



# TÜRKİYE 65. JEOLOJİ KURULTAYI

65<sup>th</sup> Geological Congress of Turkey

## Bildiri Özleri Kitabı *Abstracts Book*

**2-6 Nisan / April 2012**

MTA Genel Müdürlüğü Kültür Sitesi/Ankara

*Congress Center of General Directorate of MTA/Ankara*

**Editörler / Editors**

**Ayhan KOÇBAY**

**Korhan ESAT**

**Nilsun HASANÇEBİ**



**TMMOB/UCTEA**

**Jeoloji Mühendisleri Odası / Chamber of Geological Engineers**

550.4

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası

65. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı/

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası

Ankara: Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 2012

629 s.: 21 cm. (Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları No: 111)

**Jeoloji kurultayı-yer bilimleri-jeoloji mühendisliği-kentleşme**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI YAYINLARI NO: 111**

**ISBN: 978-605-01-0326-7**

**BASKI**

**AFŞAROĞLU MATBAASI**

Kazım Karabekir Cad. Altıntop İşhanı No: 87/7 İskitler / ANKARA

Tel: (0312) 384 54 88 • Faks: (0312) 384 54 98

**TMMOB JMO YÖNETİM KURULU**  
(*Executive Committee of the UCTEA Chamber of Geological Engineers*)

<b>Başkan / President</b>	Dündar ÇAĞLAN
<b>II. Başkan / Vice President</b>	Hüseyin ALAN
<b>Yazman Üye / Secretary</b>	Özcan DUMANLILAR
<b>Sayman Üye / Treasury</b>	Hakkı ATIL
<b>Mesleki Uygulamalar Üyesi / Member of Professional Activities</b>	Aliye YILMAZ
<b>Yayın Üyesi / Member of Publication</b>	İsmail CİHAN
<b>Sosyal İlişkiler Üyesi / Member of Social Affairs</b>	Necdet ARDA

**JMO BİLİMSEL VE TEKNİK KURULU**  
(*Scientific and Technical Committee of Chamber of Geological Engineers*)

<b>Başkan, Meslek Etiği, Jeoloji Eğitimi</b> ( <i>President, Member of Ethics &amp; Geology Education</i> )	Kadir DİRİK
<b>II. Başkan, Metalik Madenler</b> ( <i>Vice President, Member of Mining Geology</i> )	Yurdal GENÇ
<b>Sekreter, ARGE</b> ( <i>Secretary, Member of R &amp; D</i> )	Bahattin Murat DEMİR
<b>Genel Jeoloji, Tektonik</b> ( <i>Member of General Geology &amp; Tectonics</i> )	Erdin BOZKURT
<b>Endüstriyel Hammaddeler, Doğal Taşlar</b> ( <i>Member of Industrial Materials &amp; Natural Stones</i> )	Bahadır ŞAHİN
<b>Jeotermal Enerji</b> ( <i>Member of Geothermal Energy</i> )	İbrahim AKKUŞ
<b>Mühendislik Jeolojisi – Jeoteknik</b> ( <i>Member of Engineering Geology &amp; Geotechnics</i> )	Ayhan KOÇBAY
<b>Doğal Afetler, Deprem Araştırmaları</b> ( <i>Member of Natural Disasters &amp; Earthquake Research</i> )	Bülent ÖZMEN

<b>Hidrojeoloji</b> <i>(Member of Hydrogeology)</i>	Ali Burak YENER
<b>Sondaj Uygulamaları</b> <i>(Member of Drilling Applications)</i>	Ruhi AKÇIL
<b>Çevre Jeolojisi</b> <i>(Member of Environmental Geology)</i>	Erdal SARAÇOĞLU
<b>Tıbbi Jeoloji</b> <i>(Member of Medical Geology)</i>	Yüksel ÖRGÜN
<b>Kültürel Jeoloji, Jeolojik Miras</b> <i>(Member of Cultural Geology &amp; Geological Heritage)</i>	Fuat ŞAROĞLU
<b>Paleontoloji, Stratigrafi, Sedimantoloji</b> <i>(Member of Paleontology, Stratigraphy, Sedimentology)</i>	Nihat BOZDOĞAN
<b>Kömür Jeolojisi</b> <i>(Member of Coal Geology)</i>	İlker ŞENGÜLER
<b>Petrol Jeolojisi</b> <i>(Member of Petroleum Geology)</i>	Özer BALKAŞ
<b>Uzaktan Algılama, CBS</b> <i>(Member of Remote Sensing &amp; GIS)</i>	Bora GÜRÇAY

**KURULTAY DÜZENLEME KURULU**  
*(Organizing Committee)*

**Başkan / Chairman**  
Reşat ULUSAY

**II. Başkan / Vice Chairman**  
Kadir DİRİK

**Sekreter / Secretary**  
Ayhan KOÇBAY

**Sekreter Yardımcıları / Vice Secretaries**  
Korhan ESAT, Nilsun HASANÇEBİ

**Sosyal ve Kültürel Etkinlikler / Social and Cultural Activities**  
Nazife DİKENOĞLU

**Sayman / Treasury**  
Necdet ARDA

# KURULTAY OTURUM YÜRÜTÜCÜLERİ

(*Session Conveners*)

## **Aktif Tektonik ve Depremsellik**

(*Active Tectonics and Seismicity*)

Hasan SÖZBİLİR, Serdar AKYÜZ, Erhan ALTUNEL

## **Anadolu ve Çevresinin Bölgesel Jeolojisi, Tektonik Evrimi ve Paleocoğrafyası**

(*Regional Geology, Tectonic Evolution and Paleogeography of Anatolia and its Vicinity*)

Alastair H.F. ROBERTSON, Roland OBERHANSLI, Aral İ. OKAY,  
Cemal GÖNCÜOĞLU, Erdin BOZKURT, Eric BARRIER

## **Çevre Jeolojisi ve Tıbbi Jeoloji**

(*Environmental and Medical Geology*)

Remzi KARAGÜZEL, Alper BABA

## **Deniz, Göl ve Kıyı Jeolojisi**

(*Marine, Lake and Coastal Geology*)

Namık ÇAĞATAY, Mustafa ERGİN

## **Doğa Afetleri-Jeolojik Tehlikeler**

(*Natural-Geological Hazards*)

Şükrü ERSOY, Tolga ÇAN

## **Hidrojeoloji**

(*Hydrogeology*)

Hasan YAZICIGİL, Mehmet EKMEKÇİ

## **İklim-Paleo İklim Değişiklikleri**

(*Climate and Paleo Climate Changes*)

İ. Ömer YILMAZ, Akif SARIKAYA

## **Jeo-Enerji**

(*Geo-Energy*)

Şakir ŞİMŞEK, Nilgün GÜLEÇ, Namık YALÇIN, İlker ŞENGÜLER

## **Jeolojik Miras**

(*Geological Heritage*)

Nizamettin KAZANCI, Fuat ŞAROĞLU

## **Magmatizma ve Magmatik Süreçler**

(*Magmatism and Magmatic Processes*)

Cüneyt ŞEN, Ş. Can GENÇ, Ercan ALDANMAZ

**Metalik Maden Yatakları ve Endüstriyel Hammaddeler**  
*(Metallic Ore Deposits and Industrial Raw Materials)*

Cahit HELVACI, Yurdal GENÇ, Sönmez SAYILI

**Metamorfizma ve Metamorfik Süreçler**  
*(Metamorphism and Metamorphic Processes)*

Osman CANDAN, Gültekin TOPUZ

**Mühendislik Jeolojisi-Jeoteknik**  
*(Engineering Geology-Geotechnics)*

Mustafa ERDOĞAN, Mahmut MUTLUTÜRK

**Paleontoloji-Biyostratigrafi**  
*(Paleontology-Biostratigraphy)*

Sacit ÖZER, Cemal TUNOĞLU

**Sedimentoloji ve Sedimanter Süreçler**  
*(Sedimentology and Sedimentary Processes)*

Baki VAROL, Attila ÇİNER

**Yer Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama**  
*(Earth Information Systems and Remote Sensing)*

Lütfi SÜZEN, B.Taner SAN

**Bildirilerin İncelenmesinde Oturum Yürütücülerine Katkı Verenler**  
*(Reviewers Contributing to the Session Conveners)*

Nurgul Çelik BALCI, Şener CEYRAN, Alper ELÇİ, Şebnem ELÇİ, Ömer EMRE, Orhan GÜNDÜZ, Recep KILIÇ, Halil KUMSAR, Yüksel ÖRGÜN, Harun SÖNMEZ, Celalettin ŞİMŞEK, Gökmen TAYFUR, Tamer TOPAL, Atiye TUĞRUL, Gürhan YALÇIN, Ali Bahadır YAVUZ, İrfan YOLCUBAL, Galip YÜCE





## ÖNSÖZ

Ülkemizde 1947 yılından bu yana hiç aksamadan sürdürülegelen ve ülkemiz yerbilimcilerinin birikimlerini aktarıp paylaştıkları Türkiye Jeoloji Kurultayları'nın 65.sini 2012 yılında yine başkent Ankara'da düzenlemekten kıvanç ve mutluluk duyuyoruz. Kurultaylarımız; giderek artan bir katılım ve coşkuyla, zaman zaman da uluslararası katılımlarla, hızla gelişen bilim ve teknolojiye koşut olarak, ülkemizde yerbilimi ve mühendisliği alanında gerçekleştirilen önemli bilimsel katkıların yanı sıra, sorun odaklı uygulamaya yönelik çalışmaların da sunulup tartışıldığı ve üniversiteler ile değişik kurum ve kuruluşlardan katılımcıların bir araya getirildiği bir “Jeoloji Şöleni” olma işlevini her geçen yıl daha da başarılı bir şekilde yerine getirmekte olup, aynı gelenek 65. Türkiye Jeoloji Kurultayı'nda da devam edecektir.

Nüfusun giderek artmasına koşut olarak; pek çok yerleşimin hızla büyüdüğü, dolayısıyla jeolojik faktörler gözetilerek ve gerekli mühendislik hizmetleri alınarak iyi planlanmış yerleşimlere ve ulaşım ağlarına duyulan gereksinimin doruk noktaya ulaştığı bir dönemden geçen ülkemizde toplumun güvenli ve sağlıklı bir çevrede konuşturılmış yerleşimlerde yaşamaları, hem çağdaş ve güvenli bir yaşamın gereği hem de mesleğimizin ilgi ve sorumluluk alanlarına giren başlıca konulardan biridir. Bu önemli hususu gözeterek, “*Geleceğin Kentleri İçin Jeoloji Mühendisliği*” başlığını 65. Türkiye Jeoloji Kurultayı'nın ana teması olarak belirledik.

Bu yıl yapılan duyuru, her zaman olduğu gibi, meslektaşlarımız tarafından yine ilgiyle karşılanmış olup, Kurultayımızda toplam 258 bildiri sunulacaktır. Bu bildiriler oturum yürütücüleri tarafından değerlendirilerek Kurultay programına alınmış olup, bunlardan 187'si sözlü, 71'i ise poster sunumlardır. Günümüzde yaşanan ve ülkemiz de dâhil olmak üzere dünyanın değişik bölgelerinde giderek artan doğal afetler ile çevre ve küresel iklim değişikliği kaynaklı sorunların neden oldukları olumsuz etkiler güncelliğini korumaktadır. Bunların yanı sıra, hızlı ve çarpık kentleşme, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ve yönetimiyle ilgili sorunlar, geçmişe oranla doğal kaynaklara duyulan gereksinimdeki önemli düzeyde artış, mega mühendislik yapılarının inşası vb. gibi gelişmeler; bu sorunların çözümü, sağlıklı ve güvenilir bir çevrede yaşanması ve doğal kaynakların verimli kullanımı açısından yerbilimi ve mühendisliğinin sağlayacağı katkıların ne denli önemli olduğunu her zamankinden daha fazla göstermektedir. 65. Türkiye Jeoloji Kurultayı'nda da, yukarıda ana hatlarıyla çerçevesi çizilen konularda ülkemizde yapılan yerbilimi ve mühendisliği çalışmalarının sunulması, bunların bilimsel bir platformda tartışmaya açılacak ve paylaşılacak olması bizleri mutlu kılmaktadır.

Mesleğimizin farklı alanlarına ilişkin Kurultay oturum konularını temsilen her oturumun yürütücülerinden birinin katılımıyla oluşturulan jürinin yapacağı değerlendirmeye göre belirlenecek en iyi üç postere de ödül verilecektir. Bu yıl bu konuda yapılan daha ayrıntılı ve özendirici duyuru meslektaşlarımızca ilgi görmüş ve poster bildiri başvurularının

tamamına yakını başlangıçta poster sunum tercihiyle gönderilmiştir. Bu gelişme, poster sunumlarına verilen değerin ve ilginin giderek arttığına bir göstergesi olarak sevindiricidir.

Kurultayımızda teknik oturumların yanı sıra, iki panel de düzenlenmektedir. Bu panellerden biri, Kurultay'ın ana teması olan sağlıklı ve güvenli bir kentleşme sürecinde jeoloji mühendisliğinin yeri, önemi ve işlevlerinin güncel ve geleceğe dönük bakış açılarıyla tartışılacağı "*Geleceğin Kentleri İçin Jeoloji Mühendisliği*" konulu paneldir. Bu panelin; doğa olaylarının çoğu kez afete dönüştüğü ve sağlıklı ve güvenli bir çevrede yaşanması açısından mesleğimize giderek daha da önem verilmesi gerektiğinin henüz yeterince kavranmadığı ülkemizde, mesleğimizin kent gelişimindeki öneminin, rolünün ve sorumluluklarının vurgulanmasında etkili bir araç olacağına inanıyoruz.

Yıllardır politik kaygılar ve yerel istekler nedeniyle, ülkenin gereksinimleri, alt yapı, olanaklar ve yeterli akademik öğretim kadrosu gözetilmeksizin, yeni üniversiteler kurulmakta, jeoloji mühendisliği bölümleri ve ikinci eğitim programları açılmakta, öğrenci kontenjanları da arttırılmaktadır. Bu durum; arazi çalışmalarını, gözlem, yorumlama, deneysel çalışma vb. gibi uygulamaya yönelik bir eğitimi gerekli kılan jeoloji mühendisliği bölümleri açısından olumsuz koşullar yaratarak, uygulamadan kopuk ve içeriği yetersiz bir eğitime yol açmakta ve sonuçta mezunlar açısından olumsuzluklar yaratmaktadır. Yerküreyi tanımlama ve yorumlamada esas olacak temellerin yanı sıra, insanlığın yararına yönelik amaçlarla bu bilgilerin mühendislik bakış açısıyla yer ve çevreyle ilgili mühendislik sorunlarının çözümünde ve her türlü yeraltı kaynağından yararlanılmasında nasıl kullanılacağı öğretisinin verildiği jeoloji mühendisliği eğitiminin üzerinde düşünmek, tartışmak ve bu eğitimi geliştirmek üniversitelerimizin olduğu kadar, yönetimlerin, ayrıca meslek odamızın, jeoloji mühendisi çalıştıran kurum ve kuruluşlar ile tüm meslektaşlarımızın da üzerinde durmaları gereken bir konudur. Günümüze değin gerek birkaç Kurultayımızda, gerekse meslek odamızca düzenlenen bazı panel ve toplantılarda ülkemizde jeoloji mühendisliği eğitiminin geçmişi ve bugünü konusu tartışılmıştır. Ancak, jeoloji mühendisi çalıştıran ve genel anlamda "endüstri" olarak ifade edebileceğimiz kurum ve kuruluşların, bilim ve tekniğin günümüzde ulaştığı düzey çerçevesinde, hangi donanımlara sahip jeoloji mühendislerini bekledikleri konusu üzerinde durulmamıştır. Bu husus gözetilerek, uzun yıllardır endüstri-üniversite işbirliği konusunda ve ayrıca endüstride yönetici olarak çalışarak birikimi olan panelistlerin katılacağı "*Endüstri Hangi Donanımlara Sahip Jeoloji Mühendislerini Bekliyor?*" konulu diğer bir panelin de Kurultay programında yer almasının yararlı olacağını düşündük. Böylelikle bu panel, gerek jeoloji mühendisliği eğitimi veren üniversitelerimizin ve ayrıca meslek odamız ile ilgili kuruluşların, gerekse meslektaşlarımızın ve jeoloji mühendisliği eğitimi alan geleceğin mühendis adayı öğrencilerin yararlanacaklarını düşündüğümüz ve konunun endüstri tarafından bir bakış açısıyla tartışılacağı bir forum olacaktır.

Öncelikle 65. Türkiye Jeoloji Kurultayı'nın düzenlenmesiyle ilgili sorumluluğun yerine getirilmesi için görevi kabul ederek benimle paylaşan ve tüm aşamalarda özveriyle çalışarak Kurultayımızın başarılı geçmesi için büyük emek veren Kurultay Düzenleme Kurulu üyesi değerli meslektaşlarım Prof. Dr. Kadir Dirik (II. Başkan)'e, Dr. Ayhan Koçbay (Kurultay Sekreteri)'a, Dr. Korhan Esat ve Dr. Nilsun Hasaıncebi (Kurultay Sekreter Yardımcıları)'ye, Nazife Dikenoğlu (Sosyal ve Kültürel Etkinlikler Üyesi)'na ve Necdet Arda (Sayman Üye)'ya kalben teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca Kurultay Düzenleme Kurulu adına, Kurultay'ın düzenlenmesi onurunu bizlere vererek düzenleme çalışmaları süresince yakın ilgi ve desteklerini sürekli kıldıkları için, Kurultay Düzenleme Kurulu adına Başkan Dündar Çağlan'ın şahsında TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası (JMO) Yönetim Kurulu'na ve ayrıca aynı süreçte esirgemedikleri ilgi, sabır ve yardımları için, başta Serap Kurt olmak üzere, tüm JMO çalışanlarına içtenlikle teşekkür ediyorum. Kurultayların gerçekleştirilmesinde en önemli unsurlardan biri de bildiriler olup, mesleki birikimlerini emek harcayıp bildiri olarak göndererek bunları paylaşıp kurultaya renk katan tüm yazarlara, bu bildirilerin değerlendirilmesi, oturumların eş-başkanlarının seçimi ve en iyi posterleri seçecek jüride görev alınması gibi önemli sorumlulukları üstlenerek ilgi, çaba ve katkılarını esirgemeyen tüm oturum yürütücüleri ile bazı bildirilerin değerlendirilmesinde kendilerine hakem olarak destek veren meslekdaşlarımıza, Kurultayımıza renk katacak olan panellerde birikimlerini panelist olarak bizlerle paylaşan ve oturumlarda eş-başkanlık görevini üstlenen değerli meslekdaşlarımıza, tüm katılımcılara ve Kurultaylarımıza ev sahipliği yapma geleneğini sürdürerek bu yıl da katkı verdiği için, Genel Müdür Mehmet Üzer'in şahsında, MTA Genel Müdürlüğü'ne şükranlarımı sunarım. Ayrıca, Kurultay sırasında resim ve fotoğraf sergisi açarak, şiir dinletisi düzenleyerek, sergiye katılarak ve bildiriler kitabına tanıtıcı döküman vererek katkıda bulunan kişi, kurum ve kuruluşlara da teşekkür ederim.

“Nice Kurultaylara” umuduyla, 65. Kurultayımızın başarılı ve verimli geçmesini, ülkemiz ve mesleğimiz adına yararlı sonuçlar üretmesini ve dostlukları daha da güçlendirmesini dilerim.

Reşat ULUSAY  
65. Türkiye Jeoloji  
Kurultayı Başkanı



## PREFACE

We are pleased and honored to organize the 65<sup>th</sup> Geological Congress of Turkey in the capital city Ankara, which has been realized without any interruption since 1947 and is a forum for the earth scientists of Turkey to present and share their experiences and knowledge. With an increasing participation and enthusiasm and international contributions time to time, and parallel to rapid developments in science and technology, our Congresses are successfully performing their function as a “Geology Festival” that provides an opportunity for academics and practicing engineers to get together for presentation and discussion on important scientific contributions and problem-oriented studies in the field of earth sciences and its engineering. This tradition will also continue during the 65<sup>th</sup> Geological Congress of Turkey.

With an increase in our country’s population, where a number of settlements are rapidly growing and the demands for well-planned settlements and transportation networks taking into account geological factors and engineering services reached to a peak level, society requirements for a modern and safe life is one of the issues that is included in the responsibilities of our profession. By considering this important issue, we designated the title “*Geological Engineering for Tomorrow’s Cities*” as the main theme of the 65<sup>th</sup> Geological Congress of Turkey.

As usual, this year’s announcement was also met with the interest of our colleagues and a total of 258 papers will be presented in the congress. These papers were evaluated and accepted in the Congress program by the session conveners, and 187 oral and 71 poster presentations will be performed. Natural disasters together with environmental and global climatic changes that increasingly affect our World are problems of prime importance. In addition, some developments such as rapid and unplanned urbanization, problems associated with sustainable use and management of water resources, an important increase in the demands to natural resources when compared to the past indicate how the contributions by earth sciences and its engineering are important in terms of the solutions to these problems and living in a healthy and safe environment. It is a pleasure for us that the presentations on the above mentioned topics will be performed, and discussed at a scientific platform during the 65<sup>th</sup> Geological Congress of Turkey.

In the congress, awards will be given to three best poster presentations which will be selected based on the evaluation of the jury consisting of the members, who have been selected among the session conveners. More detailed information on the poster awards provided in the Congress announcement received upmost interest from our colleagues and most presentations were submitted to the organization committee in poster presentation category. This progress is an important indicator of the increasing interest and importance given to poster presentations.

In addition to technical sessions on different aspects of geological engineering, two panels will be also organized during the Congress. The panel, which focuses on the main theme of the Congress, is entitled “*Geological Engineering for Tomorrow’s Cities*”. In this panel, the role, importance and functions of geological engineering in the process of healthy and safe urbanization will be discussed. We believe that this panel will be an effective tool to be emphasized the importance, role and responsibilities of our profession in the development of cities.

For many years, due to political considerations and local demands, regardless of the country’s requirements, infrastructure, facilities and sufficient academic teaching staff, new universities and geological engineering departments are being established, second training programs are being opened, and student quotas are being increased. This situation results in adverse conditions in terms of geological engineering education, for which an education with applications including field studies, observations, interpretations, experimental studies etc. are necessary, and leads to an inadequate education creating disadvantages for graduates. The efforts for considerations and developments in the education programs in geological engineering, that give the principles for definition and interpretation of the earth and how these principles can be put in practice in conjunction with an engineering point of view for the solution of engineering problems and for the use of natural resources for the benefit of society, is not only the responsibility of universities but also is a subject that should be considered by the government, Chamber of Geological Engineers, the organizations employing geological engineers and our colleagues. Until now, only in a few congresses and panels organized by the Chamber of Geological Engineers, past and present of the education in geological engineering in our universities have been discussed. However, based on the current level of science and technology, the question of “*what should be the qualifications of new geological engineering graduates who will work in the industry?*” has not been fully addressed. Based on this important issue, we considered that a panel entitled “*What Capabilities does Industry Expect from New Geological Engineering Graduates?*” with the participation of the panelists, who are working in industry for many years and have experience on cooperation between industry and university, would be useful to be included in the Congress program. This panel will be a forum to discuss on this issue from the perspective of industry and useful for our universities giving education in geological engineering and also for the Chamber of Geological Engineers, associated organizations, our colleagues and students who are the candidates of tomorrow’s geological engineers.

First of all, I express my heartfelt thanks to the members of Organizing Committee, my dear colleagues, Prof. Dr. Kadir Dirik (Vice President), Dr. Ayhan Koçbay (Congress Secretary), Dr. Korhan Esat, and Dr. Nilsun Hasançebi (Assistant Secretaries), Nazife Dikenoğlu (Member of Social and Cultural Activities) and Necdet Arda (Treasury), who shared the responsibility with me and worked with

enthusiasm and spent considerable effort throughout all stages of the organization of a successful congress. In addition, sincere thanks to Dündar Çağlan, President of the Chamber of Geological Engineers Executive Committee and all Committee members, who gave the honour to us to organize the congress, for their kind and continuous interests, supports and contributions, and to Serap Kurt together with all Chamber of Geological Engineers personnel for their kind interest, patience and help throughout the organization. I also extend my sincere thanks to all authors, who contributed to the congress by submitting papers and sharing their experiences with their colleagues, all session conveners, who took some responsibilities for evaluating the papers, invitation of the session co-chairmen and contribution to the selection of the best posters as jury members and the reviewers who contributed in evaluation of some papers, to the colleagues who will share their experiences with us as panelists and co-chairmen of the technical sessions, to all participants, to the General Directorate of MTA for the hospitality by reserving the Congress Center of MTA for the Congress. Besides, I also thank to contributing organizations and persons who participated to the Congress with painting and photography exhibitions and poetry reading and opened stands in the technical exhibition.

With the hope for future Congresses, I wish a successful and fruitful Congress and also hope that this meeting will provide important and useful results to our community and strengthen the friendships amongst our colleagues.

Resat ULUSAY  
Chairman





## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

<b>Aktif Tektonik ve Depremsellik</b> <i>(Active Tectonics and Seismicity)</i> .....	1
<b>Anadolu ve Çevresinin Bölgesel Jeolojisi,</b> <b>Tektonik Evrimi ve Paleocoğrafyası</b> <i>(Regional Geology, Tectonic Evolution and Paleogeography of</i> <i>Anatolia and its Vicinity)</i> .....	51
<b>Çevre Jeolojisi ve Tıbbi Jeoloji</b> <i>(Environmental and Medical Geology)</i> .....	121
<b>Deniz, Göl ve Kıyı Jeolojisi</b> <i>(Marine, Lake and Coastal Geology)</i> .....	173
<b>Doğa Afetleri-Jeolojik Tehlikeler</b> <i>(Natural-Geological Hazards)</i> .....	223
<b>Hidrojeoloji</b> <i>(Hydrogeology)</i> .....	251
<b>İklim-Paleo İklim Değişiklikleri</b> <i>(Climate and Paleo Climate Changes)</i> .....	273
<b>Geo-Enerji</b> <i>(Geo-Energy)</i> .....	299
<b>Jeolojik Miras</b> <i>(Geological Heritage)</i> .....	323
<b>Magmatizma ve Magmatik Süreçler</b> <i>(Magmatism and Magmatic Processes)</i> .....	341
<b>Metalik Maden Yatakları ve Endüstriyel Hammaddeler</b> <i>(Metallic Ore Deposits and Industrial Raw Materials)</i> .....	405

<b>Metamorfizma ve Metamorfik Süreçler</b> <i>(Metamorphism and Metamorphic Processes)</i> .....	441
<b>Mühendislik Jeolojisi-Jeoteknik</b> <i>(Engineering Geology-Geotechnics)</i> .....	475
<b>Paleontoloji-Biyostratigrafi</b> <i>(Paleontology-Biostratigraphy)</i> .....	519
<b>Sedimantoloji ve Sedimanter Süreçler</b> <i>(Sedimentology and Sedimentary Processes)</i> .....	549
<b>Yer Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algulama</b> <i>(Earth Information Systems and Remote Sensing)</i> .....	587

**AKTİF TEKTONİK VE DEPREMSELLİK**  
***ACTIVE TECTONICS AND SEISMICITY***

***Sözlü Sunumlar/Oral Presentations***

# FAY VE FAYLANMA MEKANİZMASINDAN YER KABUĞUNDAKİ PALEO VE GÜNCEL GERİLMELERİN TAHMİNİ VE UYGULAMALARI

**Ömer Aydan**

*Tokai University, Ocean Research Institute, Shizuoka, Japan  
(aydan@scc.u-tokai.ac.jp)*

## ÖZ

Yer mühendisliği ve yerbilimlerinde yer kabuğuna etkiyen gerilmeler kaya yapılarının duraylılığı ve deprem tahmini açısından oldukça önemlidir. Yer kabuğundaki gerilmeleri tahmin etmek için çok sayıda yerinde gerilme ölçüm yöntemleri geliştirilmiş ve kullanılmaktadır. Bu yöntemler, doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Doğrudan gerilme ölçüm yöntemlerinin kullanımının arzu edilmesine karşın, bu yöntemler oldukça pahalı olup güçlükler içerir. Ölçümlerin yapıldığı ortamdaki kayanın mekanik davranışının elastik davranış göstermemesi durumunda bu yöntemleri kullanmak hemen hemen mümkün olmayıp, kullanılması durumunda oldukça hatalı sonuçlar verebilir. Yarım asır önce Kastner tarafından tünelcilik alanında önerilmiş bir yöntem bu tür durumlar içinde kullanılmaktadır. Dolayısıyla, yer kabuğundaki gerilmeleri belirlemek için yer mühendislerinin ve yerbilimcilerin pahalı olmayan ve güvenilir yöntemlere olan gereksinimi oldukça yüksektir.

1950'li yıllarda jeoloji dalında yer kabuğundaki örneğin fay çizikleri, sokulum ve büklüm gibi yapısal jeolojik unsurlardan gerilme tahmini yapmak için bazı yöntemler geliştirilmiştir. Ancak bu yöntemlerin uygulanmasında halen birçok sorunlar söz konusudur. Yazar tek bir fayın çiziklerinden ve/veya göreceli yerdeğiştirmesinden yola çıkarak ve diğer yöntemlere göre birçok açıdan üstün olan bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemin faylanma mekanizması çözümlerine de uygulanması mümkündür.

Bu çalışmada, bu yöntemin temel kavramları kısaca özetlenmiş ve kıvrım, büklüm ve sokulum gibi jeolojik yapılardan gerilme tahmini için uygulanabilirliğinin geliştirilmesi sunulmuştur. Ayrıca ABD, Japonya ve Türkiye'de yerinde gerilme ölçümü yapılmış bölgelere bu yöntemin uygulanması ve geçerliliği tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yerinde gerilme, fay çizigi, jeolojik yapılar, faylanma çözümü, yer kabuğu

## **THE INFERENCE OF PALEO AND CONTEMPORARY CRUSTAL STRESSES FROM A FAULT AND FOCAL PLANE SOLUTION AND ITS APPLICATIONS**

**Ömer Aydan**

*Tokai University, Ocean Research Institute, Shizuoka, Japan  
(aydan@scc.u-tokai.ac.jp)*

### **ABSTRACT**

*The stress state in the earth's crust is of great importance in both geo-engineering and in earthquake prediction. Many methods for in-situ stress measurements are available and they are utilized to obtain the stress state in the earth's crust. These are broadly classified as direct methods and indirect methods. Although the direct methods are generally desirable, they are expensive and cumbersome. Furthermore, they become powerless and unreliable when the elastic response of rock masses ceases and the rock mass starts to fail. However, some methods have been recently devised to infer the stress state under such circumstances also using the fundamental ideas of the technique proposed by Kastner in 1950's for tunnelling half century ago. Therefore, both geo-engineers and geo-scientists urgently need more simple, non-expensive and reliable methods.*

*Some simple methods were devised to infer the stress state in the earth's crust by geologists in 1950's using the structural features of the earth's crust such as striations of faults, dike intrusion, folding. The author proposed a new method to infer the stress state, which is capable of inferring the stress state even from the striation or the sense of relative deformation of a single fault and it is theoretically and numerically superior to other similar methods. The method is also capable of inferring the stress state from focal plane solutions.*

*In this study, the author describes the fundamentals of the method and its possible extensions to the utilization of other geologic structures such as kink bands, folding and dyke intrusions. The method has been applied to sites in Japan, USA and Turkey, where in-situ stress measurements are available and its validity has been checked.*

**Keywords:** *In-situ stress, fault striation, geologic structures, focal plane solution, earth's crust*

## KIBRIS VE YAKIN ÇEVRESİNİN DEPREMSELLİĞİ

**Hilal Yalçın<sup>1</sup>, Levent Gülen<sup>1</sup>, Zehra Çağnan<sup>2</sup>, Doğan Kalafat<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Sakarya Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü,  
Esentepe Kampüsü, 54187, Serdivan, Sakarya

<sup>2</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Bölümü,  
Kuzey Kıbrıs Kampüsü, Kalkanlı Güzelyurt, KKTC, Mersin 10

<sup>3</sup> Kandilli Rasathanesi, Deprem Araştırma Enstitüsü,  
Ulusal Deprem İzleme Merkezi Çengelköy-İstanbul  
(hdomac@sakarya.edu.tr)

### ÖZ

Doğu Akdeniz'in aktif tektoniği, Afrika ve Arabistan plakalarının Avrasya plakasına göre kuzey yönlü hareketinin bir sonucudur. Batıda aktif olan dalma-batma zonu boyunca Ege ve Kıbrıs yayları, doğuda ise aktif kıtasal çarpışma zonu boyunca Bitlis-Zagros kıvrım ve bindirme zonu olarak yer almaktadır. Bu kuzey-güney yönlü sıkışmalı tektonik rejim içerisinde Kuzey Anadolu, Doğu Anadolu ve Ölü Deniz fay zonları başlıca doğrultu atımlı fay zonlarıdır. Sol yanal hareketli Ölü Deniz Fay Zonu, Afrika ve Arabistan plakaları arasındaki göreceli hareketin sonucu olarak oluşmuştur. Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fayları ise Anadolu Plakası'nın tektonik sınırlarını oluşturup Anadolu Plakası'nın saat yönünün tersine olan rotasyonunu ve batı yönlü kaçış hareketine yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmada Kıbrıs ve yakın çevresinin (33°-38°K enlemleri ve 28°-38°D boylamları arasında sınırlandırılmış bölge) 1900-2009 yılları arasındaki sismisitesi incelenmiştir. Bölge için kapsamlı ve homojen bir sismik katalog oluşturulmuştur. Bölge, sismisitenin yanısıra, aktif faylar, GPS gözlemleri ve kayma hızlarına göre sismik kaynak zonlarına bölünmüştür. Her bir kaynak zonun Gutenberg – Richter parametreleri (a ve b değerleri) hesaplanmış ve b değerlerinin uzaysal ve zamansal ortamda değişimleri incelenmiş ve haritalanmıştır. Genel olarak magnitüd-frekans bağıntılarından elde edilen b değerlerinin kabuktaki gerilime bağlı ve ters orantılı olarak değiştiği belirlenmiştir. Doğu Akdeniz Bölgesi için hesaplanan b değerlerinin 0.7-1.8 arasında değiştiği elde edilmiş, Ege ve Kıbrıs yayları en çok sismik enerji açığa çıkaran bölgelerden biri olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kıbrıs ve yakın çevresi, b değeri, sismisite, sismik zon, sismik tehlike

**SEISMICITY OF CYPRUS AND SURROUNDING REGION****Hilal Yalçın<sup>1</sup>, Levent Gülen<sup>1</sup>, Zehra Çağnan<sup>2</sup>, Doğan Kalafat<sup>3</sup>**<sup>1</sup> Sakarya University, Department of Geophysics, Esentepe Campus,  
54187, Serdivan, Sakarya-Turkey<sup>2</sup> Middle East Technical University, North Cyprus Campus,  
Kalkanlı Guzelyurt, KKTC, Mersin 10- Turkey.<sup>3</sup> Bogaziçi University Kandilli Observatory and  
Earthquake Research Institute Cengelkoy-Istanbul  
(hdomac@sakarya.edu.tr)**ABSTRACT**

*The active tectonics of the Eastern Mediterranean region is the result of the northward motion of the African and Arabian Plates with respect to the Eurasian Plate. While active subduction is currently taking place along the Aegean and Cyprean trench zones in the west, active continental collision is taking place along the Bitlis-Zagros Fold and Thrust belt in the east. The North Anatolian, East Anatolian, and the Dead Sea Faults are the major strike-slip fault zones within this N-S compressional tectonic regime. The left-lateral Dead Sea Fault takes up the differential motion between the African and the Arabian Plates. The North Anatolian and the East Anatolian Faults form the tectonic boundaries of the Anatolian Plate and they facilitate the westward escape and counterclockwise rotation of the Anatolian Plate.*

*In this study we have examined the seismicity of the Cyprus and surrounding regions (bounded by 33°-38° N latitude and 28°-38° E longitude) in the period between 1900-2009. We have prepared a comprehensive, declustered seismic catalog for the region. We have delineated seismic source zones taking into account not only seismicity, but also active faults, GPS measurements, and strain rates. The Gutenberg-Richter parameters (a and b values) were determined and their spatial and temporal distributions were mapped for each seismic source zone. In general the b-values obtained from frequency-magnitude relationships are inversely proportional to the state of stress in the earth's crust. The computed spatial distributions in the b-values vary between 0.7 and 1.8 in the eastern Mediterranean region. The most notable seismic energy release regions are the Aegean and the Cyprean Trench zones.*

**Keywords:** Cyprus and the surrounding regions, b value, seismicity, seismic zonation, seismic hazard

## TUZGÖLÜ FAY ZONU'NUN PALEOSİSMOLOJİSİ, ORTA ANADOLU, TÜRKİYE

**Akın Kürçer<sup>1</sup>, Yaşar Ergun Gökten<sup>2</sup>, Levent Yeleser<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü  
Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800, Ankara

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Ankara  
(akinkurcer@mta.gov.tr)

### ÖZ

Tuzgölü Fay Zonu (TFZ) Orta Anadolu'nun en önemli aktif kıta içi fay zonlarından biridir. TFZ, yaklaşık 200 km uzunluğunda, 2 ile 25 km arasında genişlikte, KB doğrultulu aktif, verrev atımlı normal bir fay zonudur. Kuzeybatıda Tuzgölü kuzeyi ile güneydoğuda Kemerhisar (Niğde) arasında uzanır. Hem morfotektonik özellikleri hem de büyüklükleri 5'e ulaşan deprem dış merkezlerinin dağılımı TFZ'nun günümüzde hala aktif olduğunu göstermektedir. Aktif fay haritalama çalışmaları, TFZ'nun birbirine koşut veya yarı koşut yapısal fay segmentlerinden oluştuğunu göstermiştir. Segmentlerin uzunlukları 4 ile 32 km arasında değişmektedir.

