

TÜRKİYE JEOLojİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Nisan 2014 Cilt 57 Sayı 2
April 2014 Volume 57 Number 2

ISSN 1016-9164



TMMOB JEOLojİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Chamber of Geological Engineers of Turkey

TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Nisan 2014 Cilt 57 Sayı 2
April 2014 Volume 57 Number 2

ISBN 1016-9164

İÇİNDEKİLER CONTENTS

- Esra GÜRBÜZ, Gürol SEYİTOĞLU**
Gölpazarı Havzası'nın Kuvaterner Gelişimi (KB Türkiye)
Quaternary Development of the Gölpazarı Basin (NW Turkey)..... 1
- Ali Kamil YÜKSEL, Talip GÜNGÖR, Ali Murat KILIÇ**
Kuzeybatı Anadolu'daki Ofiyolit Tabanı Metamorfik Kayaçlarından Yeni Bulgular (Gediz-Kütahya)
New Findings From Sub-Ophiolite Metamorphic Rocks in Northwestern Anatolia (Gediz-Kütahya)..... 19
- Taylan SANÇAR, H. Serdar AKYÜZ**
Kuzey Anadolu Fay Zonu, Ilıpınar Segmenti'nin (Karlıova, Bingöl) Paleosismolojisi
Paleoseismology of the Ilıpınar Segment (Karlıova, Bingöl), The North Anatolian Fault Zone 35
- Ahmet KARTALKANAT**
Bolkar Dağlarındaki Eski İşletmeler Vadisinde Yeni Yaş Bulguları ve İlk Maden Ruhsatı: Yazılıtaş (Niğde)
New Age Findings in Ancient Mining Valley in Bolkar Mountains and First Mining Licence: Yazılıtaş, Niğde..... 53

Türkiye Jeoloji Bülteni makale dizin ve özleri:
GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS ve ULAKBİM
Veri Tabanlarında yer almaktadır.

Geological Bulletin of Turkey is indexed and abstracted in:
GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS and ULAKBIM Database

TÜRKİYE JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Chamber of Geological Engineers of Turkey



Gölpazarı Havzası'nın Kuvaterner Gelişimi (KB Türkiye) *Quaternary Development of the Gölpazarı Basin (NW Turkey)*

Esra GÜRBÜZ^{1,2}, Gürol SEYİTOĞLU¹

¹ Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu,
06100, Tandoğan, Ankara

² Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 68100, Aksaray
(e-posta: egurbuz@aksaray.edu.tr)

ÖZ

Gölpazarı Havzası, Türkiye'nin kuzeybatısında, ideal geometrik özelliklerine rağmen literatürde iyi tanıtılmamış bir çek-ayır havzadır. Tabanı 500 m kotunda bulunan havza DKD-BGB yönünde 12 km uzunluğa sahipken en geniş yeri 4.5 km'dir. Sağ yanal doğrultu atımlı Gölpazarı Fayı'na bağlı olarak gelişen havza, KB ve GD kesimlerinde doğrultu atım, KD-GB kenarlarında ise normal karaktere sahip faylarca sınırlanır. Taban seviyesinin GB'ya doğru eğimlenmesi, söz konusu fayların göreceli aktivitelerinin sonucudur. Havza tortulları ve jeomorfolojinin gösterdiği üzere Kuvaterner'in ilk yarılarında kapalı bir çöküntü durumunda olan havzanın güneyinde daha sonra Akçay tarafından bir boğaz açılmış ve havza dış drenaja açık hale gelmiştir. Kalın havza dolgusunun varlığı, havzanın dış drenaja göreceli olarak yakın bir zamanda açılmış olduğuna işaret etmektedir. Havzanın bölgede Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kuzey ve orta kollarının denetiminde gelişen diğer çek-ayır havzalara gerek konumsal gerekse de sağ-yanal doğrultu atımlı rejim altında gelişmiş olması itibarıyla yakınlık göstermesi, bu havzanın da kökensel olarak Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun makaslama alanı içerisinde gelişmiş olabileceğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aktif tektonik, çek-ayır havza, Gölpazarı fayı, Kuzey Anadolu Fay Zonu, morfotektonik

ABSTRACT

The Gölpazarı basin is a pull-apart basin, that located in the northwestern Turkey, is not well-advertised in literature against its ideal geometric features. The basin floor is located at an altitude of 500 m with a size of 12 km in length and 4.5 km in width in ENE-WSW direction. The basin which has developed related to the right-lateral Gölpazarı fault, is bounded by strike-slip faults in the NW and SE edges and by normal faults in the NE and SW margins. The basin floor has tilted towards west as a result of the relative activities of these faults. As represented by the basin fill deposits and geomorphology, the Gölpazarı basin was a

closed depression and then by the opening of a strait in the south of the basin by the Akçay stream, the basin was opened to external drainage in the early Quaternary. The existence of a thick Quaternary sequence indicates that the capturing of the drainage basin by the external drainage has occurred relatively young. Because of the close position of the basin to other pull-apart basins that developed under the control of the northern and middle strands of North Anatolian Fault Zone and origination by the right-lateral strike-slip regime have call to mind a genetic origination within the shear zone of the North Anatolian Fault Zone.

Keywords: *Active tectonics, Gölpaazarı fault, morphotectonics, the North Anatolian Fault Zone, pull-apart basin*

GİRİŞ

Güneydoğu Marmara bölgesinde, Bilecik ilinin doğusunda bulunan Gölpaazarı Havzası literatürde iyi tanıtılmamış bir depolanma alanıdır (Şekil 1). Önceki çalışmalarda çevre jeoloji ve jeomorfolojisi temelinde genel özellikleri esas alınarak karstik çöküntü alanı (örn. Ekmekçi ve Nazik, 2004), ya da normal faylarla sınırlanmış bir graben olarak tanıtılmıştır (örn. Çağlar ve İşseven, 2004; Güner, 1996). Ancak yapısal özellikleri incelenmemiş olan bu havzanın geometrisi, kuzeyindeki Pamukova ve batısındaki Yenişehir gibi Kuzey Anadolu Fayı'na denetlenen havzalarının varlığı, Gölpaazarı Havzası'nın da doğrudan atımlı faylanmalara bağlı bir çöküntü alanı olabileceğini düşündürmektedir.

Literatürde Gölpaazarı Havzası'nın jeolojik evrimine ilişkin ayrıntılı bir inceleme olmamakla beraber, yakın çevresine ait stratigrafinin açıklandığı bazı çalışmalar bulunmaktadır (Abdüsselamoğlu, 1958; Eroskay, 1965; Saner 1977; Yılmaz vd., 1981). Bunlar havzanın hangi temel kayalar üzerinde geliştiğini göstermeleri bakımından önemlidir. Buna karşın doğrudan Gölpaazarı Havzası'na dönük çalışma oldukça azdır ve bunlar tektonik karakteri bağlamında herhangi bir bilgi sunmamaktadır. Gölpaazarı Havzası konumu itibarıyla Türkiye'nin tektonik olarak en aktif bölgelerinden biri olan Marmara bölgesinde yer alır (Şekil 1). Bu durum birinci derece deprem

bölgesi içinde yer alan Gölpaazarı Havzası'nın oluşum ve gelişim süreçleriyle daha iyi tanınması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu eksiklikten hareketle, havzanın tektonik karakterini yapısal ve morfolojik veriler ışığında belirlemek ve KB Anadolu'nun neotektonik çerçevesindeki konumunu tartışmak bu çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır.

ÇALIŞMA ALANININ GENEL JEOLJİSİ

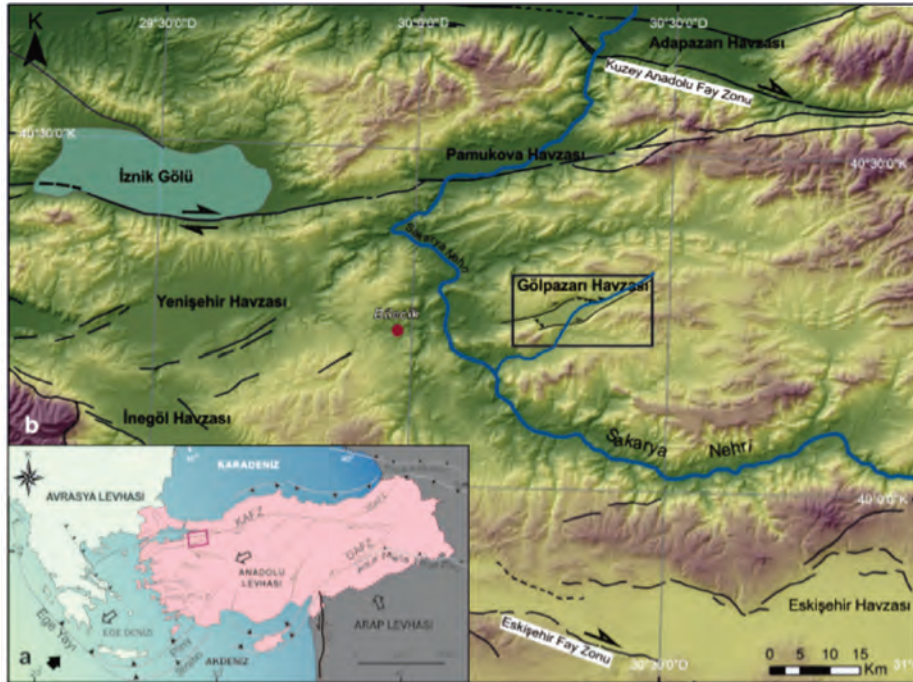
Çalışma alanı ve yakın çevresinin en yaşlı kayalar topluluğu Sakarya Zonu'na ait Paleozoyik yaşlı (Duru vd., 2002) Söğüt metamorfittleridir (Şekil 2). Bunlar, granit ve granitoid kompleksinden oluşan Karbonifer yaşlı (Çoğulu vd., 1965) Sarıcakaya granitoidi tarafından kesilmektedir (Duru vd., 2002). Bu temel kayalar, Pontidler ve Anatolid-Torid kuşakları arasında Sakarya Zonu'nun alt seviyelerinde yer alan, Permo-Triyas yaşlı Karakaya grubunu oluşturan Gökçekaya metamorfittleri ve Karatepe formasyonu ile tektonik dokanaktır (Gedik ve Aksay, 2002). Permo-Triyas yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak Alt Jura yaşlı kırmızı renkli bol fosilli kumtaşlarından oluşan Bayırköy formasyonu gelmektedir. Bayırköy formasyonu üzerinde Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Soğukçam formasyonu ve Bilecik kireçtaşları bulunur. Bilecik kireçtaşları, Geç Jura'da bir neritik karbonat alanı olan Sakarya kıtasının karakteristik ürünleridir (Altınlı,

1973; Saner, 1977; Yılmaz, 1981; Şengör ve Yılmaz, 1981). Erken Kretase'de ise ortamın hızla derinleştiği çörtlü kireçtaşlarının varlığından anlaşılmaktadır. Bu litolojiler üzerine Üst Kretase-Paleosen yaşlı yamaç-havza çökellerinden oluşan ve üst seviyelerinde sığlaşan bir denizel ortamı temsil eden genel olarak grimsi, yeşil renkli marn ve beyaz, bej, kırmızı, pembe renkli, ince tabakalı mikritik kireçtaşı ile az miktarda konglomeradan oluşan Yenipazar formasyonu gelir (Duru vd., 2002). Formasyon üste doğru farklı lokasyonlarda resifal kireçtaşlarından oluşan Selvıpınar (Alt Paleosen) ile karasal çökellerden oluşan Kızılçay (Paleosen) formasyonları sığ denizel ortam ürünlerini içeren Çataltepe (Alt Eosen) ve Halidiye (Orta Eosen) formasyonlarıyla geçişlidir. Karbonat, kiltası, şeyl ve kumtaşı litolojisinden oluşan Halidiye formasyonu üzerine konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı içeren

Gemiciköy formasyonu (üst Eosen- Alt Miyosen) uyumsuzlukla gelmiştir (Gedik ve Aksay, 2002). Halidiye formasyonu ile paralel uyumsuzluk gösteren birim, üstte havza dolgusunu temsil eden Kuvaterner yaşlı birimler tarafından açılal uyumsuzlukla örtülür.

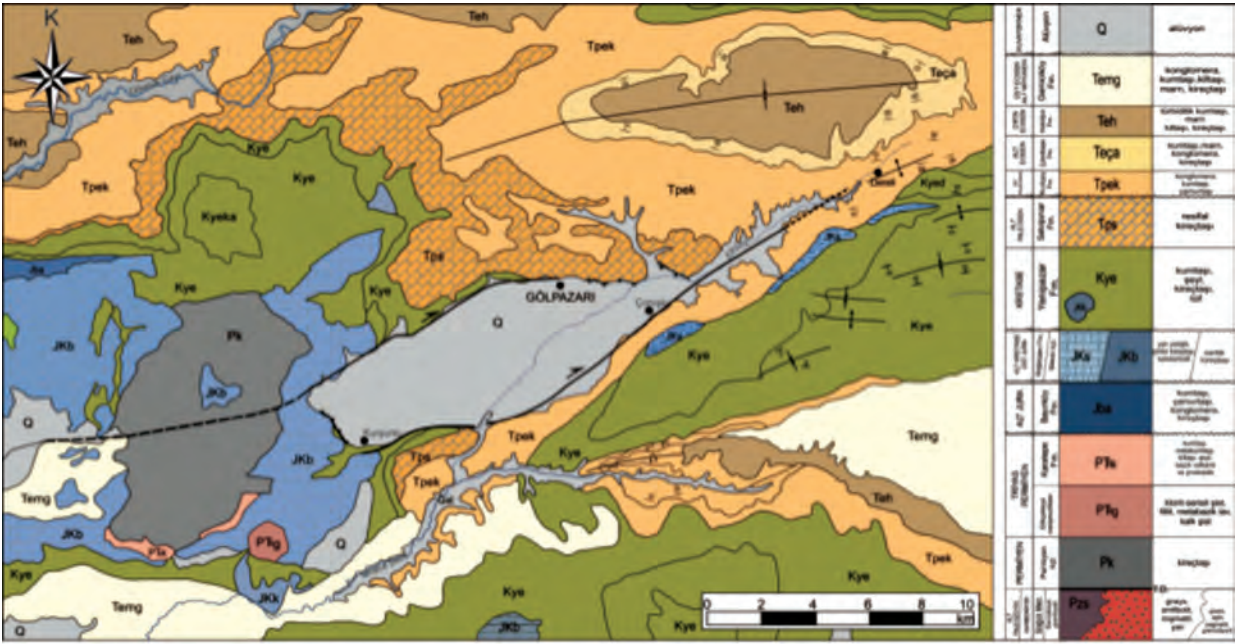
YAPISAL JEOLJİ

Gölpazarı Havzası bulunduğu konum nedeniyle kuzeyde Kuzey Anadolu Fay Zonu ve güneyde Eskişehir Fay Zonu gibi Türkiye'nin önemli doğrultu atımlı fay zonları arasında kalan dikkate değer bir alandır (Şekil 1). Havza doğrultu atımlı sistemlerin doğal bir sonucu olarak oluşmuş olup, doğrultu atımlı faylar ve bunlara diyagonal şekilde gelişen normal faylarla sınırlanır (Önde ve Gürbüz, 2010; Şekil 3).



Şekil 1. A) Türkiye ve yakın çevresinin başlıca tektonik yapıları (Gürbüz ve Gürer, 2008). B) Çalışma alanına ait yer buldurma haritası (Faylar Emre vd. 2013'den sadeleştirilerek alınmıştır).

Figure 1. A) Major tectonic structures of Turkey and surroundings (Gürbüz and Gürer, 2008). B) Location map of the study area (simplified from Emre et al., 2013).



Şekil 2. Çalışma alanı ve çevresinin jeoloji haritası (Duru vd. 2002'den değiştirilerek alınmıştır. Haritadaki kıvrım eksen verileri Tuncer, 2004'ten alınmıştır).

Figure 2. Geological map of the study area and surrounding (modified from Duru et al., 2002. Fold axis data from Tuncer, 2004).

Gölpazarı Havzası'nın oluşumuna sebep olan sağ yönlü doğrultu atımlı fay, bu çalışma kapsamında *Gölpazarı Fayı* olarak adlandırılmıştır. Gölpazarı Fayı KD'da Dereli mevkinin kuzeydoğusundan başlayıp GB'da Hüyük yerleşkesine kadar ~35 km'lik bir uzanımına sahiptir. Fay havzaya girdiği KD kesiminden itibaren çalışma kapsamında iki segment olarak incelenmiş olup bunlardan havzanın güney kesimini sınırlayan KD-GB gidişli Kurşunlu-Dereli segmenti, kuzey kesimini sınırlayan ise Gölpazarı-Hüyük segmenti olarak adlandırılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında bu fay segmentlerine ait düzlemlerin kayma yüzeyleri ve kayma çizikleri incelenmiştir. Elde edilen kinematik veriler FaultKin 7 programında (Marrett ve Allmendinger, 1990; Allmendinger vd. 2012) analiz edilerek yorumlamaları yapılmıştır.

Genel doğrultusu DKD-BGB ile D-B olan Kurşunlu-Dereli segmenti havza güneyinde

belirgin sarplıklar sunar (Şekil 4). Söz konusu sarplıklar herhangi bir drenaj şebekesi tarafından henüz kesilmemiş durumdadır. Kurşunlu-Dereli segmenti, Kurşunlu Köyü civarında Üst Kretase yaşlı birimleri kesmekte ve sağ yanal özellikteki kinematik karakterini açık bir şekilde sergilemektedir (Şekil 5). Havza güneyinde yer alan Kurşunlu ve Çımışkı Köyleri arasında, Üst Kretase kireçtaşlarına ait blok ve çakıllardan oluşan farklı büyüklüklerde birikinti konileri bulunmaktadır. Bunlara ilişkin gözlemler havza dolgusu kısmında verilmiştir.

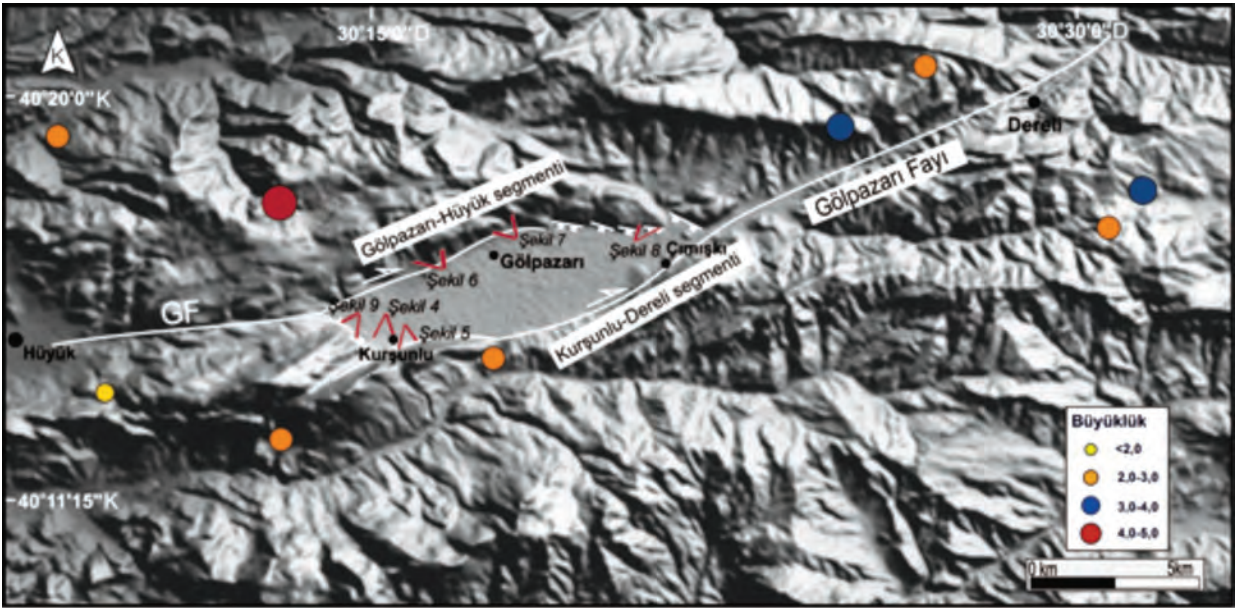
Gölpazarı Fayı'nın, Gölpazarı Havzası'nı kuzeybatıdan sınırlayan segmenti, Gölpazarı-Hüyük segmenti olarak adlandırılmıştır (Şekil 3, 6). Gölpazarı-Hüyük segmenti, Kurşunlu-Dereli segmentine yaklaşık koşut şekilde DKD-BGB ile D-B yönünde uzanım göstermektedir. Gölpazarı ilçesi bu segmentin önünde kurulmuş olup, fay sarplıkları ve düzlemleri Kurşunlu-

Dereli segmentine nispeten daha az korunmuş olmakla beraber bu kesimde de sağ yanal hareket sunmaktadır (Şekil 7).

Çek-ayır havzalarda doğrultu atımlı faylar arasında kalan bloğun uçlarında meydana gelen zıt yönlü hareket bu hareket yönlerine yaklaşık verrev fayların gelişmesine sebep olur (örn. Crowell, 1974). (Şekil 3). Havzanın kuzeydoğu ve güneybatısını sınırlayan faylar, çek-ayır havzaların oluşumunda faaliyet gösteren doğrultu atımlı faylar arasında kalan çöküntünün uç kısımlarını sınırlayan normal faylardır (Şekil 8, 9). Havzanın kuzeydoğusunu sınırlayan

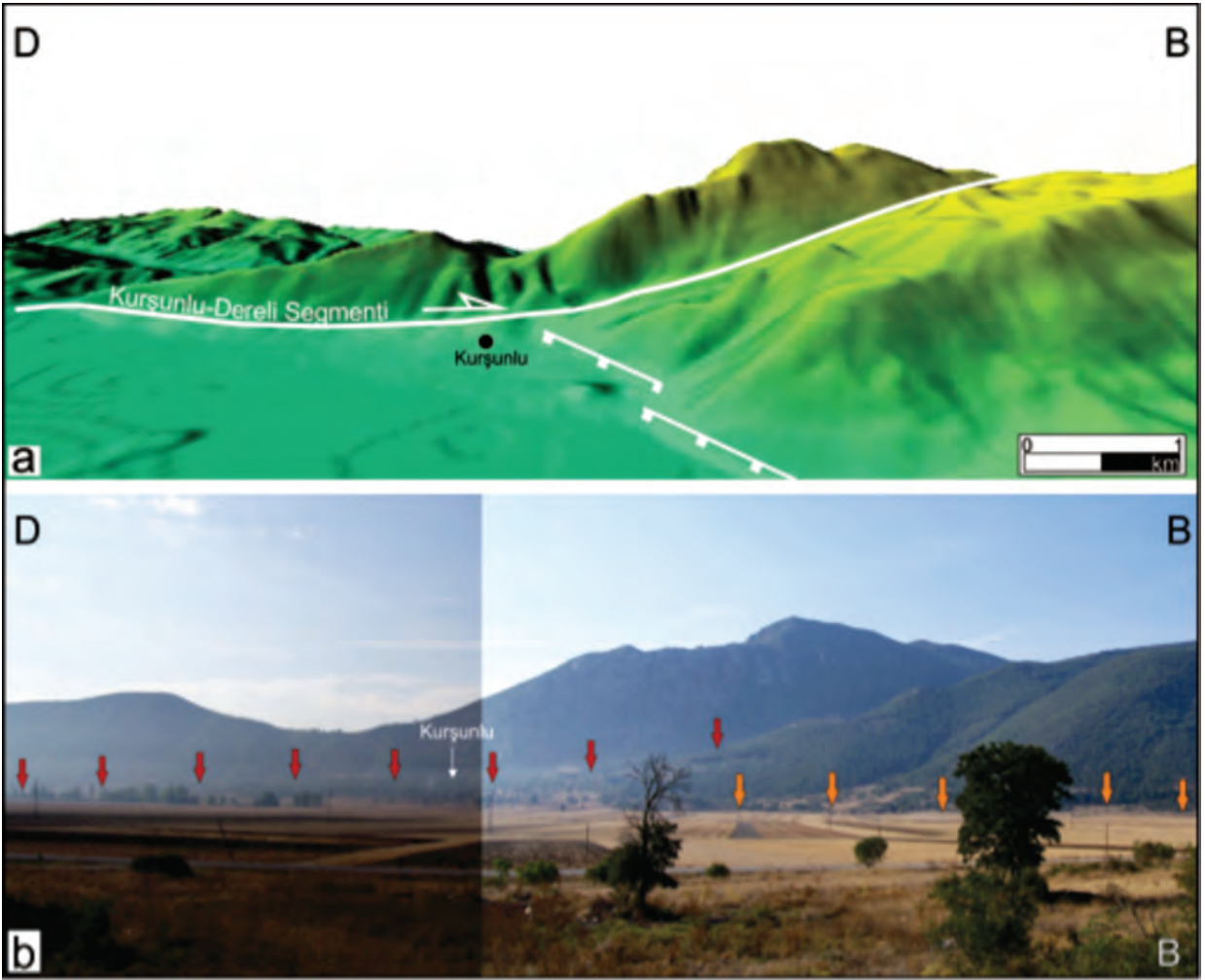
normal faylar KB-GD gidişlidir. Bu kesimdeki faylara paralel/yarı-paralel şekilde uzanan havza güneybatısındaki normal faylı kesimde belirgin üçgen yüzeyler dikkat çekmektedir. Ancak toprak örtüsü nedeniyle bu alanlarda başka bir kinematik veriye rastlanmamıştır.

Bahsi geçen neotektonik dönem yapılarının haricinde çalışma alanının doğu ve kuzeydoğusunda paleotektonik döneme ait kıvrımlar mevcuttur. Eosen ve büyük bölümü Kretase yaşlı birimlerde gözlenen bu kıvrımlara ait eksenler yaklaşık K-G yönlü bir sıkışma fazının varlığına işaret etmektedir (Şekil 2).



Şekil 3. Gölpazarı Havzası'nı denetleyen faylar ve havza civarının depremselliği (Deprem verileri AFAD ve KOERİ'den alınmıştır).

Figure 3. Faults controlled the Gölpazarı Basin and the seismicity around the basin (Eartquake data from AFAD and KOERİ).



Şekil 4. **A)** Kurşunlu-Dereli segmentinin Kurşunlu köyü civarındaki konumunu gösteren Sayısal Yükseklik Modeli (düşey abartı x2). **B)** Aynı alanın arazi görüntüsü (Kuzey'den bakış).

Figure 4. **A)** DEM image that indicates the position of the Kurşunlu-Dereli segment around the Kurşunlu village (vertical exaggeration x2) **B)** Terrain image of the same location (view from north).

MORFOTEKTONİK

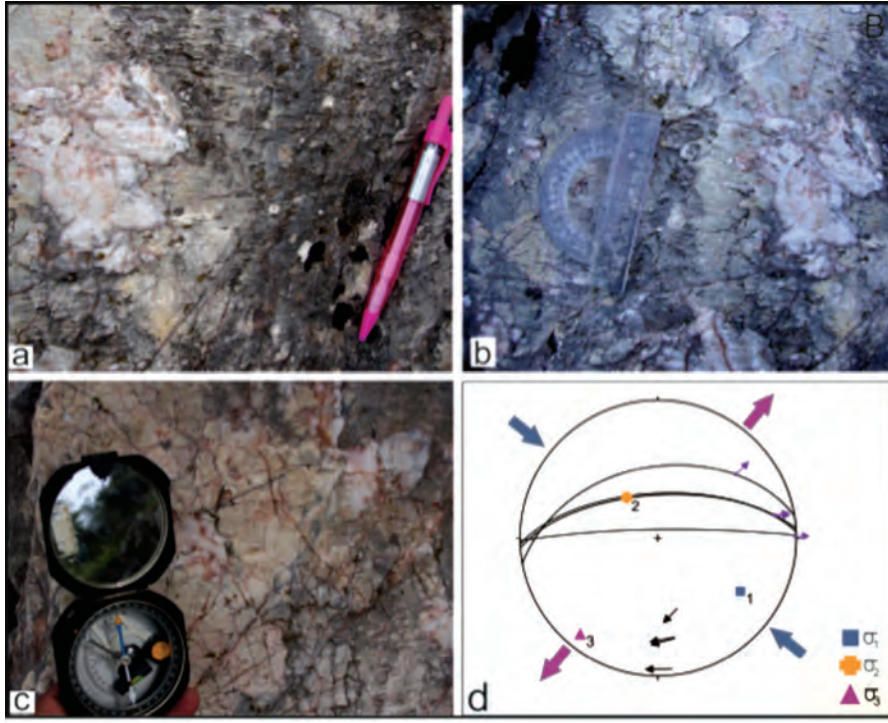
54 km²'lik Gölpazarı havzasını barındıran, ~170 km²'lik beslenme havzası içerisindeki ana akarsu, KD-GB doğrultulu uzanan Akçay'dır. Çalışma alanında gelişen akaçlama ağı dentritik tip drenaj olup, havzanın doğu ve kuzeydoğusunda iyi gelişmiştir (Şekil 10). Sağ yanal doğrultu atımlı faylanmayla ilgili akarsularda gözlenen ötelenmelerin başında havzayı kateden Akçay'ın

~6 km'lik atımı gelirken, bunun haricinde havzanın kuzeyinde Kocaemin Deresi'nde yaklaşık 1,5 km sağ yanal ötelenme gözlenmektedir (Şekil 10). Pleyistosen'de kapalı bir havza durumunda olan Gölpazarı Havzası daha sonra Sakarya Nehri'nin havza güneyindeki boğazı geriye doğru aşındırmasıyla dış drenaja açılmış ve Akçay, Sakarya Nehri tarafından kapılmıştır. Bunun sonucunda havzanın batı kesiminde, havza tabanının en derin bölgesinde önceden yer

alan eski Gölovası gölü büyük ölçüde drene olmaya başlamış ve havza tabanındaki alüvyonlar yarılmıştır. Havzada gözlenen fay sarplıklarının yeni bir drenaj sistemiyle kesilmemiş olması, mevcut drenaj sisteminin henüz havza içlerine ilerlememiş olması, havzanın oluşumunda etken olan fayların aktif olduğunu ve gölün yakın bir zamanda dış drenaja açılması nedeniyle bu alanda yeni bir drenaj sistemi gelişecek kadar vakit geçmemiş olduğunu göstermektedir.

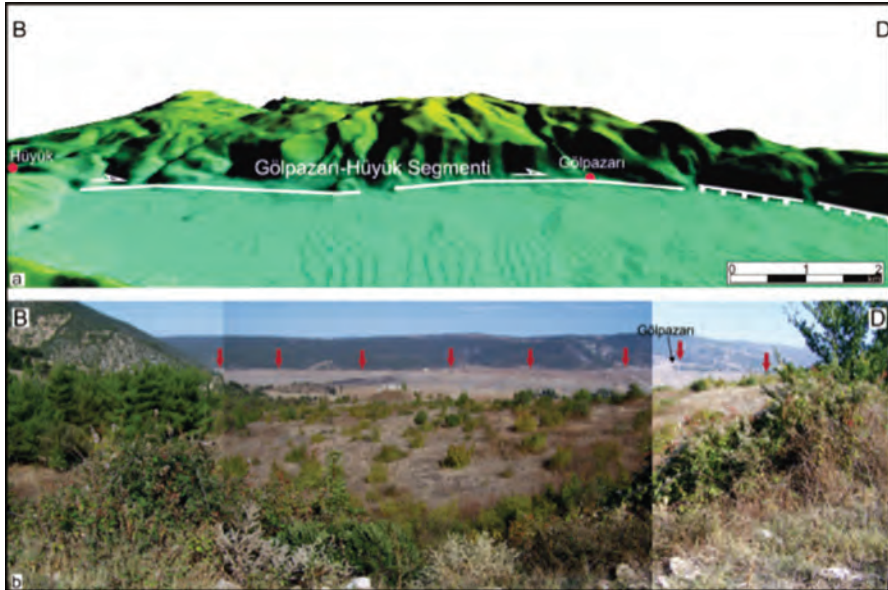
Çek-ayır havzalar derin, çoğunlukla romboidal şekilli çöküntüler olup, iki yanlarından yarı paralel doğrultu atımlı faylar tarafından sınırlanırlar (örn. Crowell 1974). Faylanma mekanizmasından dolayı havzaların uç kesimlerinde, yani doğrultu atımlı fayları kesen kenarlarda deformasyonun ilerleyen aşamasında normal faylar gelişir. Diğer taraftan kazanılan bu eğim atım bileşeni sayesinde sıçrama yapan doğrultu atımlı fayların havza içerisine bakan yüzeyleri boyunca eğim atım bileşeni de etkili olmaya başlar. Bu da ana karakteri doğrultu atım olan faylar arasında kalan alanın çökmesine sebep olur. Çalışma alanında bu çökmenin gözlenebilmesi için havzayı sınırlayan fayları keser şekilde topografik profiller alınmıştır (Şekil 11). Hazırlanan sayısal yükseklik modeli ve alınan kesitlerde dikkat çeken en önemli husus havza kenarları ile havza tabanının yüksek açılarla birleşmesidir. Bunlardan KP3 ve KP4 Gölpazarı-Hüyük segmentine, KP5-KP10 Kurşunlu-Dereli segmentine, KP1 ve KP2 ise havzanın KD'sunu sınırlayan normal fayın doğrultusuna dik olarak alınmıştır. Diğer kenar profillerinden farklı olarak KP4 profilinde, düzlük olarak gözükmesi beklenen alan, eğimli ve diğer profillerin alt seviyelerinden yüksek kotta görülmektedir. Bunun nedeni bu alanda meydana gelen heyelan sonucu taşınan

malzemenin eğimin azaldığı alanda birikmiş olmasıdır. Buna ek olarak KP7 ve KP8 profillerinde ki kademeli yapı bu bölümdeki eski faylanmalara işaret etmektedir. KP9 ve KP10 profillerinin alındığı yüzeyler ise belirgin üçgen yüzeyler olup, KP7 ve KP8'de gözlenen genç fayın bu hat boyunca devam ettiğini göstermektedir. Yüksek açılı havza kenar morfolojisi ile çalışma alanı ve yakın çevresinde hâkim litolojinin kireçtaşı olması bu alanda karstlaşma etkisini düşündürmektedir. Önceki çalışmalarda havzanın gelişimi ile ilgili olarak bölgede karstlaşmaya bağlı çökme olduğundan bahsedilirken (örn. Ekmekçi ve Nazik 2004), diğer bir çalışmada ise Gölpazarı Havzası karstik olmayan alan olarak haritalanmıştır (Tuncer, 2004). Bu çalışmada yapmış olduğumuz gözlemlerimize göre ise, karstlaşmanın havza kenarındaki bazı birimlerde etkili olduğu fakat bunun Gölpazarı havzasının açılmasında doğrudan bir etken olamayacağı yönündedir. En önemli karstlaşma izlerine Jura-Alt Kretase yaşlı Bilecik kireçtaşlarında rastlanmaktadır. Birimin özellikle havzanın batısında kalan Hüyük bölümünde karstik yapılar oluşturduğu görülmüştür. Bununla beraber havzanın KB sınırını oluşturan ve Bilecik kireçtaşlarından oluşan Sipahi Dağı'nda topoğrafyanın da etkisiyle karstik etki azalmış, dağın havzaya bakan kısımlarında faylanmanın etkisiyle sarp yamaçlar oluşmuştur. Çalışma alanında karstik etkinin görüldüğü bir diğer birim resifal kireçtaşlarından oluşan Selvipınar formasyonudur (Şekil 12). Özellikle havza KD sınırının ardında kalan bölümde birim içinde yatay yönde gelişim göstermiş karstik boşluklar mevcuttur. Boşlukların yatay yönde gelişmesi, bu alanda karst taban düzeyinin morfolojik taban düzeyinden yüksekte olmasıyla açıklanmıştır (Tuncer, 2004).



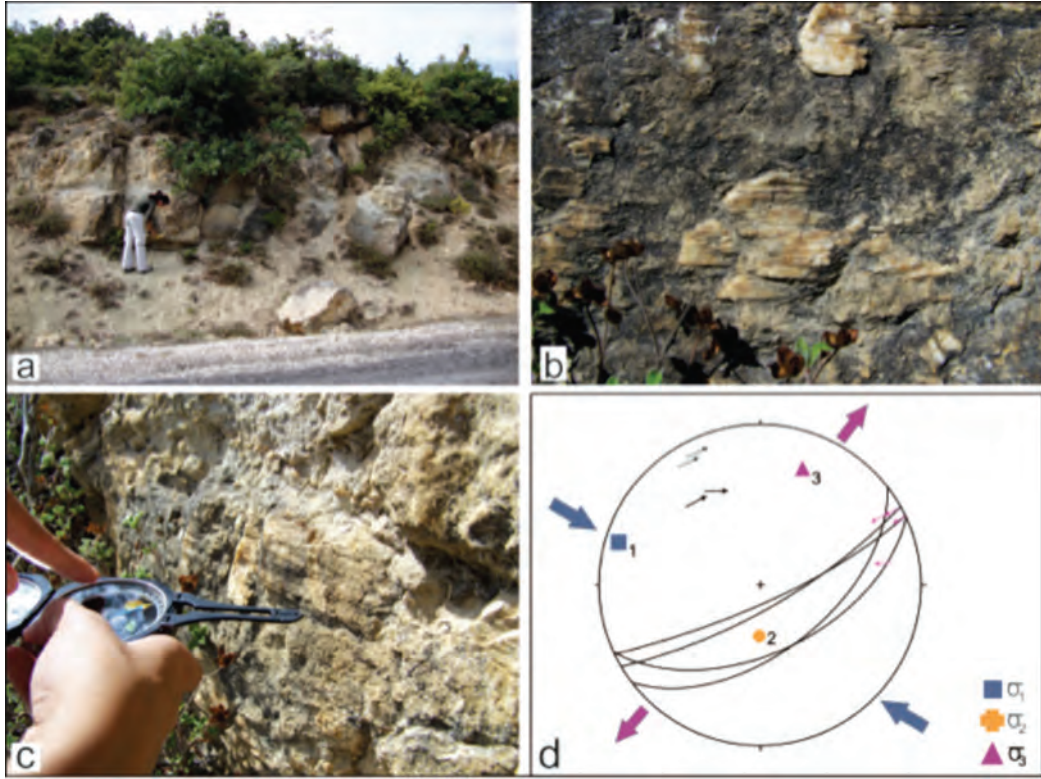
Şekil 5. Kurşunlu-Dereli segmentinin Yenipazar formasyonu içerisinde gözlenen fay düzlemlerine ait kinematik veriler.

Figure 5. Fault planes and kinematic data related to the Kurşunlu-Dereli segment observed in the Yenipazar formation.



Şekil 6. A) Havza kuzeyini sınırlayan Gölpaşarı-Hüyük segmentine ait Sayısal Yükseklik Modeli. B) Aynı alanın arazi görüntüsü (Güney'den bakış).

Figure 6. A) DEM image the Gölpaşarı-Hüyük segment that bounds the northern margin of the basin B) Terrain image of the same location (view from south).



