea* sp., ve *Planorbis* sp.) oluşan kavkı kalıntıları içerir. Yöredeki kömürlerin nem miktarı % 47 ile % 55, kül miktarları ise % 21 ile % 24 arasında değişir. Oldukça düşük sayılabilen kalori değerine sahip olan Etyemez kömürlerinin ölçülebilin ortalama kalori değerleri 1040 ile 1115 kcal/kg arasında değişir. Havzadaki ortalama kalori değeri 1057 kcal/kg mertebesinde olup, alt ve üst damarlar için hesaplanan toplam kömür rezervi 28 598 940 ton dolayındadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kömür, Neojen, Kalori değeri, Büyüme fayı.

## **EFFECT OF THE GROWTH FAULTS ON THE QUALITY, THICKNESS AND RESERVE DISTRIBUTION OF THE COAL SEAMS: ETYEMEZ COAL DEPOSIT, KANGAL NEOGENE BASIN, CENTRAL ANATOLIA, TURKEY**

**Fuzuli Yağmurlu<sup>1</sup>, Murat Şentürk<sup>1</sup> and Ezher Toker<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Geology, Süleyman Demirel University, 32260, Isparta, Turkey, msenturk@mmf.sdu.edu.tr,*

<sup>2</sup>*Department of Geology, Pamukkale University, Denizli, Turkey.*

The Kangal Neogene basin located in the south of Sivas (Central Turkey) and filled with continental sedimentary sequence and contain important coal deposits. Kangal basin is limited by the sedimentary and ophiolithic pre-Neogene basement rocks. Mainly NE-trending normal fault systems developed in marginal parts of basin and influenced the thickness and distribution of the coal bearing Neogene sediments. Stratigraphic results indicate that the coal deposits in the Etyemez area occurred as two different seams within the claystone-mudstone unit that in the lowermost section of the Neogene sequence. The coal deposits in this region overlies concordantly with the lacustrine carbonate sediments.

In order to report the spreading and underground structure of the coal deposits in this region 25 drills have been opened reach with a total length of 2099.5 m. The depth of these drills vary between 43 and 123 m. 21 of these drills cut the coal seams but 4 of them has not cut the coal in this region. According to the drill results in the western part of Etyemez Village indicate the developing of the NE- trending normal fault systems in the coal field. These synsedimentary growth faults controlled the thickness of the Neogene overburden sediments and coal seams in lateral direction.

Due to fault systems, the carbon and calorific value of the investigated lignites increase in area between growth faults.

The coals in Etyemez region are generally dark brownish and blackish soft lignite in character. Moisture content of coal is relatively high and varies between 47 % and 55 %. The chemical analysis of the Etyemez coals indicate the lower calorific value and high ash content, varies between 1040 – 1115 kcal/kg, and 21 % - 24 % in respectively. The weighted average calorific value for all of the Etyemez coal basin is 1057 kcal/kg. The total reserves of the coals of 1057 kcal/kg average calorific value were calculated as 28 598 940 tons for the lower and upper seams within the basin.

**Key Words:** Coal, Neogene, Calorific value, Growth fault.

**JEOTERMAL ETÜTLERDE, YÜZEYDE BELİRGİN OLMAYAN (OLASI)  
FAYLARIN TOPRAK GAZLARI ÖLÇÜMÜYLE BELİRLENMESİ:  
KÜTAHYA-PAZARLAR SAHASI ÖRNEĞİ**

**İsmail Cihan, Bahadır Güler, İbrahim Akkuş, Fuat Saroğlu,  
Cemal Kaya ve Emre Değirmenci**

*Kayen Kayı Enerji Yatırımları AŞ, Koza Sok. No:37/6-8 GOP Çankaya/Ankara 06700,  
ismail.cihan@kayi.com.tr, ismail\_cihan@yahoo.com.*

Türkiye'nin jeolojik yapısı gereği, jeotermal sistemlerin ortaya çıkartılmasında fayların ayrı bir önemi bulunmaktadır. Fay süreksizliklerinin neotektonik döneme ait olanları jeotermal akışkanlar için etkin çıkış yollarıdır.

Aşınmanın fazla geliştiği ve/veya alüvyon dolgularının olduğu jeotermal alanların bir kısmında fay vb. süreksizlikleri yüzey jeolojisinde belirlemek oldukça zordur. Bu gibi alanlarda toprak gazi ölçümleri, jeofizik çalışmalar ve araştırma sondajları ile faylar belirlenmektedir. Diğer yöntemlere nazaran daha ucuz ve pratik bir yöntem olan toprak gazi ölçümleri bu tip aramalarda sıkça kullanılmaktadır.

Bu amaçla Kütahya, Simav-Pazarlar Jeotermal Sahası'nda toprak gazi ölçümleri [ Radon (Rn) ve Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ] yapılmış ve elde edilen anomalilerin yapısal süreksizliklere karşılık geldiği yorumu yapılmıştır. Yorumlanan bu süreksizlikler hava fotoğraflarından ve jeofizik araştırmalarдан belirlenen süreksizliklerle jeokimyasal verilerle deneştirilmiştir.

Toprak gazi ölçümleriyle belirlenen, KD-GB uzanıklı olan ana çizgiselliklerin iç bükey olanlarının normal fay veya açılma çatlığı, doğrusal olanlarının ise doğrultu atımlı fay olabilecekleri yorumlanmıştır. Ana çizgisellikleri yüksek açı ile kesen KB-GD gidişli kısa çizgiselliklerin ise ikincil çatlaklara karşılık geldiği kabul edilmiştir. Bu ikincil çatlaklar üzerinde yüksek değerli gaz anomali kapanımlarının olması dikkat çekicidir. Bu çalışmada, toprak gazi ölçümlerinden ortaya çıkan süreksizliklerin jeoloji ve jeofizik etütler ile hava fotoğrafından elde edilen süreksizliklerle genellikle uyuştuğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** toprak gazları, radon, karbondioksit, fay.

**DETERMINING PROBABLE FAULTS BY SOIL GAS MEASUREMENTS IN  
GEOTHERMAL EXPLORATIONS: AN EXAMPLE FROM THE KÜTAHYA-  
PAZARLAR FIELD**

**İsmail Cihan, Bahadır Güler, İbrahim Akkuş, Fuat Saroğlu,  
Cemal Kaya and Emre Değirmenci**

*Kayen Kayı Enerji Yatırımları AŞ, Koza Sok. No:37/6-8 GOP Çankaya/Ankara 06700,  
ismail.cihan@kayi.com.tr, ismail\_cihan@yahoo.com.*

There is an extra importance of the faults for revealing the geothermal systems according to Turkey's geological structure. Faults belonging to the neotectonic period are effective exit channels for geothermal fluids.

In some parts of the geothermal areas where erosion is widespread and alluvium accumulation exists it is quite hard to determine disconformities such as faults and on the surface geology. Faults can be determined by soil gas measurements, geophysical studies and drilling researches. The soil gas measurements are much cheaper and more practical than other methods have been often used in these researches.

Measurements of soil gases [Radon (Rn) and Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>)] in Kütahya, Simav-Pazarlar were realized and depending on the revealed anomalies structural discontinuities were interpreted. They were compared to aerial photos, geophysical studies and geochemical data.

Of the NE-SW trending main lineaments, the concave ones were interpreted to be normal faults and extensional fractures, while the linear ones were commented as strike-slip faults. NW-SE trending short lineaments cutting the main lines by high angle are thought as secondary fractures. These secondary fractures have gas anomalies. Discontinuities determined in this study by measurement of soil gases are in conformity with the lineaments revealed by geological, geophysical studies and aerial photos.

**Key Words:** soil gases, radon, carbon dioxide, fault.

## **İŞLETME AŞAMASINDA JEOTERMAL SAHALARDAKİ KABUKLAŞMA TÜRLERİ, KABUKLAŞMANIN ENGELLENMESİ VE KONTROLÜ: KIZILDERE JEOTERMAL SAHASI ÖRNEĞİ**

**Füsün S. Tut Haklıdır<sup>1</sup>, Taylan Akın<sup>2</sup>, Çağrı Parlaktuna<sup>2</sup>,  
Dilek Türk<sup>2</sup> ve Tevfik Savaş<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Zorlu Enerji Grubu, 34310, Avcılar-İstanbul, Türkiye, fusun.tut@zorlu.com,*

<sup>2</sup>*Zorlu Enerji Grubu, Sarayköy-Denizli, Türkiye.*

Jeotermal sahalarda kuyularda üretim aşamasında gözlenen ve kontrol altında bulundurulması gereken kabuklaşma, sahaların karakterine, akişkan fazdaki minerallerin doygunluklarına göre değişimle olabilecek, kısa sürede kuyularda üretimi düşürebilecek çökelmelerdir.

Gerek dünyadaki jeotermal sahalardaki gerekse Türkiye'deki jeotermal sahalardaki üretim kuyularında sıkılıkla gözlenen kabuklaşma türü kalsiyum karbonat kabuklaşması olup, bu tip bir çökelmeye Al, Mg, Fe'li mineraller eşlik edebilmektedir. Kuyu içinde termodinamik değişimler nedeniyle oluşan bu çökelmeler ya oluştuktan sonra mekanik temizlik ve asitleme operasyonu ile temizlenebilmektedir, ya da günümüzde üretim yapan pek çok işletmenin kullandığı üzere inhibitör uygulamaları ile kuyuda çökelmeyi maksimum düzeyde engelleme yoluyla çözümlenebilmektedir. Kızıldere Jeotermal Santralinde de 2009 yılı başından itibaren üretim kuyularında olusabilecek kabuklaşmaları önlemek amacıyla inhibitör uygulamasına geçilmiştir.

Jeotermal işletmelerdeki kabuklaşma inhibitörü uygulamalarında fosfonat ve çeşitli tuzlardan oluşan ürünler ile polimer ürünler ön plana çıkmaktadır. Reenjeksiyon ve özellikle üretim kuyularında inhibitör dozajlamalarının optimum olarak ayarlanması, farklı çökelmelerin meydana gelmesini engellemek açısından kuyularda ve yüzey ekipmanları için oldukça önemlidir. Kızıldere Jeotermal Sahası üretim kuyularında yapılan inhibitör testleri sırasında da gözlenmiştir ki, kullanılan inhibitörler optimum dozajın altına düşündüğünde gözlenen kalsiyum karbonat çökelmeleri bu dozajın üzerine çıktıığında yerini UV metodu ile yapılan analizlerle tespit edilebilen, fosfanatlı, farklı beyaz çökeltilere bırakılabilirlerdir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeotermal, kuyu, kabuklaşma, inhibitör.

## **SCALING TYPES AND PREVENTION AND CONTROL OF SCALING IN THE OPERATION STAGE IN GEOTHERMAL FIELDS: KIZILDERE GEOTHERMAL FIELD CASE STUDY**

**Füsün S. Tut Haklıdır<sup>1</sup>, Taylan Akın<sup>2</sup>, Çağrı Parlaktuna<sup>2</sup>,  
Dilek Türk<sup>2</sup> and Tevfik Savaş<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Zorlu Energy Group, 34310, Avcılar-İstanbul, Türkiye, fusun.tut@zorlu.com,*

<sup>2</sup>*Zorlu Energy Group, Sarayköy-Denizli, Turkey*

Scaling is one of the phenomenon during production from geothermal wellbores which should be continuously controlled and monitored in order to maintain stabilized production in geothermal fields. Its occurrence depends on both the characteristics of the field and saturation of minerals in brine phase and it causes to decrease of fluid production in wellbore in a short time.

Calcium carbonate scaling is the most abundant type of scale along with Al, Mg and Fe minerals both in Turkey and the other geothermal fields around the world. Acidification or mechanical reaming are the cleaning processes of the scale which deposited due to the thermodynamic changes in the wellbore. Instead of cleaning processes, inhibitors are actively used in geothermal fields to prevent scaling nowadays. Inhibitor application has started to prevent scaling in production wells in Kızıldere Geothermal Power Plant since 2009.

Common inhibitor types are phosphonates with different salts and polymer products in geothermal fields. Adjustment of the optimum inhibitor injection rates are the crucial item to prevent various scaling in re-injection and production wells. The inhibitor tests carried out in Kızıldere Geothermal Field indicate that calcium carbonate starts to deposit if the inhibitor injection dosages become lower than the optimum injection rate. Meanwhile, if injection dosages of inhibitor are higher than the optimum dosages, phosphonate deposits start to precipitate as white scale which may be analysed by UV method.

**Key Words:** Geothermal, well, scaling, inhibitor.

## ÖMER-GECEK (AFYONKARAHİSAR) JEOTERMAL SAHASININ GÜNEY DOĞUSUNDA AÇILAN JEOTERMAL KUYUSUNDAN ELDE EDİLEN SUYUN ÖZELLİKLERİ VE ELEKTRİK ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ

**Yusuf Ulutürk<sup>1</sup> ve Fuzuli Yağmurlu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> AFJET, Afyon Jeotermal Tesisleri Turizm, Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi, Afyonkarahisar, Türkiye,  
yusufuluturk@affjet.com.tr,

<sup>2</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Çünür, Isparta, Türkiye.

Ömer-Gecek jeotermal sahası Batı Anadolu'da bulunan en önemli sahalardan birisidir. İnceleme alanındaki en yaşlı birim Bayramgazi Metamorfitleri ve Oyüklutepe Mermerleridir. Neojen yaşlı volkanosedimentler kayaçlar inceleme alanında geniş alanlar kaplamakta olup, Paleozoyik yaşlı birimlerin üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. İnceleme alanında volkanizma, Üst Miyosende başlayıp, Pliyosen boyunca devam etmiş ve Volkanizmanın son safhasında ise andezitik ve bazaltik bilesimli lavlar meydana gelmiştir. Sahanın en genç birimi ise alüvyon olup, yaklaşık kalınlığı 30-400m civarında değişmektedir.

Ömer-Gecek jeotermal sahasında bugüne kadar açılan kuyulardan yaklaşık 100 °C civarında jeotermal akışkan elde edilmektedir. Sahanın D-GD'sunda yapılan jeolojik ve jeofizik çalışmaların sonucunda 600-800 m ve 1600-1800 m arasında iki farklı rezervuar tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre açılan ilk kuyudan 800 m derinlikte 125°C ve 100 lt/sn jeotermal akışkan elde edilmiştir. Sahada açılacak ikinci kuyuda 2000 m derinlige inilerek daha yüksek sıcaklıkta akışkan elde edilmesi hedeflenmektedir. Bölgedeki sondaj işlemlerinin bu yeni sahayı geliştirmesi, elde edilecek jeotermal suyun entegre kullanılmasıyla yaklaşık 1.5 MW gücünde elektriğin üretilmesi ve termal tesislerin ve seraların ısıtılması düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeotermal su, Entegre kullanım, Ömer-Gecek, Afyonkarahisar.

### THE PROPERTIES AND USAGE AT ELECTRICITY PRODUCING OF GEOTHERMAL WATER FROM BOREHOLE AT SOUTHEASTERN OF ÖMER-GECEK (AFYONKARAHİSAR) GEOTHERMAL AREA

**Yusuf Ulutürk<sup>1</sup> and Fuzuli Yağmurlu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> AFJET, Afyon Geothermal and Tourism Incorporated Company, Afyonkarahisar, Turkey,  
yusufuluturk@affjet.com.tr,

<sup>2</sup> Department of Geological Engineering, Süleyman Demirel University, Çünür, Isparta, Turkey.

Omer-Gecek is one of the most important geothermal sites in West Anatolia. The oldest lithological units in study area are Bayramgazi Metamorphics and Oyüklutepe Marbles. Volkanosedimentary rocks of Neojen are exposed over widespread areas and unconformably overlie Paleozoic units. In study area, volcanism activated from Upper Miocene to Pliocene time and andesitic and basaltic flows occurred at the final stage of the volcanism. Alluvium is the youngest lithological unit and has the thickness of 30-400 m.

The geothermal waters having 100°C have drilled until today in Omer-Gecek geothermal basin. After geological and geophysical surveys carried out in the E-SE of study, it was explored two geothermal reservoirs at 600-800m and 1600-1800m. levels. The geothermal waters having 125°C and flow rate of 100 l/s were drilled from borehole at 800 m level. It is intended to reach 2000 m depth and to drilled geothermal water having higher temperature from second borehole at study area. It was planned that the drilling activities improved the new geothermal area, 1.5MW electricity power produced, thermal facilities and greenhouses heated by integrated using of drilled geothermal water from new borehole

**Key Words:** Geothermal water, Integrated usage, Ömer-Gecek, Afyonkarahisar.

## MANYAS VE ÇEVRESİ JEOTERMAL KAYNAKLARININ JEOELEKTRİK YÖNTEMLERLE TAYİNİ

**Kübra Özcan<sup>1</sup>, Fethi Ahmet Yüksel<sup>2</sup> ve Hasan Emre<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Vezneciler TR- 34134 Fatih, İstanbul, Türkiye,  
kubraozcan@windowslive.com*

<sup>2</sup>*İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. Jeofizik Müh. Böl. Uygulamalı Jeofizik Anabilim Dalı Avcılar Kampüsü,  
TR- 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye,*

<sup>3</sup>*İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl. Avcılar Kampüsü TR- 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye.*

Jeotermal enerji, uzun zamanlardan beri çeşitli amaçlarla kullanılmıştır. Jeotermal enerji, eski zamanlarda sağlık, tarım gibi nedenlerle kullanılmıştır. Günümüz de ise nüfusun artmasıyla beraber endüstri, tarım, konut işitsmacılığı ve enerji üretimi için başvurulabilir, çevre dostu bir kaynaktır.

Manyas ve yakın çevresinde İzmir-Ankara Zonuna ait metamorfize olmuş temel kayaçları ile bunları kesen Oligosen sonu veya muhtemelen Erken Miyosen yaşlı volkanitlerle ilişkili granit-granodiorit küçük bir alanda görülür. Erken Miyosen yaşlı Andezit-Riyolit farklılıklar gösteren lavlar, Orta-Üst Miyosen yaşındaki karasal çökeller arasındaki volkanogenik kumtaşları, Pliyosen çakılları ile güncel alüvyal birikintiler, Kuzeybatı Anadolu'daki KB-GD gerilmeli sistem sonucu oluşan faylara bağlı çöküntülerde gelişmiştir. Miyosen ve Günümüz arasında oluşan birikintiler arasındaki faylı kesimler jeotermal kaynak alanlarını oluşturmaktadır.

Balıkesir iline ait Manyas ilçesinde, jeoelektrik yöntemler kullanılarak jeotermal alan araması yapılmıştır. Çalışma yapılrken, Schlumberger elektrot açılımına göre ölçü düzeni planlanmıştır. AB/2 aralığı 800 m. ile 1000 m. arasındadır. Jeoelektrik yöntemlerden elde edilen veriler programlar tarafından görüntülenerek ortamın yer altı yapısı gösterilmeye çalışılmıştır. Ayrıca yer altının litolojik unsurları belirlenmiş ve bölgede daha önceden varlığı bilinen fay yapısının gösterilmesi sağlanmıştır. Bununla birlikte tüm bu unsurlar birleştirilerek ortamda varolan jeotermal kaynak için yorumlamaya gidilmişdir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeoelektrik, Jeotermal, Karasal Çökeller, Manyas, Volkanizma.

## GEOTHERMAL RESOURCE DETERMINATION WITH GEOELECTRICAL METHODS IN MANYAS AND ENVIRONS

**Kübra Özcan<sup>1</sup>, Fethi Ahmet Yüksel<sup>2</sup> and Hasan Emre<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Vezneciler TR- 34134 Fatih, İstanbul, Türkiye  
kubraozcan@windowslive.com*

<sup>2</sup>*İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. Jeofizik Müh. Böl. Uygulamalı Jeofizik Anabilim Dalı Avcılar Kampüsü,  
TR- 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye,*

<sup>3</sup>*İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl. Avcılar Kampüsü TR- 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye.*

Geothermal energy has long been used for various purposes. Geothermal energy was used for reasons such as agriculture, health care since ancient times. With the increase in the population, it is being used today for industrial and agricultural applications and for energy production.

Near Manyas and its surrounding area there are metamorphic rocks belonging to the İzmir-Ankara Zone. Another unit is granite-granodiorite associated with the volcanics of late Oligocene or most likely early Miocene age. The early Miocene aged andesite-rhyolite lavas, middle-upper Miocene aged volcanic sandstones in terrestrial sediments, Pliocene gravels and some alluvium are developed in the depressions formed in relation to faults associated with the NW-SE extension in NW Anatolia. The geothermal resources are located between these fault zones which are growing since Miocene to present time.