Jeolojik fay uzunluğu ve jeomorfolojik özellikleri nedeniyle, Tuzgölü ve Akhisar-Kılıç segmentleri TFZ'nun en önemli iki yapısal fay segmentidir. Bu çalışmada Tuzgölü ve Akhisar-Kılıç segmentleri üzerinde toplam 4 hendek kazılmıştır. Bu yazı, TFZ üzerinde ilk defa yürütülen paleosismolojik hendek araştırma sonuçlarını içermektedir.

Tuzgölü segmenti, 32 km uzunluğunda, K45°B doğrultusunda uzanan, çok küçük sağ yanal doğrultu atım bileşenli bir normal fay segmentidir ve kuzeybatıda Karandere köyü (Şereflikoçhisar güneyi) ile güneydoğuda Hanobası köyleri arasında yer alır. Tuzgölü segmenti boyunca, faya dik doğrultuda iki hendek kazılmış ve bu hendekler Tuzgölü ve Altınkaya hendekleri olarak adlandırılmıştır. Her iki hendek de fay tarafından kesilmiş alüvyon yelpazeleri üzerinde yer almakta olup, yaklaşık 30 metre uzunluğunda, 6 metre genişliğinde ve 8,5 metre derinliğindedir. Tuzgölü ve Altınkaya hendeklerinde, birimlerin stratigrafik ilişkileri, fay kollarının yukarıya doğru sonlanması ve fay koluyival kama geometrisi ölçütleri göz önüne alınarak yapılan değerlendirme ile en az beş paleosismik olay (deprem) tanımlanmıştır.

Paleosismolojik hendek çalışması yürütülen diğer segment olan Akhisar-Kılıç segmenti, kuzeybatıda Akhisar köyü ile güneydoğuda Hasandağı arasında K25°-30°B doğrultusunda uzanır ve 25 km uzunluğundadır. Akhisar-Kılıç segmenti boyunca da faya dik doğrultuda iki hendek kazılmıştır. Bunlardan birisi, bu yıl arazi çalışmaları sırasında geçirdiği trafik kazası ile aramızdan ayrılan MTA jeologlarından Dr. Mehmet Duru ve ekip arkadaşları anısına 'Duru Hendeği' olarak adlandırılmıştır. Duru Hendeği 54 metre uzunluğunda, 5 metre genişliğinde ve ortalama 6 metre derinliğindedir. Duru Hendeği'nde paleosismik ölçütler göz önüne alınarak yapılan değerlendirme ile en az beş paleosismik olay tanımlanmıştır. Akhisar-Kılıç segmenti üzerinde paleosismolojik hendek çalışması yürütülen diğer hendek ise Bağlarkayası Hendeği olarak adlandırılmıştır. Bağlarkayası Hendeği'nde, mikrostratigrafik birimlerin ilişkisi, fay kollarının yukarıya doğru sonlanması ve koluyival kama geometrisi temel alınarak en az üç paleosismik olay tanımlanmıştır.

Bu çalışmada ilk defa, paleosismoloji için yeni bir fotoğraflama yöntemi uygulanmış ve bu yöntem "Paleosismik Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama Yöntemi" olarak isimlendirilmiştir. Hendeklerden derlenen toprak, kemik ve karasal gastropod numunelerinin radyokarbon (<sup>14</sup>C AMS) tarihlendirmesi ABD'deki Beta Analitik laboratuvarında yaptırılmaktadır. <sup>14</sup>C yaşlandırma sonuçları paleosismik olayların tarihlendirilmesi konusunda yardımcı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Paleosismoloji, radyokarbon yaşlandırması, hendek, Tuzgölü Fay Zonu, paleosismik üç boyutlu sanal fotoğraflama yöntemi



## **THE PALEOSEISMOLOGY OF THE TUZGÖLÜ FAULT ZONE, CENTRAL ANATOLIA, TURKEY**

**Akın Kürçer<sup>1</sup>, Yaşar Ergun Gökten<sup>2</sup> and Levent Yeleser<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> General Directorate of Mineral Research and Exploration,  
Department of Geology, 06800, Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Ankara University, Faculty of Engineering,  
Department of Geological Engineering, 06100, Ankara, Turkey  
(akinkurcer@mta.gov.tr)

### **ABSTRACT**

The Tuzgölü Fault Zone (TFZ) is one of the most important intracontinental active fault zone of the Central Anatolia. TFZ is an approximately 200 km-long, 2-25-km wide, NW trending, active, oblique normal fault zone. It is located between north of Tuzgölü (Salt lake) to the northwest and the Kemerhisar (Niğde) town to the southeast. Both morphotectonic features and the distribution of the recent earthquake epicenters with magnitude up to 5, strongly suggest that the Tuzgölü Fault Zone is still active. Active fault mapping studies have revealed that TFZ is consisted of structural fault segments parallel or supparallel to each other which the lengths differ from 4 to 32 km.

Because of the geological fault lengths and geomorphological features, the Tuzgölü and Akhisar-Kılıç segments are the most important structural fault segments of TFZ. In this study totally four trench were excavated along the Tuzgölü and Akhisar-Kılıç segments. This paper is concerned with the results of the first paleoseismic trench survey performed on the Tuzgölü Fault Zone.

Tuzgölü segment is a N45°W trending, oblique-slip normal fault segment with a small right lateral strike-slip component extending between the west of Karandere village (south of Şereflikoçhisar town) to the northwest and Hanobası village to the southeast with a length of 32 km. Two cross trenches were excavated along the Tuzgölü segment and they were called as Tuzgölü and Altinkaya trenches. Both of them have been excavated on the distal parts of alluvial fans which were cut by the fault. Tuzgölü and Altinkaya trenches have been excavated approximately 30-meter long, 6-meter wide and 8,5-meter deep. At least five paleoseismic events have been defined in Tuzgölü and Altinkaya trenches by taken into consider the stratigraphic relationships of units, upward terminations of fault strands and geometry of fault colluvial wedge criterias.

Akhisar-Kılıç segment is a, N25°-30°W trending, oblique-slip normal fault segment and extends between Akhisar village to the northwest and Hasandağı to the southeast with its 25 km length. Two cross trench were excavated along the Akhisar-Kılıç segment. One of them has called as Duru trench, on behalf of the memories of the MTA geologists Dr. Mehmet Duru and his team friends. Duru trench is 54-meter long, 5-meter wide and averagely 6-meter deep (max. depth is 8,5-meter). At least five paleoseismic events have been defined in Duru trench by taken into consider the paleoseismic criterias. The other trench on the Akhisar-Kılıç segment is called as Bağlarkayası trench. It's 94-meter long, 5-meter wide and averagely 5-meter dept (max. depth is 8,5-meter). At least three paleoseismic event has been defined, based on stratigraphic relationships among microstratigraphic units, upward terminations of fault strands and geometry of fault colluvial vedge in this trench.

In this study, a new photographing method for paleoseismology has been used and it has been called as Paleoseismic Three-Dimensional Panoramic Photography Method. The soil, bone and terrestrial gastropod samples, which collected from trenches, have been sent to Beta Analytic Inc. Lab for <sup>14</sup>C dating. The results of <sup>14</sup>C dating analysis will help us to date the paleoseismic events.

**Keywords:** Paleoseismology, radiocarbon dating, trench, Tuzgölü Fault Zone, paleoseismic three-dimensional virtual photography method.

## ÇALDIRAN FAYI'NIN MORFOTEKTONİK ÖZELLİKLERİNİN VE DEPREMSELLİĞİNİN BELİRLENMESİ

**Azad Sağlam Selçuk<sup>1</sup>, Korhan Erturaç<sup>2</sup>,  
Pınar Gutsuz<sup>3</sup>, Levent Selçuk<sup>1</sup>, Serkan Üner<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65100, Van*

*<sup>2</sup>Sakarya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Sakarya.*

*<sup>3</sup>İTÜ, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü Maslak/Sarıyer, 34469, İstanbul  
(azadsaglam@gmail.com)*

### ÖZ

Çarpışma sonrası sıkışma rejimi etkisiyle doğrultu atımlı ve ters faylar tarafından şekillendirilen Doğu Anadolu Bölgesi, yerkürenin iç dinamiği açısından Türkiye'nin en önemli bölgelerinden birini oluşturmaktadır. Bölgede 2011 yılı sonbahar ayında daha önceden haritalanmamış faylar üzerinde önce bindirme karakterli 23 Ekim 2011 (M:7.2) Erciş depremi ve sonrasında da doğrultu atım karakterli 9 Kasım 2011 (M:5.7) Edremit depremi gerçekleşmiştir. Bu depremler, Doğu Anadolu Bölgesi'ni etkileyen ve günümüzde aktif oldukları bilinen Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu, Doğubeyazıt Fay Zonu, Balıklıgöl Fay Zonu, Ağrı Fayı, Çaldıran Fayı, Tutak Fayı, Bulanık Fayı, Erçiş Fayı vb. tektonik hatlar üzerine (Şaroğlu vd., 1993; Koçyiğit, 2001) paylaştırılan karmaşık kıtasal deformasyon sisteminin parçaları olarak değerlendirilmelidir.

Doğu Anadolu Bölgesi'nin genç tektonik bulmacasının önemli parçalarından birisini oluşturan Çaldıran Fayı'nın özellikleri bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. İlk kez, 24 Kasım 1976 tarihinde merkez üssü Van ilinin Çaldıran beldesinde meydana gelen (Ms=7,5) deprem ile tanımlanan Çaldıran Fayı, bu depremde yaklaşık KB-GD uzanımlı, 150 km uzunluğunda sağ yönlü doğrultu atım karakterinde belirgin bir yüzey kırığı üretmiştir (Arpat ve Şaroğlu, 1977). Bu yıkıcı deprem, Muradiye, Erçiş ve Özalp ilçelerini şiddetli olarak etkilemiş ve bölge genelinde toplam 3840 kişi hayatını kaybetmesi ile sonuçlanmıştır. Bununla birlikte bölgede kaydedilmiş birçok tarihsel depremin ise Çaldıran Fayı üzerinde gerçekleştiği düşünülmektedir (Ambraseys ve Finkel, 1995).

Bu çalışmada, Çaldıran Fayı'nın morfotektonik özellikleri, uzun dönem deprem aktivitesi ve kayma hızının belirlenmesi konulu araştırma projesinin ön sonuçları sunulacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Çaldıran Fayı, morfotektonik, paleosismoloji, uzun dönem kayma hızı, depremsellik.

## **DETERMINATION OF THE MORPHOTECTONIC FEATURES AND SEISMICITY OF THE ÇALDIRAN FAULT**

**Azad Sağlam Selçuk<sup>1</sup>, Korhan Erturaç<sup>2</sup>,  
Pınar Gutsuz<sup>3</sup>, Levent Selçuk<sup>1</sup>, Serkan Üner<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Yüzüncü Yıl University, Department of Geological Engineering, 65100, Van

<sup>2</sup> Sakarya University, Department of Geography, Sakarya

<sup>3</sup> İTÜ, Eurasia Institute of Earth Sciences, Maslak/Sarıyer, 34469, İstanbul  
(azadsaglam@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*East Anatolia region which are characterized by strike-slip and reverse faults due to post-collisional compressional regime is one of the most important regions in Turkey. In the fall of 2011, one of the most populated places at the eastern Anatolia, the city of Van had been struck by an intensive earthquake in the 23<sup>th</sup> of September (Mw:7.2) where its epicenter located to the north of the city (close to Erciş) with reverse kinematics. Aftershock distribution reveals that this fault has an ENE-WSE direction, parallel to the coast of Lake of Van. This earthquake triggered another fault segment located to the south causing a rupture in strike-slip nature (M:5.7) in the 9<sup>th</sup> of November. Previous studies also discuss evidence on the activity of the tectonic lineaments named Northeastern Anatolian Fault, Doğubeyazıt Fault, Balıklıgöl Fault Zone, Ağrı Fault, Çaldıran Fault and Tutak Fault (Şaroğlu et al., 1993; Koçyiğit, 2001) showing the complexity of the partitioned deformation of the area.*

*One of the most important pieces of this puzzle and also the focus of this study, Çaldıran Fault, has generated a significant earthquake (Ms:7.5) forming NW trending 150 km surface rupture in the 24<sup>th</sup> of November 1976 (Arpat and Şaroğlu, 1977) with right lateral strike slip. This destructive earthquake affected a wide region causing the loss of 3840 lives and a severe damage on the settlements of the surrounding. Besides this event, many historical earthquakes reported in the region (Ambraseys and Finkel, 1995) are probably related to the fault.*

*In this study, we are going to present the preliminary results of the research founded for understanding the morphotectonic characteristics, long-term slip rate and paleoseismic characteristics of the Çaldıran Fault.*

**Keywords:** Çaldıran Fault, morphotectonics, paleoseismology, long-term slip rate.

## SİMAV FAYI VE 19 MAYIS 2011 SİMAV DEPREMİ (M<sub>w</sub>: 5,8)

**Ömer Emre<sup>1</sup>, Tamer Y. Duman<sup>1</sup>, Selim Özalp<sup>1</sup>, Ahmet Doğan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdüleri Dairesi, 06800 Ankara

<sup>2</sup> İller Bankası Genel Müdürlüğü, 06053 Ankara

(emre@mta.gov.tr)

### ÖZ

Çok segmentli doğrultu atımlı faylarda segmentler arasındaki sekme ve bükümler geometrilerine göre sıkışmalı (transpressional) veya gevşemeli (transtensional) dir. Bükümler doğrultu atımlı fay sistemleri boyunca yükselme veya havzaların geliştiği karmaşık tektonik yapılardır. Büküm alanlarında gelişen bu yapılar doğrultu atım sistemi içinde gelişen normal veya ters eğim atımlı ya da verev faylara bağlı olarak şekillenirler. Çok segmentli Simav Fayı Batı Anadolu'yu etkileyen açılmalı tektonik rejim içinde, Sındırgı (Balıkesir) ile Afyon arasında, KB-GD genel doğrultusunda uzanan açılmalı sağ yönlü doğrultu atımlı bir diri fay sistemidir. Toplam 205 km uzunluğunda olan fay sistemi batıdan doğuya doğru Sındırgı, Simav, Şaphane, Banaz ve Sincanlı olarak adlandırılan beş alt fay segmentinden oluşur. Fay segmentleri gevşemeli ve sıkışmalı sıçrama veya bükümlerle birbirinden ayrılır. Simav ovası, fay sistemi içinde gelişmiş en büyük yapısal çöküntüdür ve Simav ile Şaphane segmentleri arasındaki bükümde gelişmiş açılmalı bir Pliyo-Kuvaterner havzasıdır. Simav havzası güneyden doğrultu atımlı ana fay, kuzeyden ise normal fayların oluşturduğu Naşa Fay Zonu tarafından sınırlandırılmıştır. Naşa Fay Zonu KB-GD yönünde toplam 20 km uzunlukta ve 5 km genişliktedir. Zondaki alt fayların uzunlukları ise 2 ile 8 km arasında değişir. Zondaki faylar 55°-65° GB'ya eğimlidir. Simav ovasının kuzey kenarında bu faylar boyunca sıcak su kaynakları dizilidir. Jeomorfolojik bulgular Naşa Fay Zonu'nun Holosen'de aktif olduğunu göstermektedir.

19 Mayıs 2011 tarihinde meydana gelen Simav depremi ana şoku (M<sub>w</sub>: 5,8) ve bunu izleyen çok sayıdaki artçı depremin dışmerkezleri Simav havzasının kuzeyine rastlar. Ana şokun derinliği 7 km olup, fay düzlemi çözümleri normal faylanma mekanizmasına işaret eder. Depremde yüzey faylanması gelişmemiştir. Ancak, ana şok lokasyonu, artçı depremlerin dağılımı ve kırılma mekanizması birlikte değerlendirildiğinde, depremin Simav fay sistemi içindeki Naşa Fay Zonu'ndan kaynaklandığı söylenebilmektedir. Bu nedenle, 19 Mayıs 2011 Simav depremini çok segmentli doğrultu atımlı fay sistemi içindeki normal faylarda gelişen bir depremlere Türkiye'den bir örnek olarak tanımlıyoruz.

**Anahtar Kelimeler:** 19 Mayıs 2011 Simav depremi, Naşa fayı, Simav fayı

## **SİMAV FAULT AND THE 19 MAY 2011 SİMAV EARTHQUAKE ( $M_w$ : 5.8)**

**Ömer Emre<sup>1</sup>, Tamer Y. Duman<sup>1</sup>, Selim Özalp<sup>1</sup>, Ahmet Doğan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdları Dairesi, 06800 Ankara

<sup>2</sup> İller Bankası Genel Müdürlüğü, 06053 Ankara

(emre@mta.gov.tr)

### **ABSTRACT**

*Stepovers and bends along the multi-segments strike slip faults are transpressional or transtensional depending on stepping geometry. Bends are complex tectonic structures where uplifting or basins were developed along the strike-slip fault systems. The bend basins in strike slip-fault systems are formed by normal or reverse dip slip faults or oblique faults. In Western Anatolian Extensional Tectonic regime, multi-segment Simav fault is a transtensional active right lateral strike-slip fault system in NW-SE trending between Sındırgı (Balıkesir) and Afyon. The fault, total length of which is 205 km, is divided into five fault segments namely Sındırgı, Simav, Şaphane, Banaz and Sincanlı from west to east. The segments separated from each other by releasing and restraining bends and stepovers. Simav plain is the largest basin along the fault and it is an extensional Plio-Quaternary basin which was developed on the bend between Simav and Şaphane segments of the Simav fault. The basin is bounded by the strike slip main fault to the south and Naşa fault zone, which is composed of the normal dip slip faults, to the north. Naşa fault zone is 20 km-long in total and 5 km-wide in NW-SE direction. The length of the faults in the zone changes between 2 and 8 km. Normal faults in the zone have 55°-65° SW dip direction. In the northern margin of the Simav basin, hot springs are aligned along the faults. Geomorphological findings indicate that the Naşa fault zone is active in the Holocene.*

*The 19 May 2011 Simav earthquake ( $M_w$ :5.8) and aftershocks are located in the northern margin of the Simav basin. Depth of the main shock is 7 km and fault plane solutions indicate normal dip slip faulting mechanism. The event did not produce surface faulting. However; considering the main shock location, distribution of aftershocks and the faulting mechanism, it can be said that the earthquake was generated from the Naşa fault zone in Simav fault system. Therefore, we argue that the May 19, 2011 Simav earthquake is an example for earthquakes that occurred on the normal fault zone along the multi-segment strike slip faults.*

**Keywords:** 19 May 2011 Simav earthquake, Naşa fault, Simav fault

## SİMAV DEPREMİNİN SİSMOTEKTONİK ANLAMI

**Alper Demirci<sup>1</sup>, Tolga Bekler<sup>1</sup>, Süha Özden<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Müh.-Mim. Fakültesi, Jeofizik Müh. Bölümü

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Müh.-Mim. Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü  
(alperdemirci@comu.edu.tr)

### ÖZ

Bu çalışmada, 19.05.2011 tarihinde Simav Fayı üzerinde meydana gelen deprem (Mw=5.9) ve bu deprem sonrasında oluşan Mw>3.8 depremlerin zaman ortamı moment tensör ters çözümü ile elde edilen kaynak parametreleri ve sismotektonik anlamı ortaya konulmaktadır. Çalışmada yerel depremlerin kaynak parametrelerinin çözümünde Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Sismolojik Ağı ve TÜBİTAK 109Y103 no'lu proje kapsamında bölgeye kurulan iki adet sabit geniş bantlı ve bir adet kısa periyot istasyon ile T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığınca işletilen bazı istasyonların verileri kullanılmıştır. Deprem odak mekanizması sonuçlarına göre, Simav depremi, BKB-DGD doğrultulu ve kuzeye eğimli olan Simav normal fayı üzerinde gerçekleşmiştir. Deprem çözümlemelerinde, çakışma ölçütü ortalama %70 olarak hesaplanmıştır. Odak mekanizması çözümlemeleri sonucunda Simav Fayı üzerinde 19.05.2011 tarihinde ve 11 km derinlikte gerçekleşen 5.9 büyüklüğündeki depremi üreten fay düzlemine ait doğrultu, eğim ve sapma açısı sırasıyla 277/62/-92 olarak hesaplanmıştır. Bu depremin arkasından gelişen depremlerin göreceli olarak yüzeye yakın, değişken eğim yönü sunan ve farklı eğim açılara sahip oldukları gözlenmiştir. Depremlerin lokasyon ve odak mekanizma parametreleri incelendiğinde bölgede, Simav Fayı'na antitetik olarak gelişen bazı fayların da ana şok sonrasında küçük depremler ürettikleri saptanmıştır. Bunlardan sinyal / gürültü oranı yüksek olan bazı depremler de çalışma kapsamında çözülmüş ve bu faylara ait düzlemsel parametrelerin, bölgedeki KKD-GGB genişleme rejimini destekler nitelikte sonuçlar ortaya çıkardığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Simav, odak mekanizması, zaman ortamı moment tensör ters çözümü

## **SEISMOLOGICAL ASPECT OF SİMAV EARTHQUAKE**

**Alper Demirci<sup>1</sup>, Tolga Bekler<sup>1</sup>, Süha Özden<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Eng.&Arch. Dept. of Geophysical Eng.

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Eng.&Arch. Dept. of Geological Eng.

(alperdemirci@comu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In this study, the focal parameters of Simav earthquake ( $M_w=5.9$ ) occurred on 19.05.2011 and its aftershocks ( $M>3.8$ ) were estimated from time-domain moment tensor inversion method. The data were obtained from seismological network of Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, two broadband and one short period stations established in the scope of the national project (TUBITAK-109Y103) and some close stations of Disasters and Emergency Situations Directorate of Turkey. Focal mechanism solutions indicate that the area is dominated by normal faults with mainly WNW–ESE strike and the Simav Earthquake occurred on Simav Fault which is dipping towards north. The average variance reduction was calculated as 70%. Based on the solutions of focal mechanism, focal parameters of the main shock ( $M_w=5.9$ ), occurred on 19.05.2011 at the depth of 11km, was calculated as 277/62/-92 (strike,dip,rake). The aftershocks were relatively shallow with variable dip direction and dip angle. Thus, this variation may point out the existence of antithetic faults of the Simav Fault. The ones which have high Signal / Noise ratio were also studied and it was concluded that focal parameters of these faults confirm the NNE-SSW extension regime in the region.*

**Keywords:** *Simav, focal mechanism, time-domain moment tensor inversion*

## JEOTERMAL KAYNAKLARDA DEPREMLERE BAĞLI GÖZLENEN DEĞİŞİKLİKLERE BİR ÖRNEK: 19 MAYIS 2011 SİMAV DEPREMİ VE ETKİLERİ

**Özkan Ateş, Süha Özden, Salih Zeki Tutkun**

*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çanakkale  
(ozkanates@comu.edu.tr)*

### ÖZ

Yeraltı suyu bileşimindeki fiziksel ve kimyasal değişimlerin deprem öncesinde oluşan ilk sarsıntılarla başladığı ve enerji boşalımı ile maksimum değerine ulaştığı, sonra zamanla normale döndükleri bilinmektedir. Deprem öncesi, depremle birlikte ve deprem sonrası yeni kaynak oluşumları veya mevcut kaynakların kaybolması da olağandır. Sıcak ve mineralli su kaynaklarındaki değişimlerin bir depremin önceden belirlenebilmesi amacıyla sağlıklı olarak kullanılabilmesi için, bu kaynak bölgelerinin ayrıntılı jeolojik özelliklerinin bilinmesi gereklidir. Bu kapsamda Kütahya ve Simav Fayı arasında kalan alanda yer alan sıcak su kaynaklarından yapılan monitoring çalışması ile sıcak sular fiziksel ve jeokimyasal açıdan izlenmektedir. Sismik aktivite açısından oldukça aktif olan Simav ve yakın çevresinde Şubat 2009 dan günümüze  $M > 4$  büyüklüğünde yaklaşık 20 adet deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerden en önemlisi ve hasar yapıcı olanı 19 Mayıs 2011 tarihinde saat 20:15 te Simav'da meydana gelen  $M = 5.9$  büyüklüğündeki depremdir. Bu depremden sonra da günümüze kadar yaklaşık 380 adet  $M > 3$  büyüklüğünde deprem meydana gelmiştir. Bu çalışmada, Mayıs 2010 tarihinden bu yana farklı dönemlerde alandaki sıcak su kaynaklarından örnekleme ve yerinde ölçümler yapılmıştır. Örnekleme ve yerinde ölçüm tarihleri  $M = 5.9$  büyüklüğündeki depreminin öncesine ve sonrasına karşılık gelmektedir. Meydana gelen depremler ile termal sulardaki fiziksel ve/veya kimyasal değişimler korele edilmektedir. Buna göre birçok jeotermal alandaki sıcak su kaynaklarında fiziksel (sıcaklık değerinde artış ve azalış) ve kimyasal (Cl ve  $SO_4$  konsantrasyonlarında artış ve azalış) değişiklikler meydana gelmiştir. Bu veriler, ileride yapılacak çalışmalarla en azından bu bölge için olası bir depremin önceden tahmin edilmesi çalışmalarını için önemli bir kaynak oluşturacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Simav, jeotermal enerji, deprem tahmini, aktif fay



**AN EXAMPLE OF CHANGES IN GEOTHERMAL SPRINGS  
CONNECTED TO EARTHQUAKES: 19 MAY 2011 SİMAV  
EARTHQUAKE AND ITS IMPACTS**

**Özkan Ateş, Süha Özden, Salih Zeki Tutkun**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Engineering and Architecture Faculty,  
Department of Geological Engineering, Çanakkale  
(ozkanates@comu.edu.tr)

**ABSTRACT**

*It is known that changes in groundwater concentrations start with first shake and reach maximum level with energy discharge than become normal levels by time after earthquakes. Occurring of new springs or disappears of existing springs can be seen before, during or after earthquakes. We should know detail geological features of geothermal spring areas to use changing in hot or mineral water concentrations as earthquake estimation before. In this scope, a monitoring study is doing from thermal water springs which located between Kütahya and Simav Faults to follow up these springs in the frame of physical and geochemical features. Due to high seismic activity of Simav and surrounding area, there occurred about 20 earthquakes with magnitude upper than 4 after February 2009. Most important and destructive earthquake of these was 19 May 2011 earthquake. After this shock about 380 earthquakes ( $M > 3$ ) occurred up to now. In this study, sampling and in-situ measurements was done from these thermal waters in different periods from May 2010 to present. Sampling and in-situ measurements periods correspond to before and after of this main earthquake. Physical and/or chemical changes in thermal water springs between earthquakes are compared. According to this monitoring study many physical (temperature increase and decrease) and chemical (increasing and decreasing of Cl and  $SO_4$  concentrations) changing happened in lots thermal springs. These data can be an important source to estimate an earthquake before at least for this area.*

**Keywords:** Simav, geothermal energy, earthquake prediction, active fault

## ÇEK-AYIR HAVZALARIN BOYUTSAL İLİŞKİLERİ

**Alper Gürbüz**

*Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Tandoğan, Ankara  
(agurbuz@eng.ankara.edu.tr)*

### ÖZ

Doğrultu-atımlı fayların düzensiz geometrileriyle ilişkili olarak gelişen çek-ayır havzalar, bu havzaların geometrik özelliklerinin yorumlanmasını güçleştiren bir çok kesinsizlik sunmaktadırlar. Bu çalışma konuyla ilgili mevcut literatürün bir derlemesini sunmakla beraber Kuzey Anadolu Fay Zonu boyuncaki çek-ayır havzaların 2. ve 3. boyuttaki özellikleriyle ilgili yeni veriler sunmaktadır. Doğadaki örneklerden, deneysel ve sayısal çalışmalardan elde edilen açılma verileri genel olarak bu havzaların kenarları arasında 30-35°lik bir dar açının olduğunu göstermektedir. Deneysel çalışmalar, bu değer aralığının saf doğrultu atımlı fayların sıçrama geometrilerinden kaynaklandığına, bütünleşik rejimlerin kontrol ettiği alanlardaki çek-ayır havzalarda ise bu değerlerde bazı sapmalar olabileceğine işaret etmektedir. Literatürden iyi bilindiği üzere, genel olarak çek-ayır havzaların ölçeksel özellikleri 2 boyutta havza uzunluğu ve genişliği arasında iyi tanımlanmış bir ilişki göstermektedir. Bu çalışma ise 3 boyutta; uzunluk, genişlik ve derinlik verilerini karşılaştırmaktadır. Güncel ve eski çek-ayır havzalara ait veriler, bir denklemle ifade edilebilecek mevcut bir ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır. Bu ilişki çek-ayır havzaların çökel kalınlığını tahmin etmede, çok pahalı olan sondaj ve jeofiziksel yöntemlere göre çok daha kullanışlıdır. Sedimanter havzaların bu çeşidi petrol, gaz, maden yatakları ve yeraltısuyu gibi ekonomik kaynaklar için önemli rezervuar alanlarından biridir. Ekonomik kaynağın çeşidine bağlı olmaksızın, bu kaynakların ulaşılabilirliğinin anlaşılmasında en önemli parametre çökel kalınlığıdır. Bu çalışmada sayısallaştırılan ilişkinin dünyanın değişik yerlerindeki bazı havzalara ve Kuzey Anadolu Fay Zonu boyuncaki çek-ayır havzalara uygulanmasıyla yeni çökel kalınlıkları tahminlerinde bulunulmuştur. Sondaj ve jeofizik yöntemlerinden elde edilen daha fazla havza dolgusu kalınlığı verilerinin eklenmesiyle, hesaplanan regresyonun ve tahmin edilen değerlerin kesinliği artacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Çek-ayır havza, doğrultu atımlı faylanma, havza dolgusu, çökel kalınlığı, Kuzey Anadolu Fay Zonu.

## **DIMENSIONAL RELATIONSHIPS OF PULL-APART BASINS**

**Alper Gürbüz**

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Tandoğan, Ankara  
(agurbuz@eng.ankara.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Pull-apart basins that associated with geometrical irregularities of strike-slip faults represent many uncertainties complicate the interpretations of their geometrical aspects. This study presents a review of current literature and a new data set from the pull-apart basins along the North Anatolian fault zone about the dimensional characteristics of these basins in 2-D and 3-D. Angular data that attained from the natural cases, experimental and numerical studies represent an acute angle between 30-35°. Pull-apart basins along the North Anatolian Fault Zone also present the similar angle values. As represented by experimental studies, this value is a result of overstep geometry. Some declinations may be observable in pull-apart basins located at zones controlled by composite regimes. Scale characteristics of pull-apart basins from all over the world indicate a good 2-D relationship between basin length and width as well-known from literature. This study compares the length, width and depth data of pull-apart basins in 3-D. Active and ancient pull-apart basins suggest that there may be a relationship that can be definite by an equation. This relationship would be the most useful method to predict sediment thickness of pull-apart basins versus much expensive geological and geophysical methods. This type of sedimentary basins is one of the important reservoirs for economic resources such as oil, gas, ore deposits, and groundwater. Independent from the type of these resources, sedimentary thickness is the most important parameter in understanding the attainability of the resource. In this study, the application of the quantified relationship to the pull-apart basins for some basins around the world and along the North Anatolian fault zone predicts new sediment thicknesses. By the addition of more sediment thickness data by drilling and geophysical methods to current literature, the accuracy of the regression and predicted values will increase.*

**Keywords:** *Pull-apart basin, strike-slip faulting, basin-fill, sediment thickness, the North Anatolian Fault Zone.*

## 23 EKİM 2011 VAN DEPREMİ (M<sub>w</sub>=7.2)'NİN SİSMOLOJİK AÇIDAN DÜŞÜNDÜRDÜKLERİ

**Doğan Kalafat**

*B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve DAE., Ulusal Deprem İzleme Merkezi (UDİM),  
34684 Çengelköy, İstanbul  
(kalafato@boun.edu.tr)*

### ÖZET

23 Ekim 2011 yerel saat ile 13:41'de Aletsel dış merkezi Tabanlı-Hıdırköy köyleri yakınları olan şiddetli bir deprem (M<sub>w</sub>= 7.2) meydana gelmiştir. Deprem özellikle Van ve Erciş arasında ve Van Gölü'nün doğusu - Erçek Gölü arasında etkili olup, 600'ün üzerinde vatandaşımızın hayatını kaybetmesine neden olmuştur. Aletsel dönemde özellikle Varto, Hınıs ve Çaldıran kaynaklı önemli depremler bölge çevresinde etkili olmuş, ancak Van kaynaklı önemli büyüklükte bir deprem meydana gelmemiştir.

Moment tensör analizi yapılan 7 önemli deprem (M<sub>≥</sub>5.0) yaklaşık 6-16 km arasında meydana gelmiş olup, bölgedeki depremler sıkı odaklı ve deprem üreten sismojenik zonun yaklaşık h< 16 km olduğunu ortaya koymaktadır. Deprem sismik momenti Mo=6.1149E+26 dyn.cm<sup>2</sup> olup, depremden sonraki ilk iki hafta içerisinde yaklaşık 2305 artçı depremin çözümü yapılmıştır. Aynı zaman dilimi içerisinde büyüklükleri 4.0≤M≤6.0 olan toplam 115 adet deprem meydana gelmiştir.

Deprem hızlı yapılan faylanma mekanizması çözümü 43.41° Kuzey enlemi-38.72° Doğu boylamları koordinatlarında kırılmanın başladığını göstermiştir. Depreme neden olan faylanma ters faylanma özelliği göstermekte olup, Kuzeye doğru dalımlı düzlem faydüzlemi olarak seçilmiştir. Artçı depremlerin dağılımı yaklaşık 70±10 km'lik bir kırılmanın varlığını desteklemektedir. Artçı depremler yaklaşık 2300 km<sup>2</sup> 'lik bir alanda etkili olmuştur. Ana deprem esnasında tetiklenmiş kütle hareketi, kaya kopmaları, yerel sıvılaşmalar ve yüzey deformasyonları gözlenmiştir.

Van depremi ve sonrasında meydana gelen önemli artçı depremlerin mekanizma çözümleri bölgenin sıkışma rejiminin etkisi altında bulunduğunu ve bu rejimin ürünü olan ters faylanmaların bölgenin güncel tektoniğinde etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca meydana gelen depremler kullanılarak yapılan b-değeri analizi ile, bölgede meydana gelen faylanma tipi ve hakim tektonik rejim arasında ilişki olup olmadığını ortaya konulmuş, bölgede halen süregelen sıkışma rejiminin b-değeri ile ilişkisi test edilmiş ve düşük b-değeri bulunmuştur.

Yapılan faylanma ve gerilme analizi sonuçları depremlerin ağırlıklı olarak ters faylanma mekanizması ile meydana geldiğini ve bölgenin sıkışma rejimi etkisinde sismik etkinliğini sürdürdüğünü ortaya koymuştur. Gerilme analizi sonuçları bölgedeki hakim olan en büyük gerilme eksenlerinin genel doğrultusunun (P-sıkışma) K-G yönünde (KKB/GGD), ve (T-açılma) D- B (DKD-BGB) yönünde olduğunu göstermektedir. Meydana gelen önemli depremlerin dağılımı ve artçı depremler D-B ve KD-GB gidişli fay parçalarının deprem etkinliğine sebep olduğunu ortaya koymaktadır.