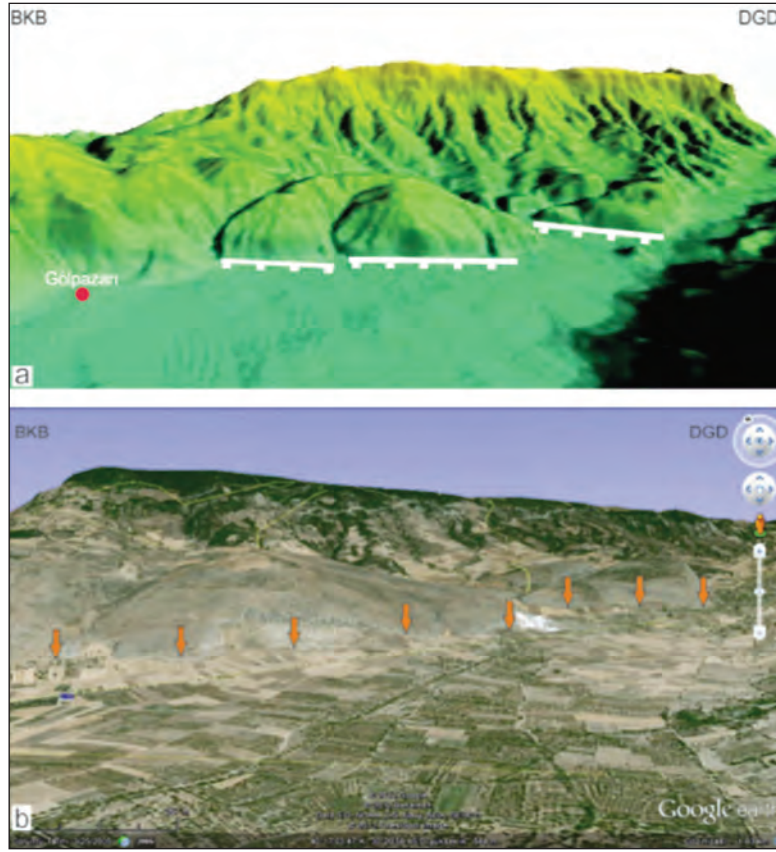
Şekil 7. Gölpazarı-Hüyük segmentinin Selvipınar formasyonu içerisinde gözlenen fay düzlemleri ve fay çiziklerine ait stereonet diyagramı.

Figure 7. Fault planes and kinematic data related to the Gölpazarı-Hüyük segment observed in the Selvipınar formation.

Havza tabanı üzerinde tektoniğin etkisini anlamak üzere alınan iki adet profilden TP1 havzanın uzun eksenine paralel, diğer bir profil ise buna dik konumdadır (Şekil 11). Havzanın güney kenarı morfolojik olarak daha yüksek olmasına rağmen, uzun eksene dik alınan TP2 profilinde ise tabanda ciddi bir eğimlenme görülmemektedir. TP1 profilinde, ortalama yükseltisi 500-550m kadar olan havza tabanının genel eğiminin GB doğrultusunda olduğu açıkça görülmektedir (Şekil 11). DSİ tarafından 1974'te Gölpazarı havzası içerisinde yapılan jeofizik resistivite etüdünde

300-500 m derinliğe inebilen 90 noktadan ölçüm alınmıştır (Şekil 10). Resistivite ölçülerinden hazırlanan havza kesitleri de yüzeydeki gözlemleri destekler niteliktedir (Şekil 13).

1963 yılına kadar sığ bir göl (Gölovası Gölü) bulunan bu alana doğu eğim oldukça azdır (%0.1). Eldeki sondaj loglarının değerlendirilmesi sonucunda gölün daha önceki zamanlarda havzada daha geniş bir alan işgal ettiği, zamanla çekilerek 1963 yılında DSİ tarafından kurutulmadan önceki konumunu aldığı anlaşılmaktadır.



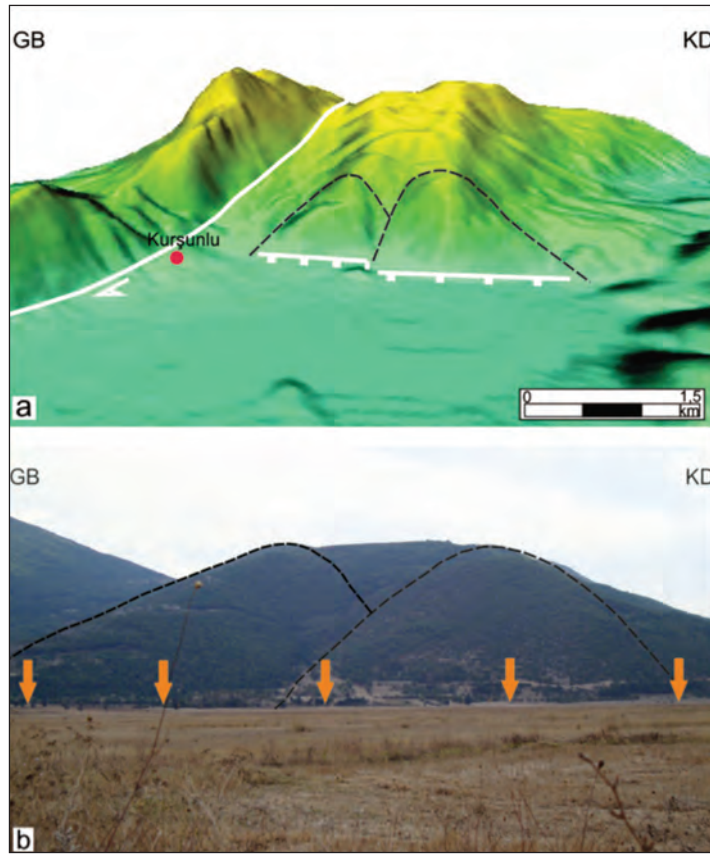
Şekil 8. A) Havza kuzeydoğusunu sınırlayan normal fayın konumunu gösteren Sayısal Yükseklik Modeli **B)** Aynı alanın Google Earth görüntüsü (düşey abartı x3) (GB'dan bakış).
Figure 8. A) DEM image of the normal fault bounds the northeastern margin of the basin **B)** Google Earth image of the same location (vertical exaggeration x3) (view from southwest).

HAVZA DOLGUSU

Yukarıda da belirtildiği üzere Gölpaazarı Havzası doğrultu atımlı ve normal faylarla sınırlı bir çöküntü alanıdır. Literatürdeki pek çok çek-ayır havza gibi Gölpaazarı Havzası da belirli bir kenar morfolojisine ve buna bağlı olarak gelişen kenar tortularına sahiptir (Şekil 14). Arazi çalışmalarında gözlenen alüvyal ve birikinti yelpazeleri gibi depolanma alanları fayların aktivitesini belirgin şekilde ortaya koymaktadır.

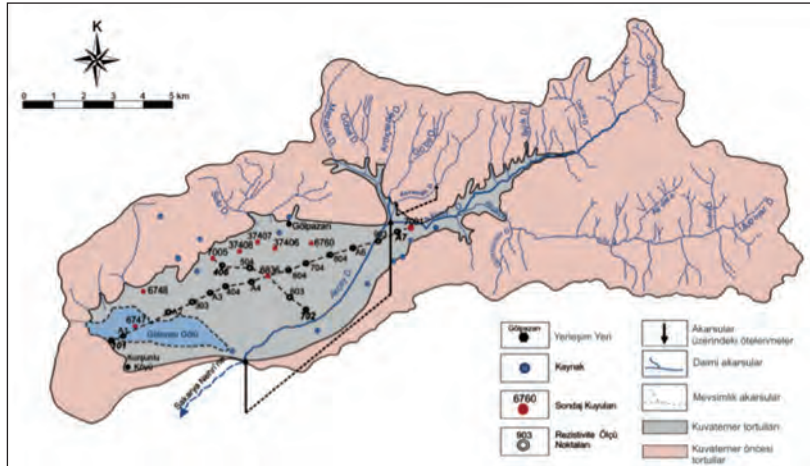
Havzanın güneyini sınırlayan yükseltelerin önlerinde yamaç molozlarından oluşan irili ufaklı birikinti konileri bulunmaktadır. Özellikle Kurşunlu ile Çımışkı Köyleri arasında tane bileşenleri Üst Jura-Alt Kretase yaşlı karbonatlı ve Paleosen yaşlı kırıntılı kayalardan oluşan yamaç molozları gözlenmektedir (Şekil 14).

Gölpaazarı Havzası içerisinde DSİ tarafından değişik yıllarda yapılan 9 adet sondaja ait loglar yorumlanmıştır (Şekil 10, 15).



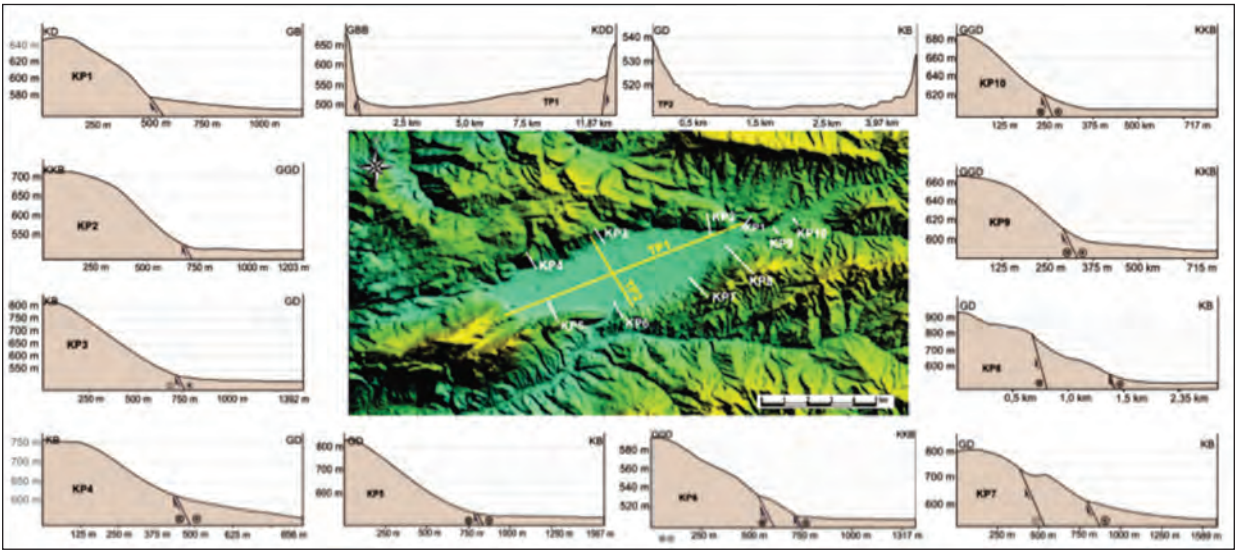
Şekil 9. A) Havza güneybatısını sınırlayan normal fayın Sayısal Yükseklik Modeli (düşey abartı x2). B) Aynı alanın arazi görüntüsü (D'dan bakış).

Figure 9. A) DEM image the normal fault bounds the southwestern margin of the basin (vertical exaggeration x2) B) Google Earth image of the same location (view from east).



Şekil 10. Gölpazarı Havzası ve yakın çevresinin drenaj haritası ile havzada yapılmış sondajların ve rezistivite ölçüm noktalarının yerleri (DSİ 1974'ten değiştirilerek alınmıştır).

Figure 10. Drainage map of the Gölpazarı basin and surrounding area, and locations of the borehole and resistivity points (modified from DSİ, 1974).



Şekil 11. Gölpazarı Havzası'nın kenarları ve tabanı boyunca alınmış topografik profiller.
Figure 11. Topographical profiles along the basin margins and basin floor.

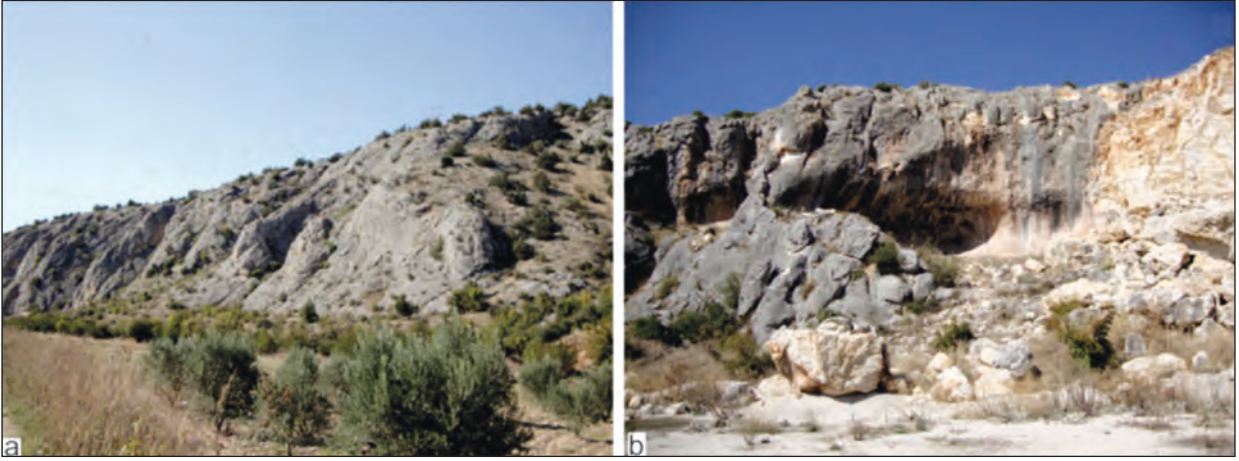
Bölgede yapılan sondajlar 50-280 m arasında olup, bunlardan havzanın kuzey kenarında yer alan üç tanesi (37406, 37407, 37408) temel birimleri 50 ve 100 m'lerde kesmiştir. Havzanın güney yarısında kalan ve havzada yapılmış en derin sondajda ise 280 m'de dahi temele girilememiştir (Şekil 15). Havza içerisindeki istif tamamen Kuvaterner yaşlı alüvyonlardan oluşsa da havza doğusu ve batısı arasında bir takım hidrografik farklılıklar görülmektedir. Gölpazarı yerleşkesi ile Akçay'ın havzayı terk ettiği boğaz referans alınarak çizilen yaklaşık K-G doğrultulu bir hattın doğusundaki çökeller genel olarak kum ve çakıl bileşenlidir. Buna bağlı olarak da önemli miktarda yeraltı suyu içerirler. Ancak hattın batısında ise killi malzeme hâkimdir ve yer altı suyu içermemektedir (DSİ, 1974).

Sondaj loglarında verilen litolojiler dikkate alınarak başlıca 8 litofasiyes ayırtlanmıştır (Tablo 1). Bu fasiyeslerin loglardaki dağılımı belirli gruplanmalar göstermektedir. Genellikle çakıl, killi çakıl, killi kumlu çakıl ve kumlu çakıl

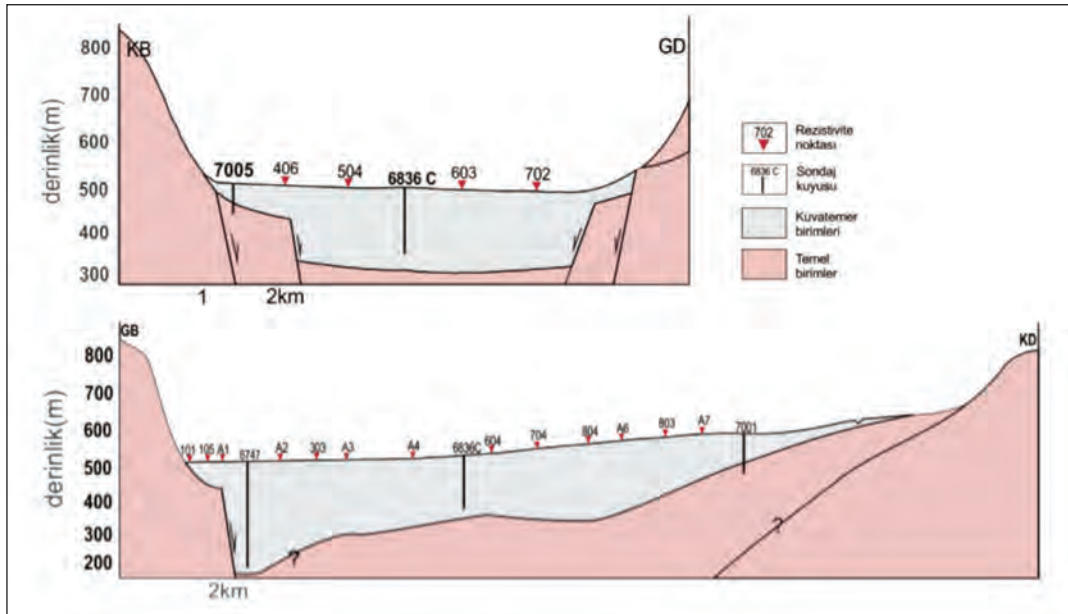
kendi arasında bir fasiyes birliği oluşturmuştur. Birinci fasiyes topluluğu (FT1) kum-çakıl egemen, kaba taneli malzemeden oluşur ve havza kenarı tortullarını teşkil eder. Bunlar büyük olasılıkla küçük alüvyon yelpazeleri ve bunların gerisindeki birikinti konileridir. Yeşil ve bej renkli killer ikinci bir fasiyes topluluğudur (FT2). Killerin açık ve koyu renkli oluşları dikkat çeker. FT2 su içinde çökelmeyi dolayısıyla göl ortamını temsil eder. Koyu renk (yeşil) genellikle organik maddeden ve/veya kil içindeki demirin oksitlenmesinden ileri gelir. Her iki durumda da durgun, hızlı, yenilenmeyen göreceli olarak derin su ortamlarını işaret eder (Cohen, 2003). İkinci fasiyes topluluğunun açık renkli killeri büyük olasılıkla göl ortamının dış drenaja açıldığı, tatlı sulu göl olduğu dönemleri temsil eder (örn. Cohen, 2003). Buna göre jeolojik zaman içerisinde eski Gölovası gölünün derinleştiği ve sığlaştığı veya açık ve kapalı hale geldiği göl konumları olmuştur. Sondajlarda belirlenen göl istifinin üçüncü bölümü killi kum ve kumun oluşturduğu 'kumlu fasiyes topluluğu'dur. Bunlar çoğunlukla istifin

en üst düzeylerinde bulunurlar. Bu üçüncü fasiyes topluluğu (FT3), büyük olasılıkla gölün ortadan kalktığı ve akarsu ortamının oluştuğu dönemi temsil etmektedir. Genel olarak bakıldığında FT1, FT2 ve FT3 fasiyes topluluklarıyla yanal geçişlidir. Havza kenarı ve havza ortası alanı işaret eder. FT2

ise FT3 topluluğu tarafından örtülmektedir. Yani önce derin olan göl zamanla sığlaşmış, ardından göl ortadan kalkarak, yerine akarsuların hâkim olduğu 'ova' durumu egemen hale gelmiştir. Bu durum giderek sığlaşan ve kapanan bir göl havzasını göstermektedir.

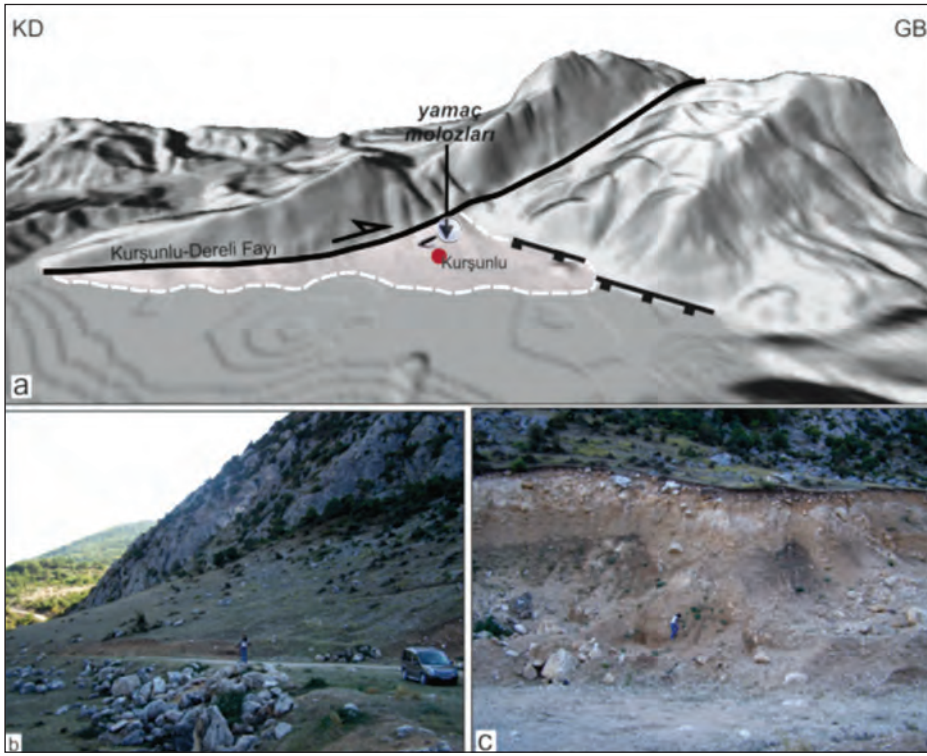


Şekil 12. Havza kuzeydoğusunda yer alan fay sarpıkları ve bu alanda gözlenen karstik yapılar.
Figure 12. Fault scarps located in the northeast of the basin and observed karstic structures in this area.



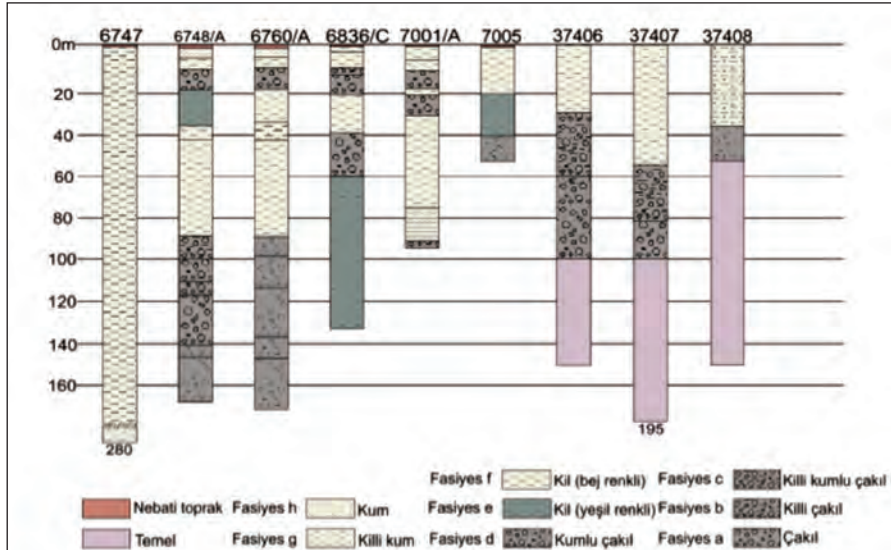
Şekil 13. Gölpazarı Havzası'nın rezistivite verilerine göre hazırlanmış kesitleri (DSİ, 1974; kesit hatları için Şekil 10'a bakınız).

Figure 13. Geological sections of the Gölpazarı basin according to resistivity data (DSİ, 1974; please look at Figure 10 for section lines).



Şekil 14. A) Kürşunlu köyü civarında yamaç molozlarının kapladığı alanı gösteren Sayısal Yükseklik Modeli B ve C) Kürşunlu mevkinde bulunan yamaç molozları

Figure 14. A) DEM image presents the talus covered area around the Kurşunlu village. B and C) Talus deposits around Kurşunlu village.



Şekil 15. Gölpaazarı Havzası'nda yapılmış sondajlara ait loglar (DSİ 1974'ten değiştirilerek alınmıştır, sondaj yerleri için Şekil 10'a bakınız).

Figure 15. Logs of boreholes that drilled in the Gölpaazarı Basin (modified from DSİ, 1974; please look at Figure 10 for borehole locations).

Çizelge 1. Havza totullarına ait fasiyes özellikleri.

Table 1. *Facies characteristics of basin deposits.*

Fasiyes Toplulukları	Fasiyes	Litoloji	Özellikler	Ortamsal Yorum
FT1	<i>Fasiyes a</i>	Çakıl	Tutturulmamış ve/veya az tutturulmuş kaba taneli malzeme. Köşeli ve az yuvarlanmış. Çimento ve tane destekli.	Alüvyal yelpaze ve yamaç molozları. Havza kenar tortullarını temsil eder.
	<i>Fasiyes b</i>	Killi çakıl		
	<i>Fasiyes c</i>	Killi kumlu çakıl		
	<i>Fasiyes d</i>	Kumlu çakıl		
FT2	<i>Fasiyes e</i>	Yeşil kil	Yeşil kesimler plastik özellikte.	Sığ ve görelî derin gölsel çökeller.
	<i>Fasiyes f</i>	Bej renkli kil		
FT3	<i>Fasiyes g</i>	Killi kum	Akçay'ın getirdiği malzemelerce temsil olan orta, kaba kum. Yer yer kil içermekte.	Flüvyal tortullar.
	<i>Fasiyes h</i>	Kum		

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Hiç kuşkusuz KB Anadolu'da en etkin tektonik yapıyı Kuzey Anadolu Fayı ve kolları oluşturmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı, Bolu yakınlarında kollara ayrılır ve çok sayıda Kuvaterner yaşlı havza oluşturur. Bu bağlamda Gölpazarı Havzası'nın Bolu tarafında üç kola ayrılan KAFZ'nin güney kolu üzerinde yer aldığı önerilmektedir (Seyitoğlu ve diğ. değerlendirmede).

Gölpazarı Havzası'nda ve kenar kesimlerinde Neojen'e ait herhangi bir tektonik kontrollü çökel birimi gözlenmemiştir. Bölgeye Geç Pliyosen'de yerleşen Sakarya Nehri'nin (Emre ve diğ. 1998) Gölpazarı Havzası'na ait Akçay'ı kapabilmesi ancak bu dönemden sonra gerçekleşmiş olmalıdır. Bu da havzanın oluşum yaşının Sakarya Nehri'nin bölgeye yerleşiminden sonra, ancak Akçay'ın dış drenajca kapılmasından önce olmasını gerektirir.

Ölçeksel olarak ele alındığında Gölpazarı Havzası bölgedeki diğer çek-ayır havzalara göre daha küçüktür (54 km²). Örneğin bölgedeki diğer yakın havzalardan Yenişehir Havzası 186 km², Pamukova Havzası 102 km² yüzey alanına sahiptir.

Söz konusu havzaların oluşum yaşları için Geç Pliyosen yaşı önerilmiştir (Koçyiğit 1988; Gürbüz ve Güner 2008, Gürbüz, 2010). Çek-ayır havzalarla ilgili literatürdeki çalışmalar, bu ve benzeri havzaların evrimlerinin ilerleyen aşamalarında, havza kesen faylarca biçildikleri zamana dek büyüdüklerini göstermektedir (bkz. Rahe ve diğ., 1998; Gürbüz ve Güner, 2009). Bölgede Gölpazarı havzasına boyutca en yakın olan havza Sapanca Gölü çek-ayır havzasıdır (~60 km²) ve bu havza da Orta Pleyistosen'de gelişmiştir (Gürbüz ve Güner, 2008). Tüm bunlar dikkate alındığında Gölpazarı Havzası'nın oluşumu için önerilebilecek en uygun yaş Erken-Orta Pleyistosen'dir.

Gölpazarı Havzası, açılımı ile birlikte giderek derinleşen bir göl ortamı haline gelmiş ve bu süre boyunca özellikle kuzeydoğu kesiminden hızlı ve fazla tortul almıştır. Göl Pleyistosen'de hızlı tortul alımıyla beraber, tatlı sulu ve dış drenaja açık hale gelmiştir. Göreceli olarak küçük bir havzada oldukça hızlı gelişen tortul alımı ve biriken kalın istif tektonik faaliyeti işaret etmektedir. Büyük olasılıkla Orta-Geç Holosen'de havzanın göl niteliği ortadan kalkmış ve akarsu-ova rejimi halini almıştır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmada birinci yazarın, ikinci yazardan danışmanlığı kapsamında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamlamış olduğu yüksek lisans tez çalışmasının bir kısmını içermektedir. Yazarlar çalışmanın gerçekleştirilmesinde, ikinci yazarın yurtdışında bulunduğu süreçte tez danışmanlığını üstlenen ve sedimentolojik incelemeler konusunda bilgilerini paylaşan Nizamettin Kazancı'ya, ayrıca görüş ve önerileriyle tez çalışmasına katkı sağlayan Bülent Kaypak, Mustafa Ergin, Korhan Esat, Sinan Akıska, Ayşe Çağlayan ve Alper Gürbüz'e teşekkür ederler.

EXTENDED SUMMARY

The Gölpazarı basin is a pull-apart structure that located in northwestern Turkey, is not well-advertised in literature in contrast to its ideal geometric features. The basin floor is situated at an altitude of 500 m with a size of 12 km in length and 4.5 km in width in an ENE-WSW direction. The basin has been developed as a natural result of strike-slip tectonics and bounded by diagonal normal faults as well as right lateral strike-slip faults. In this study, the right lateral strike-slip fault that caused the development of the Gölpazarı basin has been denominated as the Gölpazarı fault. The Gölpazarı fault extends at a length of ~35 km between Dereli village to the northwest and Hüyük village to the southwest. The fault is investigated under two segments; the NE-SW trending Kurşunlu-Dereli segment which bounds from the southern margin of the basin, and the parallel directed Gölpazarı-Hüyük segment along the northern margin of the basin. The northeastern and southwestern basin bounding faults represent by normal faults which are located in the both ends of pull-apart basin development process. The main stream that flows within 170 km² of

drainage basin, which includes the 54 km² of Gölpazarı basin, is the NE-SE trending Akçay stream. As a result of strike-slip faulting, some deflections have been observed along the primary and secondary streams of the basin. Topographic profiles that distributed in basinwide have been analysed to understand the effects of tectonic activity along the basin margins and on basin floor. The Gölpazarı basin have a definite margin morphology and consequently developed basin margin deposits like almost of all pull-apart basins in literature. Within the scope of our study, facies characteristics of these basin margin deposits and basin infill have been analysed and interpreted. According to our geomorphological and sedimentological observations, the likeliest age that can be suggested for the development of the Gölpazarı basin is Early-Middle Pleistocene. As determined from the facies analysis, the Gölpazarı basin was a deepening lacustrine environment in the initial stages of development. During this period, the basin fed by big amounts of sediment particularly from the northeastern portion. Due to rapid infilling process in Pleistocene, this lacustrine environment had become a freshwater basin and opened to external drainage. This quite fast evolving sediment recharge and deposited thick sequence in such a relatively small-scaled basin indicate relatively high amounts of tectonic activity. Probably, the lacustrine environment of the basin disappeared in Middle-Late Holocene, and the basin turned into current fluvial-plain regime.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Abdüselamoğlu, M.Ş., 1958. Göynük-Gölpazarı bölgesinde denizel Miyosen var mı?, MTA Raporu, No: 2674
- Allmendinger, R. W., Cardozo, N. C., ve Fisher, D., 2012. Structural Geology Algorithms: Vectors & Tensors: Cambridge, England, Cambridge University Press, 289 pp.

- Altınlı, İ.E., 1973. Orta Sakaryanın Jeolojisi. 50. Yıl Yerbilimleri kongresi, Tebliğler Dergisi, MTA Yay., s. 159-187.
- Cohen, A.S., 2003. Paleolimnology : The History And Evolution Of Lake Systems/Andrew S. Cohen Oxford ; New York : Oxford University Press, c2003.
- Crowell, J.C., 1974. Origin of late Cenozoic basins in southern California, in Dickinson, W.R., ed., Tectonics and Sedimentation: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists (SEPM) Special Publication 22, p. 190-204.
- Çağlar, İ. ve İşseven T. 2004. Two-dimensional geoelectrical structure of the Göynük geothermal area, northwest Anatolia, Turkey. Journal of Volcanology and Geothermal Research 134, 183- 197.
- Çoğulu, H. E., Delaloye, M. ve chessex, R., 1965, Sur l' age de Quelques roches plutoniques acides dans la région d'Eskişehir- Turquie: Arch. Sci. Geneve, v. 18, p. 692-699.
- DSİ, 1974. Gölpazarı Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu. Ankara, s.18
- Duru, M., Gedik, İ. ve Aksay, A. 2002. MTA Genel Müdürlüğü, 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Adapazarı-H24 Paftası, No:37, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Ekmekçi, M. ve Nazik, L. 2004. Evolution of Gölpazarı-Huyuk karst system (Bilecik-Turkey): Indications of morpho-tectonic controls. Int. J. Speleol., 33 (1/4), 49-64.
- Emre, Ö., Erkal, T., Tchepalyga, A., Kazancı, N., Keçer, M. ve Ünay, E. 1998. Doğu Marmara bölgesinin Neojen-Kuaternerdeki evrimi. Maden Tetk. Arama Derg., No. 120, pp. 289-314.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun ve Şaroğlu, F., 2013. Türkiye Diri Fay Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30. Ankara-Türkiye.
- Eroskay, S.O., 1965. Paşalar Boğazı-Gölpazarı Sahasının jeolojisi. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, Seri: B, Cilt: XXX, Sayı:3-4, s. 135-170.
- Gedik, İ. ve Aksay, A., 2002. MTA Genel Müdürlüğü, 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Adapazarı-H25 Paftası, No: 38, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara
- Gürbüz, A. ve Gürer, Ö. F., 2008. Tectonic geomorphology of the North Anatolian Fault Zone in the Lake Sapanca Basin (Eastern Marmara Region, Turkey). Geosciences Journal 12(3), 215-225.
- Gürbüz, A. ve Gürer, Ö. F., 2009. Middle Pleistocene extinction process of pull-apart basins along the North Anatolian Fault Zone. Physics of the Earth and Planetary Interiors, 173, 177-180.
- Gürbüz, A., 2010. Geometric characteristics of pull-apart basins. *Lithosphere* 2 (3), 199-206.
- Koçyiğit, A., 1988. Tectonic setting of the Geyve basin: age and total displacement of Geyve fault zone, METU Pure Appl. Sci., 21, pp. 81-104.
- Marrett, R. A., ve Allmendinger, R. W., 1990. Kinematic analysis of fault-slip data: Journal of Structural Geology, v. 12, p. 973-986.
- Önde, E. ve Gürbüz, A., 2010. Morphotectonic setting of the Gölpazarı pull-apart basin: Implications on the region between the North Anatolian and Eskişehir fault zones, NW Turkey. Geophysical Research Abstracts Vol. 12, EGU 2010-944-2.
- Saner, S., 1977. Geyve-Osmaneli-Gölpazarı-Taraklı alanının jeolojisi; Eski çökeltme alanları ve çökeltmenin evrimi. MTA Raporu, No: 6306 (İstanbul Üniversitesi Tatb. Geo. Kürsüsü, Doktora Tezi).
- Seyitoğlu, G., Kaypak, B., Aktuğ, B., Gürbüz, E., Esat, K. ve Gürbüz, A. An alternative route for the southern branch of North Anatolian Fault Zone, NW Turkey. *Değerlendirmede*.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach, Tectonophysics, 75, 181-241.
- Tuncer, K., 2004. Sakarya Nehri-Göynük Çayı Çatak Çayı Arasındaki Sahanın Karst Jeomorfolojisi, 258 s., İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, Y., 1981. Atlantik tip bir kıta kenarının Pasifik tip bir kıta kenarına dönüşümüne Türkiye'den örnek: Türkiye Jeoloji Kurultayı Konf. Ser., 27.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E.J., Tüysüz, O. ve Gözübol, A.M., 1981. Abant (Bolu)-Dokurcun (Sakarya) arasında kalan KAF zonunun kuzey vegüneyinde kalan tektonik birliklerin jeolojik evrimi. MTA Raporu, No.7085.

Makale Geliş Tarihi : 18 Aralık 2013

Kabul Tarihi : 3 Şubat 2014

Received : 18 December 2013

Accepted : 3 February 2014



Kuzeybatı Anadolu'daki Ofiyolit Tabanı Metamorfik Kayaçlarından Yeni Bulgular (Gediz-Kütahya)

*New Findings From Sub-Ophiolite Metamorphic Rocks
in Northwestern Anatolia (Gediz-Kütahya)*

Ali Kamil YÜKSEL¹, Talip GÜNGÖR², Ali Murat KILIÇ¹

¹ Balıkesir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 10145 Balıkesir
(e-posta: akyuksel@balikesir.edu.tr)

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160, Buca-İzmir

ÖZ

Gediz (Kütahya) güneydoğusundaki metapelit, metapsamit ve metaruditlerden oluşan Orta-Üst Triyas yaşlı İkibaşlı Formasyonu inceleme alanında stratigrafik olarak en alt bölümü oluşturmaktadır. Jura yaşlı dolomitik kireçtaşlarından oluşan Çiçeklikaya Formasyonu, İkibaşlı Formasyonu üzerinde uyumlu olarak gelmektedir. Mesozoyik yaşlı bu birimler Muratdağı Melanjı tarafından düşük açılı tektonik dokanak ile üzerlenir. Neotetis'e ait ofiyolitik kayaçları içeren Muratdağı Melanjı inceleme alanında ultramafik kayaçlar ve bir melanj (volkanik-sedimanter kayaçlar) ile temsil edilir. Alp-Himalaya kuşağı içerisinde kalan Batı Anadolu'daki bu ofiyolitik kayaçların ultramafitleri ve melanjları arasında tektonik olarak ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları yer alır. Kuzeybatı Anadolu'da, allokton ofiyolitik kayaçlar altında oluşan ve 100 metreyi geçmeyen kalınlıklara sahip bu ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları genellikle amfibolitler ile temsil edilir. Ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlar, okyanusal litosferin okyanus içi ortam koşullarında yitilmesi süreçlerinde oluşur. Bu kayaçlardan elde edilecek yaş verileri, okyanusal litosferin yitim zamanını, dolayısı ile Neotetis Okyanusu'nun kapanma yaşının elde edilmesini sağlar. Bu amaçla çalışma alanındaki metamorfik kayaçlardaki hornblendlerden yaptırılan ⁴⁰Ar/³⁹Ar yaş analizi ile 100.7±1.3 my plato yaşı bulunmuştur. Bu veriye göre; Neotetis Okyanusu'nun bu bölgedeki kapanma dönemi Albiyen sonudur (Alt Kretase-Üst Kretase sınırı).

Anahtar Kelimeler: ⁴⁰Ar/³⁹Ar, Amfibolit, KB Anadolu, Neotetis.