In Manyas town of Balikesir province, geothermal exploration was performed using geoelectrical methods. During the study, electrode measurement scheme was planned according to the Schlumberger expansion. AB / 2 spacing is between of 800 m. and 1000 m.. Data obtained from geoelectrical methods were processed to delineate the subsurface structure. Also, lithological components were determined and the previously known fault structure was shown. All these factors were combined to interpret the environment for the existing geothermal resource.

**Key Words:** Geoelectric, Geothermal, Manyas, Volcansim, Terrestrial Sediments.

## YENİŞEHİR HAVZASININ (BURSA) TEKTONO-STRATİGRAFİK ÖZELLİKLERİ VE KÖMÜR OLUŞUMU

**İlker Şengüler<sup>1</sup>, Oktay Tüvar<sup>2</sup> ve Şinasi Sözeri<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> MTA Genel Müdürlüğü Enerji Dairesi Başkanlığı 06800 Ankara, Türkiye,

<sup>2</sup> MTA Orta Anadolu I. Bölge Müdürlüğü 58070 Sivas, Türkiye.

“Güney Marmara Bölgesi Neojen Kompilasyonu ve Kömür Potansiyeli” projesi kapsamında 2002 yılında bölge geniş ölçekte ele alınmıştır. Neojen kompilasyonuna bağlı değerlendirmeler sonucunda Yenişehir havzasında 2010 yılında araştırma sondajları yapılmıştır.

Bölgelin temelini Paleozoyik ve Mesozoyik yaşı Sakarya Kitası'na ait kayaçlar oluşturur. Temel birimler üzerine Tersiyer çökelleri gelir. Yenişehir havzasında tabanda konglomera ile başlayan sonra kaba taneli kumtaşına geçen ve kumtaşlı, kiltaşlı, silttaşlı, kireçtaşlı aradalanması ile devam eden Neojen'e ait m-pl serisi yüzeyler. Miyo-Pliyosen yaşı m-pl serisi Güney Marmara Bölgesinde yer yer kömürlü olup nadiren ekonomik damarlar içerir. Bölgede m-pl serisi altında yer alan m serisini ise ekonomik kömürleşmeye sahip Miyosen yaşı çökeller oluşturur.

Yenişehir havzasında yapılan sondajlarda m-pl serisine ait akarsu ve göl çökel paketleri kesilmiş ve temele girilmiştir. Gölsel paketler içerisinde organik boyamalı kil düzeyleri geçilmiş ancak ekonomik kömür oluşumuna rastlanmamıştır.

Bölgede yapılan çalışmalarda havza; bazı araştırmacılar tarafından çek-ayır havza, bazı araştırmacılar tarafından ise karstik havza olarak tanımlanmıştır. Ancak proje çalışmalarımız sırasında elde edilen veriler, her iki havza oluşum modeline de tereddütle yaklaşmamıza neden olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Yenişehir (Bursa), stratigrafi, kömür.

## TECTONO-STRATIGRAPHIC FEATURES OF YENİŞEHİR BASIN (BURSA) AND COAL OCCURENCE

**İlker Şengüler<sup>1</sup>, Oktay Tüvar<sup>2</sup> and Şinasi Sözeri<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> MTA Genel Müdürlüğü Enerji Dairesi Başkanlığı 06800 Ankara, Turkey,

<sup>2</sup> MTA Orta Anadolu I. Bölge Müdürlüğü 58070 Sivas, Turkey.

The region is studied in the context of the Project “Neogene Surveying and Coal-Bearing Potential of Southern Marmara Region” with details in 2002. Exploration wells were drilled on Yenişehir basin as a result of assessments from the regional study of Neogene in 2010.

The basement in the studied region is composed of Paleozoic and Mesozoic rocks of the Sakarya Continent. The basement units are overlain by Tertiary deposits. Exposed in Yenişehir basin, m-pl succession of Neogene starts by basal conglomerate followed by coarse-grained sandstone and lasts by an intercalation of sandstone, claystone, siltstone and limestone. Mio-Pliocene m-pl succession contains coal seams, some of which are rarely economic. Underlying m-pl succession in the region, m succession has economic coal deposits of Miocene.

Fluvial and lacustrine depositional packages of m-pl succession are cut in the drillings conducted in Yenişehir basin and the basement is exposed. Within the lacustrine series, clay horizons with organic remains are passed but no economical coal occurrence.

Based on the studies of regional geology the basin has been described as a pull-apart basin by some researchers and as a karstic basin by other researchers. Data obtained from our project studies gave way to our doubtful approach on these two models of the basin formation.

**Key Words:** Yenisehir (Bursa), stratigraphy, coal.

## UKRAYNA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİNİN GELİŞME BEKLENTİSİ VE GÜNCEL SORUNLARI

**Natalia Rebenok**

*İş Ekonomisi ve Ekonomi Teorisi Bölümü, Chernihiv Devlet Teknoloji Üniversitesi, sonata\_35@mail.ru*

1973 yılında meydana gelen petrol krizi yenilenebilir enerjinin kullanımını ve batıda enerji koruma teknolojilerinin ortaya konulmasını hızlandırmıştır. Ukrayna enerji açığı ülkelerden biridir ve alternatif enerji oldukça önemli bir konudur. Ukrayna'nın değişik bölgelerinin kaynak olanaklarını ve potansiyelini göz önüne aldığımızda, bu ülke projelerin geliştirilmesi, bilimsel araştırmalar ve sahada pratik uygulanması için gerekli olan kuruluşlara ve organizasyona sahiptir. Ukrayna'da güneş enerjisini büyük potansiyeli vardır ve kullanımı artmaktadır. Ülkenin güneş enerjisinin kullanılması için uygun coğrafik konumu, hammadesi, tecrübe, teknik ve teknolojik gelişimi vardır. Rüzgar gücü Ukrayna'da ümit verici yenilenebilir enerjidir. Rüzgar enerji kaynakları teknik ve ekonomik olarak ülkenin %40'ının gelişmesi için kullanılabilir. Rüzgar tarlalarının kurulmasını için tasarlanan bu program 2020 yılında 1800 - 1900 MW gücünün ortaya çıkması için tasarlanmıştır. Ülkede 1991-2009 yıllarında 10 kW kapasiteye kadar çikan 1170 rüzgar gücü işletme yapılmıştır

Jeotermal Ukrayna'nın formal kaynağıdır ve ümit verici yenilenebilir enerji kaynağıdır. 1991 yılında, Kırım'da Tarkhankut Jeotermal Güç İşletmesi ve Lviv bölgesi'nde – Mostiska Jeotermal Güç İşletmesi (100 ve 10-15 MW kapasiteli) kurulması amaçlı proje başlatılmıştır. Jeotermal enerjinin ortalama potansiyelinin kullanılması için ümit verici yerler Kırım, Karpatlar, Lviv ve Ivano-Frankivsk, Chernihiv, Poltava, Sumy ve Kharkiv bölgesidir. Jeolojik verilere göre uygun jeotermal havuzlar Karpatlar, Kırım'ın Transkarpat bölgesi, Poltava ve Chernihiv bölgesinde yer alır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını destekleyen devlet politikası 2020 yılında 250 MW jeotermal enerjinin kullanılmasını önermektedir.

**Sonuç.** Dünüyadaki deneyim bazında yeni teknolojilerin kullanılmasının analizinin sonuçları Ukrayna'daki bölgelerin yenilenebilir alternatif enerjinin geliştirilme potansiyeli olduğunu göstermiştir. Öncelik ekolojinin düzeltilmesi enerji ithalatının azaltılmasıdır.

Yenilenebilir alternatif enerjinin daha fazla geliştirilmesi için öneirlen metodlar ve yollar;

- Jeolojik araştırmalar;
- Ukrayna ve dışında kalifiye profosyonel potansiyelinin kullanılması;
- Yenilikçi politikanın yürütülmesi;
- Bölgelere yatırım teşvigi;
- Ekonomik bölgeler için yatırım yapılması;
- Gürmük rejimi ve vergilendirmede esnek politika;
- Yetenekli profosyonel, bilim insanları potansiyelinin kullanılması.

Ülkedeki akademik, üniversite ve endüstri bilimi ve teknoloji kapasite yaratma programlarına katkıda bulunan bu konudaki bulgular ve çalışmalar dünya enerji güvenliğini artırmakta, Ukrayna devletinin yenilenebilir enerji alanında güvenilir uluslararası partner olarak imajını kuvvetlendirmektedir

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir enerji, Alternatif enerji, Güç, Ukrayna.

## THE ACTUAL PROBLEMS AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF RENEWABLE ENERGY IN UKRAINE

**Natalia Rebenok**

*Department of Economic Theory and Business Economics / Chernihiv State  
Technological University, sonata\_35@mail.ru*

In 1973 oil crisis was the impetus for the use of renewable energy and introduction of energy-conserving technologies in the west. Ukraine belongs to energy deficient countries and the issue of alternative energy is very important. Taking into account the potential and resource capabilities of each region of Ukraine, the country has organizations and institutions that successfully implement the project development, scientific research and practical realization in the field. Solar power in Ukraine has great potential and increases growth rates. The country has favorable geographical location, raw materials inventory, experience, technical and technological developments for the use of solar energy. Promising technology for renewable energy in Ukraine is wind power. Wind energy resources are technically and economically justified for the development of 40% of the country. The program designed for the construction of wind farms is intended for the commissioning of power 1800 - 1900 MW by 2020. In the period of 1991-2009 in the country there was established about 1170 wind – power plants with capacity up to 10 kW.

Geothermal is formal resources of Ukraine and it is one of the promising renewable energy resources. In 1991 it was launched a project aimed at creating in the Crimea Tarkhankut GeoTPP and in the Lviv region – Mostiska binary GeoTPP (design capacity of 100 and 10-15 MW). Promising areas for the use of geothermal resources of the average potential are Crimea, the Carpathians, Lviv and Ivano-Frankivsk, Chernihiv, Poltava, Sumy, Kharkiv region. According to geological data favorable features of geothermal pools are in the Carpathians, Transcarpathia, regions of the Crimea, Poltava and Chernihiv region.

State program of promotion to use the renewable energy sources, suggests to use of geothermal energy to 250 MW in 2020, the establishment of experimental binary geothermal power plants with total capacity of 1,5 MW on the basis of abandoned oil wells.

**Conclusion.** The results of the analysis of using new technologies based on world experience have shown that regions of Ukraine have the potential to develop renewable alternative energy. The priority is – improving the ecology and reducing dependence on energy imports.

Suggested methods and ways of further development of the renewable alternative energy:

- geological survey research;
- using the potential of qualified professionals in Ukraine and abroad;
- the implementation of innovation policy;
- investment attraction of regions;
- integration of enterprises in economic zones into the territorial complexes;
- flexible policy of the customs regime and taxation;
- using the potential of skilled professionals, scientists.

The studies and findings in this field contribute to the development of academic, university and industry science and technology capacity-building programs in the country to raise the level of global energy security, strengthen the international image of the Ukrainian state as a reliable international partner in the field of renewable alternative energy.

**Key Words:** Renewable Energy, Alternative Energy, Power, Ukraine.

## LURESTAN BÖLGESİNİN (GB İRAN) JEOKİMYASAL DENEŞTİRMELERİ VE PETROL REZERVUAR, KAYNAK KAYA VE SARKAN PETROL YATAKLARI PETROL SİZİNTİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Manouchehr Daryabandeh<sup>1</sup> ve Farid Tezheh<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> NIOC Arama Müdürlüğü, Jeokimya Bölümü, Tahran, İran, mdaryabandeh@yahoo.com,

<sup>2</sup> NIOC Arama Müdürlüğü, Jeokimya Bölümü, Tahran, İran.

Sarkan petrol yatağı Lurestan bölgesindeki Zagros Dağ kuşağında yer alır. Kaynak tespiti için Üst Kretase Sarvak rezervuarı, Garau Formasyonu (Erken – Orta Kretase) ve bitişindeki petrol sızıntılarından sistematik örnekleme yapılarak petrol-petrol ve petrol-kaynak deneşirmeleri için jeokimyasal olarak analiz edilmiştir. Oluşturulan üçgen diyagram Sarvak rezervuarı petrolunun ve Garau örneklerinden ayrılanan bitumen parafinik tipte iken sızıntıının naftenik kimyasal bileşimde olduğunu göstermiştir. Bu durum Sarvak petrolünün ve Garau kaynak kayasının yüksek olgunluğa sahip ve biyodegradasyona maruz kalmadıklarını gösterir. Sızıntı petroldeki ağır bileşiklerin baskınlığı, parafin bileşiklerini uzaklaştıran biyodegradasyon sebebi iledir. Pristan – pitan oranları, PR/NC17-PH/NC18, terijen/sulu oranı, yıldız diyagramı ve jeokimyasal veriler, Sarvak rezervuarı petrolünün Garau kaynak kayasından türediğini göstermektedir. Bu alg (Tip II Kerojen) içerikli kaynak kaya indirgen bir ortamda çökelmiştir. C27, C28 ve C29 steranlarının üçgen diyagramı, c29/c30 hopan – C35S/C34S hopan, metildibenzoitofan oranı, dibenzoitofan (MDBTS/DBT), phenanthrene miktarı, duraylı karbon izotopu ve diğer jeokimyasal parametrelerin tümü Sarval petrol ve sızıntı petrolün, düşük bir enlemede tropic iklimde çökelen Garau karbonatlarından türediğine işaret eder. C19'dan C30'a kadar mevcut bulunan trisiklik terpanlar, yaygın trisiklik trepan oranı (ETR), oleanan-oleanan+hopan oranı, C28/C29 steran oranları Alt Kretase'nin Garau karbonatlarını teyit eder.

C32-hopan 22S(22S+22R) - C29-steran 20S/(20S+20R), metilfenantren indeks-1 (MPI-1) ve jeokimyasal parametreler petrolün yüksek olgunluğunu gösterirken, kaynak kaya ve sızıntı petrolün henüz başlangıç aşamasında olduklarına işaret eder.

**Anahtar Kelimeler:** biomarker, karbon izotop, Garau kaynak kayası, Sarvak rezervuarı, Sarkan petrol yatakları, Lurestan.

## THE GEOCHEMICAL CORRELATION AND EVALUATION OF RESERVOIR OIL, SOURCE ROCK AND OIL SEEP IN SARKAN OILFIELD, LURESTAN AREA, SW OF IRAN

**Manouchehr Daryabandeh<sup>1</sup> and Farid Tezheh<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Geochemistry Department, NIOC Exploration Directorate, Tehran, Iran, mdaryabandeh@yahoo.com,*

<sup>2</sup> *Geochemistry Department, NIOC Exploration Directorate, Tehran, Iran.*

The Sarkan oilfield is located in the Lurestan Area of the Zagros mountainian ranges. In order to determine the source rock, oil samples from the Upper Cretaceous Sarvak reservoir, systematically collected samples from the Garau Formation (Early Cretaceous-Middle Cretaceous) and an oil sample from an adjacent oil seep have been examined geochemically for oil-oil and oil-source rock correlation. The triangular diagram developed suggested that the chemical composition of Sarvak reservoir oil and the bitumen extracted from the Garau samples were paraffinic type, whereas the oil seep was naphthenic oil. This approves that, Sarvak oil and Garau source rock are having high maturity and were not exposed to biodegradation. Domination of heavy compounds in seep oil is due to biodegradation which removed paraffinic compounds. Pristane to phytane ratio, PR/NC17 versus PH/NC18, terrigenous/aquatic ratio (tar), star diagram (GC parameters) and finally geochemical data, all show that the Sarvak reservoir oil has been derived from the Garau source rock. This Algae (Kerogen Type II) bearing source rock was deposited in a reducing environment. Triangular diagram of C27, C28 and C29 sterane, C29/C30 hopane versus C35S/C34S hopane, methyldibenzothiophene ratio to dibenzothiophene (MDBTS/DBT) versus dibenzothiophene to phenanthrene ratio, stable carbon isotope ( $\delta^{13}\text{C}$ ) and other geochemical parameters all show that Sarvak oil, and seep oil are generated from Garau carbonates, which was deposited in a tropical environment at low latitudes. Presence of tricyclic terpanes in C19 to C30 vicinity, extended tricyclic terpane ratio (ETR), oleanane to oleanane+hopane ratio, C28/C29 sterane ratios all confirm that the source rock of studied oils is Garau carbonates of the Lower Cretaceous.

C32-hopane 22S/(22S+22R) versus C29-sterane 20S/(20S+20R), methylphenanthrenes index-1 (MPI-1), and the geochemical parameters show high maturity of the oil, whereas source rock and seep oil being in the beginning of oil window.

**Key Words:** Biomarker, carbon isotope, Garau source rock, Sarvak reservoir, Sarkan oilfield, Lurestan.

## MUSUL BLOKU PETROL YATAKLARI GELİŞTİRME TEKNİKLERİİNİN TEKTONOSTRATİGRAFİK ÇALIŞMALARI VE GRAVİTE ETKİSİ

**Marwan Mutib Faris<sup>1</sup> ve Haji Yousif Abdulrahman<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Musul Üniversitesi, Irak,*

<sup>2</sup>*Zakho Üniversitesi, Irak.*

Çalışma alanı Musul'un batısında, Irak'ın kuzeyinde yer almaktadır. Doğu Tigris nehri, batıda Sinjar, Baaj ve Al-Hadler bölgeleri, kuzeyde Suriye sınırı ve güneyde Al-Shirgat bölgesinin arasındadır. Tektonik olarak, asılı ön-ülke havzası içinde –antiklinal eksenlerinde açılan derin petrol arama kuyu sonucu yapılan önceki tektonostratigrafik deneşirmelere dayanarak- ikincil blokları da içeren bir alanda konuşlanmıştır. Merkezi Atshan antiklinalı olmak üzere izlenen gravite yüksekliği birçok antiklinal yapılarının (Allan, Shaikh -Ibrahiem, Sasan, Ishkaft, Gusair, Ain-Zalah, Butma, Rafan, Atshan, Nwaigit, Qlaian, Adaya and Najma) yüzeyleri boyunca izlenir. Gravite haritası ortalama net gravite değerlerini içeren 30, 20, 10 ve 3 km'lik bölgelere ayrılmıştır. Birinci ve ikinci aralıkların ikincil gravite alan özellikleri hakkında detay bilgi vermedikleri, üçüncü aralığın yalnızca büyük gravite özelliklerini gösterirken dördüncü aralığın bu çalışma amacına en uygun olduğu sonucuna varılmıştır. İkincil blok ve fayların belirlenmesine yönelik olarak çok çeşitli metodlarda (jeokriging, modifiye Shepard's., doğrusal interpolasyonla triangülasyon, yumuşak interpolasyon, matematik fark, birincil yönlü derivasyon, doğrusal konvolüsyon filtreleri) zenginleştirme haritaları üretilerek önceki tektonostratigrafik çalışmalarla deneşirilmiştir. Sonuçta Musul blokunun 120 km uzunluğunda ve 60 km genişliğinde devasa bir kütle olup, Zagros trendi ile bir güney bloğa ve doğrultu atımlı bir fay ile (kuzeydeki antiklinal eksenlerinin KB-GD'dan D-B'ya dönmelerini açıklayarak) Toros trendi olarak kuzey bloğa ayrıldığı görülmüştür. Bu çalışma öte yandan petrol barındıran 20 x 15 km'lik Ain Zala, 20x10 km'lik Rafan-Butma, 10x4 km'lik Gusair ve 15 km genişliğindeki Iskaft ikincil bloklarını da hassas bir şekilde ortaya koymuştur. Yine Adaya ve Sheikh Ibrahiem blokları 60 x 20 km boyutlarında tek bir yapı, Allan bloku 10 km genişlikte, Qlaian, Atshan ve Nuigit blokları her biri 45 km genişliğinde büyük yapılar olarak gözlemlenmiştir. Nihai olarak Najma (tahmini günlük üretim 200.000 varil/gün) bloku 10 x 20 km ve Mishraq bloku (küükürt üretim alanı) 10 km genişliğinde tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Gravite, Musul.