Van depremi bölgede süregelen olağan deprem aktivitesini olumsuz yönde etkilemiş ve bölgede deprem aktivitesinin artmasına neden olmuştur. Aynı zamanda Van depremi bölgesel gerilmenin değişmesine neden olmuş, bu ise yöredeki aktif tali kırıkların tetiklenmesine ve kısa zaman aralıklarla kırılmasına neden olmuştur. Bundan sonraki süreçte de bölgede orta büyüklükteki depremlerin olması beklenmelidir. Van depremi Güneydoğu Anadolu'da günümüzdeki hakim sıkışma (trust) tektoniğinin ve bunun sonucu meydana gelen ters faylanmaların güzel bir örneğini oluşturmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Ters faylanma, artçı deprem, gerilme dağılımı, moment büyüklük, sismik moment

## 23 OCTOBER 2011 VAN EARTHQUAKE ( $M_w=7.2$ ) IN TURKEY AND SEISMOLOGICAL ASPECTS

**Doğan Kalafat**

B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve DAE., Ulusal Deprem İzleme Merkezi (UDİM),  
34684 Çengelköy/İstanbul  
(kalafato@boun.edu.tr)

### ABSTRACT

*On the 23 October 2011 local time at 13:41 a strong earthquake occurred near Tabanlı-Hıdırköy village. The earthquake destroyed the regions especially between Van and Ercis, and East of Van Lake-Ercek Lake region, it caused death of more than 600 people. During the instrumental period earthquakes occurred in Varto, Hınıs and Çaldıran were effective in the region in the past however an intense earthquake located in Van was not observed before.*

*Moment tensor analysis of 7 important earthquakes ( $M \geq 5.0$ ) were located in a region of 6-16 km. The earthquakes in the region have shallow epicenters and have less than 16km depth. The seismic moment of the earthquake is  $M_0=6.1149E+26$  dyn.cm<sup>2</sup>. 2305 aftershocks were recorded during two week period after the earthquake in the region. During the same time period 115 earthquake occurred within magnitude range of  $4.0 \leq M \leq 6.0$ .*

*The initial rapid fault solution shows that the rupture started at 43.41° North -38.72° East coordinates. The fault causing the earthquake is reverse fault, the dip angle is towards North. The aftershock distribution supports the rupture is 70±10 km. The aftershock distribution was effective within a region of 2300 km<sup>2</sup>. During the main shock triggered mass movement, rock breakage, local liquefaction is observed. Van earthquake and aftershock fault mechanism solutions show that the region is under compression mechanism, and reverse faulting is a result of this regime which is effective on the recent tectonism of the region.*

*In addition to this b-value analysis shows the relation between the faulting type in the region and tectonic regime, the compressional regime in the region is tested by b-value and small b-value is found.*

*After the faulting and strain analysis in the region it is observed that the earthquakes are caused by reverse faulting mechanism and the region has a seismic activity under compressional regime. The result of strain analysis shows the general alignment of the largest strain axis (P-compressional) is on N-S (NNW/SSE) and tensional axis (T-dilatation axis) on the E-W (ENE-WSW) alignment.*

*The distribution of the important earthquakes and the aftershock distribution shows that the E-W and NE-SW oriented fault segments cause the earthquake activities.*

*Van earthquake activity influenced the current seismic activity and caused the increase of the activity in the region. In addition Van Earthquake caused changing the regional tension and this caused the trigger of the active small faults and caused breaking of them. After this it is expected to observe medium sized earthquakes. Van earthquake is a good example of dominant thrust tectonism and the reverse faulting as a result of this type of faulting.*

**Keywords:** Reverse faulting, aftershock, stress distribution, moment magnitude, seismic moment

## 23/10/2011 VAN MERKEZ DEPREMİNİN ARTÇI DEPREM AKTİVİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Recai F. Kartal, Filiz Tuba Kadirioğlu, Meltem Türkoğlu,  
Mehmet Kaplan, Kenan Yanık, Sami Zünbül, Tuğbay Kılıç,  
Mustafa Demir, Aslı İde, Derya Karaağaç**

*<sup>1</sup>Başbakanlık, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem Dairesi,  
Dumlupınar Bulv. No:274 Çankaya, Ankara  
(kartal@deprem.gov.tr)*

### ÖZ

23/10/2011 tarihinde yerel saat ile 13:41'de Van merkezde büyüklüğü  $M_l=6.7$  olan (lokal magnitüd hesaplama yöntemine göre) bir deprem meydana gelmiştir. Deprem dış merkez koordinatları Van Gölü'nün doğusunda olmakla beraber çevre il ve ilçelerde de kuvvetlice hissedilmiştir.  $M_l=6.7$  büyüklüğündeki ana şoktan sonra ilk yirmi dört saat içerisinde 335 adet, 09/11/2011 tarihi itibarıyla da büyüklükleri 1.7 ile 5.8 arasında değişen 3363 artçı şok meydana gelmiştir. Meydana gelen artçı şoklardan 125 tanesinin büyüklüğü 4 ile 5 arasında, 9 tanesi ise 5 ile 6 arasındadır. Ana şoktan itibaren yaklaşık üç haftalık dönemde günlük artçı deprem sayısı ortalama 200 civarındadır. Artçı depremler genellikle ana şokun kuzeyinde KD-GB yönünde yaklaşık 100 km'lik bir alanda yayılım göstermekte, derinlikleri 1 km ile 42.8 km arasında değişmektedir. Bölgede aktivite devam ederken 09/11/2011 tarihinde Van Gölü Edremit ilçesi yakınlarında  $M_l=5.6$  olan bir deprem daha meydana gelmiştir.

Bölgede meydana gelen depremlerin hangi fay sisteminden kaynaklandığı, hangisinin artçı hangisinin bağımsız bir deprem olduğu konusu bilimsel çevreler tarafından henüz netleştirilmemekle birlikte büyüklüğü  $M_l=6.7$  olan ana şokun P dalgası ilk hareket yönü ve moment tensör yöntemi ile yapılan odak mekanizması çözümleri D-B doğrultulu ters faylanmaya işaret etmektedir. Ana şoktan sonra meydana gelen  $M_l \geq 4$  olan depremlerin odak mekanizması çözümleri ise ters fay, sağ yönlü ve sol yönlü doğrultu atımlı faylanma sonuçları vermiştir. 09/11/2011 tarihinde meydana gelen ve  $M_l=5.6$  olan depremin odak mekanizması ise sağ yönlü doğrultu atım bileşeni olan normal faylanmaya işaret etmektedir. Bu sonuçlar bir sıkışma rejimi etkisinde olan Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki tektonik karmaşayı gözler önüne sermektedir.

Yapılan bu çalışma ile artçı şokların odak mekanizmaları, derinlik dağılımları ve deprem sayısı-magnitüd ilişkisi konusunda değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmaya altlık veri olarak Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi'nin verileri kullanılmıştır. Deprem sayısı -magnitüd ilişkisi ortaya konulurken iki ayrı dönem değerlendirilmiştir. Birinci dönem için 2000-22.10.2011 yılları arasındaki 10 yıllık periyotda bölgede meydana gelen depremler, ikinci dönem için 23/10/2011 tarihindeki  $M_l=6.7$  olarak hesaplanan depremin artçı şokları kullanılmıştır. Her bir dönem için ayrı ayrı a ve b katsayıları  $\log(N) = a - bM$  Gutenberg-Richter bağıntısı ile hesaplanmış ve elde edilen b değerleri karşılaştırılarak bölgedeki gerilmenin yönü hakkında bir yorum getirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca yaklaşık 1 aylık dönemde gün gün açığa çıkan enerji miktarı  $\log E = 12.24 + 1.44M$  (Bath, 1979) formülü ile hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Van depremi, artçı şoklar, odak mekanizması, Gutenberg-Richter bağıntısı, açığa çıkan enerji

## **EVALUATION OF AFTERSHOCK ACTIVITY OF VAN EARTHQUAKE SEPTEMBER, 23, 2011**

**Recai F. Kartal, Filiz Tuba Kadıroğlu, Meltem Türkoğlu,  
Mehmet Kaplan, Kenan Yanık, Sami Zünbül, Tuğbay Kılıç,  
Mustafa Demir, Aslı İde, Derya Karaağaç**

<sup>1</sup> Prime Ministry, Disaster and Emergency Management Presidency,  
Earthquake Department, Dumlupınar Bulv. No:274 Çankaya/Ankara  
(kartal@deprem.gov.tr)

### **ABSTRACT**

*An earthquake with magnitude  $M_l=6.7$  occurred at local time 13.41 on October, 23, 2011 (according to local magnitude calculation method). Although epicentral coordinates of earthquake was east of Van lake, this earthquake was also strong felt in neighbour provinces. After the main shock with magnitude  $M_l= 6.7$ , 335 aftershocks occurred in the first 24 hours. 3363 aftershocks were determined with magnitude range 1.7 – 5.8 until 09/11/2011. 125 aftershocks that occurred magnitude between 4-5, 9 aftershocks that occurred magnitude between 5-6. Daily aftershock activity is average 200 in approximately three weeks after the main shock. Distribution of aftershocks which located north part of main shock with NE-SW direction extended approximately in an area of 100 km. Focal depths ranged from 1 to 42.8 km. While the seismicity continuing in the region, an earthquake occurred with magnitude  $M_l=5.6$  on November, 09, 2011 in Van Gölü Region (near Edremit).*

*Earthquakes that occurred in the region arise from which fault system, which one is main shock and which one is aftershock hasn't been clarified yet by scientific community. Focal mechanism solutions of main shock  $M_l=6.7$  performed by considering first motion direction of P wave and moment tensor solution point out that this earthquake is emerged from E-W direction thrust fault. Aftershocks with magnitude  $M_l \geq 4$  earthquakes point out that these earthquakes are emerged from thrust fault, left and right lateral strike slip fault. The earthquake that occurred with magnitude  $M_l=5.6$  on November, 09, 2011 is indicative of normal fault with strike slip component. These results display tectonic complex of East Anatolian Region which is affected by compression regime.*

*With this study; it is evaluated about focal mechanism of aftershocks, distribution of depths and magnitude-number of earthquakes. To do this, the data were used that belongs to Prime Ministry, Disaster and Emergency Management Presidency, Earthquake Department. For the relationship between the number of earthquakes and magnitude it was evaluated two different periods. First one is the earthquakes that occurred in the region approximately decadal period between 2000 - 22.10.2011 and as the second period 23.10.2011  $M_l=6.7$  earthquake and aftershocks are used. For each period a and b value is calculated separately with  $\text{Log}(N) = a - bM$  Gutenberg-Richter Relationship and obtained b values were compared. By the help of these results it is tried to make interpretation about direction of stress in the region. Besides, released energy calculation is done for each day in period of one month with the  $\text{Log}E = 12.24 + 1.44M$  formula (Bath, 1979).*

**Keywords:** Van earthquake, aftershocks, focal mechanism, Gutenberg-Richter relationship, released energy.

## 23 EKİM 2011 VAN DEPREMİ (Mw 7.2) YÜZEY KIRIĞI VE VAN GÖLÜ'NÜN KIYI ÇİZGİSİNDE DEPREMDE MEYDANA GELEN YÜKSELMELER

Ömer Emre<sup>1</sup>, Cengiz Zabcı<sup>2</sup>, Tamer Y. Duman<sup>1</sup>, Taylan Sançar<sup>3,4</sup>,  
Selim Özalp<sup>1</sup>, H. Serdar Akyüz<sup>2</sup>, Hasan Elmacı<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdleri Dairesi, 06800 Ankara

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Ayazağa Yerleşkesi, Jeoloji Müh. Böl., 34469, Maslak, İstanbul

<sup>3</sup> Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 62000 Tunceli

<sup>4</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul

(emre@mta.gov.tr)

### ÖZ

23 Ekim 2011 Van depremi (Mw 7.2) Doğu Anadolu'da son yüzyılda meydana gelmiş en büyük depremlerdendir. Deprem 605 can kaybına ve yaklaşık 4150 kişinin yaralanmasına neden olmuştur. Dışmerkezi (38.7578°K - 43.3602°D) Van kentinin yakın kuzeyine rastlayan ana şokun derinliği 16 km'dir ve fay düzlemi çözümleri depremin bindirme/ters fay mekanizmasıyla geliştiğini önermektedir. Sahada gözlenen yüzey kırıkları depremin kuzey-kuzeybatıya eğimli ters fay/bindirme niteliğindeki Van Fayı'ndan kaynaklanmış olduğunu göstermektedir. Van Fayı, Erçek Gölü ile Van Gölü arasında DKD-BGB genel doğrultuludur ve karada toplam 27 km uzunluktadır. Fayın Van Gölü tabanında, batıya doğru en az 20 km devam ettiği sanılmaktadır. Batı ucunda, yaklaşık 12 km uzunluğundaki bölümünde tek fay parçasından oluşur. 15 km uzunluğundaki doğu yarısında ise ortalama 2 km genişlikte, birbirine paralel uzanan iki alt parçadan oluşmaktadır. Genel morfolojide fayın kuzey (tavan) bloğu yüksektir. Tavan bloktaki Kuvaterner yaşlı göl-akarsu çökeltilerinde izlenen kıvrımlar, yükselmiş göl taraçaları ve eski kıyı izleri fayın aktivitesini belgeleyen oluşumlardır.

23 Ekim 2011 depreminde, Van Fayı'nın karadaki 12 km'lik batı bölümünde yüzey faylanması geliştiği gözlenmiştir. Doğal zeminde yüzey kırıkları çoğunlukla fay cephesine paralel uzanan kılcal tansiyon çatlakları şeklinde izlenir. Tansiyon çatlakları birkaç metre uzunlukta, genelde sağ yönde aralı aşmalı, ancak süreklilik sunmayan yapılar şeklindedir. Fay tarafından dik veya dike yakın açılarla kesilen asfalt ve stabilize yollar ile beton sulama kanalı gibi rijit yapılarda ise yüzey faylanması K-G veya KKB-GGD yönlü sıkışma/kısalma sonucunda gelişen deformasyonlarla tanınabilmiştir. Ölçümlerimiz yüzey kırığı boyunca kuzey bloğunun ortalama 10 cm yükselmiş olduğunu ve iki blok arasında ortalama 9-10 cm yatay yönde kısalma gerçekleştiğini göstermektedir. Düşey ötelenme yanında bazı lokalitelerde yaklaşık 4-5 cm sol yönlü doğrultu atımlı yerdeğiştirmeler de gözlenmiştir. Bu veriler fay düzlemi çözümleri ile uyumlu olup depremin sol yönlü doğrultu atım bileşeni olan bindirme/ters faylanma mekanizması içinde geliştiğini açıklar. Kırıkların özelliklerine göre depremde fay boyunca fleksürel bükülme şeklinde yüzey deformasyonu geliştiği söylenebilmektedir. Öte yandan, Van Gölü'nün Erciş Körfezi bölümünü oluşturan ve Van fayının tavan bloğuna rastlayan kıyı kuşağında güncel kıyı çizgisinin depremde tektonik olarak 15 - 42 cm arasında değişen değerlerde yükselmiş olduğu gözlenmiştir. Kıyı çizgisindeki en büyük yükselme değeri episantral alana rastlar. En küçük yükselme değerleri ise gölün kuzey kıyısı boyunca ölçülmüştür. Kıyı kuşağındaki bu morfotektonik değişimler 23 Ekim 2011 depreminde kaynak fayın tavan bloğunda bölgesel ölçekte topografik yükselme ve geniş ölçekli ondülasyonların meydana geldiğini göstermektedir. Deprem büyüklüğü ile fay uzunluğu arasındaki görgül bağıntılara göre depremde gelişen yüzey kırığının bu çalışmada haritalanandan daha uzun olması beklenir. Ancak, yüzey kırıklarının özellikleri ve tavan bloкта meydana gelen morfotektonik değişimler 23 Ekim 2011 depreminde Van fayı boyunca derinde gerçekleşen kırılmanın tamamının yüzeye yansımadığını göstermektedir. Bunun nedeni, derinde meydana gelen yerdeğiştirmenin bir kısmının tavan bloğundaki kıvrımlanma ile karşılanmasıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Yüzey kırığı, 23 Ekim 2011 Van Depremi, Doğu Anadolu



## **SURFACE FAULTING ASSOCIATED WITH OCTOBER 23, 2011 VAN EARTHQUAKE (M<sub>w</sub> 7.2) AND SHORELINE UPLIFTING OF THE LAKE VAN**

**Ömer Emre<sup>1</sup>, Cengiz Zabcı<sup>2</sup>, Tamer Y. Duman<sup>1</sup>, Taylan Sançar<sup>3,4</sup>,  
Selim Özalp<sup>1</sup>, H. Serdar Akyüz<sup>2</sup>, Hasan Elmacı<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Maden Tetkik Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdüleri Dairesi, 06800 Ankara

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Ayazağa Yerleşkesi, Jeoloji Müh. Böl., 34469, Maslak, İstanbul

<sup>3</sup> Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 62000 Tunceli

<sup>4</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul

(emre@mta.gov.tr)

### **ABSTRACT**

On 23 October 2011 at 13:21 local time, Van Region was shaken by a devastating earthquake (M<sub>w</sub> 7.2), which killed 605 and injured 4150 people. The earthquake's epicenter is located at latitude 38.7578°N and longitude 43.3602°E, 25 km north of the Van, and the earthquake has a depth of 16 km. Both focal mechanism solution and observed surface rupture indicate a north-northwest dipping reverse fault. The earthquake was generated from Van fault which is 27 km-long on land between Van and Erçek lakes with a general ENE-WSW strike. The western continuation of the faulting inside Lake Van is interpreted to be at least 20 km according to magnitude-fault length empirical relation. The Van Fault consists of two sections, western and eastern. The western section forming a single fault trace is 12 km long and the eastern section is composed of two parallel sub-sections in a 15 km long and 2 km wide zone. In general morphology, the northern block (hanging wall) of the fault is up. Folds of Quaternary lacustrine-fluvial sediments, uplifted terraces and paleo-shorelines at the hanging wall clearly indicate the activity of the faulting.

23 October 2011 earthquake generated 12 km surface rupture at the western on land section of the Van Fault. The surface rupture generally consists of tensional cracks parallel to the fault on the natural ground. These discontinuous tensional features generally consist of few meter long right-stepping cracks. N-S or NNW-SSE oriented compressional/shortening deformation is mostly identified on rigid infrastructures like asphalt and stabilized roads, and concrete irrigation canals, which are perpendicular or sub-perpendicular to the fault trace. We measured about 10 cm uplift of the hanging wall and 9-10 cm lateral shortening of two blocks along the observed surface rupture. Moreover, we determined 4 to 5 cm left lateral displacements accompanying the vertical offsets at some of localities. These offset measurements are all compatible with the focal mechanism solutions, which point thrust faulting with left lateral component. Surface deformation generally has a flexural shape along the fault trace. We also measured vertical uplift values, changing from 15 to 42 cm along the coastal zone of the Erciş Bay. The maximum observed uplifted line is very close to the epicentral area, while the minimum one is located at the northernmost shore of Lake Van. These morphotectonic features reflect a regional uplift and formation of large-scale undulations at the hanging wall of the source fault after the 23 October 2011 earthquake. Empirical parameters point a longer rupture length than the observed fault trace. Our observations on the characteristics of the surface rupture and the morphotectonic features show a faulting event, in which the rupture process did not reach to the surface at every section of the Van Fault. This might be related folding on the hanging wall of the Van fault.

**Keywords:** Surface Rupture, 23 October 2011 Van Earthquake, East Anatolia

## 23 EKİM 2011 TABANLI-VAN DEPREMİNİN SİSMİK JEOMORFOLOJİSİ VE DOĞU ANADOLU'DAKİ AKTİF TEKTONİK YAPIYLA OLAN İLİŞKİSİ

Çağlar Özkaymak<sup>1</sup>, Hasan Sözbilir<sup>1</sup>, Erdin Bozkurt<sup>2</sup>, Kadir Dirik<sup>3</sup>,  
Tamer Topal<sup>2</sup>, Hüseyin Alan<sup>4</sup>, Dündar Çağlan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160 Buca, İzmir

<sup>2</sup>Ortaoğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara

<sup>3</sup>Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara

<sup>4</sup>TMMOB, Jeoloji Mühendisleri Odası, Kocatepe, Ankara

(caglar.ozkaymak@deu.edu.tr)

### ÖZ

Bu çalışma, 23 Ekim 2011 tarihinde meydana gelen Tabanlı-Van (M=7.2) depreminin Van ili ve çevresindeki aktif tektonik yapı içerisindeki konumunu açıklamayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda Tabanlı-Van depreminden sonra arazi çalışmaları yapılmış, depremle ilişkili olarak gelişmiş deformasyon yapıları incelenmiş ve arazi gözlemlerinden toplanan veriler ile Van ili ve çevresiyle ilgili olarak daha önce yapılmış aktif tektonik çalışmaları karşılaştırılarak değerlendirmeye gidilmiştir. Yapılan arazi gözlemlerinde deprem sırasında veya hemen sonrasında yeryüzünde/yeryüzüne yakın kesimlerde meydana gelen deformasyonlar (sismik jeomorfolojik belirteçler) iki ana sınıfta toplanmıştır: (1) tektonik streslere bağlı sismotektonik yüzey deformasyonları ve (2) sismik sarsılma ve yerçekimiyle ilgili sismogravitasional yüzey deformasyonları.

Sismotektonik yüzey deformasyonları, Van Gölü ile Erçek Gölü arasında 10 km genişliğindeki kuşak boyunca gözlenir. Bu yapılar, genel uzanımları K50-70D olan senklinal ve antiklinal geometrilili çöküntü ve sırtlar şeklindedir. Özellikle Bardakçı ile Topaktaş köyü arasındaki asfalt yollarda gelişmiştir. Sismogavitasional yüzey deformasyonları sıvılaşma nedeniyle gelişen yanall yayılma, oturma ve kütle hareketleridir. Bu yapılar, Van Gölü doğu kenarı boyunca yüzlek veren eski Van Gölü çökelleri ve güncel alüvyonlarda gelişmiştir. Yapılan arazi çalışmaları sırasında, Tabanlı-Van depremi nedeniyle gelişen sismotektonik yüzey deformasyonlarının yanısıra, deformasyon kuşağı içerisinde ters fay yüzeyleri de gözlenmiştir. Bu lokasyonlarda Üst Pliyosen-Pleyistosen birimleri K50-70°D doğrultulu ve 45-50° kuzeybatıya eğimli sol yanall bileşenli ters faylarla kesilmektedir. Benzer aktif fay hatları önceki çalışmalarda (Özkaymak, 2003), Van il merkezi kuzeyinde yer alan Beyüzümü köyü kuzeyinde, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve Kampüsü girişinde ve Aşıtt köyü güneyinde haritalanmıştır. Birbirinden bağımsız olarak haritalanan bu fay segmentleri birlikte değerlendirildiğinde, Çitören ile Beyüzümü köyü arasında, yaklaşık 10 km genişliğinde, ortalama K50-70°D doğrultulu ve 47° kuzeybatıya eğimli, birbirine paralel en az beş fay segmenti içeren aktif bir bindirme zonunun varlığı ortaya çıkar. Söz konusu fayların kinematik verileri 23 Ekim 2011 Van depremini oluşturan ters fayın odak mekanizma çözümüyle uyumludur. Dolayısıyla, Pleyistosen-Holosen birimlerini kesen fay zonunun, 23 Ekim Tabanlı-Van depreminde yeniden aktif hale geçerek yeni fay kolları oluşturduğu anlaşılmaktadır. Deprem sırasında oluşan fay koluna ait sıkışma kökenli yüzey deformasyonlarının belirgin bir yüzey kırığı oluşturacak şekilde gelişmemiş olması, yeni oluşan fayın henüz yüzeye ulaşmadığı ve dolayısıyla kör fay (blind fault) niteliği taşıdığını göstermektedir.

Jeolojik haritalama ve kinematik analiz verilerine göre, KKB-GGD eksenli sıkışma kuvvetleri etkisinde şekil değiştiren bölge; Tabanlı-Van depremini oluşturan DKD-BGB doğrultulu bindirme fay zonunun yanı sıra, KD-GB uzanımlı sol yönlü doğrultulu atımlı faylar, KB-GD uzanımlı sağ yönlü doğrultulu atımlı faylar ve yaklaşık K-G doğrultulu normal faylarla simgelenen aktif tektonik bir yapıya sahiptir. Van ilinin deprenselliği söz konusu aktif fay mekanizması içinde değerlendirilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Aktif tektonik, Doğu Anadolu, kör bindirme, sismik jeomorfoloji, Tabanlı-Van depremi

## **SEISMIC GEOMORPHOLOGY OF OCTOBER 23, 2011 TABANLI-VAN EARTHQUAKE AND ITS RELATION TO ACTIVE TECTONICS OF EAST ANATOLIA**

**Çağlar Özkaymak<sup>1</sup>, Hasan Sözbilir<sup>1</sup>, Erdin Bozkurt<sup>2</sup>, Kadir Dirik<sup>3</sup>, Tamer Topal<sup>2</sup>, Hüseyin Alan<sup>4</sup>, Dünder Çağlan<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Dokuz Eylül University, Department of Geological Engineering, TR-35160 Buca, İzmir

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

<sup>3</sup>Hacettepe University, Department of Geological Engineering, TR-06800 Beytepe, Ankara

<sup>4</sup>TMMOB, Chamber of the Geological Engineers of Turkey, Kocatepe, Ankara  
(caglar.ozkaymak@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*This paper aims to explore the origin and location of the October 23, 2011 Tabanlı-Van earthquake within active tectonic framework of Van city and its surroundings. Field-based studies have been done just after the Tabanlı-Van earthquake, and then geometry and type of observed deformational structures were incorporated and interpreted with the results of previous active tectonic studies in the region. These structures can, based on seismic geomorphological indicators, be grouped into two main topics: (1) seismotectonic landforms related to tectonic stress, and (2) seismogravitational landforms related to seismic shaking and earth's gravity.*

*Seismotectonic landforms are common within 10-km-long deformation zone located between Van Lake and Erçek Lake. These structures, such as N50-70° elongated syncline and anticline structures, are more pronounced in the area between Bardağcı and Topaktaş villages. Seismogravitational landforms are common in water-saturated sediments of Lake Van, particularly along its eastern margin; they are mostly liquefaction-induced features and are expressed in the form of lateral spreading, mass action and settlement structures. Reverse fault planes are also common and deform mostly upper Pliocene-Pleistocene sediments; they are north-dipping (45-50°) reverse faults with sinistral strike-slip components and strike N50-70°E direction in average. Similar active faults were also mapped (Özkaymak 2003) in three locations in the north of Van city center: north of Beyüzümü village, near the main gate of the Yüzüncü Yıl University Zeve Campus and southern part of the Aşit village. Evaluation of previously mapped fault segments and recent observations in the deformation zone are consistent with an approximately 10-km- wide active thrust fault zone that comprises, at least, five N50-70°E striking and north-dipping (ca. 47°) fault segments. Kinematics of these faults is consistent with fault plane solutions of 23 October, 2011 Tabanlı-Van earthquake. We suggest that newly formed and/or reactivated fault segments in this fault zone were the source of the 23 October, 2011 Tabanlı-Van earthquake. The absence of surface rupture(s) is attributed to a blind thrust.*

*According to geological mapping and kinematic analyses, the active tectonics of the region is the manifestation of, in addition to ENE-WSW-striking thrust faulting, NNW-SSE-directed compression as expressed by NE-SW-trending sinistral strike-slip faulting, NW-SE-trending dextral strike-slip faulting and N-S-trending normal faulting.*

**Keywords:** Active tectonics, blind thrust, East Anatolia, seismic geomorphology, Tabanlı-Van earthquake

## KUZEY ANADOLU FAYI-KARLIOVA BULUŞMA NOKTASI İLE ŞEMDİNLİ FAYI ARASINDAKİ SİÇRAMA ALANINDA VAN DEPREMİNİN YERİ

**Doğan Perinçek**

*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fak.*

*Jeoloji Müh. Bölümü, 17020 Çanakkale*

*(perincek@yahoo.com)*

### ÖZ

Karlıova buluşma noktasından güneydoğu yönünde Kuzey Anadolu Fayı devamlılığını yitirmektedir. Yüksekova – Şemdinli dolaylarında yazar tarafından 1980’li yıllarda Şemdinli Fayı adında sağ yönlü doğrultu atımlı bir diri fay haritalanmıştır. Bu fay İran’daki bölgesel faya bağlanmaktadır. İran’daki bu fay zonunun ilk fayı ise sağ yanal atımlı Piranşar Fayı’dır.

Van depreminin olduğu alan, Karlıova yakınında belirsizleşen Kuzey Anadolu Fayı ile Şemdinli-Piranşar faylarının arasında yer almaktadır. Yazar yüzlerce kilometre boyundaki bu alanı sıçrama alanı olarak tanımlamaktadır. Sıçrama alanında çok sayıda farklı yönlerde fay bulunmaktadır. Yazarın da içinde olduğu ve Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı jeologlarınca haritalanıp adlanan KD-GB doğrultulu Başkale Fayı, Narlı Kozluk Fayı, D-B doğrultulu Çavuştepe-Gürpınar Fayı bu bölgedeki fayların bazılarıdır. Ayrıca İran sınırları içindeki KB-GD Salmas Fayı, yaklaşık D-B doğrultulu Kuzey Tebriz Fayı sıçrama alanındaki farklı doğrultularda oluşan faylardır. MTA Diri Fay Haritası’nda Van ili dolayında ve kuzeybatısında gösterilen farklı doğrultudaki fayların sıçrama alanının karakterini yansıttığı düşünülmektedir.

Gürpınar, Başkale ve Yüksekova dolayındaki Kuvaterner çökel havzaları sıçrama alanındaki çek-ayır alanlarında oluşmuş havzalardır. Bu havzalar normal faylarla sınırlıdır. Sıçrama alanında, bazıları yüzeye kadar ulaşmayan ters faylar yine sıçrama alanının karakteristik faylarıdır.

Van depreminden hemen sonra Hakkari-Yüksekova-Şemdinli dolayında olan depremler sıçrama alanındaki tektonik aktivite ile Şemdinli Fayı’nın ilişkisini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Şemdinli fayı, Piranşar fayı, Van depremi, KAF, sıçrama alanı, çek-ayır havza

## ***SITUATION OF VAN EARTHQUAKE WITHIN STEPPING AREA LOCATED BETWEEN NORTH ANATOLIAN FAULT-KARLIOVA JUNCTION AND ŞEMDİNLİ FAULT***

***Doğan Perinçek***

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering-Architecture  
Dep. of Geological Eng. 17020 Çanakkale  
(perincek@yahoo.com)*

### ***ABSTRACT***

*North Anatolian Fault loses the continuity from the Karlıova junction to the south-easterly direction. Active Şemdinli Fault mapped and named around Yüksekova - Şemdinli suburbs in the 1980s by the author as a right-lateral strike-slip fault. This fault is connected to Iran's regional fault. Piranşar Fault is one of right-lateral strike-slip fault of the regional fault of Iran.*

*Van earthquake is located between Karlıova junction and Şemdinli-Piranşar faults. North Anatolian Fault discontinues and indistinct after Karlıova to southeast. The area is hundreds of kilometers in length and identified as stepping area of the fault zones. There are a number of faults in different directions in the field of stepping area.*

*Turkish Oil Cooperation's geologist including author mapped and named NE-SW trending Başkale Fault and Kozluk-Narlı Fault, and E-W trending Çavuştepe-Gürpınar Fault some of them located in the stepping area. In addition, NW-SE Salmas Fault and approximately E-W trending North Tebriz Fault is also located within the stepping area and they are in diverse direction. Active fault map of the MTA shows several faults in different directions in northwest of Van and surrounding area. It is believed that distribution of those faults is structural characteristic of stepping area.*

*Quaternary sedimentary basins in Gürpınar, Başkale and Yüksekova area are located in stepping area and identified as pull-apart basin. This basin is bounded by normal faults. In addition to normal fault reverse fault also identified which is also typical feature of stepping area. Some of the reverse faults disappear near surface and becomes undetectable as expected.*

*Immediately after the earthquake in Van, several earthquake activities occurred in Hakkari, Yüksekova and Şemdinli region. This activity shows structural relationship between Van earthquake and Şemdinli Fault.*

***Keywords:*** *Şemdinli fault, Piranşar fault, Van earthquake, NAF, stepping area, pull a part basin.*



**AKTİF TEKTONİK VE DEPREMSELLİK**  
***ACTIVE TECTONICS AND SEISMICITY***

**Posterler/*Posters***

## İZMİR KÖRFEZİ'NİN GEÇ SENOZOYİK TEKTONİĞİ, BATI ANADOLU

**Bora Uzel<sup>1</sup> , Hasan Sözbilir<sup>1</sup> , Çağlar Özkaymak<sup>1</sup> ,  
Nuretdin Kaymakçı<sup>2</sup> , Cor Langerreis<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160-TR İzmir

<sup>2</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531-TR Ankara

<sup>3</sup> Utrecht Üniversitesi, Yer Bilimleri Bölümü, 3584-CD Utrecht, Hollanda  
(bora.uzel@deu.edu.tr)

### ÖZ

Ege Genişleme Sistemi içerisindeki grabenlerden biri olan Gediz Grabeni'nin batısında konumlanan İzmir Körfezi, son çalışmalarda İzmir-Balıkesir Transfer Zonu olarak tanımlanan ve sismik açıdan oldukça aktif bir alan içerisinde yer alır. Morfolojik açıdan L-şekilli olan körfez; (1) kuzeyde Yamanlar ve güneyde Seferihisar yükseltileriyle sınırlı, yaklaşık 60 km uzunluğundaki, L-seklinin tabanını oluşturan "İç Körfez" ile; (2) kuzeydoğuda Yamanlar ve Foça yükseltileri ile güneybatıda Karaburun yarımadası ile sınırlı olan, yaklaşık 90 km uzunluğundaki, L-şeklinin kolunu oluşturan "Dış Körfez" olmak üzere iki ana çöküntüden oluşur. D-B uzanımlı olan İç Körfez'in aksine, Dış Körfez KB-GD gidişlidir. Bu çalışmada günümüzde de oluşumu devam eden İzmir Körfezi çevresinde gelişmiş olan Miyosen sonrası döneme ait tektonik yapılar tanıtılacaktır.

İzmir Körfezi çevresinde yüzlek veren Miyosen-Kuvaterner yaşlı kaya birimlerinin 1/25000 ölçekli haritalama çalışmaları sonucu elde edilen yeni yapısal veri ve saha gözlemleri, doğrultu atımlı faylanma tektoniğinin Ege Genişleme Sistemi içerisindeki varlığını ve önemini ortaya koymaktadır. Bu çalışma kapsamında Körfez çevresinde üç anahtar alan seçilerek, bölgede yüzlek veren Miyosen ve sonrası kaya birimleri haritalanmış, bunları deforme eden yapısal elemanlar tanımlanmıştır.

Bu alanlar: (1) İzmir Dış Körfezi'nin GB sınırını oluşturan Karaburun Yarımadasının en kuzeyinde yer alan "Karaburun alanı"; (2) İzmir Körfezi'nin kuzeyindeki Yamanlar yükseltisinin batı sınırını oluşturan "Menemen alanı"; ve (3) Yamanlar yükseltisi ile Nifdağı yükseltisi arasında kalan "Yaka alanı" dır. Bu çalışmaya göre, İzmir Körfezi ve çevresi Miyosen'de KD uzanımlı kalk-alkalinden alkaline değişen bir volkanizmanın geliştiği su seviyesinin üstündeki gölsel bir çökelim alanıydı. Bölge Orta Pliyosen boyunca Miyosen volkano-sedimanter istif deforme eden normal ve doğrultu atımlı faylanmaların baskın olduğu bir tektonizmaya maruz kalmıştır. Üst Pliyosen'den günümüze kadar bölge İzmir Körfezi'ni oluşturacak biçimde Ege Denizi'nin sularının etkisinde oluşumunu devam ettirmektedir. Bu sunumda İzmir Körfezi'nin bazı sınır faylarının deformasyon özellikleri tanımlanacak ve fay zonları boyunca elde edilen kinematik veriler ışığında körfezin Geç Senozoyik yapısal evrimi tartışılacaktır. Bu çalışma TUB/109Y044 nolu Tübitak Projesi kapsamında hazırlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğrultu atımlı ve normal faylanma, yapısal analiz, Geç Senozoyik, İzmir Körfezi, Ege Genişleme Sistemi.



## LATE CENOZOIC TECTONICS OF İZMİR BAY, WEST ANATOLIA

**Bora Uzel<sup>1</sup>, Hasan Sözbilir<sup>1</sup>, Çağlar Özkaymak<sup>1</sup>,  
Nuretdin Kaymakçı<sup>2</sup>, Cor Langereris<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül University, Department of Geological Engineering, 35160-TR İzmir, Turkey

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

<sup>3</sup> Utrecht University, Department of Earth Sciences, 3584-CD Utrecht, The Netherlands  
(bora.uzel@deu.edu.tr)

### ABSTRACT

The İzmir Bay, which is located at the western part of Gediz graben in the Aegean Extensional System, is formed in a seismically active zone of weakness defined as the İzmir-Balıkesir Transfer Zone. The morphologically L-shaped bay is made up of two distinct and differently oriented depressions: (1) E–W-trending “inner bay” -forming the leg of the L-shaped depression and approximately 60 km long- lying between Yamanlar High to the north and Seferihisar high to the south, (2) NW–SE-trending “outer bay”-forming the arm of the L-shaped depression and approximately 90 km long- lying between Yamanlar High to the northeast and Karaburun peninsula to the southwest. Here, we will present Post-Miocene tectonic structures around the actively growing İzmir Bay.

Field observations and structural evidence obtained from 1:25.000 scale geological mapping of Miocene–Quaternary rock units exposed onshore of İzmir Bay show the validity and importance of strike-slip faulting in the Aegean extensional system. In this context, three key areas were selected for mapping have Miocene and younger rock units and for the establishment of the structural elements that deformed these units.

The investigated areas are: (1) Karaburun area located in northern part of the Karaburun Peninsula, (2) Menemen area located in the western part of Yamanlar High, (3) Yaka area located between Yamanlar High and Nifdağı High. This study reveals that the İzmir Bay region was above sea level and the site of lacustrine environment associated with NE-SW trending calc-alkaline to alkaline volcanism during the early to late Miocene. During the middle Pliocene the area underwent normal- to strike-slip dominated tectonics that deformed the Miocene volcano-sedimentary lacustrine basin units. From the late Pliocene to recent time, the modern coastal area of İzmir was concealed beneath the waters of the Aegean Sea by the creation of İzmir Bay. In this presentation, late Cenozoic structural evolution of İzmir Bay will discuss in the light of the kinematic data we obtained from boundary faults of the İzmir Bay. This study is presented in the context of Tübitak Project-TUB/109Y044.

**Keywords:** strike-slip and normal faulting, structural analysis, Late Cenozoic, İzmir Bay, Aegean Extensional System.

## PRENS ADALARI'NIN (İSTANBUL) JEOLJİSİ VE OLASI İSTANBUL DEPREMİ SENARYOLARINDA ŞİDDET MODELLEMESİ

**Hatice Esra Yılmaz, H. Serdar Akyüz, Cengiz Zabcı**

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
34469 Maslak, İstanbul  
(haticeesra@gmail.com)*

### ÖZ

Depremlerde meydana gelen hasarı belirleyen başlıca faktörler zemin parametreleri ve yapı kalitesidir. Kuzey Anadolu Fayı'nın, Marmara Denizi altında devam eden ve sismik boşluk olarak nitelenen kesiminin kırılması durumunda meydana gelecek hasarın öngörülmesi, can ve mal kaybının azaltılması açısından büyük önem taşır. Bu nedenlerle pilot alanlarda gerekli zemin parametreleri ve yapı stoku niteliğini belirlemeye yönelik çalışmalarını yaygınlaştırılarak yapılması gerekir. Bu temelde, olası bir İstanbul depreminde, Prens Adaları'nda zemine ve kaynak faya uzaklığa bağlı şiddet dağılımının nasıl olacağını belirlemek için Büyükada'nın jeoloji haritası güncellenmiş, önceki çalışmalardan diğer Prens Adaları'nın haritaları derlenmiş ve farklı fay kesimlerinin kırıldığı farklı senaryolara dayanan Coğrafi Bilgi Sistemi temelli bir model üretilmiştir.