ABSTRACT

The stratigraphically lowest part of the investigated area consists of metapelites, metapsammities and metarudites of Middle-Upper Triassic age, and is named as İkibaşlı Formation. Çiçeklikaya Formation which comprises of dolomitic limestones of Jura age conformably overlies İkibaşlı Formation. All

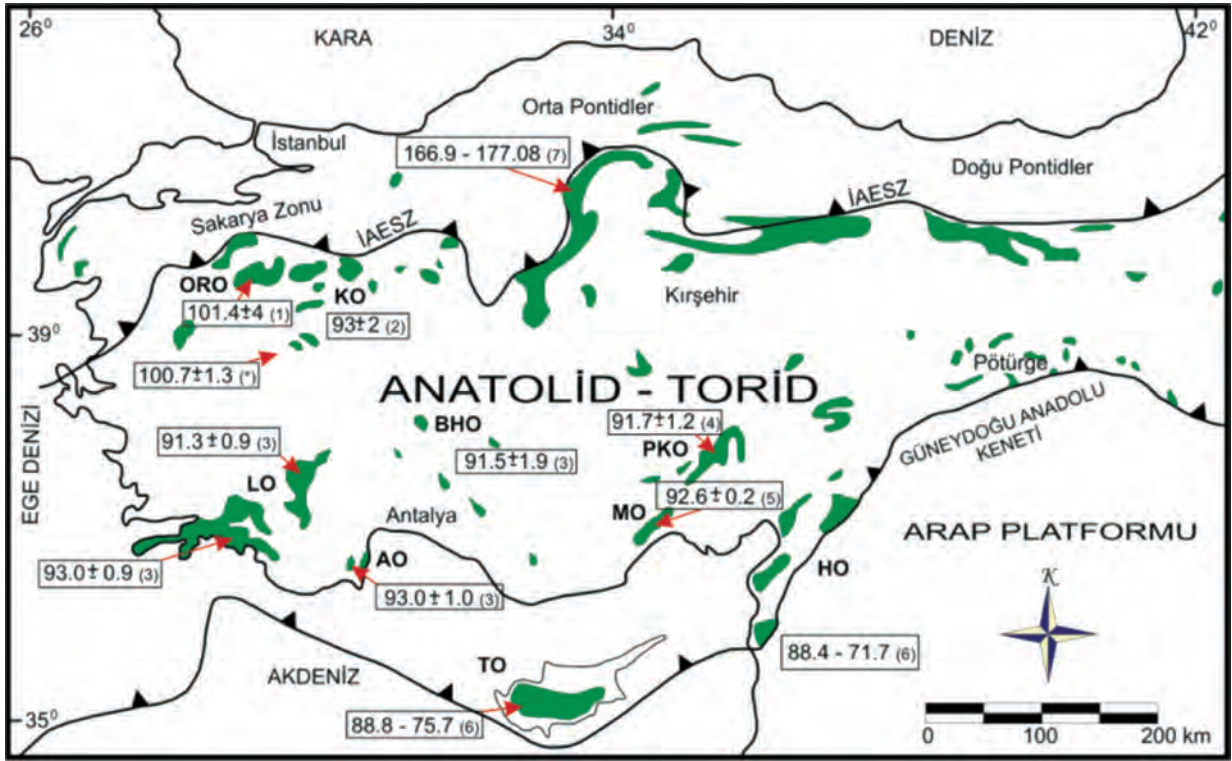
these Mesozoic aged units are tectonically overthrust by the Muratdağı Melange with a low-angle. Muratdağı Melange composed of Neotethyan ophiolitic rocks is represented by ultramafic rocks and a melange (volcanic-sedimentary rocks) in the study area. Sub-ophiolite metamorphic rocks are tectonically located between the ultramafics and melange of ophiolites of Western Anatolia in Alp-Himalaya belt. Sub-ophiolite metamorphic rocks which form under the ophiolitic rocks and have a maximum 100 meter thicknes are represented by amphibolitic rocks in the Northwestern Anatolia. Sub-ophiolite metamorphic rocks form in the period of subduction of an oceanic litosphere in the subduction zone. The ages obtained from these rocks enable us to determine the age of a subduction of an oceanic litosphere and consequently to determine the closure age of Neotethyan Ocean. For this aim, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age analysis was performed on hornblendes of metamorphic rocks and the plateau age of $100.7 \pm 1.3\text{ma}$ was determined.

Keywords: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, Amphibolite, Neotethys, NW Anatolia. The closure of Neotethyan ocean is end of the Albian time (Lower Cretaceous-Upper Cretaceous border) in the region.

GİRİŞ

İnceleme alanının içinde bulunduğu Batı Anadolu'da, İzmir-Ankara Kenedi'nden allokton olarak farklı bölgelere yerleşmiş değişik boyutlarda ve çok sayıda ofiyolit kütleleri mevcuttur. Alp-Himalaya kuşağı içerisinde kalan, Batı Anadolu'daki bu ofiyolitlerin ve diğer bölgelerdeki hemen hemen tüm ofiyolitlerin tabanında, ofiyolit in okyanus içi ortamda okyanusal litosferden sıyrılması esnasında oluşan, üstte peridotitler ve altta melanj arasında tektonik olarak yer alan metamorfik taban kayaçları yer almaktadır. Neotetis okyanusu ile ilişkili bu ofiyolit tabanı metamorfik kayaçların varlığı çeşitli araştırmacılar tarafından tanımlanmıştır (Şekil 1) (Çelik ve Delaloye, 2003; Çelik ve diğ., 2006; Çelik ve Delaloye, 2006; Çelik, 2007; Çelik, 2008; Dilek ve Whitney, 1997; Dilek ve

diğ., 1999; Okay ve diğ., 1998; Önen ve Hall, 1993; Önen ve Hall, 2000; Parlak ve Delaloye, 1999; Parlak ve diğ., 2006; Plunder ve diğ., 2013). Doğu Akdeniz'de yer alan Kretase yaşlı bu ofiyolitlerin ve ilişkili metamorfik kayaçların ait oldukları okyanusal basenler hakkında farklı öneriler bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar tüm bu Kretase ofiyolitlerinin, Geç Kretase-Erken Tersiyer döneminde Toros karbonat platformunun kuzeyinde yer alan tek bir Tetis okyanusundan türediğini (Ricou ve diğ., 1975), farklı araştırmacılar ise Neotetis okyanusunu kuzey ve güney kollarına ayırarak, güney kolundan Antalya ofiyolitinin, kuzey kolundan ise Likya, Beyşehir, Pozantı-Karsantı, Divirigi, Mersin ve Alihoca ofiyolitlerinin türediğini belirtmişlerdir (Robertson ve Woodcock, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1981, Görür ve diğ., 1984; Parlak ve diğ., 2005, 2006).



Şekil 1. Türkiye ve yakın çevresindeki Neotetis ofiyolitlerinin dağılımı ve ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarına ait $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş verileri (Stampfli, 2000; Çelik ve diğ., 2011'den değiştirilerek) ((* Bu çalışma; (1) Harris ve diğ., 1994; (2) Önen ve Hall (1993); (3) Çelik ve diğ., 2006; (4) Dilek ve diğ., 1999; (5) Parlak ve Delaloye, 1999; (6) Chan ve diğ., 2007; (7) Çelik ve diğ., 2011) (ORO: Orhaneli Ofiyoliti; KO: Kınık Ofiyoliti; LO: Likya Ofiyoliti; AO: Antalya Ofiyoliti; PKO: Pozantı-Karsantı Ofiyoliti; MO: Mersin Ofiyoliti; HO: Hatay Ofiyoliti; TO: Troodos Ofiyoliti).

Figure 1. The distribution of Neo-Tethyan ophiolites in Turkey and its surroundings and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age datas of sub-ophiolitic metamorphic rocks (Modified after Stampfli, 2000; Çelik et al., 2011) ((* This study; (1) Harris et al., 1994; (2) Önen and Hall (1993); (3) Çelik et al., 2006; (4) Dilek et al., 1999; (5) Parlak and Delaloye, 1999; (6) Chan et al., 2007; (7) Çelik et al., 2011) (ORO: Orhaneli Ophiolites; KO: Kınık Ophiolites; LO: Likya Ophiolites; AO: Antalya Ophiolites; PKO: Pozantı-Karsantı Ophiolites; MO: Mersin Ophiolites; HO: Hatay Ophiolites; TO: Troodos Ophiolites).

Kuzeybatı Anadolu ve Toros kuşağında, allohton ofiyolit levhaları altında oluşan ve 500 metreyi geçmeyen kalınlıklara sahip olan bu ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları genellikle amfibolitik kayaçlar ile temsil edilmektedir (Spray, 1984). Bu amfibolitik kayaçlar, okyanusal bazaltik kayalar ve sedimanter kayaların granülit/amfibolit fasiyesinden yeşilist fasiyesine kadar değişen metamorfizma şartlarında oluşmaktadır. Ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları ilk kez Williams ve Smyth (1973) tarafından

Kanada'daki ofiyolitlerde tanımlanmıştır. Ofiyolit tabanı amfibolitik metamorfik kayaçların Likya Naplarında üç farklı jeokimyasal ortamı da temsil ettikleri tanımlanmıştır (Çelik ve Delaloye, 2003). Bunlar a) Okyanus Ada Bazaltı (OIB); b) Okyanus Ortası Sırt Bazaltı (MORB) ve c) Ada Yayı Bazaltı (IAT) şeklindedir. Ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlar, okyanusal litosferin okyanus içi ortam koşullarında yitilmesi süreçlerinde oluşmakta ve bu kayaçlardan elde edilecek yaş verileri okyanusal litosferin yitim zamanını, dolayısıyla

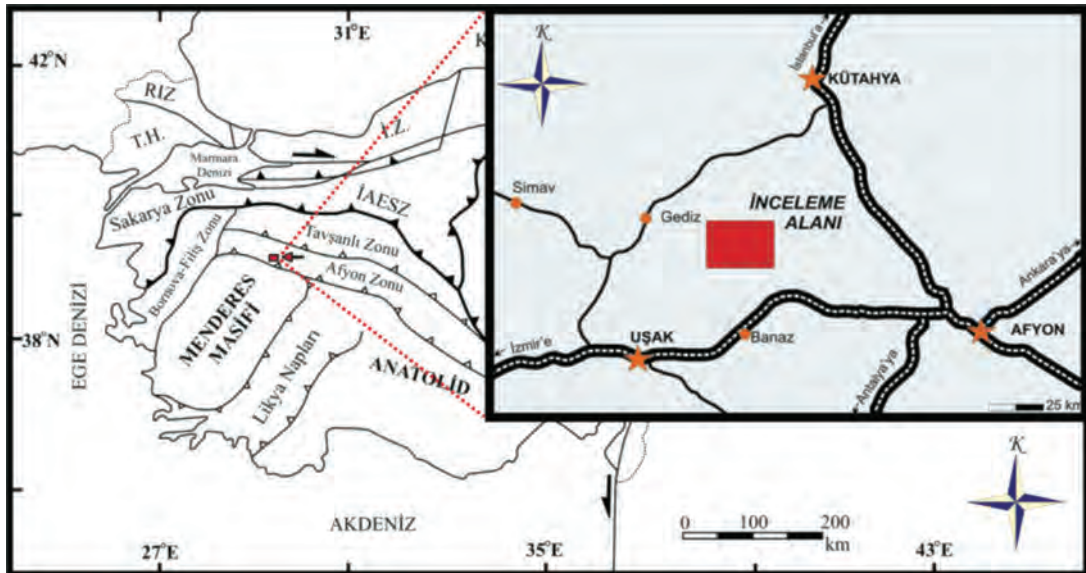
Neotetis Okyanusu'nun kapanma yaşını veya bu yitim sürecinde oluşan kayaçların (ofiyolit tabanı metamorfikleri) soğuma yaşlarının elde edilmesini sağlamaktadır (Dilek ve diğ., 1999; Parlak ve Delaloye, 1999; Çelik ve diğ., 2006; Çelik, 2008).

Bu araştırmada, Kütahya-Uşak arasında yer alan Murat Dağı ve civarındaki kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı kayaçlar incelenmiştir. Çalışma alanında geniş yüzlekler veren ve okyanus tabanı kalıntısı olan Muratdağı Melanjı'nın, bölgeye yerleşmesinden önce içinde yer aldığı Neotetis Okyanusu'nun kapanma yaşının belirlenmesi bu çalışmanın esas konusunu oluşturmaktadır. KB Anadolu'da tanımlanan tüm ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlar Tavşanlı Zonu içerisinde yer almaktadır. Bu çalışma, Afyon Zonundaki (KB Anadolu) ofiyolit ile ilişkili metamorfik kayaçlara ait ilk bulguları kapsamaktadır. Bu amaçla bölgede yapılan öncel çalışmalara ait jeolojik haritalardan yararlanılmış, jeolojik çatı ortaya konulmuş, petrografik inceleme amacıyla elli adet kaya numunesi derlenmiş, çalışma sahasındaki tüm

formasyonlardan düzlemsel ve çizgisel yapısal eleman verileri toplanmıştır.

STRATİGRAFİ

Türkiye'nin batısı, İzmir-Ankara Sütur Zonu ile kuzeyde Pontid ve güneyde Anatolid-Torid Blok'larına ayrılmıştır (Ketin, 1966; Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve diğ., 1996). Sakarya ve İstanbul Zonlarını kapsayan Pontid'ler, Lavrasya'ya ait stratigrafik benzerlikler göstermesine karşın Anatolid-Torid bloğu Gondwana'ya dahil edilmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve diğ., 1996; Okay ve Tüysüz, 1999). Anatolid-Torid bloğunun kuzey kenarı Alpin orojenez sırasında bölgesel YB/DS metamorfizmasından etkilenmiştir (Candan ve diğ., 2005). YB/DS özelliği gösteren Anatolidler genel olarak kuzeyden güneye doğru sırası ile Tavşanlı Zonu, Afyon Zonu, Menderes Masifi ve Likya Napları'na ayrılmaktadır (Şekil 2) (Okay ve Tüysüz, 1999).



Şekil 2: İnceleme alanının yer bulduru haritası (İ.Z.: İstanbul Zonu; İAESZ: İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu; T.H.: Trakya Havzası; RIZ: Rodop Istranca Zonu) (Okay ve Tüysüz, 1999).

Figure 2: Site location map of the investigated area (İ.Z.: İstanbul Zone; İAESZ: İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone; T.H.: Thrace Basin; RIZ: Rhodope-Strandja Zone) (Okay and Tüysüz, 1999).

Çalışma alanının içinde bulunduğu Afyon Zonu, Mesozoyik öncesi bir temel ve onu uyumsuz olarak üzerleyen Mesozoyik örtü serilerinden oluşmaktadır. Okay (1984) tarafından tanımlanmış olan Afyon Zonu, Toridlere ait Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı şelf tipi bir istiftir. Afyon Zonu farklı araştırmacılar tarafından farklı isimlerle de adlandırılmaktadır (Afyon-Bolkardağ Zonu: Okay,1984; Afyon Zonu: Okay ve diğ., 1996, Tolluoğlu ve diğ., 1997; Kütahya-Bolkardağ Kuşağı: Özcan ve diğ., 1990, Göncüoğlu ve diğ., 1996). Üst Paleosen-Erken Eosen sedimanter kayaları tarafından uyumsuz olarak üzerlenen Afyon Zonu metamorfikleri, Paleosen döneminde, Anatolid-Torid bloğunun Sakarya Zonu altına dalması ile ilişkili bölgesel YB/DS metamorfizmasını işaret etmektedir (Candan ve diğ., 2005). Fe-Mg karfolit içeren mineral parajenizi, bu zonun yaklaşık 35 km derinliğe gömüldüğünü ve YB/DS mavişist metamorfizmasından etkilendiğini göstermektedir (Candan ve diğ., 2005). Ayrıca basınç-sıcaklık koşullarının 350°C ve 6-9 kbar arasında gerçekleştiği öncel çalışmalarda tanımlanmıştır (Candan ve diğ., 2005).

Anatolid'lerin en kuzeyinde yer alan Tavşanlı Zonu ise Afyon Zonu'na göre daha fazla derinliklere (yaklaşık 60 km) gömülmüş, Turoniyen-Koniasiyen (88.4±0.5 My) döneminde YB/DS mavişist metamorfizmasından etkilenmiştir (Okay ve diğ., 1996; 1998). Menderes Masifi ise bölgesel metamorfizmaya uğramış gnaysik granit, gnays, migmatit, mikaşist ve mermerlerden oluşan, KD-GB yönelimli metamorfik bir alandır. Masif, tartışmalı olarak Prekambriyen çekirdek ve Mesozoyik örtü toplulukları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Schuling, 1962; Dürr, 1975; Dora ve diğ., 1992; Erdoğan ve Güngör, 2004). Anatolid-Torid bloğunun batı Anadolu'daki bu tektonik birimlerine ait metamorfizmanın

kaynağı ise Likya naplarının Alpin orojenezi döneminde, İzmir-Ankara okyanusundan güneye doğru itilmesi-taşınması şeklinde olduğu öne sürülmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör ve diğ., 1984).

Çalışma alanının batısında, Afyon Zonu (Simav ve çevresi) düşük dereceli metakirintililer ve onlar içerisine sokulmuş Alt Devoniyen yaşlı granitik sokulumlardan yapıllı Devoniyen öncesi bir temel ile başlamaktadır (Candan ve diğ., 2009). Fakat bu temel, çalışma sahasında yüzlek vermemektedir. Çalışma alanı ve yakın çevresindeki temeli ise Orta-Üst Triyas yaşlı İkibaşlı Formasyonu oluşturmaktadır. İkibaşlı Formasyonu uyumlu bir dokanakla Geç Triyas-Erken Malm yaşlı Çiçeklikaya Formasyonu'na geçmektedir. Piroksenit, serpantin, radyolarit, kristalize kireçtaşı, çört ve kumtaşı içeren Muratdağı Melanjı bu birimler üzerinde tektonik olarak yer almaktadır. Neojen yaşlı birimler ise Mesozoyik yaşlı birimleri uyumsuz olarak üzerlemektedir (Şekil 3).

Mesozoyik Yaşlı Birimler

İkibaşlı Formasyonu

Formasyon ilk kez Kaya (1972) tarafından adlandırılmıştır. Kaya (1972) ve Kaya ve diğ., (1995) bölgedeki metakirintilileri diğer birimlerden ayırmış ve Menderes Masifi ile Tavşanlı Zonu arasında kalan "Ankimetamorfik Zon" olarak tanımlamıştır. İkibaşlı Formasyonu, yüzlekler verdiği Baybuyan Dere ve kuru dereler boyunca açık-koyu gri, açık-koyu kahverengi, yer yer yeşil renk tonlarına sahiptir. Formasyon en altta Triyas öncesine ait çoğunlukla mermer, daha az oranda beyaz-kırmızı renkli kuvarsit ve şist parçaları içeren konglomera ile başlar (Göncüoğlu, 2011). Işıklar Köyü çıkışı ile Saraycık yolu yol yarmalarında yüzlekler veren konglomeranın

Akay ve diğ. (2011), Eğrigöz Köyü ve Küreci Köyleri arasında İkibaşlı Formasyonu içerisinde metariyolitik ve metabazaltik seviyeler tespit etmiştir, Akal ve diğ. (2008) ise Afyon Zonu içerisinde yer alan bu metariyolitik ve metabazaltik seviyelerdeki zirkonlardan $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ yaş analizi ile yaşını $240,8 \pm 3,7$ My (Anisiyen–Orta Triyas) olarak bulmuştur. Güngör ve Erdoğan (2002), Menderes Masifi'nin güneyinde *Lamelliconus multispirus*, *Lamelliconus* sp. ve *Aulotortus* sp. içeren Geç Ladiniyen–Karniyen (Orta–Üst Triyas) yaşlı metamorfik kırıntılılar tanımlamış ve bunların mafik volkanik kayalar içerdiğini ve bu volkanitlerin levha içi gerilmeli jeokimyasal bir ortamı gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Çiçeklikaya Formasyonu

Formasyon ilk defa Bingöl (1977) tarafından üye mertebesinde adlandırılmıştır. Formasyon adını en iyi gözleendiği Çiçeklikaya Tepe'den almıştır. İnceleme alanında en iyi yüzlekleri Çiçeklikaya Tepe ve Bereket Tepe'de gözlenmektedir. Formasyon, altta gri renkli, kalın tabakalı dolomitik kireçtaşları ile başlayıp üste doğru tabaka kalınlığı daha da artmaktadır. Birim içindeki kireçtaşlarının geneli dolomitiktir. En üst kesimlerinde çört ara seviyeleri ve rekristalize kireçtaşları bulunur. Akay ve diğ. (2011), Budağan Dağı ve çevresinde yaptıkları çalışmada, Çiçeklikaya Formasyonu'nun eşdeğeri olan Budağan Kireçtaşı ile İkibaşlı Formasyonu geçişini tanımlamışlar ve bu geçiş zonu boyunca kötü korunmuş Geç Triyas–Liyas mercanları ve Geç Triyas algleri elde etmişlerdir. Formasyonun üst kesimlerinde ise Erken Malm fosilleri tespit eden araştırmacılar Çiçeklikaya Formasyonu'nun yaşını Jura olarak kabul etmişlerdir.

Muratdağı Melanjı

Alloktan ultramafik kütleler ve ofiyolitik karmaşıktan oluşan Muratdağı Melanjı, ilk

kez Bingöl (1977) tarafından adlandırılmıştır. İnceleme alanında geniş yüzlekler veren birim, ultramafik kütleler ile radyolarit, çört, kireçtaşı, kumtaşı ve amfibolitik kayaçlardan oluşmaktadır. Ultramafitler genelde peridotitlerden oluşmuştur ve çoğu yerde serpantinleşmiş olarak gözlenmektedir. İlk kez Williams ve Smyth (1973) tarafından tanımlanmış olan ofiyolit tabanı metamorfik kayaları, çalışma alanında peridotitler ile melanj arasında tektonik olarak yer almaktadır. Kütahya ve çevresinde (Tavşanlı Zonu) tanımlanan ofiyolit ile melanj arasında yer alan ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları (Okay ve diğ., 1998; Önen ve Hall, 1993; Önen ve Hall, 2000), çalışma alanında (Afyon Zonu) Kazıkbatmaz Tepe kuzeybatısında iki lokasyonda belirlenmiştir (Koordinatlar: 4314554/722355 – 4315232/723210). Bu birimin kalınlığı 100 metreyi geçmemektedir. İnceleme sahasında haritalanamayacak boyutlarda küçük mostraya sahip bu metamorfik kayaçların Torid Kuşağı'ndaki benzerlerinde de maksimum 500 metrelik kalınlıklar tanımlanmıştır (Çelik ve diğ., 2006). Kartal Tepe ve Mermerüstü Tepe arasındaki peridotit kütleleri yaygın mağmatik bantlaşma sunmaktadır ve hafif serpantinize olmuşlardır. Melanjın diğer kaya türlerinden olan kumtaşları yeşil–kahverengi renkte ve düzensiz tabakalanmaya sahiptirler. Kumtaşları ile ardalanma gösteren şeyller ince yapraklanmalı ve yeşil renk tonlarındadır. Kireçtaşları ise kirli beyaz, gri renkli, yer yer silisifiye (Fikirsiz Tepe civarı), ince–orta–kalın tabakalı, çört ve radyolarit ara seviyelidir. Yeşil renkli tüfler, ileri derecede ayrılmış ve spilitler ile beraber bulunmaktadır (Günay ve diğ., 1986).

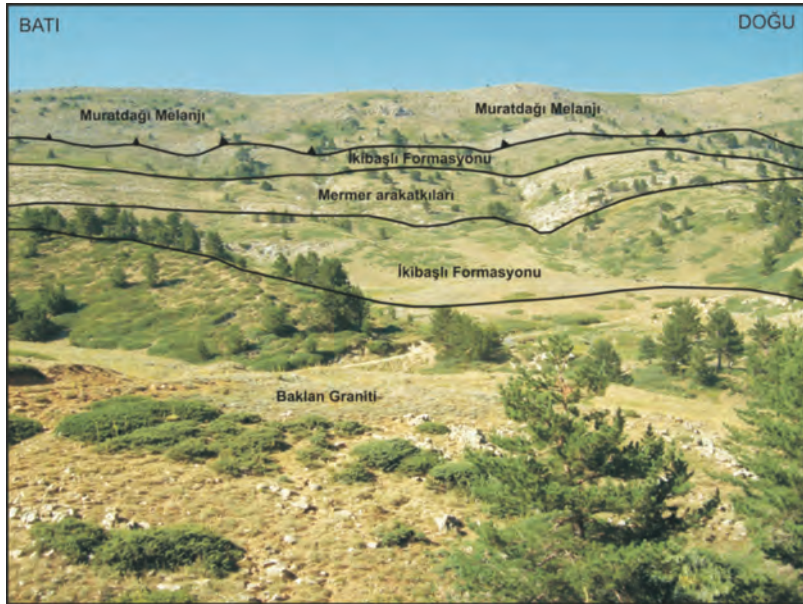
Afyon ve Kütahya arasında yapılan çalışmada, melanjin eşdeğeri olan Çöğürler Karışığı içinde Turoniyen–Kampaniyen yaşlı pelajik kireçtaşları tespit edilmiş ve birimin oluşumunun Orta Maestrihtiyen'e kadar sürdüğü tanımlanmıştır (Özcan ve diğ., 1989). Konak (1982), Bigadiç–Akhisar arasında aynı

birimi Dağardı Melanjı olarak tanımlamış ve bu melanjın Eosen çökelleri tarafından açılı uyumsuzlukla örtüldüğünü belirtmiştir. Afyon Zonu'nda yapılan çalışmalarda, Afyon Zonu metamorfizmasını ve ofiyolitlerini uyumsuz olarak üzerleyen ve paleontolojik veriler elde edilen Alt Paleosen yaşlı olistostrom ile Üst Paleosen yaşlı metamorfik olmayan denizel sedimanlar tanımlanmıştır (Candan ve diğ., 2005). Bu Paleosen yaşlı kayalar da, ofiyolit yerleşiminin, kıtasal malzemenin gömülmesinin, yüksek basınç (YB) metamorfizmasının ve metamorfizma sonrası yükselme yaşının Paleosen olduğunu göstermektedir (Candan ve diğ., 2005). Ayrıca, Mesozoyik yaşlı ofiyolit ve daha yaşlı kayaçların, Üst Paleosen–Eosen yaşlı metamorfik olmayan karasal–sığ denizel tortullar tarafından uyumsuz olarak örtüldüğü de tanımlanmıştır (Candan ve diğ., 2009). Tüm bu veriler ışığında, Muratdağı Melanjı'nın, Üst Kretase-Paleosen döneminde, İkibaşlı Formasyonu'ndaki lineasyon yönlemine paralel KD-GB yönünde tektonik olarak taşındığı

ve İkibaşlı Formasyonu'nu sünümlü olarak deformasyona uğrattığı belirlenmiştir (Şekil 4).

Neojen Yaşlı Birimler

Melanj yerleşiminden sonra bölgede bir plütönizma gerçekleşmiş ve Miyosen yaşlı Baklan Graniti bölgeye sokulum yapmıştır (Aydoğan ve diğ., 2008). Granit yerleşiminden sonra kendinden daha yaşlı tüm birimlerden çakıl ve blok alan, kırmızı renkli akarsu çökelleri olan Kürtköyü Formasyonu tüm birimleri açılı uyumsuz dokanak ile örtmektedir. Kürtköyü Formasyonu üzerine ise uyumlu bir dokanak boyunca kirli sarı renkli, plaketli kiltası, marn, kumtaşı, kireçtaşı ve tüften oluşan Miyosen yaşlı Yeniköy Formasyonu gelmektedir. Yeniköy Formasyonu ile eş yaşlı, riyolit, trakit, dasit ve piroklastik malzemelerden oluşan Karacahisar Volkanitleri tüm birimleri kesmektedir. Tutturulmamış çakıl, kum, kil ve siltlerden oluşan alüvyon ve yamaç molozları tüm birimler üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır.



Şekil 4. Muratdağı Melanjı ile İkibaşlı Formasyonu'na ait arazi görüntüsü (Öküzkaşası Tepe doğusu; koordinatlar: 0737257/4310050; kuzeye bakış).

Figure 4. Field photo of Muratdağı Melange and İkibaşlı Formation (East of Öküzkaşası Hill; coordinates: 0737257/4310050; northwardly).

PETROGRAFI

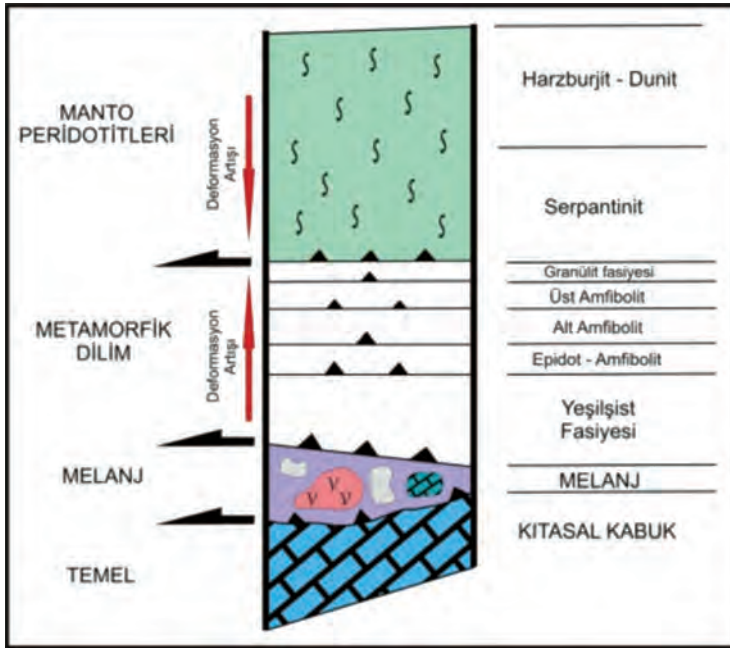
Çelik (2007), Likya Naplarında, IAT tipi amfibolitlerin ilksel kayaçlarının supra-subduction tip ofiyolitlerden türeyebileceğini, MORB amfibolitlerinin dahan N-MORB tipi okyanusal kabuktan ve OIB tipi amfibolitlerinin ise MORB kabuğu üzerinde gelişmiş deniz dağından olabileceğine değinmiştir. Önen ve Hall (2000), Kaynarca civarında (KB Anadolu), çalışma alanımızdaki ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlara benzer kaya türleri tanımlamış ve bu kayaçların mafik yapısı, dokusal ilişkileri ve mineral kimyasına dayanarak amfibolitlerin ilksel bileşiminin okyanus ada bazaltı olduğunu belirlemiştir.

Spray (1984), ofiyolit tabanı metamorfik kayaçların ters metamorfik zonlanma sunduğunu tanımlamıştır (Üstte amfibolit/granülit fasiyesi, alta yeşilist/başlangıç fasiyesleri) (Şekil 5). Ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarda metamorfizmanın kaynağı, okyanus içi bindirme esnasında üzerleyen sıcak ofiyolit dilimin getirdiği ve alta doğru ilettiği ısı ve sürtünme ısısıdır. Bu ısı üstten alta doğru aktarıldığı için ofiyolit tabanı metamorfik kayalarda ters derecelenme görülmektedir (Okay, 2011). Çalışma alanında yapılan gerek arazi gerekse mikroskobik incelemelerde metamorfik kayaçların üstte ultramatikler ile olan kantağında yüksek dereceli amfibolit fasiyesi, alta melanj ile

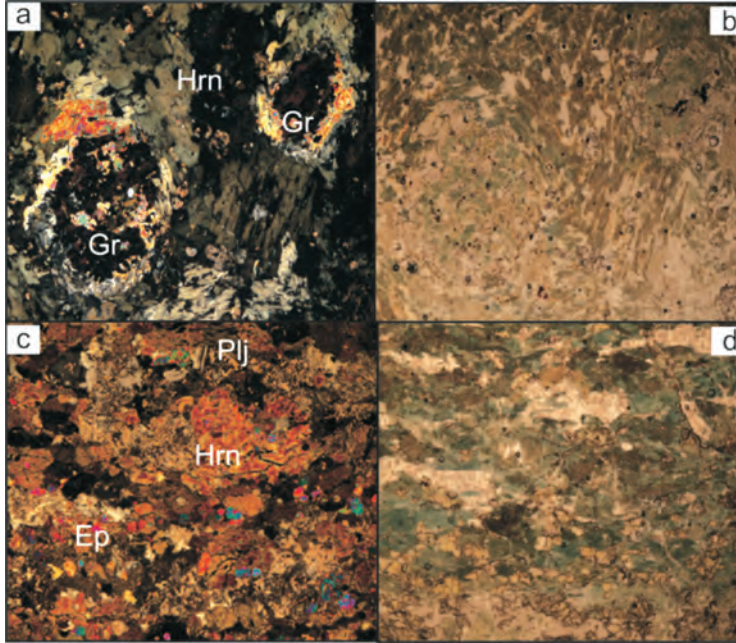
olan kantağında ise yeşilist fasiyesi özellikleri gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 6).

İnceleme sahasındaki ve diğer bölgelerdeki ofiyolitler ile ilişkili metamorfik kayaçlar, okyanus içi bindirmeye bağlı olarak oluşmuştur ve yüksek sıcaklık-düşük basınç (YS-DB) metamorfizması göstermektedirler. Fakat Kuzeybatı Anadolu'da, bu yüksek sıcaklık-düşük basınç metamorfizmasını kesen YB-DS mavişist fasiyesi de tanımlanmıştır (Önen ve Hall, 1993; Dilek ve Whitney, 1997; Okay ve diğ., 1998; Plunder ve diğ., 2013).

Çelik (2008), Türkiye'nin güneyindeki ofiyolit tabanı metamorfiklerinde K/Ar ile $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş analizlerinin tutarlılığını karşılaştırmış ve $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş verilerinin K/Ar yaş verilerine göre daha tutarlı sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Bundan dolayı bu çalışmada Kanada Actlabs'da, Kazıkbatmaz Tepe kuzeybatısında gözlenen ofiyolit tabanı metamorfik kayaçların hornblendlerinden $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş analizi yaptırılmış ve 100.7 ± 1.3 my plato yaşı bulunmuştur (Çizelge 1, Şekil 7). Elde edilen bu yaş verisi ile de okyanusal litosferin yitim zamanının, dolayısı ile Neotetis Okyanusu'nun kapanma yaşının ve bu yitim sürecinde oluşan kayaçların (ofiyolit tabanı metamorfikleri) soğuma yaşının Albiyen dönemine denk düştüğü düşünülmektedir.



Şekil 5. Ofiyolit tabanı metamorfik kayaların basitleştirilmiş kolon kesiti (Spray, 1984).
Figure 5. Simplified columnar section of sub-ophiolitic metamorphic rocks (Spray, 1984).

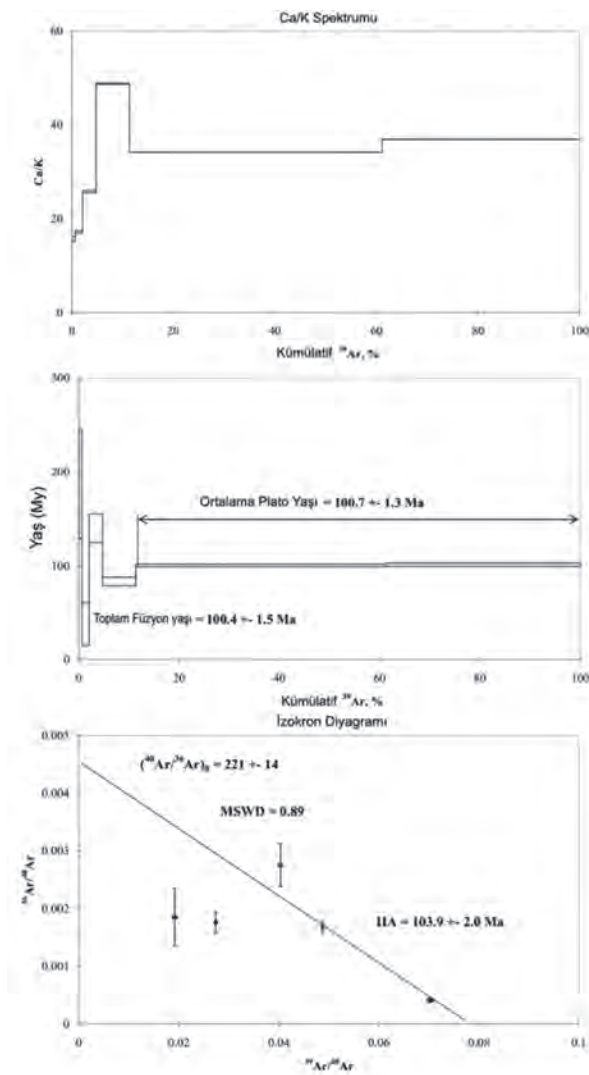


Şekil 6. Ofiyolit tabanı metamorfiklerin mikroskop görüntüleri: a) Granat hornblend şist (II.nikol 4x); b) Granat hornblend şist (I.nikol 4x); c) Plajiyoklas epidot hornblend şist (II.nikol 4x); d) Plajiyoklas epidot hornblend şist (I.nikol 4x) (Görüntü boyu 2mm; Gr: Granat, Hrn: Hornblend, Ep: Epidot, Plj: Plajiyoklas)
Figure 6. Photomicrographes of sub-ophiolitic metamorphic rocks: a) Garnet hornblende schist (II.nikol 4x); b) Garnet hornblende schist (I.nikol 4x); c) Plagioclase epidote hornblende schist (II.nikol 4x); d) Plagioclase epidote hornblende schist (I.nikol 4x); Image size of wiew 2mm; Gr: Garnet, Hrn: Hornblende, Ep: Epidote, Plj: Plagioclase)

Çizelge 1. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş analizinin sonucu.

Table 1. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating result.

Örnek	Ters İzokron Yaşı $\pm 1\sigma$	Toplam Füzyon Yaşı $\pm 1\sigma$	Ortalama Plato Yaşı (My) $\pm 1\sigma$	Ca/K	Yorum
YK-424 hornblend	103.9 \pm 2.0	100.4 \pm 1.5	100.7\pm1.3	15.7-48.8	İki basamaklı yüksek sıcaklık ortalama plato



Şekil 7. Muratdağı Melanji metamorfik kayaçlarının yaş ve Ca/K spektrum ve izokron diyagramları.

Figure 7. Age and Ca/K spectrum and isochrone diagrams of Muratdağı Melange metamorphic rocks.

TARTIŞMA

KB Anadolu ve Toros kuşağında yer alan tüm ofiyolitlerin tabanında ofiyolitler ile ilişkili metamorfik kayaçlar yer almaktadır. Bu metamorfik kayaçların içsel yapıları, ilişkili oldukları ofiyolitlerin metamorfizmasının ve deformasyon tarihçesinin yorumlanmasında kullanılmaktadır. Bundan dolayı pek çok araştırmacı okyanus içi bindirmeler ve ofiyolit yerleşimi ile ilgili yorumlama yapmak için bu kayaçlardan faydalanmaktadır.

Afyon Zonu'nda yapılan bu çalışmada, ofiyolit tabanı metamorfik kayaçların hornblendlerinden $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş analizi 100.7 \pm 1.3 my'lık bir yaş elde edilmiştir. Afyon Zonu kuzeyinde yer alan Tavşanlı Zonu'nda ise 93 \pm 2 my (Önen ve Hall, 1993) ve 101 \pm 4 my (Harris ve diğ., 1994) gibi yakın $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş sonuçları yer almaktadır. Toros kuşağında ise 91.3 \pm 0.9, 91.5 \pm 1.9, 93 \pm 0.9, 93 \pm 1.0 (Çelik ve diğ., 2006), 91.7 \pm 1.2 (Dilek ve diğ., 1999), 92.6 \pm 0.2 (Parlak ve Delaloye, 1999) ve 88.4-75.7 (Chan ve diğ., 2006) my arasında değişen $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş verileri tanımlanmıştır. Anatolid-Torid bloğundaki amfibolitik metamorfik kayaçlardan belirlen bu yaşlar, metamorfik kayaçların Koniasiyen-Albiyen (Üst Kretase) dönemlerinde, Neotetis okyanusu içerisinde metamorfizmaya uğradıklarını göstermektedir.