## GRAVITY SIGNATURE OF TECTONOSTRATIGRAPHIC STUDIES FROM THE ENHANCEMENT TECHNIQUES IN MOSUL BLOCK OILFIELDS

**Marwan Mutib Faris<sup>1</sup> and Haji Yousif Abdulrahman<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Mosul University, Iraq.*

<sup>2</sup>*Zakho University, Iraq.*

The study area lies in the northern part of Iraq to the west of Mosul. It is surrounded by Tigris river to the east, Sinjar, Baaj and Al- Hadher areas to the west, Syrian border to the north and Al- Shirgat area to the south. Tectonically, the study area locates within foothill subzone (Suspended Foreland Basin) including secondary blocks suggested by a previous tectonostratigraphic correlation based on deep oil exploration wells lying on the crests of the anticlinal structures. The study area is covered with a gravity high which its centre locates near Atshan anticline and extends over many anticlinal structured surfaces (Allan, Shaikh -Ibrahem, Sasan, Ishkaft, Gusair, Ain-Zalah, Butma, Rafan, Atshan, Nwaigat, Qlaian, Adaya and Najma). So The gravity map were divided into gridding net of the gravity values with spacing intervals of 30 Km, 20Km , 10Km and 3Km. It is indicated that the first and second intervals are not giving details about the secondary gravity field features, the third interval showed only large gravity features but the fourth interval is the best choice to verify the aim of the present study. The different enhancement maps(Geokriging, Modified Shepard's, Triangulation with linear interpolation, Smoothing interpolators, Mathematic difference, First directional derivatives, Linear convolution filters) have been correlated with previous tectonostratigraphic studies for identifying the gravity signature of secondary blocks and faults. The present study indicates that the Mosul block reflects a huge mass of 120 Km length and 60 Km width which is divided into a southern block with Zagros trend and a northern Taurus trend by a strike-slip fault explaining why the anticlines changing their axes orientations from NW-SE of the southern one to E-W on the northern. On the other hand, this study delineated, precisely, the secondary blocks such as Ain Zala oil bearing block with length of 20 Km and width 15 Km. Rafan-Butma block is 20 Km length and 10 Km width. Gusair block is 4 Km width and 10km length. Ishkaft block is 15 Km width and unknown length. Adaya and Sheikh Ibrahem blocks are seemed to be as one block with length of 60 Km and width of 20 Km Allan block is 10Km width and unknown length. The Qlaian, Atshan and Nuigit blocks are considered large features having each of them length and width of 45 Km. Finally, The petroleum Najma block(estimated production is 200000 bl/day) is 10km width and 20km length, and Mishraq block (containing the sulphur producing area) is 10 Km of length and width respectively.

**Key Words:** Gravity Signature, Mosul.

## ÖMER-GECEK HAVZASININ (AFYONKARAHİSAR) JEOTERMAL YAPISININ MANYETOTELLÜRK VE DOĞRU-AKIM ÖZDİRENÇ YÖNTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ

**Erhan Erdoğan<sup>1,2</sup>, Ahmet Yıldız<sup>1</sup>, Mehmet Emin Candansayar<sup>2</sup>, Metin Bağcı<sup>1</sup>, Can Başaran<sup>1</sup>, Yusuf Ulutürk<sup>3</sup>, Ergün Türker<sup>1</sup> ve Feyzullah Çonkar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>JUAM, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Jeotermal Mineralli Sular ve Maden Kaynakları Araş. ve Uyg. Merkezi, 03200, Afyonkarahisar, Türkiye, eerdogan@eng.ankara.edu.tr,

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 06100, Ankara, Türkiye,

<sup>3</sup>AFJET, Afyon Jeotermal Tesisleri Turizm, Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi.

Ömer-Gecek havzası, Afyonkarahisar ve Batı-Anadolu'nun en önemli jeotermal bölgelerinden biri olup, Afyonkarahisar ilinin 18 km kuzey-batısında yer almaktadır. Bölgede, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) ve özel kuruluşlar tarafından açılmış olan çok sayıda sondaj kuyusu bulunmaktadır. Bu kuyulardan üretilen jeotermal sular, seralar ve il merkezinde bulunan yaklaşık 7000 konutun ısıtılmasında ve birçok turistik tesisde sağlık ve turizm amaçlı olarak kullanılmaktadır. Afyonkarahisar ilinde jeotermal sektörde yönelik olarak yapılan yatırımların boyutu gün geçtikçe artmaktadır. Ömer-Gecek havzasının jeotermal yapısının belirlenmesi için yapılan çalışmalar büyük önem taşımaktadır.

Bölgemin jeotermal modelinde, Miyosen yaşı volkanik kayaçlar ısıtıcı kayacı, Paleozoik yaşı kalkıştır ve mermerler rezervuar kayacı ve Miyosen yaşı sedimanter kayaçlar ise örtü kayacı oluşturmaktadır. Bölgede hakim olan genişlemeli tektonığın etkisi ile KB-GD yönlü normal fay sistemi ve bunu verevine kesen tali faylar oluşmuştur. Meteorik sular bu fay hatları boyunca daha derinlere inerek ısrımsız, yine aynı faylar boyunca yükseltrek jeotermal kaynakları oluşturmuştur.

Bu çalışmanın amacı, Ömer-Gecek havzasının jeotermal yapısının ortaya çıkarılmasıdır. Bu amaçla Afyon Kocatepe Üniversitesi, JUAM Müdürlüğü tarafından yürütülen ve AFJET A.Ş. tarafından desteklenen proje kapsamında bölgenin jeolojik özellikleri ve tektonik yapısı göz önünde bulundurularak KB-GD doğrultulu profil hattı boyunca Manyetotellürük (MT) ve Doğru-Akim Özdirenç (DAÖ) ölçülerini almıştır. Ayrıca MT ölçülerinde görülen durağan kayma (static shift) etkisini gidermek amacıyla, tüm MT istasyonlarında Geçici Elektromanyetik Yöntem (TEM) ölçülerini almıştır. Ölçülen DAÖ ve MT verilerinin verilerin ön veri işlemi tamamlandıktan sonra ayrı ayrı iki boyutlu (2B) ters çözümleri yapılmıştır. Her iki yöntem için elde edilen 2B özdirenç modelleri kullanılarak havzanın jeotermal yapısı 10 km derinlige kadar belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen 2B yer elektrik kesitlerinin değerlendirilmesi ile değişik noktalarda sondajlar önerilmiştir. Bu noktalardan birinde yapılan sondaj çalışmalarında elde edilen sonuçlar, yer elektrik kesitlerinden elde edilen bilgiler ile uyum içerisindeidir. Çalışmanın devamında tamamlanan profil hatlarına paralel profillerde ölçüler alınarak havzanın üç boyutlu (3B) özdirenç modelinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Afyonkarahisar, Ömer-Gecek, Jeotermal, Manyetotellürük, Doğru-Akim Özdirenç.

## **INVESTIGATING THE GEOTHERMAL STRUCTURES OF ÖMER-GECEK BASIN (AFYONKARAHİSAR) USING MAGNETOTELLURIC AND DIRECT CURRENT RESISTIVITY METHODS**

**Erhan Erdoğan<sup>1,2</sup>, Ahmet Yıldız<sup>1</sup>, Mehmet Emin Candansayar<sup>2</sup>, Metin Bağcı<sup>1</sup>,  
Can Başaran<sup>1</sup>, Yusuf Ulutürk<sup>3</sup>, Ergün Türker<sup>1</sup> and Feyzullah Çonkar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> JUAM, Research Center of Geothermal-Mineral Waters and Ore Deposits, Afyon Kocatepe University, 03200 Campus of A.N.Sezer, Afyonkarahisar, Turkey, eerdogan@eng.ankara.edu.tr,

<sup>2</sup> Ankara University, Engineering Faculty, Department of Geophysical Engineering, 06100, Ankara, Turkey,

<sup>3</sup> AFJET, Afyon Geothermal and Tourism Incorporated Company, Afyonkarahisar, Turkey.

Ömer-Gecek basin is one of the most important geothermal area in the Western-Anatolia and it is located 18 km north-west to Afyonkarahisar. There are a lot of wells around the area which are drilled by General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) and the other commercial companies. The geothermal waters from these wells are used in heating of greenhouses and also about 7000 houses in the city centre and for the purpose of tourism and health in hotels. The investments for geothermal resources are increasing day by day in Afyonkarahisar so investigating the geothermal structure of Ömer-Gecek basin come into prominence every day.

The geothermal model of the area consists of Miocene aged volcanic rocks as heating rock, Paleozoic aged calcschist and marbles as reservoir rock and Miocene aged sedimentary rocks as cover rock. The extensional regime prevailing in the region has resulted in the formation of NW-SE trending normal faults and a number of secondary faults cutting across them. Meteoric waters flow through these faults to the deep levels of earth, get warm and rise through these faults issuing at the surface as geothermal springs.

The aim of this work is to reveal the geothermal structure of the Ömer-Gecek basin. With this purpose, magnetotelluric (MT) and direct current resistivity (DCR) measurements are acquired along NW-SE profile based on geological properties and tectonic structures of investigated area. Also transient electromagnetic (TEM) measurements are acquired on the each MT station for static shift correction. All of this work is conducted by Afyon Kocatepe University, the directory of JUAM and supported by AFJET Company. After the pre-process of the measured MT and DCR data, 2D inversion is applied to these data sets individually. Geothermal structure of the Ömer-Gecek basin, up to 10 km depth, is determined using 2D resistivity models of the basin. The various drilling locations are also proposed using the 2D resistivity models. The preliminary results from these drilling activities are in conformity with the findings from 2D resistivity models. In the further studies, MT and DCR measurements will be acquired on the parallel lines to the completed profile to determine the three dimensional (3D) resistivity model of the area.

**Key Words:** Afyonkarahisar, Ömer-Gecek, Geothermal, Magnetotelluric, Direct Current Resistivity.

## DİYADİN JEOTERMAL SAHASININ DÜNÜ VE BUGÜNÜ

**Fatih Üçgün<sup>1</sup> ve Emrullah Ersingün<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jeoloji Mühendisi, Detay Proje Mühendislik Mimarlık Ltd. Şti., Ağrı, Türkiye, fatihucgun@gmail.com,

<sup>2</sup>Jeoloji Mühendisi, Ağrı İl Özel İdaresi, Emlak ve İstımlak Müdürlüğü, Ağrı, Türkiye.

Temiz alternatif enerji kaynaklarından jeotermal kaynakların önemi hem dünyada hem de ülkemizde gün geçtikçe artmaktadır. Fosil yakıtların tükenme eğilimi, petrol fiyatlarının sürekli bir artış içinde olması, doğalgaz, kömür, uranyum fiyatlarının petrol gibi artması alternatif enerji kaynaklarının önemini arttırmıştır. Alternatif enerjiye olan eğilim ülkemizde de artmakta olup yenilenebilir özelliğe ile dikkatleri üzerine çeken jeotermal kaynaklara olan ilgi de artmıştır.

Ülkemizde özellikle Ege bölgesinde yoğunlukta olan jeotermal kaynaklar doğuda da Ağrı, Van, Erzincan ve çevrelerinde görülmektedir. Bu çalışmada Doğu Anadolu Bölgesinin önemli sahalarından biri olan Diyadin Jeotermal Sahası üzerinde durulmuştur. Çalışma kapsamında Diyadin jeotermal sahasının dünü ve bugünü arasında bir karşılaştırma yapılarak yapılan yatırımlar ve bu yatırımların mevcut durumu değerlendirilmiştir. Ayrıca bölgeye yapılan yatırımların kaynak üzerine etkileri ve kaynağından durumyla ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

Diyadin jeotermal sahası Ağrı ilinin 59 km doğusunda ve Diyadin ilçesinin 5 km güneybatısındadır. Saha; Kuzeyde ilçe merkezi, Güneyde Kuşburnu köyü ile Yukarı Dalören Köyü, doğuda Boyalan ve Davut köyleri, batıda ise Taşbasamak ve Ulukent köyleriyle çevrilen alan içindedir. Kaynağın oluşumunun, yapılan çalışmalara göre, bölgenin aktif tektonik yapısı ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu durumu; alanda bulunan kuzey-güney yönlü yapılar boyunca izlenen kaynak çıkışları doğrulamaktadır. Diyadin Jeotermal Sahasında ilk olarak 1997 yılında MTA tarafından jeotermal enerji arama projesiyle çalışmalar başlatılmıştır. Yapılan araştırmalar neticesinde sondaj çalışması yapılmasına karar verilmiş ve ilk olarak 1998 yılında MT98-1 ve MT98-2 nolu sondaj kuyuları açılmıştır. MT98-1 no'lu kuyu 129 m açılmış olup, 150 lt/sn debide olan artezyen kuyu özelliğindedir. MT98-2 nolu kuyu yüksek su ve gaz basıncı nedeniyle ancak 77 m açılmıştır. Bu kuyulardan ortalama 75°C sıcaklığında su elde edilmiştir. Bu çalışmalardan sonra MTA tarafından 4 adet kuyu daha açılmış ve bu kuyularda en fazla 215m derinliğe inilebilmiş ve en yüksek 78°C sıcaklığa ulaşılabilmiştir. Yapılan bu çalışmalar neticesinde Diyadin jeotermal sahasında entegre bir tesis geliştirilmesi düşünülmüş bir proje tasarılanmıştır. Bu proje kapsamında bölgede 4 yıldızlı termal otel, 400 konutlu merkezi şehir ısıtması, ilk etapta genişliği 10 m ve uzunluğu 30 m olan 8 adet sera kurularak seracılık yapılması, sivilaştırılmış CO<sub>2</sub> ve kuru buz tesisi yapılması planlanmıştır. Bu proje 1998 yılında başlatılarak büyük kısmı tamamlanmış ve otel, ısı merkezi, sera ve kuru buz tesisi faaliyete hazır hale getirilmiştir. Ancak bu tesislerdeki eksikliklerden dolayı ısı merkezi 150 konut ısıtma faaliyete girmiştir, CO<sub>2</sub> ve kuru buz tesisi çok az miktar üretim yapabilmiş, seralar ise küçük bir miktar sebze üretimi yapabilmiştir. Bugün bu tesislerin hemen hepsi işlevlerini yitirmiş durumda olup faal olarak çalışan sadece ısı merkezi kalmıştır. Projenin mevcut durumu değerlendirildiğinde; ısı merkezi, istenilen tam kapasiteye ulaşılamamıştır ve ısı merkezini besleyen üç kuyudan sadece bir tanesi çalışır durumdadır. Seralar; bölge şartlarına uygun yapılmadığından dolayı bugün tamamen yok olmuş durumdadır. CO<sub>2</sub> ve kuru buz tesisi; jeotermal kaynağın içindeki yüksek kükürt oranı dikkate alınmadan yapıldığından sektördeki başka bir firmaya satılmış ve firma da kükürdü seyreltecek sistemi eklemektense fabrikayı tamamen söküp farklı bir bölgeye götürmeyi tercih etmiştir. Termal turizm amaçlı yapılan dört yıldızlı otel bu özelliğini tamamen kaybetmiş olup 2. sınıf bir pansiyon görevi görmektedir.

Sonuç olarak; Diyadin jeotermal sahasında yapılan ilk araştırmala göre önemli bir kaynak olduğu anlaşılmış ve entegre bir sistemin stabil bir şekilde çalışacağı düşünülmüştür. Bunun üzerine yapılan Diyadin entegre jeotermal projesi tam anlamıyla tamamlanmadığından ve alınan yanlış kararlardan dolayı yok olmuştur. Bugün Diyadin Jeotermal Sahası, yanlış uygulamalar ve kaynağı doğru kullanılmamasından dolayı bozulma ve/veya yok olma tehlikesi altındadır.

**Anahtar Kelimeler :** Diyadin, Jeotermal, Entegre Tesis.

### PAST AND PRESENT OF DIYADIN GEOTHERMAL AREA

**Fatih Üçgün<sup>1</sup> and Emrullah Ersingün<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jeoloji Mühendisi, Detay Proje Mühendislik Mimarlık Ltd. Şti., Ağrı, Türkiye, fatihucgun@gmail.com,

<sup>2</sup>Jeoloji Mühendisi, Ağrı İl Özel İdaresi, Emlak ve İstımlak Müdürlüğü, Ağrı, Türkiye.

The importance of clean alternative energy sources, geothermal resources, both in the world and in our country is increasing day by day. Limited sources of fossil fuels, a steady increase in oil, natural gas, coal and

uranium prices have increased the importance of alternative energy sources. Alternative renewable energy is a growing trend in our country with a considerable interest in geothermal resources.

Geothermal resources are especially widespread in Aegean region of Turkey, but also they are seen around Van, Erzincan and Agri. This study is focused on the Diyadin Geothermal Field which is one of the major oil fields in the Eastern Anatolia Region. A comparison is made between the past and the current status of the investments in the Diyadin geothermal field, along with the assessment of their effects. on the geothermal resource.

Geothermal area is located at 59 km east of the province of Ağrı and 5 km southwest of the town of Diyadin. The Field is bounded by the town center in the north, Kuşburlu and Yukarı Dalören villages in the south, Boyalan and Davud villages in the east, and Taşbasamak and Ulukent villages in the west. According to previous studies the formation of the source in the region is associated with active tectonic structure. This is confirmed by the natural springs issuing through the north-south trending structures. MTA started work in the region of Geothermal Field Diyadin in 1997 as a search for geothermal energy project. On the basis of the findings of these studies, the first drilling operation was performed in 1998 with the wells, MT98-1 and MT98-2. Well no. MT98-1 was a 129 m deep artesian well with 150 l / sec flow rate. Well no. MT98-2, could be opened down to a depth of 77 m because of high water and gas pressure. The average temperature of water obtained from these wells was 75° C. After these studies, MTA, opened 4 more wells with a maximum depth of 215m and the highest temperature of 78° C. As a result of these studies, it was decided to develop a project for an integrated plant in the Diyadin geothermal area. Within the scope of this project, it was planned to establish 4-star thermal hotel, a central heating system for 400 houses, 8 greenhouses with 10 m x 30 m dimension, and a plant for the production of liquefied CO<sub>2</sub> and dry ice. This project was started in 1998, launching a large part of the hotel, central heating system, dry ice plant and greenhouses ready for operation. Because of technical deficiencies, however, only 150 residential heating was put into operation, and only very small amounts of liquefied CO<sub>2</sub>, dry ice and vegetable production (from greenhouses) could be managed. Today, this facility has lost almost all the functions, only the central heating system has been working actively. Considering the current status of the project, central heating system has not reached, the desired full capacity and only one of three wells is in operation. Greenhouses are completely destroyed today due to lack of appropriate conditions. Regarding the CO<sub>2</sub> and dry ice plant, since the high sulfur content of the geothermal resource was not taken into account, the company was sold to another company in the industry and the new company constructed the plant in another region. The four-star hotel, constructed for thermal tourism purposes, has been degraded and now it serves as a second class boarding house.

In conclusion, based on the results of the first exploration project, the geothermal field of Diyadin was decided to be an important resource and it was thought that an integrated system will operate in a stable manner in the field. However, this integrated geothermal project of Diyadin has been literally destroyed due to incomplete and wrong decisions. Today, Diyadin geothermal resource area is at risk of extinction because of the wrong practices.

**Key Words:** Diyadin, Geothermal, Integrated Facility.

## TERMOJEOLÖJİ VE YER KAYNAKLI İKLİMLENDİRME UYGULAMALARI

**Nihat Dipova**

*Akdeniz Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Bulvarı,  
Antalya, Türkiye, ndipova@akdeniz.edu.tr.*

Termojeoloji normal sıcaklık koşullarında yeraltında depolanan ısıyı (yer kaynaklı ısı) konu alır. Bu bağlamda; düşük entalpili ısının (<30°C) sığ derinliklerde (<200 m) oluşumu, hareketi ve elde edilmesi termojeolojinin uğraş alanıdır. Termojeolojide jeolojik malzemelerin ısıyı ne kadar iyi depolayıldığı (hacimsel ısı kapasitesi) ve iletebildiği (ısı iletkenlik) iki önemli parametredir. Yer altındaki ısının kullanma amaçlı yeryüzüne taşınması ısı pompaları ile mümkün olur. Isı pompaları ısıyı üretmek yerine taşımayı amaçlar. Bunun için de ısının alınacağı bir ısı çukuruna ihtiyaç vardır. Klasik iklimlendirme uygulamalarında ısı çukuru olarak hava kullanılmaktadır. Hava kaynaklı cihazların verimleri düşük olduğundan sıcaklığı göreceli olarak sabit kabul edilebilen yer kaynakları (toprak ve su) tercih edilmektedir. Yer kaynakları kişin havadan daha sıcak, yazın ise daha soğuktur. Başka bir deyişle; yer kaynakları kişin bir ısı kaynağı, yazın ise bir ısı çukuru olarak davranışır. Isıtma modunda ısı, toprak-ısı değiştiricisine bağlanan devrede dolaşan akışından ısı pompası (yer kaynaklı ısı pompası) ile çekilir. Yer kaynaklı ısı pompalarının (YKIP) ilk uygulamaları 1930 lara kadar uzanmasına rağmen yaygınlaşması 1990'lı yıllarda olmuştur. Enerji fiyatlarındaki artış, hava kaynaklı ısı pompalarının verim düşüklüğü, gürültü ve estetik sorunları gibi nedenler bunda etkili olmaktadır.

