

Ankara Bölgesi'nin depremselliği çerçevesinde 31 Temmuz 2005, 20 Aralık 2007 ve 27 Aralık 2007 Afşar (Bala-Ankara) depremleri ne anlama gelir ?

What do the 2005.07.31, 2007.12.20 and 2007.12.27 Afşar (Bala-Ankara) earthquakes mean in the seismic frame of Ankara region?

Ali KOÇYİĞİT

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü.
Aktif Tektonik ve Deprem Araştırma Laboratuvarı. akoc@metu.edu.tr*

ÖZ

Son yıllara değin Ankara bölgesi deprem bakımından güvenli bir yer olarak varsayılmıştır. Bu nedenle, çok yakın geçmişte oluşan orta büyüklükteki 2005 ve 2007 Afşar (Bala-Ankara) depremleri, Ankara ve onun yakın çevresinde yaşayan insanlar için sürpriz olmuştur. Gerçekte Ankara bölgesi ve çevresi Anadolu levhacığı içinde yer almakta olup, yalnızca levha kenarı fayları değil fakat aynı zamanda doğrultu atımlı ve genişlemeli neotektonik rejimleri karakterize eden levha içi deformasyon ve onunla ilgili aktif fayların da tehdidi altındadır. Ankara'ya enyakın (harita üzerinde yaklaşık 90 km) ve büyüklüğü 7 ve üzerinde deprem üreten çok aktif deprem kaynağı Kuzey Anadolu Fay Sistemi'dir (KAFS). 7.6 büyüklüğündeki 1 Şubat 1944 Gerede depremi, KAFS'nin Gerede kesiminden kaynaklanmış olup, o günlerde Ankara'da yoğun nüfus ve yapılaşma olmamasına rağmen, köy, kasaba ve hatta Ankara şehir merkezinde ağır hasara ve can kaybına yol açmıştır.

Son yirmi yılda gerçekleştirilmiş olan neotektonik çalışmalar ve arazide yapılan jeolojik haritalama sırasında, Ankara bölgesi ve yakın çevresinde KB-, K-G ve KD-gidişli çok sayıda aktif fay kuşağı ve tekil fay saptanmıştır. Bunlardan bazıları KB-gidişli İnönü-Eskişehir, Tuz Gölü, Salanda (Gümüşköy), Seyfe ve Afşar fay kuşakları; KKD-gidişli Altınekin-Bolluk, Kızılırmak, Balaban-Küredağ, Elmadağ, Kazan, Ayaş, Çeltikçi ve Sungurlu fay kuşakları ile K-G gidişli Dodurga fay kuşağıdır. Bu fay kuşaklarından bazıları doğrudan KAFS'nden ayrılır, Anadolu levhacığı boyunca uzanır ve onun iç deformasyonuna yol açar. Bu fay kuşaklarından her biri çok sayıda paralel-yarı paralel, yakın aralıklı, birkaç yüz metre ile 22 km arasında değişen uzunlukta fay segmentinden oluşur. Fay segmentleri, uzunlukları baz alındığında, 6.6 büyüklüğünde deprem üretme potansiyeline sahiptir. Bu durum, yirminci yüzyıl içerisinde, yukarıda sözü edilen fay kuşaklarını oluşturan fay segmentlerinden kaynaklanan yıkıcı depremlerle birkaç kez kanıtlanmıştır. Ağır hasar ve can kaybına yol açan bu depremlerden bazıları 6.6 büyüklüğündeki 1938 Akpınar (Kırşehir), 6,4 büyüklüğündeki 1956 Eskişehir, 6.1 büyüklüğündeki 2000 Orta (Çankırı), 5.2 büyüklüğündeki 2005 Afşar ve yine 5.7 ve 5.5 büyüklüğündeki çok yeni 2007 Afşar (Bala-Ankara) depremleridir. Bu depremlere rağmen, Ankara bölgesi ve yakın çevresindeki çok sayıda aktif fay segmenti, (örneğin: Cihanbeyli fayı gibi), uzun süreli sismik boşluk olma özelliklerini günümüzde hala sürdürmektedir. Ayrıca, Ankara bölgesi ve genelinde İç Anadolu'daki fay segmentleri üzerindeki yıllık kayma hızları oldukça yavaştır. Bu değer milimetrenin bir kesrinden en fazla 5 mm/yıl'a kadar değişir. Bu yüzden, Ankara bölgesi ve çevresindeki faylardan kaynaklanacak büyük depremler için gerekli enerji birikimi uzun sürede (yaklaşık 1000-5000 yıl) gerçekleşmektedir. Bu zaman dilimi insan ölçeğine göre çok uzun bir süreçtir ve maalesef Ankara bölgesinde yaşamış ve yaşamakta olan insanlar bu tür yıkıcı depremleri asla hatırlamazlar. Bu nedenle, tıpkı 17 Ağustos 1999 Gölcük (İzmit) depreminin tüm Türkiye'deki insanları uyarmış olduğu gibi, çok yakın zamanda gerçekleşmiş olan Afşar depremleri de, Ankara ve çevresinde yaşayan insanları bir kez daha uyarmıştır. Sonuç olarak, Ankara bölgesindeki her büyüklükteki yerleşim alanı ve mühendislik yapısı, yukarıda sözü edilen fay kuşaklarından kaynaklanacak orta büyüklükteki depremlerin doğrudan tehdidinde açıktır. Buna karşın, KAFS'nden kaynaklanacak büyük depremler Ankara bölgesinde birincil değil fakat ikincil etkiye

sahiptir. Çünkü Ankara ili'nin yaklaşık %50 zayıf ve pekişmemiş bir zemin üzerinde kuruludur. Bu bağlamda, Ankara bölgesinin deprem tehlike haritasının hazırlanması, ayrıntılı mikro bölgeleme çalışmalarının yapılması ve bunları baz alan deprem risk değerlendirmesine geçilmesi bir zorunluluktur.

Afşar (Bala-Ankara)-Cihanbeyli yöresi, uzun süredir gerilim enerjisinin biriktiği yapısal bir kavşaktır. Cihanbeyli-Bala yapısal kavşağı olarak adlanan bu alanda İnönü-Eskişehir, Tuz Gölü, Salanda, ve Afşar gibi KB-gidişli fay zonları ile Altnekin-Bolluk, Kızılırmak ve Balaban-Küredağ gibi KKD-gidişli fay kuşakları kesişmekte ve fay segmentleri üzerindeki devinimi (hareketi) kilitleyip zorlaştırmaktadır. Bu yüzden Cihanbeyli-Bala yapısal kavşağı uzun süreli gerilim enerjisi birikim yeridir. Bu bağlamda, 5.2 büyüklüğündeki 31 Temmuz 2005, 5.7 büyüklüğündeki 20 Aralık 2007 ve 5.5 büyüklüğündeki 27 Aralık 2007 Afşar (Bala-Ankara) depremleri, KB-gidişli sağ yanal ve KD-gidişli sol yanal doğrultu atımlı fayların kesişmesinden oluşan eşlenik doğrultu atımlı faylanma sonucu gerçekleşmiştir. Bu durum, yalnızca kavşak bölgesinin fay haritasıyla değil fakat aynı zamanda artçıl depremlerin episantr dağılımı ve orta büyüklükteki depremlerin Coulomb gerilim analiziyle de kanıtlanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Ankara Bölgesi, Afşar depremleri, yapısal kavşak, eşlenik doğrultu atımlı faylanma

ABSTRACT

Until the recent times, it has been assumed that the Ankara region is seismically very safe place. From this point of view, the very recent and moderate-sized Afşar (Bala-Ankara) earthquakes of Mw 5.2 and 5.7 were surprised to most of people living in Ankara and its neighborhood. Indeed, the Ankara region is located within the Anatolian platelet, and under the threat of not only the plate-boundary faults but also intra-plate deformation and related active faults characterizing both the strike-slip and extensional neotectonic regimes. The nearest (~ 90 km on the map) and very active source of the large earthquakes with Mw 7 or higher is the North Anatolian Fault System (NAFS). The 1944.02.01, Mw 7.6 Gerede Earthquake originated from the NAFS caused heavy damage and loss of life in villages, towns and also at the center of Ankara, even if it has not been densely populated and constructed in those days.

During the neotectonic studies and field geological mappings carried out in last twenty years, a number of active fault zones and isolated faults trending in NW, N-S and NE were detected in and adjacent to the Ankara region. Some of them are the NW-trending İnönü-Eskişehir, Lake Salt, Salanda (Gümüskent), Seyfe and Afşar fault zones; the NNE-trending Altnekin-Bolluk, the Kızılırmak, the Balaban-Küredağ, the Elmadağ, the Kazan, the Ayaş, the Çeltikçi and the Sungurlu fault zones, and the N-S-trending Dodurga fault zone. Some of these fault zones directly splay off from the NAFS, run across the Anatolian platelet and deform it internally. Each of these fault zones consists of numerous parallel to sub-parallel, closely-spaced fault segments of differing lengths ranging from a few hundred meters to 22 km. These fault segments have seismic potential of creating a moderate-sized earthquake up to Mw 6.6 based on their lengths. This was proved several times by the occurrences of destructive earthquakes sourced from the fault segments comprising the above-mentioned fault zones in twentieth century. These seismic events, which caused destructive damage and loss of life, are the 1938 Ms 6.6 Akpınar (Kırşehir) earthquake, the 1956 Ms 6.4 Eskişehir earthquake, the 2000 Ms 6.1 Orta (Çankırı) earthquake, the 2005 Mw 5.2 Afşar earthquake, and again and very recent (2007.12. 20 Mw 5.7 and 2007.12. 27 Mw 5.5) Afşar (Bala-Ankara) earthquakes. However, there are a number of active fault segments (e.g. the Cihanbeyli fault) in the Ankara region and its neighborhood, and they still retain their nature of long term seismic gap. In addition, the rates of motion per year along these fault segments are very slow. It ranges from a friction of milimeter to 5 mm maximum. For this reason, a long time slice (up to 5000 years) is necessary for the accumulation of elastic strain energy releasing from the large earthquake to be sourced from the active faults in and adjacent to the Ankara region. Unfortunately, this time slice is very long according to the human scale, therefore people lived in especially Central Anatolia also including the city of Ankara never remember such kind of large earthquakes. For this reason, the very recent Afşar earthquakes have warned once more people in the Ankara region just like that the 1999.08.17 Gölcük (İzmit) earthquake has done it for people all over Turkey. Consequently, all sized settlements and some engineering structures in the Ankara region are open to the threat of direct effects of the moderate-sized earthquakes to be sourced from the above-mentioned fault zones. In contrast, the large earthquake to be originated from the NAFS will have secondary effects on the city of Ankara, because approximately 50% of Ankara is located on a weak and loose ground. For this

reason, it is necessary to prepare the earthquake hazard map and carry out the detailed microzonation studies of the Ankara region for its earthquake risk evaluation.

The Afşar (Bala-Ankara) locality is a structural junction and site of long term accumulating strain energy. This junction is here termed as the Cihanbeyli-Bala Structural junction where several NW- and NNE-trending fault zones, such as the İnönü-Eskişehir, the Lake Salt, the Salanda, the Afşar, the Balaban-Küredağ and the Kızılırmak fault zones, intersect each other, interlock and make the motion very difficult along the fault segments. For this reason, the Cihanbeyli-Bala structural junction was a site of long term of accumulating strain energy. In this frame, the 2005.07.31 Mw 5.2, the 2007.12.20 Mw 5.7 and the 2007.12.27 Mw 5.5 Afşar (Bala-Ankara) earthquakes were originated from the conjugate faulting of the NW-trending dextral and the NE-trending sinistral strike-slip faults. This is indicated by not only the active fault mapping of this region but also both the epicentral distribution of aftershocks and the Coulomb stress analysis of moderate-sized earthquakes.

Key Words: Ankara region, Afşar earthquakes, structural junction, conjugate strike-slip faulting

Son Üç Yıldır Ankara Güneyinde (Orta Anadolu) Meydana Gelen Sismik Hareketliliğin Kaynakları

Source of the Seismic Activity in the South of Ankara (central Anatolia) during Last Three Years

Kadir DİRİK, Erman ÖZSAYIN, Alkor KUTLUAY

*Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Tektonik Araştırma Lab. (kdirik@hacettepe.edu.tr)*

ÖZ

Ankara şehri genelinde sismik olarak aktif olmayan bir bölgede yer almaktadır. Buna rağmen, kuzeyde Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin ve Dodurga Fay Zonu'nun tehdidi altında olan Ankara son üç yıldır güneyindeki sismik hareketliliğin endişesini yaşamaktadır. Ankara'nın güneyindeki en son orta büyüklükteki deprem 21 Nisan 1983 tarihindeki Kulu-Bala Depremidir (Mb: 5.1). O günden beri sismik hareketlilik gözlenmeyen bölge 31 Temmuz 2005 Pazar günü, yerel saatle 00.45 de Bala merkezli orta büyüklükte (Ml=5.3, Mw=5.2), derinliği 5.3 km olan bir deprem ile sarsılmıştır. Deprem Ankara ili yanı sıra komşu illerden de hissedilmiştir. Bu sismik hareketlilik 31 Temmuz 2005 saat 18:18'de M=4.3, 1 Ağustos 2005 tarihinde saat 02:41'de (M=4.8) ve 03:45'de büyüklüğü M=4.6, 6 Ağustos 2005 tarihinde saat 12:09'da büyüklüğü M=4.6 olan depremlerle ve çok sayıdaki artçı depremlerle devam etmiştir. İki yıllık bir aradan sonra bölgenin biraz daha güneyi, Yeniceoba ve çevresi 13 Aralık 2007 tarihinde saat 20:06'da büyüklüğü M=4.9 olan bir depremlerle sarsılmıştır. Bu sarsıntıyı takiben 20 Aralık 2007'de saat 11:48'de Bala ve civarı büyüklüğü M=5.7 olan bir depremlerle sarsılmıştır. 20 Aralık ile 26 Aralık arasında bölgede büyüklüğü 2.8 ile 4.0 arasında değişen yaklaşık 140 artçı sarsıntı kaydedilmiştir. Bunu takiben 27 Aralık 2007'de saat 01:47'de bölge tekrar orta büyüklükte (M=5.5) bir depremlerle sarsılmıştır. Bu sismik hareketlilik aynı gün 09:47'de büyüklüğü M=4.8, 14:48'de büyüklüğü M=5.0 ve 19:56'da büyüklüğü M=4.4 olan depremlerle devam etmiştir.

Orta Anadolu'nun bu bölümünde KB-GD ve KD-GB doğrultulu faylar bölgenin tektonik gelişiminde önemli rol oynamıştır. Genelde eşlenik doğrultu atımlı fay karakterinde olan bu fayların en önemlileri: Bala'nın güneyinde yer alan KB-gidişli Afşar fay zonu ile KD-gidişli Sırapınar fay zonları (Koçyiğit ve Deveci 2005), KB-gidişli İnönü-Eskişehir fay sistemi (Özsayın ve Dirik 2007) ve Tuzgölü fay zonedir (Dirik 2001, Dirik ve Erol 2003, Koçyiğit 2003). Eşlenik doğrultu atımlı fay karakterinde ve yaklaşık 20-25 km uzunluğundaki Afşar ve Sırapınar fay zonlarının aktif olduğu Şaroğlu vd. (1987) tarafından belirtilmiştir. Ana şok ve artçı odak dağılımları 31 Temmuz 2005 Bala depremleri Afşar ve Sırapınar fay zonlarının birlikte etkin hale geldiğini ortaya koymuştur. 20 Aralık ve 27 Aralıkta meydana gelen depremler ise Afşar fay zonu üzerinde gelişmiş ve artçı sarsıntıların güneyde Paşadağdan Tuzgölü Fay Zonu'nun kuzey ucuna doğru ilerlemesi Afşar fay zonu ile Tuzgölü Fay Zonu'nun ilişkisini ortaya koymuştur. 13 Aralık 2007 Yeniceoba depremi ise İnönü-Eskişehir Fay Sisteminin içinde yer alan Ilıca Fay Zonu ile Yeniceoba Fay Zonu'nun GD ucunda yer almıştır. Bu depremler, Kuvaternerde aktif olan İnönü-Eskişehir Fay Sisteminin bu bölümünün günümüzde de aktif olduğunu kanıtlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Sismik aktivite, Ankara, Afşar-Sırapınar eşlenik fay zonları, Ilıca fay zonu, Yeniceoba fay zonu, Tuzgölü fay zonu.

ABSTRACT

Ankara city is located seismically inactive region. But, it is under the seismic threat of the North Anatolian Fault system and Dodurga Fault Zone in the north and also living the anxiety of seismic activity occurring in the southern part of the region since three years. The last earthquake with moderate magnitude ($M_b=5.1$) was occurred in the south of Ankara at April 21 1983 namely Kulu-Bala earthquake. Any seismic activity was not observed in the region up to July 2005. But, the region was shaken by a moderate earthquake ($M_l=5.1$, $M_w=5.2$, depth: 5.3 km) at 00:45 with Bala epicenter. An earthquake was felt by neighboring cities including Ankara. This seismic activity was followed by a lot of aftershocks and earthquakes with following date and magnitude: July 31 2005, 18:18, $M=4.3$; August 1 2005, 02:41, $M=4.8$; 03:45, $M=4.6$; August 6 2005, 12:09, $M=4.6$. After two years seismic silence, the southern part of the region, Yeniceoba and surrounding area was shaken with an earthquake ($M=4.9$) at December 13 2007, 20:06. Following this earthquake Bala and surrounding area was shaken by an earthquake ($M=5.7$) at December 20 2007, 11:48. Approximately 140 aftershocks with magnitudes 2.8-4.0 were recorded between 20-26 December. The region was shaken again by an earthquake with a moderate magnitude ($M=5.5$) at December 27 2007, 01:47. This seismic activity was followed by various earthquakes with different magnitude: $M=4.8$ at 09:47, $M=5.0$ at 14:48, $M=4.4$ at 19:56.

The NW-SE and NE-SW directed faults have played important role in the tectonic development of this part of central Anatolia. These faults are mostly display conjugate strike-slip fault character and most important examples of these zones are namely: NW-trending Afşar fault zone and NE-trending Sırapınar fault zones located in the south of (Koçyiğit and Deveci 2005), NW-trending İnönü-Eskişehir fault system (Özsayın and Dirik 2007) and Tuzgölü fault zone (Dirik 2001, Dirik and Erol 2003, Koçyiğit 2003). The activity of the 20-25 km long Afşar and Sırapınar conjugate fault zones with strike-slip character was first introduced by Şaroğlu et al. (1987). The distribution of the main shock and aftershocks of July 31 2005 Bala earthquakes have shown the activity of the Afşar and Sırapınar fault zones together. The December 20 and 27 earthquakes were occurred along the Afşar fault zone, and the propagation of the aftershocks from Afşar towards the northern tip of Tuzgölü fault zone through Paşadağ is an important evidence of the relationship between these two fault zones. The December 13 2007 Yeniceoba earthquake was located at the south eastern tip of Ilıca fault zone and Yeniceoba fault zone of İnönü-Eskişehir Fault System. These earthquakes are the important evidences of the activity of this part of the İnönü-Eskişehir Fault System at present.

Key words: *Seismic activity, Ankara, Afşar-Sırapınar conjugate fault zones, Ilıca fault zone, Yeniceoba fault zone, Tuzgölü fault zone.*

Değınilen Belgeler

- Dirik, K., 2001. Neotectonic evolution of the northwestward arched segment of the Central Anatolian Fault Zone, central Anatolia, Turkey. *Geodinamica Acta* 14, 147-158.
- Dirik K. ve Erol O., 2003. Tuzgölü ve Civarının Tektonomorfolojik Evrimi, Orta Anadolu-Türkiye. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği, Özel Sayı*, 5, 27-46.
- Koçyiğit A., 2003. Orta Anadolunun Sismisitesi ve Neotektonik Özellikleri Türkiye Petrol Jeologları Derneği, *Özel Sayı*, 5, 1-26.
- Koçyiğit A. ve Deveci Ş., 2005. 31 Temmuz 2005, $M_w = 5.2$ Afşar (Bala-Ankara) Depremi ve Kaynağı. *ATAG-9: Aktif Tektonik Araştırma Grubu 9. Toplantısı, Bildiri Özleri*, 3-4.
- Özsayın E. Ve Dirik K., 2007. Quaternary Activity of the Cihanbeyli and Yeniceoba Fault Zones: İnönü-Eskişehir Fault System, Central Anatolia. *Turkish J. Earth Sci.* 16, 471-492.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Boray, A., 1987. Türkiye'nin Diri Fayları ve Depremsellikleri. *MTA Rapor no:8174*, 394 s.

20 Aralık 2007 Bala (Ankara) Depremi (ML=5.6) Artçı Deprem Çalışması

Aftershock Study of the 20 December 2007 Bala (Ankara) Earthquake (ML=5.6)

M.Cengiz TAPIRDAMAZ¹, Salih KARAKISA², Onur TAN¹, Recai F. KARTAL², Adil TARANCIOĞLU¹, Sami ZÜN BÜL², Kenan YANIK², Mehmet KAPLAN², Yıldız İRAVUL², Semih ERGİNTAV¹, Fuat ŞAROĞLU³, Ali KOÇYİĞİT⁴, Erhan ALTUNEL⁵, Ruhi SAATÇILAR^{1,6} Bekir TÜZEL², Sedat İNAN¹

¹TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü,

²BİB Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi,

³ENVY A.Ş., Ankara,

⁴Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,

⁵Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,

⁶Sakarya Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü

(Mustafa.Tapirdamaz@mam.gov.tr)

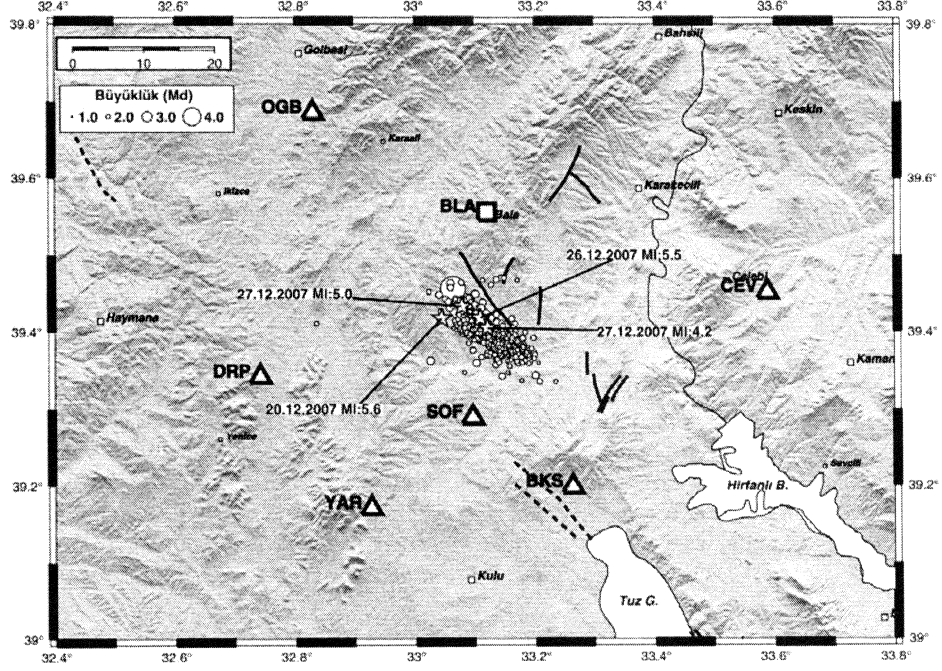
ÖZ

Ankara'nın Bala ilçesinin 15 km güneyinde 20 Aralık 2007 tarihinde ML=5.6 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Depremden hemen sonra, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü (YDBE) ve Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü (AİGM), Deprem Araştırma Dairesi (DAD) elemanlarından oluşan iki ekip DPT destekli ve iki kurumun işbirliği halinde yürüttüğü Deprem Acil Gözlem Çalışmaları (DEPAR) projesi kapsamında derhal bölgeye hareket etmişlerdir. Ekipler, depremden 12 saat sonra 4 adet deprem istasyonunu kurarak veri toplamaya başlamışlardır. 21 Aralık 2007 sabahı kurulan ilave 3 deprem istasyonu ile birlikte toplam 7 adet deprem istasyonu (Reftek-130 deprem kayıtcı cihazları ve üç bileşen, 4.5 Hz üç bileşen jeofonlardan oluşan alet setleri) Anaşok merkez olmak üzere, ortalama yarıçapı 35 km olan bir deprem ağı oluşturacak şekilde kurulmuş (aşağıdaki şekil) ve artçı depremlerin kaydedilmesine başlanmıştır.

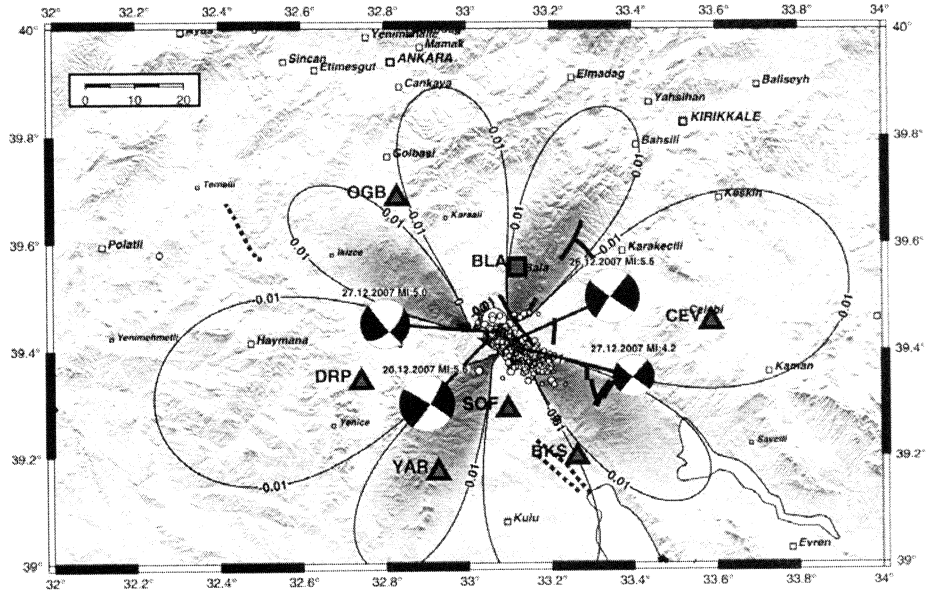
Artçı deprem açısından alınan veriler, AİGM Deprem Araştırma Dairesinde (DAD) ve TÜBİTAK MAM Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsünde (YDBE) eş zamanlı ve paylaşım esaslı okunup değerlendirilerek hem YDBE hem de DAD web sitelerinden ilgililerin ve kamuoyunun bilgilerine sunulmuştur. Şekil.1'de elde edilen episantr dağılımı 20 Aralık 2007 - 7 Ocak 2008 tarihleri arasında meydana gelen depremleri göstermektedir. Görüldüğü gibi, artçı deprem dağılımı KB-GD yönünde yaklaşık 20 km uzunlukta bir alanda yoğunlaşmaktadır. Bu depremlerin derinlikleri ise 3 ile 15 km arasında, ancak yoğun olarak 5-8 km arasında, değişmektedir.

Ana şok ve sonrasında meydana gelen ML \geq 5 depremlerini gözeten kabuk deformasyon çalışması kapsamında, belirlenen faylanma (sağ yönlü doğrultu atım) mekanizmaları kullanılarak Coulomb gerilme analizi de aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi yapılmıştır. Gerilmenin arttığı yerler (koyu alanlar), artçı sarsıntıların yoğunlaştığı alanlar ile büyük oranda uyuşmakta ve deprem tehlikesine yönelik ipuçları vermektedir. Veri toplama çalışmaları halen devam etmektedir. Bu nedenle, bahsedilen bu bilgiler sadece ön bulgulardır. Veri toplama aşamasının sonuçlanması ile elde edilecek tüm bilgiler biraraya getirilecek ve kesin bir sonuç çıkartılmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Bala depremi, Ankara, Artçı deprem, Sismoloji, Coulomb.



Şekil: Bala depremi artçı sarsıntı dağılımı.



Şekil: Dört büyük depremin Coulomb gerilme analizi sonucu.

ABSTRACT

An earthquake of magnitude $ML=5.6$ occurred on December 20, 2007 at about 15 km South of Ankara's town of Bala. Just after the earthquake, two teams consisting of researchers of TUBITAK Marmara Research Center Earth and Marine Sciences Institute (EMSI) and Ministry of Public Works and Settlement Disaster Affairs General Directorate (AİGM), Earthquake Research Department (DAD) moved immediately into the region within the framework of the State Planning Organization (DPT)-funded Urgent Earthquake Monitoring Studies (DEPAR) project, which is carried out by cooperation of these two organizations. The teams started collecting data by deployment of four earthquake monitoring stations 12 hours after the occurrence of the earthquake. After installation of 3 additional earthquake monitoring stations in the morning of December 21, 2007, a total of 7 units of earthquake monitoring stations (including three components Reftek-130 earthquake recording devices utilizing three component 4.5 Hz geophones), an earthquake monitoring network with the main shock as the center and an approximate 35 km radius, shown in the Figure below, became available to record the aftershocks.

The data collected by the aftershock earthquake network were read and evaluated synchronously on a sharing basis by the AİGM Earthquake Research Center (DAD) and TUBITAK MRC Earth and Marine Sciences Institute (YDBE) and was made available both at YDBE and DAD websites for the public and interested parties.

The epicenter distribution of the earthquakes occurring between December 20, 2007 and January 7, 2008 is displayed on Figure 1. The aftershock earthquake distribution is concentrated in an area of approximately 20 km long in NW-SE direction. The depths of these earthquakes vary between 3 -15km but most frequent between 5 -8km.

Coulomb stress analysis as shown in the Figure was carried out using the (dextral strike slip) faulting mechanisms within the framework of crust deformation studies noticing earthquakes $ML \geq 5$ occurring at the main shock and after. Locations where stress increases (dark areas) are greatly in harmony with the areas with frequent aftershocks and give clues directed to earthquake risk. Data collection studies still continue. Therefore, this information is based only on first findings. After finalization of data collection studies, all information will be compiled to derive a decisive conclusion.

Key Words: *Bala earthquake, Ankara, Aftershock earthquake, Seismology, Coulomb.*

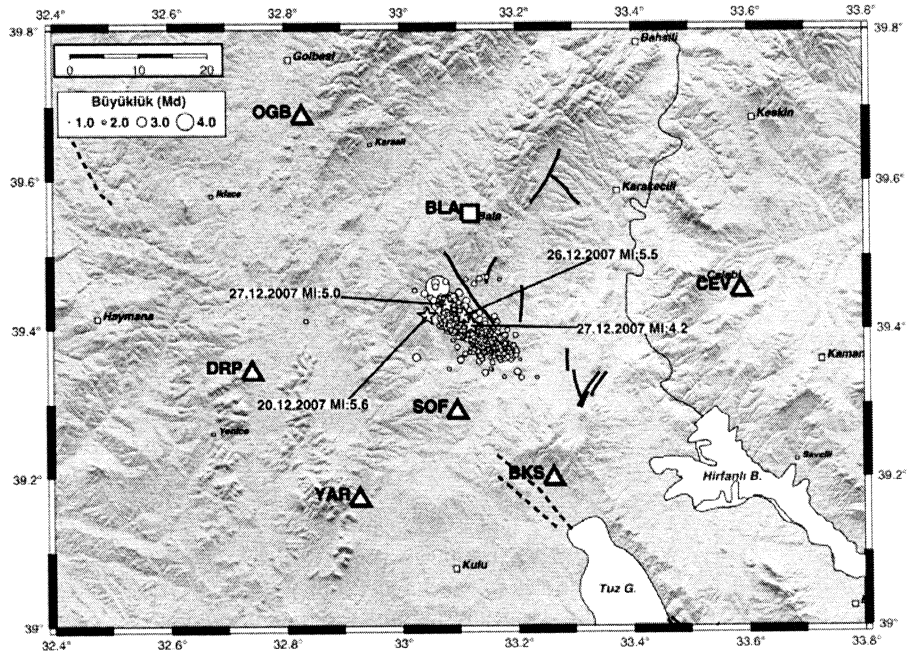


Figure: Aftershock locations of the Bala earthquake

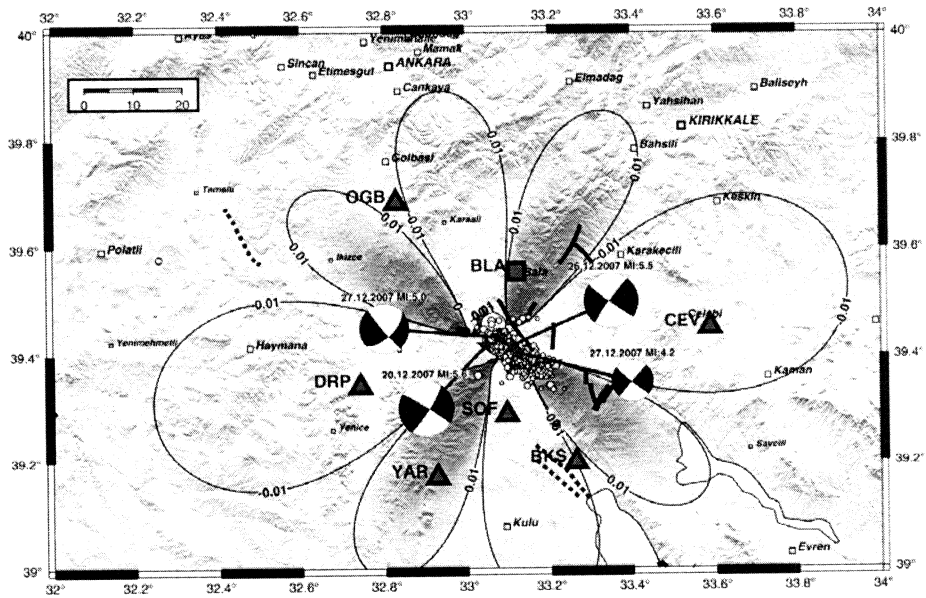


Figure: Coulomb stress analysis of the four earthquakes.

20 Aralık 2007 ML=5.6 Bala (Ankara) Depremi Kuvvetli Yer Hareketi Kayıtları ve Deprem Acil Gözlem (DEPAR) Çalışmaları.

Strong Ground Motion Records of Bala Earthquake of December 20, 2007 ML=5.6 and Earthquake Immediate Observation (DEPAR) Studies.

ÖZMEN T. Ö., KURU T., DOĞAN İ., ALKAN A. M., APAK A., DENİZLİOĞLU Z. A., İRAVUL Y., TÜZEL B., YAŞAR A., ŞAHİN C., TENGİLİMOĞLU E.

*Adres : Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Sismoloji Şube Müdürlüğü Eskişehir Yolu 12. km
Lodumlu / ANKARA
E-Posta : kuru@deprem.gov.tr*

ÖZ

Bu çalışmada, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı tarafından işletilmekte olan; Kuvvetli Yer Hareketi Kayıt Şebekesi tarafından kaydedilmiş; 20 Aralık 2007 tarihindeki saat 09:48 (GMT) $M_L=5.6$, $M_D=5.3$ Bala depremi ve artçı sarsıntılarını izlemek amacı ile TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü ile ortak yürütülen Deprem Sonrası Acil Gözlem Araştırmaları Projesi (DEPAR) kapsamında bölgeye kurulan geçici deprem ivme ölçer istasyonlarındaki kuvvetli yer hareketi kayıtlarının incelenerek deprem ivmesinin uzaklıkla değişimi ve hasarın nedenlerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Deprem meydana geldiği Bala ilçesi Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikte, 2. inci derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Kaydedilen ivme değerlerinin; 2. inci derece deprem bölgesi için verilen yönetmelikte etkin ivme değerlerinin altında olduğu gözlenmiştir. Bölgedeki yapısal hasar dağılımı incelendiğinde, 834 konut, 63 ahır ve 3 işyerinin ağır, 5 konutun ise orta hasarlı olduğu tesbit edilmiştir. Orta büyüklükteki sığ bir deprem için oldukça fazla hasar gözlenmektedir. Bu durum; kırsal alanlarda hasara uğrayan yapıların yapı tarzından kaynaklandığı ve bu yapıların yönetmeliğe uygun yapılmamış olduğu gerçeğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler : İvme, kuvvetli yer hareketleri

ABSTRACT

In this study, it is aimed to search the variation of the earthquake acceleration with distance and the reasons of the damage occurred during Bala Earthquake on December 20, 2007 at 09:48 GMT with magnitude $ML=5.6$, $Md=5.3$ by analysing the strong ground motion records of National Strong Motion Network operated by General Directorate Disaster Affairs, Earthquake Research Department and also temporary acelerometer stations established in the region to monitor the aftershocks of the earthquake in the frame of the project of Immediate Observation Research after the earthquake (DEPAR) cooperated with TUBITAK Marmara Research Center, Earth and Marine Sciences.

Bala town where earthquake occurred is in the second degree earthquake zone according to the specifications for structures to be build in disaster areas. It is observed that recorded acceleration values are below the predominant aceleration values given in the mentioned specification. When the damage distribution of region was investigated, 834 houses, 63 barn and 3 offices damaged heavily and 5 houses damaged moderately were found out. It is observed a fairly much damage for a moderate shallow earthquake. This situation shows that the source of the damage is the construction method of the structures because they were not built appropriate to the specifications.

Keywords : Accelerometer, strongmotion

Ankara'nın Kuzeyindeki Plio-Kuvaterner Zeminlerin Dinamik Karakterlerinin Ve Yerel Zemin Koşullarının Yüzeysel Dalgası Yöntemleri İle Belirlenmesi

Determination Of The Dynamic Characteristics And Local Site Conditions Of The Plio-Quaternary Sediments Situated Towards The North Of Ankara Through Surface Wave Testing Methods

H. AKGÜN^a, M. K. KOÇKAR^b, A. M. EKER^a

^aOrta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara

^bGazi Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (DEPAR), Ankara
merteker@gmail.com

ÖZ

Bu çalışma, bu zamana kadar bu bölge için daha önce yapılmamış dinamik zemin karakterizasyonlarının ve araziye özel yer etkilerinin belirlenmesini kapsamaktadır. Bölgedeki zayıf zeminlerin kayma dalgası hızları, yer salınım periyotları ve zemin büyütme oranları gibi dinamik zemin karakterleri kısa-periyotlu yerin doğal sismik gürültüsünü ölçen mikrotremör, Refraksiyon Mikrotremör yöntemi (ReMi) ve Yüzeysel Dalgalarının Çok Kanallı Spektral Analizi Yöntemi (MASW) gibi yüzeysel dalgası ölçümlerine dayanan sismik yöntemlerle belirlenmiştir. Bu çalışmalar, daha önceden ve bu çalışma ile yapılan mühendislik jeolojisi ve jeoteknik arazi çalışmalarının yanında doğrusal dinamik analiz modellemeleri ile desteklenerek bir bütünsellik sağlanmıştır. Daha sonra, bölge için detaylı zemin karakterizasyonlarının yapılması sonrası çalışma alanının yerel zemin koşulları ve dinamik zemin karakterleri belirlenmiştir. Çalışma alanı, Ankara'nın Kuzey Doğusundaki Çubuk ilçesi ve çevresindeki Plio-Kuvaterner ve özellikle genç alüvyon zeminlerini kapsamaktadır. Bu alan, konumu itibarıyla Türkiye'nin önemli deprem potansiyeline sahip alanlarından biri olan Kuzey Anadolu Fay Sisteminin alt-fay kuşaklarından olduğu sanılan ve Dodurga Fay Zonunun devamı olarak düşünülen Çubuk Fay Zonunun üzerindeki olası depremlerden önemli ölçüde etkileneceği düşünülen bir bölgede yer almaktadır. Son zamanlarda bu bölgede meydana gelen sismik aktiviteler, özellikle 30.12.2004 Çubuk Depremi ($M_1 = 4.6$) bunun en önemli göstergesidir. Sonuç olarak, zeminlerin sismik karakterizasyonları yapılarak ve yerel zemin koşulları belirlenerek Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla Çubuk ve çevresi için sismik tehlike değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yüzeysel Dalgası Ölçümleri, Sismik Yöntemler, Dinamik Analiz Yöntemleri, ReMi, MASW, Mikrotremör, Yerel Zemin Koşulları, Sismik Tehlike Değerlendirmeleri, Plio-Kuvaterner Sedimanlar, Çubuk, Ankara

ABSTRACT

This study encompasses dynamic soil characterization and determination of site effect which have not been carried out for this area so far. By this study, dynamic soil characteristics like shear wave velocities, soil predominant periods and soil amplification rates of the weak soils in this region have been determined by microtremor method measuring natural seismic noise of the soil in short period and seismic methods depending on surface wave measurements such as Refraction Microtremor (ReMi) method and Multi-Spectral Analysis of Surface Waves (MASW) method. These studies have been supported by engineering geological and geotechnical field studies carried out before and during this study, and also by linear dynamic analysis modeling. By integrating these studies, local soil conditions and dynamic soil characteristics for the study area have been assessed by detailed soil characterization in the region. The study area covers Plio-Quaternary and especially late alluvium soils of the Çubuk district and it's close vicinity that is situated towards the northeast of Ankara. This area is located at a region which has a potential of being seriously affected by a possible earthquake occurring along the Çubuk Fault Zone that is thought to be a continuation of the Dodurga Fault Zone and a sub-fault belt of the North Anatolian Fault System that is one of the fault systems in Turkey with significant earthquake potential. Seismic activities occurring in this region recently, especially the Çubuk earthquake ($M_l = 4.6$) on December 30th, 2004, is the most important indication of this phenomenon. As a result, seismic hazard assessments have been performed for Çubuk and it's close vicinity with the aid of Geographical Information Systems (GIS) through establishing seismic characterization and local soil conditions of the area.