Muratdağı Melanji, Üst Kretase-Paleosen döneminde, İkibaşlı Formasyonu'ndaki lineasyon

yönlemine paralel KD-GB yönünde tektonik olarak taşındığı ve İkibaşlı Formasyonu'nu sünümlü olarak deformasyona uğrattığı bu çalışmada belirlenmiştir. Melanjın yerleşim doğrultusunun bilinmesine karşın, hangi okyanusal basenden türediği ve ne tarafa doğru taşındığı hakkında farklı araştırmacıların farklı önerileri olmasına rağmen, Afyon Zonu'nda nap yerleşimi konusunda yeterli kinematik çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla İkibaşlı Formasyonu'nu deformasyona uğratan Muratdağı Melanjı'nın yerleşim yönünün belirlenmesi için kinematik veriler gerekmektedir.

SONUÇLAR

İnceleme alanı ve yakın çevresindeki temeli Orta–Üst Triyas yaşlı, kuvarsit ve gri renkli mermer ara seviyeleri ve mermer mercikleri içeren, serizit–kuvars şist, klorit–serizit şist, biyotit–serizit–kuvars şistten oluşan İkibaşlı Formasyonu oluşturmaktadır. İkibaşlı Formasyonu uyumlu bir dokanakla Geç Triyas–Erken Malm yaşlı, gri renkli, altta kalın ve üstte ince tabakalı dolomitik Çiçeklikaya Formasyonu'na geçmektedir. Muratdağı Melanjı, Üst Kretase-Paleosen döneminde, İkibaşlı Formasyonu'ndaki lineasyon yönlemine paralel KD-GB yönünde tektonik olarak taşınmış ve İkibaşlı Formasyonu'nu sünümlü olarak deformasyona uğratmıştır.

Piroksenit, serpantinit, radyolarit, kristalize kireçtaşı, şeyl ve çamurtaşı içeren Muratdağı Melanjı bu birimler üzerinde tektonik olarak yer almaktadır. Alp–Himalaya kuşağı içerisinde kalan Batı Anadolu'daki bu ofiyolitlerin ve diğer bölgelerdeki hemen hemen tüm ofiyolitlerin tabanında, ofiyolit in okyanus içi ortamda, okyanusal litosferden sıyırılması esnasında oluşan ve üstte peridotitler ve altta melanj arasında tektonik olarak yer alan ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları yer almaktadır.

Kuzeybatı Anadolu'da, allokton ofiyolit levhaları altında oluşan ve 100 metreyi geçmeyen kalınlıklara sahip olan bu ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları genellikle amfibolitik kayaçlar ile temsil edilmektedir. Bu amfibolitik kayaçlar, okyanusal bazaltik kayalar ve sedimanter kayaların granülit/amfibolit fasiyesinden yeşilşist fasiyesine kadar değişen metamorfizma şartlarında oluşmaktadır.

Çalışma alanında yapılan gerek arazi gerekse mikroskobik incelemelerde metamorfik kayaçların üstte ultramafitler ile olan kantağında yüksek derece amfibolit fasiyesi, altta melanj ile olan kantağında ise yeşilşist fasiyesi özellikleri gösterdiği belirlenmiştir.

İnceleme sahasındaki ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlar, okyanus içi bindirmeye bağlı olarak oluşmuştur ve yüksek sıcaklık–düşük basınç (YS–DB) metamorfizması göstermektedirler. Önen ve Hall (2000), Kaynarca bölgesinde (KB Anadolu) çalışma alanımızdaki ofiyolitler ile ilişkili metamorfik kayaçlara benzer kaya türleri tanımlamış ve bu kayaçların mafik yapısı, dokusal ilişkileri ve mineral kimyasına dayanarak bu amfibolitlerin ilksel bileşiminin Okyanus Ada Bazaltı (OIB) olduğunu belirlemiştir.

Ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarının hornblendleri üzerinde, Kanada'da $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş analizi yaptırılmış ve 100.7 ± 1.3 my plato yaşı bulunmuştur. Elde edilen bu yaş verisi ile de okyanusal litosferin yitim zamanının, dolayısı ile Neotetis Okyanusu'nun kapanma yaşının ve bu yitim sürecinde oluşan kayaçların (ofiyolit tabanı metamorfikleri) soğuma yaşının Albiyen dönemine denk düştüğü düşünülmektedir.

Anatolid-Torid bloğundaki amfibolitik metamorfik kayaçlardan belirlenen birbirine yakın $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaşları, ofiyolitler ile ilişkili metamorfik kayaçların Koniasiyen-Albiyen (Üst Kretase) dönemlerinde, Neotetis okyanusu içerisinde metamorfizmaya uğradıklarını göstermektedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 2011/59 no'lu proje ile desteklenmiştir. Yapıcı eleştirileri ile bu çalışmaya katkı koyan Prof. Dr. Osman PARLAK (Ç.Ü.), Prof. Dr. Süha ÖZDEN (ÇOMÜ) ve Yrd. Doç. Dr. M. Selman AYDOĞAN'a (BAÜ) teşekkür ederiz.

EXTENDED SUMMARY

The Muratdağı Region, comprising metamorphics, carbonates, ophiolitic remnants and Neogen aged sedimentary, volcanic and plutonic units, is located in between Kütahya and Uşak in western Anatolia. The stratigraphically lowest part of the investigated area consists of metapelites, metapsammites and metarudites of Middle-Upper Triassic age, and is named as İkibaşlı Formation. İkibaşlı Formation, comprising conglomerate and thick metaclastic sequence, was first defined by Kaya (1972). The conglomerates at the bottom of the formation comprises pre-Triassic aged and ellipsoidal shaped mostly marble and less quartzite and schist pebbles. Metaclastics of İkibaşlı Formation are composed of sericite-quartz schist, chlorite-sericite schist, biotite-sericite schist and chloritoid schist and lenses of marbles and rare dolomitic carbonates and veins of quartzites. General trend of the stretching lineations in the İkibaşlı Formation is NE-SW. The İkibaşlı Formation contains metamorphosed rhyolitic and basaltic volcanic layers and rhyolitic subvolcanic stocks (Akay et al., 2011). Zircons from the metarhyolite define a $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age of 240.8 ± 3.7 Ma (Anisian-Middle Triassic) (Akal et al., 2008). Çiçeklikaya Formation which comprises of dolomitic limestones of Jura age conformably overlies İkibaşlı Formation. All these Mesozoic aged units are tectonically overthrust

by the Muratdağı Melange with a low-angle. Muratdağı Melange composed of Neotethyan ophiolitic rocks is represented by ultramafic rocks and a melange (volcanic-sedimentary rocks) in the study area. The ultramafic rocks contain serpentinized harzburgite and gabbro. After the emplacement of the ophiolites, the Baklan Granite intruded into all these formations. Lower Miocene aged Kürköyü Formation consists of pebbles and gravels derived from the older formations and discordantly overlies the Muratdağı Melange in the North and West of the investigated area. The Kürköyü Formation is covered by the Yeniköy Formation which is composed mainly of plaquette claystone, marl, sandstone, limestone and tuff. Miocene aged sedimentation of Yeniköy Formation is accompanied by volcanism and named as Karacahisar Volcanics. Karacahisar Volcanics are composed of rhyolite, trachyte, dacite and pyroclastic materials.

Sub-ophiolite metamorphic rocks are tectonically located between the ultramafics and melange of ophiolites of Western Anatolia in Alp-Himalaya belt. Sub-ophiolite metamorphic rocks which form under the ophiolitic rocks and have a maximum 100 meter thickness are represented by amphibolitic rocks in the Northwestern Anatolia. Sub-ophiolite metamorphic rocks form in the period of subduction of an oceanic lithosphere in the subduction zone. The ages obtained from these rocks enable us to determine the age of a subduction of an oceanic lithosphere and consequently to determine the closure age of Neotethyan Ocean. In the investigated area, these sub-ophiolitic metamorphic rocks observed at the northwest of the Kazıkbatmaz Hill (Figure 4). The thickness of these rocks doesn't exceed 100 m. These metamorphic rocks occurred under high-temperature/low-pressure (HT-LP metamorphism) conditions. Sub-ophiolitic metamorphic rocks

represent three different geochemical setting (Çelik, 2007). The chemistry of the similar sub-ophiolite metamorphic rocks from near Kütahya indicates an ocean island basalt origin, and Ar–Ar dating indicates a high temperature metamorphic event at 93 ± 2 Ma (Önen and Hall, 2000). In this study, we performed $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age analysis on the sub-ophiolitic rock sample from the northwest of the Kazıkbatmaz Hill. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating analysis of the sample was performed by Actlabs Laboratories. The hornblende from the amphibolite sample yielded 100.7 ± 1.3 Ma (Albian) (Table 1). This obtained $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age indicates the time of the closure of the oceanic lithosphere consequently closure of the Neotethyan Ocean.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akal, C., Candan, O., Koralay, O.E., Okay, A., Oberhansli, R. ve Chen, F., 2008. Afyon Zonunundaki Erken Devoniyen asidik mağmatizmaya ait jeolojik, jeokimyasal ve jeokronolojik ön bulgular. 61. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özetleri Kitabı, Ankara, s 204.
- Akay, E., Işintek, İ., Erdoğan, B. ve Hasözbeç, A., 2011. Stratigraphy of the Afyon Zone around Emet (Kütahya, NW Anatolia) and geochemical characteristics of the Triassic volcanism along the northern Menderes Massif. Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen Band, 188 Heft 3, p. 297-316.
- Aydoğan, M.S., Çoban, H., Bozcu, M. ve Akıncı, Ö., 2008. Geochemical and mantle-like isotopic (Nd, Sr) composition of the Baklan Granite from the Muratdağı Region (Banaz, Uşak), western Turkey: Implications for input of juvenile magmas in the source domains of western Anatolia Eocene–Miocene granites. Journal of Asian Earth Sciences, 33, 155–176.
- Bingöl, E., 1977. Muratdağı Jeolojisi ve ana kayaç birimlerinin petrolojisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 20, 2, 13-66.
- Candan, O., Çetinkaplan, M., Oberhansli, R., Rimmel, G. ve Akal, C., 2005. Alpine high-P/low-T metamorphism of the Afyon Zone and implications for the metamorphic evolution of Western Anatolia, Turkey. Lithos, 84, 102-124.
- Candan, O., Oberhansli, R., Akal, C., Koralay, E.O., Pourteau, A. ve Çetinkaplan, M., 2009. Afyon Zonu'nun stratigrafisi ve Alpin metamorfizması. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, Sayfa:32-33.
- Chan, G.H.N., Malpas, J., Xenophontos, C. ve Lo, C.H., 2007. Timing of subduction zone metamorphism during the formation and emplacement of Troodos and Baër-Bassit ophiolites: insights from ^{40}Ar – ^{39}Ar geochronology. Geological Magazine 144, 797–810.
- Çelik, Ö. F. ve Delaloye, M. F., 2003. Origin of metamorphic soles and their post-kinematic mafic dyke swarms in the Antalya and Lycian ophiolites, SW Turkey. Geological Journal 38, 235–56.
- Çelik, Ö.F., Delaloye, M.F. and Feraud, G., 2006. Precise $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages from the metamorphic sole rocks of the Tauride Belt Ophiolites, southern Turkey: implications for the rapid cooling history. Geological Magazine. 143, 213–227.
- Çelik, Ö.F. ve Delaloye, M.F., 2006. Characteristics of ophiolite-related metamorphic rocks in the Beyşehir ophiolitic melange (Central Taurides, Turkey), deduced from whole rock and mineral chemistry. Journal of Asian Earth Sciences, 26, 461–476.
- Çelik, Ö. F., Marzoli, A., Marschik, R., Chiaradia, M., Neubauer, F. ve Öz, İ., 2011. Early–Middle Jurassic intra-oceanic subduction in the İzmir-Ankara-Erzincan Ocean, Northern Turkey. Tectonophysics 509, 120–134.
- Çelik, Ö.F., 2007. Metamorphic sole rocks and their mafic dykes in the eastern Tauride belt ophiolites (southern Turkey): implications for OIB type magma generation following slab break-off. Geological Magazine, 144, 849-866.
- Çelik, Ö.F., 2008. K-Ar ve ^{40}Ar – ^{39}Ar yaş tayini yöntemlerinin karşılaştırılması: Güney Türkiye ofiyolit tabanı metamorfiklerinden örnekler. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi, 29 (3), 101-110.
- Dilek, Y. ve Whitney, D.L., 1997. Counterclockwise P–T-t trajectory from the metamorphic sole of a Neo-Tethyan ophiolite (Turkey). Tectonophysics, 280, 295–310.
- Dilek, Y., Thy, P., Hacker, B. ve Grundvi, S., 1999. Structure and petrology of Tauride dike intrusions (Turkey): implications for the Neotethyan ocean. Geological Society of America Bulletin, 111, 1192–1216.
- Dora, O. Ö., Kun, N. ve Candan, O., 1992. Metamorphic history and geotectonic evolution of the Menderes Massif. In: Savaşın, M. Y. And Eronat, A. H. (eds), Proceedings of International Earth Sciences Congress on Aegean Regions 1990, Dokuz Eylül University Publications, 2, 107-115.
- Dürr, S.H., 1975. Über alter und geotektonische stellung des Menderes kristallins/SW- Anatolien und seine aequivalente in der mittleren Aegaeis. Habil.-Schr. Philipps-Univ. Marburg/Lahn, 107 p.

- Erdoğan, B. ve Güngör, T., 2004. The problem of the core-cover boundary of the Menderes Massif and an emplacement mechanism for regionally extensive gneissic granites, western Anatolia (Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol. 13, pp. 15-36.
- Göncüoğlu, M.C., 2011. Kütahya-Bolkardağ Kuşağının Jeolojisi. *M.T.A. Dergisi*, 142, 227-282.
- Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş., Özcan, A. ve Işık, A., 1996. Orta Sakarya'da Nallihan-Sarıcakaya arasındaki yapısal birliklerin jeolojik özellikleri. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor no: 10094, 173 p, Ankara (yayımlanmamış).
- Görür, N., Oktay, F. Y., Seymen, İ. ve Şengör, A. M. C., 1984. Paleotectonic evolution of Tuz Gölü basin complex, central Turkey. In: Dixon, J. E. And Robertson, A. H. F. (eds), *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*, Geological Society, London, Special Publications, 17, 81-96.
- Günay, E., Akdeniz, N., Şaroğlu, F. ve Çağlayan, A., 1986. Murat Dağı-Gediz dolaylarının jeolojisi. M.T.A. Raporu, Rapor No: 8046, Ankara.
- Güngör, T., 2013. Kinematics of the Central Taurides during Neotethys closure and collision, the napped in the Sultan Mountains, Turkey. *International Journal of Earth Sciences (Geol Rundsch)* 102: 1381-1402.
- Güngör, T. ve Erdoğan, B., 2002. Tectonic significance of mafic volcanics in a Mesozoic sequence of the Menderes Massif, West Turkey. *International Journal of Earth Sciences*, 91, 386-397.
- Harris, N.B., Kelley, S. ve Okay, A.I., 1994. Post-collision magmatism and tectonics in northwest Anatolia. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 117, 241-252.
- Kaya, O., 1972. Tavşanlı yöresi ofiyolit sorununun ana çizgileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, XV, 1, 26-108.
- Kaya, O., Sadeddin, W., Altın, D., Meriç, E., Tansel, İ. ve Vural, A., 1995. Tavşanlı (Kütahya) güneyindeki ankımetamorfik kayaların stratigrafisi ve yapısal konumu: İzmir-Ankara zonu ile bağlantısı. *M.T.A. Dergisi*, 117, 5-16.
- Ketin, L., 1966. Tectonic units of Anatolia (Asia Minor). *M.T.A. Bull.*, v. 66, 23-34. Kovenko, V., 1944, Akdağ bölgesindeki eski madenler hakkında rapor. *M.T.A. Ens.*, Arşiv No: 1604, Ankara.
- Konak, N., 1982. Simav dolayının jeolojisi ve metamorf kayaçlarının evrimi. *İstanbul Yerbilimleri*, 3, 313-337.
- Okay, A.I. ve Tüysüz, O., 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In "The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen" (eds. B. Durand, L. Jolivet, F. Horváth and M. Séranne), Geological Society, London, Special Publication 156, 475-515.
- Okay, A.I., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. ve Akyüz, S., 1996. Paleo- and Neo-Tethyan events in northwest Turkey: geological and geochronological constraints. in *Tectonics of Asia* (ed. A. Yin & M. Harrison), Cambridge University Press, 420-441.
- Okay, A.I., Harris, N.B.W. ve Kelley, S.P., 1998. Exhumation of blueschists along a Tethyan suture in northwest Turkey. *Tectonophysics*, 285, 275-299.
- Okay, A.I., 1984. Distribution and characteristics of the northwest Turkish blueschists. In: *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean* (ed. J.E. Dixon & A.H.F. Robertson), Geological Society Special Publication No. 17, 455-466.
- Okay, A.I., 2011. Tavşanlı Zonu: Anatolid-Torid Bloku'nun dalma-batmaya uğramış kuzey ucu. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 142, 195-226.
- Önen, P. ve Hall, R., 1993. Ophiolites and related metamorphic rocks from the Kütahya region, north-west Turkey. *Geological Journal*, 28, 399-412.
- Önen, A.P. ve Hall, R., 2000. Sub-ophiolite metamorphic rocks from NW Anatolia, Turkey. *Journal of Metamorphic Geology*, 18, 483-495.
- Özcan, A., Göncüoğlu, M.C. ve Turhan, N., 1989. Kütahya-Çifteler-Bayat-İhsaniye Yöresinin Temel Jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor no: 8974 (8188), 142 s., Ankara.
- Özcan, A., Göncüoğlu, M.C. ve Turhan, N., Uysal, Ş. ve Şentürk, K., 1990b. Late Palaeozoic evolution of the Kütahya-Bolkardağ Belt. *Middle East Technical University Journal of Pure and Applied Sciences*, 21/1-3, 211-220.
- Parlak, O. ve Delaloye, M., 1999. Precise ⁴⁰Ar/³⁹Ar ages from the metamorphic sole of the Mersin ophiolite (southern Turkey). *Tectonophysics*, 301, 145-158.
- Parlak, O., Yılmaz, H., Boztuğ, D. and Höck, V., 2005. Geochemistry and tectonic setting of the Divriği ophiolite in the east central Anatolia (Sivas, Turkey): evidence for melt generation within an asthenospheric window prior to ophiolite emplacement onto the Taurides. *International Symposium on the Geodynamics of Eastern Mediterranean: Active Tectonics of the Aegean Region*, Kadir Has University, İstanbul, p.224.
- Parlak, O., Yılmaz, H. ve Boztuğ, D., 2006. Origin and tectonic significance of the metamorphic sole and isolated dikes of the Divriği Ophiolite (Sivas, Turkey): evidence for slab break-off prior to ophiolite emplacement. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 15, 25-45.
- Plunder, A., Agard, P., Chopin, C. ve Okay, A., 2013. Record of high-pressure overprint in metamorphic soles of the Tavşanlı

- Zone, Western Anatolia. Geophysical Research Abstracts, Vol. 25, EGU2013-8465-1.
- Ricou, L. E., Argriadis, I. ve Marcoux, J., 1975. L'axe calcaire du Taurus, une alignement de fenestres arabo-africaines sous des nappes radiolaritiques, ophiolitiques et metamorphiques. Bulletin de la Societe geologique de France, 17, 1024-43.
- Robertson, A. H. F. ve Woodcock, N. H., 1980. Mamonia Complex, southwest Cyprus: Evolution and emplacement of a Mesozoic continental margin. Geological Society of America Bulletin, 90, 651-65.
- Schuiling, R.D., 1962. Türkiye'nin güneybatısındaki Menderes migmatit kompleksinin petrolojisi, yaşı ve yapısı hakkında. M.T.A. Dergisi, 58, 71-84.
- Spray, J.G., 1984. Possible causes and consequences of upper mantle decoupling and ophiolite displacement. In: Gass, I.G., Lippard, S.J., and Shelton, A.W. (eds.), Ophiolites and oceanic lithosphere. Geological Society, London, Special Publication, 13, 255-268.
- Stampfli, G., 2000. Tethyan oceans. In: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J.D.A. (Eds.), Tectonics and magmatism in Turkey and surrounding area: Geological Society of London, Special Publication, 173, pp. 1-23.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. Tectonophysics 75, 181-241.
- Şengör, A. M. C., Satır, M. ve Akkök, R., 1984. Timing of tectonic events in the Menderes Massif, western Turkey: Implications for tectonic evolution and evidence for pan-African basement in Turkey. Tectonics, 3, 693-707.
- Tolluoğlu, A.Ü., Erkan, Y., Sümer, E.Ö., Boyacı, M.N. ve (Bektaş) Yavaş, F., 1997. Afyon metasedimanter grubunun Mesozoyik öncesi metamorfik evrimi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 40, 1, 1-17.
- Williams, H. ve Smyth, W.R., 1973. Metamorphic aureoles beneath ophiolite suites and Alpine peridotites: tectonic implications with west Newfoundland examples. American Journal of Science, 273, 594-621.
- Yüksel, A. K., 2013. Muratdağı Melanjının jeodinamik özellikleri. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, Doktora Tezi, 110 s. (yayımlanmamış).

Makale Geliş Tarihi : 21 Ocak 2014

Kabul Tarihi : 25 Şubat 2014

Received : 21 January 2014

Accepted : 25 February 2014



Kuzey Anadolu Fay Zonu, Ilıpınar Segmenti'nin (Karlıova, Bingöl) Paleosismolojisi

Paleoseismology of the Ilıpınar Segment (Karlıova, Bingöl), The North Anatolian Fault Zone

Taylan SANÇAR^{1,2}, H. Serdar AKYÜZ³

¹ *Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 62000 Tunceli*

² *İ.T.Ü. Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Maslak, 34469 İstanbul*

³ *İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, 34469 İstanbul*

(e-posta: tsancar@tunceli.edu.tr)

ÖZ

Dünyadaki en aktif deformasyon kuşaklarından olan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) üzerinde son yüzyılda gerçekleşen depremler 1000 km'den fazla yüzey kırığı oluşturmuştur. KAFZ'nin farklı kesimlerinden elde edilen paleosismik veriler fay zonunun deprem tarihçesi hakkında önemli bilgiler vermiştir. KAFZ'nin en doğusunda yer alan Ilıpınar Segmenti'nin son yüzyılda gerçekleşen depremler ile olan ilişkisini ve eski deprem tarihçesini araştırmak amacıyla, Ilıpınar Segmenti'nin doğu ucunda yer alan Yoncalık havzası üzerinde iki tane paleosismolojik hendek çalışması gerçekleştirilmiştir. Yoncalık-1 hendeğinden elde edilen radyokarbon yaşlandırma sonuçları MÖ 8500-6150 ve MÖ 5960-4300 tarihleri arasında Ilıpınar segmenti üzerinde yüzey kırığı oluşturan iki depremi göstermektedir. Yoncalık-2 hendeğinden elde edilen veriler ise segment üzerinde MÖ 6325 tarihinden önce ve MÖ 6325-2105 tarihleri arasında yüzey kırığı oluşturan depremleri göstermektedir. Bu depremlerin tarih aralıkları geniş olsa da birbirleri ile uyumludur. Yoncalık-2 hendeğinde MÖ 6325 öncesinde olan depremin Yoncalık-1 hendeğinde MÖ 8500-6150 arasında olan deprem ile aynı olduğu düşünülmektedir. Yoncalık-2 hendeğindeki MÖ 6325-2105 tarihleri arasında olmuş depremin ise Yoncalık-1 hendeğindeki MÖ 5960-4300 tarihleri arasında olmuş deprem ile aynı deprem olması yüksek bir olasılık olarak değerlendirilmiştir. KAFZ'nin en doğu ucunu oluşturan Ilıpınar Segmenti üzerinde yapılan paleosismoloji çalışmalarından edinilen bulgular segmentin deprem üretme davranışının KAFZ'nin genel karakteri ile uyumlu olmadığını göstermektedir. Bu uyumsuzluğun nedeni Karlıova Üçlü Eklemleri civarındaki kompleks fay geometrisi ve buna bağlı olarak biriken yamulmanın bu yapılar tarafından paylaşılması olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Ilıpınar segmenti, KAFZ, paleosismoloji

ABSTRACT

The last century earthquakes produced more than 1000 km surface rupture on the North Anatolian Fault Zone (NAFZ), which is one of the most active deformation belts in the World. Paleoseismic data from different parts of the NAFZ exposes critical information about the earthquake history of the fault zone. To research paleoseismicity of the Ilıpınar Segment and relationship between the segment and last century earthquakes, two paleoseismologic trench studies performed on the Yoncalık basin, where positioned at eastern section of the Ilıpınar segment. We identified two paleo-earthquakes, which correspond to BC 8500-6150 and BC 5960-4300 time intervals in the Yoncalık-1 trench. On the other hand the analyses of stratigraphy and structural features of the Yoncalık-2 trench similarly yield two events, from which the older happened before BC 6325 and the younger was between BC 6325-2105. Despite of the wide range of these intervals, both trench results are coincide within their uncertainty limits. We interpret that events in both trenches reflects the same surface ruptures. By the joint analysis of both trenches, we conclude that the most recent and penultimate events should have occurred between BC 5960-4300 and BC 8500-6325, respectively. The results from paleoseismology of the Ilıpınar Segment, which constitute the easternmost part of the NAFZ, indicate that the seismic behaviour of the segment is not in accord with the general characteristic of the NAFZ. The reasons behind the disparity are considered to be related with complex fault geometry in the vicinity of Karlıova triple junction and partitioning of accumulated strain on these structures.

Keywords: Earthquake, Ilıpınar segment, NAFZ, paleoseismology

GİRİŞ

Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'nin (Şekil 1a) deformasyon alanı Karlıova Üçlü Ekleme (KÜE) ile Erzincan havzası arasında farklı genişliklere sahiptir. Fay zonunun, sahip olduğu toplam yamulma, Erzincan Havzası ve Yedisu Havzası arasında tek bir hat boyunca lokalize olur. (Şengör ve diğ., 2005). Yedisu Havzası ile KÜE arasında ise, ana fay kolunun sıkışmalı çift büküm geometrisi (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988) ve bunlara yakın konumlanmış ikincil kolların varlığı ile deformasyon zonunun genişliği 10 km'ye kadar ulaşır. 56 km uzunluğundaki bu hattı, Barka ve Kadinsky-Cade (1988), kendi arasında FS1, FS2 ve FS3 olarak üç geometrik segmente ayırmıştır (Şekil 1b). FS1 olarak adlandırılan ve KAFZ'nin en doğu kesimi olan Ilıpınar Segmenti'nin

morfolojik olarak belirgin izler taşıdığı farklı çalışmalarda (Allen, 1969; Barka ve diğ., 1987; Tutkun ve Hancock, 1990) gösterilmiştir.

Son yüzyıl içerisinde KAFZ'nin doğusu ve üçlü eklem civarında olan bazı depremler Ilıpınar Fayı ile ilişkilendirilmiştir. 17 Ağustos 1949 Elmalı depreminin (M=6.8) FS2 ve FS3 fay segmentlerinin tamamının, Ilıpınar Segmenti'ni temsil eden FS1'in ise kısmen veya tamamen kırılması sonucu oluştuğu ileri sürülmüştür (Şekil 1b). (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Barka ve diğ., 1987; Tutkun ve Hancock, 1990). Varto Fay Zonu (VFZ) üzerinde 19 Ağustos 1966 yılında gerçekleşen depremin (M=6.8), sonrasında meydana gelen 20 Ağustos 1966 depreminin (Ms=6.1) Ilıpınar Segmenti (FS1) üzerinde gerçekleştiği ileri sürülmüş (Ambraseys ve Zatopek, 1968; Dewey, 1976; Barka ve Kadinsky-

Cade, 1988), ancak yeni bilgilerin eklenmesi ile bu depremin, 19 Ağustos 1966 depreminin artçısı olarak VFZ'nin en batı kesiminde oluştuğu düşünülmüştür (Şekil 2) (Ambraseys ve Jackson, 1998). Çalışma alanı civarında tarihsel ve aletsel dönem deprem kayıtları (Çizelge 1), Ilıpınar Segmenti'nin depremselliği hakkında kesin bilgiler içermez.

Tarihsel deprem verilerinin zayıf olduğu, morfotektonik yapıların yeteri kadar çalışılmadığı ve herhangi bir fay kazısı çalışmasının bulunmadığı bu bölgede eski deprem tarihçesinin

ortaya çıkartılabilmesi için morfotektonik yapılar uzaktan algılama ve arazi çalışmaları ile belirlenmiş ve Ilıpınar Segmenti'nin olduğu ucunda iki adet paleosismoloji amaçlı hendek açılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda ortaya çıkarılan bulgular, önceki çalışmalarda yer alan verilerle birlikte yorumlanarak segmentin depremselliği yeniden ele alınmıştır. Hendeklerden alınan sekiz tane kömür örneği 14C yöntemi ile yaşlandırılmak üzere Beta Analytic Laboratuvar'ına gönderilmiş ve gelen sonuçlarda (Tablo 1 ve 2) belirtilen 2 sigma kalibrasyon yaşları hendeklerin yorumlanmasında kullanılmıştır.

Çizelge 1. Karlıova üçlü eklemi civarında 1866 yılından beri meydana gelen büyük depremlerin ($M > 6$) parametreleri. (1-Ambraseys (1997), 2-Ambraseys ve Finkel (1995), 3-Ambraseys ve Jackson (1998), 4-Ambraseys ve Zatopek (1968), 5-Barka (1996), 6-Barka ve Reilinger (1997), 7-Bekler ve diğ. (2003), 8-Fuenzalida ve diğ. (1997), 9-Milkereit ve diğ. (2004), 10-Nalbant (1996), 11-Pamir ve Ketin (1940), 12-Seymen ve Aydın (1976), 13-Taymaz ve diğ. (1991), 14-Wallace (1968)).

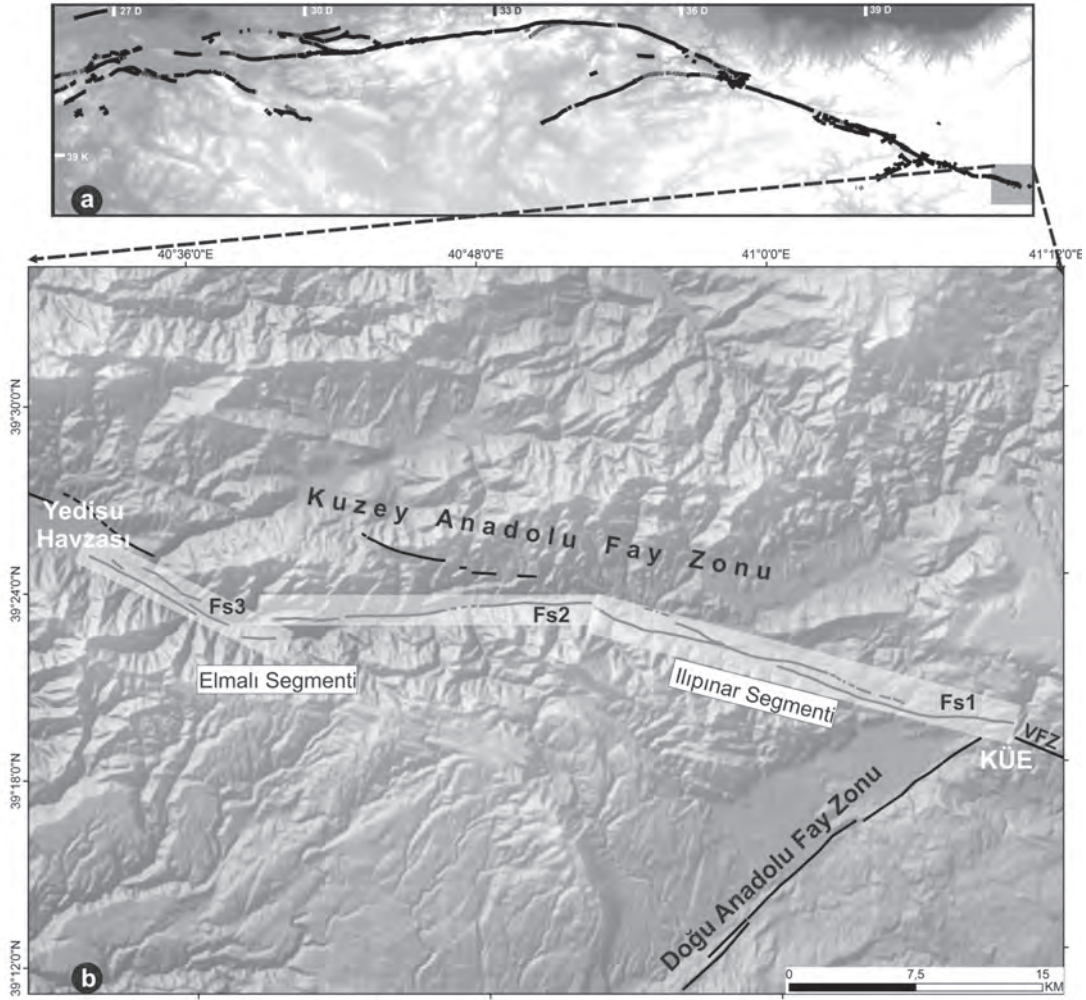
Table 1. Earthquakes ($M > 6$) occurred around Karlıova triple junction since 1866. (1-Ambraseys (1997), 2-Ambraseys and Finkel (1995), 3-Ambraseys and Jackson (1998), 4- Ambraseys and Zatopek (1968), 5-Barka (1996), 6-Barka and Reilinger (1997), 7-Bekler et al. (2003), 8-Fuenzalida et al. (1997), 9-Milkereit et al. (2004), 10-Nalbant (1996), 11-Pamir and Ketin (1940), 12-Seymen and Aydın (1976), 13-Taymaz et al. (1991), 14-Wallace (1968)).

Tarih	lokasyon		Mag(M)	Derinlik (km)	Fay uzunluğu (km)	Doğrultu	Eğim	Sapma	Atım (cm)	Yer
12.05.1866 ²	41	39	6.8	0-18	31.98	52	90	0	-100	Bingöl
26.12.1939 ¹	39.51	39.80	7.9	0-18	310.4	-67/-86	90	-180	150-650	Erzincan
17.08.1949 ^{5,11}	40.62	39.57	6.8	0-18	35.4	96/113	90	-180	50-150	Karlıova
19.08.1966a ³	41.56	39.17	6.8	0-18	34.98	-53	70	150	60	Varto
20.08.1966b ³	40.98	39.42	6.1	0-18	11.98	106	90	-180	25	Varto
26.07.1967 ^{4,6,14}	40.38	39.54	6.0	0-18		111	90	-170		Pülümür
22.05.1971 ⁶	40.52	38.83	6.7	0-18	44.98	38	86	-8	45	Bingöl
13.03.1992 ^{12,13}	39.63	39.72	6.8	1.5-18	30.16	115/119	63	-164	90-143.3	Erzincan
15.03.1992 ^{8,10}	39.93	39.53	6.0	1-18	8	-125	61	57	20	Pülümür
27.01.2003 ^{7,9}	39.66	39.58	6.1	1-18	14.62	-118	90	0	20	Pülümür
01.05.2003 ¹¹	40.53	39.04	6.4	1-18	21.98	137	90	-180	40	Bingöl

ILIPINAR SEGMENTİ'NİN GEOMETRİSİ

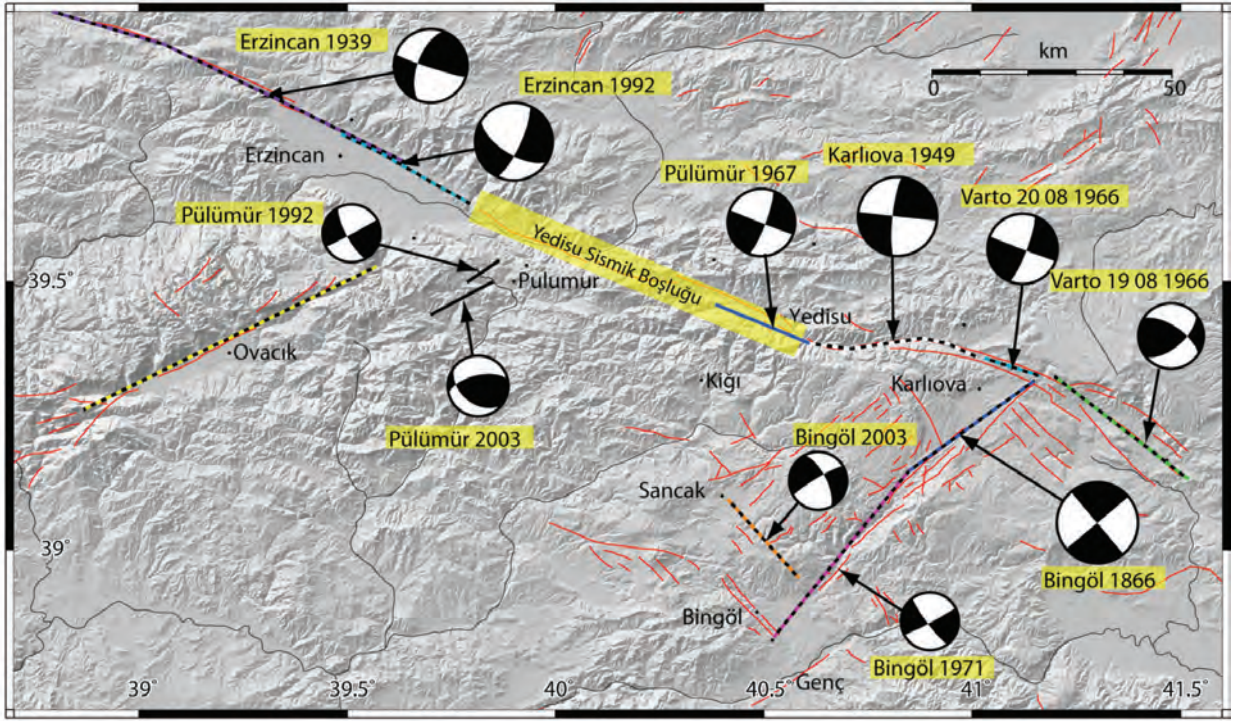
Ilıpınar segmenti üzerinde yapılan arazi çalışmalarında, ötelenmiş dereler, basınç sırtları, fay şevleri gibi morfolojik yapılar yardımıyla segmentin haritası çizilmiş, uygun hendek lokasyonları araştırılmıştır.

Bu fay parçası, batıda Kızılçubuk Köyünden başlayarak, K70°B doğrultusunda 30 km boyunca devam eder ve Kargapazarı Köyü'nün kuzeyinde DAFZ ile birleşerek sonlanır (Şekil 3).



Şekil 1. (a) Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'nin genel geometrisini gösteren şekilde, doğu ucundaki gölgeli alan, fay zonunun (b)Yedisu Havzası ile Karlıova Üçlü Eklemleri (KÜE) arasındaki segmentasyonu göstermektedir. (VFZ: Varto Fay Zonu).

Figure 1. (a) The shaded area at eastern part of the North Anatolian Fault Zone (NAFZ) indicate (b) the segmentation of the fault zone between the Yedisu Basin and Karlıova Triple Junction (KTJ) (VFZ: Varto Fault Zone).