Yer kaynağından ısı transferi yeraltısuyundan ve doğrudan topraktan olmak üzere 2 şekilde yapılır. Yeraltı suyu sistemden geçirildikten sonra tekrar toprağa verilmekte veya deşarj edilebilmektedir. Bu amaçla mevcut su kuyuları da kullanılabilir. Topraktan doğrudan ısı transferi yapan sistemlerde ise kapalı bir boru demeti (ısı değiştiricisi) toprak içine gömülü. Gömülü borularda dolaşan akışkan sistem içerisinde geçerek kapalı bir devre oluşturulur. Yatay ve düşey olarak 2 şekilde uygulanır. Dikey uygulama küçük çaptaki polietilen tüpün, dikey olarak açılan bir kuyuya yerleştirilmesi ile yapılır. Yüzey ile karşılaşıldığında derinlerde toprak sıcaklığı daha stabildir. Bu nedenle daha verimli olmasına rağmen, ilk yatırım maliyeti fazladır. Yatay uygulamada ise ısı değiştirici borular en az 1-2 m derinlikte hendeklere yerleştirilir. Her iki uygulamada da doğal toprak materyalinin ısı iletkenliğinin ısı değiştirici boyuna etkisi vardır. Eğer doğal toprak dolgusu iyi bir iletken değilse; yapılan sondajlar veya kazı içine ısı olarak iyi dolgu malzemesi doldurularak boru boyu düşürülebilir. Geri dolgunun yoğunluğunun artırılması da ısı iletkenliği artıracaktır. Son yıllarda değişik alternatif uygulamalar geliştirilmektedir. Örneğin temel kazıklarının kendisi veya imalat sırasında içine yerleştirilen ısı değiştirici borular yardımı ile yer kaynaklı ısı elde edilmektedir. Termojeoloji konusunda diğer bir uygulama da termik enerjinin yeraltında depolanmasıdır. Bu yaklaşımda enerjinin bol olduğu dönemlerde termik enerji akiferlerde veya jeolojik formasyonlarda depolanmakta ihtiyaç olduğunda da kullanılmaktadır. Örneğin kışın soğuk su yeraltında depolanarak yaz aylarında soğutma amaçlı kullanılabilir. Termik santrallerin ve sanayi tesislerinin atık sıcak suyu da yine yeraltında depolanarak kışın ısıtma amaçlı kullanılabilir.

Doğal zeminin ısı iletkenliği, gömme derinliği, kazı/sondaj boyutu ve geri dolgu malzemesinin iletkenliği bir YKIP tasarımını etkileyen etmenlerdir. Zeminlerin ısı iletkenliği mineral içeriğine, yoğunluğa ve nem içeriğine bağlı olarak değişir. Sondaj, kazı, dolgu ve malzeme seçimi gibi jeoloji mühendisliğini doğrudan ilgilendiren konular bir YKIP uygulamasının önemli bileşenleridir. Bu çalışmada; gerek tasarım gereksinim uygulama aşamalarında jeoloji mühendisliği mesleğinin katmasına gereksinim duyulan bir çalışma alanındaki gelişmeler aktarılacak, yeni uygulamalardan örnekler verilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Isı iletkenlik, iklimlendirme, termojeoloji, YKIP.

## THERMOGEOLOGY AND GROUND SOURCE HEATING-COOLING APPLICATIONS

**Nihat Dipova**

*Akdeniz Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Bulvarı, Antalya, Türkiye, ndipova@akdeniz.edu.tr.*

Thermogeology is the study of ground source heat: the heat that is stored in the ground at normal temperature. Interest areas of thermogeology are the study of the occurrence, movement and exploitation of low-enthalpy heat (<30°C) in the relatively shallow geosphere (<200 m). In thermogeology two parameters are important: how much a geological material can store (volumetric heat capacity) and conduct (thermal conductivity) heat. The heat below the ground surface can be transferred to the surface for usage by means of heat pumps. Heat pumps aim to transfer the heat instead of to produce. Therefore a heat sink is needed to take heat. In classical heating-cooling applications air is used for heat sink purpose. Because efficiency of air source systems is relatively low, ground sources (water and soil) in which heat is relatively more stable, are preferred. Ground sources are warmer in winter and cooler in summer compared to the air. In other words, ground source are heat source in winter and heat sink in the summer. In heating mode, heat is extracted from fluid which flow in the loop connected to soil heat exchanger by using a heat pump (ground source heat pump). However history of ground source heat pumps (GSHP) goes down to 1930's, it become common after 1990's. Rise in energy costs, low efficiency of air source heat pumps, noise and aesthetic problems gave rise to this trend.

Heat transfer from a ground source can be made by two ways; from groundwater and directly from soil. After passing the system, groundwater can be recharged to the ground or can be discharged. For this purpose existing water wells can be used as well. In systems which transfer heat directly from soil, a pipe bundle is buried in soil. The fluid which flows in buried pipes pass through the system and constitute a closed loop. This can be applied vertically and horizontally. In vertical application small diameter polyethylene tubes are installed in vertical boreholes. Compared to the surface, heat is more stable at deep. Therefore, even though it is more efficient, first investment cost is high. In horizontal application pipes are buried in trenches at least 1-2 m depth. In both applications, heat conductivity of earth material effects length of heat exchanger pipe. If soil backfill is not good conductive, conductivity can be improved by backfilling the trench or borehole with good conductive material and length of pipe can be reduced. Increase in density also improves heat conductivity of backfill material. Recently, new alternatives have been developed. For example, ground source heat is extracted by

means of installing heat exchanger in pile foundations. Another application in thermogeology is storage of thermal energy underground. In this approach in seasons when energy is abundant thermal energy is stored in aquifers or geologic formations and is used when the energy is required. For example cool water is stored underground and is used in cooling during summer. Waste hot water of thermal electric power plants and industrial plants are stored and used for heating during winter.

Heat conductivity of earth material, burial depth of pipes, dimension of borehole/excavation and heat conductivity of backfill material are the controlling factors in the GSHP design. Heat conductivity of an earth material depends on the mineral composition, density and moisture content. Drilling, excavation, landfilling and material selection, which are directly related with geological engineering discipline, are the important steps in a GSHP practice. In this study, an engineering work in which contribution of a geological engineer is essential both in design and practice, will be introduced and examples of new applications will be given.

**Key Words:** GSHP, Heat conductivity, Heating-cooling, Thermogeology.

## KUZEYBATI ANADOLU'NUN JEOTERMAL SİSTEMİNE BİR ÖRNEK: ALLIANOI

**Muharrem Alper Şengül, Hayrettin Koral ve Elif Apaydın**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi, 34320 Avcılar, İstanbul, Türkiye, asengul@istanbul.edu.tr*

Allianoi, Bergama'nın kuzey doğusunda, Bergama-İvrindi karayolu üzerinde ve Bergama yerleşim merkezi ile sınırlanan tarıma uygun topraklara sahip olan Kınık ovasına hakim alanın kuzeybatısında İlica-Çınarlı dereleri üzerinde yer alır. Bu bölgenin tarihsel süreçte yıllar boyunca bir yerleşim merkezi olarak güncelliliğini koruduğu yapılan arkeolojik çalışmalar sonucunda kanıtlanmıştır.

Allianoi ve yakın çevresinde gözlenen en yaşlı birim Soma formasyonuna ait bej-krem renkli yer yer kristalize kireçtaşı birimidir. Saha genelinde bu birim üzerinde uyumlu olarak Yuntağı volkaniklerine ait aglomera, andezit ve tüfler yer almaktadır. Allianoi yerleşkesi ve güneyindeki geniş düztlükler ise dere çökelleri ve yamaç döküntüleri tarafından örtülülmüştür.

İnceleme alanında özellikle Soma formasyonuna ait birimler  $25^0$  ye varan eğime sahiptirler. Birimlerin eğimli olmaları bölgenin kıvrımlandığını göstermektedir. Birimlerin eğim kazanmalarının bir başka nedeni bölgede bulunan fay hatlarıdır. Allianoi ve çevresindeki yaklaşık K-G ve D-B yönlü iki ana fay sisteminin varlığı, bu sistemlere ait düzlemler ve breşik doku, yoğun silisiye zonlar ve morfotektonik yapılar vasıtasiyla ile tanınmaktadır. Bu fay sistemleri, Batı Anadolu'da Orta Miyosen sonrası ve Pliyosen yaşlı Neotektonik yapısal unsurlarla ilişkilidir. Allianoi'de var olan fay hatlarının deprem üretme potansiyelleri net olarak bilinmemekle birlikte, bölgedeki tarihsel deprem kayıtları Bergama ve civarını etkileyen M; IX şiddetindeki depremlerin varlığını göstermektedir.

Allianoi yerleşiminin en önemli özelliği bu yöredeki sıcak su kaynağının varlığıdır. Bölgenin jeolojik ve yapısal özelliklerinin bir sonucu olarak fayların kesim yerlerinde doğal yolla yüzeye ulaşan sıcak su kaynağı Roma döneminden itibaren rehabilitasyon merkezinde kullanılmıştır. Günümüzde kullanımı mümkün olmayan bu kaynağın MTA çalışmalarında ölçülen sıcaklığı  $47^0\text{C}$  ve debisi 1 lt/s dir.

Allianoi'de gözlenen jeotermal sistem için gerekli olan hazne kayanın Soma formasyonuna ait karbonatlar ve Yuntağı volkanitlerine ait piroklastikler olduğu düşünülmektedir. Jeotermal sistemin örtü kaya grubu ise yine Yuntağı volkanitlerine ait lavlardır. Bu sistemin ısı kaynağının ise bölgenin kuzeybatısındaki granitik plütonlarla ilişkili olduğu düşünülebilir. Bununla beraber bölgedeki fay sistemleri ve açılmaya bağlı olarak listosferde gelişen incelme ve buna bağlı olarak ısı akışının artışı bölgedeki jeotermal gradyanın artmasında önemli bir etkendir. Meteorik sular bu fay zonları boyunca devinim sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Bergama, Allianoi, Jeotermal kaynak, Neotektonik.

## AN EXAMPLE OF GEOTHERMAL SYSTEM IN NORTHWEST ANATOLIA: ALLIANOI

**Muharrem Alper Şengül, Hayrettin Koral and Elif Apaydın**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi, 34320 Avcılar, İstanbul, Türkiye, asengul@istanbul.edu.tr*

Allianoi is located NE of the town of Bergama and adjacent to the Bergama-Ivrindi highway and NW of the cultivated farmland of the Kınık basin on the İlica-Çınarlı Creeks. This area has been a site of settlement through historical periods as indicated by archaeological investigations.

The oldest unit that is exposed in the study area is the Soma formation has bedding inclinations up to 25°. These angles of dips indicate an episode of folding in the region. Another reason for these inclinations is the existence of fault zones. In the vicinity of Allianoi, N-S and E-W trending two principle fault systems are recognised by their slip planes and brecciated fault rocks, intense silicification and morphotectonic structures. These fault systems are related to the post-middle Miocene and Pliocene age neotectonic structural features. Although earthquake producing capability of these faults in Allianoi are not known, historical records indicate occurrence of earthquake records up to M:IX intensity in the Bergama region.

An important feature of the Allianoi settlement site is the presence of hot springs. Formed naturally as a consequence of geological and structural features at the intersection of these faults, the hot springs used to be utilized for a rehabilitation purpose since the Roman times. Unusable at present, this hot springs has a temperature of 47 °C and outflow of 1 lt/sec.

For this geothermal system, the necessary reservoir rock is considered to be limestones of the Soma formation and pyroclasts of the Yuntdag formation. The cover rocks of this system are pyroclasts and lavas of the Yuntdag formation. Heat source for this geothermal system could be considered related to granitic plutons lying NW of the Allianoi settlement. However the faults and associated extension in the region, consequently thinning of lithosphere, and increased heat flow and geothermal gradient are important parameters of this geothermal system. Faults provide circulation of meteoric water in this geothermal field.

**Key Words:** Bergama, Allianoi, Geothermal spring, Neotectonic.

## BURSA İLİ JEOTERMAL POTANSİYELİ

**Ali Bilgin ve Deniz Ertürk**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, dniz67@hotmail.com*

Süleyman Demirel Üniversitesi kapsamında gerçekleştirilen bu çalışmanın asıl amacı, Bursa ilindeki jeotermal kaynaklara ilişkin bilgilerin derlenmesi, güncelleştirilmesi ve bölgenin jeotermal enerji açısından potansiyelinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın içeriğinde Bursa iline ve jeotermal alanlara ait özet jeoloji bilgiler verilmiş ve Türkiye Jeotermal Kaynaklar envanterinden yararlanılarak bu alanlara ilişkin jeolojik özelliklerini gösteren haritalar kullanılmıştır.

Arazi çalışmalarında jeotermal kaynaklara ait sıcaklık, debi, ph, Eh, kuyu kullanım durumu belirlenmiştir. Aynı zamanda kaynaklar ve kuyuların koordinatları da mümkün olduğu ölçüde GPS ile ölçülerek belirlenmiştir. Bu kaynak ve kuyulara ait kimyasal analiz sonuçları verilmiş ve bu suların özellikleri birtakım grafik ve diyagramlar kullanılarak belirlenmiştir. Bu araştırma bulguları önceki çalışmalar ile denetirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeotermal (Bursa), Hidrojeoloji, Hidrojeokimya, Termal.

## BURSA POTENTIAL GEOTHERMAL PROVINCE

**Ali Bilgin ve Deniz Ertürk**

*Geological Engineering Department, Suleyman Demirel University, Isparta, Turkey, dniz67@hotmail.com*

The main aim of this study was carried out under Süleyman Demirel University, compiling information on geothermal resources in the province of Bursa, updated, and the region to evaluate the potential of geothermal energy.

The content of this study, a summary of the geological province of Bursa and the geothermal fields in Turkey are given and Geothermal Resources and the inventory of geological features using maps showing the areas used.

Field studies of geothermal resources temperature, flow, pH, Eh, well defined user status. At the same time, the resources and coordinates of the wells, was determined by measuring the extent possible with GPS. The source and chemical analysis results of the wells are given and some properties of these waters were determined using graphs and diagrams. These research findings correlated with previous studies.

**Key Words:** Geothermal (Bursa), Hydrogeology, Hydrogeochemistry, Thermal.

**HİDROJEOLOJİ/  
HYDROGEOLOGY**

**Oturum Yürütücüler / *Conveners:*  
Hasan Yazıcıgil, Celal Serdar Bayarı**

## YUKARI SAKARYA HAVZASINDA YERALTISUYU YAŞ DAĞILIMININ ÇEVRESEL İZLEYİCİLER İLE İNCELENMESİ

**İsmail Noyan Güner<sup>1</sup> ve Celal Serdar Bayarı<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi MTA Genel Müdürlüğü, Ankara Türkiye, n.guner@mta.gov.tr,

<sup>2</sup>Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, 06800, Beytepe, Ankara, Türkiye.

Bu çalışmada 15,366 km<sup>2</sup>lik drenaj alanına sahip olan Yukarı Sakarya Havzası'nda yeraltısuyu yaşı dağılımının belirlenmesi amaçlanmıştır. Yaşı dağılımının belirlenmesinde başlıca araç olarak radyoaktif <sup>3</sup>H ve <sup>14</sup>C izotoplari kullanılmıştır. Havzada ortalama yıllık akarsu boşalımı 21.1 m<sup>3</sup>/s (43.3 mm/yıl), alansal ortamala yağış 396 mm/yıl, alansal ortalama buharlaşma-terleme kaybı Turc yöntemine 348 mm/yıl olarak belirlenmiştir. Havzanın basit hidrolojik bütçesi değişkenlerin hata sınırları içinde dengede görülmektedir. Çalışma alanındaki en yüksek verimliliğe sahip akiferler Gökçeyayla, Akpınar ve Seydiler Formasyonlarında yer almaktadır. DSİ verilerine göre, havzada boşalan kaynakların ortalama debileri toplamı yaklaşık 25 m<sup>3</sup>/s dir.

Duraylı izotop içeriklerine göre incelenen yeraltısuyularının önemli bir bölümü +10 döteryum fazlaşısı değeri ile Küresel Meteorik Doğrusu'na uyum göstermektedirler. Havzanın güneyindeki dağlık kesime ait örnekler ise döteryum fazlaşısı değeri Antalya Meteorik Su Doğrusu (+16) üzerinde yer almaktadır. Sınırlı sayıdaki bazı yeraltısuyu örnekleri buharlaşma doğrusu ( $\text{del}^{2}\text{H} = 4.2 * \text{del}^{18}\text{O} - 27.5$ ) üzerinde yer almıştır. Çalışma alanı için  $\text{del}^{18}\text{O}$ -yükseklik değişimi 0.36‰ VSMOW/100 m olup, yeraltısuyu örneklerinin ortalama beslenme alanı yükseltileri 1250 m ile 1500 m kotları arasındadır. Bu yükselti aralığında ağırlıklı olarak Triyas-Kretase yaşı karstik Gökçeyayla Formasyonu yüzeylenmektedir.

Çalışma kapsamında belirlenen <sup>3</sup>H ve <sup>14</sup>C model yaşları incelenen örneklerinin önemli bir bölümünün genç ve yaşı suların karışımından oluştuğunu göstermektedir. <sup>3</sup>H model yaşları bir kaç yüz yıl dolayında, NETPATH bilgisayar kodu ile hesaplanan <sup>14</sup>C model yaşları ise 5 bin ile 10 bin yıl arasında değişen değerlere sahiptir. Yeraltısuyu örneklerinde genç ve yaşı su bileşenlerinin karışımından dolayı genç sular için olduklarından daha yaşı <sup>3</sup>H model yaşları, yaşı sular için ise olduklarından daha genç <sup>14</sup>C model yaşları elde edilmiştir. <sup>3</sup>H ve <sup>14</sup>C model yaşlarının alansal dağılımı sistematik bir değişim göstermemektedir. Bu durum jeolojik-hidrojeolojik yapının karmaşıklığından kaynaklanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yukarı Sakarya Havzası, yeraltısuyu yaşı, duraylı izotoplari, <sup>3</sup>H, <sup>14</sup>C.

## INVESTIGATION OF GROUNDWATER RESIDENCE TIME DISTRIBUTION IN THE UPPER SAKARYA BASIN BY MEANS OF ENVIRONMENTAL TRACERS

**İsmail Noyan Güner<sup>1</sup> and Celal Serdar Bayarı<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi MTA Genel Müdürlüğü, Ankara, Turkey, n.guner@mta.gov.tr,

<sup>2</sup>Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, 06800, Beytepe, Ankara, Turkey.

This study aims to investigate the groundwater age distribution in the Upper Sakarya Basin that covers an area of 15,366 km<sup>2</sup>. The radioactive <sup>3</sup>H and <sup>14</sup>C isotopes have been used as the main tools for age distribution. The long-term mean values of streamflow and precipitation were found to be 21.1 m<sup>3</sup>/s (43.3 mm/year) and 396 mm/year, respectively. The mean evapotranspiration loss based on Turc method were determined as 348 mm/year. The simple hydrologic budget appears to be in balance within the margin of analytical uncertainty associated with the variables used. The Gökçeyayla, Akpinar and Seydiler formations constitute the productive aquifers in the basin. Total of mean discharge of karst springs is 25 m<sup>3</sup>/s according to measurements of State Hydraulic Works (DSI).

Many of the groundwater samples are located around the Global Meteoric Water Line with deuterium excess of +10 VSMOW whereas, a few samples from the southern mountainous sector fits on the Antalya Meteoric Water Line with deuterium excess value of +16 ‰ VSMOW. Limited number of samples appears to fit an evaporation line ( $\text{del}^{2}\text{H} = 4.2 * \text{del}^{18}\text{O} - 27.5$ ). The  $\text{del}^{18}\text{O}$  lapse rate is 0.36‰ VSMOW per 100 m. Based on  $\text{del}^{18}\text{O}$  contents, the mean recharge area elevation of the majority of samples were found to range between 1250 m and 1500 m. This elevation range is occupied mainly by the Trias-Cretaceous aged Gökçeyayla formation characterized by well-developed karst.