Keywords: *Seismic Methods, Surface Wave Measurements, Dynamic Analysis Methods, ReMi, MASW, Microtremor, Local Soil Conditions, Seismic Hazard Assessments, Plio-Quaternary Sediments, Çubuk, Ankara*

Ankara'nın Batısındaki Plio-Kuvaterner Sedimanlara Ait Zemin Koşullarının, Sismik Ve Jeoteknik Saha Karakterizasyonu Çalışmalarına Bağlı Olarak Değerlendirilmesi

Evaluation of site conditions for Plio-Quaternary sediments situated towards the West of Ankara based on seismic and geotechnical site characterization studies

M. K. Koçkar^a, H. Akgün^b

^aGazi Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (DEPAR), Ankara

^bOrta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara
mkoçkar@gazi.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmanın amacı Ankara'nın batısındaki, özellikle Ankara havzası içerisinde yer alan Plio-Kuvaterner zeminlerin sismik ve jeoteknik karakterizasyonunun ve buna bağlı olarak sismik tehlike değerlendirmelerinin yapılmasıdır. Bu bağlamda, öncelikle yüzey jeofizik yöntemleri yardımıyla çalışma alanındaki sediman koşulları belirlenmiş ve zemin profilleri karakterize edilmiştir. Bu sayede proje alanındaki bölgesel ve yerel sismik zemin özellikleri tanımlanmıştır. Bu çalışmalar proje alanında bu zamana kadar yapılmış olan arazi jeoteknik ve diğer yardımcı sismik karakterizasyon çalışmaları ile birlikte değerlendirilerek bir bütünsellik sağlanmış ve bunun sonucunda detaylı bir sismik ve jeoteknik veritabanı oluşturularak çalışma alanının dinamik zemin karakterleri belirlenmiştir. Bu çalışmaların devamında çalışma alanı için bir sismik bölgeleme haritası hazırlanmıştır. Sonuç olarak, proje alanı için zemin sınıflandırma sistemleri, zeminlerin yer etkileri de gözönüne alınarak sismik tehlike değerlendirmeleri için yapılmış ve bu değerlendirme sonuçlarına yönelik gerekli yerbilimsel öneriler verilmiştir. Sonuç değerlendirmeleri Coğrafi Bilgi Sistemleri platformu ve çatısı yardımıyla, bölgenin tamamını kapsayan detaylı bir sismik ve jeoteknik veri tabanı oluşturularak yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Plio-Kuvaterner Sedimanlar, Sismik ve Jeoteknik Zemin Karakterizasyonu, Sismik Bölgeleme, Sismik Tehlike Değerlendirmeleri, Ankara

ABSTRACT

The purpose of this study is to assess the seismic and geotechnical characteristics and to perform seismic hazard studies of the Plio-Quaternary sediments within the Ankara Basin located towards the west of Ankara. Based on a general engineering geological and seismic characterization of the site, site classification systems were assigned for seismic hazard assessment studies. In this respect, initially sediment conditions were determined and a soil profile was characterized by the aid of surface geophysical methods. Secondly, the regional and local seismic soil conditions of the site were determined. These studies were combined and integrated with existing in-situ geotechnical and other seismic characterization studies to create a seismic and geotechnical database for the site. A detailed database regarding the dynamic site characters of the study area were constructed. A seismic zonation map of the site was then prepared. Finally, site classification systems were assigned to account for site effects in relation to seismic hazard assessments. The consequences of the seismic hazards were investigated and necessary recommendations were presented. Assessment of the results of the project will be carried out with the aid of a Geographic Information System platform and framework to construct a seismic and geotechnical database for the entire project area.

Keywords: Plio-Quaternary Sediments, Seismic and Geotechnical Site Characterization, Seismic Zonation, Seismic Hazard Assessments, Ankara

Ankara'nın Batısındaki Plio-Kuvaterner Zeminlerin Yer Etkilerinin Mikrotremör Çalışmalarına Bağlı Olarak Değerlendirilmesi

Evaluation of site effects for Plio-Quaternary sediments situated towards the west of Ankara based on microtremor measurements

M. K. Koçkar^a, H. Akgün^b

^aGazi Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (DEPAR), Ankara

^bOrta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara

mkoçkar@gazi.edu.tr

ÖZ

Son yıllarda meydana gelen depremler, önemli miktarda zararların ve hayat kayıplarının yerel zemin koşullarının etkisi ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermiştir. Önemli büyütmeler yaratabilen yer yüzeyine yakın zeminlerdeki jeolojik ve topografik koşullar ile sismik yer hareketlerinin mekansal değişkenliğinin, yerin salınım seviyesi ve zayıf zeminler üzerindeki tepkisi hakkında bilgi edinmede önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Bu sebeplerle, yer büyütmelerine eğilimli alanlarda, zeminlerin bu tür yer hareketlerinin tanımlanması ve buna bağlı olarak karakterize edilmesi için yöntemler oluşturmak çok arzulanan bir durumdur. Günümüzde yüzeye yakın zeminlerdeki sediman karakterlerinin geniş alanlarda belirlenmesinde kullanılan pek çok yöntem olmasına karşın, bu yöntemlerin ekonomik ve teknik olarak uygulanması hala zordur. Öte yandan, özellikle kentleşmiş alanlarda göreceli olarak kullanımı kolay ve ekonomik olarak cazip olan mikrotremör yöntemi ise, ölçüme ve veri çözümleme teknikleri düşünüldüğünde, zeminlerin büyütmeye potansiyelini değerlendirmek için yerin doğal sismik gürültüsünün kullanımını içermekte ve bu sayede sismik bölgeleme çalışmalarına uygunluğu sebebiyle sismik tehlike değerlendirilmesi için çok kullanışlıdır. Belirtilen bu araştırmalar ve yöntemler doğrultusunda, bu çalışma ile Ankara'nın batısındaki, Ankara havzası içerisinde yer alan Plio-Kuvaterner sedimanların zemin karakterlerinin yer tepkileri incelenmiş ve buna bağlı olarak sismik tehlike çalışmaları yapılmıştır. Bu sebeple çalışma alanındaki Plio-Pleistosen Fluvial ve Kuvaterner alüvyon zeminler üzerinde kısa-periyotlu, yerin doğal sismik gürültüsü kayıtlarını içeren mikrotremör ölçümleri ile alınmıştır. Bu çalışmalar ile ilgili işlenmemiş kayıtların dalga formları kullanılarak, işlenmiş kayıtların tepki spektrumları (FFT spectrum) Nakamura tekniğine göre yatay bileşen spektrum değerlerinin düşey bileşen spektrum değerlerine oranı (HVSR) ve referans noktasına göre spektral oran (SSR) yöntemlerinin her ikisi ile proje alanındaki kayıt noktalarında değerlendirilerek, ölçüm yapılan bu alanlardaki yerel zemin koşulları (zemin hakim titreşim periyotları ve bu noktalardaki zemin büyütmeye oranları) hesaplanmıştır. Bu iki metodolojiden elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, HVSR yöntemi ile elde edilen yerel zemin karakterleri, çalışma alanı için daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Özellikle, bu zeminlerden elde edilen sediman kalınlıklarının ve zayıf zemin karakterlerinin, HVSR yönteminden elde edilen zemin hakim titreşim periyotları ile karşılaştırıldığında çok uyumlu olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, HVSR yöntemi kullanılarak zeminlerin temel rezonans frekanslarının saptanması ve hakim titreşim periyodu haritasına bağlı olarak hazırlanan sismik bölgeleme çalışmaları ile yerel zemin koşullarının güvenilir olarak belirlenmesinin mümkün olabileceği görülmektedir. Bu sayede sismik tehlike değerlendirmelerinin Ankara havzasının batısındaki Plio-Kuvaterner zeminler üzerinde yapılması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yer Etkisi, HVSR yöntemi, Sismik Tehlike Değerlendirmeleri, Plio-Kuvaterner Sedimanlar, Ankara havzası, Ankara

ABSTRACT

The effect of local site conditions in several recent earthquakes has been directly related with significant damage and loss of life. Near-surface geological and topographical conditions that can generate significant amplification and spatial variations of the earthquake ground motion play a major role in the level of ground shaking and in gathering information on soft soil response. It is therefore highly desirable to develop methods for identifying and characterizing regions prone to this type of site amplification. There are several methods to determine the subsurface sediment characteristics over a wide area, but these explorations are still economically and technically difficult to make. On the other hand, measurement and analysis of microtremor, being a relatively easy and economically attractive method especially in urbanized areas, involves using ambient seismic noise to evaluate the sediment-amplification potential and to perform seismic zonation that are very useful in hazard assessments. Considering the research and the methodology outlined herein, this study investigates the site response of the sediment characteristics and performs seismic hazard studies on the Plio-Quaternary sediments within the Ankara Basin located towards the west of Ankara. Hence, short-period noise recordings of microtremor measurements were conducted at the project site locations on the Plio-Pleistocene Fluvial and Quaternary Alluvial sediments in the study area. Regarding the waveform of the unprocessed microtremor data that were used in this study, the processed results of the response spectrum (FFT spectrum), spectral ratio between the horizontal and vertical components (HVSR) according to the Nakamura technique and spectral ratios relative to a firm site reference station (SSR) of the microtremor measurements at the ground surface have been used to estimate the local site effects (predominant periods and amplification factors at these locations) of the site. On the basis of the results for comparing these two methodologies, HVSR gives more reliable results to determine the local site characters. In particular, the results showed a good correlation between thickness and/or the type of soft soil and the fundamental period obtained with the HVSR method. As a conclusion, it seems possible to use the HVSR to determine the fundamental resonant frequency of sediments and to establish the seismic zonation in terms of a predominant period map for reliably determining the local site character which enabled seismic hazard assessments on the Plio-Quaternary sediments within the western part of the Ankara Basin.

Keywords: Site Effects, HVSR method, Seismic Hazard Assessments, Quaternary Sediments, Ankara Basin, Ankara

Seyfe Fay Zonu'nun (Kırşehir) Neotektoniği ve Depremselliği

Neotectonic and Seismicity of Seyfe Fault Zone (Kırşehir)

Uğur TEMİZ^a ve Y. Ergun GÖKTEN^b

^a Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 66100, Yozgat

^b Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Tandoğan/Ankara
ugur.temiz@bozok.edu.tr

ÖZ

Çalışma alanı, Kırşehir, Boztepe ve Akpınar ilçeleri arasında kalan bölgede yer almaktadır. Bu bölgede, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı ve Tersiyer örtüsü, Geç Miyosen-Pliyosen ve sonrası oluşmuş tektonik yapıları bünyesinde barındırmaktadır. Bu yapılar Kırşehir ve dolayında aktif faylar, sismik aktivite ve çatlak sırtı traverten oluşumu ile belirgindir. Çalışma alanında en önemli aktif yapıyı KB-GD uzanımlı, sağ yanal doğrultu atımlı Seyfe Fay Zonu oluşturur. Bu fay zonunda, KB-GD uzanımlı ve birbirine koşut faylar gelişmiştir. Bu faylardan en önemlisi, KB-GD uzanımlı sağ yanal doğrultu atımlı ve 19.04.1938 yılında 6.6 büyüklüğünde deprem oluşturmuş olan Akpınar Fayı'dır. Seyfe Fay Zonu, Seyfe gölü hizasında saat yönünde gevşeten büklüme bağlı olarak Seyfe gölü çek-ayır havzasını oluşturur. Kırşehir'de Kuşdili ve Kayabaşı mahallesinde yüzlek veren çatlak sırtı bantlı travertenlerin merkezlerinden ve kenarlarından alınan 13 adet örnek U/Th yöntemiyle yaşlandırılmıştır. Kuşdili traverten kütesinin (Holosen) depolanma sırasındaki ortalama açılma hızları 0.583 ve 0.805 mm yr⁻¹ arasında iken Kayabaşı traverten kütesinin (Pleistosen) ortalama açılma hızının 0.028 and 0.039 mm yr⁻¹ arasında olduğu bulunmuştur. Kuşdili ve Kayabaşı mahallesindeki çatlak sırtı traverten oluşumlarının, bantlı traverten kalınlığı ve uzanımları dikkate alınarak, Kırşehir ve yakın civarında Pleistosen ve Holosen olmak üzere iki farklı tektonik faz değişikliği olduğu saptanmıştır. (38.00-40.00)N-(33.00-35.00)E koordinatları ile sınırlanan bölge için probabilistik sismik tehlike analizi yapılmıştır. Bölge için hazırlanan Poisson modeline göre, 10 yıllık süre içinde M=6.6 büyüklüğünde olan depremin oluşma olasılığı % 9.2 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kırşehir Masifi, Seyfe Fay Zonu, çatlak sırtı traverten, sismik aktivite, probabilistik sismik tehlike analizi.

ABSTRACT

The investigated area comprises the region among Kırşehir, Boztepe and Akpınar province in the southeast Central Anatolia. This region is characterized by the Central Anatolian Crystalline complex and its Tertiary cover experienced by the tectonic structures of Late Miocene-Pliocene time. These tectonic structures and the features mainly are active faults, fissure-ridge travertines and related seismic activities of the neotectonic period. The most prominent active structure of the region is the right-lateral Seyfe strike-slip fault zone in NW-SE trend. Some en echelon parallel and subparallel strike-slip faults have been developed in this zone as the main structural elements of the region. The last and most important seismic activity has been occurred on the Akpınar strike-slip fault in 6.6 magnitude in 19.04.1938 in the northwest of this zone. Seyfe fault zone caused to the development of the Seyfe lake pull-apart basin in the releasing bend or right overstep of the Seyfe fault in the south of the lake. Two travertine masses outcropping in Kırşehir region (Central Anatolia) have been dated using the U/Th method. These travertine masses, namely Kuşdili and Kayabaşı masses. 13 samples took from both the margins and centres of banded travertine deposits were dated by U/Th methods in order to determine the age and the dilation rates. Whereas individual fissures of Kuşdili travertine mass (Holocene) has been dilating at average rates of between 0.583 and 0.805 mm yr⁻¹ during deposition, the dilating of Kayabaşı travertine mass (Pleistocene) has at average rates of between 0.028 and 0.039 mm yr⁻¹.

And two different tectonic episode as Pleistocene and Holocene have been revealed by considering the alignments and the thickness of the banded travertines for the Kırşehir and close region. A probabilistic seismic risk analysis for the area defined by the coordinates of 38.00 to 40.00 N and 33.00 to 35.00 E has been assigned. The probability of an earthquake in the magnitude of 6.6 in 10 years time period has been calculated as 9.2 % according to the Poisson model proposed for the mentioned area.

Keywords: *Kırşehir massive, Seyfe Fault Zone, fissure-ridge travertine, seismic activity, probabilistic seismic risk analysis*

Rhodiapolis Antik Kenti'nin Arkeosismolojik Özellikleri (Kumluca-Antalya)

*Archaeosismological Features Of Rhodiapolis Ancient City
(Kumluca-Antalya)*

Erkan KARAMAN, Gülşen AKAN

*Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya
mail: ekaraman@akdeniz.edu.tr*

ÖZ

Akdeniz Üniversitesi ile T.C. Kültür Bakanlığı arasında yapılan bir protokol çerçevesinde, Kumluca (Antalya) dolayındaki Rhodiapolis antik kentinde, 2006 yılından itibaren ilk kez kazı çalışmalarına başlanmış olup, halen kentin gün ışığına çıkarılması işlemleri sürdürülmektedir. Kazı çalışmalarında yer alan araştırmacıların, sahada yaptıkları incelemelerin ilk bulguları bu bildirin konusunu oluşturmaktadır.

Anadolu 'nun Batı Akdeniz kesimi, geçmiş tarihsel dönemlerde bir çok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Rhodiapolis antik kenti de, M.Ö. 7.yy'da Likya döneminde kurulmuştur. Bu kentin tarihsel önemi; ticaret, ulaşım, iklim ve tarım açısından önemli bir bölgede yer almasıdır.

Akdeniz bölgesinde Likya döneminde önemli bir liman kenti olan Rhodiapolis, geçmiş tarihsel dönemlerde çok sayıda yıkıcı depremlerin etkisi altında kalmıştır. Rhodiapolis antik kentinin yerleşim alanı, Kumluca ilçesinin kuzeybatı yamaçlarında Mesozoyik yaşlı Alakırçay Formasyonu birimleri üzerinde yer alır.

Şimdiye kadar yapılan kazı çalışmalarında kentin gelişmiş ve önemli bir şehir alt yapısına sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır. 2006'dan şimdiye kadar yapılan kazı çalışmalarında antik şehirde tiyatro, hamam, alışveriş merkezleri, klise, mezar ve lahitler, su sarnıcı, çeşitli bina ve duvar kalıntıları, ana cadde gibi yapıların bir kısmı gün ışığına çıkarılmıştır.

Deprem-episantr dağılım haritalarına göre; Kumluca- Finike, Kaş- Kalkan, Fethiye, Rhodos ve Girit dolayları ülkemizde en çok deprem odağının görüldüğü alanlardandır. Bu depremlerden bir çoğu Rhodiapolis antik kentini de etkilemiş ve önemli tahribatlara neden olmuştur.

Çalışmalar sırasında kentin depremlerle tahribatında önemli rol oynadığı düşünülen aktif bir kırık hattının varlığı belirlenmiş ve bu kırık hattına ilk kez "Rhodiapolis Fayı" ismi verilmiştir. Egemen olarak eğim atım bileşenine sahip olan bu fay, KB-GD uzanımlı olup, Rhodiapolis antik kenti ile Gagai antik kenti arasında yer alır.

Bu bildiri ile, özellikle Rhodiapolis antik kentini etkileyen ve çok yakınından geçmekte olan "Rhodiapolis Fayı" nın jeolojik- tektonik ve arkeosismolojik özelliklerinin sunulması ve tartışılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Batı Akdeniz, Rhodiapolis, Antalya- Kumluca, Likya, deprem

ABSTRACT

Excavation studies were started to bring Rhodiapolis Ancient City (Kumluca- Antalya) to life by a protocol between Akdeniz University and Ministry of Culture, Republic of Turkey in 2006. Currently, the excavation studies have still been continuing and this paper aims to present the first data and observations.

In the past, the western Mediterranean part of Anatolia host many civilizations. Rhodiapolis Ancient City was founded in the 7th century BC by Rhodes in Lycia period, too. The city is located in a very important region in commerce, transportation, climatic features and agricultural products. Therefore it was an important city in the past.

Rhodiapolis, was a very important harbour city in Lycia period. It was affected by lots of destroying earthquakes in the past. Rhodiapolis ancient city is located on the units of Alakırçay Formation (Mesozoic) which is on the northwest of Kumluca province.

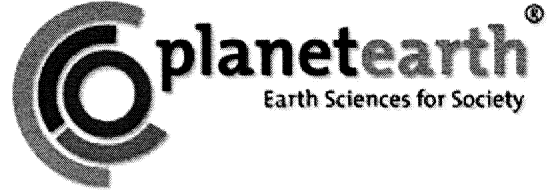
It was discovered during these excavation studies that the city had a very important and advanced city substructure. Some of the structures discovered in the city are theatre, bath, shopping centers, church, cemeteries, water cistern, buildings, walls, and the main road.

Kumluca- Finike Plain, Kaş-Kalkan-Fethiye Region, Rhodes and Crete took place on a region in which there are a lot of epicenters according to earthquake epicenter distribution maps of our country. Most of these earthquakes affected and destroyed the Rhodiapolis. The existence of many active faults and their features that may cause to earthquake damages were identified in the region.

An important active fault in the study area, was discovered and called first time as Rhodiapolis Fault which had an important role of destroying the ancient city. Dominantly, it has dip slip and striking NW-SE and is located between Rhodiapolis ancient city and Gagai ancient city.

Geological -tectonic and archaeological features of Rhodiapolis Fault which affected the ancient city and is located close to Rhodiapolis are going to be explained by this paper.

Key Words: West Mediterranean, Rhodiapolis, Antalya- Kumluca, Lycia, earthquake.



HİDROJEOLOJİ OTURUMU

HYDROGEOLOGY SESSION

Oturum Yürütücüsü / Convener

Hasan YAZICIGİL

Cumaovası Havzası (İZMİR) Yeraltı Sularının Hidrojeolojik ve İzotopik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Assessment of Hydrogeological and Isotopic Features of Groundwater in Cumaovası Plain (IZMIR)

¹Nesrin BARIŞ, ²Celalettin ŞİMŞEK, ³Burhan ERDOĞAN

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Bornova /İzmir

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, Torbalı/İzmir

³Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca/İzmir
celalettin@deu.edu.tr

ÖZ

Cumaovası havzası İzmir İli'nin güneybatısında yer alan ve İzmir İline içme suyu sağlayan Tahtalı Baraj su toplama alanını oluşturan en önemli havzalardan biridir. Yaklaşık yüzey alanı 550 km² olan havzanın temelini Menderes Metamorfikleri oluşturur. Temel üzerine karmaşık bir litolojiye sahip olan Bornova Filişi gelir. Neojen yaşlı kırıntılı seriler ise Bornova Filişini üstler. Tüm kaya birimlerini kalınlığı 30 m'yi bulan alüvyonlar uyumsuzlukla örter. Farklı akifer kayalarının yer aldığı çalışma alanında, yeraltı sularının beslenme ve akım koşullarının ortaya konması için hidrojeolojik ve yeraltı sularında kararlı izotop analizleri yapılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda iki farklı akifer sistemi belirlenmiştir. Birincisi, serbest akifer özelliği taşıyan alüvyon akifer ve Neojen yaşlı karstik kireçtaşları, diğeri ise kısmen basınçlı özellik sunan Neojen yaşlı konglomeralardır. Killi Kireçtaşları ve konglomeralar çalışma alanının orta ve kuzeydoğu kesimlerinde birçok ilçe ve köye içme suyu sağlamaktadır. Alüvyonlar ise Tahtalı Baraj gölü ve çevresinde sulama amaçlı yeraltı suyu sağlamaktadır. Çalışma alanında farklı derinliklerde açılmış olan 35 adet kuyudan alınan yeraltı suyu örneğinde yapılan $\delta^2\text{H}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ analizlerine göre yeraltı suları meteorik kökenli olup, çalışma alanı için $\delta^2\text{H} = 6.13 \delta^{18}\text{O} + 2.77$ bir bağıntı sunmaktadır. Bu bağıntı Akdeniz Sularını temsil eden $\delta^2\text{H} = 6.52 \delta^{18}\text{O} + 6.78$ bağıntı ile büyük bir benzerlik sunmaktadır. Yeraltı suyu izotop kimyası, İzmir'in Akdeniz iklim koşullarına benzer özellik sunduğunu yansıtmaktadır. Yeraltı sularının beslenme miktarını bulmak için yapılan klorür kütle taşınımı bağıntısına göre yeraltı suyu beslenmesi yıllık bazda 8-240 mm arasında değişmekte ve en yüksek beslenme değerinin karstik kireçtaşlarından gerçekleşmektedir. Önemli oranda içme ve sulama suyu sağlanan Cumaovası yeraltı sularının kuzeydoğudan beslendiği ve güney batıya doğru hareket ettiği göz önüne alındığında, havzada yeraltı sularının koruma alanlarının karstik ve alüvyonel alanların bulunduğu kesimlerde yoğunlaştırılması kirlenme açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Cumaovası Havzası, Hidrojeoloji, İzotop kimyası, İzmir

ABSTRACT

Cumaovası plain, located in southwest of İzmir, is a very important basin for Tahtalı Dam that supplies drinking water for İzmir and environs. The Menderes metamorphic units comprise the basement rocks in the basin having a land area of 550 km². The basement is overlain by Bornova Flysch with a heterogeneous lithology. Neogene-aged series lie with non-uniformity over Bornova Flysch. Neogene units mainly consist of a number of rocks including claystones, sandstones, conglomerate and clayey limestones. The alluvial unit

overlies all the other units. The thickness of the alluvium reaches about 30 m. The main objective of this study is to determine the groundwater flow and recharge mechanism in complex aquifers using the hydrogeological and isotopic data. According to hydrogeological features, it is determined that there are two aquifer systems. The first aquifer system is unconfined alluvial system and limestones of the Neogene and the second is the semi-confined conglomerate aquifer. The alluvial and Neogene aged limestone aquifer supply significant amount of groundwater for drinking and irrigation in central and northern part of the settlement area. The isotopic samples are taken from various depths of 35 groundwater wells in the study area and these isotope analyses indicate that all groundwater in the study area have meteoric origin characteristics. The relationship between $\delta^{18}O$ and δ^2H in groundwater in the study area is fitted to $\delta^2H = 6.13 \delta^{18}O + 2.77$ and this equation is similar to Mediterranean precipitation characteristics as given by $\delta^2H = 6.52 \delta^{18}O + 6.78$. It is considered that the precipitation between Izmir and Mediterranean occur under similar climatic conditions. In order to estimate the groundwater recharge in the region the chloride mass balance method is used. The groundwater recharge is variable and it ranges from 8 to 240 mm in a hydrogeological year. Highest recharge occurs in limestone aquifer. Hydrogeological and isotopic results show that the groundwater is recharged from northeast of the study area and flows from northeast to southwest. Therefore, the groundwater recharge area, especially the alluvial and limestone areas, should be protected against groundwater pollutants.

Key Words: Cumaovasi Plain, Hydrogeology, Isotope chemistry, Izmir.

Değınilen Belgeler

Adalı, M., 2006. Determination of chemical composition of precipitation in İzmir, Dokuz Eylül Ünı. Msc. Thesis

Boyacıođlu H 2007. Assessment of water quality by total maximum daily load (TMDL) analysis. PhD thesis, Dokuz Eylül University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Turkey

Gieske, A. S. M., 1992. Dynamics of groundwater recharge. A case study in semi-arid-eastern Botswana. PhD Thesis, Free University of Amsterdam, The Netherlands

Scanlon, R. B., 2000. Uncertainties in estimating water fluxes and residence times using environmental tracers in an arid unsaturated zone. *Water Resources Research* 36 (2), 395-409.

Yazıcıoğlu H, Doyuran V, Karahanođlu N, Camur Z, Toprak V, Rojay B, Yılmaz K.K, Sakiyan J, Süzen M.L, Yesilnacar E, 2000. Revize Hidrojeolojik Etüdler Kapsamında Küçük Menderes Havzası Yeraltısularının İncelenmesi ve Yönetimi Projesi, T.C. Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı.

AFŞİN Hurman Çay Havzasının GIS Teknikleri ile Hesaplanan Geometrik Solar Radyasyon Modeli

Assessment of Hydrogeological and Isotopic Features of Groundwater in Cumaovasi Plain (IZMIR)

Tolga ALKEVLİ, Emine SÜTÇÜ

*MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara
alkevli@mta.gov.tr, eminec@mta.gov.tr*

ÖZ

Bir sisteme giren solar radyasyon veya insolasyon, enerji ve su dengesinde önemli rol oynadığı gerekçesi ile birçok fiziksel ve biyofiziksel prosesler için çok önemlidir. Sistemden çıkan radyasyon veya kızıl ötesi radyasyon ise atmosfer çevresinde su buharı basıncı ve moleküler çekim ile direkt etkileşimlidir. Bir sisteme giren ve çıkan solar radyasyon değerlerinin toplamı sistemdeki net radyasyonu vermektedir. Hidrolojik bütçe hesaplamalarında hayati rolü olan buharlaşma ve terlemenin hesaplanması için gereken verilerden biri olan net radyasyon değeri bu şekilde belirlenmiş olmaktadır.

İnsolasyon haritaları dijital yükseklik modellerinden itibaren hesaplanmaktadır. İnsolasyon modeli genel olarak atmosferik şartları, yükseklikleri, yüzey farklılıklarını veya farklı topoğrafya bilgilerini içermektedir. Sistemde bulunan net radyasyon değeri hesaplanırken, bölgesel ölçekte bulunan kompleks topoğrafik verilerdeki farklı toprak sıcaklıklarının enterpolasyonuna odaklanmak gereklidir. Eğer kompleks topoğrafik bir alanda çalışılıyorsa ortalama toprak sıcaklıklarının, yükseklik ve insolasyon verileri ile karşılaştırılması gereklidir. Bu şekilde enterpolasyon tekniği ile bölgesel ölçekte yapılan çalışmalardan tüm bölgeye etki edecek geniş ölçekte etkin olabilecek veriler elde edilmiş olmaktadır. Gerçekte bölgesel ölçekte kompleks topoğrafik bölgelerde farklı yüksekliklerde çok fazla temsil edici olamamaktadır. Bu nedenle enterpolasyon tekniği ile bölgesel ölçekte geniş alanda etkin olabilecek ölçeklere geçiş yapmak gereklidir. Bu çalışmada kullanılan topoğrafik veriler insolasyon dağılımında veya farklı değerler içermesinde en etkin parametredir. Eğim ve eğim yönelimlerinin farklılık göstermesi yanı sıra arazi çevresindeki farklı topoğrafik yükseklikler, çok fazla miktarda insolasyon değerlerinde farklılık oluşturmaktadır.

Farklı toprak derinliklerinden alınan farklı toprak sıcaklıkları, dijital yükseklik modelinden elde edilen eğim ve eğim yönelim değerleri doğal olarak farklı yüksekliklerde çok değişken olmaktadır. Yüzey sıcaklığı belirlenmesi açısından kullanılabilir, uzaktan algılama teknikleri önemli olmasına rağmen dağlık veya topoğrafyanın değişik olduğu bölgelerde zorluklar ortaya çıkarmaktadır.

Sisteme giren radyasyon verileri hesaplanırken günlük maksimum ve minimum toprak sıcaklık verileri çok yararlı olmaktadır. Ancak bitki örtüsünden kaynaklanan sapma değerleri ortaya çıkabilmektedir. Afşin Hurman çayı havzasını kapsayan bölgede farklı yüksekliklerde çok değişik ve zengin bir bitki örtüsü vardır. Teknik olarak bitki örtüsünden kaynaklanan fotosentez ve rüzgar, kar erimesi, buharlaşma ve terleme, hava ve toprak ısı akışı gibi değerler insolasyon değerini çok fazla bir şekilde etkilemektedir.

Bu çalışma kapsamında insolasyon hesaplamaları için öncelikle farklı yüksekliklerdeki sıcaklık değişimlerini gösteren sıcaklık haritaları oluşturulmuştur. Sıcaklık haritalarının oluşturulmasında en önemli veri DEM yani Dijital Yükseklik Modelidir. DEM, insolasyon hesabında kullanılacak toprak sıcaklığı haritalarının ortaya çıkarılmasında en etken parametredir. DEM'den kaynaklanan saçınmış veya direkt radyasyon hesabında ESRI tarafından geliştirilen ARCGIS programının bir uzantısı olan konumsal analiz-solar radyasyon (spatial analyst-solar radiation) modeli kullanılmıştır. Bu modelde teori ve algoritmalar Fu ve Rich (1999) tarafından

geliştirilmiştir. Temelde kullanılan ve her yönden çalışma alanına direkt veya saçınım yolu ile gelen radyasyon modelinde kullanılan algoritma Rich (1994) tarafından geliştirilmiştir. Daha sonra topoğrafik değerlerden ve sıcaklık haritaları yardımıyla insolasyon haritaları oluşturulmuştur. Farklı yüzey yönelimleri ve çevredeki farklı topoğrafik özelliklerden kaynaklanan değişken verilerin hepsi modifiye edilmiş sıcaklık ve insolasyon modelinde bütünleştirilmiştir.

Sistemden çıkan radyasyon veya aşağı yönlü atmosferik parlaklık hesaplanırken, 1969 yılında geliştirilen Idso-Jackson formülü uygulanmaktadır. Bu formülde Stefan-Boltzman sabiti gibi bazı değerler ve Kelvin cinsinden hava sıcaklığı verileri kullanılmaktadır.

Sonuç olarak hidrolojik bütçe ve buharlaşma-terleme hesabında çok önemli bir rol oynayan net radyasyon değeri, kısa ve uzun dalga boylarında yukarıda belirtildiği şekilde hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Net Radyasyon, Solar Radyasyon, İnsolasyon, DEM, Eğim Yönelimi, Eğim

ABSTRACT

Incoming solar radiation (insolation) is fundamental to most physical and biophysical processes because of its role in energy and water balance. Outcoming solar radiation or long-wave infra-red radiation through the atmosphere is governed mainly by the molecular emissions and absorptions of water vapor, incoming and outcoming solar radiations give net radiation datas from fields therefore net radiation data is utilized in evaporation calculations that plays a vital role in the hydrologic budget.

Insolation maps are calculated from digital elevation models, using an insolation model that accounts for atmospheric conditions, elevation, surface orientation, and influences of surrounding topography and also when calculating outcoming and incoming solar radiation we have to focus on insolation model for spatial interpolation of soil temperature measurements over complex topography at landscape scale. If one is working on complex topography, average soil temperature has to be correlated with insolation and elevation in regional scales do not capture the high variation of finer scales. Therefore, existing interpolation techniques generally apply only at continental or broad regional scales. In reality the regional scales are not representative in different elevations at complex topography; hence there is a need to pass broadband scales from locale scales that are effective in huge area. At landscape scales that were used in this field, topography is the major factor modifying the distribution of insolation. Variability in elevation, surface orientation like slope and aspect, and obstruction by surrounding topographic features creates strong local gradients of insolation.

Different soil temperatures derived from different depths are very helpfull with aspect and slope data in the Digital Elevation Models of the field. Both air and soil temperature vary significantly with topographic position. Remote sensing of surface temperature appears to be a promising technology, however, slope and aspect variations in mountainous regions lead to difficulties of data interpretation.

Daily minimum and maximum soil temperature are very useful for calculations of incoming solar radiation model. Residual variations could be revealed and this is explained by factors such as vegetation cover. Various and rich vegetative cover exist in different altitudes in Afşin Hurman stream watershed. Technically insolation, through its influence on the energy and water balance at the earth's surface, affects such processes as air and soil heating, evapotranspiration, photosynthesis, winds, and snow melt.

In this study for calculations of insolation, first of all temperature maps were developed for a topographically diverse study area. Digital Elevation Model (DEM) serves as a primary data layer for constructing soil temperature maps for insolation calculations. Spatial Analyst-solar radiation model, which calculates insolation maps, including both direct and diffuse solar radiation, from DEM. This model as the Spatial Analyst-solar radiation, an ArcGIS extension (ESRI), provides an expanded user interface and calculation capabilities. The theory and algorithms of solar radiation are described in detail by Fu and Rich (1999). In essence, these programs use an algorithm developed by Rich (1994) that generates upward-

looking viewsheds based on DEM, and uses these viewsheds to calculate incoming direct and diffuse radiation from each sky direction.

When calculating outgoing solar radiation or downward atmospheric irradiance Idso-Jackson formula (1969) is used. This formula uses some constants like Stefan-Boltzman and air temperatures in terms of Kelvin.

In conclusion, net radiation which plays a vital role in hydrologic budget and evapotranspiration calculations has been estimated in short and long wave lengths as explained above.

Keywords: Net Radiation, Solar Radiation, Insolation, DEM, Aspect, Slope.

Değerilen Belgeler

Fu, P. And Rich, P.M., 1999. Design and implementation of the Solar Analyst: an ArcView extension for modelling solar radiation at landscape scales. Proceedings of the 19th Annual ESRI User Conference, San Diego, USA. Available from <http://www.esri.com/library/userconf/proc99/proceed/papers/pap867/p867.htm>.

Idso, S.B., Jackson, R.D. 1969: Thermal radiation from the atmosphere. *J. Geophys. Res.* 74, pp. 5397–5403.

Exell, R. H. B., 2000. Atmospheric Radiation. <http://www.jgsee.kmutt.ac.th/exell/Solar/Atmosph.html>

Rich, P.M., Dubayah, R., Hetrick, W.A., Saving, S.C., 1994. Using Viewshed models to calculate intercepted solar radiation: applications in ecology. *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing Technical Papers*, pp. 524_529.

Karstik Kireçtaşı Barajlarındaki Su Kaçakları: Armağan Barajı Örneği

*Water Leak in the Karstic Limestone Dams:
A Case Study at the Armağan Dam*

Bünyamin ÜNAL, Turgut YILDIRIM

*Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İnönü Bulvarı Yücecepe, 06100, Ankara
e-mail: bunyaminunal@dsi.gov.tr*

ÖZ

Armağan Barajı Kırklareli İlinin yaklaşık 33 km kuzeydoğusunda Kocadere üzerinde sulama ve taşkın koruma amacıyla kaya dolgu tipinde inşa edilmiştir. Baraj aksı dolomitik kireçtaşları ve kalkıştlerden oluşan Dolapdere Formasyonu birimleri üzerinde yer almaktadır. Baraj aksı altında yer alan mermerler oldukça karstlaşmış, çatlaklı ve kil dolguludur.

Armağan Barajı ile ilgili ilk jeoteknik çalışmalar Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİEİ) tarafından (1. aks yeri) mevcut baraj yerinin 1 km mansabında 1964 yılında yapılmıştır. Ergül (1964) tarafından hazırlan raporda, mermerler içerisindeki erime boşlukları ve açık çatlaklardan dolayı şist-mermer dokanaklarından su sızmaları olabileceği ve su basıncı ile tıkalı durumdaki mevcut çatlakların yıkanıp yeraltısuyu akımını hızlandırabileceğine dikkat çekilmiştir. İkinci aks yerinde eklem, çatlak ve fay sistemlerinin bulunduğu, sol yamacın karstik yapıya sahip olmasından dolayı su tutma yönünden sorunlar yaşanabileceği belirtilmiştir. DSİ Barajlar ve Hidroelektrik Santraller (HES) Daire Başkanlığının şimdiki aks yerini (3. aks yeri) önermesi üzerine 2. aks yerinden vazgeçilmiştir

Armağan Barajının 3. aks yerindeki (Baraj yeri) çalışmalar 1978 yılında DSİ XI. Bölge Müdürlüğü tarafından yapılmış olup, barajın gövdesinin şist ara tabakalı masif mermer üzerine oturacağı, mermerlerin üst seviyelerinin karstik boşluk içerdiği ve belli bir derinlikten sonra kompakt olduğu belirtilmiştir.

Armağan Baraj yeri ve göl alanında Istranca Masifine ait Permiyen öncesi gnays ve şistler temel kayaları (çekirdek şistleri) oluşturmaktadır. Bu birimler Armağan köyü güneyi ve güneydoğusunda yüzeyleyirler ve Kırklareli grubunda yer alırlar. Temel birimlerinin üzerinde Triyas yaşlı Mahya şistleri uyumsuzlukla gelmektedir. Bunlar Terzidere killişist üyesinden oluşmaktadır. Bu üye, metakiltası, metamiltası, metaşeyl benzeri killi şistler ile yer yer metatüflerden oluşmaktadır. Mahya şistleri, üzerine gelen Dolapdere Formasyonu ile dereceli olarak geçişlidir. Metakireçtaşları çok çatlaklı ve karstlaşmıştır. Çatlak ve diğer süreksizlik kuşakları kahverengi renkli kil dolguludur. Karstlaşma yapılarına sıyırma kazısında, sondajlarda, derivasyon tünellerinde ve cut-off kazısı sırasında rastlanmıştır.