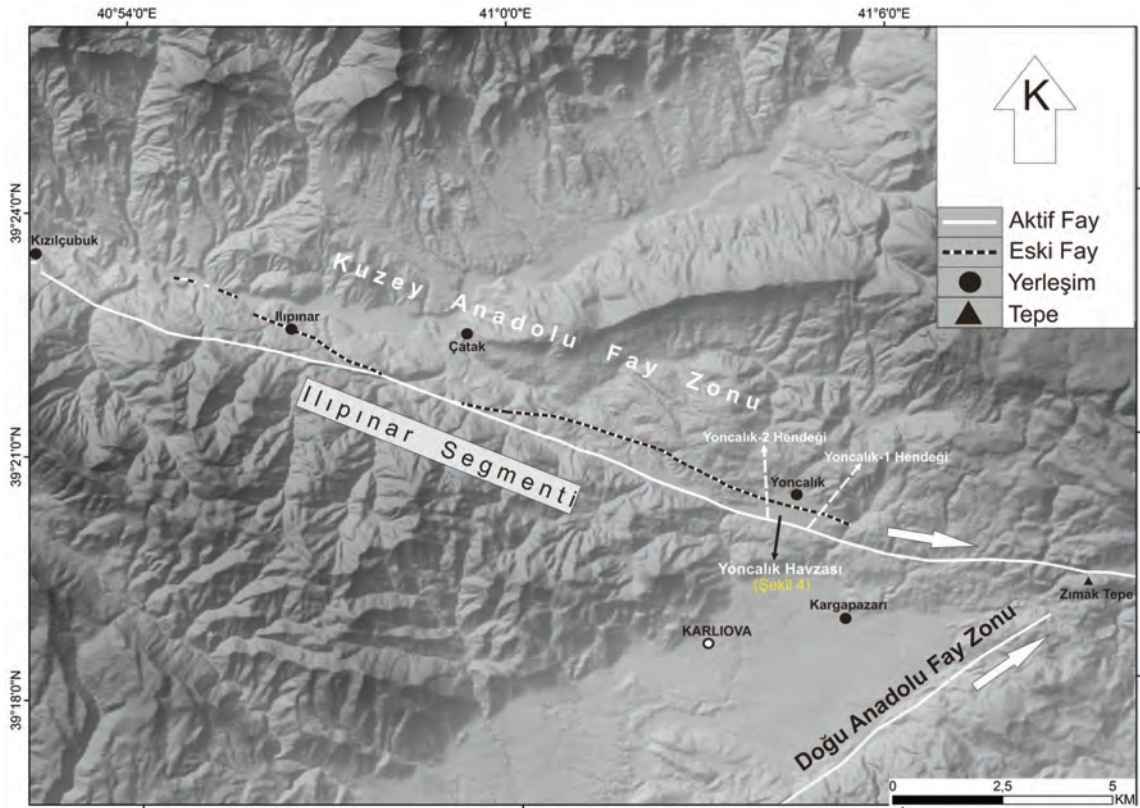


Şekil 2. Çalışma alanında 1866 yılından beri meydana gelen büyük ($M > 6$) depremler ve bunların odak mekanizmaları. Çeşitli renklerdeki kesik çizgiler bu depremlerin tahmini yüzey kırıklarını temsil etmektedir (Akoğlu, 2008).

Figure 2. Focal mechanism of the earthquakes ($M > 6$) that occurred in the study area since 1866. Various colours indicate estimated rupture surfaces of these earthquakes (Akoğlu, 2008).

Segmentin doğu ucunda yer alan Zımak tepeden Yoncalık Köyü güneyine kadar sağ ve sol yönlü ufak bükümler yaparak gelen fay bu noktadan Çatak Köyü güneyine kadar genelde sola aşmalı olarak devam eder. Kızılçubuk köyü doğusuna kadar bükümler yaparak son bulan segmentin kuzeyinde bulunan iki eski faydan doğuda olan Yoncalık Köyü civarında başlar ve Çatak Köyü güneyine kadar $K75-80^{\circ}B$ konumunda, 10 km kuzeybatıya doğru devam eder (Şekil 3).

Batıdaki ise Çatak güneybatısından başlayarak $K65-80^{\circ}B$ doğrultusunda kuzeybatıya doğru 3 km devam eder ve Ilıpınar Köyü civarında son bulur (Şekil 3). Ilıpınar segmenti üzerinde en dikkat çekici morfoloji, Yoncalık Havzası'dır. Segment üzerinde yapılan paleosismoloji çalışmaları Yoncalık Havzası içerisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. KAFZ'nin en doğu ucu olan Ilıpınar Segmenti'nin geometrisi ve civarındaki diğer tektonik hatlar.

Figure 3. Geometry of the Ilıpınar Segment, the easternmost part of NAFZ, and other tectonic lineaments around it.

Yoncalık Havzası

Uzun eksenini 3 km ve kısa eksenini 750 m olan Yoncalık Havzası, Ilıpınar Segmenti'nin doğusunda fayın denetiminde oluşmuştur (Şekil 4). Yoncalık Havzası, kuzey ve güneyden Pliosen volkanitlerinden oluşan tepeler ile sınırlıdır (Şaroğlu, 1985). Havzanın güney tarafında aktif faylanma ile ilişkili morfolojik izler çok belirgin olmasına rağmen kuzey kenarın morfolojisi güncel faylanmanın izlerini taşımaz.

Yoncalık Havzası içerisindeki drenaj alanı doğu-batı ve kuzey-güney akışlı çok sayıda ufak derelerden oluşmasına rağmen havza içerisinde ana akaçlama sistemi oluşmamıştır. Havzanın kuzey ve güney sınırlarındaki yükseltilerden havza içine doğru eğimli süreksiz dereler de Yoncalık Havzası'nın drenaj alanı içerisinde yer almaktadır.

Yoncalık Havzası'nı kuzeyden sınırlayan fayın geometrisi, batıya doğru devamında bulunan morfolojik çizgisellik ve traverten oluşumları dikkate alınarak haritalanmıştır. Havzayı kuzeyden sınırlayan yükseltilerden havza içine doğru (güneye eğimli olarak) akan derelerde fay ile ilişkili herhangi bir deformasyon yoktur. Ayrıca havzanın kuzey kenarında oluşan birikinti yelpazelerinin morfolojisi fayla ilişkili bozulmalar göstermemektedir (Şekil 4 ve 5a). Bu bulgular havzayı kuzeyden sınırlayan fay kolunun, aktif olmadığı veya aktivitesinin az olduğunu göstermektedir.

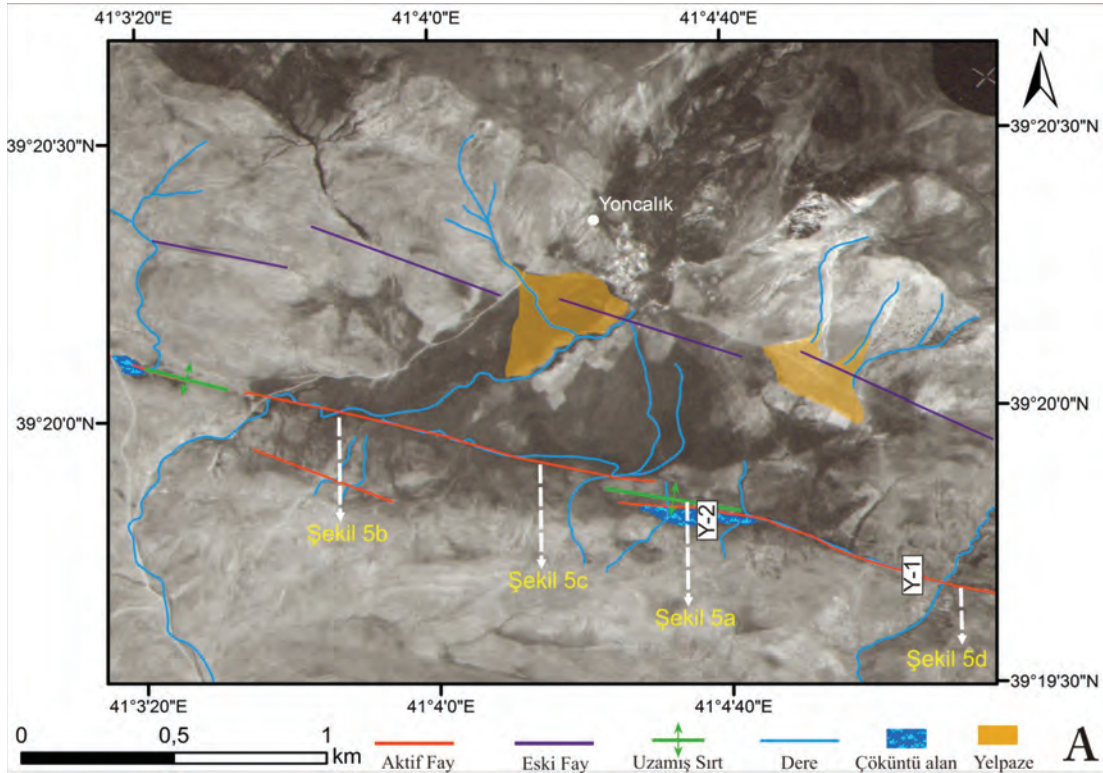
Yoncalık Havzası içerisinde aktif olan kol, havzayı güneyden sınırlayan Ilıpınar segmentine aittir. Ilıpınar Segmenti'nin havza içindeki doğrultusu $K70^{\circ}B$ ve uzunluğu 3 km'dir.

Bu kol üzerinde uzamış sırt ve çığisel çöküntü alanları (Şekil 5a), ötelenmiş ve kapılmış dereler (Şekil 5b), ve morfolojik kırıklık (Şekil 5c), gibi segmenti karakterize eden pek çok morfolojik yapı oluşmuştur (Şekil 4).

Yoncalık havzasının güneyinde bulunan dereler, K70°B olan fay doğrultusuna yaklaşık dik konumdadır ve 20 m - 500 m arasında değişen miktarlarda sağ yanal olarak ötelenmiştir (Şekil 4 ve 5b). Havzanın güneyini sınırlayan fay üzerinde yer alan sırtlardan doğuda olanının uzunluğu 450 m, batıda ve havzanın içinde olanının uzunluğu ise 285 m'dir (Şekil 4 ve 5a). Doğuda olan sırt ve bunun güneyinde yer alan fay etkisi ile oluşmuş çöküntü bölgeden, fayın konumunun K70°B

olduğu anlaşılmıştır. Bu lokasyonun yaklaşık 300 m batısında bulunan ve kuzey bloku düşen 40 cm yüksekliğindeki fay şevi, havzanın güneyindeki faylanma ile ilgili başka bir veridir (Şekil 5c).

Morfolojik veriler havzanın kuzeyinden geçen fay kolunun aktif olmadığına veya aktivitesinin çok az olduğuna işaret etmektedir. Havzayı güneyden sınırlayan Ilıpınar Segmenti'nin, morfolojisi ise oldukça belirgindir. Bu veriler ışığında Yoncalık Havzası'nın, kuzeyde bulunan fayın sağa sıçraması ile açıldığı, ancak daha sonra kuzey kolun terk edilerek hareketin güney kol tarafından karşılandığı düşünülmektedir (Şekil 3).



Şekil 4. Yoncalık Havzası civarında Ilıpınar Segmenti'nin geometrisi ve havza içindeki morfolojik yapılar (Y-1: Yoncalık-1 Hendeği, Y-2: Yoncalık-2 Hendeği).

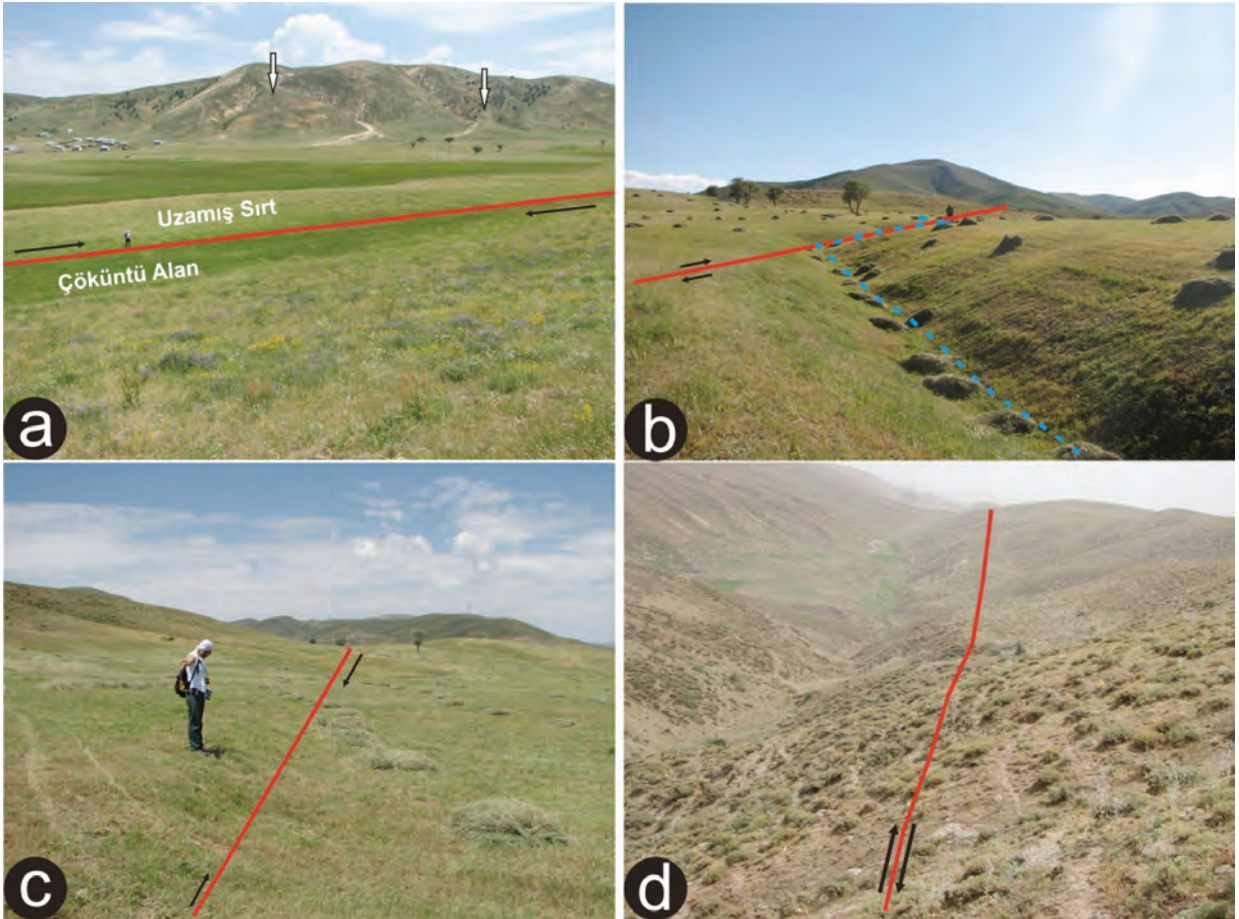
Figure 4. Geometry of Ilıpınar Segment at the vicinity of Yoncalık Basin and the morphotectonic structures in the basin (Y-1: Yoncalık-1 Trench, Y-2: Yoncalık-2 Trench).

ILIPINAR SEGMENTİ'NİN PALEOSİSMOLOJİSİ

Yoncalık-1 Hendeğinin Konumu ve Stratigrafisi

Yoncalık Havzası'nın doğusunda olan Yoncalık-1 hendek yeri, hendeğin batısında ve doğusunda bulunan ötelenmiş dereler ve bunların arasında yer alan ve son depremlerle ilişkili olduğu düşünülen şev dikkate alınarak belirlenmiştir (Şekil 6a). Hendek yerinin çökel kaynağını, güneydeki yükseltiler oluşturur (Şekil 6b).

Çalışma alanında K70B konumlu Ilıpınar Segmenti üzerinde açılan Yoncalık-1 hendeği, K20°D doğrultusunda 18 m uzunlukta ve 2.5-3 m derinlikte açılmıştır. Yoncalık-1 hendeğinin batı duvarındaki stratigrafik birimler ve yapısal unsurlar 1/20 ölçeğinde loga aktarılmıştır (Şekil 7). Yoncalık-1 hendeğinin doğu duvarı ise hendek açma çalışmaları sırasında bozulduğu için logu hazırlanamamıştır.

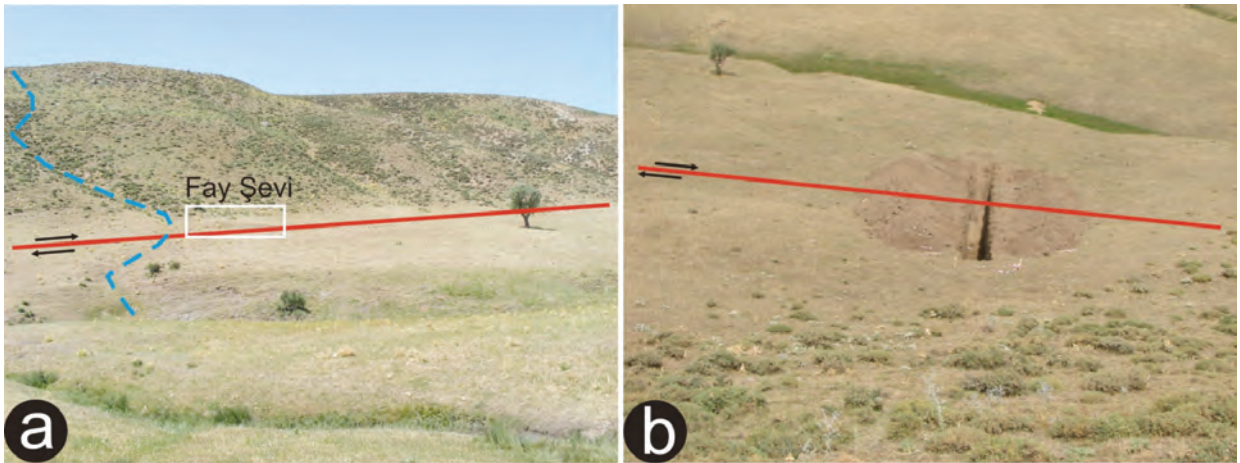


Şekil 5. Yoncalık Havzası içinde Ilıpınar Segmenti kontrolünde gelişen yapılar: (a) 450 m uzunluğundaki uzamiş sırt ve çöküntü alan (güneydoğuya bakış), (b) 80 m'lik dere ötelenmesi (kuzeye bakış), (c) fay şevi (batıya bakış), ve (d) morfolojik kırıklık (doğuya bakış).

Figure 5. Structures formed by Ilıpınar Segment in the Yoncalık Basin: (a) 450 m long elongated ridge and depression area (southeast viewing), (b) 80 m river offset (north viewing), (c) fault scarp (west viewing), and (d) morphologic lineament (east viewing).

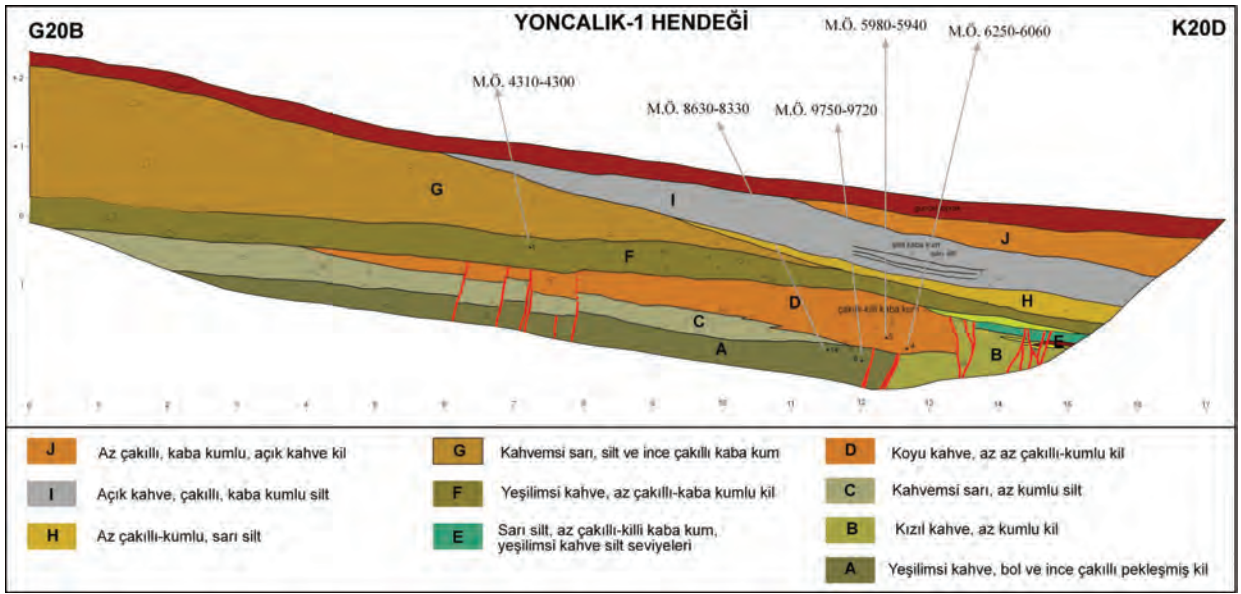
Yoncalık-1 hendeğinde ufak çakıllar içeren ince taneli birimler egemen olarak görülür. Stratigrafik olarak en altta bulunan birim ince bol çakıllar içeren yeşilimsi kahve renkli pekleşmiş kildir ve hendeğe ait logda "A" ile gösterilmiştir (Şekil 7). A çökel paketinin hendeğin kuzeyinde bulunan kızıl kahve renkli az kumlu kil ile gösterilen B paketi ile olan sınırı faylıdır. Hendek tabanında ortaya çıkan A biriminin üstüne kahvemsî sarı renkte, az kumlu siltten oluşan C birimi çökelmiştir. C birimi hendeğin güneyinde 0-4 m arasında yeşilimsî kahve renkli, az çakıllı kaba kumlu kilden oluşan F birimi tarafından örtülürken 4-12 m arasında kahverenkli az çakıllı pekleşmiş kilden oluşan D birimi ile örtülmüştür. C birimi kuzeye doğru yanal geçişle son bulur ve 12. m'den sonra görülmez. D birimi hendek içerisinde 4. m'den sonra görülür. Güneye doğru kama yaparak son bulan D biriminin kuzeydeki B birimi ile sınırı faylıdır. B birimi hendeğin güneyinde tabanda bulunan birimdir. B biriminin üstüne gelen ince seviyeler E paketi olarak tanımlanmıştır

ve aynı olaya ait faylanmalar ile kesilip hendek tabanına doğru düşey olarak yer değiştirmiştir. Silt, az çakıllı kil ve kaba kumdan oluşan F birimi hendek içerisinde kuzeyden güneye stratigrafik ve yapısal olarak kesiklik göstermeden devam eden tek birimdir. Bu özelliği ile F birimini Yoncalık-1 hendeğine ait kılavuz seviye olarak kabul edilmiştir. Kılavuz seviye olan F birimi üstüne kahvemsî sarı renkli, silt ve ince çakıl içeren kaba kumlu G birimi gelir. G birimi hendeğin güneyinde bir metreden fazla kalınlığa sahip iken kuzeye doğru kamalanarak sonlanır. Logda H olarak isimlendirilen az miktarda kaba kum içeren sarı renkli silt, kılavuz seviyeyi hendeğin kuzeyinde örter. H seviyesini örten I çökel paketi çakıl ve kaba kum muhteviyatlı siltten oluşur. I seviyesi hendeğin güneyinde G seviyesi ile de dokanak oluşturur. I seviyesi içerisinde kaba kum ve çakıllardan oluşan yanal devamlılığı olmayan çok ince iki seviye yer alır. I seviyesini örten iki birim vardır. I seviyesi, açık kahverenkli az çakıllı kilden oluşan J birimi tarafından üzerlenir.



Şekil 6. (a) Yoncalık-1 hendeğinin yakınındaki dere ötelenmesi ve fay şevi (güneybatıya bakış), (b) hendek yeri (kuzeye bakış).

Figure 6. (a) River Offset and fault scarp close to Yoncalık-1 trench (southwest viewing), (b) trench site (north viewing).



Şekil 7. Yoncalık-1 hendeğinin batı duvarının stratigrafisi, yapısal unsurları ve hendekten alınan numunelerin C14 yaş sonuçları.

Figure 7. Stratigraphy, structural units of the west wall of the Yoncalık-1 trench and 14C results of samples collected in the trench.

Yoncalık-1 Hendeğinin'de Faylanma ve Deprem Tarihçesi

Yoncalık-1 hendeğinde çökel kayıtlara ve yapısal verilere dayanarak iki eski deprem seviyesi belirlenmiştir. Hendek stratigrafisi göz önüne alındığında en eski deprem, hendeğin güney tarafında 12 ila 13. metreler arasında görülen fay kolları ile temsil edilir (Şekil 8a). 12. metrede iki kol halinde görülen fayın kuzeyde kalan kolu A seviyesi ile B seviyesi arasındaki sınırı oluşturmaktadır. Söz konusu deprem A seviyesini kesmiştir. A seviyesinden alınan B-8 ve B-14 örnekleri sırası ile MÖ 9750-9722 ve MÖ 8630-8330 arasında yaşlar vermiştir (Çizelge 2). Bu

örneklerden B-14, seviyenin üst tarafından alındığı için bu seviyeyi kesen fayı yaratan deprem için yaklaşık olarak MÖ 8500 yılından sonra olduğu düşünülmüştür. A seviyesini örten D biriminden alınan B-4 ve B-5 numaralı kömür örnekleri stratigrafik olarak birbirleriyle uyumludur ve sırasıyla MÖ 6250-6060 ve MÖ 5980-5940 yaşları alınmıştır (Çizelge 2). Bu örneklerden B-4, seviyenin tabanına daha yakındır. A ve D seviyelerinden elde edilen yaşlandırma verileri birlikte değerlendirildiğinde yaklaşık olarak MÖ 8500-6150 yılları arasında bir depremin Ilıpınar Segmenti üzerinde yüzey kırığı oluşturduğu söylenebilir.

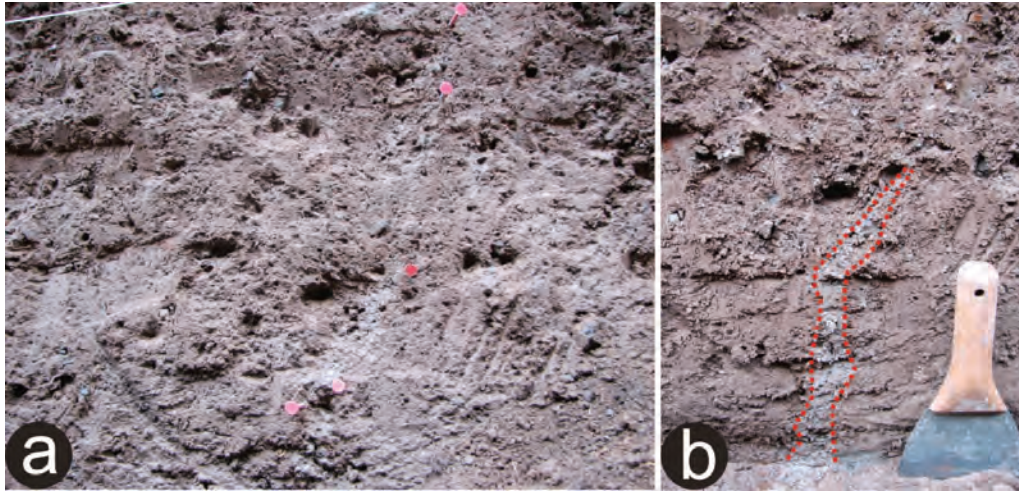
Çizelge 2. Yoncalık-1 hendeğinden elde edilen C14 yaşları.

Table 2. Obtained 14C ages from Yoncalık-2 trench.

BETA Örnek No	Örnek No	Hendek Adı	Örnek Tipi	Ölçülen Yaş	13C/12C	Konvensiyonel Yaş	2 Sigma Kalibrasyonu (BETA) M.Ö Bin yıl
253649	Y1-B14	Yoncalık-1	Kömür	9240 +/- 50 BP	-22.7 o/oo	9280 +/- 50 BP	8630-8330
253646	Y1-B8	Yoncalık-1	Kömür	9940 +/- 50 BP	-22.6 o/oo	9980 +/- 50 BP	9750-9720
253643	Y1-B5	Yoncalık-1	Kömür	6950 +/- 50 BP	-24.6 o/oo	6960 +/- 50 BP	5980-5940
253642	Y1-B4	Yoncalık-1	Kömür	7270 +/- 50 BP	-22.5 o/oo	7310 +/- 50 BP	6250-6060
253641	Y1-B1	Yoncalık-1	Kömür	5280 +/- 40 BP	-22.5 o/oo	5320 +/- 40 BP	4310-4300

Yoncalık-1 hendeğindeki ikinci olay hendek içerisinde iki zon olarak görülmektedir. Birinci zon hendeğin 6 ve 8. metreleri arasında düşey ve birbirine paralel kollar şeklinde görülmektedir (Şekil 8b). Bu kesimdeki fay kolları A, C ve D çökel seviyelerini keserek seviyeler arasındaki sınırın yerini düşey olarak değiştirmiştir. A ve C seviyelerinin sınırı ile C-D seviyeleri, arasındaki sınır faylanmadan dolayı aynı miktarlarda düşey yönde hareket etmişlerdir. Sınırlarda meydana gelen düşey hareketlerin sadece bir deprem sırasında oluşabileceği düşünülmüştür. D seviyesinin üst kesiminden

alınan B-5 numunesinin yaşı yaklaşık olarak MÖ 5960'dır. Depreme ait fay kolları F çökel seviyesi tarafından örtülür. F seviyesinden alınan B1 numunesinin yaşı ise MÖ 4310-4300'dür. B-5 ve B-1 numunelerinin yaşları birlikte değerlendirildiğinde MÖ 5960 ile 4300 arasında Ilıpınar segmenti üzerinde yüzey kırığı oluşturan başka bir deprem olmuştur. Bu depreme ait ikinci zon ise hendeğin kuzeyinde 13 ila 15. metreler arasında görülmektedir. E çökel paketindeki birimlerin sınırları düşey olarak yer değiştirmiştir. F seviyesi bu zona ait kolları da örter.

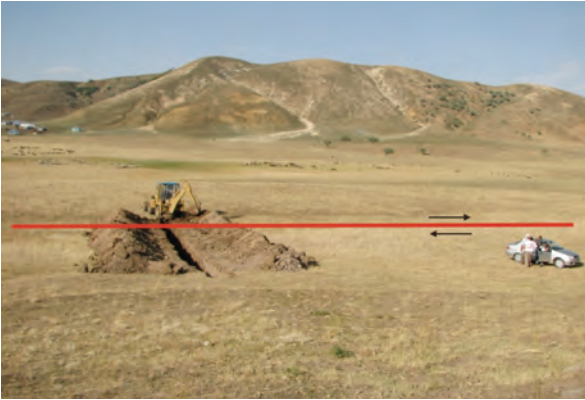


Şekil 8. Yoncalık-1 hendeğinin batı duvarının 6. metresinde (a) ve 12.-13. metreler arasında (b) görülen faylar
Figure 8. On the west wall of the Yoncalık-1 trench faults are observed (a) at 6.meter and (b) between 12-13. meters.

Yoncalık-2 Hendeğinin Konumu ve Stratigrafisi

Yoncalık-2 hendeği havzanın orta kesiminde, Yoncalık-1 hendeğinin yaklaşık 2 km batısında, havzayı güneyden sınırlayan K70B doğrultulu Ilıpınar segmentine paralel olarak konumlanmış uzamış sırt ile havzayı güneyden sınırlayan yükseltiler arasında yer alır (Şekil 9). Bu alan aynı zamanda gidişatı faya ve uzamış sırta paralel olan çizgisel çöküntü bir alandır. Yoncalık-2 hendeğinin açıldığı alanda çökel kaynağı asıl olarak güneydeki yükseltiler olmasında rağmen süreksiz olarak akan bazı ufak dereler de etkilidir. Çöküntü alanı kuzeyden sınırlayan uzamış sırt, çökellerin havzanın iç kesimlerine taşınmasını engelleyen bir set görevi yapmaktadır. Çalışma zeminin en kuru olduğu dönemde gerçekleştirilmesine rağmen, yeraltı su seviyesinin yüksek olmasından dolayı hendek derinliği 2,3 m ile sınırlandırılmıştır.

Hendeğin doğrultusu K20°D uzunluğu ise 26 m dir. Hendeğin güney kesimi oldukça düzenli ve deforme olmamış olduğundan, güneyde loglanan 12 metre gösterilmemiştir.



Şekil 9. Yoncalık-2 hendeği Şekil 5a'da gösterilen çöküntü alan ve uzamış sırttan belirlenen K70°D konumundaki faya dik olacak şekilde açılmıştır.

Figure 9. The Yoncalık-2 trench has been excavated perpendicular to the N70E trending fault, which is expressed in the morphology by an elongated ridge and a parallel depression, as shown in Figure 5a.

Yoncalık-2 hendeğindeki seviyeler, çok ince malzemeli birimlerden oluşmuştur. Bu seviyeler genelde yatay konumda olan, kil ve silt boyutlu çökellerden meydana gelişmiştir (Şekil 10). Hendek içerisindeki en yaşlı birimler A ve B ile gösterilen seviyelerdir. A paketi yeşilimsi kahve renkli az miktarda kum içeren kil çökelidir. B ise kahverenkli killi siltten oluşmuştur. B üzerine C ve D birimleri çökelmiştir. C birimi, kahvemsî yeşil renkte kum-silt hamur içerisinde yer alan çakıl ve küçük bloklardan oluşmaktadır. D birimi açık kahverenkli kumlu siltten oluşur. Hendekte fay zonunun her iki tarafında yer alan kahverengi, az kumlu siltli kilden oluşan E seviyesi A, B, C ve D birimlerini örtmüştür. E üzerine gelen F ile simgelenmiş kalışli kil ve onun üzerini örten G ile gösterilmiş sarımsı kahverengi, az kumlu kil, fay tarafından kesilmiştir. G seviyesi, sarımsı gri renkte, seyrek kalış içeren ince çakıllı, siltli kilden oluşan H birimi tarafından örtülür. Hendekteki çökel paketleri güncel toprak seviyesi ile örtülmüştür.

Yoncalık-2 Hendeğinde Faylanma ve Deprem Tarihçesi

Yoncalık-2 hendeğinin, çökel paketlerinin stratigrafik konumları ve yapısal özellikleri birlikte değerlendirildiğinde iki (veya daha fazla) eski deprem seviyesi olduğu anlaşılmaktadır. Hendeğin 7. metresinde iki koldan oluşan tek bir fay zonu belirlenmiştir (Şekil 10 ve 11). Bu hendekte belirlenen depremlerin söz konusu fay kolu üzerinde gerçekleştiği düşünülmektedir.

Hendekte tanımlanan ilk deprem, E biriminin çökeliminden önce olmuştur. E biriminin, fay zonunun her iki bloğunda bulunan farklı seviyeleri ortak olarak örtmesi bunun verisidir. Fay zonunun her iki tarafında farklı birimlerin yer alması bu zonun daha önceden de çalışmış olduğunu gösterir.

Fayın kuzey blokuna kalan B-C-D seviyelerinin fayın güney blokunda görülmemesi fay kolu üzerinde E seviyesinin çökelişinden önce bir veya daha fazla deprem olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Fakat bu depremi (veya depremleri) belirlemek ve tarihlendirmek mümkün değildir. Yaşlandırılabilir ilk deprem E birimi ile üstten sınırlandırılabilir. Ancak E biriminin altındaki birimlerin ne kadar aşınmaya maruz kaldıkları bilinmemektedir. Bu nedenle E biriminden alınacak yaştan (az veya çok) daha önce bir deprem olduğu söylenebilir.

E biriminin alt kesiminden alınan B-2 ve daha üst kesiminden alınan B-7 nolu kömür örneklerine ait yaşlar sırası ile MÖ 7070-6760 ve MÖ 6330-6320 tarihlerini vermektedir (Çizelge

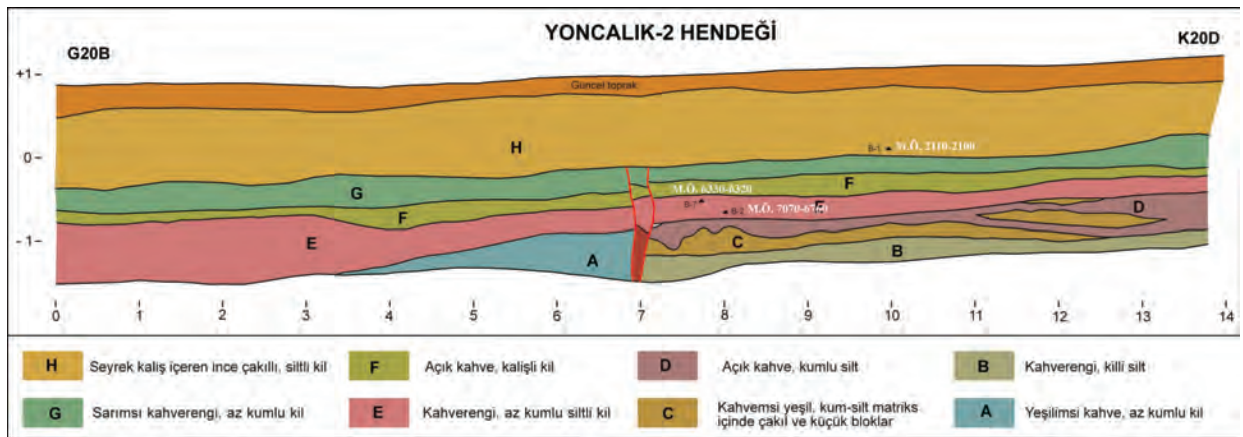
3). Yaşlar stratigrafik olarak birbiriyle uyumludur. Daha alt seviyede yer alan B-2 örneğinin yaşı dikkate alındığında Ilıpınar segmenti üzerinde yaklaşık olarak MÖ 6325 tarihinden önce bir deprem olmuş olmalıdır.

Hendekteki bir sonraki deprem verisi muhtemelen en son depremi temsil eder. Uyumlu olarak çökelmiş E, F ve G birimlerini kesen ve aynı miktarlarda öteleyen fay kolları H birimi tarafından örtülmektedir. H biriminin altından alınan B-1 örneğinin yaşı MÖ 2110-2100 arasındadır (Çizelge 3). E biriminin üst kesiminden alınan B-7 örneği ile birlikte değerlendirildiğinde, bu hendekteki son depremin yaklaşık olarak MÖ 6325-2105 aralığında oluştuğu söylenebilir.

Çizelge 3. Yoncalık-2 hendeğinden elde edilen C14 yaşları.

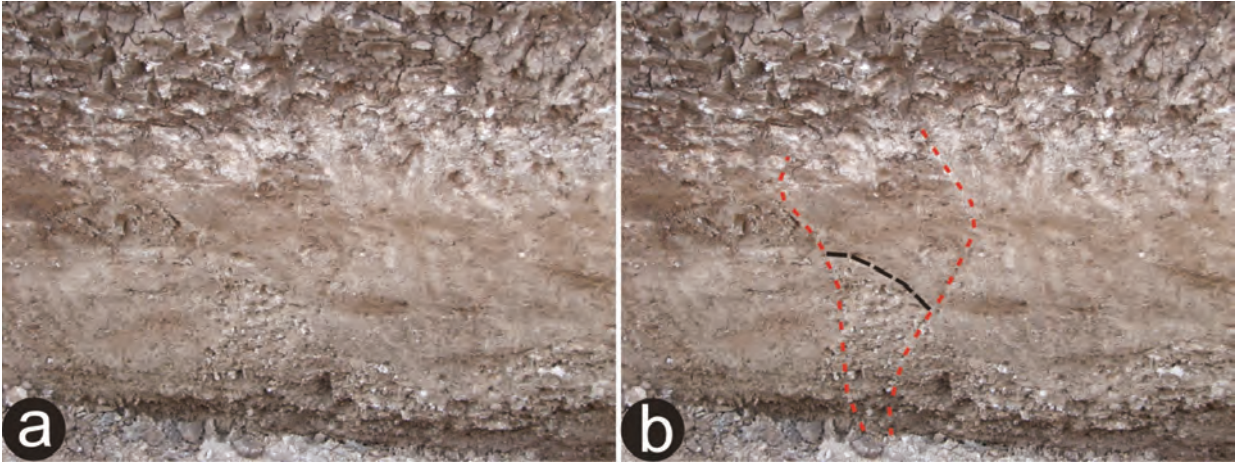
Table 3. Obtained 14C ages from Yoncalık-2 trench.