The <sup>3</sup>H and <sup>14</sup>C model ages obtained from samples suggest a mixture of young and old groundwater components. The <sup>3</sup>H model ages were found to be in the order of several hundred years while the <sup>14</sup>C model ages range between 5,000 and 10,000 years. Because of the mixing between old and young components, the <sup>3</sup>H model ages tend to be older while, the <sup>14</sup>C model ages calculated by NETPATH software tend to be younger. <sup>3</sup>H and

<sup>14</sup>C model ages do not show a systematic spatial distribution probably because of the complex geologic-hydrogeologic structure of the basin.

**KeyWords:** Upper Sakarya Basin, groundwater age, stable isotopes, <sup>3</sup>H, <sup>14</sup>C.

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN MOGAN VE EYMİR GÖL SEVİYELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN DEĞERLENDİRMESİ

**Özlem Yağbasan<sup>1</sup> ve Hasan Yazıcıgil<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Coğrafya Eğitimi Bölümü, Gazi Üniversitesi, 06570, Ankara, Türkiye, ozlemy@gazi.edu.tr,

<sup>2</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06531, Ankara, Türkiye.

Küresel ısınmanın, artan sera etkisine bağlı olarak, hidrolojik döngü üzerinde muhtemelen önemli etkileri olacaktır. Dünyanın bazı bölgeleri, yağışlarda önemli azalmalar veya yağışlı ve kurak mevsim zamanlarında büyük değişimler görebilecektir. Küresel iklimdeki bu gibi değişimler; bölgelerdeki karasal tatlusu ekosistemlerini (göller, sulak alanlar, akar sular) ve kıyasal sulak alanları ciddi bir şekilde etkileyecektir.

Bu çalışmanın amacı, olası iklimsel değişikliğinin, Ankara'nın 20 km güneyinde yer alan Mogan ve Eymir Gölleri üzerindeki etkilerini belirlemektir. Mogan ve Eymir Gölleri; Türkiye için önemli estetik, rekreatif ve ekolojik kaynaklardır. Her iki göl de, sıçan derinliklerinden dolayı iklim değişikliğine çok duyarlıdır. İklimdeki uzun dönem değişikliklerin, göl su kalitesi ve ekolojik durumlarını etkileyebileceğinden dolayı, göllerin iklim değişikliğine tepkisini belirlemek oldukça önemlidir. Göl seviyelerinin, küresel ısınma ve iklim değişikliğine bağlı uzun dönem olası kuraklık koşullarına tepkisi, çalışma alanı için geliştirilen kalibre edilmiş yeraltı suyu-göl sistemi modeli kullanılarak öngörülülmüştür. Model, 1994 ve 2004 su yılları arasındaki dönem için kararsız koşullar altında kalibre edilmiştir. Kalibre edilmiş model, 2004 ve 2020 arasındaki planlama süresi boyunca uzatılmış kuraklık koşullarının etkilerini belirlemek için kullanılmıştır. Bu simülasyon, aylık yağıştaki %5 azalmanın ve aylık ortalama sıcaklığındaki 1°C artışın etkilerini incelemiştir. Uzatılmış kuraklık koşullarının sonuçları; yağış ve sıcaklığındaki çok küçük, ama uzun dönem değişikliklerin, yeraltı suyu ve göl seviyelerinde önemli azalmalara sebep olabileceği göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İklim değişikliği, Simülasyon, Yeraltı suyu, Göl seviyeleri.

## ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE ON MOGAN AND EYMIR LAKES' LEVELS

**Özlem Yağbasan<sup>1</sup> and Hasan Yazıcıgil<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Geographical Education, Gazi University, 06570, Ankara, Turkey, ozlemy@gazi.edu.tr,

<sup>2</sup> Department of Geological Engineering, Middle East Technical University, 06531, Ankara, Turkey.

Global warming, due to the enhanced greenhouse effect, is likely to have significant effects on the hydrological cycle. Some parts of the world may see significant reductions in precipitation or major alterations in the timing of wet and dry seasons. Such changes in global climate will seriously affect inland freshwater ecosystems (lakes, wetlands, running waters) and coastal wetlands in these regions.

The purpose of this study was to determine effects of potential climatic change on Mogan and Eymir Lakes located 20 km south of Ankara. Mogan and Eymir Lakes are important aesthetic, recreational, and ecological resources for Turkey. Both lakes are very vulnerable to climate change due to their shallow depth. Understanding the response of lakes to climate change is of great practical importance, since long term changes in climate can affect lake water quality and its ecological status. The response of the lake levels to long-term potential drought conditions due to global warming and climate change was predicted using a calibrated groundwater-lake system model that was developed for the study area. The model was calibrated under transient conditions for the period between 1999 and 2004 water years. The calibrated model was used to assess the effects of extended drought conditions over the planning period between 2004 and 2020. This simulation examined the effects of a decrease in the monthly precipitation by 5 % and an increase in the mean monthly temperature by 1°C. The results of extended drought conditions indicated that very small, but long-term changes to precipitation and temperature have the potential to cause significant declines in groundwater and lake levels.

**Key Words:** Climate change, Simulation, Groundwater, Lake levels.

## YAPAY YERALTI SUYU BESLENİMİ: KÜÇÜK MENDERES HAVZASI'NDAN BİR ÖRNEK

**Ayşe Peksezer<sup>1</sup> ve Hasan Yazıcıgil<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Golder Associates (Turkey) Ltd. Şti., Hollanda Cad. 691. Sok. Vadi Sitesi No.4, 06550, Ankara, Türkiye,  
apeksezer@golder.com,

<sup>2</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 06531, Ankara, Türkiye.

Yeraltısuyu en önemli tatlı su kaynaklarından biridir. Son yıllarda gözlenen nüfus artışı, hızlanan endüstriyel aktiviteler ve bunların yanında yağışların azalması ve yüzey suyu kaynaklarının kirlenmesi; yeraltısuyunun içme, kullanma, tarımsal sulama ve endüstriyel amaçlarla kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Ancak kuyulardan yapılan aşırı pompaj, yeraltısı seviyelerinde ve yeraltısuyu depolanmasında önemli düşümlere neden olmaktadır. Yeraltusu kaynakları yenilenebilir olmasına rağmen, kaynakların yeniden doldurulması oldukça zordur. Doğal beslenim yöntemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda, yapay yöntemler yeraltısı kaynaklarının daha hızlı yenilenmesine olanak vermektedir.

K. Menderes havzasında, kurak zamanlarda sulama ihtiyacının tamamı kuyular vasıtıyla yeraltısularından karşılanmakta, bu da yeraltı su tablasında önemli düşümlere neden olmakta ve yağışlı zamanlarda yeraltısuyu beslenmesi için yeterli depolama hacmi sağlamaktadır. Ancak, yağışlı zamanlarda oluşan akış, doğrudan Ege Denizi'ne karıştığından beslenim için kullanılamamaktadır. Yapay yeraltısuyu beslenimi, aküferler veya yeraltısuyu rezervuarlarının doğal yollarla beslenmesinin çeşitli mühendislik sistemleriyle desteklenmesidir. Çalışma alanında, yapay beslenme metodlarının bu fazla suyun beslenme havuzlarında toplanıp, yeraltına süzdürülmesinde kullanılabilcegi düşünülmektedir.

Yapay yeraltısuyu beslenmesinin uygulanabilirliğini göstermek amacıyla, K. Menderes havzasında sorunun çözümüne yönelik 2 boyutlu yeraltısuyu modeli SEEP/W programı aracılığıyla oluşturulmuştur. Modelde kullanılan doygun/doygun olmayan ortamlara ait toprak özellikleri ve parametreler, daha önceki çalışmalardan sağlanmış, girilen verilerin doğruluğu ve modelin geçerliliği kararsız akım koşullarında yapılan kalibrasyon çalışmalarıyla kontrol edilmiştir. Beslenme havuzlarında toplanan su miktarının hesaplanmasında taşkin frekans analizi kullanılmış, elde edilen farklı olasılıklar için, yeraltısı seviyesindeki değişimleri gözlemlerek amacıyla farklı senaryolar oluşturulmuştur. Yapay beslenme yöntemi olarak beslenme havuzları ve yeraltı barajı seçilmiştir. Simülasyon sonuçları, yapay beslenme yöntemiyle yeraltısuyu depolanmasında belirgin bir artış olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay yeraltı suyu beslenimi, K. Menderes havzası, Nümerik modelleme, SEEP/W, Beslenme havuzu, Yeraltı barajı

## ARTIFICIAL RECHARGE OF GROUND WATER: A CASE STUDY FROM K. MENDERES RIVER BASIN

**Ayşe Peksezer<sup>1</sup> and Hasan Yazıcıgil<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Golder Associates (Turkey) Ltd. Şti., Hollanda Cad. 691. Sok. Vadi Sitesi No.4, 06550, Ankara, TURKEY,  
apeksezer@golder.com

<sup>2</sup>Department of Geological Engineering, Middle East Technical University, 06531, Ankara, TURKEY

Groundwater is the most important source of freshwater. In recent years, growing population, accelerating industrial activities and on the contrary, decreasing rainfall rates and contamination of surface water resources made groundwater indispensable to meet domestic, agricultural, industrial water demand. However, excessive pumping from wells resulted in significant decrease in groundwater levels and storage. Although groundwater resources are renewable, it is not easy to replenish groundwater storage. When natural recharge processes become inadequate, artificial methods are used to accelerate the recharge process.

In K.Menderes River basin, in dry periods, irrigation demand is completely met by pumping from groundwater, which reduces water levels significantly and provides enough storage to be recharged in wet seasons. However, increased runoff in wet season are not utilized for recharge and lost to Aegean Sea without being infiltrated. Artificial recharge of groundwater is defined as engineered structures designed to introduce and store water in aquifers. In the study area, artificial recharge methods are thought to be utilized to collect excess water in recharge basins and allowing infiltration.

In order to show applicability of artificial recharge of groundwater, in K. Menderes River basin, a 2D groundwater model is set up by using SEEP/W software. The material functions and parameters used in model

for saturated/unsaturated conditions are taken from previous studies, the accuracy of the input data and validity of the model was checked during calibration. The amount of excess water that will be collected in recharge basins was estimated from flood frequency analysis and concerning different probabilities different scenarios were simulated to observe increase in groundwater levels. As artificial recharge methods recharge basins and underground dam were selected. Simulation results suggest that significant increase in groundwater storage is achieved by applying artificial recharge methods.

**Key Words:** Artificial recharge of groundwater, K. Menderes River basin, Numerical modeling, SEEP/W, Recharge basin, Underground dam

## STUYFZAND HİDROJEOKİMYASAL SINIFLAMA SİSTEMİ: KAZANLI-TARSUS (MERSİN) KİYİ AKİFERİNE UYGULANMASI

**Can Akbulut<sup>1</sup>, Cüneyt Güler<sup>1</sup>, Mehmet Ali Kurt<sup>2</sup> ve Musa Alpaslan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343

Çiftlikköy, Mersin, Türkiye, canakbulut@mersin.edu.tr,

<sup>2</sup> Mersin Üniversitesi, İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi,  
33343 Çiftlikköy, Mersin, Türkiye.

Deliçay ve Tarsus Çayı (Mersin) arasında kalan alan; tarım, sanayi ve yerleşimin iç içe olduğu karmaşık bir arazi kullanımına sahiptir. Bu çalışmada; Kazanlı-Tarsus kıyı akiferinin hidrojeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla Ağustos 2008'de 193 kuyudan yeraltı suyu örnekleri alınmış ve yerinde (in-situ) çeşitli fiziksel parametrelere (pH ve elektrik iletkenlik) ait değerler ölçülülmüşdür. Alınan yeraltı suyu örnekleri laboratuvara analiz edilerek majör iyon (kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, sülfat, klorür, bikarbonat ve karbonat) ve bazı ağır metallerin (Al, Fe, Mn ve Sr) konsantrasyonları belirlenmiştir. Yeraltı suyu örnekleri, Stuyfzand hidrojeokimyasal sınıflama sistemine göre değerlendirilerek bunların kimyasal özellikleri ve kaliteleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, ArcGIS 9.3 Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımı ile oluşturulan dağılım haritasından yararlanılarak yorumlanmıştır. Buna göre; akiferin genelini  $\text{CaHCO}_3^+$  sınıfında bulunan su tipinin oluşturduğu görülmektedir ve akiferin batısı  $\text{MgHCO}_3^+$  su tipi ile karakteristikdir. Yeraltı suyunun akım yönü boyunca (kuzeybatıdan güneydoğuya doğru)  $\text{CaHCO}_3^+$  su tipinden  $\text{NaHCO}_3^+$  su tipine doğru olan geçiş göz önüne alınacak olursa, akiferin güneydoğusunda yeraltı suyu bileşiminin katyon değişimine bağlı olarak geliştiği anlaşılmaktadır. Akiferin kuzeydoğu-güneybatı hattı boyunca ise yeraltı suyunun  $\text{CaHCO}_3\phi$  su tipinde olmasına bağlı olarak katyon değişiminin son safhada olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Stuyfzand Hidrojeokimyasal Sınıflama Sistemi, Su Kimyası, Yeraltı Suyu, Coğrafi Bilgi Sistemi, Mersin.

## STUYFZAND HYDROGEOCHEMICAL CLASSIFICATION SYSTEM: APPLICATION TO KAZANLI-TARSUS (MERSIN) COASTAL AQUIFER

**Can Akbulut<sup>1</sup>, Cüneyt Güler<sup>1</sup>, Mehmet Ali Kurt<sup>2</sup> and Musa Alpaslan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343 Çiftlikköy, Mersin, Turkey,  
canakbulut@mersin.edu.tr

<sup>2</sup> Mersin Üniversitesi, İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi, 33343 Çiftlikköy, Mersin, Turkey.

The area situated between the Deliçay and Tarsus rivers has a very complex land use pattern where agriculture, industry, and settlements are found side by side. In this study, a total of 193 groundwater samples were collected in August 2008 from the wells located within the Kazanlı-Tarsus coastal aquifer and several physical parameters (pH and electrical conductivity) measured in-situ to determine their hydrogeochemical characteristics. Collected groundwater samples were analyzed in the laboratory to determine the concentrations of major ions (calcium, magnesium, sodium, potassium, sulfate, chloride, bicarbonate, and carbonate) and some heavy metals (Al, Fe, Mn, and Sr). Groundwater samples were evaluated using Stuyfzand hydrogeochemical classification system to determine their chemical characteristics and quality. The results obtained were evaluated utilizing the thematic map produced via ArcGIS 9.3 Geographic Information System (GIS) software. Results indicate that  $\text{CaHCO}_3^+$  water type dominates the coastal aquifer in general, whereas  $\text{MgHCO}_3^+$  water type is characteristic for the western part of the aquifer. Considering transition from  $\text{CaHCO}_3^+$  water type to  $\text{NaHCO}_3^+$

water type in the direction of groundwater flow path (northwest to southeast), groundwater composition in the southeastern part of the aquifer is shaped by cation exchange processes. In the northeast-southwest direction of the aquifer, however, groundwater is of  $\text{CaHCO}_3\phi$  water type, which indicates that the cation exchange process is in its last phase.

**Key Words:** Stuyfzand Hydrogeochemical Classification System, Water Chemistry, Groundwater, Geographic Information System, Mersin.

## TÜRKİYE'NİN BATISINDAKİ BİR MADEN SAHASINA SAĞLANACAK SUYUN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Elif Ağartan ve Hasan Yazıcıgil**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06531 Ankara, Türkiye, elif.agartan@gmail.com.*

Türkiye'nin batısında Turgutlu'da yer alan bir maden sahasının belirli bir miktarda suya ihtiyacı vardır. Bu çalışmanın amacı madene sağlanacak suyun etkilerinin değerlendirilmesidir. Çalışma alternatif su kaynaklarının belirlenmesi, her bir kaynağın etkilerinin değerlendirilmesi ile çevresel ve teknik açıdan en uygun alternatifin seçilmesini kapsamaktadır.

Madene su sağlanması için üç alternatif önerilmiştir, bunlar; yüzey suyu, yeraltısı suyu ve Turgutlu'nun atık suyunun arıtılıp yeniden kullanılmasıdır. Yüzey suyunun değerlendirilmesi amacıyla Gediz Nehri'nin düşük akım analizleri yapılmıştır. Yeraltısı suyu alternatifisi için Turgutlu-Salihli akiferi Visual MODFLOW 2009.1 programı kullanılarak modellenmiştir ve yeraltısı suyu kaynaklarına etkileri değerlendirilmiştir. Son alternatif olan Turgutlu'nun atık suyunun arıtılıp yeniden kullanılmasının değerlendirilmesi de atık su üretim miktarları ve arıtma ihtiyacına dayanmaktadır.

Değerlendirme sonuçlarına göre, madenin su ihtiyacını karşılamak için her alternatif uygulanabilmektedir. Fakat, Gediz Nehri'nin suyunun yağışlı sezonlarda küçük bir barajda kurak sezonlarda kullanılmak üzere saklanması ve Turgutlu'nun atık suyunun arıtılıp yeniden kullanılması alternatiflerinin var olan su kullanımına ve ekosisteme olan etkileri çok azdır.

**Anahtar Kelimeler:** Gediz Nehri, Turgutlu-Salihli akiferi, Düşük akım analizi, Numerik modelleme, Modflow.

## ASSESSMENT OF WATER SUPPLY IMPACTS FOR A MINE SITE IN WESTERN TURKEY

**Elif Ağartan ve Hasan Yazıcıgil**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06531, Ankara, Türkiye,  
elif.agartan@gmail.com.*

A certain amount of water is required for a mine site located in Turgutlu in Western Turkey to be used in mining processes. The purpose of this study is to assess the impacts associated with meeting water supply requirements for the mine. Scope of the study involves determination of the alternative water resources, the assessment of impacts associated with each resource and the selection of the most feasible alternative in the aspect of environmental and technical effects.

Three alternatives suggested to supply mine process water are surface water, groundwater and reuse of waste water of Turgutlu town after treatment. A low flow analysis of Gediz River was conducted for the evaluation of the surface water. For the groundwater alternative, Turgutlu-Salihli aquifer model was established using MODFLOW 2009.1 software and the impacts on groundwater resources were evaluated. The evaluation of the last alternative, reuse of waste water of Turgutlu after treatment, was based upon the amount of waste water generated and treatment needed.

Results of the alternatives show that each alternative is applicable to supply the required water to the mine site. However, the storage of the Gediz River water in a small dam in wet seasons to be used later in dry seasons and the reuse of waste water of Turgutlu after treatment are the alternatives with least impacts on existing water users and related ecosystems.

**Key Words:** Gediz River, Turgutlu-Salihli aquifer, low flow analysis, numerical modeling, MODFLOW.

## ALQOUSH OVASI'NIN (KUZEY IRAK) ÇÖLLEŞMEDEN KORUNMASINA YÖNELİK HİDROLOJİK VE HİDROJEOKİMYASAL ÇALIŞMALAR

**Quataiba Al-Yozbakee ve Yousif F. M. Eclimes**

*Baraj ve Su Kaynakları Araştırma Merkezi, Musul Üniversitesi, Irak.*

Çalışma alanı kuzey Irak'da Musul şehrının yaklaşık 40 km kuzeyinde yer almaktır. Alqoush ve Al-Shikhan bölgeleri arasında 27 km uzunluğunda, 7 km genişliğinde bir düzluğu teşkil eder. Bu düzlik kuzeyde Dahqan, Alqoush ve Ain Sifni, güneyde ise Qand dağları ile çevrilidir. Yılda ortalama 400 mm yağış alan bölgede tarıma dayalı yaklaşık 50 adet köy bulunmaktadır. 20 sene önce değişen iklim birkaç sene içerisinde yağışı ortalama altına düşürmüştür bu durum yerli halkı zor durumda bırakmıştır. Bu çalışmada düzlige dağılmış 19 adet kuyu seçilerek bunların yeraltı su seviyesi derinlikleri (dynamik ve stabil) gibi hidrolojik özelliklerini değerlendirmiştir. Genelde stabil derinliklerin 25 m ve dynamik derinliklerin 56 m olduğu görülmüştür. Tespit edilen kuyu verimleri ortalama 11 l/sn olup, bunun yanında elektrik iletkenliği (EC) 536 mmoh/cm; toplam sertlik (TH) 378 mg/l ve toplam çözünmüş madde 739 mg/l olarak ölçülmüştür.