Armağan barajında 1998 yılından 2003 yılı sonuna kadar 103 000 m delgi ve 17 600 m³ enjeksiyon yapılmış ve 2004 yılı başından itibaren baraj gölünde su tutma işlemine başlanmıştır. Ancak yapılan enjeksiyon çalışmalarına rağmen baraj mansabındaki su kaçakları rezervuar su seviyesi yükseldikçe artmakta, rezervuardaki su seviyesi düştükçe azalmaktadır.

2005 yılında göl su seviyesinin maksimuma yükselmesi ile İAR-3, İAR-4, AR-10 ve SK-4 kuyularında yaklaşık 40 gün sonra su seviyesi maksimum seviyeye ulaşmıştır. Baraj gölündeki su seviyesinin düşmesi ile

Vana odası altı boşalımı ve Taşocağı Köprüsü boşalımı enjeksiyondan önce bir ayda etkilenmiş, enjeksiyondan sonra göl su seviyesinin maksimuma yükselmesinden yaklaşık iki ay sonra etkilenmiştir.

X-Ray Difraktometresi yöntemi ile yapılan kil analizinde, baraj mansabından boşalan çamurlu suların içerdiği kilin baraj gövdesi kili (CL) olmadığı, mermerlerin karstik boşlukları içerisindeki killerden (ML, SM ve SM-ML) kaynaklandığı belirlenmiştir.

İnceleme alanında, baraj gölü ile 12 adet su noktasından Haziran ve Eylül 2005 tarihlerinde alınan su numunelerine ait analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Sulardaki hakim iyonların Ca^{+2} , Mg^{+2} ve HCO_3^- olduğu, ayrıca diyagramdaki su numunelerinin yaklaşık birbirine paralel doğrular şeklinde olduğu görülmektedir. Bu suların metakireçtaşlarından kaynaklanan suların özelliğinde oldukları görülmektedir. Baraj gölü sularının yeraltı sularına göre elektriksel iletkenlikleri daha fazladır.

Armağan barajı aksında ve baraj rezervuar alanında olabilecek su kaçaklarını, yeraltı suyu akım yönü ve hızını tesbit etmek amacıyla 1990 yılında izleme deneyi yapmaya karar verilmiştir. Enjeksiyon noktası olarak sol sahildeki AR-3 kuyusu belirlenmiştir. İzleyici olarak 2 kg Uranin boya kullanılmıştır. Gözlem noktalarından AR-5, AR-6, AR-7, AR-9 ve Konduvi'de boya gözlenirken, AR-1 ve AR-4 nolu kuyularda gözlenmemiştir. İzleme deneyi sonucuna göre yeraltı suyu hızları genel olarak düşüktür.

Bu su kaçaklarındaki artışın, mermerler içerisinde karstlaşma sonucu oluşan boşluklardaki killerin baraj gölü rezervuarı sularının yükselmesine bağlı olarak, yüksek basınç altında yıkanması sonucu olduğu belirlenmiştir. Marn içindeki karstlaşma ve karstik yapılar su hareketinin daha fazla olduğu, özellikle süreksizlik düzlemlerinde ve mermerlerin farklı litolojilerle olan dokanaklarında gelişmesi beklenmektedir.

Baraj aks yeri sağ sahilindeki düşey atımlı 2 adet ana fay sistemi, enjeksiyon perdesinin altında zayıflık zonu oluşturmaktadır. Bu zayıflık zonunun, aynı zamanda karstlaşmış bir kuşak olduğu, muhtemelen baraj göl alanındaki bir karst sisteminden beslenerek su kaçaklarını oluşturduğu düşünülmektedir.

Baraj eksenindeki mermerlerin normal faylarla şistler üzerinde aşağıya doğru, graben şeklindeki düşümü sonucunda, süreksizlik düzlemleri şist-mermer dokanağı ve süreksizlik düzlemlerindeki karstlaşmanın daha çok gelişmiş olması nedeniyle baraj rezervuar sularının baraj mansabı ile hidrolik ilişkisini kolaylaştırmıştır. Süreksizlik düzlemlerinde ve karstik boşluklardaki killerin zamanla baraj gölü sularıyla yıkanması baraj mansabındaki boşalımı ve sızıntı sularının hızını artırmıştır. Farklı zamanlarda yapılan izleme deneylerine göre (1990, 2001 ve 2005), çimento enjeksiyonu barajdan sızıntıları azaltmış, sol sahili kısmen geçirimsiz hale getirmiştir. Ancak, özellikle sağ sahil baraj temeli enjeksiyon paterni altı ve bu civardaki karstik yapılar, fay kuşakları ve mermer-şist dokanağının enjeksiyonla sızdırmaz/geçirimsiz hale getirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde barajdan sızma devam edecektir.

Armağan barajındaki su kaçakları, karstik kireçtaşı üzerinde baraj yapmanın ne kadar zor olduğuna iyi bir örnektir. Bu çalışmanın amacı, baraj mansabından boşalan suların kaynağını, baraj gölü ile ilişkisini belirleyerek, su kaçaklarının önlenmesi için önerilerde bulunmaktır.

Anahtar kelimeler : Armağan Barajı, su kaçakları problemi, izleme deneyi, karstik kireçtaşı.

ABSTRACT

The Armağan Dam of rock-fill type at about 33 km northeast of the Kırklareli city was built on the Kocadere River for irrigation and flood protection purposes. The dam axis sets above the Dolapdere formation consisting of dolomitic limestones and calc-schists. Marbles under the dam axis are intensively karstified, fractured and clay filled.

Geotechnical studies for the Armağan Dam were started in 1964 by the General Directorate of Electrical Power Resources and Survey and Development Administration (EIEI) at 1 km downstream part of the dam site (first axis site). In the report prepared by Ergül (1964), it was pointed out that there could be water leaks from schist-marble contacts due to dissolution voids and open fractures in marbles and present fractures which are plugged with the water pressure could accelerate the groundwater flow upon washing. It was also

stated in the report that there are joint, fracture and fault systems at the axis site and there could be water accumulation problems since the left slope has a karstic structure (in second axis site). With the proposal of present axis site (third axis site) by the Department of Dams and Hydroelectrical Power Plants (HEPP), the second axis was abandoned.

Studies at 3rd axis site of the Armağan Dam were started in 1978 by the 11th Branch Office of DSI. It was determined in these studies that upper levels of marbles contain karstic voids and they are compact structures after a certain depth.

Pre-Permian gneiss and schists (core schists) comprise the basement rocks at the Armağan Dam site and lake area. These units belonging to the Kırklareli Group are exposed at south and southeast of the Armağan village. The basement rocks are unconformably overlain by the Triassic Mahya schists consisting of Terzidere clayey schist member. This member is composed of metaclaystone, metasandstone, metashale, clayey schists and locally metatuffites. The Mahya schists are in transition with overlying Dolapdere formation. Dolomites are very fractured and karstified. Fractures and other discontinuity zones are brown colored and filled with clay. Karst structures are encountered in scraping excavation, wells and derivation tunnels and during the cut off excavation.

In the Armağan Dam, a total of 103 000 m drilling and 17 600 m³ injections were performed from 1998 to the end of 2003 and water has been accumulated in the dam lake since the beginning of 2004. However, in spite of injection works, water leaks at downstream part of the dam are increasingly continued. Water leaks at downsream part of the dam are decreasing with the reservoir elevation decreasing.

40 days after the lake water level at 2005 year, increased at maximum, water levels in IAR-3, IAR-4, AR-10 and SK-4 wells attained their maxima. With the lowering of the dam lake water level, discharges under the valve room and Taşocağı Bridge were influenced one month prior to injection and about 2 months after the lake water level was raised at maximum following the injection.

X-ray diffractometer analysis indicates that clays in the muddy waters issuing from dam downstream are not derived from the dam body but from clays within the karstic voids of marbles (ML, SM and SM-ML).

Results of analysis of water samples collected during June and September 2005 periods from dam lake and 12 water points in the study area were evaluated. It is shown that Ca⁺², Mg⁺² and HCO₃ are the dominant ions and chemical compositions of waters are almost identical. It is shown that these waters are derived from marbles. Electrical conductivity values of lake water are higher than those of groundwaters.

In order to determine water leaks, groundwater flow direction and velocity in the axis and reservoir site of the Armağan Dam, a tracer test was performed in 1990. AR-3 well at the left shore was selected as the injection point. 2 kg uranin paint was used as the tracer. Paint was detected in observation points of AR-5, AR-6, AR-7 and AR-9 and penstock but not in AR-1 and AR-4 wells. As a result of tracer test, velocities of groundwater are generally low.

Water leaks occurred upon washing of clays under high water pressure depending on rising of reservoir waters of the lake. Karstification and karstic structures in marbles are expected in discontinuity planes facilitating intense water movement and along the contacts of marbles with different lithologies.

Two normal fault systems at right shore of the dam axis forms a weakness zone under the injection screen. This weakness zone is thought to be a karstified belt that facilitates water leaks recharging probably from a karst system under the dam lake area.

As a result of graben-like fall of marbles at the dam axis over the schists via normal faults, discontinuity planes were developed along the schist-marble contact and karstification become effective on the discontinuity planes and this facilitated the hydraulic connection of dam reservoir waters with the dam downstream. Continuous washing of clays in discontinuity planes and karstic voids with waters of the dam lake increased the discharge at dam downstream and flow rate of leak waters. According to tracer tests performed at different periods (1990, 2001 and 2005), cement injection lowered the leaks from the dam and

the left shore has become totally impervious. However, the permeability of karstic structures at the right side and underground dam, fault zones and marble-schist contact should be reduced by injections. Otherwise, water leaks from the dam will continue.

Water leaks in Armağan dam is a good example showing that the construction of dams on the karstic structures could create serious problems. The aim of this study was to determine the origin of waters discharging from downstream part of the dam and their relation with the dam lake and make suggestions to prevent water leaks.

Key words: *The Armağan Dam, water leak problem, monitoring test, karstic limestone.*

Değınilen Belgeler

- Balta, H., 1975. Kırklareli Projesi Armağan Barajı Mühendislik Jeolojisi Planlama Raporu (II. Aks Yeri). DSİ XI. Bölge Müdürlüğü, Edirne (in Turkish).
- DSİ (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü), 1990. Kırklareli Armağan Barajı İzleme Deneyi raporu. Ankara (in Turkish).
- DSİ (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü), 2005. Kırklareli Projesi Armağan Barajı Jeoteknik Çalışmalar, DSİ XI. Bölge Müdürlüğü, Edirne (in Turkish).
- Ergül, Erdoğan.,1965 Armağan Barajı Mühendislik Jeolojisi Planlama Raporu (I. Aks Yeri), DSİ XI. Bölge Müdürlüğü,Edirne (in Turkish).
- Ghobadi, M.H., Khanlari, G.R., Djalaly, H., 2005. Seepage problems in the right abutment of the Shahid Abbaspour dam, southern Iran. *Engineering Geology* 82, 119-126.
- Süral, A.U., 2005. Armağan Barajı İzleme Deneyi, DSİ Jeoteknik Hiz. ve YAS Dairesi Başkanlığı Ankara (in Turkish).

Orta Sakarya Akarsu Havzası (Eskişehir, Bilecik ve Güney Sakarya) Karstik Evriminde Pliyo-Kuvaterner Sakarya Nehri Gelişiminin Etkisi

The effect of the development of the Plio-Quaternary Sakarya River on the karstic evolution of the Central Sakarya (Eskişehir, Bilecik ve South Sakarya) River Basin

Kadir TUNCER

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

ÖZ

Coğrafik olarak İç Anadolu, Karadeniz, Marmara ve Ege Bölgeleri sınırında bulunan Orta Sakarya Akarsu Havzası; İzmir-Ankara Okyanus Kolu'nun kapanması ile bir araya gelmiş Anatolitler ile Orta Sakarya (Pontitler) ve Karakaya Birliğinin oluşturduğu Kenet Kuşağı üzerinde yer alır. Yaşları, lito-stratigrafik, yapısal ve metamorfizma özellikleri farklı kayalardan oluşan bu birlikler üzerinde çok dönemli–çok kökenli gelişimi karakterize eden şekil ve yapılaraya sahip, jeomorfik sistemler gelişmiştir. Karadeniz, Marmara Denizi ve Anadolu Kapalı Havzaları'nın (Yenişehir-Karacabey, Söğüt, Uyüköy, Pamukova, Gemiciköy, Sarıcakaya, Beydilli, Beypazarı kapalı havzaları) morfolojik düzeyleri ve bu düzeylerin değişimlerine bağlı olarak gelişen ve 100-1700 metreler arası yükseltilerde uzanan jeomorfik sistemlerin en belirgin ünitesini karstik şekiller oluşturur. Değişik tektonik birliklere ait farklı konum ve stratigrafideki Permian – Eosen yaş aralığında çökelmiş karbonatlı kayalar üzerinde gelişen karstlaşma; karstik şekiller paleo (Miyosen-Pliyosen) ve neo (Pleyistosen, Sakarya Nehri'ne bağlı) karst olmak üzere iki farklı gelişim dönemini karakterize ederler. Karadeniz deniz düzeyi ile Anadolu Kapalı Neojen Havzaları'nın taban düzeylerinin değişimine bağlı olarak gelişen paleo karstik döneme ait şekiller çoğu yerde parçalanmış veya genç çökellerle fosilize edilmişlerdir. Buna karşılık Pleyistosen'de birçok kapalı havzayı parçalayarak Kenet Kuşağı üzerine yerleşen Sakarya Nehri'nin derinleşmesine bağlı olarak gelişen neo karst ise çoğu yerde iç içe derin veya sıg karst özelliği taşır. Pliyosen'e ait paleo drenajı büyük ölçüde parçalayarak Kanyon şekilli birleştirme boğazları vasıtasıyla havzaların boşaltılarak dış drenaja açılmasını sağlayan Pleyistosen Sakarya Nehri'nin gelişimi, bölgedeki karstlaşmayı belirleyerek şekillendirmiştir.

Anahtar Kelimeler : paleo karst, neo karst, çok dönemli karst, çok kökenli karst, Neojen Kapalı Havzaları

ABSTRACT

Sakarya River watershed, at the edge of Central Anatolia, Black Sea, Marmara, Aegean Regions as geographical, is on the Anatolites which was formed by the closing of İzmir-Ankara ocean branch and Kenet Zone which was formed from the Middle Sakarya (Pontits) and Karakaya Assembly. Geomorphic systems have been developed that have shape and structures characterizing multi period –multi origin development on the assemblies which were formed from rocks having different ages, structural, litho-stratigraphic, and metamorphic characteristics. Karstic structures form the finest units of the geomorphic systems which recumbent between 100-1700 meters heights and develop according to morphologic levels of Black Sea, Marmara sea and Anatolia Closed Watershed (Yenişehir-Karacabey, Söğüt, Uyüköy, Pamukova, Gemiciköy, Sarıcakaya, Beydilli, Beypazarı closed watersheds) and the change of the these levels. Karstification were developed on Permian-Eocene carbonate rocks with different position and stratigraphy belonging to different tectonic units characterized by two different development as paleo karst (Miocene-Pliocene) and neokarst (Pleistocene, Sakarya river). Shapes belonging to paleo karstic period which have been developed according to change of Black Sea sea level and base level of Anatolia Closed Neogen Watershed have been destroyed at most places or fossilized with young sediments. On the other hand, developed neokarst depending upon deepening of the Sakarya river on Kenet Zone by means of cutting it into many closed basins in Pleistocene have interior deep or shallow karst. Developed Pleistocene Sakarya River rended a paleodrainage in Pliocene and discharged the basin by means of joining the straits like as canyons. In that way, this paleodrainage obtained outside discharge and karstification where it is formed by Pleistocene Sakarya River.

Keywords: *Paleokarst, neokarst, polycycle karst, polygenic karst, Neogene closed basin, joining strait.*

Aladağlar (Kayseri, Niğde, Adana) Bölgesinin Karst Evrim Süreçleri

Karst Evolution Processes Of Aladağlar (Kayseri, Niğde, Adana) Region

**Koray TÖRK⁽¹⁾, Lütfi NAZİK⁽¹⁾, Serdar BAYARI⁽²⁾,
Alexander KLIMCHOUK⁽³⁾, Nur ÖZYURT⁽²⁾, Emrullah ÖZEL⁽¹⁾**

⁽¹⁾MTA Genel Müdürlüğü, Karst ve Mağara Araştırmaları Birimi cave@mta.gov.tr,

⁽²⁾Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji (Hidrojeoloji) Müh. Bölümü

⁽³⁾Ukrayna Karst ve Mağara Araştırmaları Enstitüsü

ÖZ

Orta Torosların doğu ucunu oluşturan Aladağlar, karbonatların (Mesozoyik) ve bunu izleyen ofiyolit yerleşimini izleyen süreçte, bölgenin K-G sıkışmasına bağlı olarak, güneyden kuzeye doğru naplı bir yapı kazanmıştır. Bölge genelindeki sıkışma rejimi aynı zamanda karstik süreçlerin de başlangıcıdır. Miyosen sonuna kadar var olan ve göreceli olarak yavaş tektonik süreçler karst morfolojisini de etkilemiştir. Bu döneme ait karst yapılarının bir kısmı, paleokarstik cepler (Zn, Pb ve Fe yataklarının bulunduğu alanlar) ve örtü altında (Miyosen-Pliyosen) korunarak günümüze kadar ulaşmıştır.

Neotektonik dönemle beraber, hızlı yükselimin yanısıra hızlı aşınım da başlamıştır. Karst taban seviyesinin hızla derinleşmeye başlaması da bu döneme karşılık gelmektedir (Pliyosen ve sonrası). Aynı zamanda kuzey-güney uzanımlı olan Aladağlar'ın güncel hidrolojik sisteminin temelleri de yine bu dönemde kurulmaya başlamıştır. Çok evreli (polycyclic) yapı gösteren karstlaşmada yatay, sık karst sistemleri yerini dikey yönde gelişen karst/mağara sistemelerine bırakmıştır. Derinleşen karstlaşma, Zamantı Nehri üst havzalarında görülen ve morfolojik olarak askıda kalmış karstik şekiller (dolin, polye) ve Aladağlar'ın merkezi kesimlerindeki fosil dikey mağaralar ile günümüzde temsil edilmektedir.

Epikarstik yapıyı derinden etkileyen Pleistosen buzul dönemleri ise, güncel topoğrafyanın yeniden şekillenmesinde en baskın rolü üstlenmiştir. Aladağların üst kotlarında ve vadilerde cıllanmış yüzeyler, sirkler, moren depoları, hörgüç kayalar vb. şeklinde kendini gösteren buzul etkisi, özellikle üst kotlardaki karst topoğrafyasını (epikarst) tamamen kazımıştır. Bölgenin önemli boşalıklarından Kapuzbaşı Kaynakları'nda da olduğu gibi buzullar, karst hidrolojik sistemini de etkilemiştir.

nahtar Kelimeler: Karst, Mağara, Buzul Erozyonu, Evrim

ABSTRACT

Aladağ Region (eastern of Central Taurus) geologically characterized with the the napped structure that effected by the N-S compression after the setting of ophiolitic mélangé. The compressive tectonic processes had been also beginning of the karstification of the area. The landforms of relict karst as paleokarstic pockets and buried karst of the Miocene and previously terms have been reached as protected today's.

The acceleration of denudation and erosion has been increased with the uplift of the area since the Neotectonic Term. The deepen of the karstification was coincided with the uplift of the Aladağ Massive. The settlement of the actual river basins and the development of the polycyclic karstification were also coincided with neotectonic processes.

The dominant factor on the reshaping of the actual landforms is the glacial age of Pleistocene that deeply effected epikarst. The epikarts of the highest part of the mountain were erased by the glacial that traced with the polished surface, cirques, moraine, kettle hole, hump landscapes. The karst hydrological system also effected from the glacial processes as Kapuzbaşı Karst Springs.

Key Words: Karst, Cave, Glacial Erosion, Evolution

Posterler

Konya Kapalı Havzası Güneyi (Karaman Ve Çevresi) Mağaraları Ve Karst Coğrafi Bilgi Sistemi

*Caves And Karst Geographic Information System Of Konya Closed Basin
(Karaman And Close Area)*

Murat AKGÖZ

*MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara
murat_akgoz@yahoo.com*

ÖZ

Yüzölçümünün %40'ı karstlaşmaya uygun sülfatlı ve karbonatlı kayalarla kaplı olan Türkiye'nin, Konya Kapalı Havzası'nın batı ve güneyi arasında yer alan Karaman'da, Permian-Miyosen yaş aralığında çökelmiş, farklı tektonik birliklere ait karbonatlarda, değişik konum ve büyüklükte çok sayıda mağara gelişmiştir. Çok dönemli-çok kökenli gelişim özelliği gösteren bu mağaralar, Miyosen'den günümüze, bölgesel jeolojik, jeomorfik, hidrolojik ve klimatolojik gelişim ve değişimleri karakterize eden şekil ve yapılara sahiptirler.

Yüzeyden kapalı bir iç havza niteliğindeki bölgede, Miyosen'den günümüze süregelen yoğun ve derin bir karstlaşma izlenmektedir. Bölgede yapılan çalışmalarda karstlaşmanın tektonizma ve yeraltısu seviye değişimleri ile olan ilişkisinden yola çıkarak, havzanın güneyine doğru yüzeyde belirgin karstik derinleşmenin olduğu belirlenmiştir. Gömülü tektonik hatlar boyunca izlenen karstik derinleşme ve yüzey boşalımının en karakteristik şekilleri; belirgin alanlarda depolanan kalın alüvyonlar, sıg polye ve uvalalar ile mağara ve obruklardır. Sürdürülen çalışmalarda elde edilen verilere bağlı olarak bölge, karstlaşma açısından; a) sıg fakat yoğun bir karstlaşmanın görüldüğü Akçşehir-Ayrancı, b) güçlü bir yeraltı drenajı olan Ayrancı-Karaman güneyi ve c) karstlaşmanın genel olarak yanal yönde ve sınırlı derinliklerde geliştiği Batı-Güneybatı Karaman olmak üzere 3 alt bölgeye ayrılmıştır.

Son yıllarda çok geniş bir kullanım alanı olan coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) mağara ve karstik alanlarda kullanımı oldukça yenidir. Bu çalışmada, yukarıda tanımlanan verilerin ışığında bölgenin karstik özellikleri, oluşturulan karst coğrafi bilgi sistemi desteğinde saptanmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Karaman, karstlaşma, mağara, CBS

ABSTRACT

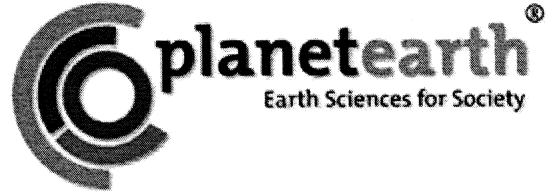
Karaman has numerous caves which has different features and development processes in different tectonic Permian-Miocene limestone units where take part between west and south Konya Closed Basin in Turkey which is fairly rich country with respect to karstification and about 40% of its surface area is covered by sulphate and carbonate rocks. These, which is indicate different origin and poligenic development, has different form and structure characterised by local geological, geomorphological, hydrologic and climatologic development and changes since Miocene age.

Followed that intense and deep karstification since Miocene in this closed interior basin. In according to recent studies was made in this area appeared karstification mechanism by investigation relationship between tectonism and underground water level changes and determinated clear karstic deepen on surface toward south. Deepen karst and surface discharge where observed along burid tectonic line has the most

characteristic features, these are thick alluvium, shallow polje and uvala, cave and ponor. By the way this region divided three subarea about karstification; a) Akçaşehir-ayracı subarea which has shallow but intense karstification, b) Ayracı-South Karaman which has strong underground drainage and c) West-Southwest Karaman which has developed horizontal and limited deepness karstification.

In recent years the Geographic Information System (GIS) has a widespread practice field as well as it is an almost technique. However it is relatively new science using about cave and karstic fields. In this study, we try to determine karstic features and caves potentially economic value by using these all information and try to establish karst geographic information system.

Keywords: Karaman, karstification, cave, GIS



JEOKRONOLOJİ - İZOTOP JEOLJİSİ OTURUMU

GEOCHRONOLOGY and ISOTOP GEOLOGY SESSION

Oturum Yürütücüsü / Convener

Muharrem SATIR

Türkiye’deki Kuvaterner Paleobuzullarının Kozmojenik Yaş Tayini ve Paleoiklimsel Değerlendirmeleri

Surface Exposure Dating of Quaternary Paleoglaciers in Turkey and Paleoclimatic Interpretations

Naki AKÇAR¹, Conradin ZAHNO¹, Vural YAVUZ², Susan IVY-OCHS³, Peter KUBIK⁴, Marcus CHRISTL⁴, Christian SCHLÜCHTER¹

¹Jeoloji Enstitüsü, Bern Üniversitesi, Bern, İsviçre

²İTÜ, Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Ayazağa, İstanbul

³Parçacık Fizik Enstitüsü, ETH Hönggerberg, İsviçre

⁴Paul Scherrer Enstitüsü, ETH Hönggerberg, İsviçre
akcar@geo.unibe.ch

ÖZ

Kuvaterner paleoklim değişikliğinin belirlenmesinde kullanılan temel yöntemlerden biri de kıta inlandsislerin ve vadi buzullarının hacim değişimlerinin rekonstrüksiyonudur. Buzul hacim değişimlerinin ve moren istiflerinin yaşlandırılmasında kullanılan metot Kozmojenik yaş tayinidir. Uludağ, Dedegöl ve Kaçkar dağlarında bulunan paleobuzullara ait jeolojik kayıtların ¹⁰Be radyoizotopunu kullanarak kozmojenik yaş tayinlerinin yapılması sonucunda Türkiye’deki buzul kronolojisinin oluşturulması amacıyla, eratik granit bloklardan, buzul tarafından törpülenmiş ve buzullaşmadan etkilenmemiş ana kaya yüzeylerinden 94 adet örnek alınmıştır.

Elde edilen ¹⁰Be kozmojenik yaşlarına göre, paleobuzulların ilerlemesi 26 bin yıl’dan önce gerçekleşmiş, Son Buzul Maksimumu’ndaki (SBM) ilerleme ise yaklaşık 18,5 bin yıl civarına kadar devam etmiştir. İlerleme evresini takiben (18,5 bin yıldan sonra) paleobuzullarda bir gerileme evresi yaşanmıştır. Özellikle Kaçkar dağlarında söz konusu paleobuzulların asılı vadilerle sınırlı küçük buzullara ayrıldıkları sanılmaktadır. Uludağ ve Kaçkar dağlarında buzul sonrası döneme ait (büyük olasılıkla Genç Dryas), yaklaşık 13–11,5 bin yıl olarak yaşlandırılmış cephe morenlerini oluşturan bir buzul ilerlemesi daha belirlenmiştir. Çalışma alanlarında, Küçük Buzul Çağına (KBÇ) ait herhangi bir buzul ilerlemesinin belirtilerine ise rastlanmamıştır. Bu çalışma sırasında, Kaçkar dağlarında birçok çığ sırtı saptanmış (Akçar vd., 2007a) ve bu sırtlarda bulunan 5 adet granit bloğu örneklenmiştir. Çığ sırtlarından elde ettiğimiz ¹⁰Be kozmojenik yaşları hepsi birbirinden farklı olup yaşlar 7,7–2,3 bin yıl arasında değişmekte olduğundan, elde ettiğimiz sonuçlar, çığ sırtlarının oluşumunun Erken Holosen’de başladığını, dolayısıyla buzul aktivitesi ile alakalarının olmadığını göstermektedirler.

Uludağ, Dedegöl ve Kaçkar dağlarındaki paleobuzul aktivitesinin zamanlaması ve bu paleobuzulların SBM’deki ilerlemesi İtalyan (Orta Apeninler), Yunanistan ve Alp dağlarındaki buzul ilerlemeleri ile de bağdaşmaktadır. Bu ilerleme, Pleniglasyal - Geç Buzul döneminde Anadolu Platosunun içlerinde ağaç türlerinin yokluğu ve Akşehir, Burdur, Beyşehir, Konya, Tuz ve Van gibi kapalı havza göllerinin yüksek seviyeleri ile de uyumludur ve bu durum, iklimin günümüzden daha soğuk, yağış ve buharlaşma oranlarının ise daha düşük olduğunu ortaya koymaktadır.

Anadolu ve Doğu Akdeniz’deki bitkilerin ani yayılımına, kapalı havza göllerinde ani seviye düşüşlerine veya bu göllerin tamamen kurumalarına, kuzeybatı Karadeniz havzasında kırmızı killer tabakalarının çökmesine ve Heinrich-1 döneminde Kuzey Atlantik’deki IRD (Ice-Rafted Debris) tabakalarının çökmesine neden olan Geç Buzul Dönemindeki ısınma Türkiye’de SBM paleobuzullarının ani erimeleri ile kaydedilmiştir (Akçar vd., 2007a; 2008). Türkiye’de Genç Dryas ve KBÇ soğumalarına ait karasal jeolojik kayıtlarının hala araştırılması ve detaylı çalışılması gerekmektedir. Özellikle Kaçkar dağlarındaki sirklerde belirlenen büyük ve aktif kaya buzulları KBÇ soğuması ile ilgili olabilir, ancak bu konuda salt yaşlar henüz mevcut değildir. Buna rağmen, KBÇ süresince etkin olan soğuk ve kuru iklim koşullarının buzul oluşumu için uygun

olmaması KBÇ'ye ait herhangi bir buzul ilerlemesinin belirtilerine rastlanmamasını açıklayabilir ve İstanbul Boğazında son 2 bin yıl'da yaşanan donma olayları da bu düşünceyi desteklemektedir (Yavuz vd., 2007).

Anahtar Kelimeler: Son Buzul Maksimumu; Kuvaterner Paleobuzullaşmaları; Kozmojenik Yaş Tayini.

ABSTRACT

One of the key tools used in the quantification of Quaternary paleoclimate change is the reconstruction of ice volume fluctuations of continental ice sheets and mountain glaciers. The method to put glacier fluctuations and moraine sequences into a time frame is surface exposure dating. The application of this approach to quaternary paleoglaciers in Turkey merits special attention. The primary focus of this study is the construction of the glacial chronology in Turkey by exposure dating the geological records of paleoglaciers in NW (Mt. Uludağ), NE (Kaçkar Mountains) and SW (Dedegöl Mountains) Turkey, using the cosmogenic nuclide ^{10}Be . For this purpose 94 samples were collected from erratic boulders, glacially abraded and glacially unaffected bedrock surfaces.

According to the ^{10}Be exposure ages, the advance of paleoglaciers occurred before around 26 kyr. The Last Glacial Maximum (LGM) advance continued until around 18.5 kyr, afterwards paleoglaciers receded. Subsequent to this retreat, paleoglaciers in the Kaçkar Mountains most probably separated into small glaciers that were restricted to the tributary valleys. A Lateglacial glacier (most probably Younger Dryas) advance took place around 13 to 11.5 kyr and produced terminal moraines in the Kaçkar Mountains and the Mt. Uludağ. Little Ice Age (LIA) moraines appear to be absent in all sites. Several snow-avalanche ridges were distinguished in Kaçkar Mountains. ^{10}Be exposure ages from five granitic boulders are different from each other, ranging from 7.4 to 2.3 kyr BP. These ages show that these events occurred during the Holocene and are therefore not linked to glacier fluctuations.

The timing of events in the Turkish mountains seems to be synchronous with the global paleoclimate signal. The LGM advance of paleoglaciers appears to correlate well with the Central Appenines, Italy; the Greek Mountains; and also with the expansion of glaciers onto the Alpine foreland. This advance also matches well with the almost complete absence of trees from the interior of Anatolia during Pleniglacial to Lateglacial times and with the higher levels of the Anatolian closed lakes, assuming that the climate was much colder than today with lower precipitation and evapotranspiration rates and higher catchment runoff coefficients. Lateglacial warming, which is indicated by a rapid vegetation response in Anatolia and the Eastern Mediterranean Region; by the deposition of reddish-brown clay layers in the northwestern Black Sea; and by the deposition of ice-rafted debris layers in the North Atlantic during H1; is also recorded by the retreat of LGM paleoglaciers (Akçar et al., 2007a; 2008). In Turkey, terrestrial geological records with regard to the Younger Dryas and the LIA cooling still remain to be studied in detail. Huge and active rock glaciers in the cirque areas may be related to the LIA cooling. Absolute dates, however, are still absent. Though, dry and cold climatic conditions during the LIA could explain the absence of glacier advance, as the conditions were not conducive for ice build-up. This idea is also supported by the freezing events in the Bosphorus during the last 2 kyr (Yavuz et al., 2007).

Keywords: Last Glacial Maximum; Quaternary paleoglaciations; Surface exposure dating.

Değınilen Belgeler

Akçar N., Yavuz V., Ivy-Ochs S., Kubik P.W., Vardar M., Schlıchter C., 2008. A Case for a down wasting Mountain Glacier during the Termination-I, Verçenik Valley, NE Turkey. *Journal of Quaternary Science*. DOI: 10.1002/jqs.1144

Akçar N., Yavuz V., Ivy-Ochs S., Kubik P.W., Vardar M., and Schlıchter C., 2007a. Cosmogenic Exposure Dating of Snow-Avalanche Ridges from Eastern Black Sea Mountains, NE Turkey. *Quaternary International*, 167-168, 4-11.

Akçar N., Yavuz V., Ivy-Ochs S., Kubik P.W., Vardar M., and Schlıchter C., 2007b. Paleoglacial Records from Kavron Valley, NE Turkey: Field and Cosmogenic Exposure Dating Evidence. *Quaternary International*, 164-165, 170-183.

Yavuz V., Akçar N., and Schlıchter C., 2007. The Frozen Bosphorus and its Paleoclimatic Implications based on a Summary of the Historical Data. In: V. Yanko-Hombach, A.S. Gilbert, N. Panin, and P.M. Dolukhanov (eds), *The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate, and Human Settlement*, Springer, Dordrecht, The Netherlands, 633-649.

Baskil Granitoyidi'nin K-Ar Soğuma Yaşı, Tüm Kayaç ve Pb-Sr İzotop Jeokimyası

K-Ar Cooling Age, Whole-Rock and Pb-Sr Isotope Geochemistry of the Baskil Granitoid

Ayten ÖNAL

*Inönü Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 44280, Kampus, Malatya/ Türkiye.
E-posta : aonal@inonu.edu.tr*

ÖZ

Baskil Granitoyidi Malatya ve Elazığ arasında (Doğu Anadolu) yaklaşık 200 km² lik bir alanda yüzeyleyeni ve Toros orojenik kuşağına ait metamorfik masifler ile ofiyolitik kayaçlarla birlikte bulunmaktadır. Bu intrüzif kütle gabro, diyorit, kuvarsdiyorit, monzonit, tonalit, granodiyorit ve granit bileşimli kayaçlardan oluşmaktadır. Gabro dışındaki derinlik kayaçları mafik (diyabaz ve lamprofir) ve feslik (aplit) damar kayaçları tarafından kesilmekte ve mafik magmatik anklavlar içermektedir.

Diyorit ve tonalit bileşimli kayaçlardan ayrılan hornblend ve biyotit'te 80 ile 85 My arasında, tonaliti kesen diyabaz daykı'ndan ayrılan hornblend+piroksen'de ise 78 My (üst Kretase) K-Ar soğuma yaşı elde edilmiştir.

Granitik'ler yüksek-K'lu, diğer kayaç türleri ise orta ve düşük-K'lu dur. Gabro'lar hafifçe toleyitik iken diğer derinlik kayaçları kalk-alkalin özelliktedir. Tüm kayaç türleri I-tipi özellikte ve alüminyum doyunluk indeksleri metalümino ile peralümino arasında değişmektedir. Kondrit'e göre normalleştirilmiş iz element diyagramında tüm kayaç türlerinde genelde HFSE'lere göre LILE'ce zenginleşme görülmektedir. Primitif mantoya normalleştirilmiş iz element örümcek diyagramlarında ise LILE'den HFSE'lere doğru dereceli bir azalma ile negatif iniş görülmekte ve kuvvetli negatif Nb ve Ti anomalisi kaydedilmektedir. Granit'lerde ise plajiyoklas fraksiyonlaşması ve/veya kabuksal kirlenmeden kaynaklanabilen negatif Eu ve Sr anomalisi bulunmaktadır. Hareketsiz iz element içerikleri granitlerin kıtasal bir yayda, diğer kayaç türlerinin (gastro, diyorit tonalit vs.) ada yayı ortamında yerleştiklerine işaret etmektedir.

Granit, tonalit, diyorit bileşimli kayaçlarda ²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb oranları 39.6897 ile 39.0180, ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb oranları 15.7453 ile 15.6769 ve ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb oranları ise 19.6560 ile 18.9841 arasında değişmektedir. Tonaliti kesen diyabaz daykında ise ²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb, ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb ve ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb değerleri sırasıyla 38.6788, 15.6368 ve 18.7847 dir. ⁸⁷/⁸⁶Sr (i) oranları granitte 0.70870, tonalitde 0.70481, diyoritte 0.70655 ve tonaliti kesen diyabaz daykında 0,70483 olarak elde edilmiştir. 0.704- 0.708 arasında değişen bu izotopik oranlar Baskil Granitoyidi'ni oluşturan iki farklı magma kaynağını işaret etmektedir. Bazik ve ortaç bileşimli kayaçları oluşturan magma litosferik manto ve/veya dalan dilimden türemiş akışkanlar tarafından zenginleştirilmiş bir manto kamasından türemiştir. Baskil Granitoyidi'nin asidik magması ise muhtemelen kabuğun baskın olduğu bir kaynaktan türemiştir. Granit'deki yüksek ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr_(i), ²⁰⁸Pb ve ²⁰⁶Pb oranları farklı kaynak özelliklerinden veya manto ve kıtasal kaynakların zaman içerisinde izotopik olarak karışması ile bağlantılı olabilir.

Anahtar Kelimeler: K-Ar yaşlandırma, tüm kayaç ve izotop jeokimyası, yay granitoidi, Elazığ, Türkiye

ABSTRACT

The Baskil granitoid associated with ophiolitic rocks and metamorphic massives of Taurus orogenic belt covers in about 200 km² area between Malatya and Elazığ in Eastern Anatolia. The intrusion is composed of gabbro, diorite, quartz diorite-monzonite, tonalite, granodiorite and granite. All rock compositions are cut by mafic (diabase) and felsic (aplite) dykes and include mafic magmatic enclaves, except gabbros.

The hornblende and biotite separated from the diorite and tonalites yield K- Ar cooling ages ranging from 80 to 85. The hornblende+pyroxene separated from a mafic dyke which cut the tonalite has K- Ar cooling age of 78 Ma-upper Cretaceous.

The granites are high-K in composition, but other rock types vary from medium-K to low-K. The gabbros are slightly tholeiitic and others calc-alkaline. All rock compositions are I-type and their alumina saturated index varies from metaluminous to peraluminous. Chondrite-normalized trace element patterns exhibit enrichment in large ion lithophile elements (LILE) relative to high field strength elements (HFSE). Primordial mantle-normalized spider diagrams show negative slope with gradual decrease from LILE to HFSEs and are marked by Nb and Ti negative anomalies. The granite has negative Sr and Eu anomalies because of plagioclase fractionation and/or crustal contamination. Immobile trace-element contents indicate an island arc setting for the gabbro, diorite, tonalite and a continental arc setting for the granite.

In the granite, tonalite and diorite, ²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb ratios vary from 39.6897 to 39.0180, ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb ratios vary from 19.6560 and 18.9841, ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb ratios vary 19.6560 and 18.9841. In the diabase dyke which cut tonalite, ²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb, ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb and ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb ratios are 38.6788, 15.6368 and 18.7847, respectively. ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr_(i) ratios are 0.70870 in granite, 0.70481 in tonalite, 0.70655 in diorite, and 0.70483 in diabase. Isotope ratios vary from 0.704 to 0.708, and indicate two different magma sources (basic and asidic) for the Baskil granitoid. The magma for basic and intermediate rock is thought to be derived from the lithospheric mantle and/or mantle wedge modified by slab-derived melts and/or fluids and fraction of oceanic sediment. But the asidic magma of the Baskil granitoid was possibly derived from crustal-dominated sources. The high values ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr_(i), ²⁰⁸Pb and ²⁰⁶Pb of the granite are either related to distinct source characteristics or to isotopic mixing between mantle and crustal sources through time.

Key Words: K-Ar dating, whole rock and isotope geochemistry, arc granitoid, Elazığ, Turkey.