Büyükada'da İstanbul Paleozoik istifinin pek çok birimi yer alır. Bu istif Geç Kretase yaşlı bir magmatik sokulum ile kesilmiştir. Morfolojinin düşük olduğu bazı kıyı zonlarında ise güncel kıyı-plaj çökelleri birikmiştir. Ordovisiyen yaşlı Kurtköy ve Aydos Formasyonu kendi içinde uyumludur ve Aydos ile tektonik dokanaklı Gözdağ Formasyonu ile birlikte allokton bir kütle özelliğindedir. Bu kayalar, Devonyen-Karbonifer yaşlı Dolayoba, Kartal, Tuzla ve Baltalimanı formasyonlarını bir bindirme ile üzerler. Eski kayalardan alınan ölçümler ve bunların analizleri allokton olan Kurtköy ve Aydos formasyonlarının bindirme öncesinde bir deformasyona maruz kaldığını gösterir. Güncel ve gevşek tutturulmuş çökellerinde gözlemlendiği Prens Adaları'nda, diğer birimlerle birlikte bu çökellerin deprem sırasındaki davranışları incelenmeye çalışılmıştır. Buna bağlı olarak kuvvetli yer hareketinin genliğinin bir parametresi olan maksimum yer ivmesini hesaplamak için bazı ampirik bağıntılar kullanılmış, elde edilen sonuçlarının mekansal dağılımı ArcGIS yazılımı kullanılarak ortaya konmuştur. Marmara Denizi'nde KAF'ı oluşturan segmentlerin tekil veya hepsinin kırılma olasılığına göre fay uzunluğu-büyüklik ilişkisinden yararlanılarak Moment Büyüklük ( $M_w$ ) değerleri hesaplanmıştır. Değişen  $M_w$  parametresi, maksimum yer ivmesinin değerlerini doğrudan değiştirmektedir. Bu çalışma sonunda Prens Adaları için kırılacak fay/fayların uzunluklara göre değişen farklı şiddet modelleri ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** İstanbul, deprem

## **THE GEOLOGY OF PRINCES' ISLANDS (İSTANBUL) AND INTENSITY MODELLING OF PROBABLE İSTANBUL EARTHQUAKE SCENARIOS**

**Hatice Esra Yılmaz, H. Serdar Akyüz, Cengiz Zabcı**  
İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü  
34469 Maslak, İstanbul  
(haticesra@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Soil parameters and construction quality are major factors, which together determine the damage distribution. The damage prediction of probable İstanbul Earthquake, which is thought to happen by rupturing of the North Anatolian Fault under the Sea of Marmara, has great importance in terms of reducing the loss of life and property. For these reasons determination of the structure stock and essential soil parameters for the pilot areas need to be done in great extent. On this basis, we updated the geological map of Büyükkada and we compiled previous studies for other Prince's Islands. We developed a GIS based intensity modeling, which depends on soil parameters and distance to the source fault.*

*Many units of the İstanbul Paleozoic Zone have been observed at Princes' Islands. These units are cut by a Late Cretaceous aged igneous intrusion. The current coastal – beach sediments were deposited in some of the coastal zones, where the local relief is relatively low. Ordovician aged Kurtköy and Aydos formations are stratigraphically conformable with each other. Silurian aged Gözdağ formation has a tectonic contact with Aydos Formation. These three formations constitute allochthonous unit and are thrust over Kartal, Tuzla and Baltalimanı formations, which are Devonian to Early Carboniferous age. We observed an additional deformation phase which happened before thrusting of Kurtköy and Aydos formations. We also concentrated to map unconsolidated sediments, which have great potential to increase the amplitude of shaking during the probable İstanbul Earthquake. We used empirical equations in ArcGIS software to calculate the peak ground acceleration as a parameter of strong ground motion. The fault length-magnitude relation is used to calculate Moment Magnitude ( $M_w$ ) by assumption of different rupturing patterns of the NAF segments in the Sea of Marmara. Different  $M_w$  values directly effects the calculation of the maximum ground acceleration. Finally, we present different intensity models for the Princes' Islands.*

**Keywords:** İstanbul, earthquake

## SPILDAĞI YÜKSELİMİNİN TEKTONİK JEOMORFOLOJİSİ VE AKTİF TEKTONİĞİ, BATI ANADOLU

**Çağlar Özkaymak, Hasan Sözbilir**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Tınaztepe Kampüsü, Buca, TR-35160 İzmir  
(caglar.ozkaymak@deu.edu.tr)*

### ÖZ

Spildağı yükseltisi, Batı Anadolu'daki D-B-uzanımlı normal fay sistemlerinden birisi olan Manisa Fay Zonu'nun (MFZ) taban bloğunu temsil eder ve geç Miyosen zamanından sonra yaklaşık 1500 m yükseltilmiştir. Taban bloğun morfolojik özellikleri ve üzerinde yer alan havzaların drenaj modelleri, bölgede KD-GB uzanımlı doğrultu atımlı ve D-B/KB-GD uzanımlı normal faylanmaların varlığına işaret eder. MFZ, fay geometrisi, fay segment karakteristiği ve aksel nehir profili, drenaj havzası geometrisi, üçgen façeta, dağ önü çizgiselliği modeli gibi her bölümün evrimi üzerindeki aktif tektonik etkileri açıklayan morfometrik ölçümlere göre batı, orta ve doğu bölümlere ayrılabilir. MFZ boyunca ortalama dağ önü sinüslüğü ( $S_{mf}$ ) değerleri 1.12 ile 1.13 aralığında değişmektedir. Spildağı yükseltisinin dağ önü boyunca ölçülen vadi tabanı genişliği-vadi yüksekliği oranı ( $V_p$ ) değerleri 0.033 ve 0.947 aralığındadır. Yükseklikleri 25 ile 1060 metre, eğimleri 5.77 ile 40.21 arasında değişen 29 adet üçgen façeta analiz edilmiştir. Bütün bölümlerdeki hipsometrik eğriler çoğunlukla düz ve konkav şekiller sergilerler, bunların hipsometrik integral (HI) değerleri 0.19 ile 0.72 arasında değişir. Dağ önü çizgiselliği ( $S_{mf}$ ), vadi tabanı genişliği-vadi yüksekliği oranı ( $V_p$ ), üçgen façeta verileri ve hipsometrik eğriler (alan-yükseklik ilişkileri), analiz edilen normal fay segmentlerinin çizgisel ve yüksek derecede aktif olduğuna işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Aktif tektonik, Batı Anadolu, Manisa zay zonu, morfometri, tektonik jeomorfoloji

## **TECTONIC GEOMORPHOLOGY AND ACTIVE TECTONICS OF THE SPILDAĞI HIGH RANGES, WESTERN ANATOLIA**

**Çağlar Özkaymak, Hasan Sözbilir**

*Dokuz Eylül University, Engineering Faculty, Department of Geological Engineering,  
Tınaztepe Campus, Buca, TR-35160 İzmir  
(caglar.ozkaymak@deu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*The Spildağı High ranges represent the footwall block of the Manisa Fault Zone (MFZ), which is one of the E–W-trending normal fault systems in western Anatolia and have been uplifted by approximately 1500 m in the period after the late Miocene. The morphological properties of the footwall block and drainage patterns of the basins therein indicate NE-trending strike-slip and E–W/NW-trending normal faulting in the region. The MFZ can be subdivided in a western, central, and eastern sector according to fault geometry, fault segment characteristics and morphometric measures such as axial river profiles, drainage basin geometry, triangular facets, and mountain front lineament patterns, documenting the impact of active tectonics on the landscape evolution of each sector. Mountain-front sinuosities ( $S_m$ ) mean values along the MFZ range from 1.12 to 1.13. Valley floor width to valley height ratios ( $V_f$ ) values along the Spildağı high range mountain front between 0.033 and 0.947. Over a range of 29 triangular facets analyzed, their heights vary from 25 to 1060 m and slopes vary from 5.77° to 40.21°. Hypsometric curves for all sectors slope exhibit, mostly straight or concave shapes with the corresponding integral values (HI) range from 0.19 to .72. Geomorphic indices of the mountain front sinuosity ( $S_m$ ), valley floor width-to-height ratio ( $V_f$ ), triangular facet data and hypsometric curves (area-altitude relations) suggest that the analyzed normal fault segments are linear and highly active.*

**Keywords:** *Tectonic geomorphology, active tectonics, morphometry, Manisa fault zone, Western Anatolia*

## 23 EKİM 2011 ( $M_w$ 7,1) VAN DEPREMİNİN KALİBRE EDİLMİŞ YENİ KONUMU, ARTÇI ŞOKLARI VE DAHA ÖNCEKİ DEPREMSELLİĞİ

Eric A. Bergman<sup>1</sup>, Niyazi Türkelli<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Global Seismological Services, 1900 19th St., Golden, Colorado 80401, USA

<sup>2</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Anabilim Dalı, 34684 Çengelköy, İstanbul  
(turkelli@boun.edu.tr)

### ÖZ

Bu çalışmada, “Çoklu depremlerin yeniden konumlandırılması (specialize multiple event relocation)” yöntemi kullanılarak, 23 Ekim 2011 Van ( $M_w=7.2$ ) depreminin ana şokunun ve büyük artçı şoklarının konumları yeniden hesaplanmıştır. Bu yöntem, tüm içmerkez parametrelerinin kalibre edilmiş (sapmadan arındırılmış, bias-free) tahminlerini vermektedir. “Çoklu depremlerin konumlarının yeniden hesaplanması” yöntemiyle yapılan analizle; göreceli lokasyonlardaki hata miktarları azaltılmakta ve sadece, yakın dışmerkez uzaklığındaki ( $\Delta < 120$  km) istasyonlarda okunan varış zamanları kullanılarak mutlak lokasyon, oluş zamanı ve derinlik değerlerinin kalibrasyonu yapılmaktadır. Gözlemsel okuma hataları varış zamanlarından saptanarak; veri topluluğuna aykırı okumaların tanımlanması, elimine edilmesi ve aynı zamanda lokasyon ters çözümünün ağırlık katsayısının tanımı için kullanılmıştır. Bundan dolayı lokasyon parametrelerinde hesaplanan belirsizlikler gerçekçidir. Van dizinimindeki herbir dışmerkezin lokasyonundaki belirsizlik %90 güvenilirlikle 2-5 km aralığındadır. Bu bütün olarak kümelenmenin lokasyonu için yapılan kalibrasyonun belirsizliğini de (~1.9 km) içermektedir. Van depremlerinin mevcut dizinimi, temel olarak bölgesel ve telesmik okumalara dayandırılarak yapıldığından, tekil lokasyonları 25 km kadar hatalıdır ve güneydoğu yönünde sapma olduğu dair güçlü bir kanı vardır. Ana şokun NEIC (National Earthquake Information Center) tarafından hesaplanan konumunun, kalibre edilmiş konumundan 14 km daha güneydoğuda olduğunu belirtmekte yarar vardır. Okumaların yapıldığı sismik istasyonlar ağırlıklı olarak kaynak bölgesinin kuzeybatısında (Avrupa’da) toplanmıştır ve bu istasyon dağılımıyla evrişmiş, küresel deprem konum hesaplanmasında kullanılan 1-boyutlu ortalama sismik hız modelleri ise dünyanın gerçek sismik hız yapısından farklıdır. Bu farklılık bu tür hatalara neden olmaktadır. Bir günlük ilk artçı şoklar, merkezi Van’ın 20-25 km NNW daki Alayköy’de olan, yaklaşık 30 km uzunluğunda ve NE-SW doğrultusundaki bir kırığı tanımlar. Ana şokun kaynak mekanizması, düğüm düzlemleri doğu-kuzeydoğu doğrultusundaki olan ve değişen miktarlarda yanal hareket içeren bir ters faylanmadır. Dışmerkez ve derinlik dağılımlarının şekli, kuzeybatı yönünde dalan düğüm düzlemi üzerinde yanal atımlı odak mekanizması olan bir kırılmayı desteklemektedir. Ana şok bu zonun NE ucundadır. 23 Ekim 2011 depremiyle ilişkilendirilen 13-30 km derinlik aralığındaki içmerkez dağılımlarının ortalama derinliği 24 km civarındadır. Depremlerin yerlerinin yeniden belirlenmesi işlemi, bize, bölgede daha önceden mevcut depremselliğin lokasyonlarını kalibre etme olanağını vermektedir. Depremlerin yerlerini yeniden belirleme işlemine, 1964 yılından bu yana bölgede meydana gelmiş önemli depremleri de kattığımızda depremselliğin büyük ölçüde Ekim 2011 dizilimiyle aktif gözükten aynı fay üzerinde meydana geldiğini ortaya çıkarmış bulunuyoruz.

**Anahtar Kelimeler:** 23 Ekim 2011 Van depremi, artçı şoklar, depremsellik, kalibrasyon, yeniden konumlandırma

## **CALIBRATED RELOCATION OF THE OCTOBER 23, 2011 ( $M_w$ 7.1) VAN EARTHQUAKE, AFTERSHOCKS AND PRIOR SEISMICITY**

**Eric A. Bergman<sup>1</sup>, Niyazi Türkelli<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Global Seismological Services, 1900 19th St., Golden, Colorado 80401, USA

<sup>2</sup> Bogazici University, Kandilli Observatary and Earthquake Research Institute,  
Department of Geophysics, 34684 Cengelkoy, Istanbul  
(turkelli@boun.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*We have determined improved locations for the October 23, 2011 Van, Turkey ( $M_w$  7.1) earthquake and larger aftershocks, using a specialized multiple event relocation methodology that provides calibrated (bias-free) estimates of all hypocentral parameters. Errors in relative location are reduced by the multiple event relocation analysis and the calibration for absolute location, origin time, and depth is performed using only arrival time readings at short epicentral distance (less than about 120 km). Empirical reading errors are estimated from the arrival time data itself and they are used to identify and remove outlier readings and also to weight the location inversion, so that calculated uncertainties in location parameters are realistic. Uncertainties for individual epicenters of the Van sequence are mostly in the range from 2 to 5 km at the 90% confidence level, which includes the uncertainty (~1.9 km) of the calibration for the location of the cluster as a whole. Single event locations for events in this sequence, based mainly on regional and teleseismic readings, are mislocated by as much as 25 km, and with a strong tendency to be biased toward the southeast. In particular, the NEIC location for the mainshock was 14 km southeast of the calibrated location. This effect is caused by the departure of the true Earth velocity structure from the average 1-D models used in global earthquake location, convolved with a heavy concentration of reporting seismic stations to the northwest (i.e., Europe) of the source region. The early aftershocks (within one day) define a rupture zone ~30 km in length, oriented NE-SW, centered very close to the village of Alakoy, about 20-25 km NNW of Van. Focal mechanisms for the mainshock all feature reverse faulting on nodal planes oriented from east to northeast, with varying amounts of strike-slip motion. The pattern of epicenters and depths supports a rupture model with slip on the northwest-dipping nodal plane of such focal mechanisms. The mainshock epicenter is at the NE edge of this zone. The average depth of the seismicity associated with the October 23, 2011 event is about 24 km, with a range of 13-30 km. The relocation process also permits us to calibrate the locations of prior seismicity in the region. We have included all significant events since 1964 in the relocation and found that a surprising amount of the prior seismicity occurred in the same fault zones that were active in the October 2011 sequence.*

**Keywords:** Aftershocks, calibration, relocation, seismicity, Van earthquake of October 2011

# ÇOK KANALLI SİSMİK VE CHIRP VERİSİ YARDIMIYLA SİĞACIK VE KUŞADASI KÖRFEZLERİNİN (BATI ANADOLU) DENİZALTI AKTİF TEKTONİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

**Savaş Gürçay<sup>1</sup>, Günay Çifçi<sup>1</sup>, Derman Dondurur<sup>1</sup>,  
Seda Okay<sup>1</sup>, Hasan Sözbilir<sup>2</sup>, Seislab Ekibi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü  
Bakü Bulvarı No:100 35340 İnciraltı, İzmir

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe  
Kampüsü 35160 Buca, İzmir  
(savas.gurcay@deu.edu.tr)

## ÖZ

Bu çalışma, Sığacık Körfezi (Batı Anadolu) ve çevresinde gerçekleştirilen yüksek çözünürlüklü sismik yansıma araştırmasının ilksel sonuçlarını içermektedir. 2005 yılının Ağustos ayında ve 2008 yılının Mart ayında, Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü'nün araştırma gemisi olan K. Piri Reis gemisiyle, Sığacık Körfezi ve Kuşadası Körfezi'nde, yaklaşık 1300km'lik çok kanallı sismik yansıma ve daha yüksek çözünürlüğe sahip mühendislik sismiği (CHIRP) verisi toplanmıştır. Ağustos 2005'te gerçekleştirilen birinci çalışmadan yaklaşık iki ay sonra, 17 Ekim 2005, aynı bölgede bir deprem dizisi meydana gelmiştir. Episantr noktaları çalışma alanına çok yakın olan bu deprem dizilerinin oluşumundan sonra, 2008 yılında ikinci çalışma gerçekleştirilmiştir.

Çok kanallı sismik kesitler incelendiğinde iki ana sismik birim ayırt edilmektedir. Bunlardan birincisi temel kaya birimlerinden oluşan alt birim, ikincisi ise, temel kaya birimi üzerine çökelmiş olan üst birimdir. Sismik kesitlerden ayrıca, çalışma alanında, içinde Tuzla Fayı'nın da olduğu çok sayıda aktif fayın bulunduğu anlaşılmaktadır. Çok kanallı sismik kesitler incelendiğinde çalışma alanının Sığacık ve Kuşadası olmak üzere iki belirgin deniz altı havzasından oluştuğu görülmektedir. Bunlardan Sığacık Havzası, genelde doğrultu atımlı faylarla deforme edilmiştir. Bunun yanında, Kuşadası Havzası'nda ise normal faylar etkin olarak gözlenmektedir. Çok kanallı sismik yansıma verisiyle karşılaştırıldığında, daha yüksek çözünürlüğe ve daha az girişime sahip olan mühendislik sismiği verileri (CHIRP) sayesinde ortamdaki aktif faylar daha net ayırt edilmektedir. Sonuç olarak, bu çalışmadan elde edilen ve işlenen veriler ışığında, çalışma alanındaki aktif faylar, bu fayların karadaki faylarla ve bölgede meydana gelen depremlerle olan ilişkileri incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çok kanallı sismik yansıma, CHIRP verisi, deprem dizileri, Sığacık ve Kuşadası Körfezleri, aktif faylar



## **INVESTIGATION OF ACTIVE TECTONICS OF SIĞACIK AND KUŞADASI GULFS (WESTERN ANATOLIA) BY USING MULTI-CHANNEL SEISMIC AND CHIRP DATA**

**Savaş Gürçay<sup>1</sup>, Günay Çifçi<sup>1</sup>, Derman Dondurur<sup>1</sup>,  
Seda Okay<sup>1</sup>, Hasan Sözbilir<sup>2</sup> Seislab Team<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül University Institute of Marine Sciences and Technology  
Bakü Bulvarı No:100 35340 İnciraltı, İzmir, Turkey

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe  
Kampüsü 35160 Buca, İzmir, Turkey  
(savas.gurcay@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*This study consists of the preliminary results of the high resolution seismic survey in Sigacik Gulf (West Anatolia) and surrounding areas. The multi-channel seismic reflection and CHIRP data were carried out onboard K. Piri Reis, research vessel of Dokuz Eylül University (Izmir-TURKEY), in Siğacık Gulf and Kuşadası Gulf (West Anatolia) in August-2005 and in March-2008. Approximately 1300km data were acquired along the seismic lines. On 17 October 2005, a series of earthquakes occurred in the same area about two months after the first cruise. The epicenters of the earthquake series are very close to our seismic profiles. Second cruise is realized in 2008, after this earthquake series.*

*Two main seismic units, lower unit and upper unit, can easily be determined on multi channel seismic sections. It is also observed on seismic sections that there are many active faults including Tuzla Fault. Two main submarine basins can be determined from multi-channel seismic sections, Siğacık Basin and Kuşadası Basin. Siğacık Basin is deformed generally by strike slip faults. On the other hand, normal faults are dominant in Kuşadası Basin. The CHIRP data which have higher resolution and lower penetration than multi-channel seismic data allow being distinguished of the active faults. In the view of the processed data, the active faults, their continuation on land and the relationship with the earthquakes happened in the surrounding area were investigated.*

**Keywords:** Multi-channel seismic reflection, CHIRP data, earthquake series, Siğacık and Kuşadası Gulfs, active faults

## AFYON DENİZLİ UŞAK MANİSA (ADUM) YAPISAL BLOĞU

**Dursun Acar**

*EMCOL Araştırma Merkezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, İstanbul,  
(dursunacaracar@hotmail.com)*

### ÖZ

Bu çalışmada Ege Bölgesi'nin tektonik yapısında önemli yer tutan Afyon, Denizli, Uşak, Manisa il sınırları arasında kalan bölgenin, çevresindeki yapısal jeolojik ortamlarla olan ilişkileri belirtilerek farklı tektonik özellikleri ortaya konmuştur. ADUM yapısal bloğu olarak adlandırılma yapılmasının nedeni ise kendi sınırları içinde ortak yapısal özellikler göstermesi ve belirli dinamik hareketler içeren tektonik sınırları olduğu düşüncesidir. Bölgenin serbest yapısal blok davranışı gösterdiği var olan verilerle ortaya konmuştur.

Bölge bilinen güneybatı hareketli helenik yitim zonuna ilerleyen ve genel olarak ters saat yönlü kıtasal hareketli genişleme rejiminde kabul edilen Ege Bölgesi içerisinde bulunmaktadır. Bu yazıda belirtmek istenen en önemli özellik serbest yapısal bloğun saat yönündeki hareketidir, bu durum Ege Bölgesi'ne göre göreceli olarak ortaya çıkmaktadır. Saat yönünde hareket eden ADUM yapısal bloğu, kendi güneydoğu kesiminde ters saat yönünde hareket eden Isparta Büklümü ile uyumlu bir dayanak bölgesi oluşturup kapı menteşesinin bir diğer plakası gibi açılmal hareket sürdürmektedir. Bölge kuzeybatıdan gerilmeli tektoniğin etkisinde gelişen miyosen yaşlı Tire-Gördes Fay Zonu'yla sınırlıdır. Bu fay zonu 15 milyon yılda yakın bir süredir çevresel rejim değişse de aynı bölgede aktif olmaya devam etmektedir. ADUM kuzeydoğuda Gediz Grabeni'yle ve güneybatıda Menderes graben sistemlerinin tektonik sınırlarıyla çevrilidir. Uydu GPS hareket vektörleri incelendiğinde bölgenin tüm vektörel yönelimleri açılmal hareketine uydurulduğunda birbirine paralel ve çevre ile karşılaştırıldığında ise farklılığı belirginleşmektedir.

Depremsellik açısından incelendiğinde ise tüm sınırlarını takiben aralıksız bir tektonik aktivite mevcuttur. Ayrıca bloğun saat yönündeki göreceli hareketini destekleyen en önemli veri ise BKB-DGD sağ yanal atım içeren Simav Fayı'dır ki bu fay, saat tersi yönünde hareket eden Ege Bölgesi ile uyumlu olma durumunda sol yanal çalışmalıydı.

**Anahtar Kelimeler:** ADUM, GPS, saat yönünde hareket, yapısal blok

## **STRUCTURAL BLOCK OF (ADUM) AFYON DENİZLİ UŞAK MANİSA**

**Dursun Acar**

EMCOL Research Center, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, İstanbul,  
(dursunacaracar@hotmail.com)

### **ABSTRACT**

*In this study, between the borders of the provinces of Afyon, Denizli, Uşak, Manisa in tectonic structure of Aegean region defined with considered tectonic relationships to its surroundings. ADUM structural block is called because the common structural features within its own borders is same and the existing data enough for support this idea.*

*Structure located with in the which area has counterclockwise rotation in expanding regime 'Aegean region' with wellknown southwest direction to Hellenic Arc. Important point is clockwise rotation of free structural block. This event is relatively evident to Aegean Region's counterclockwise rotation. Its supported by another block 'Isparta Angle' is where the place of ADUM's clockwise rotation taken zero value and this combined dynamic structure is similar to opening door hinge's accorded plates. Emerged by stress zone belong to compressional regime in Early Miocene Tire-Gördes still active fault zone was encircled to block from NW. Fault has been continue to working in the structural system since Miocene on the same area with changed different tectonic regimes. ADUM encircled by Tectonic borders from NE with Gediz graben and from SW Menderes graben. All the angular orientation of the movement vector of the region examined, the GPS motion vectors parallel to each other and the environment compared with the obvious difference.*

*in terms of the seismicity, continuous tectonic activity are exist like uninterrupted linear trace on borders. In addition, the relative movement of block is clockwise direction of the most important data supporting the WNW-ESE right-lateral slip Simav fault (WNW-ESE) . This is a good reason for answering the question ; why not the block rotating counterclockwise? If so, then Simav fault must be has left-lateral slip component for accord to Aegean counterclockwise rotation.*

**Keywords:** ADUM, GPS, counterclockwise rotation, structural block

## PRENS ADALARI'NDA (İSTANBUL) GÖZLENEN TEKTONİK YAPILAR VE KUZEY ANADOLU FAY ZONU (KAFZ)

**Duygu İşbil, M. Alper Şengül, Hayrettin Koral**

*İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar, İstanbul  
(duygu\_isbil@hotmail.com)*

### ÖZ

Prens Adaları, İstanbul'un Anadolu yakasında anakaraya yaklaşık 4 km mesafede bulunan, dördü büyük olmak üzere toplam dokuz adadan oluşmaktadır. Adalarda yüzlek veren birimler ise genelde İstanbul Paleozoyik istifine ait, çoğunlukla Alt-Orta Ordovisiyene yaşlı kırıntılılar ve Devoniyen-Karbonifer yaşlı denizel birimlerdir. Burgazada ve Heybeliada'da ise yoğunca asidik-ortaç bileşimli, porfirik dokulu volkanik birimler hakimdir. İstanbul Paleozoyik istifinde çoğunlukla dayklar şeklinde gözlenen bu volkanik birimler Üst Kretase de gelişen volkanizmanın ürünü kabul edilmiştir.

İstanbul Paleozoyik istifinin genelinde gözlenen karmaşıklık Adalar'da da kendini göstermektedir. Bu bölgede de istif düzenli bir şekilde devam etmeyip birçok yapısal unsurla şekillenmiştir. Gerek birimlerin uzun tektonik geçmişi gerekse Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kuzey koluna ait Adalar Fayı'na yaklaşık 6 km mesafede bulunması sebebiyle birimlerde istisnel yerleşimin dışında yoğun deformasyon yapıları gözlenmektedir. Adalar'da genel olarak güneydeki sistemle ilintili olan fayların varlığına rastlamak mümkündür. Bu fayları örten yamaç molozu çökelleri fayların yakın geçmiştaki aktifliğine işaret etmektedir.

Bu çalışma kapsamında, Adalar'da gözlenen birimlerdeki yapısal özellikler ölçülmüş, görece genç olanlar ayırtlanmaya çalışılmıştır. Görece genç olan volkanik birimlerde gözlenen kırıklar ile Paleozoyik yaşlı birimlerde gözlenenler karşılaştırılmıştır. Adalar'da gözlenen tektonik yapıların Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey zonu ile olan ilişkisi karşılaştırılmış ve doğrultu atımlı fay sistemlerinin etkisinin yanısıra, ağırlıklı olarak düşey bileşenin hakim olduğu gerilmenin etkin rol oynadığı saptanmıştır. Düşey bileşenin hakim olduğu fayların, morfolojinin son şeklini almasında ve hatta adaların oluşumunda daha etkin olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kırık sistemleri, Kuzey Anadolu Fay Zonu, Prens Adaları

## **TECTONIC STRUCTURES OF THE PRINCE ISLANDS (İSTANBUL) AND THE NORTH ANATOLIAN FAULT ZONE (NAFZ)**

**Duygu İşbil, M. Alper Şengül, Hayrettin Koral**

*Istanbul University, Faculty of Engineering, Department of  
Geological Engineering, Avcılar, İstanbul  
(duygu\_isbil@hotmail.com)*

### **ABSTRACT**

*The Prince Islands, located 4 km south of the Asian Peninsula of the Istanbul city, comprise a total of nine islands, four of which are larger. Units exposed in the islands are Lower-Middle Ordovician terrestrial and shallow marine clastics and Devonian-Carboniferous marine units. Often manifested as dikes in the Istanbul Paleozoic sequence, these volcanics are considered products of Upper Cretaceous volcanism.*

*Complex structure present in the Istanbul Paleozoic sequence is also manifested in the Prince Island. There, the sequence is not simple and uniform and is modified by many structural features. Both long tectonic history affected the sequence and close proximity of the Northern branch of the North Anatolian Fault Zone about 6 km, in the sequence besides depositional features intense deformational structures are observed. Individual faults associated with the fault system are present. Colluvial sediments covering these faults indicate their activity in the recent past.*

*During this study, structural features present in the islands are investigated and those that appear to be of the recent past are distinguished. Fracture systems in the volcanic units are compared with those in the Paleozoic units. Association of tectonic structures observed in the islands are evaluated with the North Anatolian Fault and besides influence of strike-slip fault systems, a stress regime of vertical tectonic is noted to be prominent. Faults dominated by vertical movement are considered to be effective in the formation of the recent morphology of the island.*

**Keywords:** *Fracture systems, North Anatolian Fault Zone, Prince Islands*

# KUZEY ANADOLU FAYI'NIN MARMARA İÇERİSİNDEKİ DEVAMININ VE ÇINARCİK BASENİ'NİN ÇOK KANALLI SİSMİK YANSIMA VERİLERİ İLE İNCELENMESİ

**Orhan Atgın<sup>1</sup>, Günay Çifçi<sup>1</sup>, Seda Okay<sup>1</sup>,  
Christopher C. Sorlien<sup>2</sup>, Hülya Kurt<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> DEÜ. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Müdürlüğü  
H. Aliyev Bakü Blv. No: 10 İnciraltı, İzmir

<sup>2</sup> Institute of Crustal Studies, University of California Santa Barbara,  
Santa Barbara, CA 93106, USA

<sup>3</sup> Maden Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 80626 Ayazağa, İstanbul  
(orhan\_atgin@windowslive.com)

## ÖZ

Bu çalışma, Marmara Denizi'nin batısında yer alan Çınarcık Çukuru'nu içine alan bölgede deniz jeofiziği yöntemlerinden biri olan çok kanallı sismik yansımaya verileri ve sismik hatlar ile korele edilmiş yüksek ayrımlı batimetri verilerine dayanmaktadır. Çalışmanın amacı, Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içerisindeki devamını incelemek, Anadolu Levhası'nın tektonik hareketine bağlı olarak baseni oluşturan sediment birikiminin yaptığı göçü araştırmak ve Kuzey Anadolu Fayı'nın sınırladığı basenin güneyinde bu faya ait başka bir kolun var olup olmadığını ortaya koymaktır.

Marmara Denizi için yapılan bu çalışmada 2008 yılında gerçekleştirilen TAMAM08 ve 2010 yılında gerçekleştirilen Pirmarmara seferlerinde R/V K. Piri Reis gemisi tarafından toplanan çok kanallı sismik yansımaya verileri ve Fransız deniz araştırma enstitüsü olan Ifremer kurumunun hazırladığı yüksek ayrımlı batimetri haritası kullanılmıştır. Çok kanallı sismik yansımaya verilerinin bir kısmı 240 bir kısmı da 96 kanallı olarak toplanmış ve veri işlem sonrası yorumlamaya hazır hale getirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda Çınarcık Baseni'nin kuzey sınırını oluşturan Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içerisindeki devamının sadece doğrultu atımlı bir fay olmadığı ayrıca düşey bir bileşene de sahip olan oblik bir fay olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada Çınarcık Baseni'nin Arabistan Levhası'nın Anadolu Levhası üzerinde yarattığı etkiden dolayı saat yönünün tersine ve batıya doğru bir açılım göstermesi sonucu farklı jeolojik birimlerin çökeltme alanlarının da buna bağlı olarak ne kadar hareket ettiği ortaya konmuştur. Çökeltme alanında biriken farklı sediment birimleri ve bunların hareketleri 3 boyutlu ve 2 boyutlu şekilde gösterilmiştir. Ayrıca Çınarcık Baseni'nin güney sınırında açılma tektoniğine bağlı derin olmayan fayların haricinde doğu-batı yönünde uzanım gösteren ve Kuzey Anadolu Fayı'nın kolu olduğu düşünülen bir faya rastlanmamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kuzey Anadolu Fayı, Çınarcık Baseni, çok kanallı sismik yansımaya

# **INVESTIGATION OF THE CONTINUATION OF THE NORTH ANATOLIAN FAULT WITHIN THE SEA OF MARMARA AND ÇINARCIK BASIN WITH MULTICHANNEL SEISMIC REFLECTION DATA**

**Orhan Atgın<sup>1</sup>, Günay Çifçi<sup>1</sup>, Seda Okay<sup>1</sup>,  
Christopher C. Sorlien<sup>2</sup>, Hülya Kurt<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> DEU Institute of Marine Sciences and  
Technology Haydar Aliyev Boulevard No:100 Zip Code:35340

<sup>2</sup> Institute of Crustal Studies, University of California Santa Barbara,  
Santa Barbara, CA 93106, USA

<sup>3</sup> Faculty of Mines, Istanbul Technical University, 80626 Ayazağa, Istanbul, Turkey  
(orhan\_atgin@windowslive.com)

## **ABSTRACT**

*This investigation is based on high resolution multichannel seismic reflection and high resolution bathymetric data which are collected in Çınarcık Basin that is located in the east of Marmara Sea. The aim of this study is to investigate continuation of North Anatolian Fault within the Sea of Marmara, in order to investigate migration of sedimentation which depends on tectonic movement of the Anatolian Plate and to research faulting in the southern boundary of the Çınarcık Basin and southern branch of North Anatolian Fault..*

*In this frame, the data in the east of Marmara Sea which is used in this study, TAMAM08 (2008) and Pirmarmara (2010) multichannel seismic reflection data were collected by Research Vessel K. Piri Reis and the bathymetry data which is used was collected by Ifremer ( French Research Institute for Exploration of the Sea). Some part of seismic reflection data is collected with 240 and some part of data is collected with 96 channels streamer and are processed for interpretation.*

*Results indicate that, North Anatolian Fault that is located at the northern boundary of Çınarcık Basin is not only right-lateral strike-slip fault, It also has a vertical component along the North boundary of basin. This means, continuation of fault in Çınarcık Basin behaves as an oblique fault. Basin is under the influence of extensional tectonics because of tectonic movement of Anatolian and Arabian Plates. Because of this movement, basin expands counterclockwise. As a result, seismic data show that, it is possible to calculate westward migration of sedimentation. This migration is displayed as 3D and 2D graphics. Lastly, interpretations show that, there is no East-West trending deep fault in the South boundary of Çınarcık basin without shallow extensional faults.*

**Keywords:** North Anatolian Fault, Çınarcık Basin, multichannel seismic reflection

## KUVATERNER YAŞLI GÖLPAZARI ÇEK-AYIR HAVZASI'NIN JEOLOJİK EVRİMİ

**Esra Önde<sup>1</sup>, Gürol Seyitoğlu<sup>2</sup>, Nizamettin Kazancı<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup> Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 68100, Aksaray*

*<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Tektonik Araştırma Grubu, 06100, Tandoğan, Ankara*

*<sup>3</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
06100, Tandoğan, Ankara  
(eonde@aksaray.edu.tr)*

### ÖZ

Gölpazarı Havzası, Türkiye'nin kuzeybatısında, Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde bulunan, 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-Taraklı Fayı'na bağlı olarak meydana gelen Gölpazarı çek-ayır havzası, kuzey ve güneyinden havza tabanından 700 m'yi aşan Aktaş ve Dokuz platolarınca çevrelenmektedir. Bu yükseltelerin önlerinde yer alan dağ ölü faylarından KB ve GD tarafındakiler doğrultu atım, KD ve GB kenarındakiler ise daha çok normal fay karakteri göstermektedir. 1963 yılına kadar havzanın batı kesiminde bir göl bulunduğu bilinmekte ve taban seviyesinin bu kesime doğru kazandığı eğime, söz konusu fayların göreceli aktivitelerinin sebep olduğu görülmektedir. 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. Çalışma alanının bugüne kadar tanımlanmış Kuzey Anadolu Fay Zonu'na yakınlığı dikkate alındığında, kenarlarındaki fay sarplıkları taze, dış drenaja yakın bir jeolojik geçmişte açılmış ve tabanında kalın bir Kuvaterner istifi bulunduran Gölpazarı Havzası'nın evriminin anlaşılmasının, Kuzey Anadolu Fayı'nın bölgenin yapısal, morfolojik ve sismolojik özelliklerinin daha iyi anlaşılmasında etkili olacağı ve bölgede bu fay zonunun yeniden tanımlanmasında önem kazanacağı açıktır.