BETA Örnek No	Örnek No	Hendek Adı	Örnek Tipi	Ölçülen Yaş	13C/12C	Konvensiyonel Yaş	2 Sigma Kalibrasyonu (BETA) M.Ö Bin yıl
253654	Y2-B7	Yoncalık-2	Kömür	7300 +/- 50 BP	-24.0 o/oo	7320 +/- 50 BP	6330-6320
253651	Y2-B2	Yoncalık-2	Kömür	8020 +/- 50 BP	-25.2 o/oo	8020 +/- 50 BP	7070-6760
253650	Y2-B1	Yoncalık-2	Kömür	3580 +/- 40 BP	-23.8 o/oo	3600 +/- 40 BP	2110-2100



Şekil 10. Yoncalık-2 hendeğinin batı duvarının stratigrafisi, yapısal unsurları ve hendekten alınan numunelerin C14 yaş sonuçları.

Figure 10. Stratigraphy, structural units of the west wall of the Yoncalık-1 trench and 14C results of samples collected in the trench.



Şekil 11. Yoncalık-2 hendeğinin batı duvarında görülen fayın yorumsuz (a) ve yorumlanmış (b) görüntüsü.

Figure 11. (a) Original and (b) interpreted photo of the fault that seen at the west wall of the Yoncalık-2 trench.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yoncalık havzasının güney kenarında 2 km aralıkla açılan iki hendeğin mekânsal yakınlıkları göz önünde bulundurulduğunda aynı yüzey faylanmalarını yansıyacıkları açıktır. Hendeklerden alınan radyokarbon örneklerinin benzer yaş aralıklarına tarihlendirilmiş olmaları ise çökelme süreçlerinde de bir türdeşlik olduğunu gösterir. Faylanma ve çökelme benzerliklerinden yola çıkılarak her iki hendekte belirlenen iki eski olayın aynı yüzey faylanmalarına karşılık geldikleri yönünde yorumlanmıştır. Ilıpınar Segmenti üzerinde yapılan paleosismoloji çalışmaları sonucunda iki eski deprem olayı belirlenmiştir. Depremleri sınırlayan tarih aralıkları geniş olsa da birbirleri ile uyum gösterir. Yoncalık-2 hendeğindeki MÖ 6325 tarihinden önce olan depremin Yoncalık-1 hendeğinde MÖ 8500-6150 arasında olan deprem ile aynı olduğu düşünülmektedir. Yoncalık-2 hendeğinden elde edilen MÖ 6325-2105 tarihleri arasında olmuş depremin ise Yoncalık-1 hendeğindeki MÖ 5960-4300 tarihleri arasında olmuş deprem ile aynı deprem olduğu anlaşılmaktadır. Yoncalık hendeklerinden elde edilen veriler,

Ilıpınar Segmenti'nin deprem üretme aralığının KAFZ'nin genel davranışına uygun olmadığını göstermektedir. Olaylar her ne kadar geniş bir zaman aralığına tarihlendirilmiş olsalarda, iki olay arası zaman en az 2000 sene civarındadır. KAFZ'nin batı kısımlarında ise deprem tekrarlanma aralığı 200 ila 600 sene arasında değişiklik gösterir (ör: Hartleb ve diğ., 2006).

KÜE civarının karmaşık deformasyon dağılımından dolayı (Şengör, 1979; Şengör, 1985; Sançar ve diğ., 2011a), KAFZ'nin bu segmenti diğer segmentleri gibi düzenli deprem üretme aralığına sahip değildir. KAFZ'nin diğer kolları ile kıyaslandığında Ilıpınar Segmenti üzerinde yüzey kırığı oluşturan depremlerin çok uzun periyotlar ile oluşmasının iki nedeni olabilir.

Bunlardan ilki, Ilıpınar Segmenti üzerinde sık olarak meydana gelen göreceli olarak küçük büyüklükteki depremlerin biriken yamulmayı azaltması olarak düşünülmüştür. Bu durumda 20 Ağustos 1966 (Ms=6.1) depremi Ilıpınar Fayı üzerinde gerçekleşmiş ve yüzey kırığı oluşturmamıştır. Dolayısı ile segmentin batısında olan 17 Ağustos 1949 ve doğusunda olan 19 Ağustos 1966 depremlerinin Ilıpınar Segmenti

üzerine aktaracağı enerjide azalma olmuştur. Segment üzerindeki benzer sismik aktivite, fayın bu kesimi üzerinde oluşan büyük depremlerin geniş zaman aralıklarında oluşmasına neden olur.

Diğer bir neden ise KAFZ'nin bu kesiminde deformasyonun geniş bir zona saçılarak, ana yamulmanın Ilıpınar Segmenti'nde gerçekleşmemesi olarak düşünülmüştür. Zira Ilıpınar Segmenti'ne yakın olarak konumlanmış ikincil faylar üzerlerinde önemli derecede yanal ve düşey hareketler olduğu belirtilmiştir (Sançar ve diğ., 2011b). Aynı çalışma, söz konusu faylar üzerinde yapılan morfometrik analizlere ve bu fayların bölgedeki topoğrafik yapı üzerindeki etkisine dayanarak, ikincil fayların bölgede biriken enerjinin bir kısmını üzerinde topladığını ileri sürmektedir. Bölgede yapılan jeolojik kayma hızı çalışmaları sonucunda elde edilen değerler (Zabcı, 2012), GPS temelli blok modellerden üretilen kayma hızı değerlerine göre farklılıklar içermektedir. Bölgede yapılan blok model hızları 25.3 ± 0.2 mm/yıl (Reilinger ve diğ., 2006) ile 11.8 ± 0.3 mm/yıl (Aktuğ ve diğ., 2013) arasında değerlere sahiptir.

Bu değerler ile jeolojik kayma hızı sonuçları (Zabcı, 2012) arasında sırası ile 5,3 mm/yıl ve 8,2 mm/yıl'lık farklar oluşmaktadır. Bu veriler KAFZ'nin en doğu kesiminde oluşan yamulmanın sadece Ilıpınar Segmenti tarafından karşılanmadığını bölgedeki ikincil yapıların da buradaki enerjinin bir kısmını üzerinde topladığını göstermektedir. Söz konusu enerji dağılımı ise segmentin KAFZ'nin geri kalanı gibi düzenli deprem davranışı göstermesini engeller. Yapılan hendek çalışmalarında Ilıpınar Segmenti üzerinde son 7000 yıldır yüzey kırığı oluşturan deprem verisi bulunamamıştır. Karşılaşılan bu durumun açılan hendeklerin söz konusu zaman zarfındaki yüzey faylanmaları ile kesişmemesi veya hendek yerlerinde faylanma kaydınının

saklanacağı çökelpmenin sürekli olmaması ile ilişkili olması mümkündür. Ancak her halükarda Ilıpınar segmentinin, konumu itibarıyla KAFZ'nin genelini yansıtan bir tarihçeye sahip olmadığı açıktır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, "Karlıova Üçlü Eklemi Civarında Göynük Fayı (Bingöl) ve Varto Fayının (Muş) Morfotektoniği, Fay Geometrisi Ve Kayma Hızı" adlı 109Y160 No'lu TÜBİTAK ve İTÜ BAP doktora projelerinin desteği ile gerçekleştirilmiştir. Dr. Cengiz ZABCI ve Doç. Dr. Volkan KARABACAK çalışmaya büyük destek sağlamışlardır.

EXTENDED SUMMARY

The North Anatolian Fault Zone (NAFZ) is one of the world's most important active dextral strike-slip structures. It extends, about 1200 km, from the Karlıova Triple Junction (KTJ) at east to the Gulf of Saros at west, paralleling more or less the southern Black Sea shores (Barka, 1992; Şengör, 1979; Şengör at al., 2005). More than 1000 km surface rupture formed on the NAFZ as a result of last century earthquakes ($M \geq 6.7$). Paleoseismic studies that performed on different segments of the zone reveal important data about earthquake history of the NAFZ. Spatial distribution of the paleoseismic studies clearly show that eastern part of the NAFZ, especially east of the Erzincan Basin, has no enough data in terms of the earthquake history.

Between Erzincan and Yedisu Basin the NAFZ has a narrow deformation zone whereas east of Yedisu Basin characterized by wide deformation zone as a result of complex fault geometry. 10 km wide of deformation zone (Şengör at al., 2005) characterized by restraining

double bend structures of major fault zone (FS1, FS2 and FS3) (Barka and Kadinsky-Cade 1988), and secondary faults that closely positioned the major zone. The Ilipinar segment (FS1) of the NAFZ refers to two last century earthquakes. The 17 August 1949 ($M=6.8$) ruptured whole part of the FS1 and FS2 but not FS3 (Barka and Kadinsky-Cade, 1988; Barka et al., 1987; Tutkun and Hancock, 1990). Although 20 August 1966 ($M_s=6.1$) earthquake correlate with Ilipinar segment formerly (Ambraseys and Zatopek, 1968; Dewey, 1976; Barka and Kadinsky-Cade, 1988), later studies interpret that this earthquake is aftershock of the 19 August 1966 ($M_s=6.8$) Varto earthquake (Ambraseys and Jackson, 1998).

The geometric Ilipinar segment (FS1) is located between Kızılıcubuk village and KTJ at the eastern part of the NAFZ. It elongates with averagely N70W orientation and has a length of 30 kilometers. Fault geometry has been mapped by definition of morphological features. Offset streams, pressure ridges and fault scarps, are clear morphotectonic evidences for fault geometry. The most eye catching morphotectonic structure of the segment is the Yoncalık basin, at the eastern part of the segment, delimited by two fault branches at the north and south, around Yoncalık village. Field observations and remote sensing studies shows that deformation is mainly controlled by the Ilipinar segment, which is delimited southern edge of the basin. At the northern boundary of the basin, morphological indicators are poor for recent activity of faulting. Paleoseismological trench studies were performed in two locations around the Yoncalık Basin to clarify historical earthquakes. The Yoncalık-1 trench is located at the eastern end of Yoncalık basin. The trench is excavated perpendicular to the N70W trending segment nearby an offset gully and fault scarp. We identified two paleo-earthquakes, which

correspond to BC 8500-6150 and BC 5960-4300 time intervals in the trench. The Yoncalık-2 trench is located at 1 km west of Yoncalık-1 site. A linear depression and elongate ridge characterize the N70E trending fault segment on trench site. Yoncalık-2 trench similarly yield two events, from which the older happened before BC 6325 and the younger was between BC 6325-2105. By the joint analysis of both trenches, we conclude that the most recent and penultimate events should have occurred between BC 5960-4300 and BC 8500-6325, respectively. The results from paleoseismology of the Ilipinar Segment, which constitute the easternmost part of the NAFZ, indicate that the seismic behaviour of the segment is not in accord with the general characteristic of the NAFZ. The reasons behind the disparity are considered to be related with complex fault geometry in the vicinity of KTJ and partitioning of accumulated strain on these structures. Both trench studies do not give any clues about the last 7000 years earthquake record. The reason of encountered situation should be related either trench sites are not intersect with surface rupture of mentioned time interval earthquakes or there was no continuous deposition near the trench locations.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akoğlu, A., 2007, Analysis and Modelling of Earthquake Surface Deformation With SAR Interferometry: Case Studies From Turkey and the World [Doktora Tezi, 148 p.
- Aktug, B., Dikmen, U., Dogru, A., and Ozener, H., 2013, Seismicity and strain accumulation around Karliova Triple Junction (Turkey): Journal of Geodynamics, v. 67, no. 0, p. 21-29.
- Allen, C. R., 1969, Active faulting in northern Turkey: Division of Geological Sciences, California Institute of Technology, Contribution No. 1577. 32 pp.
- Ambraseys, N. N., 1997, The little-known earthquakes of 1866 and 1916 in Anatolia (Turkey): Journal of Seismology, v. 1, no. 3, p. 289-299.

- Ambraseys, N. N., and Finkel, C., 1995, The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas: A Historical Review, 1500-1800, Eren, Beyoğlu, İstanbul.
- Ambraseys, N. N., and Jackson, J. A., 1998, Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region: *Geophysical Journal International*, v. 133, no. 2, p. 390-406.
- Ambraseys, N. N., and Zatopek, A., 1968, The Varto Ustukran (Anatolia) earthquake of 19 August 1966 summary of a field report: *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 58, no. 1, p. 47-102.
- Barka, A., 1996, Slip distribution along the North Anatolian fault associated with the large earthquakes of the period 1939 to 1967: *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 86, no. 5, p. 1238-1254.
- Barka, A. A., and Kadinsky-Cade, K., 1988, Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity: *Tectonics*, v. 7, no. 3, p. 663– 684.
- Barka, A. A., and Reilinger, R., 1997, Active tectonics of the Eastern Mediterranean region: deduced from GPS, neotectonic and seismicity data: *Annals of Geophysics*, v. 40, no. 3, p. 587-610.
- Barka, A. A., Toksoz, M. N., Gülen, L., and Kadinsky-Cade, K., 1987, Kuzey Anadolu Fayının Doğu Kesiminin Segmentasyonu, Sismitesi ve Deprem Potansiyeli: *Yerbilimleri*, v. 14, p. 337-352.
- Bekler, F. N., Kekovalı, K., Kalafat, D., and Pınar, A., 2003, January 27, 2003 Pülümür (Turkey) Earthquake Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute ,Seismology Division, İstanbul.
- Dewey, J. W., 1976, Seismicity of Northern Anatolia: *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 66, no. 3, p. 843-868.
- Fuenzalida, H., Dorbath, L., Cisternas, A., Eyidoğan, H., Barka, A., Rivera, L., Haessler, H., Philip, H., and Lyberis, N., 1997, Mechanism of the 1992 Erzincan earthquake and its aftershocks, tectonics of the Erzincan Basin and decoupling on the North Anatolian Fault: *Geophysical Journal International*, v. 129, p. 1-28.
- Hartleb, R. D., Dolan, J. F., Kozacı, Ö., Akyüz, H. S. ve Seitz, G. (2006). A 2500-yr-long paleoseismologic record of large, infrequent earthquakes on the North Anatolian fault at Çukurçimen, Turkey. *Geological Society of America Bulletin*, 118(7/8), 823-840.
- Milkereit, C., Grosser, H., Wang, R., Wetzels, H.-U., Woith, H., Karakisa, S., Zünbül, S., and Zschau, J., 2004, Implications of the 2003 Bingöl Earthquake for the Interaction between the North and East Anatolian Faults: *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 94, no. 6, p. 2400-2406.
- Nalbant, S. S., 1996, Depremlerin oluşturduğu deformasyon ve gerilme alanlarının modellenmesi [Doktora Tezi, : Jeofizik Mühendisliği Yer Fiziği Programı, İstanbul.
- Pamir, H. N., and Ketin, I., 1941, Das anatolische Erdbeben Ende 1939: *Geologische Rundschau* v. 32, no. 3, p. 279-287.
- Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R., Ozener, H., Kadirov, F., Guliev, I., Stepanyan, R., Nadariya, M., Hahubia, G., Mahmoud, S., Sakr, K., ArRajehi, A., Paradissis, D., Al-Aydrus, A., Prilepin, M., Guseva, T., Evren, E., Dmitrotsa, A., Filikov, S. V., Gomez, F., Al-Ghazzi, R., and Karam, G., 2006, GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions: *J. Geophys. Res.*, v. 111, no. B5, p. B05411.
- Sançar, T., Akyüz, H. S., and Zabcı, C., 2011a, Quaternary faulting mechanism around the Karlıova Triple Junction, EGU, *Geophysical Research Abstracts: Vienna*, EGU2011-5040.
- Sançar, T., Zabcı, C., and Akyüz, H. S., 2011b, Morphometric analysis of secondary faults around the Karlıova Triple Junction, EGU, *Geophysical Research Abstracts: Vienna*, EGU2011-4991.
- Seymen, İ., and Aydın, A., 1976, Bingöl Deprem Fayı ve Bunun Kuzey Anadolu Fay Zonu ile İlişkisi (The Bingöl Earthquake fault and its relation to the North Anatolian Fault): *MTA Dergisi*, v. 79, p. 1-8.
- Şengör, A. M. C., 1979, The North Anatolian transform fault; its age, offset and tectonic significance: *Journal of the Geological Society of London*, v. 136, Part 3, p. 269-282.
- Şengör, A. M. C., Görür, N., and Şaroğlu, F., 1985, Strike slip faulting and related basin formations in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, *in* Biddle, K. T., and Christie-Blick, N., eds., *Strike-Slip Faulting and Basin Formation*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, Oklahoma, Special Publication No. 37, p. 227 – 264.
- Şengör, A. M. C., Tüysüz, O., İmren, C., Sakıncı, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Le Pichon, X., and Rangin, C., 2005, The North Anatolian Fault: A New Look: *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, v. 33, no. 1, p. 37-112.
- Taymaz, T., Eyidoğan, H., and Jackson, J., 1991, Source Parameters of Large Earthquakes in the East Anatolian Fault Zone (Turkey): *Geophysical Journal International*, v. 106, no. 3, p. 537-550.

- Tutkun, S. Z., and Hancock, P. L., 1990, Tectonic landforms expressing strain at the Karliova continental triple junction (E. Turkey): *Annales Tectonicae*, v. 4, p. 182 - 195.
- Wallace, R. E., 1968, Earthquake of August 19, 1966, Varto Area, eastern Turkey: *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 58, no. 1, p. 11-45.
- Zabcı, C., 2012, Kuzey Anadolu Fayı'nın Ilgaz (Çankırı) Doğusunda Kalan Kesiminin Morfokronoloji Tabanlı Son Beşbin Yıllık Kayma Hızı Tarihiçesi Ve Depremselliği [Doktora Tezi: İstanbul Teknik Üniversitesi, 289 p.

Makale Geliş Tarihi : 20 Ocak 2014
Kabul Tarihi : 7 Mart 2014

Received : 20 January 2014
Accepted : 7 March 2014



Bolkar Dağlarındaki Eski İşletmeler Vadisinde Yeni Yaş Bulguları ve İlk Maden Ruhsatı: Yazılıtaş (Niğde)

*New Age Findings in Ancient Mining Valley
in Bolkar Mountains and First Mining Licence: Yazılıtaş, Niğde*

Ahmet KARTALKANAT

*MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, Ankara
(kartalkanat@hotmail.com)*

ÖZ

Niğde (Ulukışla) ve Adana (Pozantı) il sınırları içerisinde bulunan eski maden işletmesi ve cüruf sahalarında eski madencilığe yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu yörelerdeki eski maden işletmelerinde ve bunların cüruflarından kimyasal analiz ve C¹⁴ yaş tayini için numuneler alınmıştır. Madenköy'deki cürufların kimyasal analizlerinde 0,8 g/t Au ve 142,1 g/t Ag; Alihoca-Karagöl Mevkii'ndeki cüruflarda 1,3 g/t Au ve 34,7 g/t Ag; Gümüşköy'deki cüruflarda 0,9 g/t Au ve 67,9 g/t Ag; Madenköy-Karagümüş Mevkiindeki cüruflarda ise 1,3 g/t Au ve 92,8 g/t Ag saptanmıştır.

Madenköyü, Yeşelli-Büyük Toyislam eski maden işletmelerinde küçük ve büyük su tekneleri, ağaç tahkimatı, ahşap kürek, eski çıra bulunmuştur. Bu buluntularda C¹⁴ yöntemi ile yapılan yaşlandırmalarda; büyük su teknesinin 1000±30 (M.S. 11. yüzyıl); küçük su teknesinin 155±30 (M.S. 19. yüzyıl); ağaç tahkimatın 105±30 (M.S. 19. yüzyıl) saptanmıştır. Maden köyü-Büyük Toyislam'da bulunan iki ahşap kürekten birisinin yaşı 125±30 (M.S. 20. yüzyıl), diğerinin yaşı 1000±30 (M.S.11. yüzyıl); ahşap tahkimatın yaşı 600±30, eski çıranın yaşı ise 385±30 yıl olarak belirlenmiştir. Horozköy-Gavurun Damı Mevkii'nde bulunan eski maden işletmesinden alınan eski çıranın yaşı 270±25 (M.S. 18. yüzyıl); eski ahşap tahkimatın yaşı 205±25 (M.S.18-19. yüzyıl) ve ahşap merdivenin yaşı 135±30 (M.S. 19. yüzyıl) yıl olarak belirlenmiştir.

Ayrıca Karagümüş Mevkii ile Madenköy'de bulunan cüruf yığınlarının bünyelerinde bulunan odun kömürlerinin C¹⁴ yaşı sırasıyla 835±30 (M.S. 12. yüzyıl) ve 860±30 (M.S. 12. yüzyıl) yıl olarak saptanmıştır. Yaş bulgularına göre, eski maden işletmelerindeki madencilik faaliyetlerinin Bizans Dönemi'nden, Cumhuriyet Dönemi'ne kadar aralıklarla da olsa yürütüldüğünü göstermektedir.

Alihoca köyünün doğusunda bulunan ve M.Ö. 800 yıllarında bölgede yaşamış olan Neo-Hitit Dönemi'ne ait olduğu saptanan yazıtta, Bolkar Dağları "Muti Dağı" olarak isimlendirilmektedir. Bu yazıtın tarihteki ilk maden ruhsatı olduğu kabul edildiğinde Bolkar Dağlarında bulunan bu eski işletmelerin M.Ö. 800 yıllarından bu yana, yani Neo-Hitit döneminden günümüze kadar işletildiğini ifade etmek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: C¹⁴, eski işletmeler ve cüruflar, ilk maden ruhsatı, madencilik aletleri, Muti (Bolkar) dağı, Yazılıtaş, yeni yaş bulguları

ABSTRACT

Ancient mines and mining slag's around Ulukışla (Niğde) and Pozantı (Adana) region were investigated in terms of ancient mining point of view. Samples were collected for chemical and radiometric (¹⁴C) analysis from ancient ores and slag's. According to the chemical analysis, Madenköy slags includes 0.8 g/t Au and 142.1 g/t Ag; Alihoca-Karagöl slag's includes 1.3 g/t Au and 34.7 g/t Ag; Gümüşköy slag's includes 0.9 g/t Au and 67.9 g/t Ag, and Madenköy-Karagümüş slag's are includes 1.3 g/t Au and 92.8 g/t Ag.

Different size vessels, wooden fortifications and shovels and firewood's were discovered around Madenköyü, Yeşelli-Büyük Toyislam ancient mines. ¹⁴C analysis of big vessel gives 1000±30 years (11th Century A.C.); small vessel gives 155±30 (19th Century A.C.); wooden fortification gives 105±30 (19th Century A.C.) radiometric ages. Two wooden shovel discovered around Maden köyü-Büyük Toyislam gives 125±30 (20th Century A.C.) and 1000±30 (11th Century A.C.); wooden fortification gives 600±30 (15th Century A.C.); firewood gives 385±30 (17th Century A.C.) radiometric ages. Firewood of the ancient mine around Horozköy-Gavurun Damı region gives 270±25 (18th Century A.C.); ancient wooden fortification gives 205±25 (18th-19th Century A.C.) and wooden staircase gives 135±30 (19th Century A.C.) radiometric ages.

Wooden charcoals were also analysed according to ¹⁴C ages of slag mounds around Karagümüş and Madenköy; 835±30 (12th Century A.C.) and 860±30 (12th Century A.C.) radiometric ages were observed respectively. According to these radiometric ages, mining works is active starting from Byzantian era to the Republic of Turkey with some interruptions in the region.

Bolkar Mountains is called as "Muti Mountains" in the tablet of Neo-Hatti period in 800 BC, located in eastern part of Alihoca Village. This tablet could be accepted as the "first mining licence" according to its content, thus, mining in the region is active, with some interruptions, since Neo-Hatti Period.

Keywords: Ancient mines and slag's, first mining licence, mining staff, Muti (bolkar) mountains, new ¹⁴c radiometric ages, Yazılıtaş.

GİRİŞ

Bu çalışma MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen bir proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Niğde ili Ulukışla ilçesi Çiftelhan'a bağlı Alihoca, Maden ve Gümüşköy ile Adana ili Pozantı ilçesine bağlı Horozköy'de bulunan 12 ayrı işletmede eski madencilığe yönelik çalışmalar yürütülmüştür. Bu eski işletmelerde bulunan ve C¹⁴yaş analizi yapılarak tarihlendirilen materyaller MTA

Tabiat Tarihi Müzesine kazandırılmıştır. Niğde ili Ulukışla ilçesi Çiftelhan Beldesi Alihoca köyünün yaklaşık 3 km doğusunda bulunan 3-4 m yükseklikte bir kayada, 5 satırlık Hiyeroglif yazı ile yazılmış olan bir yazıt bulunmaktadır. Bu yazıtta, Bolkar dağları "Muti Dağı" olarak isimlendirilmekte, "Efendim Warpalawas'a iyilik ettim, o da Muti Dağı'nı bana verdi ve bereketli olmasını diledi" denilmektedir. Bu yazıtın ilk maden ruhsatı olduğu kabul edilmektedir.

Sahada bulunan 30'a yakın eski işletmenin girilebilen 8'inde ve 3 ayrı cüruf sahası ile ilk maden ruhsatı olarak isimlendirilen Yazılıtaş'ta çalışmalar yürütülmüştür (Şekil 1). Bolkardağ-1 sahasında Sulucadere, Öküzgözü ve Gavurun Damı; Bolkardağ-2 sahasında ise Yeşelli, Tenekeli, Sulu Mağara, Davalı ve KA-A (KH) Mağarası'nda eski madencilik için çalışmalar yoğunlaştırılmıştır. Ayrıca Maden köyü cüruf sahası, Gümüşköy cüruf sahası ve Maden Köyü-Karagümüş mevki cüruf sahasında rezerve ve madencilik tarihine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada Bolkardağı yöresindeki tarihsel dönemleri temsil eden eski işletmelere ait yeni yaş bulguları ile ilk maden ruhsatı olma özelliği gösteren Yazılıtaş'ın önemini altı çizilmiştir.

ESKİ MADEN İŞLETMELERİNİN TARİHÇESİ

Bolkardağları yöresinde bulunan eski işletmelerde yapılan çalışmalardan ve çevresinde bulunan yazıtlardan (Yazılıtaş) hareketle, bu bölgedeki madenlerin M.Ö. 8.yüzyıldan beri işletildiği bilinmektedir. Birçok yazılı kaynak eski işletmelerin önce Hititler, daha sonra Bizanslılar tarafından işletildiğini belirtmektedir (Hannebert, 1888). Bu bölgede antik madencilik izlerine ve antik dönemlerden kaldığı sanılan cüruf yığınlarına, Avrupalı jeologlar 19.yüzyıldan itibaren yazdıkları raporlarında yer vermiş ve kayıt altına almışlardır (Beral, 1865; Hannebert, 1888). Hannebert'in (1888) raporuna göre işleyen maden ocağı sayısı yirmidördtür. Yeşelli işletmesinin giriş kısmında kalker üzerine yapılan haç işareti ve 1880 yılı yazısı, o yıl ocakta hayatını kaybeden Rum madencilerin isimleri ile tarihleri yazılarak madencilerin anısı için yapılmıştır. Her

ocak, işletmeyi yapan kişilerin ismiyle anılmış olup, Cumhuriyet Dönemi'nde ocak sayısı otuzun üzerindedir (Cokino, 1927). Elde edilen gümüşün İstanbul'a nakliyesi devlete ait olmuştur (Yener, 1938).

Osmanlılar Devleti Dönemi'nde "Bulgar Madeni" ismi ile anılmakta olan bu saha yazılı kaynaklara göre 1825 yılında tekrar işletmeye açılmıştır (Beral, 1865). İşletme, Gümüşhane'den getirilen ve Madenköy'e yerleştirilen Rum kökenli madenciler tarafından yapılmıştır. Devlet, madencilerin işletme yapabilmeleri için arazi, para, alet, barut, tulum ve buğday yardımıyla bulunmuş, ayrıca cevherin taşınma masraflarını da üstlenmiştir. O tarihte üretimde olan galeri sayısı onüç olup, 1863 yılında beş, 1864 yılında ise on galeri açılmıştır. İşletmede tamamen ilkel şartlarda cevherin dalımı takip edilmek suretiyle üretim yapılmıştır (Beral, 1865).

1927 yılında 120.000 ton cevherin işletildiği ve 57.000 ton cüruf yığınının bulunduğu belirtilmektedir (Hill ve Stewart, 1927). Ayrıca, Madenköy'de 96.000 ton cüruf, onüç fırın ve dört küpelasyon işletmesi bulunduğundan söz edilmektedir (Tylecote, 1980). Ancak günümüzde burada 30-40 bin ton cüruf kalmıştır. Balkan Savaşı'nın çıkması üzerine, 1912 yılında madenin işletmesi devlet tarafından durdurulmuştur (Ralli, 1925). Daha sonra, 1925 yılında, maden işletmesi, İş Bankası ve B.Edip Servet'in uhdesine geçmiştir. 1930 ve 1950'li yıllar arasında tekrar Etibank tarafından işletmeye alınan saha günümüzde özel sektörde işletilmektedir.

SAHANIN GENEL JEOLJİSİ

İnceleme alanı, Orta Toroslar'ın Bolkardağları yöresinde Bolkardağ Birliği içerisinde bulunmaktadır (Şişman ve diğerleri, 1981). Sahada sedimanter kayalardan Permiyen'den başlayan ve

Triyas, Kretase, Tersiyer'e kadar uzanan bir çökel seri bulunmaktadır (Şekil 2). Kuvaterner yaşlı alüvyonlar bu birimleri örtmektedir. Permiyen ve Triyas yaşlı birimler üzerinde metamorfizma etkisi görülmektedir. Yörede Paleosen-Alt Eosen yaşlı volkano-sedimanter kayalar ile granit, granodiyorit, siyenit ve bunların damar kayaları bulunmaktadır (Şişman ve diğ., 1981).

Bölgedeki kurşun-çinko, altın, gümüş, bakır ve az da olsa demir cevherleşmeleri, Permo-Triyas yaşlı mermerler ile Alt Paleosen-Alt Eosen yaşlı volkanitler içinde yer alır (Şişman ve diğerleri, 1981). Bolkardağ ve yöresinde ekonomik açıdan oldukça önemli olan ve çok eskiden beri bilinen ve işletilen altın ve gümüş içeriği yüksek kurşun-çinko yatakları bulunmaktadır. Bu cevherleşmeler genellikle sülfidli minerallerden (pirit, pirotin, markasit, galenit, sfalerit, kalkopirit gibi) oluşmaktadır ve hidrotermal kökenlidir (Şişman ve diğerleri, 1981). Mineralizasyonu meydana getiren cevherli eriyikler köken olarak Horoz Granit-Granodiyoriti ile ilişkilidir (Şişman ve diğerleri, 1981). Bu cevherli eriyikler Bolkardağ mermerlerinin çatlak ve boşluklarında birikerek esas cevherleşmeyi oluşturmuşlardır. Bu cevherleşmeler daha sonra yeraltı suları ile taşınarak ikincil cevherleşme noktalarında birikmişlerdir (Şişman ve diğerleri, 1981). Çalışma sahasında çökel kayalar çoğunlukla kıvrımlı ve

faylıdır. Kıvrım eksenleri yaklaşık doğu-batı, faylar yaşlıdan gence doğru doğu-batı, kuzeydoğu-güneybatı, kuzey-güney doğrultusundadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Niğde ili Ulukışla ilçesi Çiftahan'a bağlı Alihoca, Maden ve Gümüşköy ile Adana ili Pozantı ilçesi Horozköyü'nde bulunan 17 ayrı eski maden işletmesi ve cüruf sahasından, 8'i eski maden işletmesi, 3'ü cüruf sahası olmak üzere toplam 11 alanda eski madencilğe yönelik çalışmalar yapılmıştır. Maden, Alihoca, Horoz ve Gümüşköy'ün yer aldığı bu eski maden işletmelerinde ve bunların cüruflarından 7 adet kimyasal, 12 adet C¹⁴ yaş analizi için numuneler alınmıştır. Ana oksitler ile bazı iz element (Pb, Zn, Cu, As, Sb, Cr, Sn, Au ve Ag) analizleri MTA Genel Müdürlüğü laboratuvarlarında Thermo XRF cihazı ile UQ programında yapılmış olup örnekler öncesinde 105 °C'de kurutulmuştur. SO₃, PbO, ZnO ve Fe₂O₃ analizlerinden bazıları yaş analiz ile karşılaştırılıp doğrulanmıştır. C¹⁴ radyometrik yaş tayinleri ise ETH Zurich, Laboratory of Ion Beam Physics Radiocarbon Dating Laboratuvarında yapılmıştır. Kalibre edilmiş ¹⁴C yaşları için OxCal v3.10 cihazı kullanılmıştır. 12 örneğe ait C¹⁴ yaşlandırma sonuçları Çizelge 1 de sunulmuştur.

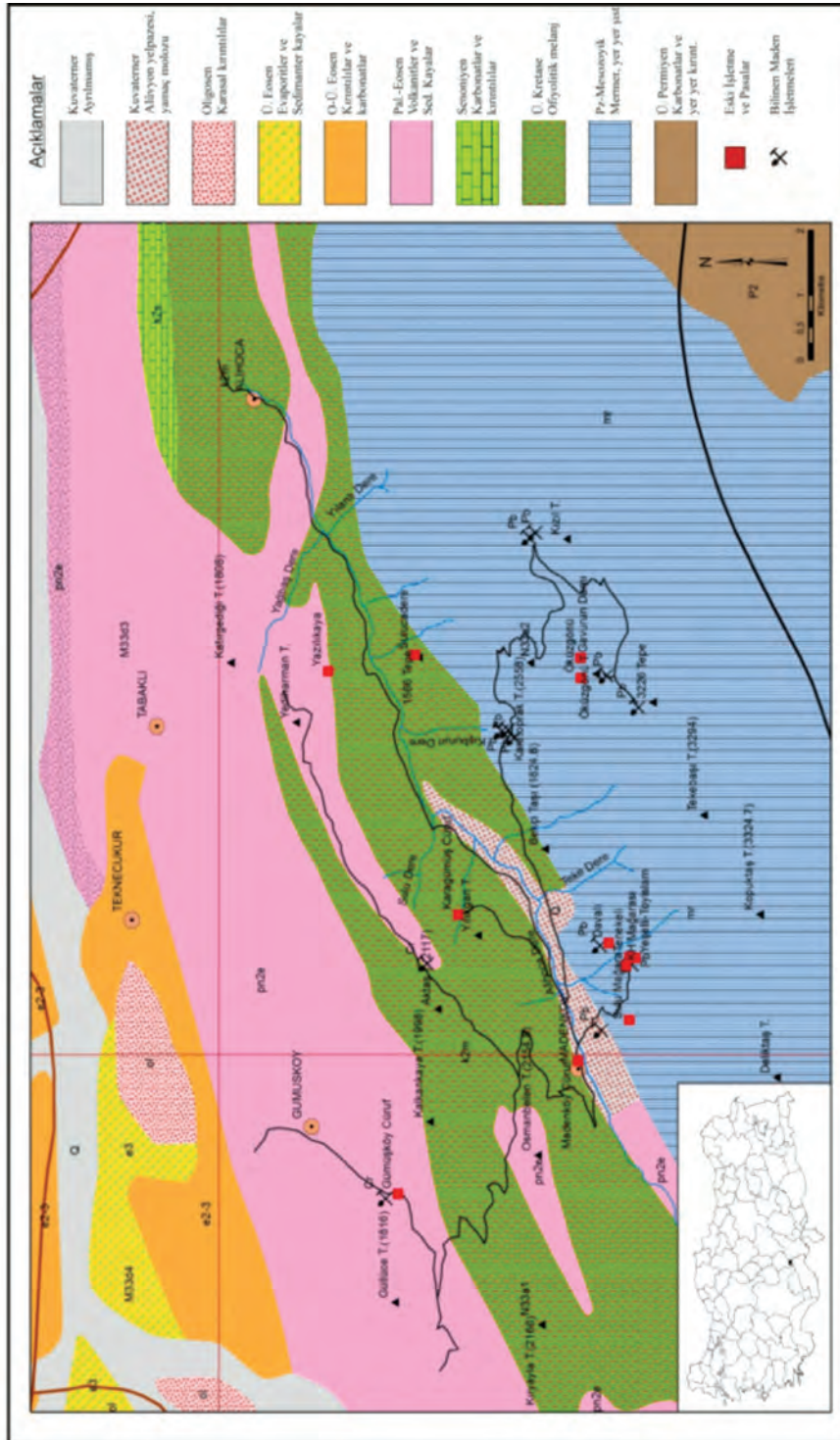
Çizelge 1. Eski işletmelere ait C¹⁴ yaşlandırma sonuçları.

Table 1. C¹⁴ ages of the materials in ancient mines of Bolkardağ region.