Keban (Elazığ) Yöresi Plütonik Kayaçların K/Ar Radyometrik Yaşı ve Sr-Pb İzotop Jeokimyası

K/Ar age dating and Sr-Pb Isotope Studies on Plutonic Rocks in the Keban Area, Elazığ, Turkey

Sevcan KÜRÜM

*Fırat Üniv. Jeoloji Müh. Bölümü, 23119, Elazığ
e-mail:skurum@firat.edu.tr*

ÖZ

Orta Anadolu Kristalen Kompleksinin en doğu kısmını oluşturduğu düşünülen Keban provansı, ortaç, asidik ve bazik bileşimli üç ayrı faz halinde plütonik ve yüzey kayaçlarından oluşmuştur. İnceleme alanında Permo-Triyas yaşlı Keban metamorfileri ile tektonik ve intrüzif dokanak oluşturan plütonikler, bu dokanaklar boyunca zengin mineral parajenezi oluşturur. Yalnızca plütonik kayaçların incelendiği bu provenste, kayaçların tonalit, kuvarsdiorit ve gabro bileşiminde olduğu belirlenmiştir. Genel petrografik özelliklerin gözleendiği bu kayaçlarda, tonalitlerde farklı olarak bıçağımsı biyotit ve iğnemsı apatit dokuları gibi mikroskopik özelliklerle birlikte, yer yer değişik boyutlu ve yuvarlaklaşmış mafik magmatik anklavlar ile syn-plütonik daykaların olması, eş yaşlı mafik ve felsik magmaların karışımına işaret eden petrografik ve arazi bulgularıdır. Kalkalkalen özellikteki bu tonalitlerin düşük K'lu olmalarına karşın, Ca değerlerinin yüksek olması, magnetit içermeleri, mafik faz olarak amfibolün biyotit ve piroksenlere göre daha baskın olması, muskovitin bulunmaması gibi özellikler aktif yitim zonu kayaçlara işaret ederken, yine bu kayaçların andezit ve dasit gibi volkanik bileşenlerinin bulunması ve mafik bileşenlerinin ise Q-diorit ve gabro bileşiminde olması, magma mixinge işaret eden diğer bulgulardır.

Tonalitlerden alınan amfibol minerallerinde yapılan K/Ar radyometrik yaş tayininde, bu kayaçların soğuma yaşı 75.7 ± 1.5 my iken, diyorit-gabrolarda 84.8 ± 2 ve 84.4 ± 2 my elde edilmiştir. Asidik ve bazik-ortaç bileşimli bu kayaçlar arasındaki bu farklılık, Sr_i izotop verilerinde de görülür. Tonalitlerdeki Sr_i sonuçları 0.705405 ve 0.706053 iken, diyorit-gabroda bu değerler 0.704828 ve 0.704754 dür. Farklı olarak Pb izotop oranları ise her iki tip kayaç grubunda da benzerlik sunar. Bu izotop sonuçları jeokimyasal veri sonuçlarını desteklerken ayrıca plütonun orojenik bir kuşak ürünü olduğunu da göstermektedir.

Jeokimyasal veriler ile mineralojik-petrografik verilerin ortaya koyduğu eş yaşlı? ancak farklı kökenli iki magma kaynağının varlığını Sr izotop verileri de desteklemektedir. Düşük Ni içeriğine sahip Keban plütunu kayaçlarından özellikle diyorit-gabroların manto ergiyiğinin önemli bir fraksiyonel kristalleşmesiyle, tonalitlerin ise amfibol fraksiyonlaşması ile oluştuğu Na₂O-K₂O ve R1-R2 diyagram dağılımlarında görülmektedir. Tonalitler kalkalkalen bileşimli I-tipi granitoid özelliği sunarken diyorit-gabrolar toleyitik bileşimli, M-tipi granitoid özelliğindedir. Yine tonalitler metaaluminden peralüminoya kadar değişen özellikler sunarken, diyorit ve gabrolar metalümin özellik göstermektedir.

Bu iki kayaç grubu arasındaki belirgin farklılık Kayaç/Kondrit ve Kayaç/MORB spider diyagramlarında da görülür. Tonalitlerin LREE'ce zenginleşmiş olmalarına karşın, diyorit-gabroların tüketilmeleri ve Rb, Sr, Ba (LILE), Hf, Zr, Th, U (HFSE) elementler bakımından tonalitlerin, diyorit-gabrolara göre daha zengin olmaları jeokimyasal olarak gözlenen özelliklerdir. Manto kaynaklı magmaların kabuksal kirlenmesine işaret eden LILE zenginleşmeleri özellikle tonalitlerde çok belirgindir. Ancak her iki kayaç grubunda da Nb'un negatif anomali vermesi, plütunun yitim zonu magma serilerine benzerlik göstermesinin işaretidir.

Anahtar Kelimeler: Keban plütonik kayaçları, K/Ar, Sr-Pb izotop jeokimyası

ABSTRACT

The Keban province which is thought to comprise the eastern most part of the central Anatolian Crystalline Complex is composed of plutonic and volcanic rocks in three different phases of intermediate, acidic and basic composition. These plutonic rocks are also characteristic with various mineral occurrences along their tectonic and intrusive contacts with the Permo-Triassic Keban metamorphites. In this province where only the plutonic rocks are investigated, rocks are in tonalite, quartz diorite and gabbro composition. In these rocks which display standard petrographic features, the presence of needle-like apatite and flake-shaped biotite textures together with synplutonic dikes and rounded mafic magmatic enclaves in various sizes indicate mixing of cogenetic mafic with felsic magmas. Given that tonalites with calc-alkaline nature are characterized by low-K and high Ca contents and contain magnetite amphiboles are more dominant than biotites and pyroxenes and muscovite is absent, these rocks represent the active subduction zone. In addition, having those plutonic rocks the volcanic equivalents such as andesite and dacite and mafic components are represented by Q-diorite and gabbroic rocks also imply magma mixing.

Amphibole mineral's K-Ar radiometric age dating conducted on tonalities yield cooling ages of 75.7 ± 1.5 Ma and diorite and gabbros yields ages of 84.8 ± 2 and 84.4 ± 2 Ma, respectively. The difference between these acidic and basic-neutral rocks is also reflected by Sr_i isotope data. $^{87}Sr_i/^{86}Sr_i$ ratios of tonalites and diorite-gabbros are 0.705405-0.706053 and 0.704828-0.704754, respectively. However, Pb isotope ratios of both rock groups are similar. Results of isotope Sr and Pb analysis are in well agreement with geochemical data and indicate that pluton was implaced a product forming under an orogenic belt.

The presence of cogenetic (?) two magma sources with different origin revealed by the geochemical data and mineralogic-petrographic observations is also supported by Sr_i isotope data. Na_2O-K_2O and R1-R2 distributions indicate that diorite-gabbros of the Keban pluton which has low Ni content were formed by a significant fractional crystallization of mantle melts while tonalites are formed by amphibole fractionation. Tonalites are represented by I-type granitoid with calc-alkaline character while diorite-gabbros are represented by M-type granitoid with tholeiitic character. In addition, tonalites display a wide compositional spectrum ranging from metaluminous to peraluminous character while diorite and gabbros are only represented by metalumin composition.

The most pronounced difference between these two rock groups is shown in Rock/Chondrite and Rock/MORB spider diagrams. Tonalites are enriched in LREE while diorite-gabbros are depleted and, tonalites are more enriched in Rb, Sr, Ba (LILE), Hf, Zr, Th, U (HFSE) elements. LILE enrichment that implies crustal contamination of mantle magmas is more prominent for tonalites. However, a negative Nb anomaly in both rock groups indicates that pluton resembles to subduction zone magma series

Keywords: Keban plutonic rocks, K/Ar, Sr-Pb isotope

Çataldağ Granitoyidi Skarn Yatağının Oluşum Koşullarının Duraylı İzotoplarla ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{34}\text{S}$) Belirlenmesi

Constraints on the Origin of Çataldağ Granitoid Skarn Deposit from Stable Isotopes ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{34}\text{S}$)

Ayşe ORHAN, Halim MUTLU

*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26480, Eskişehir
ayaltinok@hotmail.com*

ÖZ

Duraylı izotop ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{34}\text{S}$) oranları cevher oluşturan akışkanların köken ve evrimine yönelik problemlerin çözümünde önemli faydalar sağlamaktadır (minerallerin ve hidrotermal sıvının köken ve sıcaklığının belirlenmesinde). Susurluk doğusunda Paleosen yaşlı Çataldağ Granitoyiti ile Mesozoyik kireçtaşı ve mermer arasındaki dokanak boyunca gelişen endo ve ekzoskarn zonlarında granat, piroksen, vezüvyanit ve wollastonit minerallerinden oluşan genel bir zonlanma tespit edilmiştir. Granitoyid minerallerine ait $\delta^{18}\text{O}$ (VSMOW) oranları plajiyoklaz için 8.95‰, kuvars için 9.53–12‰ ve biyotit için 2.87–6.82‰ arasındadır (Tablo 1). Endoskarn zonundaki $\delta^{18}\text{O}$ değerleri plajiyoklaz (2.63‰), granat (5.93–9.08‰), piroksen (4.08–7.10‰) ve wollastonit (4.89–5.52‰) şeklindedir. Ekzoskarn zonunda ölçülen $\delta^{18}\text{O}$ oranları ise granat (5.99–6.94‰), piroksen (5.71–9.94‰), wollastonit (6.25–7.45‰) ve vezüvyanit (6.65–8.28‰) arasında değişmektedir. Granitoyitten örneklenen biyotitlerin δD oranları –223 ile –110‰ arasındadır. Endo ve ekzoskarn minerallerinde yürütülen sıvı kapanım çalışmalarından elde edilen yaklaşık 600°C'lik bir sıcaklıkta, granat ve piroksen ile denge halindeki akışkanların $\delta^{18}\text{O}$ oranları sırasıyla 8.03–11.18‰ ve 6.64–11.78‰ olarak hesaplanmıştır. Endo ve ekzoskarn zonlarına ait piroksen ve wollastonitlerin farklı $\delta^{18}\text{O}$ oranlarına sahip olması skarn minerallerinin oluşumu sırasında dekarbonatlaşmanın etkin olduğuna işaret etmektedir. Dekarbonatlaşma sonucunda açığa çıkan CO_2 ve ayrıca meteorik su karışımı kalk-silika minerallerinde ağır oksijen ve karbon izotoplarının azalmasına neden olmuştur. Mermer örneklerinden elde edilen $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ oranları sırasıyla 4.67–5.31‰ (VPDB) ve 29.83–27.66‰ (VSMOW) arasında olup bu değerler denizel kökene işaret etmektedir. Skarn kalsitlerinde ise $\delta^{13}\text{C}$: –11.60 ile –0.02 ‰ ve $\delta^{18}\text{O}$: +1.21 ile +20.62‰ arasında değişmektedir. Skarn kalsitlerin artan sıcaklık altında devamlı şekilde meteorik su ile reaksiyonu sonucunda $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ oranları sistematik olarak tüketilmiştir. Bölgede ekzoskarn zonunda gelişen sülfid minerallerinin (kalkopirit, bornit) $\delta^{34}\text{S}$ izotop değerleri –0.2 ile 2.9‰ (ort 1.78‰) arasındadır. Bu değerler kükürdün magmatik kökenli olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Susurluk Skarn yatağı, duraylı izotoplar, meteorik su, izotopik tüketilme.

ABSTRACT

Stable isotopes of $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{34}\text{S}$ are very useful for determination of the origin and evolution of ore-forming fluids (e.g., fluid chemistry and temperature). Endo and exo skarn zones developed along the contact between Paleocene Granitoid, Mesozoic limestone and marble in eastern Susurluk area are represented by a mineral assemblage of garnet, pyroxene, vesuvianite and wollastonite. $\delta^{18}\text{O}$ ratios (VSMOW) of samples from the granitoid minerals are recorded 8.95‰ for plagioclase, 9.53–12‰ for quartz and 2.87–6.82‰ for biotite (Table 1). $\delta^{18}\text{O}$ ratios in the endoskarn zone are 2.63‰ for quartz, 5.93–9.08‰ for garnet, 4.08–7.10‰ for pyroxene and 4.89–5.52‰ for wollastonite. $\delta^{18}\text{O}$ values in the exoskarn zone are 5.99–6.94‰ for garnet, 5.71–9.94‰ for pyroxene, 6.25–7.45‰ for wollastonite and 6.65–8.28‰ for vesuvianite. δD values of biotite samples from the granitoid range from –223 to –110‰. At a temperature of 600°C estimated from

fluid inclusion studies, $\delta^{18}\text{O}$ ratios of fluids in equilibrium with garnet and pyroxene are found as 8.03–11.18‰ and 6.64–11.78‰, respectively. Different $\delta^{18}\text{O}$ ratios of pyroxene and wollastonites of the endo and exoskarn zones indicate that decarbonation was an effective agent during the skarn formation. CO_2 released from decarbonation and meteoric water infiltration resulted in depletion of heavy isotopes of calc-silicate minerals. The $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ values of marble samples are 4.67–5.31‰ (VDB) and 29.83–27.66‰ (VSMOW) that are conformable with the marine origin. $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ values of skarn calcites range from –11.60 to –0.02 ‰ and +1.21 to +20.62‰, respectively. Under increasing temperatures, as a result of continuous interaction of skarn calcites with the meteoric water, $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ values of calcites are systematically depleted. $\delta^{34}\text{S}$ values of sulfide minerals (e.g., chalcopyrite and bornite) in the exoskarn zone are between –0.2 to 2.9‰ indicating that sulfur has a magmatic origin

Keywords: Susurluk Skarn deposit, stable isotopes, meteoric water, isotopic depletion.

Türkiye’de İzotop Jeokimyası Araştırmasında Yeni Bir Laboratuvar

A New Laboratory for Investigation on Isotope Geochemistry in Turkey

Serhat KÖKSAL⁽¹⁾, M. Cemal GÖNCÜOĞLU⁽²⁾ & Pınar TOKMAKKAYA⁽¹⁾

(1) Radyojenik İzotop Laboratuvarı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkezi Laboratuvar, ANKARA

(2) Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, ANKARA

e-posta: skoksal@metu.edu.tr; mcgoncu@metu.edu.tr; tokmakka@metu.edu.tr

ÖZ

Jeokronoloji ve izotop jeokimyası analizleri yerbilimlerinde önemli veriler sağlamaktadır. Bu alanda yapılan araştırmalara hizmet vermek üzere, Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) Merkezi Laboratuvarı bünyesinde bir İzotop Laboratuvarı kurulmuştur.

Bu laboratuvar 3 birimden oluşmaktadır: (1) “Kayaç Kırma ve Zenginleştirme Laboratuvarı”nda, kayaç örnekleri kırma, öğütme, eleme ve mineral zenginleştirme işlemlerine tabi tutulmaktadır. (2) “Kimyasal Proses Laboratuvarı” bir adet 1000 ve iki adet 100 standardında temiz odadan oluşmakta olup asitte çözündürme ve iyon kromatografisi yöntemleri ile örnekler burada hazırlanmaktadır. (3) “Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresi (TIMS) Laboratuvarı”nda örneklerin izotop oranı ölçümleri yapılmaktadır.

Bu laboratuvarda sürdürülmekte olan radyojenik izotop çalışmalarının ilk sonuçları 2007 yılından bu yana alınmaya başlanmıştır. Bu çalışmalar kapsamında; tüm kayaç örneklerinden Stronsiyum ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) ve Neodimyum ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$) izotop oranları ölçülmektedir.

TIMS cihazının kalibrasyonu çerçevesinde yapılan çalışmalarda; Sr SRM 987 Standardı ortalama değeri $0,710242 \pm 9$ ($2\sigma_{\text{stdev}}$, $n=26$) olarak ölçülmüş olup, bu değer standardın uluslararası kabul edilen değerinin ($0,710240 \pm 20$) hata payı sınırları içinde kalmaktadır. Nd LaJolla Standardında ölçülen ortalama değeri $0,511849 \pm 5$ ($2\sigma_{\text{stdev}}$, $n=26$) olup, bu veri uluslararası standard değeri ile örtüşmektedir ($0,511850 \pm 10$).

Ayrıca Sr ve Nd izotop oranı analizlerinin, örnek hazırlamadan (asitte çözündürme ve iyon kromatografisi) ölçümlere kadar olan kalite kontrolü kapsamında; U.S.G.S. referans örneklerinde (BCR-1, G-2, GSP-1 ve AGV-1) analizler yapılmıştır (Tablo 1). Bu analizlerden elde edilen izotop oranı sonuçları da uluslararası kabul gören/tercih edilen değerlerin hata payları içerisinde kalmaktadır (Köksal & Göncüoğlu, 2008).

ODTÜ İzotop Laboratuvarı’nda gerekli kalibrasyon ve standardizasyonun sağlanmasını takiben Orta Anadolu’daki bazı Geç Kretase yaşlı granitik kayaçlardan Sr ve Nd izotop oranı ölçümleri yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında, S-tipi biyotit-muskovitli Orta Anadolu Granitoidleri (OAG)’ni temsilen Sinandı mikro-graniti (Aksaray), I-tipi hornblend-biyotitli OAG’ni temsilen Borucu granodiyoriti (Aksaray), I-tipi monzonitik OAG’ni temsilen Terlemez quartz-monzoniti (Aksaray) ve A-tipi OAG’ni temsilen Çamsarı quartz-syeniti (Kırşehir) seçilmiştir. Sinandı granitoidi kalk-alkalen peralüminalı, Borucu granitoidi ise kalk-alkalen metaalüminalı veya zayıf peralüminalı karaktere sahiptir (Köksal & Göncüoğlu, 2008). Buna karşın Terlemez granitoidi kalk-alkalen metaalüminalı, Çamsarı granitoidi ise alkalen metaalüminalı-peralüminalıdır (Köksal & Göncüoğlu, 2008; Köksal vd., 2004).

Bu granitoidlerden elde edilen Sr ve Nd izotop oranları Tablo 2’de verilmektedir. Sinandı granitoidi diğerlerinden daha radyojenik ilksel Sr ve daha düşük ϵNd , değerlerine sahipken, Borucu

granitoyidi, Sinandı granitoyidi ile Terlemez ve Çamsarı granitoidlerinin arasında veriler sunmaktadır (Köksal & Göncüoğlu, 2008).

Mevcut petrolojik ve jeokronolojik verilerle birleştirildiğinde, bu çalışmada sunulan izotop verileri Orta Anadolu'da çarpışma ile ilgili S- / I-tipi granitik birlikler ve nispeten genç monzonitik I- ve syenitik A-tipi magmatizma önerisini desteklemektedir (ör: Köksal & Göncüoğlu, 2008). Sr ve Nd izotop verilerine dayanılarak I- ve A-tipi OAG'nin hibrid ve heterojen kaynaklardan, S-tipi OAG'nin ise muhtemelen kıtasal, veya baskın-kıtasal kökenli magmatik kaynaklardan oluştuğu önerilebilir (Köksal & Göncüoğlu, 2008).

Önümüzdeki dönemde, ODTÜ İzotop Laboratuvarı'nda Sr ve Nd izotop çalışmalarının yanısıra kurşun izotop çalışmalarının da gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Bu laboratuvarında uygulanan/planlanan izotop jeokimyası metodlarının, Türk yerbilimi camiasına önemli katkılar sağlayacağına inanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İzotop Jeokimyası, Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresi (TIMS), Temiz Laboratuvar, Stronsiyum ve Neodimyum İzotop Oranları, Granitoid

Tablo 1. Bazı USGS referans maddelerinin ODTÜ İzotop Laboratuvarı'nda yapılan analizlerinin uluslararası kabul gören/tercih edilen değerlerle karşılaştırılması

USGS Referans Maddeleri	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (ODTÜ-İzotop Laboratuvarı Ölçüm Sonuçları)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Uluslararası Kabul Gören/Tercih Edilen Değerler)	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (ODTÜ-İzotop Laboratuvarı Ölçüm Sonuçları)	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (Uluslararası Kabul Gören/Tercih Edilen Değerler)
BCR-1	0,705027 ± 5 (n= 3)	0,705020 ± 40 (GeoRem)	0,512644 ± 1 (n= 2)	0,512640 ± 20 (GeoRem)
G-2	0,709776 ± 11 (n= 3)	0,709770 ± 14 (Weis vd. 2006)	0,512216 ± 1 (n= 2)	0,512228 ± 6 (Weis vd. 2006)
GSP-1	0,768798 ± 9 (n= 3)	0,767310 ± 34 (Raczek vd. 2003)	0,511388 ± 2 (n= 3)	0,511373 ± 38 (Raczek vd. 2003)
AGV-1	0,703985 ± 45 (n= 4)	0,703999 ± 60 (GeoRem)	0,512747 ± 10 (n= 2)	0,512790 ± 20 (GeoRem)

(Köksal & Göncüoğlu, 2008' den alınmıştır)

Tablo 2. Orta Anadolu Granitoidlerinden elde edilmiş olan Sr ve Nd izotop verileri

Granitoid	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Nd (ppm)	Sm (ppm)	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(i)}$	$\epsilon\text{Nd}_{(i)}$
Sinandı	0,714717 ± 12	127,5	226,1	0,712827	0,512131 ± 3	30,1	6,2	0,512082	-9,1
Borucu	0,715323 ± 10	171,3	136,9	0,710891	0,512181 ± 4	22,9	4,0	0,512130	-7,9
Terlemez	0,709462 ± 9	175,3	633,5	0,708608	0,512227 ± 3	37,3	6,8	0,12184	-7,2
Çamsarı	0,711517 ± 11	334,8	308,9	0,708218	0,512215 ± 3	58,5	7,5	0,512177	-7,1

ABSTRACT

Geochronology and isotope geochemistry analyses provide important data for the earth sciences. An Isotope Laboratory was established within Middle East Technical University (METU) Central Laboratory to serve the researches in this area.

This laboratory consists of three units: (1) Rock samples are subjected to crushing, grinding, sieving, and mineral enrichment processes at the "Rock Crushing and Enrichment Laboratory". (2) "Chemical Process Laboratory", where samples are prepared by acid digestion and ion-chromatography

methods, is composed of one class-1000 and two class-100 clean rooms. (3) Measurements of isotope ratios of samples are carried out in the "Thermal Ionization Mass Spectrometer (TIMS) Laboratory".

First results of the radiogenic isotope studies have been obtained in 2007. Strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) and Neodymium ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$) isotopic ratios from the whole-rock samples are measured.

In the frame of the calibration of TIMS, for the Sr SRM 987 standard, an average of 0.710242 ± 9 ($2\sigma_{\text{stdev}}$, $n=26$) was obtained which is within the error of its commonly accepted value (i.e. 0.710240 ± 20). The long-term average value of the Nd LaJolla standard, i.e. 0.511849 ± 5 ($2\sigma_{\text{stdev}}$, $n=26$), overlaps the internationally accepted value of this standard (i.e. 0.511850 ± 10).

Furthermore, due to quality control of Sr and Nd isotope ratio analyses from sample preparation (i.e. acid digestion and ion chromatography) to measurement, analyses of some U.S.G.S. (rock) reference materials (i.e. BCR-1, G-2, GSP-1 ve AGV-1) were also performed (Table 1). The isotope ratio results obtained from these analyses are also within the error of the internationally accepted/preferred values of these standards (Köksal & Göncüoğlu, 2008).

Following the necessary calibration and standardization were provided at the METU Isotope Laboratory, Sr and Nd isotope ratios were measured from some Late Cretaceous granitic rocks within Central Anatolia. In the scope this study the Sinandı microgranite (Aksaray) representing the S-type biotite-muscovite Central Anatolian Granitoids (CAG), the Borucu granodiorite (Aksaray) representing the I-type hornblende-biotite CAG, the Terlemez quartz-monzonite (Aksaray) representing the I-type monzonitic CAG, and the Çamsarı quartz-syenite (Kırşehir) representing the A-type CAG are chosen. The Sinandı granitoid has calc-alkaline peraluminous, whereas the Borucu granitoid has calc-alkaline metaluminous or weakly peraluminous character (Köksal & Göncüoğlu, 2008). Alternatively, the Terlemez granitoid is calc-alkaline metaluminous, while the Çamsarı granitoid is alkaline metaluminous-peraluminous (Köksal & Göncüoğlu, 2008; Köksal et al., 2004).

Sr and Nd isotope ratios obtained from these granitoids are given in Table 2. While the Sinandı granitoid has more radiogenic initial Sr and lower ϵNd values than others, the Borucu granitoid reveals data between the Sinandı granitoid and the Terlemez and Çamsarı granitoids (Köksal & Göncüoğlu, 2008).

When combined with available petrological and geochronological data the isotope data presented in this study support the idea of collision-related S- / I-type granitic associations and relatively younger monzonitic I- and syenitic A-type magmatism in Central Anatolia (e.g., Köksal & Göncüoğlu, 2008). It can be suggested based on the Sr and Nd isotope data that the I- and A-type CAG are formed from hybrid and heterogeneous sources, the S-type CAG, on the other hand, are probably formed from crustal or crustal-dominated magmatic sources (Köksal & Göncüoğlu, 2008).

In the following period, besides Sr and Nd isotope studies, it is also planned to establish the lead isotope ratio method at the METU Isotope Laboratory. We believe that the isotope geochemistry methods applied/planned in this laboratory will provide important contributions to the Turkish earth science community.

Keywords: Isotope Geochemistry, Thermal Ionization Mass Spectrometer (TIMS), Clean Laboratory, Strontium and Neodymium Isotope Ratios, Granitoid

Table 1. Comparison of analyses from some USGS reference materials performed at the METU Isotope Laboratory with internationally accepted/preferred values

USGS Reference Materials	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Results of analyses of METU-Isotope Laboratory)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Internationally accepted/preferred values)	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (Results of analyses of METU-Isotope Laboratory)	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (Internationally accepted/preferred values)
BCR-1	0.705027 ± 5 (n= 3)	0.705020 ± 40 (GeoRem)	0.512644 ± 1 (n= 2)	0.512640 ± 20 (GeoRem)
G-2	0.709776 ± 11 (n= 3)	0.709770 ± 14 (Weis <i>et al.</i> 2006)	0.512216 ± 1 (n= 2)	0.512228 ± 6 (Weis <i>et al.</i> 2006)
GSP-1	0.768798 ± 9 (n= 3)	0.767310 ± 34 (Raczek <i>et al.</i> 2003)	0.511388 ± 2 (n= 3)	0.511373 ± 38 (Raczek <i>et al.</i> 2003)
AGV-1	0.703985 ± 45 (n= 4)	0.703999 ± 60 (GeoRem)	0.512747 ± 10 (n= 2)	0.512790 ± 20 (GeoRem)

from Köksal & Göncüoğlu, 2008)

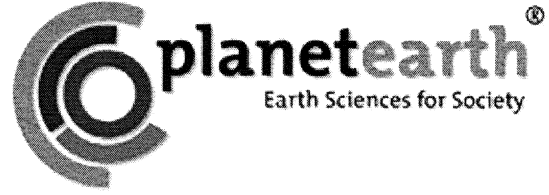
Tablo 2. Sr and Nd isotope data obtained from Central Anatolian Granitoids

Granitoid	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Nd (ppm)	Sm (ppm)	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(i)}$	$\epsilon\text{Nd}_{(i)}$
Sinandı	0.714717 ± 12	127.5	226.1	0.712827	0.512131 ± 3	30.1	6.2	0.512082	-9.1
Borucu	0.715323 ± 10	171.3	136.9	0.710891	0.512181 ± 4	22.9	4.0	0.512130	-7.9
Terlemez	0.709462 ± 9	175.3	633.5	0.708608	0.512227 ± 3	37.3	6.8	0.512184	-7.2
Çamsarı	0.711517 ± 11	334.8	308.9	0.708218	0.512215 ± 3	58.5	7.5	0.512177	-7.1

(from Köksal & Göncüoğlu, 2008)

References

- GeoRem. <http://georem.mpch-mainz.gwdg.de/> (Max-Planck-Institute database for geological and environmental reference materials).
- Köksal, S., Romer, R.L., Göncüoğlu, M.C. & Toksoy-Köksal, F. 2004. Timing of post-collisional H-type to A-type granitic magmatism: U-Pb titanite ages from Alpine central Anatolian granitoids (Turkey). *International Journal of Earth Sciences* 93, 974–989.
- Köksal, S. & Göncüoğlu, M.C. 2008. Sr and Nd Isotopic Characteristics of Some S-, I- and A-type Granitoids from Central Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences* 17, 111-127.
- Raczek, I., Jochum, K.P. & Hofmann, A.W. 2003. Neodymium and strontium isotope data for USGS reference materials BCR-1, BCR-2, BHVO-1, BHVO-2, AGV-1, AGV-2, GSP-1, GSP-2 and eight MPI-DING reference glasses. *Geostandards Newsletter: The Journal of Geostandards and Geoanalysis* 27, 173–179.
- Weis, D., Kieffer, B., Maerchalk, C., Barling, J., De Jong, J., Williams, G., Hanano, D., Pretorius, W., Mattielli, N., Scoates, J.S., Goolaerts, A., Friedman, R.M. & Mahoney, J.J. 2006. High-precision isotopic characterization of USGS reference materials by TIMS and MC-ICP-MS. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 7, 1–30.



JEOTERMAL ENERJİ OTURUMU

GEOTHERMAL ENERGY SESSION

Oturum Yürütücüsü / Convener

Tahir ÖNGÜR

Ege'nin En Sıcak Noktası: Allionai (Bergama-İzmir)

The Hottest point of Aegean: Allionai (Bergama-İzmir)

Mehmet ŞENER

*Niğde Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 51100 Niğde
msener@nigde.edu.tr*

ÖZ

Mineral ve organik olgunlaşma indikatörlerinin sistematik korelasyonları petrol jeolojisi için yapılan basen analizi çalışmalarında kullanılan bir yöntemdir. Yöntem gömülme diyajenezi ve çok düşük dereceli metamorfizma süresince organik madde ve kil mineralleri üzerinde gelişen değişimlerin saptanmasına dayanmaktadır.

Bu değişimlerin oluşumunda sıcaklık faktörü önemli bir rol oynamaktadır. Gömülme diyajenezi süresince gelişen normal jeotermal gradyan ($25-30\text{ }^{\circ}\text{C km}^{-1}$) a bağlı olarak kalın sedimanter istiflerde (3000-5000m kalınlık ve yaklaşık $70-90\text{ }^{\circ}\text{C}$) erken-orta-geç diyajenez aşamaları oluşmakta ve özellikle kil mineralleri ile kerojen üzerinde kalıcı etki ve değişim gerçekleşmektedir.

Bu değişimlerin jeotermal sahalarda paleosıcaklık indikatörü veya jeotermometre olarak kullanılması dünya genelinde kısıtlıdır. Kısıtlama jeotermal enerji potansiyeline sahip ülkelerin yerel jeolojik yapılarından kaynaklanmaktadır. Organik madde açısından zengin sedimanter kayaçlar ile jeotermal kaynakların birlikte gözlemlendiği jeotermal provensler dünyada sayılı alanlarda bulunmaktadır.

Bu sayılı alanlardan biriside kömür içeren birimlerin çökelediği havzalar ile jeotermal provensin çakıştığı Ege Bölgemiz olup çalışma alanı olarak seçilmiştir. Ege Bölgesinin jeotermal potansiyeline katkı koyabilmek için mineral ve organik olgunlaşma indikatörlerinin birlikte kullanılarak paleosıcaklık öngörülerinin yapılması amaçlanan bu çalışmada, Soma linyit sahası ile korelasyonlu olarak yapılan vitrinit yansıma değerleri ölçümlerinin yanısıra alınan örneklerdeki kil mineral birliktelikleride değerlendirilerek jeotermal sistemin termal süreci ve sıcaklığı hakkında öngörülerde bulunulmuştur.

Yapılan incelemeler sonucunda Soma Formasyonuna ait linyit örneklerinin vitrinit yansıma değerleri % 0.512 - 0.574, Aliğa jeotermal alanında yapılan sondajlara ait karot örnekleri ile yüzey örneklerinde % 0.138 - 1.16, diğer bölgelerden alınan yüzey örneklerinde ise 0,138-1,795 arasında değişmektedir. Bu yansıma değerlerinin yanı sıra gerek kül ve nem gerekse ısı güçleri ile ASTM ve DIN standartlarına göre Linyit olarak belirlenen Soma linyitleri jeotermal etkileşim nedeni ile Jeotermal alanlarda Sub bituminous A ve High Volatile bituminous A safhalarına karşılık gelmektedir.

Organik olgunlaşma ve/veya termal olgunluk parametrelerinin yanı sıra yapılan hidrotermal alterasyon çalışmaları neticesinde çalışma alanında gözlenen hidrotermal alterasyon yoğunluğunun güneyden kuzeye, batıdan doğuya doğru arttığı görülmektedir.

Yapılan incelemeler sonucunda belirlenen bu önemli değişiklikler Linyitli Miyosen istiflerinin jeotermal provens içerisinde hızlı bir ısınmadan etkilendiğinin önemli bir göstergesi olarak kabul edilmiştir. Gerek vitrinit yansıma değeri (% 1.795Rmax) gerekse mineral birliktelikleri ile çalışma alanının en sıcak noktası

olarak yapım tartışmaları halen süregelen Yortanlı barajı altında kalacak olan sağlık tanrısı Asklepiosun yaşadığına inanılan Allionai kenti belirlenmiştir.

ABSTRACT

Systematic correlation of minerals and organic maturation indicators is a useful method in basin analyses for petroleum exploration. The method depends on determination of variation of clay minerals and organic matter during the burial diagenesis and very low grade metamorphism.

Temperature is very effective on formation of these variations. Stage of early-middle-late diagenesis have been advanced in very thick sedimentary section (3000-5000 m thick and 70-90 °C) depend on normal geothermal gradient (25-30 °C km⁻¹) and released permanent effect on clay minerals and kerogene.

Usage of this method as paleotemperature indicator or geothermometer is limited all over the world. This limitation depends on geological structure of country which has geothermal source because of geothermal provens where geothermal source and organic matter bearing sedimentary rocks are together is very few in the geothermal world.

One of them is our study area named Aegean region of Turkey where geothermal provens overlap with lignite bearing sedimentary basin. The aim of this study is contribution to geothermal potential of aegean region with usage of mineral and organic maturation indicators. In this study, vitrinite reflectance measurement in collaboration with clay mineral variations are determined for thermal development of geothermal system.

As a result of these investigation vitrinite reflectance values of lignite samples taken from Soma formation are 0,512-0,574%, core samples taken from Alağa geothermal drills are 0,138-1,16 % and the other surface samples are 0,138-1,795%. In addition to these values depends on ash, water percent and caloriphic values samples are lignite for Soma formation, subbituminous A and High Volatile Bituminous A stage for other samples according to ASTM and DIN standarts.

On the side of organic maturation indicator result of the hydrothermal alteration studies suggest that intensity of hydrothermal alteration increase from south to north and from east to west.

These important variations are accepted as lignite bearing Miocene sedimentary rocks are effected from geothermal activity in provens very fastly. Whether vitrinite reflectance value (1,795 %Rmax) or mineral paragenesis suggest that hottest point of investigated area (Aegean region) is Allionai where medicine god" Asklepios" lived and be left under the water because of Yortanlı Dam which concluded for construction.

Jeotermal Akışkanlarda Paleo-Deniz Suyunun Varlığına Bir Örnek: Ömerbeyli-Germencik (Aydın) Jeotermal Sahası

An Example To The Presence Of Paleo-Seawater In Geothermal Fluids: Ömerbeyli-Germencik (Aydın) Geothermal Field

İsmail Noyan GÜNER*Nazım YILDIRIM

MTA Genel Müdürlüğü Enerji Dairesi, 06520 ANKARA,
n.guner@mta.gov.tr

ÖZ

Ege Bölgesinde yeralan Büyük Menderes Grabeni'nin batısında bulunan Ömerbeyli-Germencik jeotermal alanı, Türkiye'nin Kızıldere jeotermal sahasından sonra ikinci büyük yüksek entalpili jeotermal sahasıdır. Söz konusu alanda, 1982-1986 yılları arasında Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından derinlikleri 200-2398 m. arasında değişen 9 adet sondaj açılmıştır. Kotlarının deniz seviyesinden yüksekliği 53-120 m. arasında değişen bu kuyulardan 203-230 °C arasında değişen sıcaklıklarda jeotermal akışkan elde edilmiştir. Jeotermal alanın güneyinden geçen Menderes nehrinin vadi taban kotunun denizden yüksekliği ise çalışma alanı yakınında ortalama 20 m. dolayındadır.

Ayrıca yine Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından 2000-2002 yılları arasında "Büyük Menderes Grabeninde Yeralan Yüksek Sıcaklıklı Jeotermal Akışkanlarda Yaş ve Köken Tayini" projesi yürütülmüştür. Söz konusu jeotermal sahada yeralan akışkanları gruplandırmak, yeraltında geçirmiş olduğu jeokimyasal süreçleri, kökenlerini ve dolaşım sürelerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda su kimyası, $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$, $\delta^3\text{H}$, $\delta^{13}\text{C}$ ve ^{14}C izotop örneklemeleri yapılmıştır.

Çalışma alanındaki jeotermal suların kimyasal yapısı Na-Cl-HCO₃ tipindedir. Ömerbeyli-Germencik jeotermal sahasındaki üç adet kuyudan yapılan örneklemelerde Na iyonu 58-68 meq/l, Cl iyonu 40-48 meq/l, HCO₃ iyonu ise 21-27 meq/l arasında değişmekte iken Bozköy A2 kuyusunda bu değerler sırasıyla 46 meq/l 23 meq/l ve 35 meq/l dir. ÖB-9 sondajı ile Bozköy sıcak su kaynağında önceki yıllarda yapılan ³He, ⁴He ve ²⁰Ne asal gaz izotop içeriklerinin %99 oranında kabuksal kökenli olduğunu saptanmıştır. NETPATH jeokimyasal model programı yardımı ile yapılan ¹⁴C izotopu yaşı jeotermal kuyularda 40.000 yılın üzerinde, Bozköy-Alangüllü MTA2 kuyusunda ise 50.000 yıl olarak hesaplanmıştır.

Gerek asal gaz verilerinin sulardaki gazın kabuksal kökenli olduğunu göstermesi, ¹⁴C izotopu dolaşım süresinin ¹⁴C izotopunun üst limitine gelmiş olması ve gerekse çalışma alanının denize olan uzaklığı göz önüne alındığında, jeotermal sular denizel kökenli olmalıdır. Bu durum, Pleyistosen döneminde Akdeniz'in 6. denizel izotopik dönem sonrası meydana gelmiş bir ve/veya bir kaç tane büyük transgresyonunun çalışma alanını kaplamış olması ile açıklanabilir. Bölgedeki kırık ve fay sistemleri boyunca yeraltına süzülen deniz suları rezervuarda birikmiştir. Daha sonra ortam tekrar karasallaşmış ve grabenin üst kotlarından yeraltına süzülen yağışlar rezervuardaki tuzlu suyu seyreltmıştır. Bugün bu tuzlu su %7-8'lik bir oranda bulunmaktadır.

ABSTRACT

Ömerbeyli-Germencik geothermal field, situated in Büyük Menderes graben of the Aegean Region, next to Kizildere geothermal field, is potentially the second high enthalpy geothermal field of Turkey (MTA). From 1982 to 1986, MTA has drilled 9 wells, with depths ranging between 200 and 2398 m. The base elevations of these wells are 53-120 m above sea level. The valley basement altitude of Büyük Menderes river, which flows through the south part of the field, is 20 m asl. Geothermal fluids at temperatures between 203-230 °C, have been obtained from the drilled wells.

Between years 2000 and 2002, an investigation project named as "The Mean Residence Time and the Origin of High Enthalpy Geothermal Fluids in Menderes Graben" was carried out by General Directorate of Mineral Research and Exploration of Turkey. In this study; classification, mean residence time determination and the evolution processes of geothermal fluids involved in the Graben, have been studied. With this aim, beside sampling for water chemistry, sampling for $\delta^{18}O$, δ^2H , δ^3H , $\delta^{13}C$ and ^{14}C isotopes were realized.

The waters found in the study area belong to Na-Cl-HCO₃ type. Three wells that were sampled from Ömerbeyli-Germencik geothermal field contain Na, Cl, and HCO₃ ions in concentrations of 58-68 meq/l, 40-48 meq/l and 21-27 meq/l respectively. On the other hand, the concentration of the same ions (Na, Cl and HCO₃) in Bozkoy A2 well, is in the order of 46 meq/l, 23 meq/l and 35 meq/l. Previous studies of ³He, ⁴He ve ²⁰Ne noble gases isotope analyses from OB-9 well and Bozkoy hot spring show a dominancy of 99 % derivation from crustle origin. The ages of geothermal fluids with ¹⁴C isotope by using NETPATH model, were calculated to be over 40.000 years for the wells in Germencik and over 50.000 years for Bozkoy Alangullu MTA2 well.