**Anahtar Kelimeler:** Kuzey Anadolu Fay Zonu, çek-ayır havza, aktif tektonik, morfotektonik, havza dolgusu



## **GEOLOGICAL EVOLUTION OF THE QUATERNARY GÖLPAZARI PULL-APART BASIN**

**Esra Önde<sup>1</sup>, Gürol Seyitoğlu<sup>2</sup>, Nizamettin Kazancı<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 68100, Aksaray, Turkey

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Tektonik Araştırma Grubu, 06100, Tandoğan, Ankara, Turkey

<sup>3</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
06100, Tandoğan, Ankara, Turkey

(eonde@aksaray.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The Gölpazarı basin that situated on the North Anatolian Fault Zone in NW Turkey, is a pull-apart basin which is not well-advertised in literature in spite of 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 Gölpazarı pull-apart basin developed in related to the right lateral Gölpazarı-Taraklı fault, has surrounded by the Aktaş and Dokuz plateaus which are steeply rising over 700 m. While the mountain front faults along these plateaus represent strike-slip motion for the NW and SE margins, NE and SW edges are in normal-fault character. Due to the relative activities of these faults, the basin floor has tilted towards west and there was a shallow lake in the west of the depression until 1963. In the Early Quaternary, 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 has opened to external drainage. When attend to the close position of the study area to the defined North Anatolian Fault Zone, its thick Quaternary sequence, marginal fresh fault scarps and opening of the drainage network to external drainage in a near geological past would be meaningful to understand the structural, morphological and seismological features of the North Anatolian Fault Zone and give a way to redefinition of this fault zone in this region.*

**Keywords:** *The North Anatolian Fault Zone, pull-apart basin, active tectonics, morphotectonics, basin fill*

## RHODIAPOLIS ANTİK KENTİNDEKİ TARİHSEL DEPREMLERİN İZLERİ (KUMLUCA, ANTALYA)

**Gülşen Akan<sup>1</sup>, Erkan Karaman<sup>2</sup>, Onur Köse<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Maden İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara

<sup>2</sup> Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Antalya

<sup>3</sup> Yüzüncüyıl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Van  
(gakan@ankara.edu.tr)

### ÖZ

Rhodiapolis antik kenti, Doğu Likya'nın önemli yerleşkelerinden biri olup, MÖ 8. yy'da kurulmuştur. Rhodiapolis antik kentinin yerleşim alanı, geniş ve verimli bir ova olan Kumluca-Finike Ovası'nın kuzeyindeki Mesozoyik yaşlı Alakırçay Formasyonu birimleri üzerinde yer alır. Rhodiapolis antik kentinin yer aldığı Kumluca-Finike bölgesi, Türkiye'nin sismik etkinliğin en fazla olduğu 1. derece deprem bölgesinde bulunmaktadır. Bu nedenle bölge ve antik kent çok sayıda tarihsel depremin yıkıcı etkisi altında kalmıştır. Rhodiapolis'teki büyük işçilikler ve ustalıklarla yapılmış sağlam yapıların bir çoğu depremlerin etkisiyle yerlerinden oynayarak deforme olmuş; bazıları ise belli doğrultularda (çoğun GGB'ya doğru) yıkılarak harabe haline dönüşmüştür. Antik kent içindeki yapı duvarlarında yıkılmalar ve kırılarak bölünmeler, aynı yönde düşmüş sütunlar, duvarlardaki yamulma ve çökmeler, taş duvar parçalarındaki dönmeler ve itilmeler, yapılarda sistematik çatlaklar ile enkaz altında kalmış olduğu düşünülen insan iskeletleri tespit edilmiştir. Jeolojik, arkeolojik ve tarihsel deprem kanıtları, Rhodiapolis antik kentinin bir çok depremden etkilenmiş olduğunu göstermektedir. Bu depremlerden en önemlileri MS 141 depremi ile Likya'da tüm antik kentleri etkileyen MS 7. yy'daki depremdir. Rhodiapolis antik kenti yerleşimi de 7. yy'dan itibaren tamamen terk edilmiştir. Bu çalışma ile, Rhodiapolis antik kenti içindeki Roma Dönemi ve Hellenistik Dönem'e ait antik yapılarda depremlerin oluşturduğu benzer hasarlar ilişkilendirilmiştir. Ayrıca bölgedeki kaya birimlerinde de bu depremlerin izleri gözlenmiş olup, tarihsel veriler ile deneştirilerek depremleri oluşturan faylar, arazi gözlemleri ve uydu verileri ile yorumlanmaya çalışılmıştır. Antik kentin, yaklaşık KD/GB uzanımlı, normal bileşenli sol yönlü doğrultu atımlı bir faydan kaynaklanan deprem sarsıntularından etkilenmiş olabileceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Antalya, deprem, Doğu Likya, Kumluca-Finike Ovası, Rhodiapolis

## **TRACES OF THE HISTORICAL EARTHQUAKES IN THE RHODIAPOLIS ANCIENT CITY (KUMLUCA, ANTALYA)**

**Gülşen Akan<sup>1</sup>, Erkan Karaman<sup>2</sup>, Onur Köse<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> General Directorate Of Mining Affairs, Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Akdeniz University, Faculty Of Engineering, Antalya, Turkey

<sup>3</sup> Yüzüncüyıl University, Faculty Of Engineering & Architecture, Van, Turkey  
(gakan@ankara.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Rhodiapolis ancient city which was one of the important East Lycia settlements was established on 8<sup>th</sup> century BC. It is located on the units of Alakırçay Formation (Mesozoic) which is on the north of the wide and fertile Kumluca-Finike Plain. Because of the fact that the study area is located within the first degree high earthquake risk zone, it was under the destroying effects of lots of historical earthquakes. Some of the very strong structures constructed with considerable amount of workmanship strongly deformed because of the earthquakes and some of them toppled over in certain directions (largely towards to the SSW) in Rhodiapolis. In the ancient city, collapses and cracks on structure walls, column's toppled over in similar directions, warping and deformations on the walls, tilts and pushes on wall pieces, systematic cracks on structures and skeleton that was thought to be buried in the wreckage were ascertained. The geological, archaeological and historical evidences points to lots of earthquake events affecting the Rhodiapolis ancient city. But two of them were the more important than the others. The first was in 141 AD and the second was in 7<sup>th</sup> century BC that affected all the Lycian settlements. Rhodiapolis ancient city was all abundant since then. The similar damages on the structures of Rome and Hellenistic period in Rhodiapolis ancient city were correlated in this study. The traces of some earthquakes are also observed in the rock units in the region. Faults that caused these earthquakes were analysed with historical data, field observations and satellite images. It is thought that the ancient city was affected by the shakes of a NE-SW striking, left lateral moving strike-slip fault with a normal component.*

**Keywords:** Antalya, earthquake, East Lycia, Kumluca-Finike Plain, Rhodiapolis ancient city



**ANADOLU VE ÇEVRESİNİN BÖLGESEL JEOLJİSİ,  
TEKTONİK EVRİMİ VE PALEOCOĞRAFYASI  
*REGIONAL GEOLOGY, TECTONIC EVOLUTION AND  
PALEOGEOGRAPHY OF ANATOLIA AND  
ITS VICINITY***

**Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations***

## DADAY-ARAÇ-KURŞUNLU JEOTRAVERSİ BOYUNCA İNTRA-PONTİD SÜTUR ZONU, K TÜRKİYE

**Alessandro Ellero<sup>1</sup>, M. Cemal Göncüoğlu<sup>2</sup>,  
Michele Marroni<sup>3</sup>, Giuseppe Ottria<sup>1</sup>, Luca Pandolfi<sup>3</sup>,  
Kaan Sayit<sup>4</sup>, U. Kağan Tekin<sup>5</sup>, Rita Catanzariti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, Italy*

<sup>2</sup> *Dept. of Geological Engineering, Middle East Technical University, Ankara*

<sup>3</sup> *Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Italy*

<sup>4</sup> *Dept. of Geological Sciences, San Diego State University, San Diego, US*

<sup>5</sup> *Dept. of Geological Engineering, Hacettepe University Ankara  
(ellero@igg.cnr.it)*

### ÖZ

Türkiyede Alpin Kuşak ofiyolitli sutur zonları ile ayrılmış çok sayıda kıtasal kabuk parçası içerir. Bu suture zonlarının incelenmesi ile bugünkü karmaşık jeolojik ilişkilerin ortaya çıkmasına yol açan jeodinamik olayları çözümlenmek mümkün olabilir. Bu bağlamda, K Anadolu'daki ana yapısal unsurlardan biri olan Intra-Pontid (IP) Suture Zonu Daday-Araç-Kurşunlu Jeotransvers boyunca incelenmiştir. Jeotransvers boyunca, IP Suture Zonu birimleri üstte İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliği ve alttaki Sakarya Birliği arasında yer almaktadır. Suture Zonu embrike bir yapı sunar ve Ofiyolit Birimi, Arkotdağ Melanjı, Yüksek Dereceli Metamorfik ve Düşük Dereceli Metamorfik birliklerini içerir. Embrike paket Eosen öncesindeki çok evreli bindirme ile gelişmiştir ve tekrarlanan dilimler içerir. Kuzey Anadolu Fayı ile ilgili gelişmiş olan transpresyon ve transtansiyon olayları embrike paketin yoğun biçimde etkilenmesine yol açmıştır.

Arkotdağ Melanjı sualtı gravite kaymaları ile bir araya gelmiş dev okyanusal ve kıtasal kökenli bloklardan oluşur. Blokların arasında şeyller ve ofiyolit klastik çakıllı kumtaşı, çakıllı çamurtaşı ve iri taneli arenitlerden oluşan sedimanter bir matriks yer alır. Melanj matriksi içindeki yumuşak kırıntılılardan sağlanan nannofosiller birimin oluşum yaşının Geç Santoniyen olduğunu ortaya koymaktadır. Melanjın üstünde, kalınlığı 200-300 m'yi aşmayan ve başlıca serpantin dilimleri ile temsil edilen Ofiyolit Birimi gözlenir. Sıragözü güneyinde ise üstte doğru dunitlere geçen harzburgitler, troktoitler, dayklarla kesilmiş gabbrolar ve plajiyoklaslardan oluşan az-çok düzenli bir ofiyolitik dizi belirlenmiştir. Yüksek Dereceli Metamorfik birim sınırlı yayılıma sahip olup izlendiği üç alanda da ofiyolitler, Arkotdağ Melanjı ve Düşük Dereceli Metamorfik Birlik kayaları arasında dilimler oluşturur. Kalınlığı 300m'ye ulaşan bu birim granatlı amfibolitler, bantlı amfibolitler, granatlı mikaşistler ve iri taneli mermerlerden oluşur. Düşük Dereceli Metamorfik Birlik ince taneli metabazik kayalar, paragnays ve şistler, ince taneli mermerler ve siyah kuvarsitler ile temsil edilir. Birliğin kumtaşı, şeyl, kireçtaşı ve lititlerle arakatlı bazik volkanik kayalardan oluşan bir istifi temsil ettiği düşünülmektedir. Birlik, metamorfik olmayan bazik dayklarla kesilmiştir.

Sonuç olarak, jeotransvers boyunca yapılan ayrıntılı haritalamadan sağlanan veriler, IP Sutureunun okyanusal (Arkotdağ melanjı ve Ofiyolitler) ve kıtasal birimler içeren embrike bir zon oluşturduğunu göstermektedir. Arkotdağ Melanjı'ndan sağlanan ilk veriler, bu birimin Avrasya kıtası ile Sakarya Mikrolehvası arasındaki Orta Triyas- erken Üst Kretase yaşlı IP okyanusal havzasının kapanması ile üzerlendiğine işaret etmektedir. Bu araştırma Darius Programı tarafından desteklenmiştir

**Anahtar Kelimeler:** ofiyolit, suture zonu, Intra-Pontid Sutureu, melanj, K Türkiye

## **INTRAPONTIDE SUTURE ZONE IN NORTHERN TURKEY: EVIDENCES FROM DADAY-ARAÇ-KURŞUNLU GEOTRAVERSE**

**Alessandro Ellero<sup>1</sup>, M. Cemal Goncuoglu<sup>2</sup>,  
Michele Marroni<sup>3</sup>, Giuseppe Ottria<sup>1</sup>, Luca Pandolfi<sup>5</sup>,  
Kaan Sayit<sup>4</sup>, U. Kagan Tekine<sup>5</sup>, Rita Catanzariti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, Italy

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

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Italy

<sup>4</sup> Dept. of Geological Sciences, San Diego State University, San Diego, USA

<sup>5</sup> Dept. of Geological Engineering, Hacettepe University Ankara, Turkey

(ellero@igg.cnr.it)

### **ABSTRACT**

*The present-day tectonic setting of the alpine belt in Turkey consists of several amalgamated continental microplates separated by suture zones, where ophiolites occur. The study of these sutures is able to provide valuable insights for the reconstruction of the long-lived geodynamic history responsible of this complicate setting. In this frame, the IntraPontide (IP) suture zone, cropping out along the Daday-Arac-Kursunlu geotraverse in northern Turkey, represents a first-order structural element. Along this geotraverse, the IP suture zone occurs between the Istanbul – Zonguldak Terrane at the top and the Sakarya Terrane at the bottom. The IP suture zone is characterized by an imbricate stack that includes the Ophiolite Unit, the Arkodtag Mélange, the High-Grade Metamorphic Unit and the Low-Grade Metamorphic Unit. The imbricate stack is probably the result of pre-Eocene multiple event of thrusting, also including repeated off-sequence events. During the tectonics related to the North Anatolian Fault, multiple events of transpression and transtension strongly reworked the structural setting of the imbricate stack.*

*The Arkodtag Mélange consists consists of huge blocks of oceanic and continental affinities derived from submarine slides. These blocks are generally interlayered with a sedimentary matrix shales or ophiolitic-bearing deposits like pebbly-sandstone, pebbly-mudstone and coarse-grained arenites. The Late Santonian age of the matrix has been indicated by the nannossils assemblage recognized in some soft clasts sampled in the melange matrix. This mélange is topped by the Ophiolite Unit, mainly represented by slices of serpentinites, not thicker than 200-300 m. However, in a small area south of Siragomu village an almost complete ophiolite sequence (hazburgites topped by to dunites, troctolites, gabbros with dykes and plagiogranites) has been recognized for the first time. The High-Grade Metamorphic Unit has been identified in only three localities, everywhere sandwiched between the Ophiolite Units or the Akrotag Mélange and the Low-Grade Metamorphic Unit. This unit, not thicker than 300 m, is represented by garnet-bearing amphibolites, banded amphibolites, garnet-bearing micaschists and coarse-grained marble. The Low-Grade Metamorphic Unit consists of fine-grained amphibolites, fine-grained marbles, paragneisses, schists and black quartzites. The protoliths were represented by a succession of sandstones, shales, limestones and lidites interlayered with levels of basic rocks. This succession is cut by basic dykes, not affected by metamorphism.*

*On whole, the data collected along the studied geotraverse indicate that the IP suture zone consists of an imbricate stack of continental and oceanic units, with the latter represented by the Arkodtag Mélange and by the Ophiolite Unit. The preliminary observations on the Arkodtag Mélange suggest its formation in Late Cretaceous during the closure by obduction of an oceanic basin originated in Middle to Late Jurassic time span between the Eurasian plate and Sakarya microplate. This research is granted by Darius Programme.*

**Keywords:** Ophiolites, suture zone, mélange, IntraPontide suture, northern Turkey

# BOYALI BÖLGESİNDE TARAKLI FLİŞİNİN STRATİGRAFİK, PALEONTOLOJİK VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ: İNTRA-PONTİD SÜTUR ZONUNUN TEKTONİK GEÇMİŞİNE İLİŞKİN BULGULAR

Rita Catanzariti<sup>1</sup>, Alessandro Ellero<sup>1</sup>, M. Cemal Göncüoğlu<sup>2</sup>,  
Michele Marroni<sup>3</sup>, Giuseppe Ottria<sup>1</sup>, Luca Pandolfi<sup>3</sup>,

<sup>1</sup> *Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, Italy*

<sup>2</sup> *Dept. of Geological Engineering, Middle East Technical University, Ankara*

<sup>3</sup> *Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Italy*

(marroni@dst.unipi.it)

## ÖZ

Intra-Pontid (IP) Sütur Zonu, Kuzey Anadolu'da, Daday-Araç-Kurşunlu Jeotraversi boyunca okyanusal (Akrotadag Melanjı ve Ofiyolit Birimi) ve kıtasal (Yüksek ve Düşük metamorfik birlikler) birimlerden oluşur ve İstanbul-Zonguldak ve Sakarya tektonik birlikleri arasında sıkışmıştır

IP'e ait tektonik dilimlerin altında Sakarya Tektonik Birliği'ne ait Karakaya Kompleksi ve onun sedimanter örtüsü yer alır. Karakaya Kompleksi'ne ait yapısal unsurlar Kimmeriyen Orojenezi ile ilgili olarak bir araya gelmişlerdir ve dokanakları karasal-sığ denizel Alt Jura kırıntılıları ile örtülmüştür. Bu kırıntılılar ise Orta Jurasik-Erken Kretase neritik karbonatları ile örtülürler. Neritik karbonatların üzerinde uyumsuz olarak yer alan Albiyen-Senomaniyen pelajik kireçtaşları üste doğru Taraklı Flişi olarak bilinen türbiditik istiflere geçer.

Taraklı Flişi, Boyalı yöresinde yaygın olarak yüzeyletir ve özellikle üst bölümü ayrıntılı olarak incelenmiştir. Birimin litolojisi ince taneli kumtaşı, silttaşı, şeyl, marn ve az miktarda kireçtaşı içeren kumlu-pelitik türbiditlerle temsil edilir. Yerel olarak türbiditik birimlerin tabanında kaba taneli arenitlere rastlanır. Türbiditik tabakaların kalınlığı santimetreden metreye kadar değişir. A/T (arenit/pelit) oranları da çok değişkendir. İstifte yer yer kalın konglomeratik aratabakalar gözlenir. Taraklı Flişi istifinin üst bölümlerinde pelitik bir matriksin içindeki dev büyüklükte kireçtaşı, ofiyolit, granit ve rekristalize kireçtaşı bloklarından oluşan kütle akmaları haritalanmıştır. Kireçtaşı bloklarından bazıları İstanbul-Zonguldak istiflerindeki tipik Paleozoyik kireçtaşlarındandır. İstifin bu bölümü, IP Sütur Zonu birliklerinin sırtlarındaki İstanbul-Zonguldak Birliği kayaları ile birlikte Taraklı Fliş havzası üzerine yerleşmelerinden daha önce ortaya çıkan bir olay ile ilgili olarak gelişmiştir. Taraklı Flişi'nden alınan 55 örneğin nannofosil içerikleri Maastrichtiyen ile -paleoklimatolojik mülhazalar gereği- Selandiyen (Martini (1971)'in NP5 zonu) arası bir çökeltme yaşına işaret etmektedir.

Yapısal açıdan, Taraklı Flişi izoklinal kıvrımlarla karakterize edilen bir erken deformasyon fazı ile bunları etkilemiş olan yüksek açılı doğrultu atımlı faylar ve ilişkili orta-düşük açılı bindirme faylarının oluşturduğu bir pozitif çiçek yapısı gösterir. Ancak bu sistemlerin dağılımı tekdüze değildir ve kimileri deformasyonun yoğun olduğu bölgelerde kimileri ise yapıların daha az yaygın olduğu kesimlerde yer alır. Bu ikinci deformasyon evresinin Kuzey Anadolu Fayı'na ait ana sağ yanal atımlı sisteme ait olduğu düşünülmektedir. Bu araştırma Darius Programı tarafından desteklenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Taraklı Flişi, Sakarya Tektonik Birliği, nannofosil, Intra-Pontid Süturü, Kuzey Türkiye



**STRATIGRAPHICAL, PALEONTOLOGICAL AND STRUCTURAL  
FEATURES OF THE TARAKLI FLYSCH IN THE BOYALI  
AREA: EVIDENCES FOR THE TECTONIC HISTORY OF THE  
INTRAPONTIDE SUTURE ZONE**

**Rita Catanzariti<sup>1</sup>, Alessandro Ellero<sup>1</sup>, M. Cemal Göncüoğlu<sup>2</sup>,  
Michele Marroni<sup>3</sup>, Giuseppe Ottria<sup>1</sup>, Luca Pandolfi<sup>3</sup>,**

<sup>1</sup> Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, Italy

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

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Italy  
(marroni@dst.unipi.it)

**ABSTRACT**

*Along the Daday-Araç-Kurşunlu geotraverse (northern Turkey), the IntraPontide (IP) suture zone consists of oceanic (Akrotadağ mélangé and ophiolite unit) and continental (High- and Low-metamorphic units) units sandwiched between the Sakarya Terrane at the bottom and the Istanbul-Zonguldak terrane at the top.*

*The IP tectonic units are thrust over the Sakarya Terrane represented by the Karakaya Complex and its sedimentary cover. The tectonic structures of the Karakaya Complex, that are related to the Cimmerian orogeny, are unconformably sealed by the continental- to shallow-marine Early Jurassic clastic rocks, in turn disconformably topped by the Middle Jurassic to Early Cretaceous neritic carbonates. The neritic carbonates are unconformably overlain by the Albian–Cenomanian pelagic limestones showing a transition to turbidite deposits (reported as Taraklı Flysch).*

*The Taraklı Flysch is well exposed in the Boyalı area, where the features of the upper part of this formation can be fully detected. The lithology of the Taraklı Flysch is characterized by arenaceous-pelitic turbidites composed by fine grained sandstones, siltstones, shales and marls and subordinate limestones; locally the base of the turbiditic beds is characterized by coarser arenites. The thickness of the turbiditic beds between centimetric to metric, as well as the A/P (arenite/pelite) ratio is strongly variable. In the stratigraphic succession, thick beds of conglomerates are intercalated. At the top of the Taraklı Flysch, a debris flow deposits including huge blocks of limestones, ophiolites, granites and recrystallized limestones in a pelitic matrix has been mapped. Some limestone clasts are typical of carbonate succession from Istanbul-Zonguldak terrane. This level probably corresponds to an event that predates the emplacement of the units from IntraPontide suture zone, with the Istanbul-Zonguldak Terrane at the top, onto the basin of the Taraklı Flysch. The nannofossils study of 55 samples from the Taraklı Flysch indicate an age ranging from Maastrichtian, on the basis of paleoclimatic considerations, to Selandian (zone NP5 of Martini, 1971).*

*From a structural point of view the Taraklı Flysch shows an earlier deformation phase characterized by isoclinal folds, in turn deformed by a system of high angle (subvertical) strike-slip faults and associated medium to low angle thrust faults resulting in positive flower structures. However the distribution of these systems is not homogeneous, some occurring in zones with concentrated deformation and others where these structures are less pervasive. This deformation is related to the activity of the major dextral strike-slip fault zone (North Anatolian Fault). This research is funded by Darius Programme.*

**Keywords:** Taraklı Flysch, Sakarya Terrane, nannofossils, IntraPontide suture, northern Turkey

## KASTAMONU-TOSYA KESİTİNİN JEOLJİSİ, ORTA PONTİDLER

**Mesut Aygöl, Aral İ. Okay**

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul  
(aygulm@itu.edu.tr)*

### ÖZ

Orta Pontidler, Mezozoyik boyunca Tetis okyanuslarının tüketilmesine bağlı olarak Lavrasya kıta kenarında önemli bir kıtasal büyümenin gerçekleştiği bir bölge niteliğindedir. Orta Pontidler, kuzeyde Karadeniz tarafından sınırlanmakta, güneyde ise İzmir-Ankara-Erzincan kenedi ile Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nden ayrılmaktadır.

Kastamonu-Tosya kesitinde iki ana tektonik birim ve bunlarla ilintili melanjlar yer alır. Kuzeyde kalın rekristalize kireçtaşı ve metabazit arakatlı düşük dereceli bir metafiliz yüzeylemektedir. Birim aynı zamanda fay zonları boyunca yerleşmiş makaslanmış serpantin dilimleri de içerir. Metafiliz birimi mikaşist, metabazit ve mermer ardalanması ile serpantinlerden oluşan bir yüksek basınç biriminin üzerine bindirmektedir. Mikaşistler grafitçe zengin ve koyu gri renkte olup ak mika, kuvars, kalsit, albit, klorit, pirit ve  $\pm$  kloritoyid minerallerini içerir. Metabazitler Na- ve Ca-amfibol, klorit, epidot, albit, kuvars, ve  $\pm$  ak mika minerallerini barındırmaktadır. Metafilizlerle olan tektonik dokanağa yakın bir lokasyonda, görece soğuk koşulları işaret eden glokofan ve lavsonit birlikteliğine sahip bir metabazit de yer almaktadır. Kastamonu-Tosya kesitinde metamorfik birimler içinde tektonik dilimler halinde bulunan iki farklı melanj görülmektedir. İlki, sınırlı oranda bazalt ve radyolarit bloğu içeren sleyt/grovak melanjıdır. Diğeri ise tipik bir ofiyolitik melanj olup serpantin, radyolarit, pembe pelajik kireçtaşı, metadiyabaz, kireçtaşı, kumtaşı ve siltaşı blokları içerir.

Güneyde, Tosya civarında, Üst Kretase yaşlı yay kökenli volkanitler ve volkano-klastiklerden oluşan bir seri uyumsuzlukla metamorfiklerin üzerine gelmektedir. Bununla birlikte metamorfikler ve volkanitler arasındaki ilksel dokanak Kuzey Anadolu Fayı tarafından yeniden şekillendirilmiştir. Metamorfik birimler ve melanjlar aynı zamanda Eosen yaşlı karbonatlar ve bazaltlar tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir.

Kastamonu-Tosya arasında yer alan birimler Orta Pontidler'de yer alan geniş bir yığışım karmaşığının parçasını temsil etmektedir. Yukarıda tartışılan birimler, litolojilerine ve gömüldükleri derinliklere bağlı olarak karmaşığın farklı kesimlerini oluşturur. Tüm bunlara ilaveten çalışma alanının 50 km kuzeydoğusunda Elekdağ'da yüzeyleyen eklojitler yaklaşık 105 Ma izotopik yaş vermektedir. Bu, eklemlemeye bağlı kıtasal büyümenin Kastamonu-Tosya arasında da muhtemelen Erken Kretase sonunda gerçekleştiğini işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Orta Pontidler, yüksek-basınç başkalaşımı, melanj, kıtasal büyüme

## **GEOLOGY OF KASTAMONU-TOSYA TRANSECT, CENTRAL PONTIDES**

**Mesut Aygül, Aral İ. Okay**

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü,  
34469 Maslak, İstanbul, Turkey  
(aygulm@itu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*The Central Pontides is a region with a major southward frontal continental growth of the Laurasian margin during the Mesozoic due to the consumption of the Tethyan oceans. It is limited by the Black Sea to the north. To the south, the main Neo-Tethyan İzmir-Ankara-Erzincan Suture (IAES) separates the Central Pontides from the Central Anatolian Crystalline Complex, a Gondwana-derived continental fragment.*

*In the Kastamonu-Tosya transect, we differentiate two main tectonic units with related mélanges. To the north, a low-grade metaflysch unit crops out with interlayers of thick recrystallized limestones and minor metabasite. It also contains sheared serpentinite slices possibly emplaced along the fault zones. The metaflysch is thrust over a high-pressure unit consisting of micaschists, metabasite, marble and serpentinite. The micaschists are graphite rich and dark grey. They comprise white mica, quartz, calcite, albite, chlorite, pyrite and  $\pm$  chloritoid. The metabasites contain Na- and/or Ca-amphibole, chlorite, epidote, albite, quartz and  $\pm$  white mica. In one locality, close to the tectonic contact with the metaflysch, we found glaucophane and lawsonite bearing metabasite indicating relatively cold conditions. In the Kastamonu-Tosya transect, there are two types of mélanges found as tectonic slices within the metamorphic units: One is a broken formation consisting of few basalt and radiolarite blocks in a sheared slate/greywacke matrix. The other is a typical ophiolitic mélange and includes serpentinite, radiolarite, red pelagic limestone, metadiabase, limestone, sandstone and siltstone blocks.*

*To the south, around Tosya, Upper Cretaceous arc-related volcanic and volcano-clastic sequences unconformably cover the metamorphics. However, the primary contact between the metamorphic and volcanic rocks is reworked by the North Anatolian Fault. The metamorphic units and the mélanges are also covered by Eocene carbonates and basalts.*

*The Kastamonu-Tosya region represents a part of a wide accretionary prism in the Central Pontides. The tectonic units discussed above represents the different part of the wedge depending on the lithology and depth of the burial. Furthermore, eclogites near the Elekdag, 50 km northeast of the study area, give a ca.105 Ma isotopic age. This indicates that the accretionary continental growth in the Kastamonu-Tosya region probably also occurred during the end of the Early Cretaceous.*

**Keywords:** *Central Pontides, high-pressure metamorphism, mélanges, continental growth*

## ORTA PONTİDLER İLE KIRIM'IN JEOLOJİK KARŞILAŞTIRILMASI

Aral İ. Okay<sup>1</sup>, Anatoly M. Nikishin<sup>2</sup>, Okan Tüysüz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü ve Maden Fakültesi,  
Jeoloji Müh. Bölümü, Maslak 34469 İstanbul

<sup>2</sup> Geological Faculty, Moscow State University, Vorobyevy Gory, 119991 Moscow, Russia  
(okay@itu.edu.tr)

### ÖZ

Kretase'de Karadeniz'in açılması öncesinde Kırım ile Orta Pontidler coğrafi olarak bugünkünden birbirine daha yakın bir konumdaydı. Bu iki bölgenin jeolojilerinin karşılaştırılması hem Karadeniz'in açılmasının zamanlaması hem de bölgenin jeolojik evrimi hakkında önemli bilgiler sağlayacaktır. Bu kapsamda 2011 yaz aylarında Kırım'da ortak bir jeoloji arazi gezisi yapılmıştır; bu özet bu arazi gezisi sonuçlarına ve literatür verilerine göre iki bölgenin jeolojileri karşılaştırmaktadır.

Kırım'da ve Orta Pontidler'in kuzeyinde yüzeyleyen en yaşlı sedimenter birim siyah, koyu gri, şeyl, silttaşı ve kumtaşından oluşan iraksak bir türbidit istifidir. Bu istif, Orta Pontidler'de Akgöl Formasyonu, Kırım'da Tavrik Flişi ve Eski Orda Formasyonu olarak bilinir. Her iki bölgede de tespit edilen *Monotis salinaria* lamelibranş fosilleri istifin Üst Triyas (Noriyen) yaşında olduğunu gösterir. Kırım'da Tavrik Flişi ve Eski Orda Formasyonu içinde Karbonifer (Başkiriyen), Triyas ve Alt Jura (Sinemuriyen-Pliensbakiyen) yaşlı sığ denizel kireçtaşı blokları yer alır, bu nedenle Kırım'da silisiklastik türbiditlerin yaşı Alt Jura'ya (Sinemuriyen-Pliensbakiyen) kadar çıkarılmaktadır. Orta Pontidler'de Akgöl Formasyonu içinde ara seviyeler olarak bazaltik lav akıntıları ve büyük bloklar halinde serpantinitle bulunur. Ayrıca konumu açık olmayan Triyas kireçtaşları da Akgöl Formasyonu içinden tasvir edilmiştir.

Kırım'da Tavrik Flişi ve Eski Orda Formasyonu'ndan sonra bilinen en yaşlı birim Orta Jura (Bajosiyen) yaşlı bazik volkanoklastik kayalar, bazaltik lavlar, dayk ve siller ve bunlarla ilişkili koyu renkli şeyllerdir. Bu kayalar özellikle Balaklava ve Sevastapol arasında güzel yüzeylemeler sunar. Orta Jura yaşlı volkanoklastikler muhtemelen Üst Triyas-Alt Jura yaşlı Tavrik Flişi ve Eski Orda Formasyonu üzerinde uyumsuzlukla yer alır, fakat arazide ilişki açık değildir. Orta Pontidler'de bu birim iyi bilinmemektedir; Azdavay çevresinden tanımlanan Orta Jura yaşlı şeyl-bazik lav ve çörtler, Kırım'daki Orta Jura volkan-sedimenter istifinin karşılığı olabilir.

Geç Orta Jura ve Geç Jura'da Kırım'da önemli fasiyes farklılıkları gelişmiştir. Kıyı bölgelerinde sığ denizel kireçtaşları ve şeyller çökelerken daha iç kesimlerde Orta Jura kireçtaşı blokları içeren türbiditler kapsayan ufak havzalar gelişmiştir. Orta Pontidler'de ise Akgöl Formasyonu bariz bir aşıl uyumsuzlukla karasal konglomera ve kumtaşları ve Üst Jura sığ denizel kireçtaşları ile örtülür.

Erken Kretase öncesi Kırım'ın önemli bir kesimi yükselmiş ve aşınmıştır. Valanciniyen/Hoveriviye sığ denizel kırıntılı ve karbonat kayaları uyumsuzlukla Tavrik flişi ve Eski Orda Formasyonu'nu örter. İkinci önemli bir transgresyon Albiyen'de gerçekleşmiştir. Albiyen şeyl ve kumtaşları Üst Jura kireçtaşlarını, Tavrik Flişi'ni ve Valanciniyen/Hoveriviye sığ denizel kırıntılı ve karbonat kayalarını uyumsuzlukla üzerler. Albiyen istifi içinde Kırım'ad Orta-Üst Jura yaşlı kireçtaşı çakıllı moloz akıntıları yer alır. Bu özellikleri ile Kırım Albiyen istifi Orta Pontiler'de geniş yayılımı olan Ulus/Çağlayan formasyonları ile karşılaştırılabilir.

Kırım'da Senomaniyen ile Eosen arası çökeller, baskın olarak deforme olmamış beyaz marl ve kireçtaşları ile temsil edilir; bu dönemde volkanizma gözlenmez. Orta Pontidler'de bu dönemde çok farklı fasiyeslerde ve özelliklerde istifler çökelmiştir. Bu durum Senomaniyen sonrası iki bölge arasındaki ilişkinin koptuğuna işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Orta Pontidler, Kırım, Karadeniz, jeoloji, stratigrafi

## **GEOLOGIC COMPARISON BETWEEN THE CENTRAL PONTIDES AND THE CRIMEA**

**Aral İ. Okay<sup>1</sup>, Anatoly M. Nikishin<sup>2</sup>, Okan Tüysüz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Istanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü ve Maden Fakültesi,  
Jeoloji Müh. Bölümü, Maslak 34469 İstanbul, Turkey*

<sup>2</sup>*Geological Faculty, Moscow State University, Vorobyevy Gory, 119991 Moscow, Russia  
(okay@itu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*Before the Cretaceous opening of the Black Sea, Crimea and Central Pontides were geographically closer than today. Comparison of the geological features of these two areas will provide information on the age of the opening of the Black Sea and on the geological evolution of the region. For that effect a joint geological field trip was made in Crimea in the summer months of 2011; this abstract is based on the results of this field trip as well as on the data from the literature.*

*The oldest sedimentary formation that crops out in Crimea and in the Küre region of the Central Pontides is a distal turbidite sequence of black, dark grey, grey shale, siltstone and sandstone, known as the Akgöl Formation in the Central Pontides and as the Tauric flysch and Eski Orda Formation in the Crimea. The same species of the lamellibranch *Monotis salinaria* found in both regions indicates an Upper Triassic (Norian) age. In the Crimea the Tauric flysch and Eski Orda Formation contain blocks of Carboniferous (Bashkirian), Triassic and Lower Jurassic (Sinemurian-Plienbachian) shallow marine limestones, which show that their age extends into the Early Jurassic. In the Central Pontides basaltic lava flows occur as stratigraphic intercalations in the Akgöl Formation. There are also large blocks of serpentinite and Triassic limestone in the Akgöl Formation.*

*The next oldest formations in the Crimea are Middle Jurassic (Bajocian) basic volcanoclastic rocks, basaltic dykes, sills and associated dark shales, which crop out beautifully between Balaklava and Sevastopol. They lie probably with unconformity over the Upper Triassic – Lower Jurassic Tauric Flysch and the Eski Orda Formation, although the contacts are not well exposed in the field. Middle Jurassic volcano-clastic and volcanic rocks are not well known from the Central Pontides; the Middle Jurassic shale, basaltic lava and chert intercalation described from the Azdavay area could possibly be a correlative.*

*Major facies differences have existed during the latest Middle Jurassic and Late Jurassic in the Crimea. Deposition of shallow marine limestones and shales in the coastal areas gave way inland to small turbidite basins containing Middle Jurassic limestone blocks. In the Central Pontides the Akgöl Formation is unconformably overlain by fluvial conglomerates and sandstones and by Upper Jurassic shallow marine limestones.*

*A major part of Crimea was uplifted and eroded before the Early Cretaceous followed by a Valanginian - Hauterivian transgression; shallow marine clastic and carbonate rocks of this age lie unconformably over the Tauric flysch and Eski Orda Formation. A second major transgression occurred in the Albian; shales and sandstone of Albian age lie unconformably over the Tauric flysch, over the Upper Jurassic limestones and over the Valanginian/Hauterivian shallow marine clastic and carbonate rocks. The Albian sequence comprises olistostromes and debris flows with Middle-Upper Jurassic limestone blocks; such features allow a correlation with the Lower Cretaceous Ulus/Çağlayan formations in the Central Pontides.*

*In the Crimea sediments of the Cenomanian to Eocene age are represented predominantly by undeformed white marl and limestone with no evidence for volcanism, whereas sequences of differing facies and rock types characterize this period in the Central Pontides. This shows separation of the two areas occurred before the Cenomanian.*

**Keywords:** Central Pontides, Crimea, Black Sea, geology, stratigraphy

## **BİLECİK KARBONAT PLATFORMU’NUN GEÇ JURA-ERKEN KRETASE ARASI JEODİNAMİK EVRİMİ, BATI SAKARYA KUŞAĞI, BATI PONTİDLER: OKYANUSAL VE TEKTONİK ETKİLER**

**İsmail Ömer Yılmaz<sup>1</sup>, Demir Altın<sup>1</sup>, Aral İ. Okay<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06800, Ankara*

<sup>2</sup> *Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maslak, 34469, İstanbul  
(ioyilmaz@metu.edu.tr)*

### **ÖZ**

Sakarya Kuşağı üzerinde yer alan Bilecik Karbonat Platformu’nun evrimi önceki çalışmalarda oldukça ayrıntılı çalışmalarla ele alınmıştır. (Altın ve diğ., 1991; Koçyiğit ve diğ., 1991). Bu çalışmada ise platform evriminin yanı sıra okyanusal ve tektonik olayların etkileri de ortaya konulmuştur. Çalışma alanları batıda Edremit’ten başlayarak, doğuya doğru Balıkesir, Bursa, Vezirhan, Bilecik, Yenipazar, Sarıcakaya ilçelerini kapsar. Toplam 8 stratigrafik kesit ölçülmüş, biyostratigrafik ve sedimantolojik analizleri yapılmıştır.