Yer altı suyunun kimyasal karakteristikleri: majör katyonları ( $\text{Ca}^{2+}$  (86),  $\text{Mg}^{2+}$  (50),  $\text{Na}^+$  (58),  $\text{K}^+$  (6)) ve anyonlar ( $\text{CO}_3^{2-}$  (nil),  $\text{HCO}_3^-$  (244),  $\text{SO}_4^{2-}$  (273),  $\text{Cl}^-$  (37),  $\text{NO}_3^-$  (9)) kullanılarak su kalitesi ve kullanım alanları belirlenmiştir. İlaveten kuyuların sınıflandırma parametreleri RSC (-4.39), SAR (1.46), Na% (30.87) ve Mg% (40.85) ölçülmüştür.

Yukarıda özetenen sonuç ve bilgilerden yola çıkarak düzluğun etrafındaki dağlardan gelen yaklaşık 190 – 200 km<sup>2</sup>'lik geniş bir beslenme alanına sahip olduğu söylenebilir. Depolama kayalarının litolojisi Injana ve Muqdadiya formasyonlarının, sulamaya da uygun kumtaşlarıdır. Ayrıca kimyasal parametreler yeraltısuğunun içme ve tarımsal faaliyetlere de uygun olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Alqoush, su kalitesi, hidrokimya, Musul.

## HYDROLOGICAL AND HYDROGEOCHEMICAL STUDY FOR ALQOUSH PLAIN (NORTHERN IRAQ) TO PROTECT REGION FROM THE DESERTATION

**Quataiba Al-Yozbakee ve Yousif F. M. Eclimes**

*Dams & Water Resources Research Center, University of Mosul, Mosul, Iraq.*

The studied area is located in the northern Iraq, about 40 km north east Mosul City. It extends as a plain along 27 km and 7 km width between Alqoush and Al-Shikhan towns. This plain is situated between Dahqan, Alqoush and Ain Sifni mountains in the north and Qand mountain to the south. About 50 villages are distributed in the plain depending upon the agriculture when the rains precipitate about 400 mm per year in average. Twenty years ago the climate changed, and the rain precipitation decreased in few years to below the average. This situation don't encouraged the habitants to re-exploit the lands in agriculture for fear that there are no incomings.

Nineteen wells distributed along Alqoush plain were studied, to evaluate some hydrological properties of the wells like: The depth of ground water (the dynamic depth and the stability depth). In general, the stability depth around 25 m., in turn, the dynamic depth about 56 m.. Determined the wells productivity which is around 11 litre/sec. as well as, electrical conductivity (E.c), total hardness (T.H) and the total dissolved solids (T.D.S.) that average were 536 mmohs/cm, 378 mg/liter and 739 mg/liter, respectively.

The chemical characteristics of the ground water including the concentration (in mg/liter) of the major cations ( $\text{Ca}^{2+}$  (86),  $\text{Mg}^{2+}$  (50),  $\text{Na}^+$  (58),  $\text{K}^+$  (6)) and anions ( $\text{CO}_3^{2-}$  (nil),  $\text{HCO}_3^-$  (244),  $\text{SO}_4^{2-}$  (273),  $\text{Cl}^-$  (37),  $\text{NO}_3^-$  (9)) are used to define the water quality and its usages. As well as the classification parameters of the wells RSC (-4.39), SAR (1.46), Na% (30.87) and Mg% (40.85).

According to the above results and information, the plain is within the wide catchment area among the mountains which is about 190-200 km<sup>2</sup>. Lithology of the storage rocks are mainly sandstones of Injana and Muqdadiya formations, with suitable productivity of the most wells to irrigation, as well as, the chemical parameters classified the ground water to be used for drinking, domestic and agricultural usages. This matter will change the area (in general) from semi arid – arid to agricultural area used the supplementary irrigation in low precipitation years.

**Key Words:** Alqoush, water quality, hydrochemistry, Mosul.

## **MUSUL, KUZEY IRAK'TAKI MUSUL BARAJI REGÜLASYON GÖLETİNİN SU KALİTESİNDEKİ DEĞİŞİMLERİ YORUMLAMAK İÇİN TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİNİN KULLANIMI**

**Musa'b Abdul Jabbar Al-Tamir**

*İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Koleji, Musul Üniversitesi, Musul, Irak, musabaltamir@yahoo.com,*

Bu çalışmada, Irak, Musul'daki Musul baraj rezervi regülasyon göletinin su kalitesi data seti ana control parametreleri üzerinde factor analizi tekniği daha basit ve kolay yorumlamalar elde etmek için uygulanmıştır.

Bu analiz regülasyon göletinin su kalitesi değişimini etkileyen dört faktör olduğunu göstermektedir. Faktör 1 sıcaklığı, çözünmüş oksijeni, pH, -EC., yağmur yoğunluğunu, ve  $\text{NO}_3^{-1}$  içermektedir ve 35% oranda atmosferin gölet suyu üzerindeki etkisini temsil etmektedir. Faktör 2 sişi diskî derinliği, yosun,  $\text{SiO}_2$  ve  $\text{No}_3^{-1}$  içermektedir, 22% oranda yosunların büyümeye değişimini temsil etmektedir. Factor 3  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$  ve Klorofil A konsantrasyonu içermekte ve Tigris nehir havzasının ve komşu rejimlerin taşkınlı etkisini 14% oranında temsil etmektedir. Faktör 4 türbülans ve  $\text{NO}_3^{-1}$  içermektedir ve ana açıklaktaki yer değiştirmeye ile 12% oranında ilişkili olabilir. Sonuçta, ana kırıltıçılere ve onların birbirleri ile sıralanmasına yönelik göllerin ve diğer su kaynaklarının yönetiminde factor analizi tekniğini kullanabiliyoruz.

**Anahtar Kelimeler:** Su kalitesi, su yönetimi, factor analizi, ana bileşen analizi, rezerv, Musul, Irak.

## **USING PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS TECHNIQUE TO INTERPRETATION WATER QUALITY VARIATION IN MOSUL DAM REGULATION LAKE, IN MOSUL-NORTH OF IRAQ**

**Musa'b Abdul Jabbar Al-Tamir**

*Civil Engineering Department, College of Engineering, University of Mosul, Mosul, Iraq,  
musabaltamir@yahoo.com.*

In this study the factor analysis technique performed on major parameters of water quality data sets of the regulating lake for Mosul dam reservoir in Mosul city in Iraq to give simpler and more easier interpretation for these parameters.

The analysis showed that there are four factors affects upon the water quality variation of the regulating lake. Factor 1 includes temperature, Dissolved oxygen, pH, -EC., Rainfall intensity and  $\text{NO}_3^{-1}$  by 35% which represent the atmosphere effects upon the water of the lake. Factor 2 includes sichi disk depth, - Algae,  $\text{SiO}_2$  and  $\text{No}_3^{-1}$ , which may be represent the algae growth variation with 22%. Factor 3 includes  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$  and Chlorophyll A concentration that represent the effects of flood from the neighborhood regimes and the Tigris river basin with 14%, the last Factor 4 which includes Turbidity and  $\text{NO}_3^{-1}$  with 12% and can be related with the overturn that take place on the main lack. Finally we can depend the factor analysis techniques in management of lakes and other water recourses by pointing the main pollutants and order for each one.

**Key Words:** water quality, water management, factor analysis, principle component analysis, reservoir, mosul, Iraq.

## **ZUMMAR BÖLGESİNDEN KUYU VE PINAR SUYUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ VE SINIFLANDIRILMASI VE ÇEŞİTLİ AMAÇLAR İÇİN KULLANIMI**

**Yousif H. Al-Nasser**

*Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Tarım ve Ornamcılık Koleji, Musul Univ., Irak,  
yousif194@yahoo.com.*

Bir tarafta nüfus ve gıda ihtiyaçlarının artmasından dolayı, diğer tarafta su kaynaklarının ve yağmurun azalması yer altı suyu kaynaklarının kullanımına büyük oranda dikkat çektirmektedir. Bu kaynakların daha iyi ekonomi ve tarımda kullanımını için toprağın özelliğinin korunması dikkate alınmalıdır.

Zummar bölgesinde kuyu ve pınar sularının kalitesini değerlendirmek için, Temmuz 2010'da Kuzey Irak Ninewah Valiliğine ait çalışm alanındaki 18 kuyudan su örneği alınmıştır. Page ve diğ., (1948)'ne göre bu örnek

üzerinde PH, EC, Ca, Mg, Na, SO<sub>4</sub>, Cl, CO<sub>3</sub> ve HCO<sub>3</sub> ölçümlerini içeren kimyasal analizler yapılmıştır. %Na, SA adjSAR, RSC and PS gibi suyun sayısal değerlerini ölçmek için aritmetik denklem kullanılmıştır ve farklı amaçlar için kullanımlarını tanımlamak için değerlendirmeleri ve sınıflandırmaları Richards (1954) tarafından öneri American salinity lab. Sınıflandırması (USDA) AS na göre yapılmıştır. Ayars and Westcort (1985)' ta bahsedildi üzere FAO tarafından önerilen sistem ve kuyu sularını değerlendirmek için (TGPC) (1995) ve Follet and Soltanpour (2001) tarafından önerilen sistem kullanılmıştır. Sonuçlar sulama amacı için FAO tarafından önerilen değerler o su reaksiyon derecesinin (PH) 6.70 – 7.79 arasında değiştiğini göstermektedir. Elektrik iletkenliği değeri (EC) 0.9 – 3.67 ds/m arasında değişmektedir. American salinity lab sınıfamasına dayanarak suyun sınıfı C3S1 ve C4S1 arasındadır. Bu suyun çok tuzlu ve az sodyumlu olduğunu gösterir. TDS değerlerine dayalı olan TGPC (1985) sınıfamasına göre ise suyun az tuzlu olduğu düşünülmektedir. TDS değerleri 635 – 2348 mg/l arasında değişmektedir. Fakat, SAR değerleri toprak veya bitkide herhangi bir problem oluşturmayacak limitlerdedir. Bikarbonat değerleri 5.00 -17.00 mmol/l arasında değişmektedir. En düşük değerler 1, 12, 15 nolu lokasyonlarda edilmiştir, fakat en yüksek değerler ise 7, 17 nolu lokasyonlarda elde edilmiştir. RSC değerleri 1 nolu lokasyonda 0.00 meg/l ve 11 nolu lokasyonda 40.00 meg/l arasında değişmektedir. Fakat klorit değerleri 3.00 – 15.00 mmol/l arasında değişmektedir. En düşük değerler 4, 6, 9, 14, 15 nolu lokasyonlarda elde edilmiştir, fakat en yüksek değerler ise 5, 11 nolu lokasyonlarda elde edilmiştir. PS değerleri 6 nolu lokasyonda 4.00 meg/l ve 11 nolu lokasyonda 25.30 megl arasında değişmektedir. Based on Ayars and Westcort (1985) ve Follet ve Soltanpour (2001) sınıfamasına dayalı olabu suların orta –ciddi problemler üretebilecek sınıfta oldukları ve tuzlu su problemi çözüme katkıda bulundukl söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kuyu ve pınar, Su kalitesi, adjSAR, Kuzey Irak.

## **EVALUATION AND CLASSIFICATION OF THE QUALITY OF SOME WELL AND SPRING WATER AND ITS USE FOR VARIOUS PURPOSE IN ZUMMAR REGION**

**Yousif H. Al-Nasser**

*Soil and Water Resource Department, College of Agriculture and Forestry, Mosul University, Iraq.  
yousif194@yahoo.com.*

Due to the increase in the number of population and the increasing need for food on one hand , and the decrease of water resource , especially rains on other hand , attention has been focused on the use of under ground waters to larger extent . For the sake of better use of these waters to get better economic resource based on the use these waters in agriculture taking into regard preserving the properties of soil as a natural resource that should be maintained .

To evaluate the quality of Well and Spring water in Zummar Region , Ninewah Governorate in north Iraq samples of waters were drawn for 18 sites within the area of study during July 2010 . Chemical analyses had been carried out on these samples according to the methods mentioned by Page et al, (1948) , which include the measurements PH, EC , Ca , Mg , Na , SO<sub>4</sub> , Cl , CO<sub>3</sub> and HCO<sub>3</sub> . Arithmetic equation were used to measure so quantitative properties of waters such as %Na , SAR, adjSAR , RSC and PS , and then evaluating and classifying waters to identify the extent of their use for different purposes according to the American salinity lab. Classification (USDA) AS stated in Richards (1954) and the suggested system by FAO as stated in Ayars and Westcort (1985) & the system for evaluating Well waters (TGPC) (1995) , and Follet and Soltanpour (2001) . The results show that degree of water reaction (PH) was between (6.70 – 7.79) which is within the range suggested by FAO for the purpose of irrigation . The value of electrical conductivity (EC) ranged between (0.96 – 3.67) ds/m . Depending to classification by American salinity lab., the class of waters ranged between (C3S1 and C4S1) . This means water with high salinity and little sodium , By using TGPC classification (1985) which depends on TDS values , they regarded as water with little salinity . TDS values ranged between (635 – 2348) mg/l . While SAR values were within the limits that do not cause any problems to soil and plant . Bicarbonate values ranged between (5.00 -17.00) mmol/l . The least values were recorded at the sites (1,12,15) , while the highest values were recorded at the sites (7,17) . R values ranged between (0.00) meg/l at site no.1 and (40.00) meg/l at site no.11 . While Chloride values ranged between (3.00 – 15.00) mmol/l . The least values were recorded at the sites (4,6,9,14,15), and the highest values at the sites ( 5,17) . PS values ranged between (4.00) meg/l at site no. 6 and (25.30 ) meg/l at site no.11 . Based on Ayars and Westcort (1985) and Follet and Soltanpour (2001) classification, these waters are within the class that causes medium to severe problems to the plant and contribute to the salinity water solution.

**Key Words:** Well and Spring, Water quality, adjSAR, north Iraq.

## SINJAR PINAR KAYNAĞININ JEOLOJİK VE HİDROLOJİK ÇALIŞMASI

**Adil A. Bilal ve Salim Q.Al-Naqib**

*Barajlar ve Su Kaynakları Araştırma Merkezi, Musul Üniversitesi, Hamdani\_adil@yahoo.com*

Pınar kaynağını oluşturduğu ve su taşıdığı tahmin edilen tüm yüzlek vermiş formasyonların  $44\text{km}^2$  'den daha büyük bir alanda arazi jeolojisi araştırması yapılmıştır. Çalışmalar Sinjar pınarının su kaynağının Serikagni ve Jeribe formasyonlarından gelmektedir. bu sınırında karst ve mağra oluşum süreci ile eş zamanlı olduğu tahmin edilmektedir. serikagni and Jeribe Akiferleri bölgede iki önemli ana yeraltı suyu kaynağı olduğu düşünülmektedir.

Pınar suyunun seviye değişimi üzerine bir çok ölçüm yapılmıştır. Seçilen bir kaç kuyuda pompalama testi yapılmış ve  $22 - 1160 \text{ m}^2/\text{gün}$  arası değişen iletkenlik değerleri elde edilmiştir. Sinjar kasabasının su kitleyi problemini çözmek için bir kaç yeni sondaj noktası önerisi delinmiş bir akiferin hidrolik özelliklerine ek olarak önem kazanmıştır.

### GEOLOGICAL AND HYDROLOGICAL STUDY OF SINJAR SPRING RESOURCES

**Adil A. Bilal and Salim Q.Al-Naqib**

*Dams and Water Resources Research Center, Mosul University, Iraq, Hamdani\_adil@yahoo.com,*

Field geological survey, covered an area of more than (44) Km<sup>2</sup> was carried out to the all exposed formations which expected to carry water and form the source of the spring. The study indicated that the source of water to Sinjar spring is from the contact between Serikagni and Jeribe which probably with time developed to karst and cavern systems. Two important aquifers in the area considered to be the principal sources of ground water which are serikagni and Jeribe Aquifers.

Many measurements were made to the fluctuation of the water level of the spring and also conducted a pumping test for few selected wells in the area indicated that the value of transmissivity ranging from (22-1160) m<sup>2</sup>/day. Besides to study the hydraulic properties of the penetrated aquifer in order to select few sites for drilling new boreholes to overcome the shortage of water supply to Sinjar town.

### KB IRAK, SIUN ALANINDA MODFLOW MODELLEMESİ KULLANILARAK AL-FATHA AKİFERİNİN YÖNETİMİ

**Omar Nabar Abdulqader<sup>1</sup> ve Taha Hussein Al-Salim<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Toprak ve Su Bilimleri Bölümü, Tarım ve Ormancılık Koleji, Musul Üniversitesi, Irak,*  
*umarn@maktoob.com,*

<sup>2</sup> *Uzaktan Algılama Merkezi, Musul Üniversitesi, Irak.*

Kuzey-Batı Irak'ta, çalışma alanında (Sinu) yeraltı suyu hayatı derecede önemli ve temel bir kaynaktır. Tarımda önemli bir rölu vardır. Su kaybını önlemek, en uygun yeraltı suyu yönetiminin sağlamak ve farklı çekim seviyelerinin yeraltı suyu seviyesine etkisini tahmin etmek için üç boyutlu sonlu-farklılık modeli olan (*MODFLOW*) matematik modeli Sinu kasabası ve civarında Al-Fatha akiferindeki yeraltı suyunun seviyesi düşüşünü simüle etmek için kullanılmıştır. Çalışma alanı yeraltı suyu sisteminin doğal şartlarını temsil etmesi için 6 kolon ve 8 sıradan oluşan ve her bir gritin  $4\text{km}^2$  alanı kapsadığı 48 grite bölünmüştür. Gözlenmiş ve hesaplanmış düşüş kalibrasyonu ve değerlendirmesi yapılmış, ve model 2006-2012 periyodu arasında farklı çekim senaryoları altında düşüşün tahmini için kullanılmıştır. Model sonuçları şu şekildedir; yeni kuyular açarak (aynı iklim şartları olduğunu tahmin ederek) kuyuların randimanını 5 katına ((88) l/sn. den (440) l/sn.) çıkarardı ve kuzey (4,2)( 4, 3) ve (5,2) gritleri ve güney (3,7) griti ki buralarda su seviyesi (22.7)m ye (2.5) m/yıl hızla düşmüş durumda olduğundan hariç tutularak su seviyesinde ufak bir iniş olduğu bildirilmiştir. Jeoelektrik data ile tespit edilmiş yeraltı fayları bu düşüşe sebeb olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Yeraltı suyu yönetimi, akifer, matematik model, Irak.

## MANAGEMENT OF AL-FATHA AQUIFER USING (MODFLOW) MODELING IN SIUN AREA N-W IRAQ

**Omar Nabar Abdulqader<sup>1</sup> and Taha Hussein Al-Salim<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Soil and water Sci. Dept. College of Agric. and Forestry, Mosul University, Iraq, umarn@maktoob.com,

<sup>2</sup> Remote sensing centre, Mosul University, Iraq.

Groundwater is vital and the sole resource of the study area (Sinu) North -West of Iraq. It has a significant role in agriculture. To avoid the depletion and for optimal management of ground water, Mathematical model (MODFLOW) which is a three-dimensional finite-difference model was used to simulate drawdown in ground water level in Al-Fatha aquifer in sinu village and the surrounding area, to predict the behavior of ground water level impact by different abstraction levels. The study area was divided into (48) grid distributed in six columns and eight rows each grid covering (4) km<sup>2</sup> to represent the natural condition of ground water system. Calibration and its validity was done to get agreement between observed and calculated drawdown, the model then is used to predict the drawdown for the period from (2006 to 2012) under different pumping schemes scenarios. Model results found that by increasing the yield of the wells five time from now will discharge (88) l/sec up to (440) l/sec by drilling new wells (assuming the same climate condition) a slight depression of water level in all grids except (4,2)( 4, 3) and (5,2) in the north and grid (3,7) in the south in which its water table drops (22.7)m , which is about (2.5) m/yr .This lowering belongs to the effect of subsurface faults which was detected using geoelectrical data .