Taking into consideration the sea distance, either the indication of noble gases that are crustle originned and either ¹⁴C age determination pointing out to upper limits, reveal that geothermal fluid should be of marine origin. This situation can be explained by sequent transgration that repeated at least more than one during the Pleistocene period, covering study area before sixth marine isotopic stage. In the studied area, water that infiltrated through faults and fissures has been accumulated in the reservoir. After the environment has become terrasterial, the infiltrated precipitation from upper part of the graben has diluted the ancient seawater in the reservoir. Presently, it is determined that 7-8 % of the geothermal fluid is consisted of paleo-seawater in the reservoir.

Palamutova Jeotermal Alanı (Bayramiç-Çanakkale) ve Çevresinin Hidrojeokimyasal İncelenmesi

Hydrogeochemical study of Palamutova (Bayramiç-Çanakkale) geothermal area

Deniz ŞANLIYÜKSEL, Alper BABA

*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Jeoloji Müh. Böl., Terzioğlu Yerleşkesi, 17020, Çanakkale
denizsyuksel@comu.edu.tr, alperbaba@comu.edu.tr*

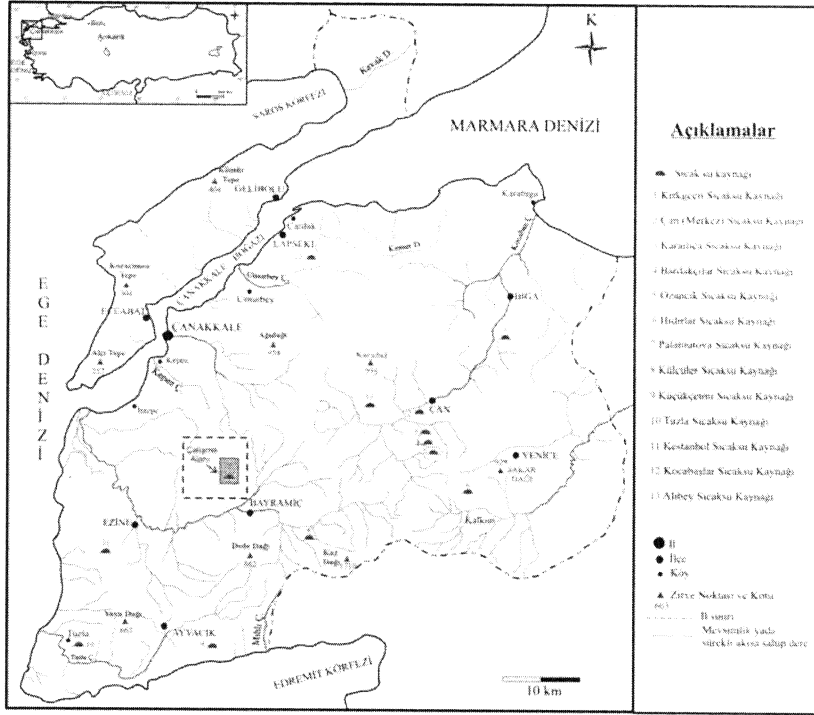
ÖZ

İnsan yaşamında önemli bir yer tutan enerji, günümüzde tüm dünya ülkelerinin en başta gelen sorunları arasında yer almaktadır. Bunun nedenleri nüfus artışı, sanayileşme ve yaşam standartlarının yükselmesi olarak gösterilmektedir. Tüm dünyada hızlı bir artış gösteren enerji gereksiniminin büyük bir kısmı, bir süre daha fosil yakıtlar ve hidrolik enerji ile karşılanabilecektir. Fosil yakıtların kısa bir dönemde tükenmesi ve yerini yeni enerji kaynaklarının alması beklenmektedir. Son yıllarda bütün ülkeler yeni enerji kaynaklarının geliştirilmesine özen göstermektedir. Bir enerji kaynağı olan jeotermal enerji başlangıçta sadece kaplıca amaçlı kullanılırken günümüzde geniş kullanım olanakları sunan enerji türüne dönüşmüştür. Magmatik, tortul ve metamorfik kayaların hemen hemen her türünün gözlemlendiği Biga Yarımadası, Kuzey Anadolu Fay Zonu'ndaki aktif tektonik hatlar ile yakından ilişkilidir. Biga Yarımadası'nda yüzey sıcaklıkları 30 ile 102 °C arasında değişen birçok sıcak su kaynağı bulunmaktadır. Bu kaynakların değişik amaçlara hizmet eden birçok kullanım alanı (elektrik üretimi, ev ve sera ısıtması, kimyasal madde üretimi vb.) bulunmasına rağmen sıcak sular genellikle kaplıca amaçlı (balneolojik uygulamalar) kullanılmaktadır. Biga Yarımadası'nda yer alan tesisler ulusal ve uluslararası talepleri karşılayacak nitelikte değildir. Tesis koşullarının iyileştirilmesi durumunda özellikle yaşlılara hizmet veren sağlık turizminin hem her yaş grubuna hemde oniki aya yayılması mümkündür.

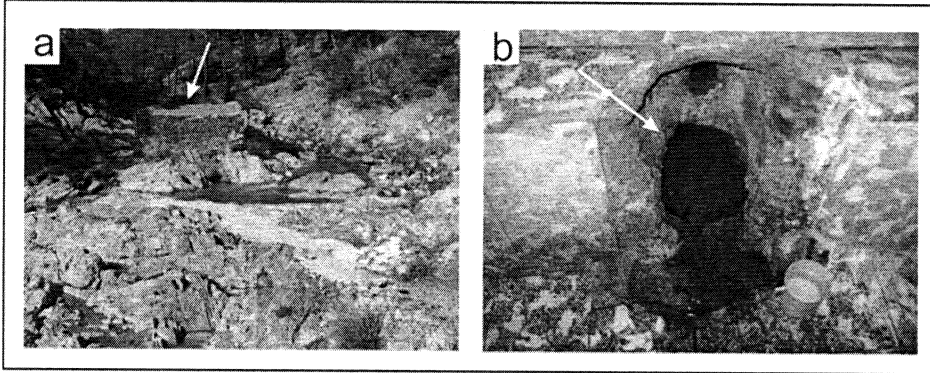
Çanakkale ili, Bayramiç ilçesinin 12 kilometre kuzeybatısında, 459114/4415731 koordinatlarında yer alan Palamutova ılıcası Biga Yarımadası'ndaki jeotermal alanlardan biridir (Şekil 1). Sıcak su, Değirmen deresi adı ile anılan dar ve iki tarafı sarp ve kayalık yamaçlardan oluşan derenin kenarında, K-G yönlü doğrultu atımlı fay ile yüzeye ulaşmaktadır.

Palamutova jeotermal alanında temeli Geç Kretase yaşlı Çamlıca metamorfiklerine ait metabazit, metavolkanit, fillit, mermer ve şistler oluşturur. Senozoyik Kuşçayırı granodiyorit ve Hallaçlar volkaniti ile temsil edilir. Alt Oligosen yaşlı Kuşçayırı graniti granodiyorit bileşimlidir. Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Hallaçlar volkaniti andezit, dasit, tüf ve aglomeradan meydana gelir. Değirmen dere çevresinde yüzlek veren Kuvaterner yaşlı alüvyon tüm birimleri uyumsuzlukla örter.

Sıcak suyun ortalama debisi 0.3 l/sn olup, yüzey sıcaklığı yaklaşık 31–34 °C arasında değişmektedir. Jeotermal kaynak 99 km²'lik bir havzadan beslenmektedir. Hamam harabesinin içerisinde çıkan kaynak sadece yöre insanı tarafından banyo amaçlı olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.a; b). Sıcak su bazik karakterli olup, pH'ı 8.6–8.8, elektriksel iletkenliği (EC) ise 1500–1700 µS/cm arasında ölçülmüştür. Silis jeotermometresine göre sıcak suyun rezervuar sıcaklığı 70–75 °C arasında hesaplanmıştır.



Şekil 1. Biga Yarımadası'ndaki dereler ve sıcak su çıkışları ile çalışma sahasının konumunu gösteren harita



Şekil 2. a. Palamutova ılıcasının KB'dan kuşbakışı görünümü b. Hamam harabesi içerisinde sıcak su çıkışı

Sıcak su kaynağından 2005, 2006 ve 2007 yıllarında, dört farklı dönemde örnekleme yapılmıştır. Elde edilen veriler Piper, Schoeller, Pie gibi su kimyası diyagramlarına yerleştirildiğinde sıcak suyun Na-SO_4 bakımından zengin olduğu saptanmıştır. Sıcak su, Oksijen-18 (^{18}O) ve Döteryum (D) içeriğine göre derin dolaşimli, meteorik su bileşimindedir.

Anahtar Kelimeler: Palamutova, jeotermal, hidrojeokimya, izotop

ABSTRACT

Energy which plays an important role in human life, is one of the serious problem among the countries in today's world. The causes of it show as increasing of population, industrialization, and rising of life standards. Main part of the energy demand which increases rapidly in all over the world, will be provided by fossil fuel and hydraulic energy. The fossil fuel will be expected to consuming in a short period and new energy resources which has to be replaced into near future. The research studies are continued for investigation new energy resources by most of countries. The geothermal energy as an energy source was only used for thermal spring at the beginnings but today it has transformed to be the type of energy that has wide using facilities.

Almost all of magmatic, sedimentary and methamorphic rocks lithologies are overlaying in Biga Peninsula which are mostly controlled by North Anatolian Fault Zone's active tectonic structures. Hot water springs surface temperature are change between 30 and 102 °C in Biga Peninsula. This springs serve different purposes (electricity production, district, greenhouse heating, chemical metarial production and so on) although hot water generally use only for spa (balneologic applies). Spas are located in Biga Peninsula haven't enough qualification for national and international demands. The spa hotels are mostly used by older people for healthy reasons in a certain time. When the hotels conditions are improved that can be used for people of all ages in each month of a year.

Palamutova geothermal site is one of the geothermal area in Biga Peninsula, on 459114/4415731 coordinates, located 12 kilometers northwest of Bayramiç (Çanakkele) town (Figure 1). Hot water is reach surface by N-W strike-slip fault which edge of narrow, steep of two sides and slope of rocks called Değirmen river.

Late Cretaceous Çamlıca methamorphics mainly consists of metabasit, metavolcanic, phylite, marbles and schists which are formed basement of Palamutova geothermal area. Cenozoic is represent by Hallaçlar volkanics and Kuşçayırı granodiorits. Early Oligocene Kuşçayırı granit is form granadiorit. Upper Oligocene-Early Miocene Hallaçlar volkanics consists of andesite, dacite, tuff and agglomerate. Quaternary alluvium which are outcropping Değirmen river's surroundings overlies with the other units as an unconformably.

The average discharge of the thermal water in study area is 0.3 l/sec. The surface temperature of Palamutova spring is ranging from 31 to 34 °C. The catchment of Palamutova geothermal area is about 99 km². Spring discharges in an old building, use only thermal bath from vicinity people (Figure 2.a; b). Hot water has basic character, pH value is between 8.6–8.8 and electrical conductivity (EC) value is 1500–1700 µS/cm. The reservoir rock temperature is predicted between 70–75 °C by silica geothermometer.

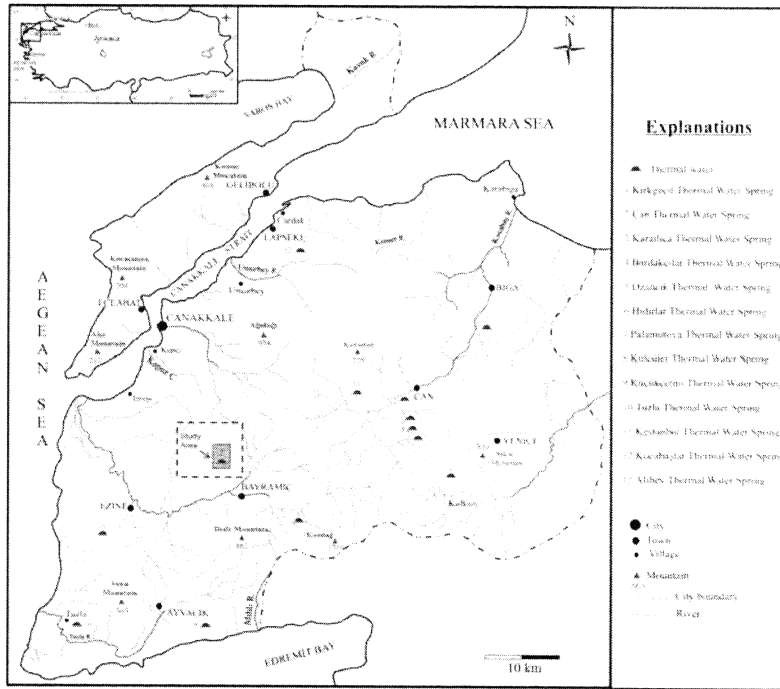


Figure 1. Biga Peninsula's rivers and thermal water springs with study area's location map

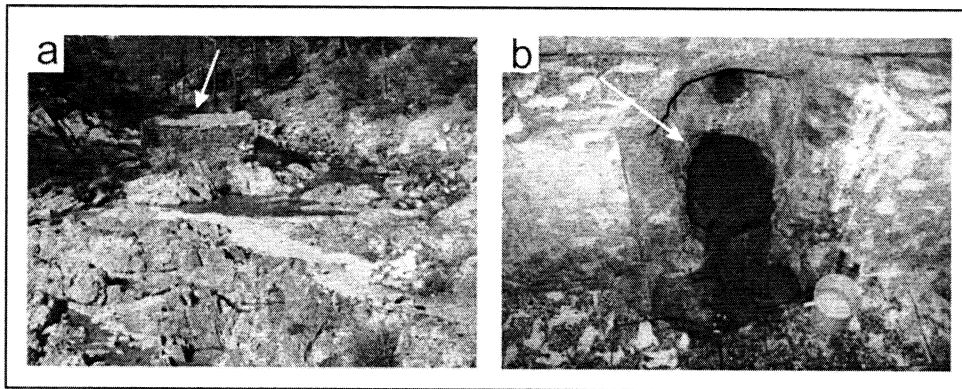


Figure 2. a. The view of Palamutova spring's b. Hot water spring in an old building

The samples for experimental study have been taken in four different period of time which are in 2005, 2006 and 2007. When results are plotted on water chemistry diagrams like Piper, Schoeller and Pie it seems that hot water is enriched with Na-SO_4 . Thermal water has deep circulation and meteoric in origin as depicted by its Oxygen 18 (^{18}O) and Doterium (D) contents.

Key Words: Palamutova, geothermal, hydrogeochemistry, isotope

Jeotermal Kaynak Zenginliğimiz, Uygulamalar Ve Sorunlar

Our Geothermal Resource Richness, Applications And Problems

İbrahim AKKUŞ

akkusmta@gmail.com

ÖZ

Ülkeler, her geçen gün artan tüketimin yol açtığı enerji açığı nedeniyle hızla yeni enerji kaynaklarına yönelmektedirler. İhtiyacının % 70'ni dışarıdan sağlayan Türkiye'de ise enerji sorunu artık ciddi boyutlardadır. Bu açıdan bakıldığında, yerli kaynak kullanımının ekonomik katkıları bir yana, özellikle çevre kirliliği yaratmayacak enerji kaynaklarına yönelme, kaynak çeşitliliğinin artırılması, kaynakların en ekonomik ve maksimum yararlanmayı sağlayacak biçimde değerlendirilmesi gibi zorunlulukla karşı karşıya olduğumuz görülmektedir. Türkiye, öteden beri kullanılagelen enerji kaynaklarının sahip olduğu düzeyde potansiyele sahip olmamakla birlikte ucuz, temiz, sürdürülebilir, aynı akışkanın çok amaçlı kullanılabilir olması, tüm yıl boyunca istihdam yaratması, yerli kaynak olması, başarılı uygulamaların giderek artması gibi özellikleriyle öne çıkan önemli bir jeotermal kaynak potansiyeline sahiptir. Diğer enerji kaynaklarına göre önemli avantajlar sunan bu özellikleri nedeniyle jeotermal kaynaklara olan ilgi, ülkemizde de giderek artmakta, büyük yatırımlar yapılmaktadır. Türkiye'de jeotermal kaynaklardan; Konut, sera, termal tesis ısıtması, elektrik üretimi, endüstriyel uygulamalar, termal turizm ve balneolojik uygulamalarda yararlanılmaktadır. Bu kullanımların rakamsal değerlerine göre; **983** MWt konut, termal tesis ve sera ısıtması, **402** MWt kaplıca kullanımı olmak üzere jeotermalın doğrudan kullanım kapasitesinin **1385** MWt'e ulaştığı görülmektedir. Bu haliyle Türkiye, jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı açısından Çin, Japonya, ABD ve İzlanda'nın ardından dünyada ilk 5 içerisinde yer almaktadır.

Isıtma uygulamasına uygun 92 sahaya karşılık 13 alandan üretilen jeotermal akışkandan yararlanılarak ısıtma uygulaması yapılmaktadır. Halen işletilmekte olan jeotermal ısıtma sistemlerinde toplam **117.000** konut eşdeğeri jeotermal ısıtma yapılmaktadır. Hızla yaygınlaşan konut ısıtmacılığı yanında kurulan modern seralarda jeotermal enerjiden ekonomik olarak yararlanılmakta, 195 kaplıcada hizmet verilmektedir.

Ancak ülke genelinde yaygın olan bu kaynaklardan yararlanma ve ekonomiye kazanım hak ettiği düzeyde değildir. Bunun en önemli nedenleri arasında, yatırım öncesi işletilebilir potansiyelin belirsizliği ve kaynakların 20 yılı aşkın bir süre boyunca yasal zeminden yoksun olması öne çıkmaktadır. Kaynağın yasal dayanağa kavuşmuş olmasıyla bu konuda yaşanan sıkıntıların bir bölümünün ortadan kalkabileceği umulmaktadır. Ancak ülkemiz için önemli bir jeolojik zenginlik olan jeotermal kaynakların, arama yöntemleri ve uygulanan teknikler gibi spesifik özellikleri nedeniyle, belli bir kültürün oluşması ve birikiminin tesisi için, bu kaynağa dayalı tüm faaliyetlerin yetkin, yönlendirici ve uzman kurum ve disiplinlerle planlanıp yürütülmesi, kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektörün kullanımına sunulması hedeflenmiş bir karakteri taşıması gerekirken; uygulamaların yerleşme adına özel idareler tarafından yapılacak olması, sektörde geçmişte yaşanan sıkıntılar da dikkate alındığında bu yasanın dinamik ve uygulanabilir olamayacağı, yerel ve siyasi baskı, kayırma gibi hususları önleyemeyeceği endişesi yaratmaktadır. Bu da halen devam eden sorun ve şikayetleri daha yoğun bir şekilde tekrar gündeme getirecek, yatırımcı üzerinde caydırıcı rol oynayacaktır. Öte yandan sahip olduğu potansiyel ve kullanım çeşitliliğinin sağladığı avantajlara karşılık kaynağın yeterince tanındığı söylenemez. Son yıllarda bazı il ve ilçelerde jeotermal enerjiye dayalı özellikle konut ısıtmacılığına yönelik tesislerin kurulması, bu kaynağın giderek tanınmasına vesile olmuştur. Geçtiğimiz 5 yıl içerisinde doğrudan kullanımda % 50 oranında bir artış söz konusudur ve bu değer önemli bir artışı ifade etmektedir. Gelecekte ise oranın daha da artması beklenmektedir. Günümüze kadar yapılan çalışmalarla ortaya konulan kullanılabilir potansiyel değerlerine karşılık kaynaktan yararlanma göz önüne alındığında jeotermal enerji arama ve geliştirme çalışmaları konusunda yapılacak çok şey olduğu görülmektedir. Jeotermal sistemlerin doğası gereği doğrudan doğruya jeolojik yapıya bağlı olarak geliştiği bilinmektedir. Bu durumda kaynağın aranması-araştırılması, değerlendirilmesi ve işletilmesinde ağırlıklı ve etkin biçimde yer alan jeoloji mühendislerine çok iş düşmektedir. Dolayısıyla kaynakların en ekonomik ve ülke menfaatlerine uygun bir şekilde değerlendirilmesi, optimum koşulların sağlanabilmesi, kontrol ve denetim hizmetlerinin

yerine getirilebilmesi için; jeotermal alanların arama ve araştırılması, geliştirilmesi ve işletilmesi aşamalarında jeoloji mühendisleri öncelikli ve etkin biçimde görev almalıdırlar.

ABSTRACT

Countries are rapidly directing towards new energy resources because of energy deficit resulting from consumption increasing every day. In Turkey, which supplies 70% of her needs by importation, energy problem is now in a serious position. In this aspect, it is seen that we are face to face with necessities such as evaluation of resources in such a way so as to provide the most economic and maximum usage, increasing resource variations, orientation to energy resources which especially do not cause environmental pollution, in addition to economic supplements of native resource usage. Turkey has an important geothermal resource potential which appears with characteristics such as its increasing successful applications, being a native source supplying employment throughout the year, being cheap, clean, continuing, the same fluid having a multi-target usage; although it does not have a potential at the level of the energy resources which Turkey has been using long since. Because of these characteristics presenting serious advantages with respect to other energy resources, interest to geothermal resources is gradually increasing in Turkey as well, and great investment is being made. In Turkey, geothermal resources are made use of in housing, greenhouse and thermal plant heating, electricity production, industrial applications, thermal tourism and balneologic applications. According to the numerical values of these usages; it is seen that the direct usage capacity of geothermal has reached 1385 MWt, 983 MWt being used in housing, thermal plant and greenhouse heating, and 402 MWt being hot spring usage. With this position Turkey takes place among the first 5 countries in the world after China, Japan, USA and Iceland with respect to direct usage of geothermal energy. Heating application is made by making use of geothermal fluid produced from only 13 areas for 92 fields suitable for heating application. Geothermal heating equivalent to a total of 117,000 housing is made in the geothermal heating systems which are being operated at the present time. In addition to housing heating which is getting rapidly widespread, geothermal energy is made use of economically in modern greenhouses established; service is given in 195 hot springs. However, contribution to the economy and making use of these resources which are widespread throughout the country is not at the level it deserves. Among the most important reasons for this are the uncertainty of the operable potential before investment and the fact that the resources have been deprived of legal ground for over a period of 20 years. Now that the resources have a legal basis, it is hoped that a part of the problems encountered on the matter up till now will disappear. However, due to their specific properties such as resource methods and applied techniques, for the formation of accumulation and development of a certain culture, although all activities based on geothermal resources, which are an important richness for our country, must be planned and executed by perfect, orienting and expert association and disciplines and must bear a character aimed to be presented to the usage of public associations and foundations together with the private enterprise; the fact that applications are to be made by local governments in the name of localization, when problems are encountered in the sector in the past are considered also, there is concern that this law may not be dynamic and applicable, that it may not be able to prevent cases such as local and political pressure and favor. This will bring on the agenda again the currently continuing problems and complaints more intensely, and will play a dissuasive role on the investor. On the other hand, despite the advantages its potential and usage variation provide, it cannot be said that the resource is sufficiently known. In recent years, the establishment of foundations especially for housing heating based on geothermal energy in some cities and countries has been the cause of this resource being gradually well-known. Within the past 5 years, there is an increase of 50% in direct usage and this value indicates a considerable increase. In the future, it is expected that this ratio will increase even more. It is seen that there is still a lot to do on geothermal energy research and developmental studies when making use of the resource is considered in return for the exposed usable potential values in the studies carried out up to date. It is known that geothermal systems develop depending on their geothermal structure directly in accordance with their nature. Under these condition geological engineers, who take part considerably and effectively in the search-research, evaluation and operation of the resource, have a lot of to do consequently, geological engineers must primarily and effectively be on the job in the search and research, development and operation stages of geothermal areas so that resource can be evaluated in the most economic way and appropriate to the benefits of the country, optimum conditions can be provided, control and supervision services can be fulfilled.

Kütahya-Gediz Jeotermal Sistemi Isı Taşınım Modeli

The Heat Transfer Modeling Of Kütahya-Gediz Geothermal Field

***Berrin AKAN, **Levent TEZCAN, ***Ersin GIRBALAR**

* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi, 06520, Balgat, Ankara.
 ** Hacettepe Üniversitesi, Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi, 06532, Beytepe, Ankara.
 *** İller Bankası Genel Müdürlüğü, Ankara
 bakan@mta.gov.tr

ÖZ

Jeotermal enerji üzerine yapılan araştırmaların artmasına paralel olarak gözenekli ortamlarda tek ve iki fazlı akışkan akımı ve ısı taşınımının benzeştirilmesi konusunda büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Son yıllarda matematiksel modeller yardımıyla jeotermal alanların modellenmesi yoğun olarak çalışılan bir konudur. Bu modeller, jeotermal alanların kavramsal modellerinin geliştirilmesi ve doğruluğunun kanıtlanması için kullanıldığı gibi, rezervuarın potansiyelinin belirlenmesi ve yenilenebilir enerjinin miktarı ve yenilenme hızı konusunda tahmin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında, Kütahya-Gediz jeotermal alanı, Kipp (1987) tarafından geliştirilen tek fazlı sonlu farklar modeli olan HST3D model programı kullanılarak modellenmiştir. HST3D, bir ısı ve kütle taşınım modeli olup yeraltı suyu akımı ve bununla bağlantılı olarak ısı ve kütle taşınımını üç boyutlu olarak benzeştirmektedir. Modelde, içsel boşluk hızı, basınç, sıcaklık ve çözünmüş kütle oranına bağımlı olan akışkan yoğunluğu ve akışkan viskozitesinin birleştirilmesi ile elde edilen üç temel eşitliğin çözümü esas alınmaktadır. Eşitliklerin çözümünde sonlu farklar tekniği kullanılmaktadır. Modelde kullanılan sınır koşulları, sabit değer, sabit akı, akifer ve yüzey suları sızması ve ısı iletimini kapsamakta olup tüm sınır koşulları zamanın fonksiyonudur. Kütahya-Gediz jeotermal alanının, jeotermal enerji potansiyelinin belirlenmesi amacıyla İller Bankası tarafından, MTA Genel Müdürlüğü'ne bir fizibilite çalışması yaptırılmış ve bu kapsamda kuyularda testler gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında, söz konusu kuyu testlerinden yararlanılarak Kütahya-Gediz jeotermal alanında, termal akiferin işletilmesine bağlı olarak ortaya çıkabilecek sıcaklık ve basınç düşmesi problemlerini araştırmak, optimum işletme koşullarını belirlemek, işletme sonrası termal akiferin dinamiğinde meydana gelebilecek değişimleri ortaya koymak amacı ile sıcak su akiferindeki basınç ve sıcaklık dağılımı, HST3D modeli aracılığıyla benzeştirilerek model alanındaki sıcaklık ve basınç dağılımı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, sahada yeni kuyu açılması durumunda, bu kuyuların mevcut kuyuların etki yarıçapı ve akiferdeki hidrolik dengenin korunması koşulu göz önüne alınacak şekilde, mevcut kuyuları etkilemeyecek mesafede açılması jeotermal alanın geleceği açısından önem taşıdığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Gediz, ısıtma, jeotermal enerji, Kütahya, matematiksel model.

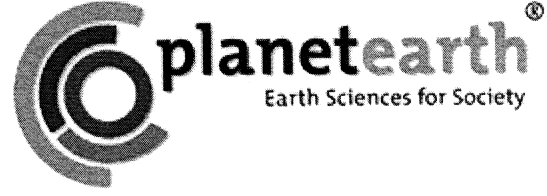
ABSTRACT

Many advances in simulating single and two-phase fluid and heat transport in porous medium have been made with geothermal energy research. During the last decade the use of numerical modeling for geothermal resource evaluation has grown significantly, and new modeling approaches have been developed. These models are used to verify and improve conceptual models of specific geothermal field sites. In addition they are used to evaluate the potential of a reservoir and to estimate the quantity of recoverable energy. In this paper, Kütahya-Gediz geothermal area has been analyzed using the single-phase finite difference model HST3D by Kipp (1987). The HST3D code simulates groundwater flow and associated heat and solute transport in three dimensions. The three governing equations are coupled through the interstitial pore velocity, the dependence of the fluid density on pressure, temperature and solute-mass fraction. Finite difference techniques are used to discretize the governing equations. Boundary condition types offered

include specified value, specified flux, leakage and heat conduction. All boundary conditions can be function of time.

Kütahya-Gediz geothermal field has a great potential for space heating. İller Bank General Directorate has been made a research project to put forward the geothermal energy potential of Kütahya-Gediz and to achieve this purpose many well tests have been conducted in wells in this geothermal field. Within the scope of this study, it is aimed to conceptualize the hot water circulation system, to indicate the effects of the current exploitation activities on the aquifer system by modeling the temperature and pressure distribution with the HST3D numerical model. According the results derived from the model, the temperature and pressure around the boreholes decrease gradually in time. Due to the low permeability, the turnover of the system requires a long time. Therefore, new wells should be located far away from the existing wells and exploited with low rates in order to prevent temperature interferences.

Keywords: Gediz, heating, geothermal energy, Kütahya, mathematical modelling.



KIYI DENİZ JEOLJİSİ

MARINE GEOLOGY SESSION

Oturum Yürütücüsü / Convener

Namık ÇAĞATAY

Son 20 bin Yılda Akdeniz-Marmara-Karadeniz Bağlantıları: Global İklim Değişimi ve Bölgesel Tektonizma Kapsamında Paleoçevresel Koşulların Aydınlatılması

Mediterranean –Marmara –Black Seas Connections during The Last 20 Ka: Palaeoenvironmental Reconstruction In The Context Of Global Climate Change And Regional Tectonic Setting.

**Speranta-Maria POPESCU¹, Gonzalo JIMENEZ-MORENO², Oliver BAZELY³, Simona BOROI¹,
Philippe SORREL^{1,4}, Florent DALESME¹, Gwenaël JOUANNIC^{1,5}, Martin J. HEAD⁵, Stefan
KLOTZ⁶, Liviu GIOSAN⁷, Gilles LERICOLLAIS⁹, Namik ÇAĞATAY¹⁰, Jean-Pierre SUC¹**

¹ Université Claude Bernard - Lyon 1, Laboratoire PaléoEnvironnements et PaléobioSphère, UMR 5125 CNRS, 2 rue Raphaël Dubois, F-69622 Villeurbanne Cedex, France, Speranta.Popescu@univ-lyon1.fr,

² Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Avenida Fuentenueva s/n, 18002 Granada, Spain,

³ University of Cambridge, Department of Geography, Downing Place, Cambridge, C2 3EN, UK,

⁴ Université de Caen, Laboratoire Morphodynamique Continentale et Côtière, UMR 6143 CNRS, 2-4 Rue de Tileulls, 14000 Caen, Franc,

⁵ Université de Bretagne occidentale, IUEM, UMR 6538 CNRS, Place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané, France,

⁶ Department of Earth Sciences, Brock University, 500 Glenridge Avenue, St. Catharines Ontario L2S 3A1, Canada,

⁷ Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen, Sigwartstrasse 10, 72070 Tübingen, Germany,

⁸ Department Geology & Geophysics, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA 02543, USA,

⁹ IFREMER, DRO Géosciences Marines, BP 70, Plouzané, 29280, France,

¹⁰ Istanbul Technical University, General Geology Department, Maden Fakültesi, Ayazağa, 80626, Istanbul, Turkey,

ÖZ

Akdeniz Bölgesinde Geç Buzul ve Holosen dönemi önemli değişim periyodlarıdır. Her iki zaman aralığı Geç Buzul'den Holosen'e, 100m 'lik deniz seviyesi değişimiyle karakterize edilen ve global iklim değişimleriyle ilgili olan önemli vejetasyon dinamiklerine tanıklık etmiştir. Doğu Akdeniz Bölgesi (örneğin Marmara ve Karadeniz), sırasıyla Marmara ve Karadeniz'i Akdeniz sularının 12 bin ve 8.4 bin yılında doldurmasıyla meydana gelen denizel paleoçevresel değişimlerden etkilenmiştir. Bu deniz geliminden önce bu iki denizde bağımsız havzalar ve taze-acı su (fresh-brackish water) ortamlarıyla karakterize edilmekteydi.

Ana bilimsel sorular şunlardır: Akdeniz, Marmara ve Karadeniz arasındaki bağlantıyı kontrol eden faktörler nelerdir?, Deniz işgali katasrofik bir olay mıydı? Bu soruları cevaplamak için, 5 sondaj karotu ve 40 yüzey örneğinde yüksek çözünürlü palinolojik çalışmalar yapılmıştır. Polen taşınımı ve taphonomisi üzerinde yapılan çalışmalar, çalışılan karotun yeri, iklim, polen yoğunluğu ile ilişkili olan yüzey sediment örneklerindeki polen konsantrasyonlarını gösterir (i.e. proximal/distal). Genellikle, yüksek deniz seviyeleri sıcak periyodlarla ilişkilendirilmiştir ve yüzey sediment örnekleri yüksek oranda mezofil ağaçları içermektedir (i.e. warm-temperate). Tersine soğuk periyodlar (düşük deniz seviyesi) ise herb'lerin yüksek oranda bulunmasıyla karakterize edilirler. Bisaccate polen taneleri, özellikle *Pinus* yüksek yüzme (buoyancy) yeteneğine sahiptir ve bazı yıllar için yüzey sularında yüzebilirler ve geniş ölçüde yayılabilirler (uzak lokalitelerdeki polen çalışmalarında yüksek miktarda görülmesi). Yüksek çözünürlü örnekleme stratejisi son 20 bin yılda deniz seviyesi değişimleri ve iklimin tanımlanmasını sağlar. Üç ana polen oranı iklimsel östatik indeks olarak kullanılabilir:

1. mezofil ağaçlar/*Artemisia* oranı; bu oran GRIP oksijen izotop eğrisiyle iyi korole edilebilir (ayrıca iklimsel parametrelerle uyumludur),
2. *Pinus*/halofit (i.e. kıyısız bitkiler tuzlu koşullara gereksinme duyar) oranı, deniz seviyesiyle ilgili olarak, karotun yeri uzaksal yada yakınsal olması hakkında bilgi verir,

3. halofit/herbs oranı bir önceki oranla aynı öneme sahiptir, fakat devamlı bir şekilde uygulanabilir, hatta sapropellerdede (burda gösterge Pinus için kullanılır).

Çalışılan karotlarda, bu oranlar palinofasiyes içeriği (oksijenli-anoksik koşulları ve karada erozyonu gösterir) ve dinoflogellat kist toplulukları ile uyumludur.

İki dinokist topluluğu tanımlanmıştır. Bunlar denizel ve onu üzerleyen acı-su endemik topluluklarıdır. Denizel fauna stenohaline ve örohaline türlerin herikiside içermektedir. Acı-su faunası ise stenohaline türleri içerir. Denizel transgresyonun hidrografik etkisi karışıktır ve ekolojik dinamikler bu karışıklığı yansıtmaktadır. Başlangıçtaki ekolojik değişim denizel örohaline tür popülasyonlarının hızlı yayılımı ile karakterize edilirler. Fakat stenohaline tür popülasyonları daha dereceli yayılımı karakterize ederler. Bu dinamik havzanın hidrografik stabilizasyonu ile ilgili olan transgresyonun baştaki hızlı etkisini yansıtabilir.

ABSTRACT

The Late Glacial and Holocene were periods of important change in the Mediterranean region; both time intervals witnessed significant vegetation dynamics relating to changes in global climate and the transition from the Glacial to Holocene was characterised by a sea-level rise of 100 m. The eastern Mediterranean region (i.e. Marmara and Black Seas) was affected by major marine palaeoenvironmental changes induced by the invasion of marine Mediterranean waters at 12 ka and 8.4 ka, respectively into Marmara and Black Seas. Before this marine invasion, these two seas evolved as independent (perched) basins and were characterised by fresh- to brackish environments.

The major scientific questions are: What are the history and controlling factors of the connection between the Mediterranean, Marmara and Black Seas? Was the invasion a progressive or catastrophic event? To answer at these questions, a high-resolution palynological study (pollen and dinoflagellates cysts) was performed on 40 surface-samples and five cores (four on the Black Sea and one in the Marmara Sea). Studies on the pollen transport and taphonomy show that the pollen concentration in surface sediment samples is linked to pollen density, climate and location of the studied core (i.e. proximal/ distal). Generally, high sea-levels correspond to warmer periods and the surface sediment samples are characterized by high percentages of mesophilous (i.e. warm-temperate) trees. On contrary, cooler periods (low sea-levels) are characterised by high percentages of herbs. Bisaccate pollen grains, especially those of Pinus, have high buoyancy and therefore can float on surface waters for some years and as a consequence, become widely dispersed. (resulting in their over-representation pollen studies of distal localities)

The high-resolution sampling strategy ensures the identification of climate and sea-level changes during the last 20 kyrs. Three main pollen ratios can be used as climatic and eustatic indexes:

1. "mesophilous trees / Artemisia" ratio, which correlates well with the GRIP oxygen isotope curve (also in agreement with quantified climate parameters),
2. "Pinus / halophytes" (i.e. coastal plants requiring salted conditions) ratio, which documents on the distal or proximal location of the core in relation to sea-level changes,
3. "halophytes / herbs" ratio has the same significance as the previous ratio, but it is continuously applicable, even within sapropels (where the signal is biased for Pinus)

In the studied cores, these ratios are in good agreement and also consistent with palynofacies content (both indicating oxygenated vs. anoxic conditions and erosion on land) and dinoflagellates cyst assemblages.

Two dinocysts assemblages have been identified, with the marine assemblages overlaying brackish endemic assemblages. The marine assemblages are composed of both stenohaline and euryhaline species, whereas the brackish assemblages feature exclusively stenohaline species. The hydrographic impact of the marine transgression is complex and the ecological dynamics reflect this complexity. The initial ecological change is characterised by a rapid expansion of marine euryhaline species populations with a subsequent, but more gradual expansion of stenohaline species populations. This dynamic could reflect the dramatic initial impact of the transgression coupled with the progressive hydrographic stabilisation of the basins.

**Marmara Denizi'nde Mesiniyen Tuzluluk Krizi'nin Etkisi.
Karadeniz ve Ege Denizi Arasında O Dönemde Bağlantı Var mıydı?**

*Impact of the Messinian Salinity Crisis in the Region of the Marmara Sea
Did a Connection Exist Between the Aegean and Black Seas at That Time?*

**Georges CLAUZON¹, Jean-Pierre SUC², Rolando ARMIJO³, Bertrand MEYER⁴,
Mihaela Carmen MELINTE-DOBRINESCU⁵, Gilles LERICOLAIS⁶, Hervé GILLET⁷,
M. Namik ÇAĞATAY⁸, Speranta-Maria POPESCU², Gwénaél JOUANNIC⁹,
Gülşen UÇARKUŞ⁸, Ziyadin ÇAKIR⁸, Frédéric QUILLEVERE²**

¹ Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement (UMR 6635 CNRS),
Université P. Cézanne, 13545 Aix-en-Provence Cedex 04, France,

² Laboratoire Paléoenvironnements et Paléobiosphère (UMR 5125 CNRS), Université C. Bernard – Lyon 1, 69622
Villeurbanne Cedex, France (jean-pierre.suc@univ-lyon1.fr)

³ Laboratoire de Tectonique, Institut de Physique du Globe de Paris (UMR 7154 CNRS), 75252 Paris Cedex, France,

⁴ Laboratoire de Tectonique (UMR 7072 CNRS), Université Paris 6, 75252 Paris Cedex 05, France,

⁵ National Institute of Marine Geology and Geo-ecology (GEOECOMAR), 23-25 Dimitrie Onciul Street, 024053
Bucharest, Romania,

⁶ IFREMER, Centre de Brest, DRO/GM, 29280 Plouzané, France,

⁷ Environnements et Paléoenvironnements OCéaniques (UMR 5108), Université Bordeaux 1, 33405 Talence, France,

⁸ Istanbul Technical University, School of Mines and Eurasia Institute of Earth Sciences, Istanbul, Turkey,

⁹ IUEM, Université de Bretagne Occidentale, 29280 Plouzané, France.

ÖZ

Bu çalışma kapsamında Marmara kıyı bölgelerinin bir çok bölümü araştırılmış ve örneklenmiştir. Bu alanlar Bithynia (Marmara Denizi'nin güney kıyısı), Çanakkale Boğazı, Gelibolu yarımadası, Trakya (Saros Körfezi, İstanbul'un kuzey batısı Karadeniz kıyı alanı)'dır. Bu alan genellikle Karadeniz ve Akdeniz arasında Geç Neojen geçiş zonu olarak düşünülmektedir (Popov *et al.*, 2006), ve Kuzey Anadolu Fayından (KAF) etkilenmektedir (McKenzie, 1972; Şengör *et al.*, 1985).