Geç Kimmericiyen’den itibaren platform önünde çökelen pelajik karbonatlar platform karbonatlarından beslenerek ve zaman zaman da platform karbonatları ile aralanarak karbonat platformu ile eş zamanlı olarak gelişmeye devam etmiştir. Valanjiniyen’e kadar Yosunlukbayırı/Soğukçam Formasyonu’na ait pelajik karbonatlar ile diller halinde aralanma gösteren Bilecik Karbonat Platformu, yer yer sığ platform fasiyesleri ile karışmış pelajik karakterdeki ammonitli, belemnitli breş fasiyesi, pelajik ooid vaketaşı-tanetaşı fasiyesi, sünger spiküllü ekinitli breş fasiyesi, miliolidli ve intraklastlı istif taşı fasiyeleri sunmaktadır. Ardalandıkları pelajik kireçtaşları ise kalpionitli mikritik kireç çamurtaşı, planktonik foraminiferli vaketaşı, sakkokomalı, radyolaryalı vaketaşı-çamurtaşı, fasiyesleri sunmaktadır.

Geç Hotriviyen’de ise ani olarak boğulan karbonat platformu glokonili, fosfatlı, çok sayıda sert zeminler içeren “ammonitico rosso” fasiyeleri ile örtülmüştür. Alt Barmiyen’den itibaren pelajik rejim bölgesinde tamamen hâkim olmuştur. Edremit’ten Yenipazar’a kadar olan bütün çalışma alanlarında Geç Hotriviyen boğulma olayı açık olarak gözlenmektedir. Üzerine gelen pelajik rejim ise bazı yerel yükselim alanlarından dolayı tabanı farklı yaşlarda başlayan istifler sunmaktadır. Fakat genelde Barmiyen pelajik kireçtaşlarının yer aldığı dikkat çekmektedir.

Bilecik platformu içi karbonat istifleri ise geniş düzlüklerinde belirgin fasiyes kuşakları oluşturmasına rağmen Kimmericiyen’den Hotriviyen’e kadar tektonik hareketleri yansıtmak biyostratigrafik boşluk içeren her hangi bir ani ortam değişimi, aşınma düzeyi veya sert zemin oluşumu göstermemektedir.

Sığ platform fasiyesleri içerisinde gözlemlenen ooid/pellet tanetaşı, mikrit çamurtaşı, foraminiferli/algli vaketaşı/istiftaşı, stramatolitli bağlamtaşı fasiyeslerinin aralanarak oluşturdukları devrimsel dizilimler dikkat çekmektedir. Platform fasiyeslerinin pelajik eşlenikleri içerisindeki diller şeklindeki aralanmaları da göreceli deniz seviyesi değişimleri ile açıklanabilir.

Karbonat platformunda ani rejim değişikliğine sebep olan bölgesel tektonik hareketler Geç Hotriviyen’den sonra başlamaktadır. Çalışılan alanlarda oluşan bu tektonik hareketler Geç Hotriviyen’de karbonat platformunun boğulmasına ve bazı alanlarda ise Erken Barmiyen sonrasında yükselim alanlarının oluşmasına sebep olmuştur.

Bu çalışmada elde edilen sonuç, Sakarya Kuşağı sedimanter istiflerinin Geç Kimmericiyen-Valanjiniyen aralığında daha çok okyanusal olayların etkisinde çökelmiş olmasıdır. Buna karşılık Geç Hotriviyen’den itibaren başlayan rejim bölgesel tektonik olayların kontrolünde gelişmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bilecik Karbonat Platformu, Geç Kimmericiyen-Valanjiniyen, okyanusal olaylar, Geç Hotriviyen, tektonik hareketler.

**UPPER JURASSIC-LOWER CRETACEOUS GEODYNAMIC  
EVOLUTION OF THE BILECIK CARBONATE PLATFORM,  
WESTERN SAKARYA ZONE, WESTERN PONTIDES:  
OCEANIC VS TECTONIC IMPRINTS**

**İsmail Ömer Yılmaz<sup>1</sup>, Demir Altıner<sup>1</sup>, Aral İ. Okay<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Geological Engineering,  
Middle East Technical University, 06800, Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Institute of Eurasian Earth Sciences,  
İstanbul Technical University, Maslak, 34469, İstanbul, Turkey  
(ioyilmaz@metu.edu.tr)

**ABSTRACT**

*Evolution of the Bilecik carbonate platform on the Sakarya zone was mentioned in previous studies (Altıner et al., 1991; Koçyiğit et al, 1991). In this study, in addition to platform evolution, contribution of oceanic and tectonic events are handled. The study areas start with Edremit in the west and include Balıkesir, Bursa, Vezirhan, Bilecik, Yenipazar, Sarıcakaya villages towards the east. Totally 8 stratigraphic sections were measured, and biostratigraphical and sedimentological analysis have been made.*

*Carbonate platform display a synchronous progressive development from Late Kimmeridgian to Valanginian by alternation of pelagic carbonates fed by the platform margin and tongues of the platform carbonates within these pelagics. Tongues of the Bilecik Platform alternating with pelagic carbonates of the Yosunlukbayırı/Soğukçam Formasyon display breccia facies with ammonites and belemnites including shallow water carbonate grains, ooid grainstone facies, breccia facies with sponge spicules and echinoid fragments, packstone facies with milliolids and intraclasts. Alternating pelagic carbonates are micritic calcimudstones with calpionellids, vakestone with planktonic foraminifera, vakestone/calcimudstones with "saccocoma" and radiolaria.*

*Carbonate platform drowned in the Late Hauterivian was covered by "Ammonitico Rosso" facies including multi-hardground surfaces, iron and manganese crusts, glauconite and phosphates. Pelagic regime replaced the shallow water platform regime by the Lower Barremian onward. Late Hauterivian drowning event has been recorded in all areas from Edremit to Yenipazar. In some places, due to later regional movements, pelagic successions with different basement age may overlie the drowned platform. But, pelagic limestones with Barremian age generally overlie the platform in studied areas. There is no record of any sudden change in depositional environment, erosional surface, or hardground with biostratigraphic gap within the carbonate succession of the Bilecik Platform that reflects the control of tectonic movements.*

*There is a cyclic sequence formed by alternation of facies, ooidal/pelloidal grainstone, micritic mudstone, foraminiferal/algal vakestone/packstone, stromatolitic bindstone recognized within shallow water platform carbonates. Alternations of platform facies with their pelagic counterparts can be explained by sea level changes. Regional tectonic movements causing sudden regime changes in carbonate platform started after Late Hauterivian. In the studied areas, tectonic movements caused the drowning of the Bilecik carbonate platform in the Late Hauterivian, and created some elevated areas after Early Barremian.*

*The result of this study states that the sedimentary successions of the Sakarya Zone were deposited under the influence of oceanic events between Late Kimmeridgian-Valanginian. On the other hand, regime started after Late Hauterivian developed under the influence of regional tectonic events.*

**Keywords:** Bilecik Carbonate Platform, Late Kimmeridgian-Valanginian, oceanic events, Late Hauterivian, tectonic movements.

## KARADENİZ'İN AÇILMASI İLE KUZEY ANADOLU FAYI'NIN ORTAYA ÇIKIŞI ARASINDAKİ DÖNEMDE PONTİDLERİN YAPISAL VE PALEOSTRES EVRİMİ

**Jean-Claude Hippolyte<sup>1</sup>, Nuretdin Kaymakçı<sup>2</sup>,  
Ercan Sangu<sup>3</sup>, Carla Müller<sup>4</sup>, Nicolas Espurt<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> CEREGE, UMR 6635, Aix-Marseille Univ., 13545 Aix-en-Provence, France

<sup>2</sup> METU, Department of Geological Engineering, 06531 Ankara

<sup>3</sup> Kocaeli University, Department of Geological Engineering, 41100 Kocaeli

<sup>4</sup> IFP, 6 bis rue Haute 92500 Rueil-Malmaison, France

(hippolyte@cerege.fr)

### ÖZ

Karadeniz'in güney marjini oluşturarak Pontidlerde meydana gelmiş olan genişleme ve sıkıştırma evrelerinin zamanlaması ve özelliklerinin anlaşılması için tektonik ve biyostratigrafik verilerin birlikte kullanıldığı bu çalışma Uluslararası DARIUS Programı çerçevesinde yürütülmüştür.

Fay kinematığı ile bir birini takip eden farklı tektonik deformasyon evrelerinin uzay ve zaman bağlamında karakteristiğinin ortaya konulması için bu çalışma da stres dönüşümü metodunu (Angelier'in metodu) kullandık. Farklı tektonik evreler ve bu evrelerin zaman aralığı yapısal analizler ve sedimanter birimlerin nanoplanktonlar kullanılarak yaşlandırılması ile sınırlandırılmıştır.

Yapısal ve fay kinematığı analizleri "sin-rift" olarak bilinen Çağlayan Grubu'nun çökelişiminin normal faylarla kontrol edildiğine işaret etmektedir. Batı Pontidlerde bu faylar KKD-GGB doğrultulu olup DGD yönlü genişlemeye maruz kalmış olan bu fayları Tabanda Kapanboğazı Formasyonu'na ait kırmızı pelajik kireçtaşları ile başlayan ve "post-rift" olarak bilinen sekans örter. Üst Barremiyen-Albiyen olarak yaşlandırdığımız bu genişlemeli deformasyonun Batı Karadeniz'in açılması ile ilgili olduğunu düşünmekteyiz. Batı Pontidlerde *sin-rift* birimleri ile onları üzerleyen birimler arasında gözlenen önemli stratigrafik boşluk (en üst Albian-Turonian) rift omuzlarında meydana gelen yükselme ve buna bağlı erozyon olarak yorumlanmıştır. Daha sonra Geç Kretase ve Paleosende tüm güney Karadeniz marjini boyunca genişleme ve ona bağlı reaktivasyon meydana gelmiştir. Bu reaktivasyonların yay-ardı prosesleri ile ilişkili olduğu düşüncesindeyiz.

Tüm bu genişleme evrelerini sıkıştırma ve doğrultu atımlı tektonizmaya bağlı deformasyon evreleri takip etmiştir. Pontidlerde bir birini takip eden en az iki farklı sıkıştırma alanı ayırt etmek mümkündür. Yelpaze gibi olan (radyal) stres deseni muhtemelen Kırşehir Bloğu'nun Avrasya'nın güney marjine çarpıp ilerlemesi ile ilişkilidir. Batı Karadeniz'de bu sıkışma evresinin yaşı bindirme-üstü havzaların NN12 nanoplankton zonu içeren Erken Eosende gelişmeye başlaması nedeni ile çok hassas olarak belirlenmiştir. Bu ana daralma/kısalma evresinin akabinde bölgede çok önemli bir stres reorganizasyon meydana gelmiş olup sıkıştırma yönleri global olarak KB-GD yönüne dönmüştür. Biz bu ikincil stres alanının, Pontidlerin güney sınırı boyunca, Kuzey Anadolu Fayı'nı ortaya çıkaran ve Arabistan Plakası'nın Avrasya'ya çarpması sonucu meydana gelen sıkıştırmaya bağlı olduğunu düşünüyoruz.

Halen doğu Pontidlerde devam etmekte olan çalışmalarımız bölgede meydana gelmiş sıkıştırma ve genişleme evrelerinin hassas bir şekilde yaşlandırılmasını hedeflemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Paleostres, çarpışma, riftleşme, Pontidler, Karadeniz



## **STRUCTURAL AND PALEOSTRESS EVOLUTION OF THE PONTIDES FROM THE RIFTING OF THE BLACK SEA BASIN TO THE INCEPTION OF THE NORTH ANATOLIAN FAULT**

**Jean-Claude Hippolyte<sup>1</sup>, Nuretdin Kaymakci<sup>2</sup>,  
Ercan Sangu<sup>3</sup>, Carla Müller<sup>4</sup>, Nicolas Espurt<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> CEREGE, UMR 6635, Aix-Marseille Univ., 13545 Aix-en-Provence, France

<sup>2</sup> METU, Department of Geological Engineering, 06531 Ankara, Turkey

<sup>3</sup> Kocaeli University, Department of Geological Engineering, 41100 Kocaeli, Turkey

<sup>4</sup> IFP, 6 bis rue Haute 92500 Rueil-Malmaison, France

(hippolyte@cerege.fr)

### **ABSTRACT**

*This study is carried out in the frame of DARIUS International project in which we combine tectonic and biostratigraphic data in order to understand the timing and the characteristics of extensional and compressional phases that occurred along the southern margin of the Black Sea within the Pontides.*

*We use the stress inversion method (Angelier's softwares) for analyzing fault kinematics and characterizing the successive tectonic phases in space and time. The age of the tectonic phases is constrained by structural analysis and nannoplankton dating of the sedimentary units.*

*Structural and fault kinematics analyses indicate that the deposition of the so-called "syn-rift" Çağlayan Group was controlled by normal faults. In the western Pontides these faults trend NNE-SSW and developed under ESE-directed extension and are sealed by a Late Cretaceous "post-rift" sequence that generally begins with the red pelagic limestone of the Kapanbogazi Formation. We interpret this upper Barremian-Albian extensional deformation as related to the rifting of the Western Black Sea Basin. The presence of a major stratigraphic gap (uppermost Albian-Turonian) between the syn-rift sequence and the successive sequences in the Western Pontides can be interpreted as related to rift shoulder uplift and erosion. Other extensional reactivations occurred in the Late Cretaceous and the Paleocene all along the southern margin of the Black Sea Basin. We interpret these reactivations as related to back-arc extensional processes.*

*These extensional events were followed by compressional and strike-slip deformation. At least two successive compressional stress fields can be distinguished in the Pontides. A fanning (radial) stress pattern is probably related to the indentation of the Kırşehir Block into the Eurasian margin. This compression is well dated in the western Pontides where piggyback basins began to form in the lower Eocene at the NN12 nannoplankton zone. This main shortening event was followed by major stress field reorganization. The trends of compression rotated to a globally NW-SE orientation. We believe that this second stress field is related to the collision of the Arabian Plate with Eurasia that gave way to the inception of the North Anatolian Fault Zone along the southern margin of Pontides. Our ongoing work in the eastern Pontides is aimed at dating the successive compressional and extensional events of this region more precisely.*

**Keywords:** Paleostress, collision, rifting, Pontides, Black Sea

## BÜYÜK KAFKASLAR'DAN KÜÇÜK KAFKASLARA: K-G BİR KESİT BOYUNCA YÜZEY VE YERALTI VERİLERİNDEN ELDE EDİLEN YENİ BULGULAR (GÜRCİSTAN VE ERMENİSTAN)

**Marc Sosson<sup>1</sup>, Shota Adamia<sup>2</sup>, Rafik Melkonyan<sup>3</sup>, Carla Müller<sup>4</sup>,  
Nino Sadradze<sup>2</sup>, Lilit Sahakyan<sup>3</sup>, Yann Rolland<sup>1</sup>, Victor Alania<sup>2</sup>,  
Onise Enukidze<sup>2</sup>, Ara Avagyan<sup>3</sup>, Ghazar Galoyan<sup>3</sup>, Marc Hässig<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Nice-Sophia Antipolis Üniversitesi, CNRS, OCA UMR Géoazur, 250 rue A. Einstein,  
06560, Valbonne, Fransa

<sup>2</sup> Tbilisi Devlet Üniversitesi, M. Nodia Institute of Geophysics, Gürcistan

<sup>3</sup> Jeoloji Bilimler Enstitüsü, Yerevan, Ermenistan

<sup>4</sup> Bis rue Haute Rueil-Malmaison, Fransa

(sosson@geoazur.unice.fr)

### ÖZ

Kafkasya bölgesinde çözüm bekleyen temel sorunlardan biri yapıların sürekliliği ve bunların Küçük Kafkaslar ve Büyük Kafkaslar'daki yer ve zaman içindeki evrimleridir. Birçok modelin bu bölgenin tektonik evriminin yeniden kurulması için çalışmasına rağmen, Gürcistan ve Ermenistan'da bulunan bazı kilit alanlarda Darius Programı'nın (nannofosiller, yapısal analizler ve yeni sismik hatların yorumu) güncel sonuçlarının da dikkate alınması gerekir. Biz burada Gürcistan ve Ermenistan'daki Büyük Kafkasya ve Küçük Kafkasya'yı K-G yönde bölen bir hat boyunca elde edilen sonuçlarını sunacağız.

Kesitin güney kesiminden elde edilen veriler Triyas, Erken Jura boyunca Avrasya kıta kenarında bulunan Variskan temel kayalarında muhtemel bir genişleme döneminin varlığını göstermektedir. Senomaniyen uyumsuzluğu Geç Kretase sonu boyunca (Erken Jura – erken Geç Kretase) sedimanter örtünün aşınma ve yükselmesini kanıtlar. Magmatizmanın takip ettiği bir ana genişleme dönemi, Acara-Trialeti havzasının çökmesi ile Geç Paleosen'den Erken Eosen'in sonunda kadar sürmüştür. Magmatik aktivitenin durmasıyla, Geç Eosen boyunca jeodinamik süreçteki muhtemel değişiklik oluşmuştur. Oligosen – Erken Miyosen yaşlı Maycop Formasyonu'nun kırıntılı çökelleri Büyük Kafkas ve Acara-Trialeti havzası içindeki bir ana aşınma sürecinin göstergesidir. Yüzeyle gözlenen Maycop Formasyonu'nun bu uyumsuzluk yüzeyi ve sismik hatların yorumu Acara-Trialeti havzasının tektonik terslenmesinin ilk göstergesidir. Havzadaki Geç Paleosen-Erken Eosen yaşlı normal fayların ters faylar olarak tekrar aktif hale gelmesi bu terslenmeyi günümüze kadar devam ettirmiştir. Derin Acara-Trialeti havza çökelleri Miyosen molaslarının üzerine kuzey yönlü bindirme ile gelir. Bu Miyosen molasları ayrıca Pliyosen-Kuvaterner yaşlı molasların üzerine güney yönlü bindirme ile gelmiştir. Bu bölge tipik bir üçgen bölgeye karşılık gelir.

Alazani ve Kura havzaları içindeki diğer sismik hatlar Büyük Kafkasya kıta önü havzasının Pliyo-Kuvaterner boyunca gelişen tektonik evrimini kesin olarak kanıtlar.

**Anahtar Kelimeler:** Kafkaslar, havza, Senozoyik tektonik, sismik hatlar

## **FROM GREATER TO LESSER CAUCASUS: NEW INSIGHTS FROM SURFACE AND SUBSURFACE DATA ALONG N-S TRENDING TRANSECTS (GEORGIA AND ARMENIA)**

**Marc Sosson<sup>1</sup>, Shota Adamia<sup>2</sup>, Rafik Melkonyan<sup>3</sup>, Carla Müller<sup>4</sup>, Nino Sadradze<sup>2</sup>, Lilit Sahakyan<sup>3</sup>, Yann Rolland<sup>1</sup>, Victor Alania<sup>2</sup>, Onise Enukidze<sup>2</sup>, Ara Avagyan<sup>3</sup>, Ghazar Galoyan<sup>3</sup>, Marc Hässig<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> University of Nice-Sophia Antipolis, CNRS, OCA UMR Géoazur, 250 rue A. Einstein, 06560, Valbonne, France

<sup>2</sup> Tbilisi State University, M. Nodia Institute of Geophysics, Georgia

<sup>3</sup> Institute of Geological Sciences, Yerevan, Armenia

<sup>4</sup> Bis rue Haute Rueil-Malmaison, France

(sosson@geoazur.unice.fr)

### **ABSTRACT**

*One of the main questions to solve in the Caucasus regions is the continuity of structures, and their evolutions in space and time in the Lesser Caucasus, Transcaucasus and Greater Caucasus. Even many models tried to reconstruct the tectonic history of this area, it remains to take into account the recent results of the Darius programme (nannofossils dating, structural analysis, and interpretation of new seismic lines) on some key areas in Georgia and Armenia. We present results along N-S transects from the Greater Caucasus to the Lesser Caucasus in Georgia and Armenia.*

*The southern part of the section evidences probable extension stages during Triassic, Lower Jurassic within the variscan basement of the Eurasian margin. The Cenomanian unconformity attests for an uplift and erosion of the sedimentary cover (Lower Jurassic to late Early Cretaceous) during the end of the Early Cretaceous. A main extension event followed by magmatism occurs from Late Paleocene to the end of Early Eocene, with subsidence of the Adjara-Trialeti basin. A probable change of geodynamic process occurred during Late Eocene, with stop of the magmatic activity. The detrital series of the Oligocene Lower Miocene Maykop Fm are witness of a main erosion stage within the Adjara-Trialeti basin and into the Greater Caucasus. That is the first event of the tectonic inversion of the Adjara-Trialeti basin as demonstrated by the interpretation of seismic lines and by the unconformity of the Maykop Fm on surface. The inversion occurs until present days, as evidenced by occurrence of the reverse faulting of the basin along reactivated Late Paleocene-Early Eocene normal faults. In deep the Adjara-Trialeti basin northward overthrust the Miocene molasses, which are in surface southward thrust over the Pliocene to Quaternary molasses. This zone corresponds to a typical triangular zone.*

*Other seismic lines within the Alazani and Kura basins allow to precise the tectonic evolution of the Greater Caucasus foreland basin during Plio-Quaternary.*

**Keywords:** *Caucasus, basin, Cenozoic tectonic, seismic lines.*

# GÜRCÜ KITA KENARININ UZUN SÜRELİ ETKİNLİĞİNE İLİŞKİN KANITLAR: ANADOLU-TOROS-ERMENİSTAN BLOĞU EKLENMESİNİ TAKİP EDEN 80-75 MY ÖNCEKİ YİTİM SİÇRAMASI

**Yann Rolland<sup>1</sup>, Marc Sosson<sup>1</sup>, Marc Hässig<sup>1</sup>, Ghazar Galoyan<sup>2</sup>, Ara Avagyan<sup>2</sup>, Shota Adamia<sup>3</sup>, Nino Sadradze<sup>4</sup>, Doğan Perinçek<sup>5</sup>, Nuretdin Kaymakçı<sup>6</sup>, Gültekin Topuz<sup>7</sup>, Ömer Faruk Çelik<sup>8</sup>**

<sup>1</sup> *Géoazur, Université de Nice Sophia Antipolis, Observatoire de la Côte d'Azur, Faculté des Sciences, Parc Valrose, Nice, France*

<sup>2</sup> *Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences of Armenia, 24a Baghramian Avenue, Yerevan 375019, Armenia*

<sup>3</sup> *Institute of Geophysics, 1 M. Alexidze str., 0193, Tbilisi, Georgia*

<sup>4</sup> *Geological Institute, 1/9 M. Alexidze str., 0193, Tbilisi, Georgia*

<sup>5</sup> *Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Geological Engineering, Terzioğlu Campus 17020 Çanakkale, Turkey*

<sup>6</sup> *Remote Sensing and GIS Laboratory, Department of Geological Engineering, Middle East Technical University, 06531 Ankara, Turkey*

<sup>7</sup> *İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, TR-34469 Ayazaga, İstanbul*

<sup>8</sup> *Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli (yrolland@unice.fr)*

## ÖZ

Yitim ve yığışım süreçleriyle oluşan orojenler kısa ömürlü bir çarpışma geçmişiyle nitelenirler. Orojenler çarpışma öncesi edinmiş oldukları kabuk geometrilerini geniş ölçüde korurlar. Bu geometriler, kenet zonundan az çok uzağa bindirmiş okyanusal kabuk dilimlerini, korunmuş yığışım prizmalarını ve plakalar arası sınırdaki yitim kanalını içerir. Deformasyonun sonlanması, yitim zonunun eklenen bloğun en dış pasif kenarında sıçramasına bağlanmaktadır. Doğu Türkiye'de Anadolu-Toros-Ermenistan (ATE) bloğu, Ermenistan ve Gürcistan ana tektonik hatlarında yürütülen jeolojik araştırmalar ve <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar yaş tayinleri, bu küçük kıtasal bloğun her iki tarafındaki yitim ve eklenme olaylarına ve son olarak Avrasya ve Arap plakalarının çarpışmasına zamansal sınırlamalar sağlamaktadır. Kuzey kenarda, Gürcistan'ın Avrasya kenarında Variskan'dan ve Alpin'e kadar ulaşan magmatik etkinlik, Gürcistan Kristalin temelinden ve Ermenistan'daki foreland havzasından alınan ekzotik bloklar üzerinde yapılan <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar yaş tayinleri ile açığa çıkartıldı: Bu yaş verileri Avrasya kıta kenarının metamorfik geçmişi ve uzun süreli magmatik faaliyetinin kavranılmasına olanak sağlar: (1) 329-337 My yaşlı YS-DB başkalaşımı ve orta derecede kabuk kalınlaşmasına neden olan sıkışma fazı; (2) Variskan döneminin sonunda, 303 ve 269 My arasında bimodal magmatizma, bu dönemde devam eden faal kıta kenarı; (3) 183 My önce sıkışmalı bir ortamda oluşan migmatitler, kıta kenarının faal olduğuna işaret etmektedir; (4) Jura'da paroksimal yay plütonik etkinliği (aktif magmatik yayın araştırma yapılan kristalin temellerden daha güneyde yer almasına rağmen) ve 166 My yaşlı Ermenistan'da ön ülke fliš havzasında başkalaşmış kayaçlar; (5) Ermenistan yay önü havzasında başkalaşmış kayaç bloklarına ait muskovit ve hornblendin hata payları içinde yaş değerlerinin ayırt edilemez oluşu hızlı soğuma, ve dolayısıyla yay'da gerilmeli tektonikle bağlantılı hızlı yüzeylemeye işaret etmektedir. (6) Üst Kretase'de And tipi magmatik yay sürecinin sonlanması. Gürcistan kristalin temelinde 114 My yaşlı Erken Kretase magmatik etkinliğinin kalıntıları bulunmakta ve bu ise göreceli olarak sıcak okyanusal kabuğun düz dilim yitimine atfedilmektedir. Bu olay Kuzey Ermenistan ofiyoliti üzerine yerleşen okyanusal bir deniz dağı (117 My) ile uyumludur. <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar yaşları Orta Kretase'den Üst Kretase'ye (95-85 My) yitim ve bir araya gelme olaylarına anlam kazandırmıştır. Güneyde daha genç magmatik ve başkalaşım yaşları Bitlis-Pütürge bloğunun Üst Kretase sürecinde (74-71 My) yığışımını ve Neotetis'in yitimini gösterir. Bu veriler 80-75 My önce yitim ATE kıtasal bloğunun kuzeyinden güney sınırına sıçraması olarak yorumlanır. Çift yitim yığışım bölgelerinde bindiren ofiyolitlerin benzer yay gerisi tipi jeokimyası yığışımından önce benzer bir okyanus içi evrimi gösterir. Bu durum günümüz Akdeniz Bölgesi'nde olduğu şekliyle dalan dilim dikleşmesi ve geriye doğru dürülme ile nitelendirilir.

**Anahtar Kelimeler:** Küçük Kafkasya, ofiyolit, bindirme, <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar tarihlendirmesi, yığışım

## **EVIDENCES FOR PROLONGED ACTIVITY OF THE GEORGIAN ACTIVE MARGIN FOLLOWED BY ~ 80–75 MA SUBDUCTION JUMP DURING ANATOLIDE–TAURIDE–ARMENIAN BLOCK ACCRETION**

**Yann Rolland<sup>1</sup>, Marc Sosson<sup>1</sup>, Marc Hässig<sup>1</sup>, Ghazar Galoyan<sup>2</sup>,  
Ara Avagyan<sup>2</sup>, Shota Adamia<sup>3</sup>, Nino Sadradze<sup>4</sup>, Doğan Perinçek<sup>5</sup>,  
Nuretdin Kaymakçı<sup>6</sup>, Gültekin Topuz<sup>7</sup>, Ömer Faruk Çelik<sup>8</sup>**

<sup>1</sup> Géoazur, Université de Nice Sophia Antipolis, Observatoire de la Côte d'Azur, Faculté des Sciences, Parc Valrose, Nice, France

<sup>2</sup> Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences of Armenia, 24a Baghramian Avenue, Yerevan 375019, Armenia

<sup>3</sup> Institute of Geophysics, 1 M. Alexidze str., 0193, Tbilisi, Georgia

<sup>4</sup> Geological Institute, 1/9 M. Alexidze str., 0193, Tbilisi, Georgia

<sup>5</sup> Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Geological Engineering, Terzioğlu Campus 17020 Canakkale, Turkey

<sup>6</sup> Remote Sensing and GIS Laboratory, Department of Geological Engineering, Middle East Technical University, 06531 Ankara, Turkey

<sup>7</sup> Istanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, TR–34469 Ayazaga, Istanbul, Turkey.

<sup>8</sup> Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli, Turkey  
(yrolland@unice.fr)

### **ABSTRACT**

Orogens formed by a combination of subduction and accretion are featured by a short-lived collisional history. They preserve crustal geometries acquired prior to the collisional event. These geometries comprise obducted oceanic crust sequences that may propagate somewhat far away from the suture zone, preserved accretionary prism and subduction channel at the interplate boundary. The cessation of deformation is ascribed to rapid jump of the subduction zone at the passive margin rim of the opposite side of the accreted block. Geological investigation and <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating on the main tectonic boundaries of the Anatolide–Tauride–Armenian (ATA) block in Eastern Turkey, Armenia and Georgia provide temporal constraints of subduction and accretion on both sides of this small continental block, and final collisional history of Eurasian and Arabian plates. On the northern side, Variscan to Alpine magmatic activity on Eurasian margin of Georgia is revealed by <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar ages from rocks sampled in the Georgian Crystalline basement and exotic blocs in the Armenian foreland basin. These ages provide insights into the long duration of magmatic activity and related metamorphic history of the margin, with: (1) a phase of transpression with little crustal thickening during the Variscan cycle, evidenced by HT-LP metamorphism at 329–337 Ma; (2) a phase of intense bimodal magmatism at the end of the Variscan cycle, between 303 and 269 Ma, which is interpreted as an ongoing active margin during this period; (3) further evolution of the active margin evidenced by migmatites formed at ca. 183 Ma in a transpressive setting; (4) paroxysmal arc plutonic activity during the Jurassic (although the active magmatic arc was located further south than the studied crystalline basements) with metamorphic rocks of the Eurasian basement sampled in the Armenian foreland basin dated at 166 Ma; (5) rapid cooling suggested by similar within-error ages of amphibole and muscovite sampled from the same exotic block in the Armenian fore-arc basin, ascribed to rapid exhumation related to extensional tectonics in the arc; and finally (6) cessation of 'Andean'-type magmatic arc history in the Upper Cretaceous. Remnants of magmatic activity in the Early Cretaceous are found in the Georgian crystalline basement at c. 114 Ma, which is ascribed to flat slab subduction of relatively hot oceanic crust. This event corresponds to the emplacement of an oceanic seamount above the N Armenian ophiolite at 117 Ma. <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar ages give insights for the subduction and collapse from the Middle to Upper Cretaceous (95–80 Ma). To the south, younger magmatic and metamorphic ages exhibit subduction of Neotethys and accretion of the Bitlis–Pütürge block during the Upper Cretaceous (74–71 Ma). These data are interpreted as a subduction jump from the northern to the southern boundary of the ATA continental block at 80–75 Ma. Similar back-arc type geochemistry of obducted ophiolites in the two subduction–accretion domains point to a similar intra-oceanic evolution prior to accretion, featured by slab steepening and roll-back as for the current Mediterranean domain.

**Keywords:** Lesser Caucasus, ophiolite, obduction, <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating, accretion

## SEVAN-AKERA SÜTUR ZONU KB'SINDAKİ AMASIA OFİYOLİTİNİN JEOLojİSİ VE YAPISI, KÜÇÜK KAFKASLAR (ERMENİSTAN)

**Marc Hässig<sup>1</sup>, Yann Rolland<sup>1</sup>, Marc Sosson<sup>1</sup>, Ghazar Galoyan<sup>2</sup>,  
Ara Avagyan<sup>2</sup>, Lilit Sahakyan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Univerité de Nice-Sophia Antipolis, Observatoire de la Côte d'Azur, Geoazur, Faculté des Sciences, Parc Valrose, 06108 Nice cedex 2, France.

<sup>2</sup>Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences of Armenia, 24a Baghramian avenue, Yerevan, 375019 Armenia.  
(hassig@geoazur.unice.fr)

### ÖZ

Sevan-Akera Süturu'nun KB sındaki Amasia Ofiyoliti, Güney Ermenistan Kıtasal Bloğu üzerine yerleşmiş okyanusal litosfer kayaları için çok iyi korunmuş bir örnek teşkil eder. Bu alanda yapılan ayrıntılı haritalama; (1) metamorfik olmayan okyanusal gabbroların, (2) serpantinitle ve yeşilist metamorfizması geçirmiş bir melanja ait deforme yastık lavların, radiolarit ve çörtlerin, ve (3) ofiyolitle aynı birleşime sahip, granatlı amfibolit içeren bir taban diliminin varlığını ortaya koymuştur. Bu birimler Eosen sonrasında suture zonunun Güney Ermenistan Bloğu ile çarpışması ile ortaya çıkan sıkışmadan kaynaklanan deformasyon ve dilimlenmeden etkilenmiştir. Gabro amfibolitlerden yapılan <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar yaş tayinleri  $176 \pm 8$  My vermiştir. Bu yaş ve ofiyolitik kayaların birleşimi Ermenistandaki diğer ofiyolitlerle aynıdır. Granatlı amfibolitlerden yapılan yapısal ve mineralojik analizler bu kayaların yüksek sıcaklık ve orta basınç koşullarında (P = 6-7 kbar, T = 630°C) değişime uğramış ofiyolit tabanı metamorfitlerini temsil ettiğini göstermiştir. Amfibollerden yapılan <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar yaş tayini  $91.8 \pm 3$  My vermiştir. Bu yaş Vedi de ofiyolit yerleşmesi ile ilgili olarak gelişen ön-flışten sağlanan nannofosil yaşları ile de uyum halindedir.

Tüm veriler Jura yaşlı okyanus içi bir yay ardı havzasında gelişmiş olan bir ofiyolit napının yaklaşık 92 My önce Ermenistan mikrolevhası üzerine yerleştiğini gösterir.

**Anahtar Kelimeler:** Küçük Kafkaslar, ofiyolit, üzerleme, <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar yaş tayini, termobarometri

**GEOLOGY AND STRUCTURE OF THE AMASIA OPHIOLITES,  
NW OF THE SEVAN-AKERA SUTURE ZONE,  
LESSER CAUCASUS (ARMENIA)**

**Marc Hässig<sup>1</sup>, Yann Rolland<sup>1</sup>, Marc Sosson<sup>1</sup>, Ghazar Galoyan<sup>2</sup>,  
Ara Avagyan<sup>2</sup>, Lilit Sahakyan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Université de Nice-Sophia Antipolis, Observatoire de la Côte d'Azur, Geoazur, Faculté des Sciences, Parc Valrose, 06108 Nice cedex 2, France.