Örnek no	Laboratuar no	Örnek kodu	Lokalite	Materyal	C ¹⁴ yaş (BP)	Delta C ¹³ (‰)	Dönemi
Kartal 1	ETH-44810	TR-11/02-06	Alihoca –Yeşelli doğu	Eski galeriden ahşap	105±30	-23,5±1,1	M.S. 19.yüzyıl (Osmanlıların son dönemi)
Kartal 2	ETH-44811	TR-11/02-07	Alihoca –Yeşelli doğu	Ahşap tekne	1000±30	-22,3±1,1	M.S. 10-11. yüzyıl (Bizans Dönemi)
Kartal 3	ETH-44812	TR-11/02-08	Alihoca –Yeşelli doğu	Ahşap tekne	155±30	-24,1±1,1	M.S. 19.yüzyıl Osmanlıların Son dönemi (II. Mahmut-II. Abdülmecit)
Kartal 4	ETH-44813	TR-11/04-03	Horoz Köyü-Gavurun Damı	Çıra parçası	270±25	-20,9±1,1	M. S. 18. yüzyıl (Osmanlı Dönemi)
Kartal 5	ETH-44814	TR-11/04-04	Horoz Köyü-Gavurun Damı	Ahşap direk	205±25	-20,7±1,1	M.S. 18-19.y.y. (Osmanlı Dönemi)
Kartal 6	ETH-44815	TR-11/04-05	Horoz Köyü-Gavurun Damı	Ahşap merdiven	135±30	-22,5±1,1	M.S. 19.y.y (Osmanlı Dönemi)
Kartal 7	ETH-44816	TR-11/0502a	Alihoca- Büyük Toyislam	Ahşap kürek	1000±30	-24,2±1,1	M.S. 11.yüzyıl. (Bizans dönemi)
Kartal 8	ETH-44817	TR-11/0502b	Alihoca- Büyük Toyislam	Ahşap kürek	125±30	-23,0±1,1	19. yüzyılın başlarında (Osmanlı Dönemi)
Kartal 9	ETH-44818	TR-11/05-05	Alihoca- Büyük Toyislam	Cıra parçası	385±30	-22,8±1,1	M.S. 16-17. yüzyıl (Osmanlı Dönemi)
Kartal 10	ETH-44819	TR-11/05-07	Alihoca- Büyük Toyislam	Eski galeriden ahşap	600±30	-23,0±1,1	M.S. 14-15. yüzyıl (Osmanlı-Fatih Sultan Mehmet Dönemi)
Kartal 11	ETH-44820	TR-11/06-04	Madenköy-Karagümüş	Odun kömürü	835±30	-22,6±1,1	M.S. 12. yüzyıl (Bizans dönemi)
Kartal 12	ETH-44821	TR-11/08-02	Madenköy	Odun kömürü	860±30	-23,0±1,1	M.S. 12. yüzyıl (Bizans dönemi)

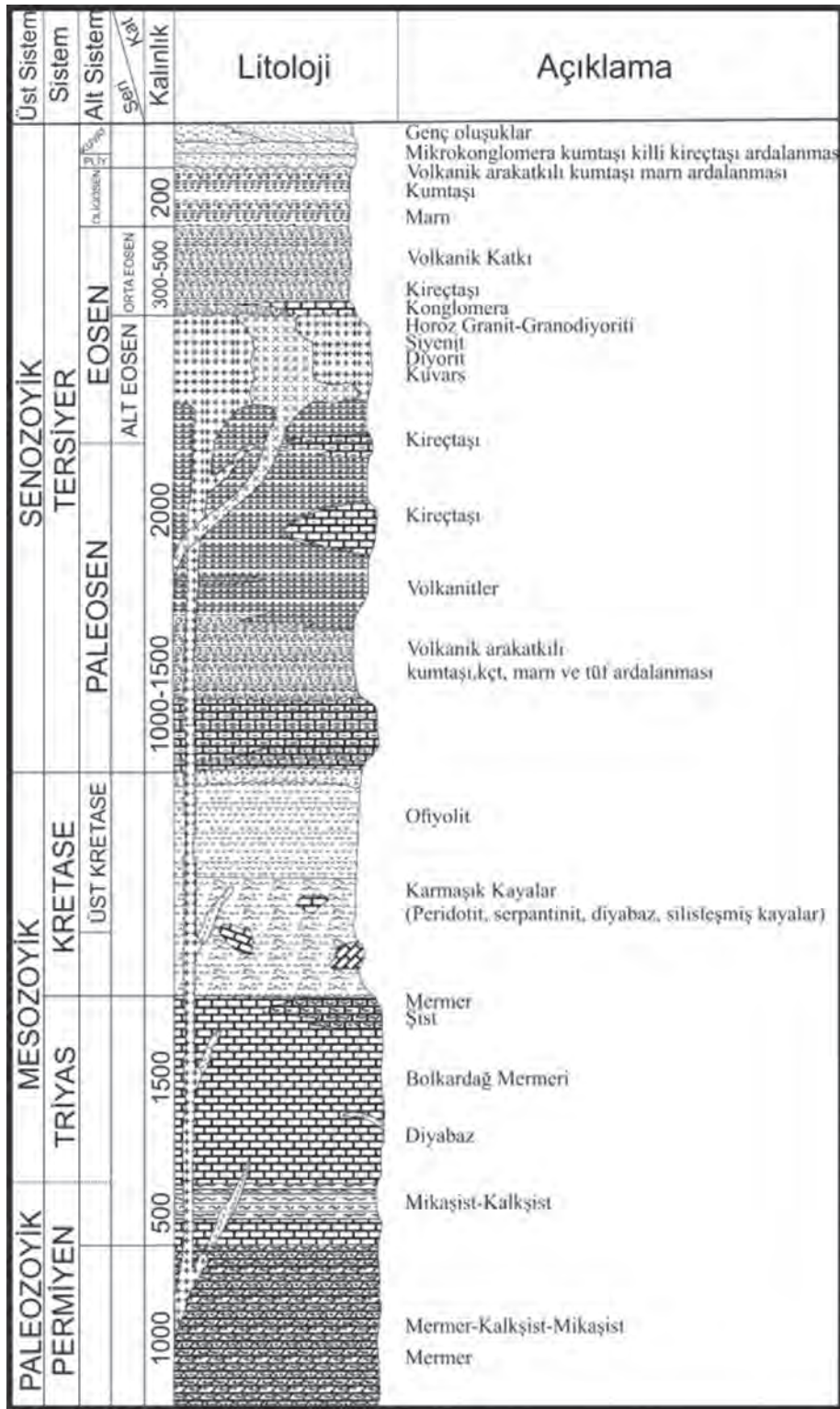
Not: ¹⁴C yaşı (günümüzden önce) delta ¹³C düzeltilmiş radyokarbon yaşıdır. BP=Günümüzden (1950) önce; Delta ¹³C değeri grafitten ölçülmüş olup ilave fraksiyon içerebilir; Kalibre ¹⁴C yaşları (Takvim zaman aralıkları) OxCal v3.10 kullanılarak ölçülmüştür; Bilgi: referanslar ve atmosferik veri Reimer ve diğ. (2009)'dan alınmış, OxCal v3.10 Bronk Ramsey (2009)'dan.

Note: ¹⁴C age (BP) delta ¹³C corrected radiocarbon age; BP= Before Present (before 1950 AD); Delta ¹³C is a value measured on graphite and might include additional fractionation; Calibrated C¹⁴ ages (Calendar time intervals) using OxCal v3.10; INFORM : References - Atmospheric data from Reimer ve diğ., (2009); OxCal v3.10 Bronk Ramsey (2009)



Şekil 1. Bolkar Dağı bölgesinin genel jeolojik özellikleri, eski maden işletmeleri ile cüruf sahalılarının konumları (MTA, 2002'den sadeleştirilerek düzenlenmiştir).

Figure 1. General geological features of Bolkar Mountain region and locations of the ancient mines and slag sites (simplified from MTA, 2002).



Şekil 2. Bolkardağ yöresi genelleştirilmiş dikme kesiti (Şişman ve diğerleri, 1981'den).

Figure 2. Generalized column section of Bolkardağ region (after Şişman et al., 1981).

SAHANIN MADEN JEOLJİSİ

Cüruf Sahaları

Bolkardağları vadisinde serpinti halinde birçok cüruf yığını ve birikintisinin yanında üç önemli cüruf sahası bulunmaktadır. Bunlar Maden Köyü, Gümüşköy ve Maden Köyü-Karagümüş Mevkii Pb-Zn-Cu-Au ve Ag cüruf sahaslarıdır (Şekil 2).

Madenköyü Pb-Zn-Cu-Au ve Ag cüruf sahası

Maden köyü cüruf sahasında (Şekil 3A) birçok araştırmacı farklı zamanlarda değişik çalışmalar yapmıştır. Birbirinden oldukça farklı rezerv ve tenörlerin varlığı ileri sürülmüştür. 1888-1907 yılları arasında 26.518 ton cevherin izabe edilip 5.693 ton Pb, 178.5 kg Au ve 24.346 kg Ag elde edildiği belirtilmiştir (Yener, 1938). 1974 yılında cüruf rezervine yönelik yapılan ayrıntılı bir çalışmada Maden köyü cüruflarının ortalama derinliği 3,46 m olarak alınmış ve 96,766 ton cürufun varlığı ortaya konmuştur (Balçık, 1974). Cüruflardan alınan numunelerin yapılan kimyasal analizlerinde ortalama % 2,45 Zn, % 0,12 Cu, % 6,85 Pb ve % 0,01 Ag nin varlığı bildirilmiştir (Balçık, 1974). Maden köyü cüruf sahasındaki cüruflardan tarafımızca alınan numunelerin yapılan kimyasal analizlerinde 0,8 g/t Au ve 142,1 g/t Ag nin varlığı saptanmıştır. (Çizelge 2).

Çizelge 2. Madenköy cüruf sahasından alınan cürufların kimyasal analiz sonuçları.

Table 2. Chemical analysis results of the salags of Madenköy region.

Ana element oksitler Major Elemen Oxides	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% CaO	% MgO	% Na ₂ O	% K ₂ O	% TiO ₂	% P ₂ O ₅	% MnO
Cüruf Slag	35,63	3,36	39,02	4,63	1,55	0,11	0,62	0,21	0,11	1,13
Baz ve değerli metaller Base and Precious Metals	% PbO	% ZnO	% CuO	% As ₂ O ₃	% Sb ₂ O ₃	% Cr ₂ O ₃	% SnO ₂	Au (g/t)	Ag (g/t)	% PbO
Cüruf Slag	10,40	1,73	0,11	0,57	0,13	0,08	0,10	0,8	142,1	10,40

Eski dönemlerde cevherler ağaç ya da odun kömürleriyle ergitildiğinden cürufların bünyelerinde kalan kömürleşmiş odun parçaları işlemin yapıldığı dönemin yaşını kesin olarak belirtmektedir. Maden köyü Pb-Zn-Cu-Au ve Ag cüruf sahasında alınan cürufların bünyelerinde bulunan odun kömürlerinden yapılan C¹⁴ yaş tayininde 860±30 yıl yaş aralığı gelmiştir (Çizelge 1, No. 12). Bu yaş aralığı M.S. 12.yy.'a yani Bizans Dönemine denk gelmektedir.

Gümüşköy Pb-Zn-Cu-Au ve Ag cüruf sahası

Eski çağlardan bu yana yapılan çalışmalarda, yaklaşık 9.000 hektarlık bir alanı kapsayan ve içinde eski işletmelerin bulunduğu (Büyük Toyislam, Küçük Toyislam, Yeşelli, Suluca Mağara, Karagöl Mevkii vs.) sahalardan elde edilen cevherlerin yaklaşık 4 km uzakta bulunan Gümüşköy'e hayvan sırtında taşınarak odun kömürü ile izabe edildiği düşünülmektedir (Şekil 3B). Zira Gümüşköy cüruf sahasının yakınında herhangi bir eski işletme ya da galeri bulunmamaktadır.

Daha önceleri yapılan çalışmalar sonunda yazılan raporlarda, Gümüşköy'de toplam 623.000 ton cürufun bulunduğu belirtilmektedir (Balçık, 1974). Ancak şu anda 300.000-400.000 ton kadar

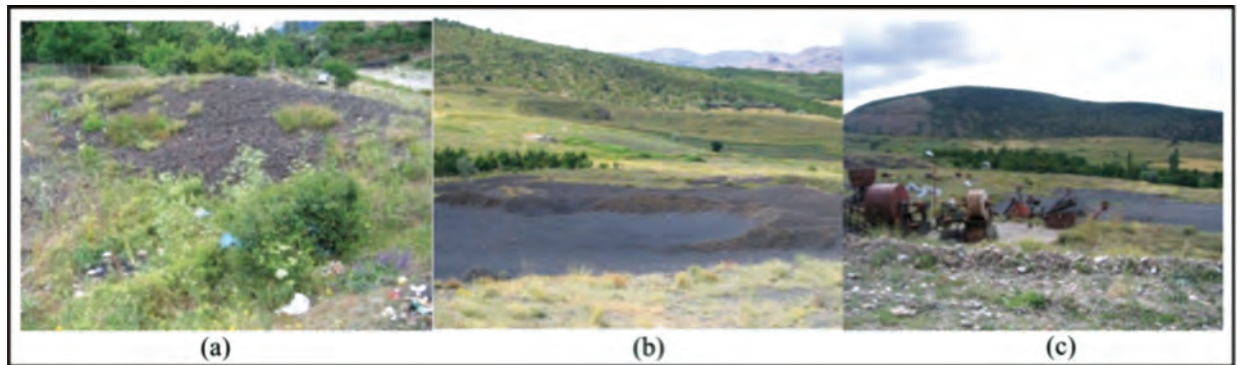
cüruf kalmıştır (Şekil 3B). Daha önceki çalışmalar sırasında bu cüruflardan yapılan analizlerde ort. % 4,85 Pb, % 2,84 Zn, % 0,14 Cu, 43 g/t Ag değerleri elde edilmiştir (Balçık, 1974). Çalışmalarımız sırasında yapılan kimyasal analizler de 0,9 g/t Au ve 67,9 g/t Ag değerleri elde edilmiştir. Konyalı

bir kuyumcu cüruflardan Au ve Ag elde etmek için burada bir işletme kurmuş bir müddet üretim yaptıktan sonra işletmeyi terk etmiştir (Şekil 3C). Bir tanesi toz halinde öğütülmüş olan iki ayrı cüruf örneğinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Gümüşköy cüruf sahasından alınan cüruf ve öğütülmüş cürufun kimyasal analiz sonuçları.

Table 3. Chemical analysis results of the slags and grinded slags of Gümüşköy region.

Ana element oksitler Major Element Oxides	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% CaO	% MgO	% Na ₂ O	% K ₂ O	% TiO ₂	% P ₂ O ₅	% MnO
Cüruf Slag	25,26	2,80	48,36	6,05	1,36	0,13	0,69	0,15	0,21	0,48
Öğütülmüş cüruf Grinded Slag	24,18	3,45	51,21	6,91	1,55	0,20	0,78	0,19	0,19	0,61
Baz ve değerli metaller Base and Precious Metals	% PbO	% ZnO	% CuO	% As ₂ O ₃	% Sb ₂ O ₃	% Cr ₂ O ₃	% SnO ₂	Au g/ton	Ag g/ton	
Cüruf Slag	8,44	2,12	0,24	1,89	0,20	0,02	0,10	0,9	67,9	
Öğütülmüş cüruf Grinded Slag	4,31	2,85	0,18	1,65	0,10	0,05	0,07	G	42,4	



Şekil 3. a) Madenköy cüruf sahasının genel görünümü, b) Gümüşköy cüruf sahasında genel görünüm, c) Gümüşköy cüruf sahasında bulunan cüruflardan Au ve Ag elde etmek için kurulan öğütme tesisinden genel görünüm.

Figure 3. General view of the slag mounds of: a) Madenköy, b) Gümüşköy, and c) Grinding facility in Gümüşköy slag area.

Maden Köyü-Karagümüş Mevkii Pb-Zn-Cu-Au ve Ag cüruf sahası

İlk defa tarafımızdan tespit edilen ve literatüre geçen bir Pb-Zn-Cu-Au ve Ag cüruf sahasıdır (Şekil4A). Saha örtülü olduğu için devamlılığı görülemez. Yaklaşık 15.000-20.000 ton cüruf mevcuttur. Sahada eski işletmelere ait olabilecek seramik parçası, kırma-öğütme taşı, taş, havan veya fırın parçaları da bulunamamıştır. Cevherin bir başka yerden buraya getirilerek odunlarla ergitilip, izabe edildiği düşünülmektedir. Zira

sahanın yakın çevresinde herhangi bir eski işletme galerisi ya da cevherleşme bulunmamaktadır. İşletmenin yapıldığı dönemde burada bulunan orman ve su kaynaklarından yararlanıldığı düşünülmektedir. Sahadaki cürufların bünyesinde bulunan odun kömüründen yapılan C¹⁴yaş analizi sonucunda 835 ± 30 yıl (M. S. 12-13. yüzyıl) değerleri elde edilmiştir (Çizelge 1, No. 11). Bu yaş aralığı bize Bizans Dönemi'ni işaret etmektedir. Cüruflardan yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre cürufların bünyelerinde 1,3 g/t Au ve 92,8 g/t Ag varlığı tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Madenköy- Karagümüş mevkii cüruf sahasından alınan cürufların kimyasal analiz sonuçları.

Table 4. Chemical analysis of the slags of Madenköy-Karagümüş area.

Ana element oksitler Major Element Oxides	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% CaO	% MgO	% Na ₂ O	% K ₂ O	% TiO ₂	% P ₂ O ₅	% MnO
Cüruf Slag	23,89	2,63	55,64	4,54	1,08	0,10	0,61	0,15	0,12	0,59
Baz ve değerli metaller Base and Precious Metals	% PbO	% ZnO	% CuO	% As ₂ O ₃	% Sb ₂ O ₃	% Cr ₂ O ₃	% SnO ₂	Au (g/t)	Ag (g/t)	
Cüruf Slag	4,91	1,85	0,18	1,80	0,08	0,02	0,06	1,3	92,8	

Eski İşletmeler

Bolkar Dağları'nda 30'a yakın eski işletme ve cüruf sahası bulunmaktadır. Bunlardan girilebilen sekiz eski işletme kayıt altına alınabilmiştir. Bunlar Yeşelli - Toyislam, Sulucadere, Öküzgözü, Tenekeli Mağarası, KA-A(Kh) mağarası, Sulu Mağara, Davalı Mevkii ve Gavurun Damı eski işletmeleridir (Şekil 1). Bu eski işletmeler içinde Yeşelli-Toyislam ve Gavurun Damı işletmeleri oldukça önemlidir. Eski araştırmalar ve Bolkardağ madenleri civarlarındaki yazıtlar, buradaki madenlerin M.Ö 800 den bu yana belli aralıklarla işletildiğini göstermektedir. Önceleri Hititler daha

sonra da Romalılar tarafından madenin işletildiği sanılmaktadır (Hannbert, 1888). Bolkardağ madencileri ile ilgili en eski rapor, Beral (1865) tarafından yazılmıştır. Raporda madenler ve civarının jeolojisinden bahsedilmektedir. Madenlerin 1825 yılından beri çalıştığını, yılda ortalama 1000 ton cevher çıkartıldığını, 1863'te beş ve 1864'te on ocakta işletme yapıldığını, üretilen cevherin yaklaşık % 21 Pb, 428 g/t Ag, 40 g/t Au tenörlü olduğunu ve Madenköy'de bulunan onüç adet manşlı fırın ile dört adet Küpelyasyon fırınında izabe edildiğini belirtmektedir. Wartheman (1888), 1870-1887 yılları arasında, her yıl yaklaşık 2250 ton cevher izabe edildiğini; Cokino (1927) Bolkar

madenlerindeki işletme çalışmalarının 1912 yılında Balkan Savaşı sırasında devlet tarafından durdurulduğunu ifade etmektedir.

Cumhuriyetin kuruluşundan sonraki dönemlerde bölgedeki madenin işletilmesi için bir kaç defa girişimlerde bulunulmuştur. 1927-1928 senelerinde maden üzerinde ayrıntılı jeoloji çalışmaları yapılarak işletme tesisleri kurulması önerilen fabrika planları hazırlanmıştır (Ralli, 1928; Helke, 1929). 1935 yılından itibaren Bolkaradağ madenlerinde M.T.A Enstitüsü araştırmalara başlamıştır. 1935-1938 yılları arasında Bolkaradağ sahasında Yeşelli, Küçük Toyislam, Keçili, Davalı, Sirostat ve Timyos mağaralarında bulunan cevherlerin rezerv hesapları yapılmış, işletme galerileri açılmıştır (Rombert, 1937; Hummel, 1938; Oelsner, 1938).

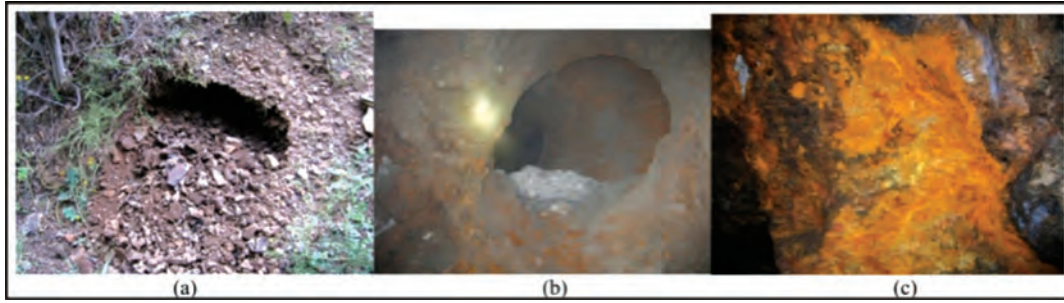
1939 yılında Bolkaradağ- I ve II sahası Etibank'a devredilmiştir. 1939-1942 yılları arasında Bolkaradağ-I ve II sahasında incelemeler sürdürülerek cevherlerin rezerv hesapları yapılmıştır (Kovenko, 1942; Ajoukiewichz, 1946). Ancak, II. Dünya Savaşı'nın çıkması ile madenin işletilmesine başlanamamıştır. Daha sonra, günümüze dek pek çok araştırmacı gerek jeoloji gerekse madencilik açısından bölgede incelemeler yapmıştır. Son olarak M.T.A Enstitüsü ve Etibank ortak bir proje halinde 1976 yılında Bolkaradağ bölgesinde ayrıntılı araştırmalara başlamış, Pb-Zn cevherleşmesi bakımından önemli olduğu düşünülen ve saptanan yeni sahalarda jeoloji ve

jeofizik incelemeler tamamlanmış ve bu sahalarda araştırma sondajları yapılmıştır (Şişman ve diğerleri, 1981).

MTA'nın Jeoloji çalışmalarını yaptığı ve sondajlarla rezervini tespit ettiği bu saha Etibank'a devredilmiştir. Etibank sahayı işlettikten sonra verimli olmadığı gerekçesiyle terk etmiştir. Günümüzde özel sektöre ait Gümüştaş A.Ş.'ye geçen saha da altına yönelik üretim çalışmaları yapılmaktadır. 2011 yılı itibariyle toplam 5000 m galeri sürülerek alınan cevher Ulukışla-Tepeköy'e taşınarak burada kurulacak fabrikada değerlendirilecektir. Çalışan teknik elemanlardan gayri resmi olarak edinilen bilgilere göre cevherin ortalama 10 g/t Au ve 300 g/t Ag içerdiği ifade edilmiştir.

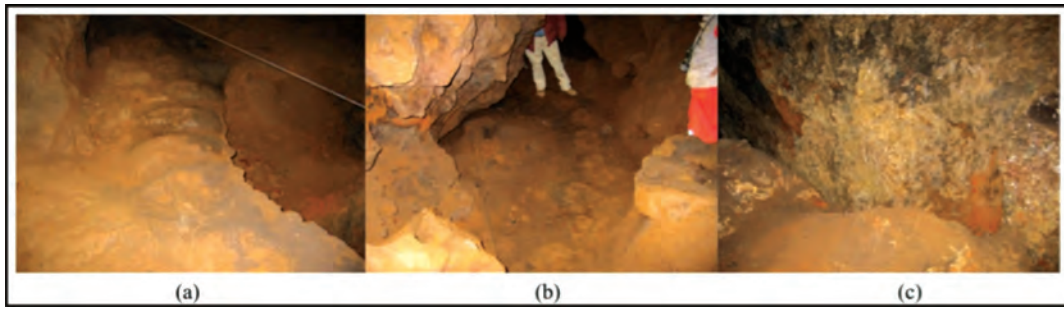
Yeşelli-Büyük Toyislam sahası

Geçmiş dönemlerde işletilmiş olan ve Bolkar Dağları'nda bulunan en büyük işletme galerisi olup Yeşelli ile Büyük Toyislam galerileri birarada işletilmektedir. Günümüzde özel sektör tarafından işletilen Yeşelli-Büyük Toyislam sahasının galeri girişinden itibaren (Şekil 4B) yaklaşık 2 km'lik mesafeyi arabayla geçtikten sonra Büyük Toyislam sahasına, eski işletmeciler tarafından açılmış olan galerilerden girilmiştir. Bu galeri içinde cevher damarı (Şekil 4C), eski dönem işletmecileri tarafından yapılmış yapay taş merdivenler (Şekil 5A), sahanlıklar (Şekil 5B), eski üretim izlerini gösteren murç izleri (Şekil 5C) tespit edilmiştir.



Şekil 4. a) Madenköy-Karagümüş Mevki Cüruf sahasının genel görünüm, b) Yeşelli-Büyük Toyislam galerisinin giriş ağzından görünüm, c) Yeşelli-Büyük Toyislam galerisi içindeki cevher damarı.

Figure 4. General view of slag mound of Madenköy-Karagümüş area, b) Entrance of the drift of Yeşelli-Toyislam, c) ore vein of Yeşelli-Toyislam drift.



Şekil 5. a) Yeşelli-Büyük Toyislam Galerisi içerisindeki yapay taş merdiven, b) Yeşelli-Büyük Toyislam galerisinin içindeki sahanlık ve yapay taş merdivenler, c) Yeşelli-Büyük Toyislam galerisinin içinde bulunan ve eski çağlarda işletildiğini gösteren murç izleri.

Figure 5. a) Artificial caved stair; b) stairhead and stairs; and c) bush hammer prints in the Yeşelli-Toyislam drift.

Büyük Toyislam galerisi içerisinde aydınlatmada kullanılan, muhtemelen Geç Osmanlı Dönemine ait bir sırlı kandil bulunmuştur

(Şekil 6A). Aynı galeride işçiler tarafından bulunan ve cevher üretimi hesaplanmasında kullanılan bir abaküs (Şekil 6B) görülerek resmedilmiştir.



Şekil 6. a) Yeşelli-Büyük Toyislam Galerisi içerisinde bulunan ve aydınlatmada kullanılan, muhtemelen Geç Osmanlı Dönemine ait sırlı kandil, b) Yeşelli-Toyislam galerisi içerisinde bulunan ve cevher hesaplamasında kullanılan abaküs.

Figure 6. a) glazed lamp of Ottoman Empire period, and b) abacus discoveries in the Yeşelli-Büyük Toyislam drift.

Büyük Toyislam'da bulunan eski galerilerden C¹⁴ analizi için tahkimat parçaları alınmıştır. Yeşelli sahasının galerilerinde bulunan 1 adet beton dökme taş levha (Şekil 7A) ile ahşap kürekler (Şekil 7B) MTA Tabiat Tarihi Müzesi'nde sergilenmek üzere Müze Müdürlüğü'ne teslim edilmiştir. Yeşelli galerisinde bulunan biri büyük (Şekil 7C), diğeri küçük (Şekil 8A) iki adet su teknesi aynı şekilde MTA Tabiat Tarihi Müzesi'nde sergilenmek üzere getirilmiştir. Bu su teknelerinden büyük su teknesinin (Şekil 7C) C¹⁴ yaş analizine göre yaşı 1000±30 yıl'dır (Çizelge 1, No. 2). Bu sonuç sahanın M.S. 10-11. yüzyılda Bizanslılar Dönemi'nde işletildiğini gösteren

kesin bir sonuçtur. Küçük su teknesinin (Şekil 8A) yaşı ise 155±30 yıl olarak gelmiştir (Çizelge 1, No. 3). Bu yaş aralığı da sahanın Osmanlıların son dönemlerinde (II.Mahmut ve II.Abdülhamit dönemlerinde) işletildiğini göstermektedir. Aynı galeride bulunan ahşap küreklerden yeni olanın (Şekil 7B) C¹⁴ yaşı 125±30 yıl olup (Çizelge 1, No. 8), 19. yüzyıl başlarını yani Osmanlıların son dönemini işaret etmektedir. Eski olan ahşap küreğin (Şekil 7B) C¹⁴ yaşı ise 1000±30 yıl olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1, No. 7). Bu veri, Yeşelli-Büyük Toyislam işletmesinin M.S. 11.yüzyıllarında, o dönemde buraya hakim olan Bizanslılar tarafından işletildiğini göstermektedir.



Şekil 7. a) Yeşelli sahasının galerisinde bulunan dökme betondan yapılmış Madenci Amblemi, b) Yeşelli-Toyislam Galerisi içerisinde bulunan eski ve yeni ahşap kürekler, c) Yeşelli-Büyük Toyislam Galerisi içerisinde bulunan Büyük Su Teknesi.

Figure 7. a) Mining symbol from concrete in Yeşelli drift, b) ancient and recent shovels in Yeşelli-Toyislam drift, c) big water vessel in Yeşelli-Büyük Toyislam drift.



Şekil 8. a) Yeşelli-Büyük Toyislam Galerisi içerisinde bulunan Küçük Su Teknesi, b) Yeşelli-Büyük Toyislam galerisi içinde bulunan ağaç tahkimatlar.

Figure 8. a) Small water vessel, and b) wooden fortifications in Yeşelli-Büyük Toyislam drift.

Ağaç tahkimatların (Şekil 8B) C¹⁴ analiz sonucu 105±30 yıl olarak gelmiştir (Çizelge 1, No. 1). Buna göre saha Osmanlılar Dönemi'nde, II.Abdülhamit zamanında da işletilmiş olmalıdır. Yeşelli galerisinin giriş ağzından 200 m sonra, Tekebaşı olarak adlandırılan yerde alınan ve oldukça eski görünümde olan ağaç tahkimatın (Şekil 9A) C¹⁴yaşı ise 600±30yıl olarak tespit

edilmiş olup (Çizelge 1, No. 10), M.S. 14.yüzyılı, yani Fatih Sultan Mehmet dönemini işaret etmektedir. Yine Yeşelli-Büyük Toyislam galerisi içinden alınan çıra parçasının (Şekil 9B) C¹⁴ yaşı 385±30 olarak gelmiştir (Çizelge 1, No. 9). Bu analiz sonucu, çıkarının 16.yüzyıla ait olduğunu yani Osmanlı Dönemi'nde bu işletmede üretimin yapıldığını göstermektedir.



Şekil 9. a) Yeşelli galerisi içinde alınan ağaç tahkimat parçası, b)Yeşelli-Büyük Toyislam galerisi içerisinde alınan çıra parçası.

Figure 9. a) Wooden fortification fragment, and b) firewood fragment from Yeşelli drift

Galeri içindeki cevherden kimyasal analiz için alınan numunenin analiz sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Yeşelli-Büyük Toyislam Galerisi içindeki cevherden alınan numunenin kimyasal analiz sonuçları.

Table 5. Analysis results of the ore of Yeşelli-Büyük Toyislam drift

Numunenin Cinsi Type of the sample	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% CaO	% MgO	% Na ₂ O	% K ₂ O	% TiO ₂	% P ₂ O ₅	% MnO
Cevher Ore	6,00	1,00	47,88	8,48	0,42	<0,01	0,12	0,04	0,04	0,54
Baz ve değerli metallere	% PbO	% ZnO	% CuO	% As ₂ O ₃	% Sb ₂ O ₃	% Cr ₂ O ₃	% SnO ₂	Au (g/t)	Ag (g/t)	
Cevher Base and precious metals	0,19	17,54	0,03	1,28	<0,01	<0,01	<0,01	G	2,7	

Gavurun Damı sahası

Sahada eski dönemlerde üretim yapılmış olup, günümüzde özel sektöre ait Gümüştaş A.Ş. sahayı işletmek için yeni yollar açmıştır. Sahada birbirine yakın mesafede iki ayrı galeri bulunmaktadır. Önceki dönemlerde Galerî 1'den girildiğinde Galerî 2'ye çıkıldığı köylülerce ifade edilmiştir. Her iki galerinin arası yaklaşık 250-300 m'dir. Galerî 1'den girilerek (Şekil 10A) yaklaşık 100 m gittikten sonra, göçükten dolayı daha ileriye gidilememiştir. Eski işletmelerden kalan tahkimat parçaları, ahşap merdiven ve aydınlatmada kullanılan çıra parçasından C¹⁴ yaş analizi için numune alınmıştır.

Galerî-2'nin giriş ağzından (Şekil 10B) itibaren vevv şekilde karşılıklı açılmış oyuklar tespit edilmiştir. Eski işletmecilerin bu oyuklara

ağaç tahkimatlar yerleştirerek maden ocağına daha rahat bir şekilde inip-çıkma için kullandıkları düşünülmektedir (Şekil 11A). Gavurun Damı galerî 1'in girişinden yaklaşık 100 m gittikten sonra içerde tespit edilen ahşap merdivenden (Şekil 11B) alınan tahta parçasının yapılan C¹⁴ testinde yaşı 135 ± 30 yıl olarak saptanmıştır (Çizelge 1, No. 6). Bu da 18. yüzyılları işaret etmekte olup Osmanlı Dönemine karşılık gelmektedir. Aynı galeriden alınan ahşap direğin (Şekil 11C) C¹⁴ yaşı 205 ± 25 olarak saptanmış olup (Çizelge 1, No. 5), 1750'li yılları, yani Osmanlı Dönemi'ni işaret etmektedir. Galerinin içinde bulunan çıranın C¹⁴ yaşı ise 270 ± 25 olarak gelmiştir (Çizelge 1, No. 4). Bu da Gavurun Damı işletmesinin 17. yüzyılda, yani Osmanlılar Dönemi'nde işletildiğini gösteren destekleyici bir veridir.



Şekil 10. a) Gavurun Damı Galerî-1' in giriş ağzı, b) Gavurun Damı Galerî-2'nin giriş ağzı.
Figure 10. a) The entrances of the Gavurun Damı adit-1, b) Gavurun Damı adit-2



Şekil 11. a) Gavurun Damı Galerî-2 de bulunan ve galeriye inip-çıkmayı kolaylaştıran oyuklar, b) Gavurun Damı galerisi içindeki ahşap merdivenler, c) Gavurun Damı Galerisinden alınan ahşap direğin görünümü.
Figure 11. a) Artificial cavities to easify to go up and down in the drift-2 in Gavurun Damı area, b) wooden pole from Gavurun Damı drift

İLK MADEN RUHSATI: YAZILITAŞ

Bolkardağ ile ilgili en somut kaynak, Neo-Hitit dönemine tarihlenen 5 satırlık hiyeroglif bir yazıttır. Alihoca köyünün 2-3 km doğusunda, asfalt yola yaklaşık 200 m mesafede bulunan bu yazıt, 4-5 m yükseklikteki sarp bir kayanın yüzeyinde bulunmaktadır (Şekil 12 A, B, C). Bu metnin Tuwanuwa (Tuwana) kralı Warpalawas'a (M.Ö. 738-710) bağlı prens Tarhunzas tarafından yazdırıldığı belirtilmiştir (Bossert, 1954). Metinde "Tuwana kralı Urballa" (Hawkins, 1969) olarak sözü edilen kral Warpalawas, "Muti" dağı olarak adlandırılan Bolkardağ yöresini Tarhunzas'a bağışlamaktadır.

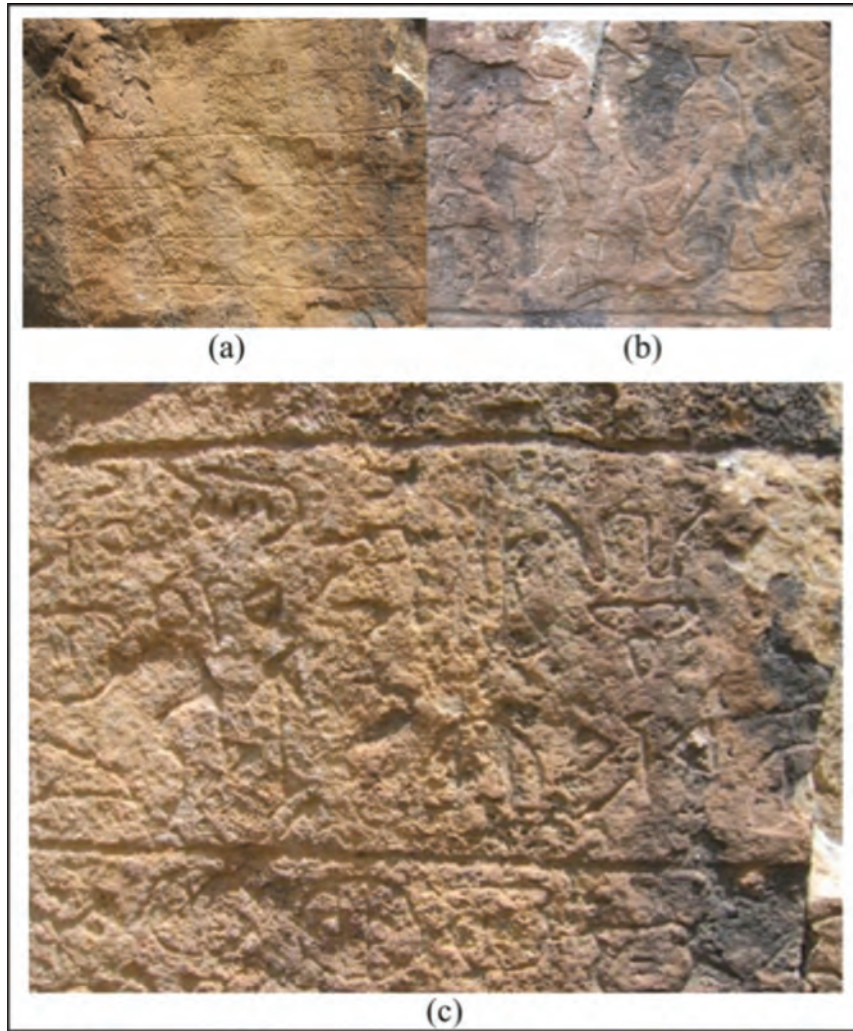
İlk Maden Ruhsatı olarak isimlendirilen bu metinde Tarhunzas, kral Warpalawas'ı kastederek "Efendim Warpalawas'a iyilik ettim, o da Muti dağı'nı bana verdi" demektedir. Ayrıca metinde "Kubab" gibi çeşitli tanrı ve tanrıçaların dağı bereketli kılması dilenmektedir ki; bu da bereketli olması beklenen madenlerin gümüş madenleri olduğunu düşündürmektedir (Yener, 1938).

Metinde "ve beyim Warpalawa'yı iyi bir şekilde yükselttim (?), o bana süratli (?) katırlar

verdi" demektedir. Metnin sonunda "bu yazıtı kim kazırsa (silerse, parçalarsa) bu kimseyi fırtına tanrısı ve tanrılar sürsünler (kovsunlar) ve ay tanrısı onu alsın. Ve tanrı Nikaruha onu yesin. Tanrı Kupada'da onusin" ifadeleri yer almaktadır (Kalaç, 1976). Metinde geçen süratli (?) katırların madende çıkartılan cevherin taşınmasında kullanıldıklarını söylemek yanlış olmamalıdır.

Prof.Dr.K.Aslıhan YENER ile yapılan sözlü görüşmede; bu metni okuyan İngiliz bilim adamı Prof.Dr. J.David HAWKINS'in "Makaleyi yazdıktan sonra yazıt ile ilgili yaptığı çalışmalarda metinde gümüş kelimesini bulduğunu" kendisine ifade ettiğini belirtmiştir.

Bu da bu yazıtın Bolkarlardaki altın-gümüş-kurşun-çinko-bakır ve demir yataklarıyla ilgili verilen ve tarihteki "İlk maden ruhsatı" olduğunu göstermektedir. Hititliler ile Mısır arasında yapılan ve tarihteki ilk yazılı antlaşma olan Kadeş Antlaşması gibi ilk Maden Ruhsatının yine Anadolu'da verildiğini söylemek yanlış olmamalıdır. Özellikle yerbilimleri açısından son derece önemli olan bu yazıtın koruma altına alınması için girişimlerde bulunulmalıdır.



Şekil 12. a) Hiyeroglif yazısı ile yazılmış beş paragraflık “İlk maden ruhsat”ının görünümü, b) İlk maden ruhsatı olan Yazılıtaş’tan ayrıntılı görünüm, c) Yazılıtaş’tan yakın görünüm.