Armijo ve diğ.'nin (1999) belirttiği gibi Mesiniyen Tuzluluk Krizi bölgeyi önemli şekilde etkilemiştir. Bu çalışmada aşağıda belirtilen yaklaşımları geliştirdik: (1) Mesiniyen Erozyonal Yüzey üzerinde bulunan sedimentleri karakterize etmek ve belirlemek için saha araştırmaları (sismiği de içeren), (2) Mesiniyen Tuzluluk Krizi'ni (MSC) takiben ve öncesinde kesin yaşlandırma için mikropaleontolojik analizler (foraminiferler, genellikle nannoplanktonlar) ve Karadeniz-Ege Denizi arasındaki potansiyel su değişimlerinin araştırılması (dinoflogellat kistleri).

Çıkan ana sonuçlar şunlardır:

- Subaerial (örneğin flüvyal) erozyon Saros Körfezi'nde nispeten zayıftı, fakat Karadeniz şelfinde ve İstanbul'un batı yamacında (Karadeniz abisal düzlüğüne ulaşan Karacaköy Mesiniyen Kanyonu) yoğundu,
- Günümüzdeki Çanakkale Boğazı, önemli bir fluvial drenaj ağının ana kanalı tarafından kesilen Mesiniyen kanyonunun üzerinde bulunmaktadır,
- Marmaranın güneyindeki ana Mesiniyen drenaj kanalları Gönen ve Bursa'da yer almıştır. Bu sonuçlar Mesiniyen Tuzluluk Krizi'nin hemen öncesinde ve sonrasında bu bölgede Karadeniz ve Akdenizi birbirine bağlayan iki yönlü akış sistemini sağlayan bir su geçişinin bulunmadığını desteklemektedir (Popescu, 2006).

ABSTRACT

Several areas have been investigated in the region of the Sea of Marmara: Thrace (Gulf of Saros, Black Sea coastal area northwest Istanbul), Gelibolu Peninsula and Dardanelles (Çanakkale) Strait, Bithynia (southern edge of the Marmara Sea). This is a key-region because it is generally considered as the late Neogene passage zone between the Mediterranean and Black seas (Popov et al., 2006), and has been severely affected by the North Anatolian Fault (McKenzie, 1972; Şengör et al., 1985).

As Armijo et al. (1999) proposed that the MSC significantly impacted the region, we developed the following approach: (1) field (including seismic) investigations in order to identify the Messinian Erosional Surface (MES) and characterize which sediments overlie the MES, (2) micropaleontological analyses for precisely dating (foraminifers, nannoplankton mostly) deposits preceding and following the Messinian Salinity Crisis (MSC) and documenting the potential exchanges (dinoflagellates cysts) between the Aegean and Black seas.

The main results reveal that:

- the subaerial (i.e. fluvial) erosion was relatively weak in the Gulf of Saros but intensive in the Black Sea shelf and slope west of Istanbul (Messinian canyon off Karacaköy reaching the Black Sea abyssal plain),
- the present-day Dardanelles Strait is superimposed on a Messinian canyon which appears to have been cut by the main channel of an important fluvial drainage network,
- the main Messinian drainage channels in the southern Marmara are located in the areas of Gönen and Bursa,

and supports that the gateway which connected the Mediterranean and Black seas in a two-way flow system just before and after the MSC was not located in the area (Popescu, 2006).

Değinilen Belgeler

- Armijo R., Meyer B., Hubert A., Barka A., 1999. Westward propagation of the North Anatolian fault into the northern Aegean: Timing and kinematics. *Geology*, 27, 267-270.
- McKenzie, D.P., 1972. Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophys. J. R. Astr. Soc.* 30, 109-185.
- Popescu S.-M., 2006. Late Miocene and early Pliocene environments in the southwestern Black Sea region from high-resolution palynology of DSDP Site 380A (Leg 42B). *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 238, 1-4, 64-77.
- Popov, S.V., Shcherba, I.G., Ilyna, L.B., Nevesskaya, L.A., Paramonova, N.P., Khondkarian, S.O. Magyar, I., 2006. Late Miocene to Pliocene palaeogeography of the Paratethys and its relation to the Mediterranean. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 238, 91-106.
- Şengör, A.M.C., Görür, N., and Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape; Turkey as a case study. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Spec. Pub. 37. Research Symposium, strike-slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation. San Antonio, Texas*, 227-264

Çanakkale Bölgesinde Kuzey Anadolu Fayının İlerlemesi ve Mesiniyen Tuzluluk Krizi: Yeni bir Yaklaşım

The Propagation of the North Anatolian Fault in the Dardanelles Region and the Messinian Salinity Crisis: A New Challenge

**Rolando ARMIJO¹, Bertrand MEYER², Jean-Pierre SUC³, Georges CLAUZON⁴,
Mihaela Carmen MELINTE-DOBRINESCU⁵, Speranta-Maria POPESCU³
Gülşen UÇARKUŞ⁶, Ziyadin ÇAKIR⁶**

- ¹ Laboratoire de Tectonique, Institut de Physique du Globe de Paris (UMR 7154 CNRS), 75252 Paris Cedex, France
(armijo@ipgp.jussieu.fr).
- ² Laboratoire de Tectonique (UMR 7072 CNRS), Université Paris 6, 75252 Paris Cedex 05, France
- ³ Laboratoire PaléoEnvironnements et PaléobioSphère (UMR 5125 CNRS), Université C. Bernard – Lyon 1, 69622
Villeurbanne Cedex, France,
- ⁴ Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement (UMR 6635 CNRS),
Université P. Cézanne, 13545 Aix-en-Provence Cedex 04, France,
- ⁵ National Institute of Marine Geology and Geo-ecology (GEOECOMAR), 23-25 Dimitrie Onciul Street, 024053
Bucharest, Romania,
- ⁶ Istanbul Technical University, School of Mines and Eurasia Institute of Earth Sciences, Istanbul, Turkey.

ÖZ

Çanakkale bölgesinin karşısında bulunan Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) yayılımı için Armijo ve diğ. (1999) tarafından sunulan kanıt tartışmanın konusudur (e.g. Yaltırak et al. 2000 vs. Armijo et al. 2000). İki gözlem bu tartışmada önemli görülmektedir. Bunlardan biri daha önce görülmemeyen, fakat Armijo ve diğ. (1999) tarafından tanımlanan Ganos-Gelibolu antiklinalinin 70 km'lik atımıdır. Diğer tartışmalı görünen gözlem ise ana sedimenter birimlerin stratigrafisi ve muhtemelen Erken Pliyosen yaşlı Alçitepe Formasyonunun yataya yakın duran tabakaları ve bunu üzerleyen Orta-Geç Miyosen yaşlı (Gazhanedere ve Kirazlı Formasyonlarının kuvvetli kıvrımlanmış tabakaları arasındaki uyumsuzluğa neden olan olan tarafından sınırlandırılmış Çanakkale bölgesindeki sıkışmalı deformasyonun zamanıdır. Bundan başka, Armijo ve diğ. (1999) Mesiniyen Tuzluluk Krizi esnasında Çanakkale Bölgesinde oyulan kanyonu transgresif Alçitepe Formasyonunun doldurduğunu belirtmiştir. Daha önce haritalanmamış olan bu ana özellik, şu anda araştırılmaktadır. Farklı birimlerin kapsamlı örneklenmesi ve nannoplankton analizleriyle doğru yaşlandırma yapılması sonucu:

- (1) Kirazlı Formasyonu Mesiniyen yaşlıdır (NN11b zonu) ve Alçitepe Formasyonu Zanclean yaşlıdır (NN12 zonu), bu nedenle Çanakkalede erozyonel kanyonun oluşumu esnasında tektonik uyumsuzluk Mesiniyen Tuzluluk krizini gösterir,
- (2) Çanakkale Bölgesindeki kısılma hemen hemen Mesiniyenin (NN11b zonu) sonunda Zanclean'ı (NN12 zonu) takip eden dönemde kısa bir zaman aralığında meydana gelmiştir (600, 000'den az),
- (3) KAF üzerindeki doğrultu atım Pliyosen ve Kuvaterner boyunca tektonik süreçlerin baskın olduğunu göstermektedir. Ganos-Gelibolu antiklinalinin 70 km'lik atımı Armijo ve diğ.'nin (1999) daha önceki sonuçlarıylada uyumlu olarak son 5 milyon yıl esnasında meydana geldiğini göstermektedir.

Bu yeni kanıt, Mesiniyen Tuzluluk Krizi esnasında deniz suları tarafından yüklenen değişimlerle fay ilerlemesinin mekanik modellerinin yeniden tayinini ve paleocoğrafik evrim senaryolarını da içeren bir çok önemli perspektif sunmaktadır.

ABSTRACT

The evidence presented by Armijo et al. (1999) for the propagation of the North Anatolian fault (NAF) across the Dardanelles Region is subject of controversy (e.g. Yaltirak et al. 2000 vs. Armijo et al. 2000). Two observations appear crucial to this discussion. One is the apparent 70 km offset of the Ganos-Gelibolu anticline, not seen before, but which Armijo et al. (1999) describe as a very clear feature. The other disputed observation is the stratigraphy of the main sedimentary units and the timing of the compressional strain in the Dardanelles, constrained by the unconformity between the strongly folded strata of middle-late Miocene age (Gazhanedere and Kirazlı Formations) and the overlaying, nearly flat layers of possible early Pliocene age (Alçıtepe Formation). Furthermore, Armijo et al. (1999) suggested that the transgressive Alçıtepe Formation fills a canyon incised in the Dardanelles region during the Messinian Salinity Crisis. This major feature, unmapped previously, has now been investigated further. Extensive sampling of the sediments of the different units and accurate dating by nannoplankton analyses show that:

(1) The Kirazlı Formation is of Messinian age (zone NN11b) and the Alçıtepe Formation of Zanclean age (zone NN12), so the tectonic unconformity spans the Messinian Salinity Crisis, during which an important erosional canyon formed in the Dardanelles.

(2) The shortening in the Dardanelles area has occurred in a short time interval (possibly less than 600,000 yrs) mostly at the end of the Messinian (zone NN11b) and had completely ceased by the Zanclean (zone NN12b).

(3) Strike slip on the NAF appears the dominating tectonic process throughout the Pliocene and the Quaternary and the 70 km offset of the Ganos-Gelibolu anticline has occurred during the past ~5 Myr, in agreement with the earlier inference of Armijo et al. (1999).

The new evidence opens many exciting perspectives, including development of paleogeographical evolution scenarios and reassessment of mechanical models of fault propagation interacting with loading changes by marine waters during the Messinian Salinity Crisis.

Değınilen Belgeler

- Armijo R., B. Meyer, A. Hubert, and A. Barka, Westwards Propagation of the North Anatolian Fault into the Northern Aegean: Timing and kinematics, *Geology*, 27, 267-270, 1999.
- Yaltirak, C., M. Sakiç and F.Y. Oktay, Westward propagation of the North Anatolian fault into the northern Aegean: Timing and kinematics: Comment, *Geology*, 28, 187-188, 2000.
- Armijo, R., B. Meyer, A. Hubert and A. Barka, Westward propagation of the North Anatolian fault into the northern Aegean: Timing and kinematics: Reply, *Geology*, 28, 188-189, 2000.

Karadeniz’de DSDP 380A Sondajının Çökel İstifinde Polen Analizleri ile Geç Miyosen-Geç Pleyistosen Döneminde Anadolu’da Yüksek Çözünürlü İklim ve Bitki Örtüsü Kayıtları

High Resolution Climate and Vegetation Records of Anatolia during Late Miocene to Late Pleistocene Period from Pollen Analyses of Sedimentary Sequence at DSDP 380 Site in the Black Sea

Demet BİLTEKİN^{1,2}, Speranta-Maria POPESCU², Simona BOROI² ve Jean-Pierre SUC²

¹ ITU-EMCOL (Doğu Akdeniz Deniz ve Göl Araştırmaları Merkezi), EIES (Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü),
biltekin@itu.edu.tr

² Laboratoire Paléoenvironnements et Paléobiosphère, UMR 5125 CNRS, Université C. Bernard-Lyon 1, 2 rue
Raphaël Dubois, F-69622 Villeurbanne Cedex, France.

ÖZ

Anadolu’nun günümüzdeki bitki örtüsü (vegetation) ve bitki florası geçmişteki bitki örtüsü ile karşılaştırıldığında tamamıyla karakteristik özellikler göstermektedir (Zohary, 1973; Quézel ve Médail, 2003). Bu bölge son 2.6 milyon yıllık iklim döngüleri esnasında Akdeniz vejetasyonunun 2 türünden; Angiosperm (*Liquidambar orientalis*, *Parrotia persica*, *Pterocarya fraxinifolia*, *Zelkova crenata*) ve *Artemisia* stepleriyle birlikte bulunan Gymnosperm (*cedrus*) gibi kalıntı bitkileri içermektedir.

Karadeniz’de İstanbul Boğazı yakınlarında 2107 m su derinliğinden alınan 1073,5 m uzunluğundaki DSDP 380 A karotundan alınan örneklerde polen analizleri yapılmıştır. Polen analizi için polen örnekleri Cour’un klasik metoduyla hazırlanmıştır (Cour, 1974). Polen analizleri Erken Pliyosen-Erken Pleyistosen’de iklimde ve vejetasyonda önemli değişimler göstermektedir.

DSDP (Deep Sea Drilling Program) 380 A karotu başlıca beş stratigrafik birim ve ondört alt birimi içermektedir (Ross, 1978). Bu birimler karotun üstünden tabanına doğru Unit 1-Unit 5 olarak isimlendirilmiştir. Birim 1 başlıca terrijenik sedimentleri kapsamaktadır. Birim 2 aragonit, sideritik ve kalsitik marl; Birim 3 marl, kalsitli biyojenik çökeller (ooze); Birim 4 kalsitik, sideritik, aragonitik ve dolomitik çökelleri; Birim 5 ise siyah şeylleri içermektedir.

Karotda 300-700 m’ler arası (Birim 2, Birim 3, Birim 4a) palinolojik yöntemlerle incelenmiştir. Geç Miyosen’de (700–1,073.5 m) kıyı vejetasyonu delta ortamıyla belirlenmiştir. Erken Pliyosen (Zaclean), Erken Pliyosen-Erken Pleyistosen’de de devam eden iki vejetasyon grubu ile karakterize edilmiştir (termofil ormanlar; tropikal, yarı-tropikal ve sıcak-ılıman ağaçlar ve stepler; Popescu, 2006). En çok gözlemlenen ağaç türleri; termofilik ağaçlar için *Taxodiaceae* (*Taxodium*’uda içeren), yaprağını döken-*Quercus*, *Betula*, *Alnus*, *Zelkova*; step ve herb’ler için *Artemisia*, *Amaranthaceae*-*chenopodiaceae*, *Asteraceae*-*Astroideae*, *Poaceae*, *Asteraceae*-*chichorioideae*’dir. Açık vejetasyon formasyonları bölgede buzul (glacial) dönemlerini gösterirken, termofil bitkiler buzularası (interglacial) dönemleri temsil etmektedir. Aynı vejetasyon değişimi Erken-Geç Pleyistosen’de de devam etmiştir (0-300 m). Polen kayıtlarında step-orman değişimleri 41 bin (ka) 100 bin (ka) yıllık döngüsellik göstermektedir.

Tropikal bitkilerden *Avicennia alba* (mangrove) karotda 412,53 m’de (1.8 Ma) tanımlanmıştır. Bu durum tropikal bitkilerin Karadeniz’de Akdeniz’den daha uzun bir zamandır varlığını sürdürdüğünü göstermektedir (Suc ve diğ., 1995). *Carya*, *Carpinus orientalis*, *Pterocarya*, *Liquidambar orientalis*, *Zelkova* gibi kalıntı bitkilerin halen bölgede varlığını devam ettirmesi Asya Muson iklimin etkisiyle açıklanabilir.

Anahtar Kelimeler: Palinoloji, Vejetasyon, İklim, Pliyosen, Karadeniz

ABSTRACT

A comparison of the presentday and past flora and vegetation of Anatolia shows some distinct characteristics (Zohary, 1973; Quézel and Médail, 2003). This region includes today a lot of relict Angiosperm (*Liquidambar orientalis*, *Parrotia persica*, *Pterocarya fraxinifolia*, *Zelkova crenata*, etc) and Gymnosperm (*Cedrus*) forest taxa coexisting with *Artemisia* steppes, that constituted the two successive types of Mediterranean vegetation during the climatic cycles of the last 2.6 million years.

Pollen analyses were carried out in the 1073.5 m long sedimentary sequence of the DSDP Drill Hole 380 A recovered from 2107 m water depth off the Bosphorous Strait's entrance in the Black Sea. Samples were prepared using Cour's classical method (Cour, 1974). Pollen analyses indicate important changes in vegetation and climate during Late Miocene-Early Pleistocene time interval.

The sedimentary sequence at DSDP 380 site in the Black Sea includes five stratigraphic units and fourteen sub-units identified by Ross (1978). These are named as Unit 1 to Unit 5 from top to bottom. Unit 1 consists of mainly terrigenous sediments (muds and silts). Unit 2 includes aragonite, sideritic and calcitic marl interbedded with muds. Unit 3 is composed of marl, including calcitic oozes and marls. Unit 4 includes calcitic, sideritic, aragonitic and dolomitic sediments interbedded with muds. Unit 5 consists of black shales.

The palynologically studied interval between 300 and 700 m includes Unit 2, 3 and 4a that were deposited during the Early Pliocene-Early Pleistocene. During the Late Miocene (700–1,073.5 m depth), coastal vegetation characterizes a deltaic environment. The Early Pliocene (Zanclean) indicates the competition between two vegetation groups in the region (thermophilic forests constituted by tropical, sub-tropical and warm-temperate trees, and steppes; Popescu, 2006) which continued during the Early Pliocene – Early Pleistocene interval. The most relevant tree taxa are Taxodiaceae (including *Taxodium*-type), deciduous *Quercus*, *Betula*, *Alnus*, *Zelkova* for thermophilic plants and *Artemisia*, *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*, *Asteraceae-Asteroidae*, *Poaceae*, *Asteraceae-Chichorioideae* for steppes and herbs. Open vegetation plants represent cold-dry climate (glacial) and thermophilic plants representing warm-humid (interglacial) climate in the region. The same vegetation pattern continued from Early to Late Pleistocene (0–300 m depth). Steppe-like vs. forest-like alternations in the pollen record clearly document the successive 41 ka to 100 ka glacial-interglacial cycles.

Avicennia alba, a mangrove shrub (tropical) was sparingly recorded up to 412.53 m depth, i.e. up to 1.8 Ma. This situation supports that thermophilic plants persisted in the Black Sea region longer than in the Western Mediterranean region (Suc et al., 1995). Relict plants such as *Carya*, *Carpinus orientalis*, *Pterocarya*, *Liquidambar orientalis*, *Zelkova* have been continuously recorded. This can be explained by the effect of the Asian Monsoon in the region.

Key words: Palynology, Vegetation, Climate, Pliocene, Black Sea

Değerlenen belgeler

Quézel P., Médail F. 2003. *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier, Paris, 8–570.

Ross, D.A., 1978. *Black Sea stratigraphy. Initial Report of the Deep Sea Drilling Project*, 42, 2, U.S. Gov. Print. Off.: 17-26.

Suc J.-P. et al., 1995. *Structure of West Mediterranean vegetation and climate since 5.3 ma*. *Acta zool. Cracov.*, 38 (1) : 3-16, Krakow, 31 May 1995.

Zohary., 1973. *Geobotanical foundations of the Middle East*. Fischer éd., Stuttgart, 2 vol., 739 p.

Güncel Biyolojik Faktörlerin Mersin Körfezi (G Türkiye) Kıyı Morfolojisine Etkileri

Effects of Recent Biological Factors on Mersin Bay (S Turkey) coastal morphology

Murat GÜL^{1,*}, Ahmet ÖZBEK², Fahri KARAYAKAR³, Mehmet Ali KURT⁴

¹ Muğla Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kötekli, 48000, Muğla (muratgul@mu.edu.tr, muratgul.geol@gmail.com)

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avşar, 46100, Kahramanmaraş

³ Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yenişehir Kampüsü, 33169, Mersin

⁴ Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy, 33324, Mersin

ÖZ

Mersin Körfezi kıyıları (Doğu Akdeniz) hem insan hem de çeşitli sığ denizel organizma faaliyetlerinin yoğun olarak gözlemlendiği bir alandır. MÖ I. bin yıl başlarında inşa edilen antik Soli-Pompeiopolis kenti limanı (Yağcı, 2007) birlikte kıyı morfolojisine ilk insan müdahalesi başlamıştır. 1954 yılında Mersin Limanının inşasına başlamasıyla bu müdahaleler önemli boyutlara ulaşmıştır. Günümüzde yapıyı devam eden park ve sahil yolu dolguları, dalgakıran, marina, akarsu setlerinin uzanımı ve benzeri insan yapımı kıyı inşaatları, güncel kıyı morfolojisini önemli ölçüde değiştirmektedir. Bu yapılar deniz dalgalarının yönünü ve şiddetini etkilemekte, ayrıca kıyıya paralel akıntıların yönünü değiştirmektedirler. Bu engellemeler kıyı bölgelerinde erozyona neden olabildiği gibi yeni sediman yığıma alanlarının gelişimine de neden olabilmektedir.

Yukarıda bahsedilen insan faktörüne ek olarak, çeşitli sığ denizel organizma faaliyetleri Mersin Körfezi kıyılarındaki yaygınca Miyosen ve daha az oranda Jura-Kretase kireçtaşı anroşmanlarını ve Pliyo-Kuvaterner çakıltaşlarını etkilemektedir. Bu faaliyetlerin en önemlileri; *Brachidontes pharaonis* (Fischer P. 1870) midyeleri tarafından meydana getirilen vazo şekilli oyuklar (gastrochaenolites; maksimum 44 mm derinlikte), Phoronida solucanları tarafından oluşturulmuş, ince-uzun tüp şekilli oyuklar (endolithes; 35 mm derinlikte, 1,5 mm çapta) ve diğerleri kadar belirgin olmayan *Patella* sp. gastropodları tarafından meydana getirilen kazıma izleridir. Bu organik faaliyetler kıyı önünde bulunan gevşek çakıltaşlarının orta-kaba kum boyu bağlayıcı malzemesinin içine nüfuz ederek, bunların tamamen parçalara ayrılmasına neden olmuşlardır. Parçalanma sonunda kum boyu sedimanlar kıyıya ve açık denize doğru taşınabilirken, çakıllar kıyıya taşınarak çakıllı sahilleri oluşturmuştur. Aynı organizmalar kireçtaşı anroşmanları üzerinde yaklaşık 3 cm'lik bir organik örtü ve 4,5 cm kalınlığında bir bozunma zonu meydana getirmektedir. Biyolojik bozunma kireçtaşı anroşmanları yüzeyinde aşınmaya neden olmakta, bu da kayalarda dayanımı azaltmaktadır. Ancak organizmaların tüm kayacı güçlü bir hasır gibi kaplaması halinde, kayacı dalga ve sonraki organik etkilerden korumaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mersin, Güncel Kıyı Morfolojisi, Biyoerozyon, Anroşman

ABSTRACT

The Mersin Bay coasts (Eastern Mediterranean) is the area where the both densely human and several shallow marine organisms activities are observed. The first human intervention to the coastal morphology started with the building of the ancient Soli-Pompeiopolis city port at the beginning of the BC I. thousand year (Yağcı, 2007). Those interventions reached to significant amount after the starting construction of Mersin Port in 1954. Park and coastal road fillings, breakwater, marina, extension of river embankments and similar man made coastal structure, whose constructions are recently continuing, are significantly changing the coastal morphology. Those structures are affecting the direction and intensity of sea waves and changing the direction of longshore currents. These barriers cause both erosion and new sediment accumulation areas in coastal region.

In addition to the human factors that mentioned above, several shallow marine organism activities are affecting the abundantly Miocene and lesser Jurassic-Cretaceous limestone armourplates and Plio-Quaternary conglomerates of the Mersin Bay coasts. The most important activities of them are; vase shaped holes (gastrochaenolites; maximum 44 mm depth) formed by *Brachidontes pharaonis* (Fischer P. 1870) mussels, long, thin tubular sahppe holes (endolithes; 35 mm depth, 1.5 mm diameter) formed by *Phoronida* worms and scrape trace, which is not significant like the others, formed by *Patella* sp. gastropodas. These organic activities have diffused inside the medium to coarse-grained sand size binding materials of the loose conglomerates, locally found in the foreshore, and cause the total disintegrations of them. As a result of this fragmentations, sand size sediments are transported to open sea and coastal area, while gravels are then transported to the shore and form gravelly beach. The same organisms have formed roughly 3 cm thick organic cover and 4.5 cm thick weathered zone in the limestone armourplates. Biologic degradation cause surficial erosion of the armourstone and decrease the rock stability. However if the organism cover the whole rock as a strong mat that act to protect the rock surfaces from the further wave and organic effects.

Keywords: Mersin, Recent Coastal Morphology, Bioerosion, Armourstone

Değınilen Belgeler

Yağcı, R., 2007. Soli-Pompeiopolis Antik Liman Kenti Kazıları Resmi Sitesi: <http://soli-pompeiopolis.com>, (erişim tarihi: 27.11.2007).

Marmara Denizi: Ostrakod faunasına göre, Orta-Geç Miyosen'den günümüze, Tetis-Paratetis ilişki ve bağlantılarının izlendiği alan

Sea of Marmara: An area for observing Tethys-Paratethys relations and connections from the mid-late Miocene to Recent based on the ostracod fauna

Cemal TUNOĞLU, İbrahim Kadri ERTEKİN

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, Ankara, (tunay@hacettepe.edu.tr)

ÖZ

Tetis Okyanusu'nun parçalanması ve kuzeyde Paratetis'in/Karadeniz'in ve güneyde günümüz Akdenizi'nin ayrı bir biyoprovens olarak ortaya çıkışı Orta Miyosen'nin geç evrelerine rastlar. Ancak, bu dönemden günümüze kadar geçen 12 Milyon yıllık süreç içerisinde, bu iki biyoprovens arasında ve genellikle östatik deniz seviyesi değişimlerine ve Anadolu'nun ve çevresinin yükselmesine bağlı, kısa süreli ve dönemsel bağlantılar hep var olmuştur. Bu ilişkiler, bu çalışmada özellikle Ostrakod faunasının incelenmesi ile ortaya konulmuştur. Ayrıca, foraminiferler ve mollusklar gibi bentik fauna grupları da bu iki biyoprovens arasındaki etki alanları ve bunların sınırlarının belirlenmesinde katkı sağlamaktadır.

Günümüzden geriye giderek, 12 Milyon yıl öncesinden günümüze kadar Kuzeybatı Anadolu Bölgesi'nde Tetis-Paratetis veya Akdeniz/Karadeniz ilişkisi sekiz farklı dönemde incelenebilir.

1. Günümüz Karadeniz/Akdeniz bentik-biyolojik yayılım sınırı İstanbul Boğazı'nın kuzeyinden Anadolu'nun Çatalca ve Kocaeli Yarımadaı kıyıları boyunca doğu ve batıya doğru incelen bir mantar şapkası şeklinde yayılım göstermektedir (Tunoğlu 2002c). Marmara Denizi'nin bugünkü ekolojik ve ortamsal özellikleri ve ostrakod faunası büyük oranda Akdeniz biyoprovensi özelliklerini yansıtmaktadır (Tunoğlu, , 1996a, b; 1999). **2. Holosen** dönemi boyunca İstanbul Boğazının açılması paralelinde, Marmara Denizi ve çevresinde her iki biyoprovensi temsil eden karışık bir ostrakod topluluğu izlenmektedir (Kerey vd., 2004 a, b; Meriç vd., 1998, 2000). **3. Geç Pleistosen** döneminde Marmara Denizi ve çevresindeki bazı alanlarda Karadeniz'in etkisi görülmektedir (Schneider vd., 2005). **4. Erken-Orta Pleistosen** döneminde söz konusu biyoprovens sınırı Gelibolu Yarımadaı bölgesinden geçmekteydi. Bu dönemde tüm Marmara Denizi ve çevresinde Karadeniz faunası baskın durumdaydı. Bu durum ostrakod faunasının yanı sıra foraminifera ve Bivalvia faunasının incelenmesi ile de ortaya konulmuştur (Taner, 1983; Meriç vd., 2000; Tunoğlu, 2007). **5. Pliyosen** dönemi tüm Karadeniz kıyısı ve Trakya'da ve özellikle Sinop Yarımadaı çevresinde fosilsiz karasal, yarı-karasal ve az oranda denizel birimlerle ve taraçalarla karakteristiktir (Tunoğlu 1984, Tunoğlu vd, 1998). **6. Geç Miyosen (Ponsiyen/Messiniyen)** döneminde tüm Karadeniz kıyıları Trabzon, Sinop, İğneada ve Gelibolu Yarımadaı dahil Marmara Denizi'nin büyük bir kısmı Paratetis'in etki alanındaydı (Tunoğlu, 1984, Tunoğlu & Gökçen, 1991, 1997; Tunoğlu, 2001a, b; 2002a, b, 2003). **7. Ponsiyen öncesinde (Meosiyen/Geç Pannoniyen)**, Tetis/Akdeniz biyoprovensinin etki alanı kısa bir dönem bugünkü etki alanından daha geniş olarak izlenmekteydi ve tüm Marmara Denizi dahil Sinop Yarımadaı'na kadar uzanmaktaydı (Tunoğlu, 1984; Tunoğlu & Gökçen, 1985, 1991, 1997; Tunoğlu vd., 1998; Tunoğlu 2001a, b; 2002a, b; 2003; Çağatay vd., 2006). **8. Pannoniyen** döneminde ise Paratetis'in etki alanı Gelibolu Yarımadaı'na olduğu kadar Marmara Denizi vasıtası ile Batı Anadolu'nun iç kesimlerine kadar uzanmaktaydı, Tetis/Akdeniz etkisi ise bu kesimlerde ya izlenmemekte idi ya da son derece azdı (Tunoğlu & Ünal, 2001a, b; Atay & Tunoğlu, 2002, 2005; Gökçen 1979).

Anahtar Kelimeler: Ostracoda, Anatolia, Tethys-Paratethys, Miocene-Recent

ABSTRACT

With the closure of the Tethys different bioprovinces of Paratethys to the north and Mediterranean to the south came into existence at the end of Middle Miocene. Both the bioprovinces have been connected and influenced each other for short periods since 12 Million years ago as result of eustatic sealevel changes and tectonics of Anatolia. Ostracoda assemblages, as is used in this study, are very useful tool for studying the relationships between the two bioprovinces. But Benthic foraminifera, Mollusca groups also has provided very important and useful data for delineating the biodiversity boundaries and showing the influences of the two bioprovince.

Tethys-Paratethys or Mediterranean/ Black Sea relation can be examined in eight main different periods for the last 12 Millon years in the northwest Anatolia.

1. Recent ecological conditions and the biologic spreading of the ostracoda fauna of the Sea of Marmara are great proportion influenced by the Mediterranean Sea and this situation has been the case since Late Quaternary-Holocene with the opening of İstanbul Strait (Bosphorus). Today, benthic biologic spreading boundary can be drawn like a mushroom from exit of İstanbul Strait to the Black Sea and both side (east and west) shorelines of Black Sea Coasts (Tunoğlu, 1996a,b, 1999, 2002c). **2. Holocene** epoch has been observed in the Sea of Marmara and around it as a mixed ostracoda assemblage of Mediterranean and Black Seas. (Kerey et al., 2004 a, b; Meriç et al., 1998, 2000). **3. Black Sea or Paratethys** influence has been observed in some localities of the Sea of Marmara and its surroundings during the **Late Pleistocene** epoch (Schneider et al., 2005). **4. At the Early-Middle Pleistocene** epoch, the border between these two bioprovinces was located around the Gelibolu Peninsula and Çanakkale. All of the Sea of Marmara and the surrounding areas was influenced of Black Sea. This is indicated by ostracoda, foraminifera and bivalvia (Taner, 1983; Meriç. et al., 2000; Tunoğlu, 2007.). **5. Pliocene** is characterized with continental, epicontinental and little marine facieses and environments throughout the Black Sea coast of Anatolia and Thrace and especially around of Sinop Peninsula (Tunoğlu, 1984; Tunoğlu vd, 1998). **6. In the Late Miocene**, particularly **Pontian/Messinian**, the entire Black Sea coast from Trabzon to Sinop, İğneada regions and Sea of Marmara and surrounding were under the influence of Paratethys (Tunoğlu, 1984, Tunoğlu & Gökçen, 1991, 1997; Tunoğlu, 2001a, b; 2002a, b, 2003). **7. In the Meotian/Late Pannoniyen** stage, Tethys' influence was much more pronounced than today, and Meotian successions can be seen until Sinop Peninsula in the east for a brief period (Tunoğlu, 1984; Tunoğlu & Gökçen, 1985, 1991, 1997; Tunoğlu et al., 1998; Tunoğlu 2001a, b; 2002a, b; 2003; Çağatay et al., 2006). **8. In the Pannoniyen** stage, once again, the influence of Paratethys was expanded to Gelibolu Peninsula as well as to some inner part of western Anatolia, with no or very little influence of the Tethys on these regions (Tunoğlu & Ünal, 2001a, b; Atay & Tunoğlu, 2002, 2005; Gökçen, 1979).

Keywords: Ostracoda, Anatolia, Tethys-Paratethys, Miocene-Recent

Değinilen Belgeler

- Atay, G. & Tunoğlu, C., 2002, Kilitbahir sondaj örneklerinin (Eceabat/Çanakkale) Ostrakod faunası ve biyoprovensi, *Yerbilimleri*, 26, 119-130.
- Atay, G. & Tunoğlu, C., 2005, Kilitbahir (Eceabat/Çanakkale) Sondaj Örneklerinin ostrakod faunasına bağlı Kronostratigrafisi ve Paleortamsal Yorumu, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 47, 2, 5-23.
- Çağatay M.N., Görür N., Flecker R., Sakıncı, M., Tunoğlu C., Ellam R., Krijgsman W., Vincent S., and Dikbaş A., 2006. *Paratethyan-Mediterranean connectivity in the Sea of Marmara region (NW Turkey) during the Messinian*, *Sedimentary Geology*, 188-189, 15 June 2006, 171-187.
- Kerey, E., Meriç, E., Tunoğlu, C., Kelling, G., Brenner, L.R., Doğan, A.U., 2004a, *Black Sea-Marmara Sea Quaternary Connections: New data from the Bosphorus, İstanbul, Turkey*, *Palaeoecology, Palaeoclimatology, Palaeogeography*, 204, 3-4, 277-295.
- Kerey, E., Meriç, E., Nazik, A., Tunoğlu, C., Avşar, N., Kapan-Yeşilyurt, S., Akgün, F., Uludağ, M., Agasi, N., Tıraş, M., Çil, E., Akkiraz, S., 2004b, *İzmit Körfezi'nin Doğusu, Adapazarı, Sakarya Deltası ve çevreleri Geç Kuaterner (Holosen) çökellerinin özellikleri*, *Yerbilimleri*, 29, 55-76.

- Meriç, E., Kerey, E., Avcı, N., Tunoğlu, C., Taner, G., Kapan-Yeşilyurt, S., Ünsal, I., Rosso, A. 1998, İstanbul Boğazı Yolu ile Marmara Denizi Karadeniz bağlantısı hakkında yeni bulgular, Sualtı Bilim ve teknoloji Toplantısı (derleyenler: Aktaş, Ş., Kömürcü, G.I., Gürkan, L., Toklu, A.S.), Bildiriler Kitabı, s. 82-98, İstanbul
- Meriç, E., Kerey, E., Avcı, N., Tunoğlu, C., Taner, G., Kapan-Yeşilyurt, S., Ünsal, I., Rosso, A. 2000, New Findings On The Late Quaternary (Holocene) Marmara Sea-Black Sea Connection Via The Bosphorus Sea Way, *Geological Bulletin of Turkey*, 43,1, 73-118, (Turkish).
- Schneider, S., Witt, W., Yiğitbaş, E., 2005. Ostracods and bivalves from an Upper Pleistocene (Tyrrhenian) marine terrace near Altınova (İzmit Province, Turkey), *Zittelina*, A45, 87-114.
- Taner, G., 1983. Hamzaköy formasyonunun Çavda (Bakuniyen) Bivalvleri, Gelibolu Yarımadası. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bült.*, 26(1), 59-64.
- Tunoğlu, C., 1984, "İncipınarı-Kurtkuyusu (Sinop Batısı) yöresi Neojen'inin Ostrakod Biyostratigrafisi", H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Mühendislik Tezi, 174s.
- Tunoğlu, C., 1996a, General Distribution of *Pterygocythereis Jonesii* (Baird, 1850) and *Pterygocythereis ceratoptera* (Bosquet, 1852) (Ostracoda) in the Sea of Marmara, NW Turkey., *Turkish Journal of Marine Sciences*, 2/2, 107-115.
- Tunoğlu, C., 1996b, Larger Ostracoda in the Sea of Marmara: General Distribution of *Bosquetina dentata* (G.W. Müller, 1894), NW Turkey., *Turkish Journal of Marine Sciences*, 2/2, 115-123.
- Tunoğlu, C., 1999, Recent Ostracoda Associations in the Sea of Marmara, NW Turkey, *Yerbilimleri*, 21, p. 63-89.
- Tunoğlu, C., 2001a. Ponsiyen yaşlı yeni Tyrrhenocythere türleri, Doğu Karadeniz Bölgesi, *Türkiye, Yerbilimleri*, 23, 129-143.
- Tunoğlu, C., 2001b, Pontian aged *Loxococoncha* (Ostracoda) species from Eastern Black Sea Region of Turkey, *Yerbilimleri*, 24, 127-142. Tunoğlu, C.,
- 2002a, A new Pontian genus and subgenus discovery of *Candonidae* (Ostracoda) from the Eastern Black Sea Region of Turkey, *Geological Bulletin of Turkey*, 45, 1, 99-109.
- Tunoğlu, C., 2002b, Pontian *Leptocytheridae* and *Cytheridae* (Ostracoda) species from the eastern Black Sea Region of Turkey, *Geologica Carpathica*, 53, 5, 333-346.
- Tunoğlu, C., 2002c, Karadeniz'in İstanbul Boğazı çıkışı ile Zonguldak ve Amasra kıyı alanlarında Güncel ostrakod topluluğu, *Yerbilimleri*, 26, 27-44.
- Tunoğlu, C., 2003, Systematics and biostratigraphy of the Pontian *Candonidae* (Ostracoda) from the Eastern Black Sea Region, Northern Turkey, *Geologica Carpathica*, 54, 1, 21-40.
- Tunoğlu, C., 2007, Early-Middle Pleistocene Tethys and Paratethys Relation in the Gelibolu Peninsula, NW Turkey, Sixth International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, April 2-5, 2007, Amman-Jordan, Abstract Volume, p. 114.
- Tunoğlu, C., & Gökçen, N., 1985, *İncipınarı-Kurtkuyusu* (Sinop Batısı) Üst Miyosen İstifinin Yeni Ostrakoda Faunası, *Yerbilimleri*, H.Ü. YUVAM Yayın Organı, 12, 19-39.
- Tunoğlu, C. & Gökçen, N., 1991, *İncipınarı-Kurtkuyusu* (Sinop Batısı) yöresi Üst Miyosen istifinin ostrakod biyostratigrafisi, *T.J.B.*, 34/1, 37-43. Tunoğlu, C. & Gökçen N., 1997, Pontian Ostracodes of the Sinop Area, Black Sea Coast of Turkey, *Revue De Micropaléontologie*, 40, 4, 347-366.
- Tunoğlu, C., Ünal, A., 2001a, Biostratigraphy and Chronostratigraphy of Pannonian-Pontian Sequence of Gelibolu Peninsula, NW Turkey, *Geological Bulletin of Turkey*, 44, 1, 15-25.
- Tunoğlu, C., Ünal, A., 2001b. Pannoniyen-Ponsiyen ostracoda fauna of Gelibolu Neogene Basin (NW Turkey), *Yerbilimleri*, 23, 167-187. Tunoğlu, C., Ünal, A., Bilen, C., 1998. Doğu Karadeniz Kıyısı Boyunca Tetis-Paratetis geçişi ve etki alanlarının araştırılması", TÜBİTAK projesi, YDABÇAG-133, 148 p.