**Key Words:** ground water management, aquifer, Mathematical model, Iraq.

## KB IRAK, SIUN KÖYÜ'NDE YERALTI SUYU YONETİMİ İÇİN MATEMATİK MODELLEME

**Omar Nabar Abdulqader<sup>1</sup> ve Taha Hussein Al-Salim<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Musul Üniversitesi, Ziraat Koleji, Irak

<sup>2</sup> Musul Üniversitesi, Uzaktan Algılama Merkezi, Irak

Kuzey-Bati Irak'ta çalışma bölgesinde (Sinu) yeraltı suyu hayatı ve önemli bir kaynaktır. Ziraatte yer altı suyu çok önemlidir. Azalmayı önlemek ve yeraltı suyunun en iyi yönetimi için 3 boyutlu, sonlu-değişim modeli olan matematik model (modflow) Sinu köyü ve civarındaki Al-fatha akiferinde yeraltı suyunun düşümünü simule etmek ve değişik çıkışma seviyelerinde yer altı su seviyesinin davranışlarını tahmin etmek için kullanılmıştır. Çalışma alanı 6 kolonda ve 48 gride ayrılmış ve 4km<sup>2</sup> alan kaplayan herbir grid için 8 sıra yeraltı su seviyesinin doğal koşullarını göstermektedir. Kalibrasyon ve geçerliliği gözlemlenen ve hesaplanan düşüse bağlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonra model değişik pompalama şeması senaryolarında 2006-2012 süresindeki düşümleri tahmin için kullanılmıştır. Model sonuçlarına göre aynı iklim koşulları olduğu halde yeni kuyuların açılması ile kuyulardan elde edilen verim 88 l/sn'den 440 l/sn'ye yaklaşık beş katı artacak ve bu kuzeydeki (4,2) (4,3) ve (5,2) ve güneydeki (3,7) gridler, su tablası 22.7 metre düşecek bu yaklaşık 2.5 m/yıl, haricinde genelde su seviyesinde küçük düşümlere neden olacaktır. Bu düşüş jeolektrik verilerden belirlenen yer altı faylarına bağlıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Yeraltı Su yönetimi, akifer, matematik model, Irak.

## MATHEMATICAL MODELLING AS A TOOL FOR GROUNDWATER MANAGEMENT IN SIUN VILLAGE N-W OF IRAQ

**Omar Nabar Abdulqader<sup>1</sup> and Taha Hussein Al-Salim<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Mosul University, College of Agriculture, Iraq

<sup>2</sup> Mosul University, Remote Sensing Center, Iraq

Groundwater is vital and the sole resource in the study area (Sinu) located in north-west of Iraq. It has a significant role in agriculture. To avoid the decrease and optimal management of groundwater, mathematical model (modflow) which is a three-dimensional finite-difference model, was used to simulate drawdown in

ground water level in Al-fatha aquifer in Sinu village and the surrounding area, to predict the behaviour of ground water level impact by different abstraction levels. The study area was divided into 48 grids distributed in six columns and eight rows each grid covering  $4 \text{ km}^2$  to represent the natural condition of ground water system. Calibration and its validity was done to get agreement between observed and calculated drawdown, the model is then used to predict the drawdown for the period from (2006 to 2012) under different pumping schemes scenarios. Model resultsn indicate that by increasing the yield of the wells five time from now will discharge (88) l/sec up to (440) l/sec by drilling new wells (assuming the same climate condition) a slight depression of water level in all grids except (4,2)( 4, 3) and (5,2) in the north and grid (3,7) in the south in which its water table drops (22.7)m , which is about (2.5) m/yr. This decrease was caused by the effect of subsurface faults detected using geoelectrical data.

**Key Words:** Ground water management, aquifer, mathematical model, Iraq.

## **İKLİM-ESKİ İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİ/ CLIMATE AND PALAEOCLIMATE CHANGES**

**Oturum Yürütücüler / *Conveners:*  
İsmail Ömer Yılmaz, Funda Akgün**

## YER'İN İKLİMİNİN JEOLOJİK TARİHİ

**Ali Yılmaz ve Fuat Özxonar**

*C.Ü. Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas, Türkiye,  
ayilmaz@cumhuriyet.edu.tr.*

Yer'in iklimin etkileyen başlıca faktörler kitaların devinimi ve volkanik faaliyetler, güneş radyasyonundaki dalgalanmalar, Yer'in yörüngesindeki değişimler ve canlı yaşamın atmosferin bileşimine etkileridir. Bu faktörler jeolojik geçmişte de Yer'in iklimini etkilemiş, Günümüz'de de etkilemeye ve gelecekte de bu faktörlerin etkileri devam edecektir.

İklimin etkileri deniz tabanına yakın yerlerde yaşayan organizmalara yansımaktadır. Dolayısıyla paleontolojik kayıtlar kullanılarak sıcaklık değişimleri belirlenebilmektedir. Bu değişimler fosillerin  $\text{CaCO}_3$ 'tan oluşan kabuklarındaki oksijen izotop oranlarından anlaşılabilir. Çünkü bu oran, suyun sıcaklığındaki değişimlere dolayısıyla iklime bağlı olarak değişmektedir.

Yapılan değerlendirmelere göre, Prekambriyen' de Günümüz'den daha sıcak ve daha soğuk dönemlerin yaşandığı söylenebilir. Buna göre, Prekambriyen' de üç buzullaşma dönemi yaşanmıştır. Ancak, olasılıkla yeryüzündeki suyun fazla olmaması nedeniyle bu buzullar uzun süre korunamamıştır.

Prekambriyen sonu ve Paleozoyik başında Yer'in ikliminde önemli ölçüde gelişen soğuma nedeniyle 4.cü grup buzullaşma meydana gelmiştir. Bu sırada Baykalıyen orojenezi olmuş ve canlı yaşam büyük ölçüde yok olmuştur.

Paleozoyik ve Mezozoyik sırasında ise iklimde ısınma ve soğuma dönemleri birbirini izlemiştir. Özellikle sıcak dönemlerde karasal bitkilerin ve planktonların biyolojik oksijen üretmesi yeryüzündeki yaşamın ileri düzeyde gelişmesini kolaylaştırmıştır. Paleozoyik- Mezozoyik geçişinde Hersiniyen orojenezi olmuş ve bu dönemde de yaşam büyük ölçüde tekrar yok olmuştur.

Mezozoyik sırasında özellikle Jura- Erken Kretase döneminde önemli okyanusal havzalar açılmış ve gelişmiş, buna bağlı olarak sıcaklık artmış, bu süreç maksimum düzeye erişerek çiçekli bitkilerin ortaya çıkışına yol açmıştır. Geç Kretase sırasında yay magmatizması egemen olmuş ve bu magmatizmanın ürünü kırılık de yaşamı olumsuz yönde etkilemiştir. Mezozoyik sonunda da canlı yaşam büyük ölçüde yok olmuştur.

Senozoyik sırasında yaşam yeniden canlanmış, ancak yaklaşık 35 milyon yıl önce (Oligosen' de) son büyük buzul çağlığı (5.ci evre) başlamıştır. Oligosen- Orta Miyosen'de yeryüzü geniş buzullarla kaplanmıştır. Bu dönem de önemli kıtasal blokların çarpıştığı bir dönemi karakterize etmektedir.

Pleyistosen'de yaklaşık 100 -120 bin yıllık sürelerle  $8 - 10^0 \text{C}'$ lik yavaş ve düzenli soğuma ve ısınma dönemleri görülmektedir. Son kalın buz örtülerinin oluşumundan sonra, sadece birkaç bin yıl içinde yeryüzündeki sıcaklık artmış ve bu sırada buzullar büyük ölçüde çözülmüştür. Bu yeni alt evrede canlı yaşamın atmosfere etkileri arasında özellikle insan kaynaklı faaliyetler sonucu atmosferin bileşiminde önemli değişiklikler beklenmektedir. Dolayısıyla gelecekte yeryüzündeki yaşam Günümüzdeki yaşamla kiyaslanmayacak ölçüde bir değişim geçirebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Yer, Jeolojik tarih, İklim, Kitaların devinimi, Atmosfer, Yaşam.

## GEOLOGICAL HISTORY OF THE EARTH'S CLIMATE

**Ali Yılmaz and Fuat Özxonar**

*C.Ü. Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas, Türkiye,  
ayilmaz@cumhuriyet.edu.tr.*

Main factors affecting Earth's climate are continental drift and volcanic eruptions, oscillations of solar radiation, changes of Earth's orbit and effects of life on the content of atmosphere. These factors affected Earth's climate and life in the geological past, they are affecting now and will affect in the future.

Effects of climate reflects the organisms, which living near the sea bottom. That's why (For this reason) temperature changes in Earth's climate were discovered by using the paleontological records. The changes in temperature can be understood from the isotopic oxygen (Hydrogen peroxide) ratios from the shells (including  $\text{CaCO}_3$ ) of fossils. Because, this ratio changes depending on the temperature in water.

On the basis of evaluations carried out, it is possible to suggest that there were warmer and colder phases than Recent, during Precambrian time. According to these evaluations, three glaciation periods occurred during Precambrian. However, it is likely to suggest that glaciers of long duration did not emerge at that time, because the volume of Earth's surface water was insignificant.

During the Late Precambrian and begining of the Paleozoic time, the glaciation of the fourth group occurred due to significant cooling of Earth climate. In this phase, the Baikalian orogenesis occurred and the life died out in a great scale.

Warming and cooling periods in climate followed each other during Paleozoic and Mesozoic times. During mainly warming periods, the generation of biogenic oxygen by phytoplankton and land plates facilitated the development of highly organised life on the surface of Earth. In the transition between Paleozoic and Mesozoic times, the Hercinian orogenesis occurred and the life died out in a great scale again.

During Mesozoic time, mainly Jurassic and Early Cretaceous periods, large oceanic basins opened and developed and the temperature increased and this process reached its maximum level, which lead to the emergence and proliferation of blossoming plants. In the Late Cretaceous period, arc magmatism became dominant and then atmospheric pollution of the magmatism affected life in a negative way. In the end of Mesozoic also, the life died out in a great scale.

During Senozoic time, the life became active and however, about 35 million years ago (during Oligocene), the last (fifth phase) glaciation period had begun. The widest ice covers of Earth's surface occurred during Oligocene- Middle Miocene. This phase is also characterised by collisions of the continental fragments.

In the Pleistocene epoch, there were slow but steady periods of cooling and warming by about 8- 10 °C, which lasted approximately 100- 120 thousand years. After formation thick ice covers, a rapid warming occurred during only several thousand years, which degraded the glaciers in a great scale. In this new subphase, important changes in the content of atmosphere will be expected as a result of mainly man-made activities among the effects of the life on the atmosphere. Therefore, the life on the Earth may be changed in a great scale, which is not compared with the Recent life in the future.

**Key Words:** Earth, Geological history, Climate, Continental drift, Atmosphere, Life.

## **ERCİYES VOLKANI'nda GEÇ KUVATERNER BUZULLAŞMASI VE ESKİ İKLİM KOŞULLARININ KOZMOJENİK YÜZEY YAŞLANDIRMASI VE BUZUL MODELLEMESİYLE BELİRLENMESİ**

**Mehmet Akif Sarıkaya<sup>1,2</sup>, Attila Çiner<sup>3</sup> ve Marek Zreda<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Coğrafya Bölümü, Fatih Üniversitesi, 34500, Büyüçekmece, İstanbul, Türkiye masarikaya@fatih.edu.tr,

<sup>2</sup> Hidroloji ve Su Kaynakları Bölümü, Arizona Üniversitesi, 85721, Tucson, AZ, A.B.D.,

<sup>3</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, 06400, Beytepe, Ankara, Türkiye.

Buzullar iklim koşullarından doğrudan etkilendikleri için, iklimsel değişimler hakkında önemli bilgiler verirler. Bu yüzden eski buzulların boyutlarının ve zamanlamalarının belirlenmesi, eski iklim koşulları hakkında önemli ipuçları sağlarlar. Bu amaçla, Erciyes Volkanı'nda ( $38.53^{\circ}\text{N}$ ,  $35.45^{\circ}\text{E}$ , 3917 m), buzul çokellerinin kozmojenik klor-36 ( $^{36}\text{Cl}$ ) yüzey yaşlandırma yöntemiyle tarihlendirmesi yapılmış, eski buzul dönemlerine ait iklim koşulları, buzul modellemeleri ve bölgeden elde edilen diğer iklimsel veriler ışığında tekrar değerlendirilmiştir. İki adet buzul vadisinden toplam 44 örnek alınarak yapılan yaşlandırma çalışmaları sonucunda, toplam 4 adet buzullaşma dönemi ortaya çıkartılmış, yaslıdan gence bu dönemler; Son Buzul Maksimumu (SBM,  $21.3 \pm 0.9$  bin yıl önce), Geç Buzul Dönemi ( $14.6 \pm 1.2$  bin yıl önce), Erken Holosen ( $9.3 \pm 0.5$  bin yıl önce) ve Geç Holosen ( $3.8 \pm 0.4$  bin yıl) olarak belirlenmiştir. Kaydedilen en büyük ilerleme SBM dönemine aittir. Erken Holosen döneminde buzullaşmanın volkanizma ile kesintiye uğradığı belirlenmiştir. Günümüzde, Erciyes Volkanı'nda bir adet buzul yer almaktır ve 260 m'lik uzunluğu ile 3650-3450 m yükseklikleri arasında yer almaktadır. Buzul modellemesi ile elde edilen sonuçlar, SBM döneminde Orta Anadolu'nun günümüze göre yaklaşık  $8-11^{\circ}\text{C}$  daha soğuk ve yağışın günümüze yakın değerlere sahip olduğunu göstermektedir. Geç Buzul döneminde ise sıcaklığın  $4.5-6.4^{\circ}\text{C}$  daha soğuk olduğu hesaplanmıştır. Erken Holosen döneminde iklimin günümüze göre  $2.1-4.9^{\circ}\text{C}$  daha soğuk ve iki katı daha nemli olduğu düşünülmektedir. Geç Holosen döneminde yağış koşulları günümüz değerlere yaklaşmış, hava sıcaklığının ise günümüzdən  $2.4-3^{\circ}\text{C}$  arasında daha düşük olduğu hesaplanmıştır. Erciyes Volkanı'nda 1902-2008 yılları arasında çeşitli zamanlarda yapılan buzul ölçümleri ile yılda 4.2 m'lik bir gerilemenin varlığı ortaya konulmuş, buzul modellemesi ile elde edilen son yüzyıldaki hava sıcaklığı artışının ise  $0.9-1.2^{\circ}\text{C}$  arasında olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Geç Pleyistosen, Holosen, kozmojenik yüzey yaşlandırma yöntemi, Cl-36, buzul modellemesi, eski iklim, Türkiye.

## LATE QUATERNARY GLACIATIONS AND PALEOCLIMATE OF ERCIYES VOLCANO INFERRED FROM COSMOGENIC SURFACE DATING AND GLACIER MODELING

**Mehmet Akif Sarıkaya<sup>1,2</sup>, Attila Çiner<sup>3</sup> and Marek Zreda<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Geography, Fatih University, 34500, Büyüükçekmece, İstanbul, Turkey masarikaya@fatih.edu.tr,

<sup>2</sup> Hydrology and Water Resources Department, University of Arizona, 85721, Tucson, AZ, USA,

<sup>3</sup> Geological Engineering Department, Hacettepe University, 06400, Beytepe, Ankara, Turkey.

Since glaciers are directly affected by the climate, they provide valuable information about the change in climate settings. Thus, determination of extent and timing of past glacial activities can be used to predict the past climate changes. For this purpose, we conducted a study on Mount Erciyes (3917 m, a stratovolcano in central Turkey, 38.53°N, 35.45°E). We mapped the past glacial extents and dated the moraines by using in-situ cosmogenic chlorine-36 ( $^{36}\text{Cl}$ ). Forty-four boulders from moraines in two glacial valleys of Mount Erciyes indicate four periods of glacial activity since the Last Glacial Maximum (LGM) (21 ka ago; 1ka=1000 calendar years). They were reached their maximum extend by  $21.3 \pm 0.9$  ka ago and re-advanced by  $14.6 \pm 1.2$  ka ago (Lateglacial), and again by  $9.3 \pm 0.5$  ka ago (Early Holocene). On that time, they were interrupted by volcanic activity on the flanks of the volcano. The last stage of glaciers re-advanced during the Late Holocene ( $3.8 \pm 0.4$  ka ago) and started to retreat again. Today, the mountain sustains a 260 m long glacier between the elevations of 3450 – 3650 m. This complete set of glacial activity reveals inclusive series of paleoclimatic data. Using the glacier modeling and paleoclimate proxies, we reconstructed the history of climate change in the region for the last 21 ka. The results show that LGM climate was 8–11°C colder than today and precipitation levels were somewhat similar to modern values. Lateglacial advances suggest that the climate was colder by 4.5–6.4°C. The Early Holocene was 2.1–4.9°C colder and up to twice as wet as today, while the Late Holocene was 2.4–3°C colder and its precipitation amounts approached to modern values. Historical measurements of glacier length between 1902 and 2008 reveal a retreat rate of 4.2 m per year, which corresponds to a warming rate of 0.9–1.2°C per century according to our glacier modeling efforts.

**Key Words:** Late Pleistocene, Holocene, cosmogenic surface exposure dating, Cl-36, glacier modeling, paleoclimate, Turkey.

## TECER (SİVAS) GÖL İSTİFİ: SON ALTI BİN YILDA İKLİMSEL VE ANTROPOJENİK İŞARETLERİN TEŞHİSİ VE GEÇ HOLOSEN'DE İNSAN TOPLULUKLARI İLE İLİŞKİLERİ ÜZERİNE TARTIŞMA

**Catherine Kuzucuoğlu, W. Dörfler ve S. Kunesch**

*D Mouralis, Rouen Üniversitesi, Idees Laboratuvarı, Rouen*

Anadolu Platosu'nun kuzeyinde, Tecer Gölü'nden (Sivas bölgesi, Türkiye) 6.8 m kayıt geç Holosen iklim eğilimi ve olayı hakkında veri elde edilmiştir. Ortalama 1mm/yıl çökel birikimini olduğunu gösteren onbir adet  $^{14}\text{C}$  yaşlandırması, minarolojik içerik ve çökellerin tane boyu üzerine çalışmalar yapılmıştır. Sonuçlar göl su seviyesinin değişimini, evaporasyon yoğunluğunu (yaz kuraklığı) göstermiştir ve bunlar iklimsel rutubeti belirtecek (kuş, yaz yağmur düşüşü) şekilde yorumlanmıştır. a) tane boyu dağılımı, minerallerin birbirlerine oranları ve kum-kil içeriğine bağlı olarak su gelimi ve b) evaporasyon stresini gösteren mineral çökelimi (aronit, jips), ara sıra meydana gelen mevsimsel değişimler (örn. çok yağmur yağmurlu dönemler) ilişkileri vardır.

Tecer'de, geç Holosen üç aralığa ayrılabilir: (a) 100 yılda bir ardalanmalı kuru/islak dönemler olan ıslaktan kuruya orta Holosen geçisi (6000 yıl ile 3000 yıl arası) ve (b) son iki bin yılda kısa kuru/islak ardalanmalar. Orta Holosen geçisi sırasında, yoğun ve kısa (~100-250 yıl uzunluğunda) her bir ıslak/kuru ardalanması sununda kuraklık olmuştur, örn 6., 5. ve 4. binyıl). Tecer'deki iklimsel dönemler bazı karakteristikler istifin yerine bağlı olarak bazı özel etkiler konusunda bilgiler vermektedir: doğu Akdeniz'de (aslı olarak doğuya doğru Van ve Zagros gölleri, orta Anadolu'da eski Acıgöl ve Nar gölü ve doğu Akdeniz'de bir çok yer) diğer yerlerle karşılaşıldığında, Tecer gölü çökelleri orta Anadolu Platosu'nun kuzey kısmı üzerindeki değişik iklim sistemlerinin (batı Avrupa, kutup, doğu Akdeniz, Hint Muson) uzantılarının kayıtlarını içerir gibi gözükmemektedir. İklimsel durumla karşılaşıldığında tane boyu içeriği için kullanılan bazı göstergeler büyük olasılıkla toprak üzerindeki (orman kesimi ve artan yoğun uygulamalar) insan etkilerine bağlı erozyon izlerinin dönemlerinin kanıtlanmasına izin vermiştir. Toprak erozyonunda 5.binyilda başlayan (örn. Erken bronz çağının

başlangıcı), geç Bronz çağında (4. bin yılın ikinci yarısı) ve özellikle 2. bin yılda Roma işgali sırasında devam eden bu değişiklikler göllerle kaplanan çukurluklara çökel gelim tipindeki değişikliklerle ispatlanır. Sonuç olarak, iklimsel ve antropojenik işaretlerin karşılaştırılması insanlık tarihinde, iklimin rolü üstüne eski bilim (iklim, arkeoloji) topluluğunda devam eden kuvvetli tartışmaların açılmasına izin verecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Tecer (Sivas) Gölü, Geç Holosen, Kuraklık, Islak/Kuru Ardalanması, İnsanlık Tarihinde İklimin Rolü.