<sup>2</sup> Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences of Armenia, 24a Baghramian avenue, Yerevan, 375019 Armenia.  
(hassig@geoazur.unice.fr)

**ABSTRACT**

*The ophiolites of Amasia in the northwestern part of the Sevan-Akera suture zone (Lesser Caucasus, NW Armenia) correspond to a well-preserved example of a major obduction of oceanic lithosphere over the South Armenian continental block. Our mapping evidenced a series of (1) un-metamorphosed gabbroic oceanic crust, (2) serpentinites and a greenschist grade tectonic mélange composed of deformed pillow-basalts, radiolarites and cherts, and (3) a basal slice of garnet amphibolites bearing similar compositional features as the ophiolite. These units are sliced and deformed by post-Eocene thrusting related to the shortening of the suture zone after the collision of the South Armenian Block. <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating on gabbro amphiboles yielded an age of 176 ± 8 Ma. This age and geochemical composition of ophiolite rocks are similar to those of other ophiolite outcrops in Armenia. Structural and mineralogical analysis undertaken on the garnet amphibolites suggest it to represent the obducted ophiolite metamorphic sole, deformed at high temperature and intermediate pressure (P = 6-7 kbar, T = 630°C). <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating on amphiboles yielded an age of 91.8 ± 3 Ma, similar to the paleontological age of nannofossils sampled in the frontal flysch related to obduction in Védi. All these data are in agreement with the presence of a unique ophiolite nappe originating from a Jurassic intra-oceanic back-arc basin, obducted onto the Armenian microblock at c. 92 Ma.*

**Keywords:** Lesser Caucasus, ophiolite, obduction, <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating, thermobarometry

## ERMENİSTAN BLOKU VE ÖN ÜLKESİNİN PALEOMANYETİZMASI: TETİS LEVHASI'NIN YENİDEN OLUŞUMU VE FANEROZOYİK SÜRESİNCE GELİŞEN OROKLİNAL BÜKÜLME ÜZERİNDEKİ KISITLAMALAR

Maud J.M. Meijers<sup>1</sup>, Marc Sosson<sup>1</sup>, Yann Rolland<sup>1</sup>, Brigitte  
Smith<sup>2</sup>, Marily Mensink<sup>3</sup>, Araik Grigoryan<sup>4</sup>, Ara Avagyan<sup>4</sup>,

Lilit Sahakyan<sup>4</sup>, Nino Sadradze<sup>5</sup>, Shota Adamia<sup>6</sup>, Carla Müller<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Université de Nice - Sophia Antipolis, Observatoire de la Côte d'Azur, Geoazur UMR6526,  
Parc Valrose, 06108 Nice cedex 2, France

<sup>2</sup>Université Montpellier 2, Géosciences Montpellier, Montpellier, France

<sup>3</sup>Utrecht University, Paleomagnetic laboratory 'Fort Hoofddijk', Utrecht, Netherlands

<sup>4</sup>Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences, Yerevan, Armenia

<sup>5</sup>Djanelidze Institute of Geology, Tbilisi

<sup>6</sup>Institute of Geophysics, Tbilisi

<sup>7</sup>6 bis rue Haute 92500 Rueil Malmaison, France  
(meijers@geoazur.unice.fr)

### ÖZ

Gondwana kökenli Güney Ermeni Bloğu (GEB) erken-orta Jura (~200-160 Ma) çağında Afrika'dan ayrılmış, Geç Kretase ofiyolit yitimine maruz kalmış ve Paleosen-Eosen dönemlerinde Avrasya kıta kenarı ile çarpışmıştır. Riftleşme ve çarpışmanın yaşları çoğunlukla jeolojik kanıtı esas almaktadır. Önerilen riftleşme ve çarpışma yaşları ara zaman aralığında bilinmeyen konumları ile birlikte güçlü paleocoğrafik rekonstrüksiyonların gelişmesine olanak sağlamamaktadır. Güney Ermeni Bloğu'nun kuzey kesiminde kalan alan büyük bir olasılıkla oroklinal bükülme sonucu gelişmiş yay biçimli bir geometri ile karakterize edilmektedir. Güney Ermeni Bloğu ve daha genç olan Arap ve Avrasya çarpışmaları bu geometriyi açıklayabilmektedir. Nicelik bakımından paleoenlem ve dönüş verilerini (rotational data) elde etmenin tek yolu paleomanyetik araştırmalardır. Bu nedenle, Tetis okyanusunun paleocoğrafik olarak yeniden oluşumunu tasarlamak için Güney Ermeni Bloğu ve ön ülkesinin Paleozoyik-Paleojen yaşlı kayaçları üzerinde bir paleomanyetik çalışma yürütülmüştür. Paleomanyetik verilerden elde edilen dönüş verileri kullanarak, GEB çevresindeki yay biçimli geometrinin oluşum yaşının bu geometriyi oluşturan olası mekanizmayı açıklaması bakımından saptanması amaçlanmıştır.

Koniasiyen-Santoniyen dönemlerinde Güney Ermeni Bloğu'na güneyden üzerleyen/yerleşen ofiyolitlerin üzerinde depolanmış olan Santoniyen yaşlı pembe pelajik kireçtaşlarından alınan Paleo-enlem verileri, Santoniyen döneminde GEB ve Avrasya arasında kalan okyanus havzası kalıntısının maksimum 500 km genişlikte olduğunu göstermiştir. Bu okyanus havzasının son kapanımı Güney Ermeni Bloğu'nun Avrasya kıta kenarına eklenmesine neden olmuştur. Maalesef, Güney Ermeni Bloğu'nun Paleozoyik yaşlı kayaçlarından elde edilen tüm veriler çok yüksek eğimler (dolayısıyla paleo-enlemler) vermiş olup büyük olasılıkla bu kayaçları etkileyen yeniden mıknatıslanma (remagnetization) olayının buna neden olduğu sonucuna varılmıştır. Bu yüzden Güney Ermeni Bloğu'nun paleo-enlemlerinin yeniden oluşturulmasında bu veriler kullanılamaz.

Ermenistan'ın bütün Geç Kretase-Eosen yaşlı kayaçları saat yönünde dönüşler (rotasyonlar) göstermektedir. Eosen yaşlı kayaçlardaki dönüşler Geç Kretase yaşlı kayaçlardaki dönüşlerden birkaç derece daha düşüktür. Bu durum dönüşlerin büyük çoğunluğunun Geç Kretase ve Eosen dönemleri arasında meydana geldiğinin güçlü bir göstergesidir. Dolayısıyla, bu rotasyonlar ve muhtemel oroklinal oluşumlar büyük ihtimalle Güney Ermeni Bloğu'nun Avrasya kıta kenarına eklenmesi sonucudur. Ancak bu durumun Gürcistan ve Azerbaycan'daki yay biçimli alanların farklı bölgelerinden alınan verilerle doğrulanması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Küçük Kafkaslar, Neotetis, paleocoğrafik rekonstrüksiyon, paleomanyetizma, oroklinal oluşumu



## ***p*ALEOMAGNETISM OF THE ARMENIAN BLOCK AND ITS FORELAND: CONSTRAINTS ON TETHYAN PLATE RECONSTRUCTIONS AND OROCLINAL BENDING DURING THE PHANEROZOIC**

**Maud J.M. Meijers<sup>1</sup>, Marc Sosson<sup>1</sup>, Yann Rolland<sup>1</sup>,  
Brigitte Smith<sup>2</sup>, Marily Mensink<sup>3</sup>, Araik Grigoryan<sup>4</sup>, Ara Avagyan<sup>4</sup>,  
Lilit Sahakyan<sup>4</sup>, Nino Sadradze<sup>5</sup>, Shota Adamia<sup>6</sup>, Carla Müller<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>Université de Nice - Sophia Antipolis, Observatoire de la Côte d'Azur, Geoazur UMR6526,  
Parc Valrose, 06108 Nice cedex 2, France

<sup>2</sup>Université Montpellier 2, Géosciences Montpellier, Montpellier, France

<sup>3</sup>Utrecht University, Paleomagnetic laboratory 'Fort Hoofddijk', Utrecht, Netherlands

<sup>4</sup>Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences, Yerevan, Armenia

<sup>5</sup>Djanelidze Institute of Geology, Tbilisi

<sup>6</sup>Institute of Geophysics, Tbilisi

<sup>7</sup>6 bis rue Haute 92500 Rueil Malmaison, France  
(meijers@geoazur.unice.fr)

### **ABSTRACT**

*The South Armenian Block (SAB) of Gondwanan origin rifted away from Africa in the early to middle Jurassic (~200-160 Ma), underwent late Cretaceous ophiolite obduction, and collided with the Eurasian margin in Paleocene to Eocene times. The ages of rifting and collision are mainly based on geological evidence. The suggested ages of rifting and collision as well as its unknown position in the intermediate time span do not enable the development of robust paleogeographic reconstructions. The area straddling the northern part of the SAB is characterized by an arc-shaped geometry that is most likely the result of oroclinal bending. The collision of the SAB and the much younger collision of Arabia with Eurasia could explain this geometry. Paleomagnetic research is the only way to quantitatively provide paleolatitudes and rotational data. Therefore, we carried out a paleomagnetic study on Paleozoic to Paleogene rocks of the SAB and its foreland to construct a paleogeographic reconstruction of the Tethys ocean. Using rotational data that are provided by paleomagnetic data, we aimed at pinpointing the timing of formation of the arc-shaped geometry around the SAB in order to propose a possible mechanism forming this geometry.*

*Paleolatitude data from Santonian pink pelagic limestones that were deposited on top of ophiolites that were southward obducted onto the SAB in Coniacian-Santonian times, show that the remnant oceanic basin between the SAB and Eurasia in the Santonian was max. 500 km wide. Final closure of this remaining oceanic basin led to the accretion of the SAB to the Eurasian margin. Unfortunately, all data derived from Paleozoic rocks of the SAB yield very high inclinations (and therefore paleolatitudes) that are most likely the result of a remagnetization event that affected these rocks. Therefore, we cannot use these data for a paleolatitude reconstruction of the SAB.*

*All our late Cretaceous to Eocene rocks from Armenia show clockwise rotations. The rotations in the Eocene rocks are several tens of degrees lower than the rotations in the late Cretaceous rocks. This is a strong indication that most of the rotation occurred between the late Cretaceous and Eocene. Therefore it is likely that the rotations and possible orocline formation are (largely) caused by the accretion of the SAB to the Eurasian margin. This has to be verified however by data from other parts of the arc-shaped region in Georgia and Azerbaijan.*

**Keywords:** Lesser Caucasus, Neo-Tethys, paleogeographic reconstruction, paleomagnetism, orocline formation

## DOĞU AKDENİZ BAĞLAMINDA TÜRKİYE’NİN İYİLEŞTİRİLMİŞ PALEOTEKTONİK HARİTALARINA DOĞRU

**Alastair H. F. Robertson<sup>1</sup>, Osman Parlak<sup>2</sup> ve Timur Ustaömer<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*School of GeoSciences, Edinburgh University, W. Mains Rd., Edinburgh EH9 3JW, UK*

<sup>2</sup>*Geological Engineering Dept., Çukurova University, TR-01330 Balcalı, Adana*

<sup>3</sup>*Department of Geology, Istanbul University, 34850 Avcılar, Istanbul*

*(Alastair.Robertson@ed.ac.uk)*

### ÖZ

Bu çalışmada amacımız, G. Anadolu, Kıbrıs ve K. Suriye’den elde edilen saha temelli verilere yoğunlaşıp, mevcut paleotektonik haritaları gözden geçirmek ve iyileştirmektir. G. Anadolu’daki bir dizi platformun dokanak ilişkilerinin yeniden incelenmesi, bu platformların önceki bazı modellerde öne sürüldüğü gibi tek bir Torid kıtasal biriminin farklı kesimlerini temsil edemeyeceğine işaret etmektedir. Doğrusu, Torid-Anatolid platform birimleri ve Gondwana (K. Afrika)’nın farklı Mesozoyik okyanusal havzaları (G. Neotetis, Berit okyanusu ve İç Toros okyanusu) ile birbirlerinden ayrılmış olduklarıdır. Daha kuzeyde, Torid-Anatolid mikrokıtasal birimleri/okyanusal havzaları, Avrasya’dan geniş İzmir-Ankara-Erzincan okyanusu ile ayrılmaktaydı. Bu okyanus, yitim ve güneydeki yenilenen yayılma yollarıyla önceki Paleozoyik-Erken Mesozoyik okyanuslarının devamı olarak gelişmiştir.

Güneydeki Neotetis okyanusları, Orta/Geç Permiyen ve Erken/Orta Triyas dönemlerinde başlayan ve Geç Triyas’ta (Karniyen-Noriyen) deniz tabanı yayılmasıyla sonuçlanan aşamalı riftleşme sonucu meydana gelmiştir. Erken-Orta Jura dönemi pasif kenar çökmesi ile temsil edilir. Geç Jura-Erken Kretase döneminde Levant ve bitişik G. Neotetiste yaygın alkale, levha içi mağmatizma etkin olmuştur. Plüm-türü mağmatizma Levant’ta egemendir. Geç Kretase döneminde farklı okyanusal havzalarda, okyanus içi yitim zonlarının üzerindeki yayılma yoluyla ofiyolit oluşumu baskın olmuştur. Ofiyolitler bir kaç okyanusal havzadan, güneye, Torid karbonat platformu ve Arabistan kenarı üzerine en geç Kretasede yerleşmiştir. İzmir-Ankara-Erzincan okyanusu Orta Eosen öncesi kapanırken, G. Neotetis Erken Senozoyike kadar varlığını koruyarak günümüzdeki Doğu Akdeniz havzasına evrilmiştir. Süregelen kuzey yönlü yitimin sonucunda G. Neotetis Orta Miyosen öncesinde Arabistan kenarı boyunca kenetlenirken, bu okyanus doğu Akdeniz derin havzası olarak varlığını günümüze kadar korumuştur.

Pliyo-Kuvaterner sırasında Kuzey Afrika kıta kenarının G. Kıbrıs’taki Eratostenes Yükselimi ile temsil edilen ucu kuzeydeki hendek ile çarpışarak hızlı yükselmeyi tetiklemiştir. Güney Anadolu’nun Pliyo-Kuvaterner yükselmesi de, litosferik mantonun ve/veya kuzeye dalan kalıntı G. Neotetis okyanusal levhasının kopmasına atfedilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye, Neotetis, D. Akdeniz, Toridler, paleotektonik haritalama

## **TOWARDS IMPROVED PALAEOTECTONIC MAPS OF TURKEY IN AN EASTERN MEDITERRANEAN CONTEXT**

**Alastair H. F. Robertson<sup>1</sup>, Osman Parlak<sup>2</sup> and Timur Ustaömer<sup>3</sup>**

<sup>a</sup>School of GeoSciences, Edinburgh University, W. Mains Rd., Edinburgh EH9 3JW, UK

<sup>b</sup>Geological Engineering Dept., Çukurova University, TR-01330 Balcali, Adana, Turkey

<sup>c</sup>Department of Geology, Istanbul University, 34850 Avcılar, Istanbul, Turkey

(Alastair.Robertson@ed.ac.uk)

### **ABSTRACT**

*Our objective here is to critically review and try to improve existing palaeotectonic maps, focusing on land-based evidence from S. Turkey, Cyprus and N. Syria. A review of the contact relations of a number of different platform units in S Turkey indicates that they can not represent parts of a single large Tauride continental unit as in some previous reconstructions. Instead, the Tauride-Anatolide platform units and Gondwana (N Africa) were separated by several different Mesozoic oceanic basins (S Neotethys, Berit ocean and Inner Tauride ocean). Further north, the Tauride-Anatolide microcontinental units/oceanic basins were separated from Eurasia by the wide İzmir-Arkara-Erzincan ocean. This developed from preceding Palaeozoic-Early Mesozoic oceans (Rheic ocean and Palaeotethys) by means of subduction and renewed spreading in the south.*

*The southerly Neotethyan oceans originated from pulsed rifting during Mid/Late Permian and Early/Mid Triassic time, culminating in seafloor spreading during the Late Triassic (Carnian-Norian). Early-Mid Jurassic was characterised by passive margin subsidence. Late Jurassic-Early Cretaceous saw widespread alkaline, within-plate magmatism in the Levant and adjacent S. Neotethys. Plume-type magmatism is widespread in the Levant. The Late Cretaceous was dominated by the formation of ophiolites by spreading above intra-oceanic subduction zones in several different oceanic basins. Ophiolites were emplaced southwards onto the Tauride carbonate platform and the Arabian margin during latest Cretaceous time from several oceanic basins. The İzmir-Ankara-Erzincan ocean closed prior to Mid-Eocene, whereas the S. Neotethys survived into Early Cenozoic time, evolving into the present-day Eastern Mediterranean basin. In response to continuing northward subduction, the S. Neotethys sutured along the Arabian margin by Mid-Miocene, while the ocean persisted further west as the easternmost Mediterranean deep basin. During Plio-Quaternary, the leading edge of the North African continental margin, represented by the Eratosthenes High, south of Cyprus, collided with the subduction trench to the north, triggering rapid uplift. Plio-Quaternary uplift of southern Anatolia could be influenced by delamination of sub-crustal mantle lithosphere and/ or break-off of the northward-subducting, remnant S. Neotethyan oceanic slab.*

**Keywords:** Turkey, Neotethys, E. Mediterranean, Taurides, palaeotectonic mapping

## PERİGONDVANA KUZEY KENARI ERKEN-ORTA KAMBRIYEN İSTİFLERİNDE YENİ BULGULAR VE SONUÇLARI: ARABİSTAN VE TÜRKİYEDEKİ OLUŞUKLARIN ÖNEMİ VE POTANSİYELİ

**Olaf Elicki<sup>1</sup>, Semih Gürsu<sup>2</sup>, M. Cemal Göncüoğlu<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dept. of Palaeontology, Geological Institute, Freiberg University of Mining and Technology, Freiberg, Germany

<sup>2</sup> Jeoloji Müh. Bölümü, Muğla Üniversitesi, Kötekli/Muğla

<sup>3</sup> Jeoloji Müh. Bölümü, ODTÜ, Ankara

(Olaf.Elicki@geo.tu-freiberg.de)

### ÖZ

Ölü Deniz (Ürdün) ve Batı Toroslar (Türkiye)'daki kesitlerde yapılan yeni araştırmalar bu (Peri) Gondvana istiflerinde biyodiversite, çökeltme ortamları, ortamsal koşullar ve stratigrafik çerçeve ile ilgili yeni bulgular sağlamıştır. Bu bölgelerdeki Kambriyen çökelleri Proterozoyik yaşlı bir temel üzerinde uyumsuz olarak yer alırlar ve karasal ve kenar denizi çökeltim koşullarını yansıtır. Bu birimlerin yaşlandırılması ve korrelasyonu genelde özel paleoekolojik koşullar ve sınırlı paleontolojik ve stratigrafik veriler nedeni ile problemlidir.

Ürdün Rift Vadisi'nde, (İsrail ve Ürdün'ün Ölü Deniz ve Güney Araba Vadisi alanları) Kambriyen karasal silisiklastitlerle başlar ve üste doğru önce bir karbonatlı birime ardından önce denizel, sonra karasal silisiklastitlere geçer. Karbonatlı kayalarda farklı lokalite ve seviyelerde yaygın olarak makro, mikro ve iz fosillere rastlanır. Saptanan formlar trilobitleri, brakiyopodları, hiyolitleri, poriferidleri, ekinodermleri, çanselloritleri, mikromoluskları, ortomercanları, hiyolithelminitleri, bradoridleri, ?sifogonüsitleri ve ?kornulitidleri kapsar. Yapılan araştırmada 12 paleoekolojik topluluk içinde gövde fosillerden 20 cins ve 17 tür ve 28 ikno-cins saptanmıştır. Çökeltme alanı değişik düşük enlem tropik-subtropik sığ denizel koşullarının hakim olduğu bir yapısal kompleks olarak tanımlanmıştır. İknolojik ve paleoekolojik analizler çökeltimin yüksek çeşitlilikli, gel-git etkisinin yaygın olduğu, gel-git altı ve arası koşulların etkili olduğu sığlıkların ve lagünlerin varlığına işaret eder. Mikrofaunal bulgular bu alanların Avustralya ve İran ile paleocoğrafik olarak yakın olduğunu, Batı Avrupa ile ise bazı ilişkilerin olabileceğini ortaya koymaktadır. Birimlerin yaşı Kambriyen Sisteminin Erken 3. Serisinin 5. Katıdır ve bu geleneksel sınıflamada erken Orta Kambriyen'e karşılık gelir.

Batı Anadolu'da Eğirdir ve Afyon yörelerinde Kambriyen istifleri bazı "alt" Kambriyen iz fosilleri içeren delta ve kıyı silisiklastitleri ile başlar. Bu bulgu ana transgresyon olayı öncesinde sınırlı da olsa denizel etkiye işaret eder. Bunların üstüne gelen karbonatlar Kambriyenin 2.Serisi üstü ile 3. Seviyesi ortası arasında yaşa sahiptirler ve altta gel-git altı dolomitler ile sınırlı ortamın tabakalı kireçtaşlarını içerirler. Üste doğru fosilli, nodüler açık deniz gel-git altı şelf kireçtaşları yer alır. Bu karbonatlarda tipik Arkeosiyatit yığışımı dokusu, ve çok sayıda kavkılı fosiller bulunur. Bunlar problematik küçük kavkılılar, bivalv ve hiyolitleri, trilobitleri, akrotretid brakiyopodları, eklemsiz ekinitleri, sünger ve çansellorit kalıntılarını kapsar. Bu fauna düşük enlem çökeltim kuşağını temsil eder. Karbonatların üzerine gelen kumtaşları ve şeyller, akritark ve iz fosillere göre "Orta" Kambriyen'den erken Ordoviziyen'e kadar uzanan yaş aralığı sunarlar. Bu silisiklastik birimlerin yapıları fırtına dalga tabanı çökeltimine işaret eder. Daha üstteki birimler ince silisiklastit ve seyrek

türbiditik tabakalardan oluşur ve daha distal ve derin çökeltme koşullarını yansıtır. Birimin fosil içeriği tipik Akdeniz (Fas, İspanya, Fransa, Sardinya, Almanya) Perigondvana afinitesi gösterir.

Güney Avrupa, Yakın ve Orta Doğu ile KD Afrika Kambriyen istiflerinin karşılaştırmalı etüdü şu ön sonuçları sağlamaktadır: (1) Ürdün Rift Vadisi ve Türkiye istifleri bol fosillidirler; (2) Türkiye, Ürdün, Mısır ve Libyadaki silisiklastik kayalardaki iz fosil ve karbonatlardaki mikropaleontolojik araştırmalar çökeltme ortamı, paleoekolojik ve paleocoğrafik koşulların belirlenmesini sağlamaktadır; (3) Ölü Deniz havzası Kambriyen denizel çökeltimi için ayrıntılı bir fasiyes modeli önerilebilmektedir; (4) Türkiyede bulunan mikrofosiller bölgelerarası korrelasyon için önemli anahtarlardır. Bu bağlamda, Batı Toroslar ve Ürdün'deki Kambriyen çökeltimini sağlayan ana transgressif evre Batı Akdenizdeki Sardinya, Fransa, İspanya ve Almanya'ya göre diyakron özelliktedir. Bu da paleocoğrafik ve iklimsel değişikliklerin örtüşmesi olarak yorumlanabilir. Buna karşılık, Ürdün/İsrail ve KD Afrika istifleri diğerlerine göre daha kıyıya yakın alanlarda gerçekleşmiş olmalıdır. Bu bakımdan, Ürdün/İsrail ve Türkiye'deki marjinal deniz çökellerinin ortam özellikleri ve fosil içerikleri Gondvana orta-batı bölümünün paleodinamik evrimini anlamak ve paleocoğrafik konumunu belirlemek bakımından anahtar alanlar oluşturur.

**Anahtar Kelimeler:** Ürdün Rift Vadisi, Batı Toroslar, Kambriyen, paleontoloji, çökeltme ortamı

## **PALAEONTOLOGICAL NEWS AND THEIR CONSEQUENCES FROM THE EARLY-MIDDLE CAMBRIAN SUCCESSIONS OF THE NORTHERN EDGE OF PERIGONDWANA: ROLE AND POTENTIAL OF ARABIAN AND TURKISH OCCURRENCES**

**Olaf Elicki<sup>1</sup>, Semih Gürsu<sup>2</sup>, M. Cemal Göncüoğlu<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dept. of Palaeontology, Geological Institute, Freiberg University of Mining and Technology, Freiberg, Germany

<sup>2</sup> Dept. of Geological Engineering, Mugla University, Kötekli/Mugla, Turkey

<sup>3</sup> Dept. of Geological Engineering, Middle East Technical University, Ankara, Turkey  
(Olaf.Elicki@geo.tu-freiberg.de)

### **ABSTRACT**

*Investigation of sections in the Dead Sea area (Jordan) and in the western Taurides (Turkey) led to new insights into life, biotic diversity, depositional characteristics, environmental conditions and stratigraphic frame of these (Peri)Gondwanan successions. Cambrian sediments of the mentioned regions rest unconformably on Proterozoic basement and indicate continental–marine marginal deposition. The dating of timing of the Cambrian deposition and of the correlation of the strata is often problematic due to special palaeoecological conditions and limited palaeontological and sedimentological data.*

*In the Jordan Rift Valley (Dead Sea area and southern Wadi Araba of Jordan and Israel) the Cambrian starts with continental siliciclastics changing afterwards into a carbonate suite which is followed by marine and finally by continental siliciclastics, again. From the carbonates an extensive micro-, macro- and trace fossil fauna has been observed from several localities and stratigraphic levels. Proved taxa include trilobites, brachiopods, hyoliths, poriferids, echinoderms, cancelloriids, micromolluscs, octocorals, hyolithelminths, bradoriids, ?siphogonuchitids, ?cornulitids. 20 genera and 17 species of body fossils as well as 28 ichno-taxa within 11 palaeoecological assemblages have been identified. The depositional area has been characterized as a structured complex of various shallow marine environments under tropical/subtropical low-latitude conditions. Ichnological and palaeoecological analysis led to a reconstruction of a high-diversity, tide-influenced sub- to intertidal environment with shoals and lagoons. Based on the microfauna, close palaeogeographic relations to Australia and Iran could have been proved, whereas some relations to Western Europe may have existed, too. The stratigraphic age could have been fixed to early Series 3, Stage 5 of the Cambrian system which is equivalent to the early Middle Cambrian in traditional terms.*

*Cambrian successions near Eğirdir and Afyon of the western Taurides (Turkey) start with deltaic and coastal siliciclastics with some “lower” Cambrian trace fossils indicating temporary marine influence before the main transgression event. Overlying carbonates of most probably Cambrian upper Series 2 to mid-Series 3 age, consist of supratidal dolomites and restricted layered limestones, succeeded by fossiliferous, nodular, open marine, subtidal shelf limestones. In the carbonates, typical archaeocyathan buildup texture and a lot of shelly fossils have been observed: e.g. various problematic small shelly fossils, bivalves and hyoliths, trilobites, acrotretid brachiopods, disarticulated echinoderm-, sponge- and cancelloriid remains. This fauna implies a low-latitude depositional area. Sandstones and shales overlying the carbonate suite are dated by acritarchs and trace fossils as “Middle” Cambrian to early Ordovician in age. The sedimentary structures from these siliciclastics point to deposition related to the storm-wave base. Higher-up, fine-grained siliciclastics and rare turbiditic layers indicate more*

*distal and deeper conditions. The fossil content of the carbonates and the siliciclastics has a clear Mediterranean Perigondwanan affinity (Morocco, Spain, France, Sardinia, Germany).*

*Comparative investigation of Cambrian successions in southern Europe, in the Near and Middle East and in northeastern Africa led to the following preliminary results: (1) a lot of new palaeontological data has been achieved from Jordan Rift Valley and Turkey; (2) micropalaeontological investigation of carbonates and trace fossil analysis of siliciclastics from Turkey, Jordan, Egypt and Libya have enabled a more detailed reconstruction of the depositional, paleocological, and palaeogeographic conditions; (3) for the Cambrian marine deposition in the Dead Sea area a comprehensive facies model could have been developed; (4) discovered microfossils from Turkey are very useful for inter-regional palaeogeographic and stratigraphic conclusions. The transgressive pulse producing the Cambrian suite in the western Taurids and the Jordan Rift Valley is diachronous to the western Mediterranean successions as on Sardinia, in France, Spain, and Germany which may be interpreted as coincident palaeogeographic and climatic changes. Generally, the deposition of the Jordanien/Israeli and the NE-African successions has been taken place more proximal compared to the western Mediterranean and Turkish successions. Depositional features and fossil content of the very marginal-marine successions from Jordan/Israel and Turkey are of key importance in clarifying the palaeodynamic evolution of the western-central part of Gondwana and the detailed palaeogeographic affiliation of this region.*

**Keywords:** *Jordan Rift Valley, W Taurides, Cambrian, palaeontology, depositional environment*

## ÜST TRIYAS VE ALT JURA'DA ORTA TOROSLAR'IN (GÜNEY TÜRKİYE) STRATİGRAFİSİ VE PALEOCOĞRAFYASI

Simonetta Cirilli<sup>1</sup>, Rossana Martini<sup>2</sup>, U. Kağan Tekin<sup>3</sup>, Ali Murat Kılıç<sup>4</sup>,  
Giancarlo Scardia<sup>5</sup>, Giovanni Muttoni<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Yer Bilimleri Bölümü, Perugia Üniversitesi, <sup>1</sup> Piazza Università, 06123 Perugia, İtalya

<sup>2</sup> Jeoloji ve Paleontoloji Bölümü, Cenova Üniversitesi,  
13 rue des Maraichers, 1205 Cenova, İsviçre

<sup>3</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, 06800 Beytepe-Ankara

<sup>4</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Balıkesir Üniversitesi, 10145 Balıkesir

<sup>5</sup> "Geologia Ambientale e Geoingegneria" Enstitüsü - CNR, via Salaria km 29.300, I-00016  
Monterotondo Scalo, Roma, İtalya

<sup>6</sup> Yer Bilimleri "Ardito Desio", Milan Üniversitesi,  
34 via Mangiagalli, 20133 Milano, İtalya  
(simocir@unipg.it)

### ÖZ

Bu projenin amacı Paleo-Tetis Okyanusu'nun kapanması ve Kimmer deformasyonunun başlamasının gerçekleştiği Geç Triyas – Erken Jura dönemleri için Orta Toroslar'ın paleocoğrafik evriminin ortaya çıkarılması için bütünleşik stratigrafik, sedimentolojik, paleontolojik, jeokimyasal, jeokronolojik ve paleomanyetik verilerin oluşturulmasıdır. Ayrıca proje kapsamında Orta Atlantik Magmatik Bölgesi'nde yer alan iyi bilinen denizel ve karasal istifler ile belirli yerlerdeki (Antalya Körfezi'nin batısında Alakırçay napı ve güney batı Türkiye'de Kocalı Karmaşığı) Geç Triyas-Erken Jura volkano-sedimenter istiflerin karşılaştırılmasının yapılması da beklenmektedir. Bu araştırma çalışması çok disiplinli yaklaşımla (sedimantoloji, stratigrafi, fasiyes analizi, organik malzeme içeriği, Radyolarya, Foraminiferler, Konodontlar, Palinomorflar ile biyostratigrafi, magnetostratigrafi, ve paleomanyetizma) gerçekleştirilmektedir.

Darius Programı kapsamında iki yıl boyunca derlenen veriler Antalya Napları'ndan (Güney Toroslar) alt Çatlatepe Napı (CN) ve orta Alakırçay Napı'na (AN) ait değişik tektono-stratigrafik birimlerden elde edilmiştir. Bunlardan birincisi Antalya Körfezi'nin batısında yaygın olarak yüzlek verir ve Triyas'ta şelf koşulları hakim iken, Jura ve Kretase'de yamaç ve havza koşullarına doğru evrimleşmiştir. Alakırçay napı ise diğer Antalya Napları'ndan Orta ve Geç Triyas yaşlı bazen bazik volkanik (rift çökelleri) ile birlikte gözlemlenen pelajik çökeller ve üstünde Jura-Kretase yaşlı pelajik çökeller içermesi ile ayrılır. İncelenen zaman aralığı Üst Triyas'tan Alt Jura'ya kadardır ve bu dönemde yaygın pelajik istifler içerir. Dikmetaş Kesiti güneydoğu Antalya bölgesinde, aynı isimli köy civarında (Ö 28- C3 Paftası, alt Antalya Napı (CN)'da ölçülmüş ve örnekler derlenmiştir. Antalya ilinin doğusunda (Hocaköy kesiti) ve Antalya Körfezi'nin batısında (Yaylakuzdere, Karabuk ve Gökçam kesitleri) olmak üzere toplam dört adet kesitte orta Antalya Napı (AN) çalışılmıştır. Bütün kesitlerde çökelleme ortamı derin deniz pelajik havza koşullarında olmasına rağmen, arazi gözlemlerinden elde edilen biyo-, mikro-, organik fasiyesler ve sedimenter öncül veriler paleocoğrafik yorumlamalarda için yararlı belirgin değişimlerin olduğunu göstermektedir. Çok az olsa bile, kalsiturbidit olarak resedimente olan karbonat parçalarının ve organik malzemenin tipi ve miktarı, klastik malzemenin değişik kaynak kaya(lar)dan türediğine işaret eder (Martini ve diğ., bu kitap). Antalya Körfezi'nin batısında (Yaylakuzdere kesiti) yer alan Üst Triyas istifi diğer kesitlerden farklı olarak disoksik ve anoksik taban koşullarını belirten ince taneli pelajik kireçtaşları ile ara tabakalı organik malzemece zengin belirgin çökel ve organik malzemeli fasiyesler içerirler. Daha önce elde edilen Radyolarya verileri ile karşılaştırılınca öncül palinolojik veriler daha eski yaşları (Karniyen-?erken Noriyen) göstermektedir. Çalışılan kesitlerin yer aldığı Torosların allokton birimlerinin jeolojik ve tektonik orijini büyük ölçüde belirgin değildir. Gökçam kesitinden elde edilen öncül paleomanyetik veriler ve daha sonra elde edilecek verilerin doğrulanması ile, Triyas'ta Antalya bölgesinin yarı ekvatoriyal enlemlerde yer aldığını gösterebilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye, Antalya Napları, Ereken Mesozoyik, stratigrafi, eski coğrafya.



## **STRATIGRAPHY AND PALEO GEOGRAPHY OF CENTRAL TAURIDES (SOUTHERN TURKEY) DURING THE UPPER TRIASSIC AND LOWER JURASSIC**

**Simonetta Cirilli<sup>1</sup>, Rossana Martini<sup>2</sup>, U. Kağan Tekin<sup>3</sup>, Ali Murat Kılıç<sup>4</sup>,  
Giancarlo Scardia<sup>5</sup>, Giovanni Muttoni<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Dept. of Earth Sciences, Univ. of Perugia, <sup>1</sup> Piazza Università, 06123 Perugia (Italy)

<sup>2</sup> Dept. of Geology and Paleontology, Univ. of Geneva,  
13 rue des Maraîchers, 1205 Geneva (Switzerland)

<sup>3</sup> Dept. of Geological Engineering, Univ. of Hacettepe, 06800 Beytepe-Ankara (Turkey)

<sup>4</sup> Dept. of Geology, Univ. of Balıkesir, 10145 Balıkesir (Turkey)

<sup>5</sup> Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria - CNR, via Salaria km 29.300, I-00016  
Monterotondo Scalo (Roma), Italy.

<sup>6</sup> Earth Sciences "Ardito Desio", Univ. of Milan, 34 via Mangiagalli, 20133 Milano (Italy)  
(simocir@unipg.it)

### **ABSTRACT**

The primary aim of this project was to generate integrated stratigraphic, sedimentological, paleontological, geochemical, geochronological and paleomagnetic data to reconstruct the paleogeographic evolution of central Taurides during the Late Triassic–Early Jurassic, a critical time interval comprised between the closure of the Paleo-Tethys Ocean and the onset of Cimmerian deformation. Furthermore, we also expected to correlate the Late Triassic–Early Jurassic volcano sedimentary successions in selected key areas (the Alakırçay Nappe west of the Antalya gulf and, eventually, the Kocali Complex in south-eastern Turkey) with the well known marine and continental successions belonging to the Central Atlantic Magmatic Province. The research activity is performed by using a multidisciplinary approach including sedimentology, stratigraphy, facies analysis, organic matter content, biostratigraphy (based on radiolaria, foraminifers, conodonts and palynomorphs), magnetostratigraphy and paleomagnetism. The data collected during 2 years in the frame of the Darius Programme come from sections pertaining to different tectono-stratigraphic units belonging to the Antalya Nappes (southern Taurides = south-Taurides tectonic units), both lower Cataliepe (CN) and middle Alakırçay Nappes (AN). The first one (CN), largely cropping out in the west of the Antalya gulf, was deposited on a Triassic shelf evolving to a Jurassic-Cretaceous slope and basin deposits. The Alakırçay Nappe differs from the other Antalya Nappes by having mainly Middle-Upper Triassic pelagic sediments, sometimes associated to basic volcanics (rift deposits) and overlying by Jurassic-Cretaceous pelagic sediments. The investigated time interval spans from Upper Triassic to Lower Jurassic and it is comprised within mainly marine pelagic successions. The Dikmetas section, belonging to the lower (CN) Antalya Nappe has been sampled in south-east Antalya region, close to the homonymous village (O 28- C3 Quadrangle). Four sections, belonging to the middle (AN) Antalya Nappe, have been investigated at the east of Antalya city (the Hocakoy section) Taurides and at the west of Antalya gulf (the Yaylakuzdere, the Karabuk and the Gokcam sections). Despite the depositional setting corresponds to deep water pelagic basins for all the studied sections, the preliminary data from sedimentary, bio-, micro- and organic facies, along with field observations, seem to indicate some significant variations useful for paleogeographic interpretation. Even if relatively scarce, the type and amount of the carbonate clasts resedimented as calciturbites and the organic matter debris should suggest a different origin and position in respect of the source area(s) of the clastic material (cf. Martini et al., present vol.). The Upper Triassic succession at the west of Antalya gulf (the Yaylakuzdere section) differs from the others in displaying peculiar sedimentary and organic matter facies marked by the presence of organic rich shales frequently interbedded to the fine grained pelagic limestone which document dysoxic to anoxic marine bottoms. The preliminary palynological data correlated with those from literature (radiolarians) suggest an older age for this unit (Carnian-early Norian?). The studied sections belong to the allochthonous units of Taurides that are up to now an area of largely uncertain geologic and tectonic origin. Preliminary paleomagnetic data obtained from the Gokcam section, to be confirmed by other incoming results, would indicate sub-equatorial paleolatitudes for the Antalya region in the Triassic.