Figure 12. Hieroglyph tablet of the Yazılıtaş, whole five paragraph of the first “Mining Licence”, b) detail view of Yazılıtaş tablet, c) more detail view of Yazılıtaş.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, 8 adet eski işletme ve 3 adet cüruf sahası incelenmiştir. Bu işletmelerden 7 adet kimyasal analiz numunesi, 12 adet C¹⁴ numunesi alınmıştır. Madenköy, Madenköy-Karagümüş Mevkii ve Gümüşköy’de bulunan cüruflardan yapılan kimyasal analizlerde 0,8-1,3 g/t Au ile 34,7-142,1 g/t Ag varlığı tespit edilmiştir. Bu cüruf yığınları ekonomik açıdan değerlendirilmelidir. Çizelge 6’dan görüldüğü üzere, buradaki eski

işletmelerde; Neo-Hitit Döneminden başlayıp Bizans Dönemi’nden Cumhuriyet Dönemi’ne kadar uzanan (zaman zaman ara verilse de) bir üretim söz konusudur. Büyük su teknesi, küçük su teknesi ve madenci ambleminin, tanımlamaları yapılarak MTA Tabiat Tarihi Müzesi envanterine kazandırılmıştır. Yeşelli sahasındaki galeri içinde bulunan sırlı kandil ile eski ve yeni ahşap küreklerin yaş tayinleri yapılarak müze envanterine kazandırılmışlardır. İlk Maden Ruhsatı olan Yazılıtaş koruma altına alınmalıdır.

KATKI BELİRTME

Makaleyi inceleyerek, gerekli düzeltme ve düzenlemeler yapan Dr.Yahya Çiftçi ve Dr.Eşref Atabey'e, saha çalışmalarında yardımcı olan Taner Songören'e ve Serkan Kılınçaslan'a, makalenin son şeklini almasındaki önerileri için Hüseyin Yalçın'a teşekkürü borç bilirim.

EXTENDED SUMMARY

Ancient mines and mining slag's around Ulukışla (Niğde) and Pozantı (Adana) region were investigated in terms of ancient mining point of view. Samples were collected for chemical and radiometric (^{14}C) analysis from ancient ores and slag's. According to the chemical analysis, Madenköy slags includes 0.8 g/t Au and 142.1 g/t Ag; Alihoca-Karagöl slag's includes 1.3 g/t Au and 34.7 g/t Ag; Gümüşköy slag's includes 0.9 g/t Au and 67.9 g/t Ag, and Madenköy-Karagümüş slag's are includes 1.3 g/t Au and 92.8 g/t Ag.

Different size vessels, wooden fortifications and shovels and firewood's were discovered around Madenköyü, Yeşelli-Büyük Toyislam ancient mines. ^{14}C analysis of big vessel gives 1000 ± 30 years (11th Century A.C.); small vessel gives 155 ± 30 (19th Century A.C.); wooden fortification gives 105 ± 30 (19th Century A.C.) radiometric ages. Two wooden shovel discovered around Maden köyü-Büyük Toyislam gives 125 ± 30 (20th Century A.C.) and 1000 ± 30 (11th Century A.C.); wooden fortification gives 600 ± 30 (15th Century A.C.); firewood gives 385 ± 30 (17th Century A.C.) radiometric ages. Firewood of the ancient mine around Horozköy-Gavurun Damı region gives 270 ± 25 (18th Century A.C.); ancient wooden fortification gives 205 ± 25 (18th-19th Century A.C.) and wooden staircase gives 135 ± 30 (19th Century A.C.) radiometric ages.

Wooden charcoals were also analysed

according to ^{14}C ages of slag mounds around Karagümüş and Madenköy; 835 ± 30 (12th Century A.C.) and 860 ± 30 (12th Century A.C.) radiometric ages were observed respectively. According to these radiometric ages, mining works is active starting from Byzantian era to the Republic of Turkey with some interruptions in the region.

Bolkar Mountains is called as "Muti Mountains" in the tablet of Neo-Hatti period in 800 BC, located in eastern part of Alihoca Village. This tablet could be accepted as the "first mining licence" according to its content, thus, mining in the region is active, with some interruptions, since Neo-Hatti Period.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Ajdukiewicz, Z., 1946. Bolkardağ II. Gümüş-Altın ve Kurşun Yatakları Mintikasındaki Maden Aramaları Hakkında Rapor. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 1673, Ankara (yayımlanmamış).
- Balçık, A., 1974. Niğde Ulukışla-Gümüşköy ve Madenköy curuflarının tenor ve rezerv hesaplamasına yönelik ön çalışma raporudur. MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt ve Arama Dairesi Arşiv No:1789 (yayımlanmamış).
- Beral, E., 1865. Bolkardağ Madenleri Hakkında Rapor. MTA Genel Müdürlüğü, Arşiv No: 387, Ankara (yayımlanmamış).
- Bossert, H.Th., 1954. Untersuchungen hieroglyphen-hetitischen. Worter I. Das Wart gut in den Kleinasiatischen Sprachen Mitteilungen des Instituts für Orientforschung Bd II:78-103.
- Bronk Ramsey, C., 2009. Dealing with outliers and offsets in radiocarbon dating. Radiocarbon, 51(3).
- Cokino, M.P., 1927. Bolkardağ Madeni Hakkında Rapor. MTA Genel Müdürlüğü, Arşiv No: 363, Ankara (yayımlanmamış).
- Coulant, E., 1884. Bolkardağ Madeni Hakkında Rapor. MTA Genel Müdürlüğü, Arşiv No: 358, Ankara (yayımlanmamış).
- Hannebert, H., 1888. Hannebert'in Bolkardağ Madeni Hakkındaki Raporu. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 357, Ankara (yayımlanmamış).
- Hawkins, J.D., 1969. A Hieroglyphic Hittite Inscption from Porsuk. Anatolium Studies, 19, 99-109.
- Helke, A., 1929. Bulgar Dağ madeni Hakkında Rapor. MTA Genel Müdürlüğü, Arşiv No: 398, Ankara (yayımlanmamış).

- Hill, A., Stewart, R., 1927. Bolkar Dagh Mines. MTA Genel Müdürlüğü, Arşiv No:1472, Ankara (yayımlanmamış).
- Hummel, S., 1938 Bolkaradağ Madeni-Triyas Ocağının Cevher Rezervi Hesabı. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 418, Ankara (yayımlanmamış).
- Kalaç, M., 1976. Bolkar-Maden Kaya Yazıtı. Anadolu Araştırmaları V-VI: 61-69.
- Kovenko, V., 1942. Bolkaradağ Madenleri Hakkında Not. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 313, Ankara (yayımlanmamış).
- MTA., 2002. 1/500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Adana Paftası. MTA Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.
- Müller, M., 1937. Bolkaradağ Madeni yatakları Hakkında Rapor. MTA Genel Müdürlüğü, Derleme Rapor No: 393.
- Oelsner, O., 1938. Bolkaradağ Madeninde Yapılan Arama İşleri Hakkında Rapor. MTA Genel Müdürlüğü, Derleme Rapor No: 661.
- Ralli, G., 1925. Bolkaradağ Maden Ocakları Hakkında Rapor. MTA Genel Müdürlüğü, Arşiv No: 386, Ankara (yayımlanmamış).
- Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Burr, G. S., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kromer, B., McCormac, F. G., Manning, S. W., Reimer, R. W., Richards, D. A., Southon, J. R., Talamo, S., Turney, C. S. M., van der Plicht, J., & Weyhenmeyer, C. E., 2009. IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 51(4), 1111-1150.
- Romberg, H., 1937. Bolkaradağı'nın Küçük Toyislam kısmının "Cubage"ı. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No:405
- Şişman, N., Şenocak, M. H., Dilek, S., Yazgaç, M., 1981. Bolkaradağ Yöresinin Jeolojisi ve Maden Yatakları. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 7202, Ankara (yayımlanmamış).
- Tylecote, R. F., 1980. Furnaces, crucibles, and slaqs. T.H. Wertime ve J.D. Muhly eds., The Coming of the Age of Iron, pp.183-228. New Haven: Yale University Press.
- Yener, K. A., 1984. Niğde Ulukışla Bolkaradağ kurşun-çinko yatakları ile ilgili çalışmalar. Tübitak Arkeometri ünitesi bilimsel toplantı bildirileri. VI, s. 103-116, Ankara.
- Yener, H., 1938. Bolkaradağ Madeni Hakkında Fen Raporu. MTA Genel Müdürlüğü Rapor No: 684, Ankara (yayımlanmamış).
- Warteman, E., 1888. Sur La Mine De Bulgar Dagh. MTA Genel Müdürlüğü, Derleme Rapor No: 365 Ankara (yayımlanmamış).

Makale Geliş Tarihi : 5 Şubat 2014
Kabul Tarihi : 31 Mart 2014

Received : 5 February 2014
Accepted : 31 March 2014



TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ

YAZIM KURALLARI

Yazıların hazırlanması

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ'nin yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir. Türkçe makalelerde "Extended Summary", İngilizce makalelerde ise "Genişletilmiş Özet" verilmelidir. Yazarların ana dillerinin Türkçe olmaması durumunda, yazıların başlığı ve özeti ile çizelge ve şekillerin başlıkları Editörlükçe Türkçeye çevrilir. Ana dili İngilizce olmayan yazarlara, yazılarını Editörlüğe göndermeden önce, gramer ve üslup açısından, ana dili İngilizce olan bir kişiden katkı almaları özellikle önerilir. Hazırlanan makaleler orijinal ve daha önce basılmamış araştırma, yorum ya da her ikisine ait sentezi içermeli, veya teknik not niteliğinde olmalıdır. Yazının gönderilmesi, daha önce basılmamış veya başka bir yerde incelemede olmadığını gösterir.

Yazılar, aşağıda verilen düzen çerçevesinde hazırlanmalıdır.

- (a) **Başlık** (Türkçe ve İngilizce)
- (b) **Yazar adları** (koyu ve tamamı büyük harfle) ve **adresleri** (italik ve küçük harfle) ile başvurulacak **yazarın E-posta adresi**
- (c) **Öz** (Türkçe ve İngilizce)
- (d) **Anahtar Kelimeler** (Türkçe ve İngilizce)
- (e) **Giriş** (amaç, kapsam ve yöntem)
- (f) **Ana metin** (kullanılan yöntemler, çalışılan malzemeler, tanımlamalar, analizler vd.)
- (g) **"Tartışma ve Sonuçlar"** veya **"Tartışma ve Öneriler"**
- (h) **"Extended summary"/"genişletilmiş özet"**
- (i) **Katkı Belirtme** (gerekliyorsa)
- (j) **Kaynaklar**
- (k) **Çizelgeler**
- (l) **Şekiller Dizini**
- (m) **Şekiller**
- (n) **Levhalar** (var ise)

Metinde kullanılan değişik türde başlıklar farklı şekillerde ve tüm başlıklar sayfanın sol kenarında verilmelidir. Ana başlıklar büyük harflerle ve koyu yazılmalıdır. İkinci derece başlıklar alt başlık olarak değerlendirilmeli ve birinci ve ikinci derece alt başlıklar küçük harfle (birinci derece alt başlıklarda her kelimenin ilk harfi büyük) ve koyu, üçüncü derece alt başlıklar ise italik olmalıdır. Başlıkların önüne numara veya harf konulmamalıdır. Yazılar (öz, metin, katkı belirtme, kaynaklar, ekler ve şekiller dizini) A4 (29.7 cm x 21 cm) boyutundaki sayfaların bir yüzüne, kenarlardan en az 2.5 cm boşluk bırakılarak, 1.5 cm aralıkla ve 12 puntuyla (Times New Roman) yazılmalı, ayrıca tüm sayfalara numara verilmelidir.

Başlıklar şu şekilde olmalıdır:

ÖZ

ABSTRACT

GİRİŞ

ANA BAŞLIK

Birinci Derece Alt Başlık

İkinci derece alt başlık
Üçüncü derece alt başlık
SONUÇLAR VE TARTIŞMA
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET
KATKI BELİRTME
KAYNAKLAR

Kapak Sayfası

Yazıdan ayrı olarak sunulacak kapak sayfasında aşağıdaki bilgiler yer almalıdır.

- Yazının başlığı
- Yazar(lar)ın ad(lar)ı (ad ve soyadı kısaltılmadan)
- Tüm yazarların açık posta ve e-mail adresleri (Başvurulacak Yazar belirtilerek). Başvurulacak yazarın faks ve telefon numaraları da ayrıca belirtilmelidir.

Başlık ve Yazarlar

Yazının başlığı, çalışmanın içeriğini anlaşılır şekilde yansıtmalıdır. Eğer yazı Türkçe hazırlanmışsa, Türkçe başlığı (koyu ve kelimelerin ilk harfleri büyük harf olacak şekilde) İngilizce başlık (italik ve kelimelerin ilk harfleri büyük harf olacak şekilde) izlemelidir. İngilizce hazırlanmış yazılarda ise, İngilizce başlık Türkçe başlıktan önce ve yukarıda belirtilen yazım kuralına göre verilmelidir.

Yazarlara ilişkin bilgi ise aşağıdaki örneğe uygun olarak verilmelidir:

Ahmet Ahmetoğlu Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Tandoğan 06100 Ankara
A. Hüsnü Hüsnüoğlu MTA Genel Müdürlüğü, Jeolojik Etüdler Dairesi, 06520 Ankara
(e-posta: husnu56@mta.gov.tr)

ÖZ

Öz, çalışma hakkında bilgi verici bir içerikle (çalışmanın amacı, elde edilen başlıca sonuçlar) ve 300 kelimeyi aşmayacak şekilde hazırlanmalıdır. Özde kaynaklara atıfta bulunulmamalıdır. Özler, hem Türkçe hem, İngilizce olarak verilmelidir. Türkçe hazırlanmış yazılarda Öz'den sonra "Abstract" (italik) yer almalı, İngilizce yazılarda ise italik yazılmış Türkçe Öz Abstract'ı izlemelidir.

Anahtar Kelimeler

Öz ve Abstract'ın altında en az 2, 7 kelimeyi aşmayacak şekilde ve yazının konusunu yansıtan anahtar kelimeler Türkçe ve İngilizce olarak verilmelidir. Anahtar kelimeler, alfabetik sırayla küçük harfle (ilk anahtar kelimenin ilk harfi büyük) yazılmalı ve aralarına virgül konmalıdır. Teknik Not ve Tartışma türü yazılarda anahtar kelimelerin verilmesine gerek yoktur.

EXTENDED SUMMARY/GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Genişletilmiş özet 2500 kelimeyi geçmemelidir. Ancak makalenin öz/abstract kısmından daha geniş hacimli olmalıdır. Genişletilmiş özet kısmında yeni bir şekil ve çizelge verilmemelidir. Ancak makalede kullanılan şekil ve çizelgelere bu kısımda atıf yapılabilir. Aynı şekilde, makale içinde atıf yapılan kaynaklara da gerektirdiğinde bu kısımda atıf yapılmalıdır.

KATKI BELİRTME

Katkı belirtme, kısa olmalı ve teşekkür edilecek olanlar çalışmaya en önemli katkıyı sağlayan kişilerin ve/veya kuruluşların adlarıyla sınırlandırılmalıdır. Teşekkür edilecek kişilerin açık adları unvanları belirtilmeksizin verilmeli, ayrıca bu kişilerin görevli oldukları kurum ve kuruluşların adları da eklenmelidir.

DEĞİNİLEN BELGELER

(aşağıdaki örnekler ile kesinlikle uyumlu olmalıdır)

(a) Süreli yayınlar :

Hoek, E. ve David, M., 1990. Estimating Mohr - Coulomb friction and cohesion values from Hoek - Brown failure criterion. International Journal of Rock Mechanics, 27(3), 220 - 229.

Yazar ad(lar)ı, Tarih. Makalenin başlığı. Süreli Yayının Adı (kısaltılmamış), Cilt No. (Sayı No.), sayfa no.

(b) Bildiriler:

Ünal, E., Özkan, İ. ve Ulusay, R., 1992. Characterization of weak, stratified and clay bearing rock masses. ISRM Symposium: Eurock'92 - Rock Characterization, Chester, U.K., 14-17 September 1992, J.A.Hudson (ed.), British Geotechnical Society, London, 330-335.

Yazar ad(lar)ı, Tarih. Bildirinin başlığı. Sempozyum veya Kongrenin Adı, Editör(ler) varsa, Basımevi,

Cilt/Sayı No. (birden fazla ciltten oluşuyorsa), Düzenlendiği Yerin Adı, sayfa no.

(c) Kitaplar:

Goodman, R.E., 1988. Introduction to Rock Mechanics. John Wiley and Sons, New York, 562 s.
Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji. İTÜ Matbaası, Gümüşsuyu, Sayı:869, 520 s. Yazar ad(lar)ı, Tarih. Kitabın Adı (ilk harfleri büyük). Yayınevi, Basıldığı Şehrin Adı, sayfa sayısı.

(d) Raporlar ve Tezler:

Demirok, Y., 1978. Muğla-Yatağan linyit sahaları jeoloji ve rezerv ön raporu. MTA Derleme No:6234, 17 s (yayınlanmamış).

Sönmez, H., 1996. T.K.İ.-E.L.İ. Soma Linyitleri açık işletmelerinde eklemli kaya kütlesi içindeki şevlerin duraylılığının değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Yüksek Mühendislik Tezi, 99 s (yayınlanmamış).

Yazar ad(lar)ı, Tarih. Raporun veya tezin başlığı. Kuruluşun veya Üniversitenin Adı, Arşiv No. (varsa), sayfa sayısı (yayınlanıp,yayınlanmadığı)

(e) Kişisel Görüşme:

Sözbilir, H., 2005. Personal communication. Geological Engineering Department of 9 Eylül University, İzmir, Turkey.

(f) İnternette İndirilen Bilgiler:

ERD (Earthquake Research Department of Turkey), 2005. <http://www.gov.tr>, 3 April 2005. Kurumun Adı , Tarih. Web adresi, Web adresine girildiği tarih.

Türkçe kaynaklar doğrudan Türkçe olarak verilmeli ve Türkçe karakterlerle yazılmalıdır.

Eşitlikler ve Formüller

Matematiksel semboller ve formüller el yazısıyla yazılmamalıdır. Eşitlik numaraları eşitliğin hizasında ve sağ kenarına dayandırılarak birbirini izleyen bir sırayla parantez içinde, ayrıca eşitliklerdeki sembollerin anlamı makalede ilk kez kullanıldıkları eşitliğin altında verilmelidir.

Burada; makaslama dayanımı, c kohezyon, normal gerilme ve içsel sürtünme açısıdır". Eşitliklerde kullanılan alt ve üst indisler belirgin şekilde ve daha küçük karakterle yazılmalıdır (örneğin; I_d, x_2). Karekök işareti yerine parantezle birlikte üst indis olarak 0.5 kullanılmalıdır (örneğin; $c_{mass} = s_{0.5}$). Çarpım işlemi göstermek için herhangi bir işaret kullanılmamalı, ancak gerekli durumlarda "*" işareti tercih edilmelidir (örneğin; $y = 5 \cdot 10^{-3}$). Bölme işareti olarak yatay çizgi yerine "/" işareti kullanılmalıdır. Kimyasal formüllerde iyonların gösterilmesi amacıyla Ca^{++} ve CO_3^{--} yerine Ca^{2+} ve CO_3^{2-} tercih edilmelidir. Metinde eşitlikler "eşitlik (1)" şeklinde atıfta bulunulmalıdır. Gerekliyse, bilgisayar programı listeleri de net ve okunur şekilde ekte verilmelidir.

Çizelgeler

Çizelgeler, başlıklarıyla birlikte, Dergi'nin sayfalarındaki baskı alanını (15.8 cm x 22.5 cm) aşmayacak şekilde hazırlanmalı ve birbirini izleyen sıra numaralarıyla verilmelidir. Çizelgelerin üst kısmında hem Türkçe, hem de İngilizce başlıkları bulunmalıdır (Çizelge başlıkları ayrı bir sayfada liste halinde verilmemelidir). Makalenin Türkçe yazılması halinde İngilizce başlık italik harflerle Türkçe başlığın altında yer almalı, İngilizce makalelerde ise, italik yazılmış Türkçe başlık İngilizce başlıktan sonra verilmelidir. Çizelgeler, "Çizelge 1" vb. şeklinde sunulmalıdır. Metinde çizelgelere Çizelge 1 veya Çizelge 1 ve 2 (eğer birden fazla sayıda çizelgeye atıfta bulunulacaksa) şeklinde değinilmelidir. Çizelgeler, metinde kullanılan karakterlerden daha küçük (10 veya 11 punto) karakterle yazılmalı ve Dergi'nin tek (7.3 cm-Genişlik) veya çift (15.8 cm-Genişlik) kolonuna sığacak şekilde düzenlenmelidir. Çizelgelerde düşey çizgiler kullanılmamalı, yatay çizgiler ise sadece çizelgenin alt ve üstünde, ayrıca çizelgedeki başlıklar ile bunların altında listelenen rakamları ayırmak için kullanılmalıdır (Bunun için Dergi'nin önceki sayılarına bakılması önerilir). Çizelgelerde makalenin diğer kısımlarında verilen bilgi veya sonuçların (örneğin grafikler vb.) tekrar verilmemesine özen gösterilmelidir. Her çizelge ayrı sayfalara bastırılarak metnin sonunda (Kaynaklar dizininin sonra) sunulmalıdır. Çizelgelerdeki kısaltma ve simgeler daha küçük karakterlerle çizelgelerin altında verilmelidir (örneğin; c: tek eksenli sıkışma dayanımı; II: illit;...vd.).

Şekiller

Çizim, grafik ve fotoğraf gibi tüm şekiller yüksek kalitede basılmış olarak "Şekil" başlığı altında ve metin içinde anıldıkları sırayla numaralandırılarak verilmelidir. Şekiller orijinal çıktılar olup, ayrı sayfalara bastırılarak ve katlanmadan gönderilmelidir. Şekil numaraları sayfanın sağ üst köşesine yazılmalı, ayrıca şekiller küçültülüp büyütülebilecek halde sunulmalıdır. Şekil açıklamaları; şekillerin altına yazılmamalı ve ayrı bir sayfaya bastırılarak "Şekiller Dizini" başlığıyla verilmeli, ayrıca "Şekil 1." olarak başlamalıdır. Çizelgeler için yukarıda belirtilen yazım kurallarına benzer şekilde, şekil başlıkları hem Türkçe, hem de İngilizce hazırlanmalıdır. Ayrı sayfalara bastırılmış olan şekiller, çizelgelerden sonra sunulmalıdır. Şekiller için en büyük boyut, şekil başlığını da içerecek biçimde 15.8 cm (Genişlik) x 22.5 cm (uzunluk) olmalıdır. Tüm şekillerin Dergi'nin tek veya çift kolonuna sığacak boyutlarda hazırlanması ve mümkünse daha çok tek kolona göre tasarlanması önerilir. Katlanmış şekiller ile renkli şekiller Dergi'ye kabul edilmez. Özellikle haritalar, araziyle ilgili çizimler ve fotoğraflar, sayısal ölçek (1:25000 vb.) yerine, metrik sisteme uygun çubuk ölçekle verilmelidir. Tüm haritalarda kuzey yönü gösterilmelidir. Bölgesel haritalarda, uygun olduğu takdirde, ulusal grid veya enlem/boylam değerleri verilmelidir. Harita açıklamaları, şekil başlığıyla birlikte değil, şeklin üzerinde yerelmalıdır. Fotoğraflar, çizimler veya bunların birlikteliğinden oluşan şekiller (a), (b) vb. gibi gruplar halinde verilebilir. Bu tür sunumlarda (örneğin; Şekil 5a ve 5b) a, b, c vb. gibi tek bir şekle ait çizimler veya fotoğraflar, ayrı sayfalarda basılması yerine, gruplandırılarak aynı sayfada sunulmalıdır. Şekillerde açık gölge ve tonlarından kaçınılmalı, özellikle bilgisayar programlarından elde edilen grafiklerde bu hususa dikkat edilmelidir. Gölgeleme belirgin, fotoğraflar siyah-beyaz ve iyi bir kontrasta sahip olmalıdır. Tüm şekiller, Şekil 1 veya Şekil 1 ve 2 (birden fazla şekle değiniliyorsa) gibi ve metinde anıldıkları sırayla numaralandırılmalıdır. Bir dizi fosil fotoğraflarını içeren şekiller Levha olarak değerlendirilmeli ve parlak kağıda basılmış orijinal halde verilmelidir. Levha sayısı mümkün olduğunca az tutulmalıdır. Levhalara ilişkin açıklamalar, hem Türkçe hem İngilizce olarak aynı sayfada verilmelidir.

MAKALELERİN EDİTÖRLÜĞE GÖNDERİLMESİ

Metin, şekil, tablo ve başlıkların iyi kaliteli A4 kağıda basılmış üç kopyası, aşağıdaki yazışma adresine gönderilmelidir.

TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ EDİTÖRLÜĞÜ

T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası
PK 464, Yenışehir 06444, Ankara

Tel : (312) 432 30 85 / (312) 434 36 01

Faks : (312) 434 23 88

Ayrıca makalelerin gönderildiği, aşağıdaki editörün e-mail adresine de mesaj ile mutlaka bildirilmelidir.

E-posta: Orhan TATAR orhantatar@cumhuriyet.edu.tr

YAYIMA KABUL EDİLEN MAKALELERİN SUNUMU

Yazarlar, makalelerinin yayıma kabulü halinde, makalenin düzeltilmiş son kopyasını orijinal çıktısıyla birlikte CD'ye de kopyalayarak (metin, çizelgeler ve tablolar) Editör'e göndermelidir. Levhalar iyi kalitede basılmış olarak gönderilmelidir. Metin, çizelgeler ve şekiller elektronik ortamda (internet aracılığıyla) gönderilmemelidir. Makaleler WORD ile hazırlanmalıdır. Diskin üzerinde yazarların adları, kullanılan yazım programının adı ve versiyonu, makalenin başlığı ve dosyanın adı belirtilmelidir. Levhalar hariç, tüm şekiller Corel Draw ile hazırlanmalıdır. Bununla birlikte, şekillerin 300 dpi'dan az olmamak koşuluyla JPG dosyaları da gönderilmelidir.

PROVA BASKILAR

Makalelerin prova baskıları, dizgi ve yazım hatalarının olup olmadığının kontrolü için Başvurulacak Yazar'a gönderilir. Prova baskılarda yapılacak düzeltmeler yazım hataları ile sınırlı olup, yazarların makaleyi kabul edilmiş son halinden farklı bir duruma getirebilecek değişiklikler ve düzeltmeler yapılması kabul edilmez. Prova baskılar, yazarlar tarafından alındıktan sonra en geç üç gün içinde Editör'e gönderilmelidir. Gecikmeli olarak yapılacak düzeltmelerin baskıya verilmesi garanti edilmeyeceği için, yazarların prova baskıları göndermeden önce çok dikkatli şekilde kontrol etmeleri önerilir.

AYRI BASKILAR

Makalenin onbeş ayrı baskısı, makalenin basıldığı sayı ile birlikte ücretsiz olarak Başvurulacak Yazar'a gönderilir. İlave ayrı baskı talep edilmemelidir.

TELİF HAKLARI

Yazar veya Başvurulacak Yazar (birden fazla yazarlı makalelerde), kendisi ve diğer yazarlar adına "Telif Hakkı Devir Formu"nu makalenin baskıya verilmesinden önce imzalamalıdır. Bu sözleşme, Jeoloji Mühendisleri Odası'na yazarlar adına telif hakkı alınmış yayınlarını koruma olanağı sağlamakla birlikte, yazar(lar)ın makalenin sahibi olma haklarından vazgeçtiği anlamına gelmemektedir. Telif Hakkı Devir Formu, en kısa sürede Editör'e gönderilmelidir. Bu form Editör'e ulaştırılıncaya değin, makale yayıma kabul edilmiş olsa bile, baskıya gönderilmez.



GEOLOGICAL BULLETIN OF TURKEY

INSTRUCTIONS FOR CONTRIBUTORS

Preparation of Manuscripts

The language of the GEOLOGICAL BULLETIN OF TURKEY is both Turkish and English. For manuscripts submitted in English "Genişletilmiş Özet", for manuscripts submitted in Turkish "Extended Summary" should be given. If the author(s) are residents of a non-Turkish speaking country, titles, abstracts, and captions of figures and tables are translated into Turkish by the Editors. It is strongly recommended that authors whose native language is not English, should ask a person whose native language is English to check the grammar and style of manuscript before submission. Papers should be original and comprise previously unpublished research, interpretations, or synthesis of two, or technical notes. Submission implies that the manuscript is not currently under consideration for publication elsewhere.

Manuscripts should generally be structured as follows:

- (a) **Title** (English and Turkish)
- (b) **Names of authors** (bold and in capital), **their affiliations** (italic and lower-case) and the name and E-mail address of the corresponding author.
- (c) **Abstract** (English and Turkish)
- (d) **Key words** (English and Turkish)
- (e) **Introduction** (aim, content and methodology)
- (f) **Main text** (methods, material studied, descriptions, analyses etc.)
- (g) **"Results and Discussion"** or **"Conclusions and Recommendations"**
- (h) **"Extended summary"** / **"Genişletilmiş özet"**
- (i) **Acknowledgements** (if necessary)
- (j) **References**
- (k) **Tables**
- (l) **List of figure captions**
- (m) **Figures**
- (n) **Plates** (if any)

The various levels of headings used in the manuscript should be clearly differentiated. All headings should be in left-aligned. Major headings should be bold capitals. Secondary headings should be considered as sub-headings. Primary- and secondary-subheadings should be given in lower-case and tertiary headings in italics. Headings should not be preceded by numerals or letters. Manuscripts (abstract, main text, acknowledgments, references, appendices and figure captions) should be typed on one side of the paper (A4 size: 29.7 cm x 21 cm) with wide margins (at least 2.5 cm) and 1.5 line-spaced throughout, at a font size of 12 point (Times New Roman) and with all pages numbered.

Examples for headings:

ABSTRACT

INTRODUCTION

PRIMARY HEADING

Primary Sub-Heading

Secondary sub-heading

Tertiary sub-heading

(b) Proceedings and Abstracts:

Ünal, E., Özkan, İ. ve Ulusay, R., 1992. Characterization of weak, stratified and clay bearing rock masses. ISRM Symposium: Eurock'92 - Rock Characterization, Chester, U.K., 14-17 September 1992, J.A.Hudson (ed.), British Geotechnical Society, London, 330-335.

Author(s), Date. Title of paper. Title of Symposium or Congress, Name of Editor(s), Name and Location of Publisher, Vol. (if any), pages

(c) Books:

Goodman, R.E., 1988. Introduction to Rock Mechanics. John Wiley and Sons, New York.

Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji. İTÜ Matbaası, Gümüşsuyu, Sayı:869.

Author(s), Date. Name of Book. Name and Location of Publisher

(d) Unpublished Reports and Thesis:

Demirok, Y., 1978. Muğla-Yatağan linyit sahaları jeoloji ve rezerv ön raporu. MTA Derleme No:6234. (yayınlanmamış). [Author(s), Date. Title of report. Name of Organization, Report No., Name of City (unpublished).]

Sönmez, H., 1996. T.K.İ.-E.L.İ. Soma Linyitleri açık işletmelerinde eklemli kaya kütleli içindeki şevlerin duraylılığının değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Yüksek Mühendislik Tezi, 99 s (yayınlanmamış).

Author, Date. Title of thesis. Type of Thesis (MSc or PhD), Name of University or Institution, City, Country (unpublished).

(e) Personal Communications:

Sözbilir, H., 2005. Personal communication. Geological Engineering Department of 9 Eylül University, İzmir, Turkey.

(f) Information Downloaded from the Internet

ERD (Earthquake Research Department of Turkey), 2005. <http://www.gov.tr>, 3 April 2005. [Name of the Organization, Date. Web address, date of access to website.]

Turkish references can also be given directly in Turkish. For such references please use Turkish characters.

Mathematical Expressions

Mathematical symbols and formulae should be typed. Equation numbers should appear in parentheses at the right-hand side of the equations and be numbered consecutively. For Greek or other non-Roman letters, identify the symbol in words in the left-hand margin just below the equation the first time it is used. In addition, the meaning of symbols used in equations should be given below the equations. "

Where τ is the shear strength, c is cohesion, σ is normal stress and, ϕ is internal friction angle." Subscripts and superscripts should be given clearly and written in smaller character (e.g. Id , x^2). Instead of square-root symbol, an indice of 0.5 should be used (e.g. $y = 5x^{0.5}$). For the of multiplication sign do not use any symbol, however if necessary, the symbol "*" can be preferred (e.g. $y=5*10^{-3}$). Please use "/" for division instead of a horizontal line between numerator and denominator. In the expression of chemical reactions, ions should be given as Ca^{2+} and CO_3^{2-} (not Ca^{++} and CO_3^{--}). In the text, equations should be referred to as equation (1). Computer program listings, if appropriate, must be very clear in an Appendix.

Tables

Tables with their titles should not exceed the printed area of the page (15.8 cm (wide) x 22.5 cm (deep)) and be numbered consecutively. Both Turkish and English titles should appear at the top of a table (do not print table captions on a separate sheet). If the manuscript is written in Turkish, English title in italics should follow the Turkish title. For manuscripts in English, a Turkish title should appear below the English title in italics. They should begin "Table 1." etc. Tables should be referred to as Table 1 or Tables 1 and 2 (if more than one table is referred to). Tables can be written in a font size smaller than that of the text (10 or 11 point). Tables should be arranged to fit single column (7.3 cm wide) or double column (15.8 cm wide). No vertical rules should be used.

Horizontal rules should only be used at the top and bottom of the tables, and to separate headings and numbers listed in the tables (Please check the previous issues of the Journal). Tables should not duplicate results presented elsewhere in manuscript (e.g. in graphs). Each table should be separately printed and appear after the text (after references). All abbreviations and symbols must be identified with smaller character underneath the tables (e.g. c: uniaxial compressive strength; Il: Illite; etc).

Illustrations

All illustrations, whether diagrams, charts and photographs, should be of high quality, referred to as "Figures" and be numbered consecutively as they appear in the text. They must be originals presented separately from manuscripts, and not be folded. The number of the figure should be given at top on the right-hand side of the paper. Illustrations should be provided in camera-ready form, suitable for reproduction (which may include reduction) without retouching. Figure captions should be supplied on a separate sheet and should begin "Figure 1," etc. As with the rules given for tables, figure captions should also be given both in Turkish and English. All illustrations should be printed on separate pages and given offer tables together with a list of figure captions. The maximum printed size of illustrations is 15.8 cm (wide) x 22.5 cm (deep) together with figure captions. It is recommended that all illustrations should be designed with the Journal's single-column or two-column layout in mind, and where possible, illustrations should be designed for a single column. Foldout and colored illustrations are not accepted. Illustrations, particularly maps, field sketches and photographs should have a metric bar scale rather than magnification factors. All maps should have a north mark. Regional maps may include National Grid or latitude/longitude number where appropriate. Map keys should be given on the figure, not in the figure caption.

Photographs, line drawings, or combinations may be grouped as figure parts (a), (b), etc. It is preferred that these are mounted. Letters or numerals should not be less than 1 mm after reduction. Avoid fine shading and tones, particularly from computer graphics packages. Shading should be distinct. Photographs must be black and white and sharp, and exhibit good contrast.

All illustrations must be numbered in the order in which they are referred to and discussed in the text as Figure 1 or Figures 1 and 2 (if more than one figures is referred to). Illustrations consisting of a set of fossil photographs should be given as "Plates" and submitted as original glossy prints and mounted in the desired layout. The number of plates should be kept to a minimum. Explanations of plates should be given in both Turkish and English on the same page.

SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

Three copies of the text, figures, tables and captions on good quality A4 paper should submitted to the following Adress:

TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ EDITÖRLÜĞÜ
T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası
PK 464, Yenişehir 06444, Ankara

After submitting of the manuscript, the e-mail message must be sent to the editor.

E-posta: Orhan TATAR orhantatar@cumhuriyet.edu.tr

FINAL SUBMISSION OF MANUSCRIPTS ACCEPTED FOR PUBLICATION

On acceptance of a manuscript, authors must submit one hard copy of the revised final draft as well as a copy of the manuscript on disk (both text, and tables and figures) in standard word processing format. High quality originals of plates should be submitted. Text, tables and figures should not be electronically transmitted, via the internet. Manuscripts should be processed in WORD. The disk should be clearly labeled with names of authors, version of word processor, a short title and file name. Please keep the paper as one file. Illustrations (except Plates) are welcome using the Corel Draw or Free Hand drawing program for PC. However, JPG files of the illustrations in resolution not less than 300 dpi should also be included.

PROOFS

One set of page proofs are sent to the corresponding author to be checked for typesetting/editing errors. Corrections should

be restricted to typesetting errors, change or corrections that constitute departures from the article are not accepted. Proofs should be returned to the Editor within 3 days of receipt. Please note that the authors are urged to check their proofs carefully before return, since the inclusion of late corrections cannot be guaranteed.

REPRINTS

Fifteen reprints and a copy of the issue are supplied free of charge. They are sent to the corresponding author. Additional reprints must not be ordered.

COPYRIGHT

The author or corresponding author on behalf of all authors (for papers with multiple authors) must sign the "Copyright Transfer" agreement before the article can be published. This transfer agreement enables the Chamber of Geological Engineers to protect the copyrighted material for the authors, but does not relinquish the authors' proprietary rights. The Copyright Transfer form should be sent to the Editor as soon as possible. Manuscripts accepted for publication will not be sent to print until this form is received by the Editor.

TÜRKİYE JEOLojİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Nisan 2014 Cilt 57 Sayı 2
April 2014 Volume 57 Number 2

İÇİNDEKİLER CONTENTS

Esra GÜRBÜZ, Gürol SEYİTOĞLU

Gölpazarı Havzası'nın Kuvaterner Gelişimi (KB Türkiye)

Quaternary Development of the Gölpazarı Basin (NW Turkey)..... 1

Ali Kamil YÜKSEL, Talip GÜNGÖR, Ali Murat KILIÇ

Kuzeybatı Anadolu'daki Ofiyolit Tabanı Metamorfik Kayaçlarından Yeni Bulgular (Gediz-Kütahya)

New Findings From Sub-Ophiolite Metamorphic Rocks in Northwestern Anatolia (Gediz-Kütahya) 19

Taylan SANÇAR, H. Serdar AKYÜZ

Kuzey Anadolu Fay Zonu, Ilıpınar Segmenti'nin (Karlöva, Bingöl) Paleosismolojisi

Paleoseismology of the Ilıpınar Segment (Karlöva, Bingöl), The North Anatolian Fault Zone 35

Ahmet KARTALKANAT

Bolkar Dağlarındaki Eski İşletmeler Vadisinde Yeni Yaş Bulguları ve İlk Maden Ruhsatı: Yazılıtaş (Niğde)

New Age Findings in Ancient Mining Valley in Bolkar Mountains and First Mining Licence: Yazılıtaş, Niğde..... 53

Türkiye Jeoloji Bülteni makale dizin ve özleri:

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS ve ULAKBİM Veri Tabanlarında yer almaktadır.

Geological Bulletin of Turkey is indexed and abstracted in:

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS and ULAKBİM Database

Makale Gönderim Adresi

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası
PK. 464 Yenişehir, 06410 Ankara
Tel: (0312) 434 36 01
Faks: (0312) 434 23 88
E-Posta: jmo@jmo.org.tr
URL: www.jmo.org.tr

Corresponding Address

UCTEA Chamber of Geological Engineers of Turkey
PO Box 464 Yenişehir, TR-06410 Ankara
Phone: +90 312 434 36 01
Fax: +90 312 434 23 88
E-Mail: jmo@jmo.org.tr
URL: www.jmo.org.tr