Trabzon-Akçaabat arası güncel deniz çökellerinin jeokimyasal özellikleri

Geochemical Characteristics of Recent Marine Sediments of the Trabzon-Akçaabat Bay Area

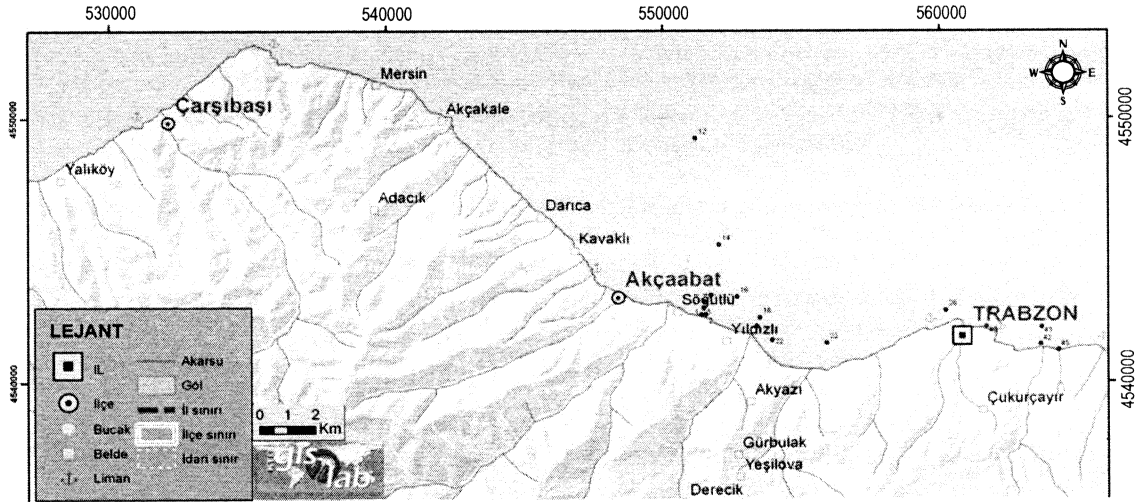
Cüneyt ŞEN, Tülay BAK

KTÜ MF Jeoloji Mühendisliği Bölümü
cсен@ktu.edu.tr

ÖZ

Doğu Pontid Eosen volkanizması kıyı hattı boyunca, Harşit (Tirebolu) nehrinden Arsin'e (Trabzon) kadar uzanır. Bu çalışmada söz konusu volkanik hattın kuzeyinde yer alan Trabzon-Akçaabat arasındaki kıyı yakını güncel tortullarının jeokimyasal özellikleri çalışılmıştır. Tortulların jeokimyasal özellikleriyle beslenme alanlarındaki kayaların jeokimyasal özellikleri arasında ilişki kurulması amaçlanmıştır.

Trabzon-Akçaabat arasında yer alan ve körfez morfolojisine benzeyen çalışma alanının kuzeyindeki deniz altı adaları, Doğu Karadeniz'de KB-GD yönlü ana akıntı yönüne bariyer oluşturmakta ve körfeze bu akıntılarla taşınacak askıntı malzeme çökmesine büyük ölçüde mani olmaktadır. Körfez, batıdaki Fener Burnu ile doğuda Trabzon çıkıntısı arasındaki yaklaşık 20 küçük dere ile beslenmektedir. Bu derelerin birkaç tanesi hariç diğerlerinin beslenme alanı sadece Eosen volkanik kayalarının oluşturduğu alanlardır.



Şekil 1. Çalışma alanı, Trabzon-Akçaabat arası ve tortul örneklerin alındığı yerler.

Tortul örnekleri KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi'ne ait DENAR-I araştırma gemisi ile Nisan-Mayıs 2004 tarihleri arasında Orange Peel Bucket kullanılarak alınmıştır. Örneklerin kurutulup elenmesinin ardından -100 mesh boyutundaki malzeme ICP-MS yöntemiyle analiz ettirilmiştir. Analizi yapılan deniz çökellerinin, % 0.41 ile 0.54 arasında Mg numarasına, 350 ± 30 ppm Sr, 55 ± 5 ppm Rb, 75 ± 20 ppm Zr, 20 ± 3 ppm Y ve, 320 ± 35 ppm Ba içerdikleri saptanmıştır. (La/Lu)_{CHON} oranları ise 8 ila 12 arasındadır. Bu değerleriyle beslenme alanındaki kayalarla büyük ölçüde benzerlik gösterdikleri tespit edilmiştir. Ancak, ayrışma, taşınma ve depolanma işlemleri sırasında kimyasal bileşimde farklılıkların olduğu da saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: jeokimya, deniz tortulları

ABSTRACT

Eastern Pontid Eocene volcanic rocks extend along the shores of Black Sea from east bank of Harşit (Tirebolu) River through west of Arsin village (Trabzon). The aim of this study is that to investigate geochemical characteristics of recent sea sediments of Trabzon Bay area.

Sea mount barriers at the north of the bay prevent NW-SE directed currents, therefore, minimal colloid carried by the currents to the bay area. The bay feeds by the twenty small creeks which mostly are cut by only the Eocene aged volcanic formation.

Samples are collected by DENAR-I that is sea vehicle of KTÜ Faculty of Marine Science through April-May 2004 using orange peel bucket. Samples were analyzed by ICP-MS after the dried and sieved under 100 mesh.

Mg-numbers of studied samples range 41 to 54. Their average trace element concentrations are 350 ± 30 ppm Sr, 55 ± 5 ppm Rb, 75 ± 20 ppm Zr, 20 ± 3 ppm Y, 320 ± 35 ppm Ba. Their $(La/Lu)_{CHON}$ ratios are 8-10. All these values show similarity respect to the provenance area. But, during the weathering, transporting and deposition some elements are differentiated.

Keywords: *geochemistry, marine sediments*

Trabzon-Fener Burnu ile Of Arası Deniz Tortularının Ağır Metal İçerikleri

Heavy Metal Contents of Marine Sediments of the Shoreline Between From The Fener Cape (Trabzon) to The Of Village

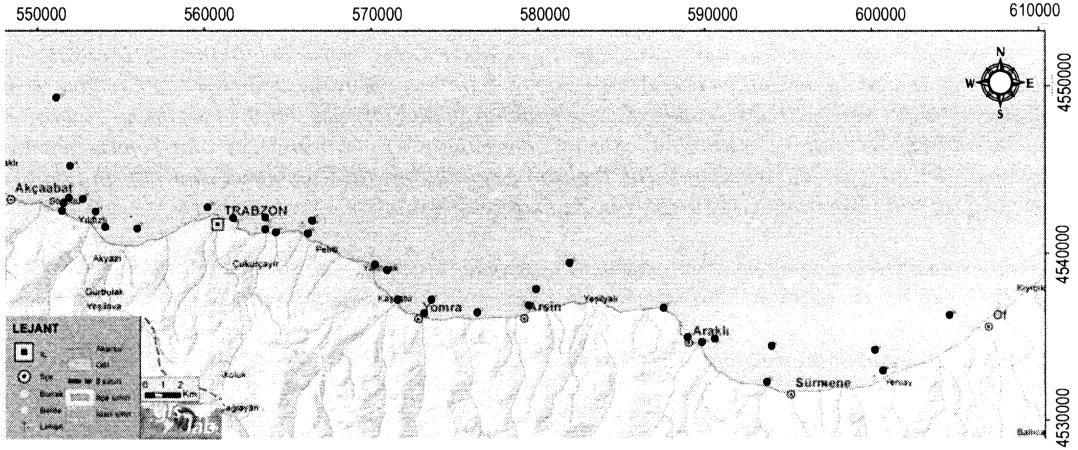
Tülay BAK, Cüneyt ŞEN

KTÜ MF Jeoloji Mühendisliği Bölümü
tulaybak@ktu.edu.tr

ÖZ

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yerleşim genellikle kıyı bölgelerde yoğunlaşmıştır. Samsun-Hopa kıyı hattı boyunca 5 il ve onlarca belde belediyesi mevcuttur. Karadeniz'deki geleneksel deniz kenarında yerleşim merkezi kurma özelliği itibarıyla bu illere bağlı belediyelerin çoğu sahillerdedir. Tüm bu belediyeler birkaç istisna haricinde yıllar boyunca denizi atık deposu olarak kullanmıştır. Çalışma alanımızda Trabzon Akçaabat-Of arasında da evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar herhangi bir arıtma olmaksızın denize bırakılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Trabzon Belediyesi'nin yaptırmış olduğu deşarj hatlarının denizdeki kolektörleri civarında ve kıyı boyunca toplanan örneklerden deniz tortularının ağır metallerce ne kadar kirletildiğini saptamaktır.



Şekil. 1. Çalışma alanı, Trabzon-Of arası kıyısız bölge ve örneklerin alındığı yerler.

Trabzon-Of arası çalışma alanında ve 4,5-127 metreler arasında değişen su derinliklerinde deniz tabanının yaklaşık üst ilk 25cm'sinden "orange peel bucket" örnekleyicisi ile tortu örnekleri alınmıştır. Tortuların kil boyutundaki kısmından örnekler analize hazırlanmış ve Cd, Co, Pb, Cu, Ni, Zn, Cr, Hg, Mn, Fe, V, P, Ag'nin de içinde olduğu 37 elementin analizi yapılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonunda kirlilik faktörü (cf) hesaplanmış eşik değerler üzerindeki değerler kirlilik anomalisi olarak tespit edilmiştir. Buna göre; Çamburnu ve Of istasyonlarında Cd için; Söğütlü deresi önünde Co için; Yeniyay istasyonunda Pb için; Çamburnu ve Of istasyonlarında Cu için; Yomra Deresinin

açığı, Çamburnu ve Of istasyonlarında Zn için; Fatih Eğitim Fakültesi açığı, Gazipaşa-Ganita arası ve Değirmendere ağzı istasyonlarında Hg için; Fatih Eğitim Fakültesi önü, Akyazı, Değirmendere ağzı, Yomra Deresi ağzı ve Karadere ağzında Mn için; Yeniay istasyonunda Fe için; Yıldızlı'da V için; Beşirli Açıkları, Gazipaşa-Ganita arası ve Yomra Deresinin açığında P için; Değirmendere, Çamburnu ve Of istasyonlarında Ag için düşük dereceli kirlilik ($1,5 < cf < 6$) saptanmıştır. Yine Yeniay istasyonunda ise Cd, Cu, Zn, Ag için yüksek derecede kirlilik ($cf > 6$) saptanmıştır.

Kirliliğin görüldüğü yerler genellikle yerleşim ve nüfus yoğunluğunun fazla olduğu ve evsel atıkların denize deşarj olduğu (Akçaabat, Söğütlü Fatih Eğitim Fakültesi önü, Beşirli açıkları, Gazipaşa-Ganita arası) bölgeler ile sanayi atıklarının ve maden işletmeleri atıklarının denize deşarj olduğu (Değirmendere, Yomra, Sürmene-Yeniay, Çamburnu, Karadere, Of Deresi) yerlerdir.

Anahtar Kelimeler: ağır metal kirliliği, deniz tortulları

ABSTRACT

The population of the east Black Sea region is densely located on the seashore. Through Samsun to Hopa, there are 5 cities and tens of village municipalities, which discharge most of effluents to the Black Sea all year round. In the study area between Trabzon Akçaabat and Of, all household, industrial and agricultural wastes have been discharged to the sea without any treatment.

The main purpose of this study is to determine the extend of heavy metal pollution of the marine sediments around the discharge collectors installed by the Trabzon municipality and along the coasts.

In the study area, off the shoreline between Trabzon-Of and at 4.5 to 127 meters water depths sediment samples were collected from the upper 25 cm of seafloor using an orange peel bucket. Clay-size materials of the samples were prepared to be analyzed for 37 elements including Cd, Co, Pb, Ni, Zn, Cr, Hg, Mn, Fe, V, P and Ag..

From above the background values contamination factors (cf) were determined. According to these determinations, low to moderate degree of cf ($1.5 < cf < 6$) was determined for Cd (at Çamburnu and Of), Co (off the Söğütlü Creek), Pb (at Yeniay), Cu (at Çamburnu and Of), Zn (off the mouth the Yomra Creek, at Çamburnu and Of), Hg (at Trabzon City), Mn (off the mouths of Trabzon City and Yomra and Karadere Creeks), Fe (at Yeniay), V (at Yıldızlı, P (at Trabzon city) and Ag (at Çamburnu and Of). In addition, high degrees of cf ($cf > 6$) were detected for Cd, Cu, Zn and Ag at Yeniay.

Pollutions became serious in densely populated areas (such as off the coast of Trabzon city) and industrial and mining camp fields (such as Değirmendere and Sürmene-Yeniay locations).

Keywords: heavy metal pollution, marine sediments

Poster

Marmara Denizi'nde Orta Pleyistosen'den günümüze deniz seviyesi değişimleri ve Akdeniz ve Karadeniz ile su geçişleri

Middle Pleistocene to recent sealevel changes in the Sea of Marmara and water exchange with the Black and Mediterranean Seas

K.Kadir ERİS^a ve M.Namık ÇAĞATAY^a

^a*İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Genel Jeoloji Ana Bilim Dalı, Maslak, İstanbul.(keris@itu.edu.tr)*

ÖZ

Marmara Denizi'nde bu çalışma kapsamında karot çalışmalarıyla belirlenen en yaşlı çökeller Birim-L5 ile temsil olunup, bu birim Orta Pleyistosen sonunda Akdeniz Tirheniyen transgresyonu ile Marmara Denizi'nin gölsel bir ortamdan denizel bir ortama dönüşmesi sonucunda çökelmiştir. Beşinci deniz izotop dönemi (Marine Isotope Stage 5; MIS-5; G.Ö. 129-78 bin yılları arası) içerisinde çökelen bu birimde ara seviye halinde Dreissena'lı çökellerin varlığı, Orta Pleyistosen'de G.Ö. 112-85 bin yılları arasında Marmara Denizi'nin gölsel bir ortama dönüştüğünü göstermektedir. Birim-L5'in üst seviyelerinde tekrar denizel çökellerin gözlenmesi ise Orta Pleyistosen sonunda ortamın yeniden denizle dönüştüğünü göstermektedir. Marmara Denizi'nde deniz seviyesinin günümüz ile aynı veya daha yukarıda bulunduğu zamanlarda Karadeniz ile su geçişi sağlanmıştır. Geç Pleyistosen başlarında dünya deniz seviyesinde ani bir düşüşün yaşanması sonucunda Marmara Denizi'nin Akdeniz ile olan su geçişi kesilmiş ve denizel çökeltme ortamı yerini gölsel çökeltme ortamına bırakmıştır. Deniz izotop dönemlerinden MIS-4'ün ilk yarısında (G.Ö. 78-64 bin yılları arası) meydana gelen bu regresyon ile yaygın Dreissenalı kavkılar içeren Birim-L4'ün alt seviyeleri çökelmeye başlamıştır. Geç Pleyistosen başlarında MIS-4 döneminin ikinci yarısında (G.Ö. 64-59 bin yılları arası) dünya deniz seviyesinin ani yükselimi ile Akdeniz suları Marmara Denizi ve Karadeniz'e girmiştir.

Geç Pleyistosen ortalarında deniz izotop dönemlerinden MIS-4'den MIS-3'e geçişte (G.Ö. 59 bin yılından sonra), dünya deniz seviyesinde (Shackleton, 1989) yeniden ani bir düşüşün yaşanması sonucunda Marmara Denizi'nin Akdeniz ile olan su geçişi kesilmiş olmalıdır. Marmara Denizi'nin denizel ortamdan MIS-3 başında gölsel bir ortama dönüşmesiyle Birim-L3'e ait yaygın Dreissena kavkuları içeren çökeller oluşmuştur. MIS-3 döneminde (G.Ö. 59-25 bin yılları arası) dünya deniz seviyesi bu dönemin sonlarına doğru -90 m'lere düşerken, Marmara Denizi'nde su seviyesinin -100 m'lere kadar gerilemiştir. Geç Pleyistosen sonlarına doğru 'Geç Buzul Maksimum' döneminde (Late Glacial Maximum; LGM), Marmara Denizi'nde şelf kenarında yamaca doğru ilerleyen Birim-L2a'ya ait çökeller ile bulunmaktadır. Bu dönemde şelf kenarında -100 m'nin altında sedimantasyon devam ederken, şelf üzerinde -105 m'den daha derine vadi kazımları meydana gelmiştir. Marmara Denizi'nde bu çalışma kapsamında karotlarda yapılan kronolojik çalışmalara göre; MIS-2 döneminin ilk yarısında su seviyesinin gerilemesi ve regresif sedimantasyon G.Ö yaklaşık 15 bin yılına kadar devam etmiştir. İlk buzul erime dönemi ile başlayan su seviyesindeki yükselme sonucunda transgresif gölsel çökeller olan Birim-L2b birikmeye başlamıştır. Marmara Denizi'ndeki bu transgresyonun Karadeniz'in G.Ö. 15 bin yılında Marmara Denizi'ne akmasıyla gerçekleşmiş ve su seviyesi -85 m'ye yükselmiştir. Bu seviye Marmara Denizi'nde denizel şartların oluştuğu G.Ö yaklaşık 12 bin (¹⁴C) yılına kadar devam etmiştir. Marmara Denizi'nde Holosen başlangıcı İstanbul Boğazı girişinde kanal-bank kenarı çökeltiminin başlaması ile temsil edilmektedir. İstanbul Boğazı'ndan böyle bir akışın Karadeniz'den

G.Ö. 11.5-10.5 bin (^{14}C) yılları arasında gerçekleşmiş olduğu saptanmıştır. Holosen başlarında -85 m'lerde olan deniz seviyesinin 'Younger Dryas' dönemi (YD; G.Ö. 11.5-10.5 bin yılları) sonuna doğru yükselmeye başlayarak -63 m'ye ulaştığı, kuzey şelfte yer alan sismik profillerde bu derinlikte kıyı aşınma düzlüğü ve taraçaların varlığından anlaşılmaktadır. Marmara Denizi'nde Holosen ortalarına doğru deniz seviyesi artış hızında yavaşlamanın ve karadan çökel gelimi hızının artması sonucu İstanbul Boğazı girişi doğusunda delta çökelleri oluşmuştur. Sismik profillerden oluşturulan kalınlık haritası bu delta çökellerinin Kurbağalıdere'den kaynaklandığını göstermektedir. Özellikle İstanbul Boğazı girişinde yer alan MD-2750 karotunda yapılan yaş modellenmesine göre delta çökelleri G.Ö. 6.2-3.8 bin yılları arasında depolanmıştır.

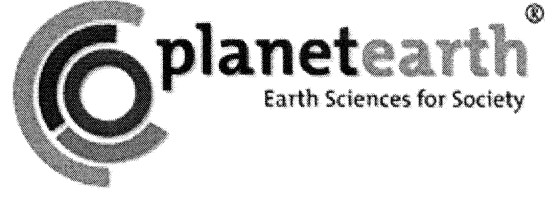
Anahtar Kelimeler: Marmara Denizi, deniz seviyesi, sismik stratigrafi

ABSTRACT

The oldest depositional unit sampled in cores in the Sea of Marmara (SoM) in this study is Unit-L5. As a result of the Tyrrhenian transgression (129 kyr BP), the SoM was converted from lacustrine to marine environment leading to the deposition of marine sediments of Unit-L5. Presence of a Dreissena-bearing layer intercalated within Unit-L5 shows that marine environment in the Marine Isotope Stage 5 (MIS-5) was briefly converted into a lacustrine environment between 112-85 kyr BP. During this stage, the Black Sea was also marine according the core stratigraphic studies of previous researches. As a result of sudden global sealevel decrease at the beginning of late Pleistocene (129 kyr BP), the water exchange between the SoM and Mediterranean was interrupted and the SoM was transformed into a lacustrine environment. Regression at the beginning of Marine Isotope Stage 4 (78 kyr BP) gave rise to the deposition of lacustrine sediments in the SoM with abundant Dreissena shells in the lower part of Unit L4. Global sealevel rise at the beginning of late Pleistocene (78 kyr BP) caused the incursion of Mediterranean waters into the SoM during the later half of MIS-4. Deposition of marine sediments in the Black Sea during this time shows that the water connection between the SoM and the Black Sea was established.

The sharp sealevel decrease during the transition from MIS-4 to MIS-3 in the middle of late Pleistocene halted the water exchange between the SoM and the Black Sea and soon after the SoM started depositing lacustrine sediments of Unit-L3 with abundant Dreissena shells. During MIS-3 (59-25 kyr BP), global sealevel (Shackleton, 1989) decreased to -90 m and the minimum depth of the Unit-S3b representing this time period in the seismic profiles shows that Marmara water level might have been around -100 m. Onset of Late Glacial Maximum (LGM) and MIS-2 in the SoM is accompanied by deposition of Unit-L2a showing progradation on the shelf edge in the seismic profiles. During the LGM, sedimentation continued at the shelf edge below -100 m depth and the valley incision took place over the shelf to depths of -105 m. With the onset of deglaciation at about 15 kyr BP, the water level rose in the SoM and the transgressive Unit-L2b started to accumulate. This transgression in the SoM was the result of the Black Sea outflow at 15 kyr BP. Increase in the water level during the time period from 15 kyr BP to beginning of the Holocene can be deduced by the formation of a wave-cut erosional surface (BS-1) at -85 m below the Holocene marine sediments. Marine conditions in the SoM was established in the beginning of the Holocene around 12 kyr BP, as also previously mentioned by many other researchers. Following this connection, the sealevel in the SoM started rising in tandem with the global sealevel. Onset of the Holocene is represented by deposition of levee sediments in the submarine channel of the İstanbul Strait on the shelf. The levee was formed by a Black Sea outflow during 11.5-10.5 kyr BP. According to the formation of terraces and wave-cut erosional surfaces in the seismic profiles along the northern shelf, the sealevel rose from -85 m at 12 kyr BP to -63 m at the end of the Younger Dryas (around 10 kyr BP). As a result of deceleration in the global sealevel rise, together with an increase in clastic input from the drainage area resulted in deposition of deltaic sediments close to the entrance to the İstanbul Strait. Isopach map of the deltaic sediment unit and the dip direction of the foreset beds shows that the delta was sourced from the Kurbağalıdere. According to core stratigraphy the deltaic deposition took place between 6.2-3.8 kyr BP.

Keywords: Sea of Marmara, sealevel changes, seismic stratigraphy



KÜLTÜREL JEOLJİ OTURUMU

CULTURAL GEOLOGY SESSION

Oturum Yürütücüsü / Convener

Nizamettin KAZANCI

**Bir Gelişmişlik Göstergesi Olarak Koruma Alanları
ve
Jeolojik Miras Ulusal Envanteri Protokolü'nün Önemi Üzerine Görüşler**

*The Areas Under Protection as a Development Indicator
and
Views on the Significance of the Protocol of National Geologic Heritage*

**M.GÜRLER¹, Y.Z.COŞAR², M.K.YALINKILIÇ³, E.TİMUR², F.OCAKOĞLU⁴, G.GÜRLER²,
U.K.TEKİN⁵, E.KURU³, S.ARDA³, N.S.ÖZTAN², E.ÖNDOĞAN¹**

¹Doğa ve Çevre Derneği, muthugurler@hotmail.com, Ankara

²MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

³Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara

⁴Osmangazi Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

⁵Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara

ÖZ

“Koruma altındaki alanların ülke yüzölçümüne oranı”, günümüzde, ülkelerarası gelişmişlik göstergesi olarak kullanılmaktadır. Ülkemize bakıldığında, mevcut Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü verilerine göre yapılan değerlendirmeler, koruma altındaki ülke topraklarının toplam yüzölçümüne oranının, yaklaşık olarak % 6 düzeyinde olduğunu göstermektedir. Gelişmiş ülkelerde ise bu oran %10-%15 seviyelerindedir. 1980’li yıllarda Avrupa eksenli olarak başlayan “Jeolojik Miras” ve “Jeopark” çalışmalarının, “jeoturizm” başlığı altında tariflenen ve gittikçe yaygınlaşan bir alternatif turizm etkinliğinin de tetikleyicisi olduğu görülmektedir. *Global Geoparks Network* ve *European Geoparks* başlıkları ile uluslararası planda örgütlenmiş jeolojik koruma çalışmaları, son yıllarda kurumsallaşma ve bilgi/iletişim altyapısı anlamında oldukça önemli mesafeler kaydetmiş bulunmaktadır.

Ülkemizin jeolojik tarihçesinin doğal bir sonucu olarak sahip olduğumuz yerbilimsel zenginliklerin, bu açıdan değerlendirilmesi durumunda; korunan alan yüzdesinin, orta vadeli bir planlamayla, en azından iki katına yükseltilebileceği tahmin edilmektedir. Bu sayede, koruma – kullanma dengesi gözetilerek, ülkemiz turizmine alternatif bir gelir kaynağı yaratılabilecek ve Jeoloji Mühendisliği alanındaki yaygın işsizlik sorununun çözümüne belirli oranda da olsa, katkı yapılacaktır. Bu öngörü çerçevesinde MTA Genel Müdürlüğü, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü ile Doğa ve Çevre Derneği arasında “**Jeolojik Miras Ulusal Envanteri Protokolü**” imzalanmış bulunmaktadır.

Bu sunumda, öncelikle *Jeolojik Miras Ulusal Envanteri*’ne ilişkin üçlü protokol kapsamındaki çalışmaların seyri ile dünya ölçeğindeki benzer çalışmaların kapsamı, ulusal örneklerle karşılaştırmalı olarak tartışılacaktır. Buna paralel olarak, meslek topluluğunda bütünlüklü bir jeolojik miras kavrayışının yaygınlaşmasına gidecek yolun köşe taşları, başlangıçtan günümüze, tarihsel kesit içerisinde ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Jeolojik Miras Ulusal Envanteri, Küresel İklim Değişikliği, Küresel Jeopark Ağı, Jeopark, Avrupa Jeoparkları

ABSTRACT

“The ratio of the areas under protection to the total country area” is nowadays used as an indicator to rate the development countries. According to the data obtained from the General Directorate of Nature Protection and National Parks, this indicator is approximately 1.5% for our country. This rate varies between 10 % and 15 % in the developed countries. The works on “Geologic heritage” and “Geopark” in Europe in 1980s initiated the concept of “geotourism” as an alternative tourism activity. The “geologic protection” works organized under the topics of Global Geoparks Network and European Geoparks in international level seem significantly progressed on the subjects of institutionalization and infrastructuralization of knowledge-communication in the last years.

As a result of complex geologic history of our country, we have a considerable amount of geological richness. If this opportunity is used for tourism, the areas under protection can be increased at least two times by an intermediate term plan. By carefully considering the balance between the protection and benefit, this can also contribute in some degree to the prosperity of the country and provide partial solution to the unemployment problem of geological engineers. In the context of this prediction, a protocol on “Geological Heritage National Inventory” between General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), General Directorate of Nature Protection and National Parks and the Association of Nature and Environment was signed.

In this presentation, the progress of the works described in the tripartite protocol on the geologic heritage inventory and similar worldwide works previously realized will be discussed. Moreover, the milestones of the way to be gone for the spreading of a united comprehension of the geologic heritage among the earth scientist community will be considered in a historical perspective from beginning to today.

Key Words: *National Geologic Heritage Inventory, Global Climate Changing, Global Geoparks Network, Geopark, European Geoparks*

Kemaliye (Erzincan)' nin jeositleri ve jeoturizm potansiyeli

Geosits and Geoturism potential of Kemaliye (Erzincan)

Yeşim İSLAMOĞLU¹

^{1*} MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520-Balgat/Ankara, yesimislamoglu@yahoo.com
Jeoloji Mühendisleri Odası, Bilimsel Teknik Kurul Üyesi (Jeolojik Miras)

ÖZ

Kemaliye, eski adıyla Eğin, Fırat Nehri'nin Karasu kolu kenarında yer alır. Munzurlar bu bölgede, KD-GB yönünde sıralanmış ve yüksekliği 3000 metreyi geçen çok sayıda sırt ve tepeden oluşur. Jeolojik anlamda ise bu büyük dağ silsilesi, Toros dağ oluşum kuşağının KD bölümünde ve kuşağın kuzey Anadolu fayı ile kesildiği alanda yerleşmiştir (Özgül ve diğ. 1981; Özgül & Turşucu, 1983). Munzurlar ve buldukları alan Türkiye jeolojisinde önemli bir role sahiptir, çünkü birbirinden farklı jeolojik geçmişe sahip Doğu Pontidler, Anatolidler ve doğu Torosların bir araya geldiği önemli kilit bölgelerden biri olarak kabul edilir (Özgül ve diğ., 1981).

Munzur dağlarının Kemaliye ve yakın çevresinde yüzlek veren birimleri önceki çalışmalarda, Munzur kireçtaşı (geç Triyas - Kampaniyen), Kemaliye formasyonu (geç Kampaniyen - Erken Maastrichtiyen) ve Eriç ofiyolit karışığı (geç Kampaniyen - erken Maastrichtiyen) olarak adlandırılır. Bu birimler birbirleriyle tektonik ilişkili olup, farklı stratigrafik, metamorfik ve yapısal özelliklere sahip kaya topluluklarına aittir (Keban Birliği, Munzur Kireçtaşı ve Ovacık Birliği) (Özgül ve diğ., 1981; Özgül & Turşucu, 1983). Tersiyer dönemine ilişkin birimler ise, Subaşı (erken Eosen) ve Başpınar (erken Miyosen) formasyonlarıdır.

Buna göre, Kemaliye ve çevresi'nin jeolojik özelliklerini biçimlendiren olaylar zinciri, Geç Triyas'ta bölgeyi kaplayan Neotetis Okyanusu'nun oluşumuyla başlamıştır. Bundan sonra, Geç Kretase'ye kadar devamlı karbonat çökelinin gerçekleştiği neritik koşullar hüküm sürmüştür. Geç Kretase'den itibaren bu okyanusun kapanmasına neden olan olaylar (bindirme ve ofiyolit yerleşimi) ile bölge sıkışmış, yükselmiş ve Neotetis Okyanusu'nun tabanını oluşturan okyanusal litosfer kıta üzerine yerleşmiştir (Özgül ve diğ. 1981; Şengör & Yılmaz, 1983). Bölge, Tersiyer sırasında daha çok sıkışma ve yükselme hareketlerinin etkisi altında kalmıştır ve erken Miyosen sonunda denizel koşullar tümüyle ortadan kalkmıştır (Özgül ve diğ. 1981). Bugün, bölgedeki sözkonusu denizel birimler, farklı gruplara ve zamanlara ait zengin ve karakteristik fosil içeriğine sahiptir (Paleodacyclades, Megalodontidae, Foraminifera, Rudistler, ekinitler, Bivalveler, gastropodlar, mercanlar gibi).

Miyosen sonrası dönemde gelişmiş tektonik olaylar, bölgede dik yamaçlı derin vadilerin, iyi gelişmiş karstlaşma yapılarının ve su kaynaklarının çıkışını denetlemiştir. Bu hareketlerin izleri en iyi Munzur kireçtaşında gözlemlenir. Sert topoğrafik çıkıntılar ve taşıyolu kanyonu, bu etkiyle oluşmuş yapılar arasındadır. Karanlık Kanyon olarak da adlandırılan taşıyolu kanyonu, Karasu vadisinde yer alır. Kanyonun Keban baraj gölünü içeren kısmı 8 kilometre, tüm uzunluğu yaklaşık 35 km.dir. Kanyondaki nehir tabanı ile vadi kenarı arasındaki kot farkı ise 1000 metreye kadar ulaşmaktadır (Özgül ve diğ. 1981). Bu haliyle Karanlık Kanyon dünyada ilk beş derin kanyon arasında yer almaktadır.

Yukarıda özetlenen jeolojik yapıların hem zaman - mekan anlamında pek çok farklı birimi, ilişkiyi ve yapıyı bir arada sunması, hem de bunların görsel özellikleri, Kemaliye ve çevresini bilimsel çalışmalar ve jeoturizm açısından oldukça elverişli hale getirmektedir. Bölgenin engebeli arazi yapısı çeşitli doğa sporları için de uygun gözükmektedir. İlçe merkezi kendine has yerleşim biçimi ve mimari özellikleri nedeniyle 2005 yılında SİT alanı ilan edilmiştir. Tüm bu özelliklerine ilave olarak, Kemaliye'nin, gelecekteki jeolojik miras, jeoturizm ve kültürel jeolojiye yönelik çalışmalar için de uygun bir yer olarak değerlendirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kemaliye, kültürel jeoloji, jeoturizm, paleontoloji, biyoloji, tarih, doğa sporları

ABSTRACT

Kemaliye, with its old name Eğin, is situated on the banks of the Karasu tributary of Fırat river. In this region, Munzurs are made up of numbers of hills and mountains over 3000 meters high that arranged in NE-SW direction. As for geological meaning, this huge mountain range is situated in the northeastern end of the Tauride orogenic belt and in the area that it is cut by the North Anatolian Fault (NAF) (Özgül et al. 1981; Özgül & Turşucu, 1983). Munzurs and their surrounding area have an important role in Turkey geology. Because, Munzurs are accepted as one of the important key regions where Eastern Pontids, Anatolids and Eastern Taurids come together that each of them has a different geological background (Özgül et al. 1981).

In the previous studies, the units of the Munzur mountains outcropped Kemaliye and its surrounding area are called as Munzur limestone (Mesozoic), Kemaliye formation (late Campanian – early Maastrichtian) and Eriç ophiolitic melange (late Campanian – early Maastrichtian). These units, have a tectonic relationship with each other and they belong to the different rock units representing different stratigraphic, metamorphic and structural features (Keban Unit, Munzur Limestone and Ovacık Unit). Tertiary units are Subaşı (early Eocene) and Başpınar (early Miocene) formations..

According to this, the chain of the events forming geological features of Kemaliye and surrounding area began with the occurrence of Neotethys ocean covered the area during the Late Triassic time. After that, up to Late Cretaceous, neritic environmental conditions prevailed in which continuous carbonate sedimentation were deposited prevailed. In the region, after late Cretaceous, by the events that caused the closure of this ocean (thrusting and ophiolite emplacement) the region was compressed, uplifted and later oceanic lithosphere of the bottom of the Neotethys replaced over the continent (Özgül et al. 1981; Şengör & Yılmaz, 1983). The region was mostly influenced epeirogenic movements during Tertiary and after early Miocene, the marine conditions disappeared completely (Özgül et al. 1981). Today, the mentioned marine units in the region include rich and characteristic fossils belonging to different groups and times (Paleodacyclades, Megalodontidae, Foraminifera, Rudists, echinoids, corals, bivalves, gastropods etc.).

Tectonic movements which especially developed after Miocene controlled forming of deep valleys having steep slopes, well developed karstic structures and spring of water resources. Traces of these effects are very well observed in the Munzur limestones very well. Sharp topographic heights and Taşyolu Canyon, are the examples among the structures formed by this effect. Taşyolu Canyon, also named as Karanlık Canyon is located in the Karasu valley. The length of the Keban dam lake part of the Canyon is 8 km. and its total length is approximately 35 km. Topographic difference between river bottom and valley summit is nearly 1000 m (Özgül et al. 1981). As it is, the Karanlık Canyon is among the first five deep Canyons in the world.

That geological structures, summarized up, present both lots of different units in the meaning of time- place, relations, structures all together, and their visual characteristics indicate that Kemaliye city and vicinity area is suitable for scientific studies and geoturism. Rough morphology of the area is also convenient for different kinds of sports.

Having architecture characteristics and original settlement forming, the city center was announced as a site area. In addition to it's all features, it is proposed that this area must be evaluated as a suitable place in terms of geoturism, geological heritage and cultural geology in the future.

Key Words: Kemaliye, cultural geology, geoturism, paleontology, biology, history, nature sports

Değinilen Belgeler

- Özgöl, N., Turşucu, A., Özyardımcı, N., Şenol, M., Bingöl, İ. & Uysal, Ş., 1981, Munzur dağlarının jeolojisi, MTA Rapor, No: 6995, 136 s. (yayımlanmamış), Ankara.
- Özgöl, N. & Turşucu, A., 1983, Stratigraphy of the Mesozoic carbonate sequence of the Munzur Mountains (Eastern Taurides), *Geology of the Taurus belt, Proceedings* (ed: Okan TEKELİ & Cemal GÖNCÜOğLU), Ankara, 173-180.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1983. Türkiye 'de Tetis 'in Evrimi: Levha Tektoniđi Açısından Bir Yaklaşım. Türkiye Jeoloji Kurumu Yerbilimleri Özel Dizisi, no: 1.

Gümüşhane İlinin Jeositleri ve Jeoturizm Potansiyeli

Geosites and geotourism potential of Gümüşhane City

Raif KANDEMİR¹, Mutlu GÜRLER², Cemil YILMAZ³, Coşkun ERÜZ⁴ ve Sebahattin GÜNER⁵

¹ KTÜ, GMF, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000, Gümüşhane, raif@ktu.edu.tr

² Doğa ve Çevre Derneği, Ankara, mutlugurler@gmail.com

³ KTÜ, MF, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, cyilmaz@ktu.edu.tr

⁴ KTÜ, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Sürmene, ceruz@ktu.edu.tr

⁵ MTA Bölge Müdürlüğü, Trabzon

ÖZ

Doğu Pontidleri teşkil eden stratigrafik birimler ile bunların jeolojik evrimine eşlik eden tektonizma ve magmatizmanın izleri Gümüşhane ili sınırları içinde belirgin olarak gözlenmektedir. Dolayısıyla Doğu Pontidleri ve buradaki olayları temsil eden jeositler çok açık olarak izlenir. Bu çalışmada adı geçen jeositlerin en belirginleri ile yok olma tehdidi altında olanlar tanıtılacaktır.

Gümüşhane'nin denizden yüksekliği 1153 m., yüzölçümü 6585 km²'dir. Harşit Çayı'nın iki yakasında vadi boyunca uzanan ilin toplam yüzölçümünün, % 60'ını dağlar, % 29'unu platolar, % 11'ini ovalar oluşturmaktadır. Artabel Gölleri Tabiat Parkı sınırları içerisindeki **Abdal Musa Tepesi** (3331m) ilin en yüksek zirvesidir.

İl sınırları içinde az oranda Paleozoyik, baskın oranda Mesozoyik ve Senozoyik kayalar yayılım göstermektedir. Engebeli ve çıplak topografya bu birimlere ait jeositlerin açık olarak izlenmesini sağlamaktadır. Doğu Karadeniz'deki tek Paleozoyik yüzeylemesi, Malm-Alt Kretase platform kireçtaşları ve dolomitleri tipik olarak izlenmektedir. "Ammonitico Rosso" fasiyesi olarak bilinen ve Gümüşhane ilinde yaygın olarak gözlenen, bol fosil seviyeli, karbonatlı ve marnlı kayaç yüzeylemeleri, diğer jeolojik miras ögesi olarak değerlendirilmektedir. Bu yüzeylemeler, içerdikleri yoğun fosil grupları ile mutlak olarak korunması gereken fosil yataklarıdır. Gümüşhane yöresi, jeolojik-jeotektonik açıdan çok kısa mesafelerde çok farklı kayaç gruplarının bulunduğu açık bir jeoloji laboratuvarı özelliğindedir. Yörede spesifik olarak değerli olan, iyi korunmuş hardground/sert zemin, neptüniyen dayklar, silisleşmiş ağaçlar ve çeşitli iz fosil bulguları da yer almaktadır. Özellikle yöredeki travertenler, yapı taşı olarak kullanılmış ve tarihi değere sahip diğer oluşumlardır.

Gümüşhane ili içindeki çok sayıda jeosit yanında bir çok yerşekli ve kültür ögesi de bulunmaktadır. Buların başında, bölgede turizmin lokomotifini konumundaki Karaca Mağarası gelmektedir. Tarihi İpek Yolu üzerindeki Korum (Krom-Gorom) Vadisi'nde bulunan Karaca Mağarası, yılda 50.000'in üzerinde ziyaretçi ağırlayan bir cazibe merkezidir. Karaca Mağarası dışında farklı büyüklüklerdeki 30 un üzerinde mağara, ilin jeoturizm potansiyeli açısından vazgeçilemez kaynaklardır. Bunlara ilaveten Artabel Vadisi'nde bulunan Kara Göl, İnci Gölleri ve Karanlık Göl gibi, farklı ölçeklerdeki buzul gölleri dışında, Limni ve Aygır Gölü gibi kendi doğalarına has özellikler sunan pek çok göl, ilin **Jeolojik Miras** potansiyelini destekleyici diğer unsurlardır.