## **THE TECER (SIVAS) LAKE SEQUENCE: IDENTIFICATION OF CLIMATIC AND ANTHROPOGENIC SIGNALS DURING THE LAST 6 MILLENNIA, AND A DISCUSSION ON RELATIONSHIPS WITH HUMAN SOCIETIES IN CENTRAL ANATOLIA DURING LATE HOLOCENE**

**Catherine Kuzucuoğlu, Dörfler, W. and Kunesch, S.**

*D Mouralis , Rouen University, Idees Laboratory, Rouen*

In the north of the Anatolian Plateaux, the Tecer lake (Sivas region, Turkey) delivered a 6.80 m record of late Holocene climate trends and events. With the chronological frame of eleven  $^{14}\text{C}$  dates which evidence a mean 1 mm.yr $^{-1}$  sedimentation rate during 6000 years, the mineralogical content and the grain-size distribution of the sediments from this sequence have been studied. Results allow reconstructing variations in lake-level and in evaporation intensity (summer droughts), both proxies interpreted as indicating climatic humidity (winter vs summer rainfall). Correspondences between (a) water input evidenced by the grain-size distribution and the ratios between minerals and the sand-clay content, and (b) precipitated minerals evidencing evaporation stress (aragonite, gypsum) also evidence, occasionally, seasonal contrasts (eg. phases with high winter rainfall). At Tecer, late Holocene is divided into two main periods: (a) the wet to dry mid-holocene transition (from 6th to 3rd mill. cal. bp) characterised by multicentennial alternating dry/wet phases, and (b) shorter dry/wet alternations during the last two millennia. During the mid-Holocene transition, intense and short (~100-250 yr-long) droughts occur at the end of each wet/dry alternations, i.e. at the end of the 6th, 5th and 4th mill. cal. bp. The characteristics of some climatic phases in Tecer seem to enlighten some specific effects due to the location of the sequence: when compared with other sites in the eastern Mediterranean (mainly Van and Zagros lakes to the east, eski Acıgöl and nar gölü in central Anatolia, and several sites in the Levant), the Tecer lake sediments seem to have registered the variations in extension of different climatic systems (western Europe, polar, east Mediterranean, Indian monsoon) over the northern part of the central Anatolian Plateaux. Some indicators used for characterizing the evolution of grain size content compared to climatic proxies, allow to evidence periods of erosion peaks which are most probably related to the impact of human activities on soils (deforestation, increasingly intensive practices). These changes in soil erosion is evidenced by changes in the type of sediment delivery to the depression occupied by the lake, occur at the beginning of 5th mill. cal. bp (i.e. beginning of the early bronze age), during the late bronze age (2nd half of 4th mill. cal. bp), and especially during the roman occupation (early centuries of the 2nd mill. cal. bp). Finally, the comparison between climatic and anthropogenic signals allows to open the discussion on the role of climate in human history, which is an on-going debate especially vivid in the scientific “palaeo” (climate, archaeology) community.

**Key Words:** The Tecer (Sivas) Lake, Late Holocene, Droughts, Wet/Dry Alternations, Role of Climate in Human History.

## **SONDAN BİR ÖNCEKİ DEGLASYASYON VE SON BUZULARASI DÖNEM SIRASINDAKİ DENİZ SEVİYESİ DEĞİŞİMLERİ**

**Erdem Bekaroğlu<sup>1</sup> ve Tezer Esat<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Coğrafya Bölümü, Ankara Üniversitesi, 06100, Sıhhiye, Ankara, Türkiye, erdem.bekaroglu@ankara.edu.tr,

<sup>2</sup>Research School of Earth Sciences, The Australian National University, Canberra, ACT, 0200, Australia.

Bu çalışmada, Sondan Bir Önceki Deglasyasyon (T II) ve Son Buzularası dönem (SBd) sırasındaki deniz seviyesi değişimlerinin doğrudan belirlenebilmesi ve meydana gelen deniz seviyesi değişimlerinin kesin ve doğru bir kronolojisini oluşturulması açısından en iyi jeolojik-jeomorfolojik gösterge olan sig su mercan resifleri incelenmiştir. Karayıpler'de tektonik olarak yükselen bir ada olan Barbados'un güneybatı bölümündeki

SBD resif terasından örneklenen çok sayıda mercan resifi içerisinde 40'tan fazla mercan numunesi yüksek çözünürlüklü TIMS U/Th metodıyla tarihlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, T II'nin 137-134 bin yıl önce arasında meydana gelen ilk deniz seviyesi yükselişiyle hızlandılığını göstermektedir. Deniz seviyesinin glasyal düzeyinden (-80/-100 m) -20 metreye yükseldiği bu dönemdeki deniz seviyesinin yükseliş trendi 130 bin yıl önce kesintiye uğramış ve deniz seviyesi tekrar glasyal düzeyine inmiştir. Barbados mercanlarının 130-129 bin yıl önce, deniz seviyesinin -20 metreden -1 metreye yükseldiğini kaydetmesi, bu deniz seviyesi salınınımının oldukça ani ve hızlı olduğunu göstermektedir. T II'nin bitişini ve SBd'nin başlangıcını ifade eden mercan örnekleri, 128 bin yıl önce deniz seviyesinin +2-4 metreye eriştiğini ve bu yüksek düzeyin kesintisiz olarak 2-3 bin yıl sürdüğünü göstermektedir. Resif terasındaki mercan numuneleri SBd'nin ortasında bin yıllık ani bir deniz seviyesi salınınımının varlığını göstermektedir. İklim sistemindeki ani bir kararsızlığı gösteren bu olay sonrasında deniz seviyesi tekrar +2-4 metrelik yüksek düzeyine erişmiştir. Mercan resifi kayıtları, SBd yüksek deniz seviyesinin 119-117 bin yıl önce sonlandığını, bu sırada deniz seviyesinin -8 metreye düştüğünü göstermektedir.

T II'nin başlangıcından SBd'nin sonuna kadar olan yaklaşık 20 bin yıllık dönemde, orbital ve suborbital ölçekteki deniz seviyesi değişimleriyle karakterize olmaktadır. SBd'nin ortasındaki ani deniz seviyesi salınımının varlığının, zamanlamasının ve magnitüdünün bu çalışmada keşfi, ilk defa, suborbital ölçekli deniz seviyesi değişimlerinin sadece buzul ve interstadyal dönemlerde değil, buzularası dönemlerde de hüküm sürmüş olduğunu göstermektedir. Holosen deniz seviyesinin bugünkü seviyesine eriştiği 6 bin yıl öncesinden günümüze dek durağanlığını korumuş olması, SBd ile Holosen arasındaki başlıca ayrılığa işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Deniz Seviyesi Değişimleri, Deglasyasyon, Son Buzularası dönem, U/Th.

## SEA-LEVEL CHANGES DURING THE PENULTIMATE DEGLACIATION AND THE LAST INTERGLACIAL PERIOD

Erdem Bekaroğlu<sup>1</sup> and Tezer Esat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Geography, Ankara University, 06100, Sıhhiye, Ankara, Turkey,  
erdem.bekaroglu@ankara.edu.tr*

<sup>2</sup>Research School of Earth Sciences, The Australian National University, Canberra, ACT, 0200, Australia.

In this study, we have investigated shallow water coral reef species, the most appropriate geological-geomorphological proxy of the sea-level changes, for the direct determination of the sea-level changes during the Penultimate Deglaciation (T II) and the Last Interglacial (LI). In order to establish accurate and precise chronology of the sea-level changes during the time period of interest, we have applied high resolution TIMS U/Th dating for more than 40 coral samples collected from LI reef terraces located on the SW part of the Barbados, the tectonically uplifting island in the Caribbean Sea.

Results show that the T II accelerated between 137 and 134 ka BP with the initial rise in sea-level, during which sea-level rose to -20 m from its glacial level (-80 m). The rising trend of the sea-level further interrupted by a rapid drop in sea-level to its glacial level again at 130 ka BP. Barbados corals captured the sea-level rise from -20 m to -1 m between 130-129 ka BP, which indicates that the sea-level fluctuation at the termination of the penultimate glacial period was very rapid and abrupt. Coral samples from LI reef unit capturing the termination of penultimate deglaciation and the onset of the LI period, show that the sea-level reached +2-4 m around 128 ka BP and remained at this level for 2-3 ka.  $^{230}\text{Th}$  ages obtained from coral samples in the reef unit suggest that the middle of the LI period is characterized by a millennial scale, relatively large and abrupt sea-level fluctuation. Shortly after the pronounced rapid sea-level fluctuation that resulted from short-term instability in the climate system, sea-level reached its high stand level again. Coral records show that the LI sea-level high stand terminated and the sea-level fell to -8 m around 119-117 ka BP.

The period from the onset of T II to the end of the LI period is characterized by orbital and suborbital-scale sea-level changes. In this study, the discovery of the mid-LI sea-level fluctuation and the determination of its timing and magnitude reveal that the suborbital-scale sea-level variations are features not only for glacial and interstadial periods but also for interglacial periods. Since the present sea-level has been stable for the last 6 ka, we conclude that the LI and the Holocene might be substantially different from each other.

**Key Words:** Sea-level changes, Penultimate deglaciation, The Last Interglacial, U/Th.

**BİLECİK KARBONAT PLATFORMU'NUN GEÇ HAUTERİVİYEN'DE  
BOĞULMASI VE TAKİP EDEN KÜRESEL ERKEN-GEÇ BARREMİYEN  
İKLİM DEĞİŞİMİ VE OKYANUSAL OLAYININ ETKİLEŞİM KAYITLARI,  
SAKARYA ZONU, BATI TÜRKİYE**

**İsmail Ömer Yılmaz<sup>1</sup>, Demir Altiner<sup>1</sup>, Uğur Kağan Tekin<sup>2</sup>,  
Faruk Ocakoğlu<sup>3</sup> ve Sanem Açıkalın<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06531, Ankara, ioyilmaz@metu.edu.tr,*

<sup>2</sup> *Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, 06800, Beytepe, Ankara,*

<sup>3</sup> *Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskisehir Osmangazi Üniversitesi, 26480, Meşelik, Eskisehir.*

Alpin Tetis bölgesinde kaydedildiği gibi Bilecik Karbonat Platformu'nun Geç Hauteriviyan/Erken Barremiyen'de boğulması Pontitler'in Sakarya Kuşağı üzerinde Türkiye'de de tespit edilmiştir.

Boğulma olayının önemli özelliklerinden olan bol ammonit, belemnit, bivalv ve çoklu sert zeminleri içeren kalın tabakalı, "Ammonitico Rosso" benzeri kırmızı renkli kireçtaşları H/B sınırının hemen altında kaydedilmiştir. Sert zemin yüzeyleri mikro ve makro ölçekli demir ve mangan kabuklaşması ve yumruları, mikro ve makro ölçekli organizma oyguları, kalsit mineralleşmesi ve glokoni minerali içermektedir. Geç Hauteriviyan/Erken Barremiyen sınırsında, sert zeminlerin en sonuncusunun hemen üstüne kırmızı renkli, planktonik foraminifera içeren pelajik kireçtaşı gelmektedir. Bu istifin üzerine gri renkli, biyoturbasyonlu, kumlu/siltli, radyolaryalı kireçtaşları, siyah şeyller ve kumlu/siltli çamurtaşları gelmektedir. Ammonitli, manganlı, demirli, piritli ve glakoni mineralli siyah şeyl seviyesi Erken Barremiyen-Geç Barremiyen sınırında yer almaktadır.

Platform karbonatlarının üzerinde yer alan "Orta Barremiyen" siyah şeyl aralığının kaydı ve radyolaryalı pelajik istif ile örtülmlesi okyanusal anoksik olayın platform boğulmasından sonra gerçekleştiğini göstermektedir. Siyah şeyl zonu içerisinde duraylı  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop eğrilerinde Avrupa istiflerindeki izotop eğrileri ile parallel sunan pozitif/negatif sapmalar tespit edilmiştir. Eski iklim değişikliği analizleri Barremiyen'in en altında iklimde bir serin dönemin var olduğunu, bu dönemi Geç Erken Barremiyen'de ilk bir dönemin takip ettiğini, ve Geç Barremiyen'de tekrar serin bir iklim yaşandığını göstermektedir. Atlantik ve Tetis Okyanusları arasında geçiş yollarının açılması Boreal ve Tethis alanları arasında denizel geçişleri geliştirmiştir ve dolayısı ile Tetis Okyanusu'nda denizel suların soğuduğu görülmüştür. Buna ek olarak, İngiltere'de denizel olmayan fasyelerde yapılan eski iklim çalışmalarında düşük atmosferik CO<sub>2</sub>'in bulunduğu ve Erken Barremiyen'de serin iklimlerin var olduğunu gözükmemektedir. İlk dönemlerde, nemli iklim şartları kıtaların ve boğulmuş platformların üzerinde etkisini göstermiş ve havzalara çözünmüş inorganik karbon taşınmasına, su kolonundaki evaporasyon, sıcaklık ve üretimde artışa sebep olmuştur. Bu değişimlerin sonucunda da anoksik şartların gelişmesi tetiklenmiştir. Bu çalışmada Barremiyen'de küresel eski iklim değişikliğine çok parallel eğilimlerin ve aynı eski okyanusal olayın Türkiye'de Pontitler'in Sakarya Zonu üzerinde de kayıtları ortaya çıkarılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Geç Hotriyien /erken Barremiyen, Karbonat Platformu Boğulması, Orta Barremiyen Anoksiyası, Serin ve ılık iklim değişiklikleri, Okyanusal geçiş yolları, Bilecik Platformu, Sakarya Zonu, Pontitler.

**DROWNING OF THE BILECIK CARBONATE PLATFORM IN THE LATE  
HAUTERIVIAN/EARLY BARREMIAN AND RECORDS OF THE FOLLOWING  
GLOBAL EARLY-LATE BARREMIAN CLIMATE CHANGES AND  
OCEANOGRAPHIC EVENT ON THE SAKARYA ZONE, PONTIDES,  
WESTERN TURKEY**

**İsmail Ömer Yılmaz<sup>1</sup>, Demir Altiner<sup>1</sup>, Uğur Kağan Tekin<sup>2</sup>,  
Faruk Ocakoğlu<sup>3</sup> and Sanem Açıkalın<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Department of Geological Engineering, Middle East Technical University, 06531, Ankara, Turkey,  
ioyilmaz@metu.edu.tr,*

<sup>2</sup> *Department of Geological Engineering, Hacettepe University, 06800, Beytepe, Ankara, Turkey,*

<sup>3</sup> *Department of Geological Engineering, Eskisehir Osmangazi University, 26480 Meselik, Eskisehir, Turkey*

The drowning of the Bilecik Platform in Late Hauterivian/Early Barremian is recorded in the Sakarya Zone of Pontides in Turkey as in the Alpine Tethys region. "Ammonitico Rosso" like reddish colored, thick-

bedded limestones including multiple hardgrounds, abundant ammonites, belemnites and bivalves which are important criteria of drowning are recorded just below H/B boundary. The hardground surfaces contain macro and micro-scale manganese and iron encrustations, micro- and macro-boring structures, calcite mineralization and glauconite minerals. A red pelagic limestone succession with planktonic foraminifera overlies the last hardground surface which took place at the late Hauterivian-early Barremian boundary. This succession is overlain by alternation of grey colored bioturbated sandy/silty limestones with radiolaria and black shales or sandy/silty mudstones. A black shale level including ammonite, manganese, iron, pyrite and glauconite minerals takes place around the early Barremian-late Barremian boundary.

The record of “mid-Barremian” black shale interval over the platform carbonates and the overlying pelagic succession with radiolaria indicates that the “mid-Barremian” Oceanic Anoxic Event took place after the drowning of the platform. Stable  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  isotope excursions have been detected within black shale zone and display parallel pattern with European sections. Paleoclimate change analysis indicates that a cool phase in the climate was recognized at the base of the Barremian, and followed by a warming trend in the Late Early Barremian and a cooling phase occurred in the Late Barremian. Opening of gateways between Atlantic and Tethyan oceans enhanced the marine passage between the boreal and the Tethyan realms and in turn cooling of marine waters in the Tethyan Ocean appeared. In addition to this, paleoclimate studies on the non-marine facies in the southern England indicated the presence of low atmospheric  $\text{CO}_2$  and cooler paleoclimates in the early Barremian. In warmer periods, humid conditions may have taken place on continents and drowned platforms causing the transportation of dissolved inorganic carbon into basins, increased evaporation, temperature, and production in water column triggered the anoxic conditions. Very parallel trends in the global paleoclimate changes and the same paleoceanographic event in the Barremian are determined on the Sakarya Zone of Pontides in Turkey.

**Key Words:** Late Hauterivian/Early Barremian, Carbonate Platform Drowning, Mid-Barremian Anoxia, Cool and warm climates, Ocean gateways, Bilecik Platform, Sakarya Zone, Pontides.

## ISPARTA VE GÜMÜŞHANE (G VE KD TÜRKİYE) TRİYAS-ORTA JURASİK PERİYODUNA AİT İKLİMSEL DEĞERLENDİRMELER

**Funda Akgün<sup>1</sup>, Mine Sezgül Kayseri-Özer<sup>1</sup>, İsmail İşintek<sup>1</sup>,  
Raif Kandemir<sup>2</sup> ve Fuzuli Yağmurlu<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Jeoloji mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, 35160, Buca-İzmir, funda.akgun@deu.edu.tr,

<sup>2</sup>Gümüşhane Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane-Türkiye,

<sup>3</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta-Türkiye.

Türkiye'de Triyas-Orta Jurassik dönemine ait denizel tortullar oldukça yaygın gözlenmesine karşın, özellikle kömür içerikli karasal tortullar az yayılım sunmaktadır. Bu çalışmada, Isparta bölgesinde Çayır, Sorgun ve Köklü yayalarında gözlenen kömür içerikli karasal istiflerdeki kömür ve kil örneklerinden mikroflora, kireçtaşlı örneklerinden foraminifer faunaları tanımlanmıştır. Mikroflora ve foraminifer formlarına dayanılarak Çayır, Sorgun ve Köklü yayalarında gözlenen kömür içerikli karasal ve denizel tortulların Geç Triyas (Resyen-Erken Jurassik)-Erken Jurassik (orta Liyas) döneminde çökeldiği belirlenmiştir. Çayır, Sorgun ve Köklü yayalarından (Isparta) tanımlanan spor ve polenler göre, kıyı yakını denizel koşulların varlığını belirlenmiştir. Cheriolepidiaceae ailesine ait *Corallina cinsinin bolluğu* (Köklü %34, Sorgun %60 ve Çayır %80) ve düşük topografya'daki eğrelti ormanın varlığı Resyen-erken Liyas döneminde, ilik-yarı tropikal ve nispeten nemli iklimsel koşullarının varlığını yansımaktadır.

Gümüşhane çevresinde Ammonitico Rosso fasiyesi üzerinde yer alan ve az yayılım gösteren kömür içerikli karasal tortullardan derlenen örneklerden Orta Jurassik (?Sinemuriyen-Bathoniyen) yaşı mikroflora tanımlanmıştır. Gümüşhane çevresinden derlenen kömür örneklerinden tanımlanan bu mikroflora, yarı tropikal ve genel olarak kurak iklim koşullarını varlığı düşündürmektedir.

Bu çalışmada ayrıca, yayınlanmış diğer Triyas-Orta Jurassik yaşı mikroflora verileri kullanılarak (Diyarbakır, Mardin-Nusaybin, Amasra-Cide ve Bayburt), bu zaman aralığı boyunca iklimdeki değişimler belirlenmiştir. Erken Triyas'ta egemen olan sıcak ve nemli iklim koşulları, Orta Triyas'ta devam etmeye ancak, yersel kurak koşulların varlığı gözlenmektedir. Bu kuraklık Geç Triyas'ta egemen hale gelmiştir. Geç Triyas'taki bu kurak iklim koşullarını, Liyas'ın başlangıcındaki kısa süreli nemlilik artışı izlemektedir. Jurassik boyunca nemlilik azalmakta ve kısıtları nemli, mevsimsel kurak yarı tropikal iklim koşulları belirgin hale gelmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Triyas, Jurassik, Isparta, Gümüşhane, Palaeoklim.