İle adını veren Gümüş madenleri, çoğu yerbilimci tarafından bilinmemekte ve atıl halde bulunmaktadır. Bu sahalar geçmişte yoğun şekilde işletilmiş **antik maden yataklarıdır**.

Yörede Avrupa'nın en uzun ladinleri mevcut olup **Anıt Ağaç** olarak tescillenmiştir. **Örümcek Ormanları Tabiatı Koruma Alanı** ve **Artabel Gölleri Tabiat Parkı** ekolojik ağırlıklı koruma alanlarıdır. Öte yandan,

Gümüşhane ilinin kendisi, zengin yerbilimsel özellikleriyle adeta bir **Jeopark** konumundadır ve fakat henüz tescillenmiş bir ögesi yoktur. Gümüşhane'deki zengin jeosit varlığının tanınması ve bilinmesi hem yerbilimleri hem jeoturizm açısından kazanç olacaktır.

Anahtar kelimeler : Gümüşhane, Jeolojik Miras, Jeopark, Jeosit, Artabel Gölleri, Karaca Mağarası

ABSTRACT

Stratigraphic units forming eastern Pontides and its geologic evolution accompanying tectonism and magmatism signatures have been clearly observed in Gümüşhane city. Hence geosites presenting eastern Pontides and its geodynamic evolution are clearly seen. Mentioned geosites under the extinction have been determined.

Gümüşhane has an altitude of 1153 metres and covers 6585 km². Gümüşhane is located along the Harşit Valley and composed of 60 % mountains, 29 % platos and 11 % lowlands. The highest summit of the city is Abdal Musa Hill (3331 meters) which is located in the Artabel Lakes Natural Parks.

Gümüşhane consists mainly of Mesozoic and Cenozoic, and limited Paleozoic rocks. Geographic irregularities and naked topography help to clearly follow geosites which belongs to these ages. Along Paleozoic outcrops in eastern Blacksea, Malm-Lower Cretaceous platform carbonates and dolomites are typically seen. Ammonitico Rosso Facies, containing calcereous and marly rocks with abundant fossils, commonly observed in Gümüşhane is considered as another geological heritage component. These are the fossiliferous beds which have to be protected. Gümüşhane region is considered as geological laboratory since different kind of rocks exposed in a small distances. Hardground, neptunian dykes, siliceous woods and different kinds of trace fossils are also present in Gümüşhane. Especially, travertine is other occurrences which is used as building stones, have historical importance.

Gümüşhane has got lot of landfigures and culturel components besides geosites. Karaca Cave is one of the most important place for the geotourism potential of Gümüşhane. It is the place which attracts more than 50.000 visitors each year although there are many planning negotiations for Karaca Cave located in the Korum (Krom-Gorom) Valley on the historical Silk Road. In addition to Karaca Cave, there are more than 30 caves which are inalienable source on the geotourism potential of Gümüşhane. In addition to the different sized glacier lakes such as Kara Lake, İnci Lake and Karanlık Lake, many lakes which have peculiar features such as Limni and Aygır Lakes are the other components support the geological heritage of Gümüşhane.

Old silver mines which give the name to the city are not known by the geologists. These mines are antique ore deposits and were extensively mined in the past.

There are no more protected places other than Örimcek Ormanları, which has the longest spruce of the Europa registered as monument trees, and Artabel Lakes. Furthermore with all these features Gümüşhane is considered as a geopark but it doesn't still have registered components. To recognize and know rich geosite existing in Gümüşhane will be a gain in terms of both geology and geotourism.

Key words: Gümüşhane, geological heritage, geopark, geosite, Artabel Lakes, Karaca Cave

İstanbul ve Ankara'da Yokolmuş Jeositler

Dissapeared geosites in İstanbul and Ankara megacities

Nizamettin KAZANCI, Fuat ŞAROĞLU, Sonay BOYRAZ

*Jeolojik Mirası Koruma Derneği-Jemirko, P.K.10, Maltepe, Ankara,
,kazanci@eng.ankara.edu.tr*

ÖZ

Jeosit bir jeolojik olay, süreç veya sonucu temsil eden kayaç veya kayaç grubu, mineral, fosil topluluğu, istif, tektonik deformasyon yapıları, tortul doku ve yapı, yerçekli vb jeolojik oluşumlardır. Jeosit jeolojik geçmişin belgesidir ve bunlarsız jeoloji yapılamaz, jeositin bulunmadığı zorunlu hallerde en yakın alanın jeolojisi o bölgenin jeolojik geçmişi olarak sunulur. Bu ise yanlışlara yol açar. Kentleşme ve bilhassa büyük yerleşim yerleri doğal çevreyi, özellikle jeositleri en fazla tahrip eden ve fakat kaçınılmaz gerçeklerdir. Modern yaşam şehirleri büyümekte, bu ise jeositlerin ortadan kalkmasını doğurmaktadır. Bu gelişimin en iyi örnekleri İstanbul ve Ankara'dır.

Genelde Türkiye özelde ise İstanbul civarı, Paleotetis'in kapandığı, Neotetis'in açıldığı, Avrasya ve Gondwana'nın çarpıştığı ve bunların izleri olan çok sayıda sütün zonu ile tektonik kuşağın bulunduğu yerlerdir. Bunlardan Türkiye jeolojisinin en önemli elemanları olan *İstanbul Zonu, Sakarya Zonu ve Intra Pontid Sütürü*, İstanbul civarında mevcut olduğu artık kayıtlarda kalan Paleozoyik ve Mezozoyik istiflerin son yıllardaki yorumlarıyla ortaya konulmuştur. Şehirlerin genişlemesinden önce yapılan çok ayrıntılı haritalama ve stratigrafi incelemeleri olmasaydı bugünkü jeoloji bilgileri çok farklı olacaktı. İstanbul Zonu'na ait Paleozoyik birimlerinin en önemli özelliği Ordovisiyen'den Permien'in sonuna dek süreklilik göstermesi, çoğunlukla kırıntılı fasiyeste bulunmaları ve bol fosilli oluşlarıdır. Bunlar içinde özellikle Devoniyen istifi ile Kocaeli Triyası başka yörelerdeki eşdeğerlerinden tümüyle farklıdır. Günümüzde İstanbul zonuna ait Paleozoyik istifin tümü, Triyas'ın ise çok küçük bir yüzlek dışında hepsi yok olmuştur. Eskiden Kartal'da çok iyi gözlenen Brachiopodlu istif ile Pendik'teki Halysitesli kireçtaşları yok olmanın örnekleridir. Çamlıca Kaynak suyunu barındıran kireçtaşları gibi kaynağın kendisi de yoktur. Aynı şekilde Paleozoyik istifini kesen ve üzeri Triyas ile örtülen Sancaktepe Graniti yalnızca eski haritalarda kalmıştır. Ankara'da da benzer durum vardır ve *melanj* kavramının dünya literatürüne girmesini sağlayan "Ankara Melanji" neredeyse ortadan kalkmıştır. Dikmen grovvakları olarak bilinen metadetritikler, Ankara Melanjının hamuru/matriksini oluşturur, ancak artık bunları gözlemek mümkün değildir. Melanj içindeki değişik zaman dilimlerine ait dev kireçtaşı blokları/olistolitler ve spilitik volkanik kayalar da ortadan kaldırılmıştır. Eymir'deki Permien blokları, yeraltısuyu hazne kayası olan İncek'teki Jura kireçtaşları, Yakacak'taki Ammonitico Rosso fasiyesi ve Ammonitler jeoloji literatüründen bilinen kayıp jeositlerdir. Ankara'nın mücavir alan sınırları içindeki sert kayalar ve bilhassa karbonatlar taş ocağı olarak işletilmiş ve tüketilmiştir.

Ankara ve İstanbul'daki olumsuz durumun asıl nedeni, kentlerin planlanması aşamasında yerbilimcilere rol verilmemesi ve Kent Jeolojisi (urban geology) kavramının benimsenmemesidir. Jeolojik geçmişi kurtarmak adına zorunlu çözüm olarak, İstanbul ve Ankara'da temel kazılarında çıkan veya çok az kalmış kayaç örneklerinin korumaya alınması ve bunların doğal tablolar şeklinde sergilenmesi önemli bir adım olabilir.

Anahtar Kelimeler: Kaybolan jeositler, Brachiopodlu Kartal Paleozoyik'i, Halysitesli kireçtaşları, Ankara Melanji, Permien ve Jura Blokları

ABSTRACT

Geosites are representatives of geological events, processes and /or formations in the earth history such as rock units, mineral and fossil assemblage, typical textures, stratigraphic sequences, tectonic or sedimentary structures, crust deformations, landforms etc. A geosite is a solid document of the geological past for the relevant area; hence correct explanation is impossible without it. When there is no geosite in an area, the nearest one may be used for geology, however it usually causes misinterpretations. Intense urbanisation and particularly large settlements are today's realities and unfortunately they have destroyed natural environments and geosites as well. In last century some towns have changed to megacities rapidly, thus they have caused to disappear all geosites in their surroundings. Typical examples of this development are megacities Istanbul and Ankara.

Turkey and specifically İstanbul region is the area where a series of world-wide geological events took place i.e. closure of Palaeothetys, opening of Neothetys, collision of Eurasia and Gondwana represented by a lot of suture zones and tectonic belts. *Istanbul Zone, Sakarya Zone and Intra Pontid Zone*, which are the most important elements of geology of Turkey, could be described recently by the re-interpretation of Palaeozoic and Mesozoic sequences in the area, but now their rocks have been completely destroyed. Our modern info about the geology of İstanbul and Marmara region is thanks to detail maps and stratigraphy realized years ago. The significance of Paleozoic units of İstanbul Zone was due to their continuity from Ordovician to the end of Permian and also due to rich fossil content of these rocks unit. Particularly Devonian and Triassic sequences of İstanbul Zone were completely different from analogues elsewhere. Now nobody can see a sign of Kartal Devonian with brachiopod or Pendik limestones with Halysites as well as Çamlıca limestones and its famous spring water. Similarly, Sancaktepe Granite, the only Paleozoic intrusion in İstanbul and Kocaeli region can be seen only in old geological maps because of concrete cover by thousands of constructions. Situation is same more or less in Ankara; the rocks of Ankara Melange, which was the firstly introduced here to the literature as term and rock type, have been nearly disappeared. Metadetritics known as Dikmen greywackes formed matrix of the melange, but now it is almost impossible to observe these sedimentary rocks. Also spilites and many olistolites of the melange which belong to Carbonifer and Permian fossiliferous limestones were used as construction material. Eymir Permian blocks, Incek Jurassic limestone blocks, Yakacık Ammonitico Rosso facies and large ammonites in Köserelik were examples of disappeared geosites. It is pity that geosites of Ankara have been consumed and totally finished as raw material by constructions, instead of simply covering as in İstanbul.

The main reason of this unpleasant situation in İstanbul and Ankara and possibly in other megacities is the ignorance of concept and criteria of urban geology. An urgent but not permanent solution could be conservation small in situ rock patches as earth windows in all corners of both cities.

Keywords: *Disappeared geosites, Kartal Palaeozoic with Brachiopoda, Pendik limestones with Halysitidae, Ankara Melange, Olistolites of Permian and Jurassic*

Karapınar (Konya)'da Jeolojik Miras Çalışmaları ve Jeoturizm Potansiyeli

The Geological Heritage Studies at Karapınar (Konya) and Geotourism Potential

N. Serkan ÖZTAN , Gonca GÜRLER

MTA Genel Müdürlüğü Uzaktan Algılama Merkezi, ANKARA, soztan@mta.gov.tr

ÖZ

Karapınar Konya'nın ilçesi olup 95 km doğusunda yer almaktadır. İlçe, Konya-Ereğli Ovası'nın Obruk Platosu içine doğru sokulan Sultaniye Ovası güney kenarında, Karacadağ volkanik kütesinin batısında kurulmuştur. Bulunduğu yer dolayısıyla önemli şehir ve turizm merkezlerine de oldukça yakındır.

Çalışma alanımız Karapınar ve yakın çevresini içine alacak şekilde belirlenmiş ve bu alandaki önemli jeolojik ve jeomorfolojik oluşumlar temel alınmıştır. Alan jeolojik ve jeomorfolojik özellikler bakımından başlıca iki bölüme ayrılmıştır. Bunlardan birincisi; maarlar, piroklastik koniler, diatremalar, lav örtüleri gibi genç volkanik yapıları içeren "Volkanik Bahçe" olarak adlandırdığımız bölümdür. Çalışma alanımızda volkanizma, Miyosen'de başlamış, Kuvaterner'de de devam etmiştir. Bu dönemde oluşmuş olan ve pek sık rastlanmayan iyi korunmuş maarlar alanın önemli oluşumlarından. Özellikle Meke Gölü ve Acıgöl Maarları gerek oluşumları gerekse görünümleri itibarıyla oldukça ilgi çekici yapılardır. İkincisi ise; karstik özellikleriyle dikkat çeken ve bir çok obruk yapısının görülebildiği "Obruk Platosu"dur. Çıralı ve Kızören obrukları jeoloji ve arkeoloji birlikteliğinin gözlemlendiği ender alanlardandır. Meke Gölü (maarı) ve Kızören obruğu Türkiye'nin bulunduğu biyocoğrafik bölgedeki benzerleri içerisindeki en iyi örnekleri oluşturması sebebiyle Ramsar Listesine dahil edilmişlerdir. Bunların dışında traverten konileri, gas ve sıcaksu kaynakları alandaki diğer önemli özelliklerdir. Bölgedeki arkeolojik kalıntıların çok yaygın olması alanı daha da ilginç kılmaktadır. Karapınar ve civarındaki henüz turizme açılmamış Oymalı Yeraltı Şehri, Kapadokya bölgesindeki benzerleri gibi odaları, derinlere doğru açılmış katları, ibadethaneleri ile zamanın izlerini taşımaktadır.

Karapınar çevresinin, yukarıda sayılan jeolojik oluşumları dolayısıyla, büyük turizm potansiyeli olduğu söylenebilir. 2006 yılında bu alana çok yakın mesafelerdeki Konya Mevlana Müzesi (100 km) 1,250,000, Göreme Tarihi Milli Parkı (320 km) 2,000,000 turist tarafından ziyaret edilmiştir. Bu ziyaretçilerin bir bölümünün bile Karapınar'a yönlendirilmesi ciddi ekonomik katkı sağlayabilir. Aynı şekilde, Çumra ilçesinde bulunan ve buraya yakın Çatalhöyük (40 km) ile birlikte düşünüldüğünde, Karapınar ve civarının bir an önce ülke turizmine kazandırılması gerektiği sonucu çıkarılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karapınar, Jeopark, Turizm, Sürdürülebilir Kalkınma, MTA

ABSTRACT

Karapınar which is a town of Konya is situated 95 km east of Konya. The town is established south margin of Sultaniye Plain, west of Karacadağ volcanic mountain. Because of its position, it is very close to important city and tourism centers..

Our study area is determined as involving Karapınar and its surroundings also it is based on the considerable geological and geomorphological formations. The area is divided into two main parts according to its geological and geomorphological properties. One of these is, the part which we named as "Volcanic Garden" that consists of young volcanical structures such as maars, piroclastic cones, diatremes and lava covers. The volcanic activity at the study area was started in Miocene and has continued during Quaternary. Rare and well-preserved structures maars that are formed during this period are the important

structures of the area. Especially, Meke lake and Acıgol lake are very attractive places according to their appearances and genesis. The second part is "Obruk Plateau" which is attractive about karstical properties and having many obruk (sinkhole) structures. Especially "Cıralı" and "Kızoren" sinkholes are the unique places that have both geological& archeological togetherness. "Meke Lake" (maar) and "Kızoren" sinkhole are involved to Ramsar List because of forming the best examples of structures in their bio-geographical region. Other than these, travertine cones, gas and hotwater sources are the other properties of the region. Also the widespread archeological remains make the region more and more interesting. Oymali Underground City as similar to the ones in Cappadocia region, having rooms, temples, very deep floor, is carrying the footprints of time.

It can be taught that Karapınar and its surroundings have a big tourism potential because of its geological formations mentioned above. The places very close to Karapınar such as Konya Mevlana Museum (100km) had been visited by 1,250,000 tourists and worldwide known tourism center Goreme National Park in Cappadocia (320km) is visited by 2,000,000 tourists in 2006. Even a small part of this tourists being oriented to Karapınar can do a serious economical improvement. Also if we think Çatalhöyük in Çumra town, a conclusion is established that Karapınar should be gained to national tourism.

Key Words: Karapınar, Geopark, Geotourism, Susceptible Development, MTA

Geoparks In Bulgaria: Dormant Present And Future Potential

Todor TODOROV,

(ProGEO Past-President)

Sofia 1113, POBox 121, Bulgaria, uptech@tea.bg

The territory of Bulgaria is located in the northern branch of the of the Alpine orogen on the Balkans and contains rock complexes of Precambrian to Phanerozoic age, reworked by several tectonic events. This geological diversity on an although small territory (110 000km²) is presently over imposed by active relief-building, determined by extension, representing the northernmost part of the Aegean extensional region. Therefore, we have a quite lucky over imposing of geohistorical evolution and relief-building, determining the richness of Bulgaria in geosites of both geomorphological and scientific importance and all together – in opportunity to speak for the potential geoparks..

In 1998 a new legislation related only to the preserved territories was adopted. According to it the preserved territories were divided into 6 groups: Reserves, National parks, Natural beauty spots, Supported reserves, Natural parks, and, Preserved sites. The geological sites belong to all mentioned groups, no comments regarding the geoparks in this law..

The first list of geological heritage in Bulgaria was published in 1964 and 55 geological sites were included in it. Ten years later, in 1974, they became 224 and now stand at over 360.

In 1998 during the ProGEO annual meeting the concept of UNESCO GEOPARK Programme was firstly advertised and the idea for the creation of geoparks was adopted by the Bulgarian geologists. Unfortunately, up to date no geoparks have been created. However, such opportunities are discussed. As potential future geoparks may be considered:

- “Pobitite kamuni” (“Dikili-tash”, the upright stone columns) - a spectacular natural and geological phenomena subject of severe scientific discussions and surrounded by a unique landscape, built up in Paleogene sediments.

- Some areas from SE Bulgaria and the southern Bulgarian Black Sea Coast, with spectacular geosites showing the evolution of the Late Cretaceous subduction-related arc-system. A future geopark here should indicate the specific features of magmatic rocks, structures, ore geology and geodynamics. In these area the geological sites are further more combined with some specific wetlands and landscape rock forms.

The general overview of both above areas is completed by numerous historical sites.

- The picturesque gorge of Iskar River N of Sofia, entrenched about 1300 m in the Balkan Range, being the deepest valley on the Balkans and exhibiting a rock section from the Lower Palaeozoic to the Tertiary with numerous sites of both esthetic and scientific value.

Numerous other opportunities may be listed, like areas with specific erosional landscapes (e.g. Belogradchik rocks of northwest Bulgaria - red beds of Early Triassic age; Melnik Pyramides of southeast Bulgaria, formed in continental Neogene sediments) or areas with interesting paleontological and mineralogical sites.

The creation of geoparks will create new opportunities for geotourism in areas with already established national and international touristic interest, but will also establish new opportunities for economic development, thus meeting the requirements for a geopark.

Posterler

Magmadan Arkeolojik Sütunlara Bir Granitin Öyküsü: Jeosit Alanı Olarak Önerilen Çanakkale-Kestanbol Arkaik Dönem Taş Ocağı

*Story of a Granite From Magma to Archeological Columns:
Suggested Geological Site Area Çanakkale- Kestanbol Archaic Age Quarry*

Gonca GÜRLER, Ayhan ILGAR, Serkan ÖZTAN

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi CBS Birimi, 06520 Ankara; gurler@mta.gov.tr

ÖZ

Granitlerin, yeryüzünün kilometrelerce derinliklerinde magmanın çok yavaş soğumasına ve kristallenmesine bağlı olarak oluşması ve zaman içinde yükselerek yüzeylenmesi bu kayaçları yeterince özel kılmaktadır. Kayacın yavaş soğumaya bağlı oluşumu fiziksel etkilere karşı yüksek dayanıma sahip olmasını sağlamıştır. İri ve renkli kristalli dokusu ise kayaca görsel açıdan estetik bir görünüm kazandırmıştır. Bu özellikler sertliğine rağmen granitin yüzyıllar boyu yapı taşı olarak kullanımını sağlamıştır.

Kestanbol graniti, Çanakkale'nin güneyinde, Ezine kazasının batısında, Kestanbol-Bergaz-Yaylacık köyleri arasında yüzeylenmektedir. Koçali köyü civarında bulunan ve halkın "pembe taş" olarak adlandırdığı porfiri dokulu granitler Oligosen-Erken Miyosen aralığında bölgeye yerleşmişlerdir.

Göreceli iri kristalli dokusu ve pembe rengi ile dikkat çeken bu granitlerden antik çağlarda çapları 160 cm, uzunlukları 10 - 12 metre ve yaklaşık ağırlığı 60 ton olan sütunlar üretilmiştir. Granit ocaklarından en büyüğü, Koçali Köyü'nün 1.5 km batısında Yeşiltaşlar mevkiinde olup, ocak içinde halen yedi adet sütün bulunmaktadır.

Dokusal özelliği nedeniyle çok sert bir kayaç olan granitin büyük kütleler halinde kırılıp parçalanmadan ana kayadan sökülmesi bile oldukça güçken bu kayaçların sütun başları ile birlikte pürüzsüz olarak işlenmesi ve şekillendirilmesi yeterince hayranlık uyandıracak bir olgudur. Üstelik bu işçiliğin basit aletler ile yapıldığı düşünüldüğünde hayranlığın yanısıra hayret duygusu da belirlemektedir. Sütunların çıkarıldığı duvarlarda halen korunan işçilik izleri ocağı ziyaret edenleri bir an antik çağlara götürmekte, granitten yansıyan keski sesleri kulaklarda çınlamaktadır. İşlenmiş sütunların bir kısmının ocakta, yol üzerinde ve antik limanda kalmış olmaları da yöreyi ilginç hale getirilmektedir.

Tarihi MÖ 8. yüzyıla kadar uzanan granit ocağında üretilen sütunlar tomruklar üzerinde kaydırılarak 13 km mesafedeki Alexandria Troas (Dalyan) antik limanına taşınıp buradan Avrupa ve Kuzey Afrika'ya dek uzanan bir coğrafyaya gemilerle ihraç edildiği tarihi belgelerden bilinmektedir. Bazı sütunların Osmanlı İmparatorluğu döneminde İstanbul'a götürülüp çeşitli yapılarda kullanıldığı kayıtlıdır.

Bu tür jeoloji ve arkeoloji birlikteliğinin gözlemlendiği yani insanın çağlar boyu doğayı/kayaçları işlediği alanlar, arkeoloji yönünden önem taşıdığı gibi jeoarkeoloji, jeolojik miras, jeoturizm ve kültürel jeoloji açısından da önemli unsurlardandır. Bu bildiriye Kestanbol antik granit ocağının yurt içinde ve yurt dışındaki benzerleri ile korele edilerek ortak yanları ortaya koyulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Jeoarkeoloji, Jeoturizm, Kültürel Jeoloji, Kestanbol Antik Granit Ocağı

ABSTRACT

Due to very slow cooling and crystallisation of magma beneath hundreds of kilometers from surface and outcropping by rising during time make Granites sufficiently special. According to the formation by slow cooling it has high strength to the physical effects. Its big and colorfull crystalline texture brings in the rock a visually esthetical appearance. These properties make granite being used for building material for centuries despite its roughness.

Kestanbol Granite is surfaced at south of Çanakkale, west of Ezine town, between Kestanbol-Bergaz-Yaylacık village. Existing near to Koçali village and called as “pink stone” by public, the porphyritic textured granites were located to the region during Oligocene- Early Miocene peiod.

From these granites which have realtively large crystalline texture and pinkish color, it has been producted column heads that have 160 cm diameter, 10-12 meters in length and 60 tons of weight at antique times. The biggest granite quarry is located at Yeşiltaşlar region that is 1.5 km west of Koçali village and still has seven column inside.

Since granite is very hard because of its textural property, even extracting the big blocks without break up is very hard; so proccesing and giving shapes to these rocks with column heads is a sufficiently admirable fact. In addition, as we think this operations were done with simple devices; apart from admiration, astonishment appears. The working footprints that is still protected makes the visitors to go to antique ages and the voices of hatchets reflected from granites make tingles to ears. Some of the processed columns can be seen at the quarry, on the road and antique harbour and this makes the region more interesting.

It is known that, the producted columns in granite quarry that has a history of B.C. eight century; were slided on the logs to the 13 km away Alexandria Troas antique harbour and from here they were exported to Europe and North Africa within ships. It is registered that some of them were sent to Istanbul during Ottoman time and used in various structures.

These kind of places in which both geological and archeological togetherness is seen that means the areas people processed during time, are important facts in archeology, geoarcheology, geological heritage, geotourism and cultural geology. In this paper, there will be a correlation between the Kestanbol granite quarry and similar places both in Turkey and at outside.

Key Words: *Geoarcheology, Geotourism, Cultural Geology, Kestanbol Antique Granite quarry*

Sırtlanini Mağarası'nın (Karacasu-Aydın) Jeolojik ve Paleontolojik Özellikleri

Geological and Paleontological Properties of Sırtlanini Cave

M.Oruç BAYKARA, Mehmet ÖZKUL, Arzu (GÜL) AKÇAY

*Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği
obaykara@pau.edu.tr*

ÖZ

Sırtlanini Mağarası, Ege Bölgesi'nde Aydın'ın Karacasu ilçesine bağlı Çamarası Köyü'nün yaklaşık 1,5 km güneydoğusunda, deniz seviyesinden 1060 metre yukarıda yer almaktadır. Mağaranın ölçülen toplam uzunluğu 450 metre ve girişe göre en derin yeri 40 metredir. Mağaraya karayoluyla ulaşım yılın her ayı mümkündür. Denizli-Aydın karayolunun 60.km'sinde güneye, Karacasu yol ayrımı yer almaktadır. Karacasu ayrımından 37 km sonra Geyre'ye (Afrodisias) ulaşılır. Geyre'nin içinden güneybatı yönünde ilerledikten sonra Çamarası köyüne varılır. Daha sonra yaklaşık 1,5 km stabilize yoldan ilerledikten sonra Sırtlanini Mağarası'na ulaşılır.

Sırtlanini Mağarası, Menderes Masifi'nin örtü birimlerinden Mesozoyik yaşlı, iyi karstlaşmış rekristalize kireçtaşları içinde gelişmiştir. Bölge tektonik hareketlerden oldukça fazla etkilenmiştir. Sırtlanini Mağarası'nda oluşumunu ve gelişimini tamamlamış iki farklı seviye gözlenmektedir. Her iki seviyede vadoz zonda yer almaktadır. Yağışlı mevsimlerde mağara içinde damlayan sular gözlenmesine karşın, kurak aylarda damlama tamamen kesilir. Mağara giriş seviyesinin yaklaşık 5 metre üstünde bulunan en eski seviyeyle yüzey arasındaki kot farkı oldukça azdır ve bu seviyede yer yer yüzeyde bulunan maki topluluklarına ait bitki kökleri gözlenmektedir.

Mağarada yarası, farklı örümcek türleri, solucanlar gibi canlı yaşamına da rastlanmıştır. Günümüzde olduğu gibi, geçmişte de canlıların yaşam sürdüğüne dair belirtiler bulunmaktadır. Mağara tabanında bol miktarda kemik ve diş kalıntıları gözlenmiştir. Bu kalıntıların at, domuz, keçi ve sırtlan gibi farklı memeli türlerine ait olduklarını düşünmekteyiz. İsmi mağaraya veren sırtlanların, avlarını yakaladıktan sonra mağara içinde besledikleri sanılmaktadır.

Bölgede, Sırtlanini Mağarası'nın yaklaşık 10 km KB'sında bulunan antik Afrodisias kenti kazılarında rastlanılan belgelerde, bölgede 4. ve 7. yüzyıllarda iki büyük deprem meydana geldiği belirtilmiştir. Bu belgelerde 4. yüzyılda meydana gelen depremde yeraltı su seviyesinin değiştiği, şehrin bir kısmının sular altında kaldığından bahsedilmiştir (Erim, 1988). Meydana gelen bu depremlerin mağaradaki yeraltı su seviyesinin değişiminde etkili olduğu düşünülmektedir. Mağarada çok sayıda sarkıt, dikit ve sütunların bulunması, mağaranın oluştuğu kireçtaşında çatlak sistemlerinin iyi geliştiğini göstermektedir.

Bölge ekonomisine katkı sağlamak amacıyla turizme açılması planlanan mağara; jeolojik, paleontolojik ve biyolojik zenginliği nedeniyle iyi korunmalı ve turizme açıldığı takdirde uğrayabileceği tahribatlar tekrar gözden geçirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Mağara, Fosil, Sarkıt, Dikit, Karacasu

ABSTRACT

The Sirtlanini cave is located in approximately 1.5km south-east of Çamarası Villige which belongs to Karacasu county, Aydın. The elevation of cave is 1060 meter. The total measured length of cave is 450 meter. The deepest point is 40 meter according to the entrance level. It is possible to reach to the Sirtlanini cave in every month with highway. There is a Karacasu junction to the south after 60th km. of Denizli-Aydın highway. It can be reached to Geyre after taking 37 km from Karacasu junction. When Geyre is passed in the south-west direction Çamarası village is over there. After taking the stabilized road by approximately 1,5 km, Sirtlanini Cave is then reached.

The Sirtlanini cave was formed in highly karstified Mesozoic recrystallized limestone which is covering unit of Menderes Massif. The region was fairly affected from the tectonic activities. Two different levels were observed in the Sirtlanini cave which were completed its formation and development. Both two levels were in vadose zone. In rainy seasons, some dripping water are observed in the cave however in arid seasons totally is dried. The oldest level which was formed approximately 5 meter above from the entrance level of the cave, is so close to the surface that some lemur roots were seen in this level.

Different arachnid species, worms and bats were observed in the cave. There were life evidences that belong to the past in the cave. There were plenty of bones and teeth pieces found in the cave. We thought that these remains were belonging to horses, boars, goats and hyenas. It was thought that hyenas, which give the name of the cave, were fed in the cave after hunting.

Notice that region was exposed to two major earthquakes in 4th and 7th century according to some documents which were found in Aphrodisias antique city excavation where 10 km northwest of Sirtlanini cave. In these documents it was written that groundwater level was changed during the earthquake that occurred in 4th century and some part of the city was flooded (Erim, 1988). It was thought that groundwater level in the cave was affected by these earthquakes. Numerous existence of stalactite, stalagmite and column show that crack systems highly developed in the limestone.

The Sirtlanini cave has been thought to organize for tourism activities, to improve the level of income of the region. The Sirtlanini cave should be well protected since its geological, paleontological, biological richness and negative effects of man activities.

Key Words: Cave, Fossil, Stalactite, Stalagmite Karacasu

Değerlenen Belgeler

Erim, K.,T., (1988). Aphrodisias: City of Venus Aphrodite. American Journal of Archaeology, Vol. 92, No. 2, 303-304.

Sütun Çatlak Oluşumu (Bala, Ankara)

Development Of Columnar Joints In Bala (Ankara)

Erdem YİRMİBEŞ

*Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu, 06100 Tandoğan, Ankara.
erdemyirmibes@gmail.com*

ÖZ

Sütun çatlak oluşumlarının geometrik görünümündeki zerafet, bu yapıları korunması gereken jeolojik oluşumlar sınıfına koymaktadır. Ankara-Bala yolu üzerinde Bala ilçesine 5 km mesafede (GPS:08241-82526) tipik sütun çatlak oluşumları bulunmaktadır. Bunlar bölgedeki Eosen yaşlı filiş birimleri üzerine gelen Miyosen yaşlı bazaltlar içerisinde gelişmiştir. İncelemeye konu olan çatlaklar yaklaşık 70 m yanal uzunluk ve 19 m yükseklikteki yol yarmasında gözlenirler. Sonraki tektonik oluşumlar sütun çatlak oluşumunun iç yapısını yersel olarak tahrip etmiş olsa da ilksel oluşumlar önemli ölçüde korumuş görülmüştür.

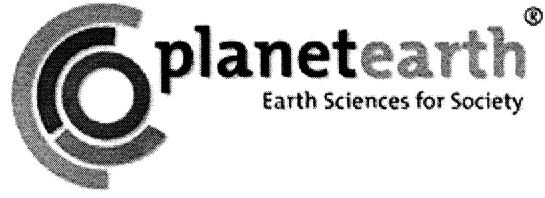
Çatlak oluşumları basalt kayasında gelişmiş olup mikroskop incelemeleri bu bazaltların olivine basalt türünü işaret eder. Kaya matriks ve feno kristal olarak iki bileşenden oluşmuştur. Fenokristalleri piroksen (ojit) ve olivin, matriks bileşimini ise plajiyoklas mikrolitleri ile piroksen ve opak mineraller oluşturur. Mezoskopik incelemeler sütünsal oluşumlar ile ilgili şu bilgileri vermektedir: Sütun oluşumları tüm mostra kalınlığını temsil ederken sonraki kırıklar sütunları vevine veya paralel keserler; Kimi kırık alanları gevrek makaslama karakterindedir. Sütunlar arasındaki açıklık 0.8 cm ile 2 cm arasında değişmektedir. Sütunların kenarlarından merkezine doğru önemli dokusal değişim görülmemekle birlikte bir kaç cm kalınlıkta alterasyon gözlenir. Sütunların yatay kesitleri beşgen veya altıgen şekillidir. Bu şekilleri oluşturan kenarlar genelde nadiren eşit uzunluk sunarlar. Bunların kenar uzunlukları çoğunlukla farklı olup 8 cm ile 42 cm arasında değişir. Yol boyunca görünümü ile dikkat çeken bu yapının korunması, bir jeolojik oluşumun kişiler gösterilmesi ve yer bilimlerinin sevdirmesi açısından önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sütun çatlaklar, Miyosen volkanitleri, Bala, Orta Anadolu

ABSTRACT

The attractive vision of columnar joints must be under protection for geological heritage. Columnar joints are typical in Ankara-Bala highway, which found them distance 5 km far away from Bala district (GPS:08241-82526). Columnar joints formed in Miocene volcanic rocks lying the flysch unit Eocene age in region. An area formed joints has 70 m length and 19 m in thickness. Although the area has been destroyed by later tectonic movements it seems that internal structure and primer constitution of joints have been mainly protected.

Microscopic studies indicate that columnar joints occurred in type of olivine basalt. The rocks contain two components; these are phenocrysts and matrix. The phenocrysts consist mainly of pyroxene (augite) and olivine. The matrix components of the basalt include plagioclase microlites and pyroxene plus opaque minerals. In mesoscopic studies, it is clearly seen that later fractures affected and cut formations of the columnar both horizontally and diagonally with respect to columns. Typical brittle shear zones along the some of these fractures have been formed. The gap of every column can be changed from 0.8 cm to 2 cm. Every column does not display main textural varieties, but the distance a few centimeters scale alteration from edge of column to center can be observable. Basal sections of these columns formed by joints are pentagon and hexagonal in shape. The length of sides of pentagons and hexagons can be variable between 8 cm and 42 cm. The columnar joints formed in this region display attractive appearance need to be protected because of geological heritage. Key Words: Columnar joints, Miocene volcanites, Bala, Central Anatolia



MADEN YATAKLARI OTURUMU

ORE DEPOSITS SESSION

Oturum Yürütücüleri / Conveners

**Ahmet SAĐIROĐLU
Cem SARAÇ**

Hasançelebi DOBA Cevherleşmesinin Kökeni ve Bölge Magmatizmasıyla İlişkisinin Sıvı Kapanımı, Nd-Sr İzotopları ve U-Pb, Ar-Ar Yaş Açısından Değerlendirilmesi

Genesis of Hasançelebi IOCG Deposit and Relationships Between Magmatism in terms of Fluid Inclusion, Nd-Sr Isotopes, U-Pb and Ar-Ar Age Dating.

**İlkay KUŞCU⁽¹⁾, Erkan YILMAZER⁽²⁾, Nilgün GULEÇ⁽²⁾, Gülay Sezerer KURU⁽³⁾,
Gonca GENÇALIOĞLU KUŞÇU, Gökhan DEMİRELA⁽⁴⁾**

¹Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Muğla Üniversitesi, MUĞLA (ikuscu@eos.ubc.ca)

²Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ODTU, ANKARA

³MTA Genel Müdürlüğü, ANKARA

⁴Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara Üniversitesi, ANKARA
gkuscu@eos.ubc.ca

ÖZ

Hasançelebi demiroksit cevherleşmeleri, alterasyon desenleri, alterasyon ve cevherleşme arasındaki ilişkiler, cevherleşme tipi ve türleri açısından dünyadaki benzerleri gibi demiroksit-bakır-altın (DOBA) tipi bir cevherleşme olarak tanımlanmıştır (Kuşcu ve diğ., 2002; 2003). Bu tip cevherleşmelerde alterasyon ve cevherleşmeye neden olan akışkanların kaynağı her zaman tartışma konusudur. Hasançelebi bölgesindeki cevherleşme ve alterasyon, Geç Kampaniyen-Geç Maastrichtiyen yaşlı diyabaz, trakit ve siyenit bileşimli kayaçlar üzerinde gelişmiştir. Yankayaçlar üzerinde yapılan zirkon U-Pb ve biyotit-hornblend Ar-Ar radyometrik yaşları; trakitik kayaçların 76.80 My, diyabazların 74.26 My ve siyenitlerin ise 71.80-68.60My yaşında olduğunu ortaya koymuştur. Alterasyon zonlarındaki biyotit-K feldispatlar üzerinde yapılan Ar-Ar radyometrik yaş tayinleri; skapolitli ve manyetit damarcıkları içeren filogopitli kayaçların 74.30 ila 68.64My arasında değişen yaşlara sahip olduğunu göstermektedir. Alterasyon ve cevherleşmelere yan kayaçlık eden orijinal (taze) magmatik kayaçlar ile alterasyon zonlarının yaklaşık aynı radyometrik yaşlarda olması, alterasyon ve cevherleşmenin, Hasançelebi bölgesindeki alkalin magmatizmle ilişkisi olduğu olasılığını kuvvetlendirmektedir. Ancak, alterasyon ve magmatizma arasındaki zaman-mekan ilişkisi, alterasyon ve cevherleşmelere neden olan akışkanların kökeni hakkında bir yorum yapma konusunda yetersiz kalmaktadır. Eğer magmatik kristallenme ve soğuma sırasında salgılanan magmatik-hidrotermal akışkanlar alterasyon ve cevherleşmeye neden olduysa hem magmatik hem de alterasyon zonlarına ait örneklerin izotop sistematiplerinin de birbirlerine benzemesi gerekir.

Magmatik kayaçlar ve alterasyon zonlarına ait Nd-Sr izotop sistematipleri ve ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr oranlarının ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd oranlarına karşı çizildiği izotop korelasyon diyagramı, orijinal kayaç ve alterasyon zonu örneklerinin birbirleriyle örtüşen izotop bileşimlerine sahip olduğunu göstermektedir. Bu da alterasyon süreçlerinin orijinal kayaç izotop bileşimini çok fazla etkilememiş olduğuna ve/veya alterasyon sırasında kayaç-akışkan arasında izotopik denge durumunun korunduğuna ve izotop dengesini değiştirecek harici element alışverişi olmadığına işaret etmektedir. Dolayısıyla, alterasyonu oluşturan çözeltilerin, magmatik kayaçların bölgeye yerleşmesi sırasında doğrudan siyenitik magmadan sağlanmış olan ortomagmatik çözeltiler olduğu öne sürülebilir. Ancak, potasik alterasyon zonundan alınan bir örnek en yüksek ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr - Rb/Sr ve en düşük SiO₂ değerlerine sahiptir. Bu durumda yüksek Sr izotop oranlarına ulaşabilmek için Ca ve Sr bakımından zengin çözeltilerin potasyum metazomatizmasının sürdüğü sırada siyenitik-trakitik kayaçların bünyesinde dolaşması gerekmektedir. Bunlar (1) ya meteorik suların sirkülasyonu sırasında kabuktan yıkanarak-çözündürülerek ortama getirilmiş veya (2) potasik alterasyon sırasında doğrudan deniz suyundan sağlanmış, ya da (3) denizel sedimanlar içindeki gözenek suyunun magma intruzyonu sırasında ısınması ve magmatik-hidrotermal döngüye katılmasıyla yine denizel kökenli olarak ortama girmiş olabilir. Potasik zondaki filogopitler üzerinde yürütülmüş olan sıvı kapanım çalışmaları, bu minerallerin homojenleşme