**Keywords:** Turkey, Antalya Nappes, Early Mesozoic, stratigraphy, paleogeography

## ORTA TOROSLAR'IN (GÜNEY TÜRKİYE) ÜST TRIYASI: SEDİMANTOLOJİ VE ÇÖKEL ÇIKARIMLAR

**Rossana Martini<sup>1</sup>, Simonetta Cirilli<sup>2</sup>, U. Kağan Tekin<sup>3</sup>, Ali Murat Kılıç<sup>4</sup>,  
Giancarlo Scardia<sup>5</sup>, Giovanni Muttoni<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> *Jeoloji ve Paleontoloji Bölümü, Cenova Üniversitesi,  
13 rue des Maraichers, 1205 Cenova, İsviçre*

<sup>2</sup> *Yer Bilimleri Bölümü, Perugia Üniversitesi, 1 Piazza Università, 06123 Perugia, İtalya*

<sup>3</sup> *Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, 06800 Beytepe-Ankara*

<sup>4</sup> *Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Balıkesir Üniversitesi, 10145 Balıkesir*

<sup>5</sup> *"Geologia Ambientale e Geoingegneria" Enstitüsü - CNR, via Salaria km 29.300, I-00016  
Monterotondo Scalo, Roma, İtalya.*

<sup>6</sup> *Yer Bilimleri "Ardito Desio", Milan Üniversitesi,  
34 via Mangiagalli, 20133 Milano, İtalya  
(Rossana.Martini@unige.ch)*

### ÖZ

Darius Program'ı çerçevesinde, 2010 ve 2011 yıllarında iki yıllık arazi çalışmasında Antalya ili doğu ve batısında, Orta Toroslar'da bazı stratigrafik istifler detaylı olarak çalışılmış ve örneklenmiştir. Doğudan batıya doğru sırasıyla çalışılan istifler 1) Dikmetas (Antalya Napları'nın Cataltepe Napı, Antalya ili doğusu); 2) Hocaköy, 3) Gökçam, 4) Yaylakuzdere ve 5) Karabük (Antalya Napları'nın Alakırçay Napı)'dir. Dikmetas istifi Triyas'ta şelf ortamında çökelmiş ve Jura-Kretase'de yokuş ve havza koşullarına evrimleşmiş iken diğer istifler Orta Triyas'tan Kretase'ye bazen rift çökelleri de olan pelajik çökelim içerirler.

Dikmetas kesitinin ana mikrofasiyesi radyolarya, fosil filaman, nadir foraminifer ve ince ostrakod kabukları içeren vaketaşı-istiftaşı'dır. Kalsitürbiditler: i) spongiomorphid parçaları, bryozoa, echinodermata, nadir ooid ve bentik foraminiferler içeren kalsiruditler; ii) bol köşeli kuvars taneleri, nadir foraminiferler ve glakonit taneleri içeren kalkarenitlerden oluşurlar. Hocaköy, Gökçam, Yaylakuzdere ve Karabük kesitlerinin litolojileri birbirleriyle karşılaştırılabilir ve monotondur, genel olarak fosil filaman, ince ostrakod, Radyolarya, sünger dikenleri, nadir foraminifer içeren vaketaşı-istiftaşınınından oluşur. Hocaköy kesitinde Jura'nın tabanında yaklaşık 6 metre kalınlığında mikrokonglomera birimi vardır. Bu birim altta radyolarya ve sünger dikenli çamurtaşı ve istiftaşından oluşan kalsirudit ve üstte ise bol ve kalın kabuklu Ostrakod kabukları, ekinoderm parçaları ve daha nadir Radyolarya ve foraminifera parçaları içeren kalkarenitlerle temsil edilir. Gökçam kesitinde, kalsitürbiditler, i)Radyolarya intraklastları içeren vaketaşı ve ostrakodlu, sarıımlı taneler/ooidler, filamanlar, radyolarya, nadir foraminifer içeren kalkarenitler, ii) nadir, köşeli kuvars taneleri ve ooidler, peloidler, ekinoderm parçaları, Radyolarya içeren kalsisiltitlerden oluşur. Yaylakuzdere ve Karabük kesitlerinde kalsitürbidit seviyeleri ostrakodlar, filamanlar, radyolarya ve çok az foraminifer içeren kalkarenitler/ kalsisiltitlerden oluşur. Karakteristik olarak Yaylakuzdere istifinde 1-2cm kalınlığında lumachella içeren kireçtaşları bütün kesit boyunca bulunurken, kesitin tabanından 8 metre yukarıda biyoklastik istiftaşları içinde yaygın köşeli kuvars taneleri yer alır. Buna zıt olarak, Karabük kesitinde nadir peloid ve bryozoa parçaları içeren ekinodermlerce zengin tane taşı bir kaç seviyede bulunmuştur.

Fasiyes yapıları ve önceki gözlemleri göz önüne alındığında, en azından Üst Triyas'da Cataltepe ve Alakırçay Napları'nın istifleri arasında yaygın benzerlik vardır. İki naptada kalsitürbiditlerin bileşim farklılıklarına, biyofasiyes ve sığ su karbonat parçalarının varlığına bağlı olarak klastiklerin kaynak bölgeleri hakkında üç hipotez belirtilebilir: 1) aynı aktif karbonat platform sisteminin değişik kuşaklarından ortak kaynak; 2) daha yaşlı (Karniyen ?) karbonat şelfinin parçalanmasından gelen; 3) iki değişik paleocoğrafik bölgeden çeşitli orijin.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye, Antalya Napları, Geç Triyas, sedimantoloji, stratigrafi.

## UPPER TRIASSIC OF CENTRAL TAURIDES (SOUTHERN TURKEY): SEDIMENTOLOGY AND DEPOSITIONAL IMPLICATIONS

Rossana Martini<sup>1</sup>, Simonetta Cirilli<sup>2</sup>, U. Kağan Tekin<sup>3</sup>, Ali Murat Kılıç<sup>4</sup>,  
Giancarlo Scardia<sup>5</sup>, Giovanni Muttoni<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Geology and Paleontology, Univ. of Geneva,  
13 rue des Maraichers, 1205 Geneva (Switzerland)

<sup>2</sup> Dept. of Earth Sciences, Univ. of Perugia, 1 Piazza Università, 06123 Perugia (Italy)

<sup>3</sup> Dept. of Geological Engineering, Univ. of Hacettepe, 06800 Beytepe-Ankara (Turkey)

<sup>4</sup> Dept. of Geology, Univ. of Balıkesir, 10145 Balıkesir (Turkey)

<sup>5</sup> Ist. Geol. Ambientale e Geoingegneria-CNR,  
via Salaria km 29.3, 00016 Monterotondo, Rome (Italy)

<sup>6</sup> Earth Sciences "Ardito Desio", Univ. of Milan,  
34 via Mangiagalli, 20133 Milan (Italy)  
(Rossana.Martini@unige.ch)

### ABSTRACT

*In the frame of the Darius Programme, two field missions have been carried out in 2010 and 2011 aiming at studying and sampling in detail some stratigraphic successions in the central Taurides, east and west of Antalya city respectively. The five studied successions are, from east to west: 1) The Dikmetas (Cataltepe Nappe of the Antalya Nappes, east of Antalya); 2) The Hocakoy, 3) The Gokcam, 4) The Yaylakuzdere and 5) The Karabuk (Alakırçay Nappe of the Antalya Nappes). The Dikmetas succession was deposited on a Triassic shelf evolving to a Jurassic-Cretaceous slope and basin whilst the other successions mostly record pelagic sedimentation, sometimes interrupted by rift deposits, from Middle Triassic to Cretaceous.*

*The main microfacies of the Dikmetas section are wackestone-packstone with Radiolaria, filaments, rare foraminifers and thin ostracod shells. The calciturbidites are: i) calcirudites with fragments of spongiomorphids, bryozoans, echinoderms, rare ooids and benthic foraminifers; ii) calcarenites, containing abundant angular quartz grains, rare foraminifers and glauconite grains. The microfacies of the Hocakoy, the Gokcam, the Yaylakuzdere and the Karabuk sections are quite comparable and rather monotonous mainly consisting of wackestone to packstone, with filaments, thin ostracods, Radiolaria, sponge spicules and rare foraminifers. Characteristic features have been found concerning the components of the calciturbiditic levels. At the Hocakoy section, a microconglomeratic level occurs at ca 6 m from the base of the Jurassic part of the section. It is a calcirudite which clasts range from mudstone to packstone with Radiolaria and sponge spicules, followed by calcarenite containing abundant thick ostracod shells, echinoderm fragments and rarer Radiolaria and foraminifers. At the Gokcam section the calciturbidites are: i) calcarenites with ostracods, coated grains/ooids, filaments, Radiolaria, rare foraminifers and intraclasts of Radiolaria bearing wackestone; ii) calcisiltites with Radiolaria, echinoderm fragments, peloids, ooids and rare angular quartz grain. At the Yaylakuzdere and the Karabuk sections, the calciturbiditic levels are calcarenites to calcisiltites with ostracods, filaments, Radiolaria and a few foraminifers. Characteristic, 1-2 cm thick lumachella-bearing limestones occur all along the Yaylakuzdere succession as well as bioclastic packstone containing abundant angular quartz grains at about 8 m from the base of the section. Contrastingly, in the Karabuk section few levels of echinoderm-rich grainstone with rare peloids and fragments of bryozoans have been found.*

*Based on the previous observations and facies architecture, a close affinity seems to exist between the sedimentary successions of the Cataltepe and Alakırçay nappes, at least during the Upper Triassic. On the basis of the compositional differences between the calciturbidites in both nappes, on the presence of shallow water carbonate debris and biofacies three hypotheses on the source areas for the clastics are discussed: 1) a common source from different belts of the same active carbonate platform system; 2) from the dismantling of an older (Carnian?) carbonate shelf; 3) a diverse origin from two different paleogeographic domains.*

**Keywords:** Turkey, Antalya Nappes, Upper Triassic, sedimentology, stratigraphy

## DOĞU TOROSLARDA GEÇ PALEOZOYİK-SENOZOYİK YAŞLI KARBONAT PLATFORMU, KİTA KENARI VE OKYANUSAL BİRİMLERİN TEKTONİK GELİŞİMİ

**Alastair H. F. Robertson<sup>1</sup>, Yüksel Metin<sup>2</sup>, Osman Parlak<sup>3</sup>,  
Özden Vergili<sup>4</sup>, Kemal Taşlı<sup>5</sup>, Nurdan İnan<sup>6</sup> and Havva Soycan<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>*School of GeoSciences, Edinburgh University, W. Mains Rd., Edinburgh EH9 3JW, U*

<sup>2</sup>*MTA Genel Müdürlüğü, Ankara*

<sup>3</sup>*Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Balcalı, Adana*

<sup>4</sup>*Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343, Mersin*

*(Alastair.Robertson@ed.ac.uk)*

### ÖZ

Bu çalışmada geniş anlamı ile Neotetis'in açılması ve kapanmasına ilişkin Doğu Toroslar'daki paleotektonik gelişim üzerinde durulmaktadır. Kıta kenarı, ofiyolit ve melanj birimleri Türkiye'nin orta ve doğu kesimlerinde (Gürün, Hekimhan ve Pınarbaşı) geniş yüzlekler sunmaktadırlar. Bu birimler, Triyas'ta riftleşmeye başlayan ve Jura-Erken Kretase döneminde pasif kenarı çökmeye maruz kalan kıta kenarının birimleri olarak değerlendirilebilir. Ofiyolitik kayalar (Pınarbaşı, Gürün area, Kuluncak, Hekimhan, Divriği) Geç Kretase'de kuzeye dalan okyanus içi yitim zonu üzerindeki yayılmaya bağlı olarak oluşmuşlardır. Kıta kenarı birimleri, melanjlar ve ofiyolitlerin Doğu Toros platformu (Gürün otoktonu) üzerine yerleşmeleri Geç Kretase (Kampaniyen-Mastrihtiyen)'de kıta kenarı ile yitim zonunun çarpışması sonucunda gerçekleşmiştir. Allohton birimlerin daha güneye doğru tekrar bindirmeleri bölgesel ölçekte kıta-kıta çarpışmasını izleyen Erken-Orta Eosen döneminde meydana gelmiştir. Eosen bindirmeleri çalışma alanında en fazla batı (Pınarbaşı) ve orta (Gürün) bölümlerde etkili olmasına rağmen daha doğuda (darende) ise kıvrımlanmalara sebep olmuştur. Doğu Toroslar'ın bugünkü kompleks yapısı, esas olarak kenet kuşağının çarpışma sonrası sıkışması (Miyosen) ve Pliyo-kuvaterner'de Anadolu Bloğu'nun batıya doğru kaçıışı ile ilgili doğrultu-atımlı fay hareketlerini yansıtmaktadır.

Alternatif tektonik modeller göz önünde bulundurulduğunda, Doğu Torosların Mesozoyik-Senozoyik zaman aralığında Batı ve Doğu Toroslarla benzer tektonik gelişime sahip olduğu, ancak okyanusun kapanmasından sonraki dönemlerde jeolojik evriminin farklılaştığı söylenebilir. Çalışma alanındaki tüm okyanusal birimlerin (melanj ve ofiyolitler) Mesozoyik'te açılan ve kapanan İç Toros okyanusunun ürünleri olduğu, buna mukabil İzmir-Ankara-Erzincan okyanusunun ise daha kuzeyde yer aldığı söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Toroslar, platform, melanj, ofiyolit, Neotetis

## **LATE PALAEOZOIC-CENOZOIC TECTONIC DEVELOPMENT OF CARBONATE PLATFORM, CONTINENTAL MARGIN AND OCEANIC UNITS IN THE EASTERN TAURIDES, TURKEY**

**Alastair H. F. Robertson<sup>1</sup>, Yüksel Metin<sup>2</sup>, Osman Parlak<sup>3</sup>,  
Özden Vergili<sup>2</sup>, Kemal Taslı<sup>4</sup>, Nurdan İnan<sup>4</sup> and Havva Soycan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>School of GeoSciences, Edinburgh University, W. Mains Rd., Edinburgh EH9 3JW, UK

<sup>2</sup>Mineral Research and Exploration Institute (MTA), Ankara, Turkey

<sup>3</sup>Geological Engineering Dept., Çukurova University, TR-01330 Balcalı, Adana, Turkey

<sup>4</sup>Department of Geological Engineering, Mersin University, Mersin, 33343, Turkey  
(Alastair.Robertson@ed.ac.uk)

### **ABSTRACT**

*We focus here on the palaeotectonic development of the Eastern Tauride region in its wider regional setting related to the opening and closure of Neotethys. Continental margin-type, ophiolitic and melange units are widely exposed in eastern central Turkey (Gürün, Hekimhan and Pınarbaşı areas). These units restore as a Triassic rifted continental margin that underwent passive margin subsidence during Jurassic-Early Cretaceous. Ophiolitic rocks (e.g. Pınarbaşı, Gürün area, Kuluncak, Hekimhan, Divriği) formed by spreading above a northward-dipping intra-oceanic subduction zone during Late Cretaceous time. Emplacement of the continental margin units, melanges and ophiolites onto the Eastern Tauride platform (e.g. Gürün Autochthon) was driven by trench-margin collision during latest Cretaceous time (Campanian-Maastrichtian). The allochthonous units were re-thrust further south during Early to Mid-Eocene time related to regional continental collision. Eocene thrusting strongly affected the western (Pınarbaşı) and central (Gürün) areas of the region studied, whereas areas further east (e.g. Darende) mainly underwent folding. The complex present-day Eastern Tauride outcrop reflects post-collisional suture tightening (Miocene) and Plio-Quaternary strike-slip (transpression/transension) related to the westward 'escape' of Anatolia.*

*After taking account of several alternative tectonic models, we infer that the Eastern Taurides experienced a common tectonic development with the Central and Western Taurides during Mesozoic-Early Cenozoic time but the geological history diverged after ocean suturing. We conclude that all of the oceanic units (melanges and ophiolites) in the region studied relate to the rifting and closure of a single Mesozoic oceanic basin, probably the Inner (Intra) Tauride ocean, while the wider İzmir-Ankara-Erzincan ocean was located further north.*

**Keywords:** E Tauride, platform, melange, ophiolites, Neotethys

## KOÇALI OFİYOLİTİ VE KOÇALI MELANJININ JEOKİMYASI VE TEKTONİK ÖNEMİ, ADIYAMAN BÖLGESİ, GD TÜRKİYE

**Nail Yıldırım<sup>1</sup>, Osman Parlak<sup>2</sup>, Alastair Robertson<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt Dairesi, Ankara

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana

<sup>3</sup>University of Edinburgh, School of GeoSciences,

West Mains Road, EH9 3JW, Edinburgh, UK

(nailyildirim@gmail.com)

### ÖZ

Koçali karmaşığı, Koçali ofiyoliti ve volkano-sedimanter özellikteki Koçali melanjını kapsamaktadır. Ofiyolitik kayalar D-B uzanımlı bindirme dilimleri arasında, tektonik dokanaklar ile ayrılmış, alttan üste doğru tam bir ofiyoliti istifi sunarlar. Bunlar; serpantinize harzburjit, tabakalı kümülatlar, izotrop gabrolar, levha daykları, yastık lavları, radyolarya ve metal içeren sedimanları içerirler. Mikrogabro-diyabaz daykları ofiyolitik istifi farklı seviyelerde kesmektedir. Levha daykları ve yastık lavlar yersel olarak Kıbrıs-tipi hidrotermal mineralizasyonlar içermektedirler. Koçali melanjı tektonik olarak dilimlenmiş bir yapı sunmakta olup, bölgesel ölçekte ofiyolitik kayaların altında yer almaktadırlar. Bununla birlikte ofiyolit ve melanj birimleri Arap kıta kenarı üzerine bindirme ile ilişkili olarak yer yer tektonik aralanmalar da sunarlar.

Koçali ofiyoliti ve Koçali melanjı içinde yer alan kabuksal kayaçların jeokimyası birlikte ele alındığında, toleyitik ve alkalen özellik sunan volkanik kayaçlar haricinde hepsi toleyitik bileşimlidir. Ofiyolite ait izotrop gabrolar, levha daykları, izole dayklar ve volkaniklerden elde edilen yeni jeokimyasal veriler üç farklı magma tipinin varlığını işaret etmektedir. Bunlar; (i) izotrop gabrolar, kevha dayklar ve Grup I izole daykları içeren ada yayı toleyitleri-IAT serisi, (ii) Grup I volkanikler ve Grup II izole daykları içeren zenginleşmiş okyanus ortası sırt bazaltları-E-MORB serisi ve (iii) Grup II volkanik kayaçları ile temsil edilen okyanus adası bazalt-OIB serisidir. Kümülat kayalar içerisinde yüksek magnezyumlu olivinler ( $Fe_{84-74}$ ), klinopiroksenler ( $Mg\#_{92-65}$ ), ortopiroksenler ( $Mg\#_{86-75}$ ) ile kalsiyumca zengin plajiyoklasların ( $An_{95-86}$ ) varlığı, plütonik birliğin okyanus ortası sırt magma kaynağından ziyade ada yayı toleyit (IAT) magma kaynağından türediğini göstermektedir. Koçali karmaşığının güney Neotetis'in açılımı sırasında oluştuğu, Koçali ofiyolitinin ise okyanusal basenin kapanması sırasında kuzeye dalımlı okyanus içi yitim zonu üzerinde oluştuğu şeklinde yorumlanmaktadır.

Baer-Bassit (K-Suriye) ve Mamonnia Karmaşığı (GB Kıbrıs)'nda yer alan ofiyolitler ve melanjlar ile karşılaştırıldığında, güney Neotetis okyanusal baseninin Geç Triyas'ta riftleştiği düşünülebilir. Koçali karmaşığı, Arabistan plakasının kuzeye bakan pasif kıta kenarına ait birimleri içermektedir. Güney Neotetis okyanusunun okyanus tabanı Jura-Alt Kretase döneminde kıta kenarından türeme ve pelajik/yarı pelajik sedimanlar tarafından örtülmüştür. Kuzeye doğru yitim Geç Kretase'de başlamış ve ofiyolitler kuzeye dalımlı yitim zonu üzerinde oluşmuştur. Yitim hendeği, Arap platformu pasif kıta kenarı ile Geç Kretase'de çarpışmış ve Koçali-Hatay-Baer-Bassit ofiyolitlerinin Mastrohtiyen döneminde güneye doğru Arap platformu üzerine yerleşmesini sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Güneydoğu Anadolu, ofiyolit, E-MORB, OIB, IAT, Güney Neotetis.

## **GEOCHEMISTRY AND TECTONIC SIGNIFICANCE OF THE KOÇALI OPHIOLITE AND THE RELATED KOÇALI MELANGE, ADIYAMAN REGION, SE TURKEY**

**Nail Yıldırım<sup>1</sup>, Osman Parlak<sup>2</sup>, Alastair Robertson<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt Dairesi, Ankara

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana

<sup>3</sup>University of Edinburgh, School of GeoSciences,

West Mains Road, EH9 3JW, Edinburgh, UK

(nailyildirim@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*The Koçali complex includes the Koçali Ophiolite and the volcanic-sedimentary Koçali melange. The ophiolitic rocks form E-W trending thrust sheets in which all of the components of a complete ophiolite sequence are present, although mainly separated by tectonic contacts; i.e. (from bottom to top), serpentinised harzburgite, layered cumulates, isotropic gabbros, sheeted dykes, pillow lavas, radiolarian and metalliferous sediments. Microgabbro-dyabase dykes intrude various levels of the ophiolite pseudostratigraphy. The sheeted dykes and pillow lavas locally exhibit Cyprus-type hydrothermal mineralisation. The Koçali melange is a tectonic slice complex that structurally underlies the ophiolite on a regional scale, although ophiolite and melange are structurally intercalated in places related to emplacement onto the Arabian continental margin.*

*The geochemistry of the crustal rocks of the Koçali ophiolite and the Koçali melange, taken together, shows that are all tholeiitic in composition except for the volcanic rocks which show both tholeiitic and alkaline features. New geochemical data from the ophiolitic isotropic gabbros, sheeted dikes, isolated dikes and volcanics indicate that there are three main types of parental basic magmas: (i) IAT series, comprising isotropic gabbros, sheeted dikes and the Group I isolated dikes; (ii) E-MORB series, characterized by the Group I volcanics and Group II isolated dikes; (iii) OIB series represented by the Group II volcanic rocks. The presence of highly magnesian olivines (Fo<sub>84-74</sub>), clinopyroxenes (Mg#<sub>92-65</sub>), orthopyroxenes (Mg#<sub>86-75</sub>), together with Ca-rich plagioclases (An<sub>95-86</sub>) in the cumulate rocks suggests that the plutonic suite was derived from an island arc tholeiitic (IAT) source rather than a mid-ocean ridge-type magmatic source. The Koçali Complex is interpreted to have formed during opening of the southern Neotethys, whereas the the Koçali ophiolite formed above a north-dipping intraoceanic subduction zone during ocean basin closure.*

*Taking account of evidence from comparable ophiolites and melanges in Baer-Bassit (N-Syria) and the Mamonia Complex (SW Cyprus), the southern Neotethyan oceanic basin is interpreted to have rifted during the Late Triassic. The Koçali melange restores as the north-facing passive margin of the Arabian plate. The South Neotethyan oceanic floor was covered by Jurassic-Lower Cretaceous continental margin-derived and pelagic/hemipelagic deep-sea sediment. Northward subduction began during the Late Cretaceous and the ophiolite formed above a northward-dipping subduction zone. The subduction trench collided with the Arabian margin during latest Cretaceous, driving southward emplacement of the Koçali, Hatay and Baer-Bassit ophiolites, finally during Maastrichtian time.*

**Keywords:** Southeast Anatolia, Ophiolite, E-MORB, OIB, IAT, Southern Neotethys

## AFYON YÜKSEK BASINÇ KUŞAĞI; METAMORFİZMANIN YAŞI VE PETROLOJİSİ

Amaury Pourteau<sup>1</sup>, Osman Candan<sup>2</sup>, Roland Oberhaensli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Earth & Environmental Sciences, University Potsdam, Germany

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir  
(pourteau@geo.uni-potsdam.de)

### ÖZ

Son yıllarda, Batı Anadolu'nun belli başlı tektono-sedimanter birliklerini oluşturan ve önceleri sadece yeşilist fasiyesi koşullarında bir başkalaşıma uğradıkları düşünülen Afyon Zonu, Likya Napları ve Menderes Masifi'nde yitimle ilişkili metamorfizmaların varlığı tanımlanmıştır. Bu yüksek-basınç kalıntılarının keşfi, mevcut bölgesel tektonik sınıflamanın yanı sıra günümüz Anadolu Mikrokıtası'nın bütünleşme sürecinden önce mevcut olan okyanusal Neotetis kollarının sayısı ve konumu sorununu yeniden tartışmaya açmıştır. Mesozoyik pasif kıta kenarında çökelmiş istif ve onun Mesozoyik öncesi birimlerini tanımlayan Afyon Zonu'nda, önceki çalışmalarda lokal olarak belirlenen Alpin yüksek basınç metamorfizmasının kuzeybatıdan güney Orta Anadolu'ya kadar yaklaşık 700 km lik bir uzanım sunduğu belirlenmiştir. Buna dayalı olarak mevcut çalışmada Afyon Zonu, Fe-Mg karfolit ve glaukofan ile tanımlanan, düşük dereceli yüksek - basınç metamorfizması koşullarında başkalaşıma uğramış ve belirgin bir süreklilik sunan bir mavişist fasiyesi metamorfizması kuşağı olarak yeniden yorumlanmıştır. Bu zonda çok iyi korunmuş karfolit – kloritoid topluluğunun varlığı FeO<sub>2</sub> -MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -SiO<sub>2</sub> -H<sub>2</sub>O sisteminde ilerleyen faz ilişkilerinin anlaşılması ve kıtasal ünitelerin yitimle ilişkili evrimlerinin yorumlanmasında son derece önemlidir. Dokusal ilişkilerin yorumlanması, mineral bileşimlerindeki ufak değişimler ve karfolit – kloritoid arasındaki Mg-Fe dağılımları Mg'da ilerleyen bir zenginleşmenin eşlik ettiği, çok evreli mineral büyümesi ve belirgin bir element dağılımının varlığını göstermektedir. Ferro-karfolite ait ilk verileri içeren güncellenmiş termodinamik veri tabanı kullanımı dokusal ve kimyasal verilerle uyuşan basınç – sıcaklık koşullarının modellenmesini mümkün kılmıştır. Afyon Zonu'ndaki karfolit içeren topluluklar 0.9 – 1.1 GPA basınçta 280°C den 380 °C ye değişen bir sıcaklık artışı göstermektedir. Beyaz mikalardaki <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar jeokronolojisi ve klorit – mika ve klorit – kloritoid toplulukları arasındaki çok dengeli termobarometrik hesaplamalar Afyon Zonu, Likya Napları ve Menderes Masifi için ilk hassas metamorfizma yaşlarının hesaplanmasına imkan sağlamıştır. Bu veriler; a) Afyon Zonu ve Likya Napları'nda erken orta-basınç retrograt topluluklarının 65-60 My da oluştuğunu ve Menderes Masifi'nde b) yüksek basınç metamorfizmasının yaklaşık 45 My ve c) Barroviyen sonrası mika soğuma yaşlarının yaklaşık 26 My yaşlı olduklarını göstermektedir. Bu durumda, Afyon Zonu ve Likya Napları'nın metamorfik kesimlerinin süreklilik sunan Maasrihtiyen yaşlı bir yüksek-basınç metamorfizması kuşağına ait olduğu ve Menderes Masifi'nin güney kesimindeki örtü serilerinin Ege Denizi'ndeki Eosen yüksek-basınç kuşağının doğudaki kesimini ifade ettiği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Afyon Zonu, karfolit, yüksek - basınç metamorfizması



## **THE AFYON HIGH-PRESSURE BELT; PETROLOGY AND AGE OF METAMORPHISM**

**Amaury Pourteau<sup>1</sup>, Osman Candan<sup>2</sup>, Roland Oberhaensli<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Earth & Environmental Sciences, University Potsdam; Germany

<sup>2</sup> Department of Geological Engineering, Dokuz Eylül University, Izmir, Turkey  
(pourteau@geo.uni-potsdam.de)

### **ABSTRACT**

*In the last past years, subduction-related metamorphism has been documented in three tectono-sedimentary units of Western Anatolia (namely the Afyon Zone, the Lycian Nappes and the Menderes Massif), which were previously supposed to have undergone only greenschist-facies metamorphism, related to obduction and collision. These discoveries of high-pressure relicts reopened the discussion on the number and position of Neotethyan oceanic branches that once existed before the assembly of the present-day Anatolian microcontinent, as well as the validity of the regional tectonic nomenclature. In the Afyon Zone, representing a complete stratigraphic sequence of a Mesozoic continental passive margin and its pre-Mesozoic substratum, Alpine high-pressure metamorphism was previously evidenced locally, whereas it is continuous from Northwestern to southern Central Anatolia, over more than 700km. In the present study, low-grade high-pressure mineral assemblages (Fe-Mg-carpholite and glaucophane) are reported from the Afyon Zone, which is re-interpreted as a continuous blueschist facies metamorphic belt. Well-preserved carpholite-chloritoid assemblages are useful to improve our understanding of prograde phase relations and transitions in the FeO<sub>2</sub>-MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O system and reconstruct the metamorphic evolution of subduction of continental units. Inspection of petrographic textures, minute variations in mineral composition and Mg-Fe distribution among carpholite-chloritoid assemblages documents multistage mineral growth, accompanied by a progressive enrichment in Mg, and strong element partitioning. Using an updated thermodynamic database, including the first data for ferro-carpholite, Pressure and temperature conditions that are consistent with textural and chemical observations were modeled. Carpholite-bearing assemblages in the Afyon Zone account for a temperature increase from 280 to 380°C between 0.9 and 1.1 GPa. <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar geochronology on white mica and multi-equilibrium thermobarometric calculations based on chlorite-mica and chlorite-chloritoid parageneses are combined in order to provide the first accurate metamorphic ages for the Afyon Zone, the Lycian Nappes and the Menderes Massif. This reveals that a) in the Afyon Zone and the Lycian Nappes early medium-pressure retrograde assemblages formed about 65-60 Ma ago, and in the southern Menderes cover b) high-pressure metamorphism occurred about 45 Ma ago and c) post-Barrovian mica cooling about 26 Ma ago. The Afyon Zone and the metamorphosed Lycian Nappe belong to a continuous Maastrichtian high-pressure belt, and the southern Menderes cover represents the eastern ending of the Eocene high-pressure belt exposed in the Aegean.*

**Keywords:** Blueschists, Ar/Ar dating, Fe,Mg-Carpholite stability

## DOĞU ANADOLU YÜKSEK-SICAKLIK KUŞAĞI

**Roland Oberhaensli<sup>1</sup>, Osman Candan<sup>2</sup>,**

**Mete Çetinkaplan<sup>2</sup>, Ersin Koralay<sup>2</sup>, Romain Bousquet<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Institute of Earth & Environmental Sciences, University Potsdam, Germany*

<sup>2</sup> *Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye*

<sup>3</sup> *Géosciences Rennes, University of Rennes1, France*

*(roob@geo.uni-potsdam.de)*

### ÖZ

Bu çalışmada Güney Neotetis'e ait okyanusal havzaların paleocoğrafik dağılımına yaklaşımda bulunmaya çalışılmaktadır. Günümüzde, Afyon – Bolkaradağ Zonu olarak tanımlanan, Neotetis'in bir güney kolunun Orta Anadolu'daki Kırşehir Bloğu'nun güney sınırı boyunca uzandığına yönelik veriler elde edilmiştir. Bunun doğuya uzanımı henüz ispatlanmamış olmasına karşın Ermenistan'daki Ammassia Kuşağı'nı işaret etmektedir. Tavşanlı Zonu'na paralel uzanan Afyon – Bolkaradağ kuşağı bu zona kıyasla daha düşük dereceli yüksek-basınç metamorfizması ve daha genç metamorfik yaşlar göstermektedir. Bu birliktelik jeodinamik yorumlamalardaki ana çıkarımı oluşturmaktadır. Ayrıca bunların Bitlis eklojitleri ve mavişist kuşağı ile olan korelasyonu hala tartışmalıdır. Afyon – Bolkaradağ Zonu ile karşılaştırıldığında, Bistun Bloğu ile ilişkili bu yüksek-basınç kalıntıları, daha güneydeki, tümüyle ayrı bir yitim geçmişine sahip, ayrı bir havzayı tanımlamaktadır. Bu durum günümüz Güney Anadolu'sunda Kretase yaşlı bir dizi karmaşık ufak okyanusal havzanın varlığını göstermektedir. Verilerimiz Bitlis ile Pütürge masifleri arasında Alpin metamorfik evrimi açısından belirgin farklılıkların varlığını ortaya koymaktadır. Bitlis Masifi yitimle ilişkili Alpin yüksek-basınç metamorfizmasına uğrarken Pütürge kesimi sadece Alpin yaşlı düşük dereceli yeşilşist fasiyesi metamorfizması koşullarında başkalaşıma uğramıştır. İki yüksek-basınç metamorfizması kuşağı arasında belirgin yüksek sıcaklık toplulukları bulunmaktadır. Yüksek-sıcaklık metamorfizması toplulukları Berit Dağı, Doğanşehir, Çelikhan, Sürgü, Malatya metamorfikleri ve ayrıca Pertek'in KD'sunda gözlenmektedir. Bunlar Bingöl Dağları'ndaki ve Ağrı doğusundaki oluşumlarla kombine edilebilir. Bizim önemli öncü yaş verilerimiz ve Osman Parlak grubunun verileri açık bir şekilde Eosen yaşlı bir yüksek sıcaklık olayını işaret etmektedir. Bunlara dayalı olarak aşağıda bir hipotez sunulmaktadır. Biz Berit'ten Diyadin'e kadar uzanan söz konusu orta-yüksek sıcaklık olayının, çarpışan bloğun Pütürge kesiminin yitimden kaçtığı, Bitlis-Pütürge kompleksinin yitimiyle ilişkili ada yayı gelişim süreciyle bağlantılı bir magmatik işlevle ilişkilendirilebileceğini önermekteyiz. Berit ve Doğanşehir'de gözlenen aşırı sıcaklıklar, yitmekte olan levhanın kopması ve manto ısısının Bitlis-Pütürge bloğunun çarpışmasının bir neticesi olarak iletiminden kaynaklanmış olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Neotetis, yüksek-sıcaklık metamorfizması, Anadolu

## **THE EAST ANATOLIAN HIGH-TEMPERATURE BELT**

**Roland Oberhaensli<sup>1</sup>, Osman Candan<sup>2</sup>,  
Mete Çetinkaplan<sup>2</sup>, Ersin Koralay<sup>2</sup>, Romain Bousquet<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Earth & Environmental Sciences, University Potsdam, Germany

<sup>2</sup> Department of Geological Engineering, Dokuz Eylül University, Izmir, Turkey

<sup>3</sup> Géosciences Rennes, University of Rennes I, France  
(roob@geo.uni-potsdam.de)

### **ABSTRACT**

*We aim to decipher the paleogeography of oceanic basins of the southern Neotethys. So far we are able to prove that a southern branch, the Afyon – Bolkaadağ zone, of the Neotethys runs along the southern border of the Kirsehir block in Central Anatolia. Its eastward continuation points towards the Amassia belt in Armenia, but this remains unproven. The Afyon-Bolkaadağ parallels the belt of the Tavsanli zone, but in comparison to it, shows lower grade HP overprint and younger metamorphic ages. This duality has major implications for geodynamic interpretations. Furthermore, a correlation with the Bitlis eclogites and blueschist belt remains to be discussed. These Bistun block related HP relicts outline another, more southernly, basin with a separate subduction history as compared to the Afyon-Bolkaadağ zone and thus add to the complexity of small oceanic basins that built up a Cretaceous archipelago in present southern Anatolia. Our investigations clearly revealed major differences in the Alpine metamorphic evolution of the Bitlis and Pütürge massifs. While the Bitlis massif underwent Alpine high-pressure and thus reveals a subduction related history, the Pütürge part only shows low-grade greenschist facies Alpine metamorphism. Between the two HP belts plentiful temperature dominated assemblages occur. The high-temperature metamorphic rocks are found in the Berit Mountains, near Doğanşehir, near Çelikhan and Sürgü, in the Malatya metamorphic nappes as well as further to the NE near Pertek. They can be combined with occurrences in the Bingöl Mountains and east of Ağrı. Important preliminary age data from our investigation and by the group of Osman Parlak clearly point to an Eocene HT event. We therefore promote a hypothesis. We propose to assign this medium to high grade temperature event, that can be traced from the Berit complex all the way to Diyadin, to magmatic processes related to island arc formation related to subduction of the Bitlis-Pütürge complex, where the Pütürge part of the colliding block escaped subduction. The extreme temperatures recorded in the western areas of Berit and Doğanşehir might be the result of slab break-off and advection of mantle heat as a consequence of the collision of the Bitlis-Pütürge block.*

**Keywords:** Neotethys, high-temperature metamorphism, Anatolia

# YÜKSEK SICAKLIK META-OFİYOLİTİK KAYALARININ JEOKİMYASI, JEOKRONOLOJİSİ VE TEKTONİK ÖNEMİ: GÜNEY NEOTETİS'TE EOSEN YAY MAGMATİZMASI İLE MUHTEMEL İLİŞKİSİ (MALATYA, GD ANADOLU)

**Osman Parlak<sup>1</sup>, Fatih Karaoğlan<sup>1</sup>, Martin Thöni<sup>2</sup>,  
Alastair Robertson<sup>3</sup>, Aral I. Okay<sup>4</sup>, Friedrich Koller<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-01330 Adana*

<sup>2</sup>*University of Vienna, Center for Earth Sciences, A-1090 Vienna*

<sup>3</sup>*University of Edinburgh, School of GeoSciences,  
West Mains Road, EH9 3JW, Edinburgh, UK*

<sup>4</sup>*İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-34469 İstanbul  
(parlak@cukurova.edu.tr)*

## ÖZ

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağını oluşturan bölgesel ölçekli bindirmeler içerisinde Berit metaofiyoliti olarak tanımlanan bir metaofiyolitik kütle yer almaktadır. Doğanşehir (Malatya)'in güneydoğusunda metaofiyolitik kütle güneyde Eosen yaşlı maden kompleksi veya Pütürge metamorfik masifi tarafında sınırlanırken, kuzeyde ise Malatya metamorfik birimi tarafından sınırlanmaktadır. Metaofiyolitik kütle bindirme, kıvrımlanma gibi çok fazlı deformasyon sergilemekte ve Malatya metamorfik birimi ile birlikte Eosen (48-43 My) yaşlı bir granit kütlesi tarafından kesilmektedirler. Metaofiyolitik kütle; piroksenli granülit, granatlı amfibolit, amfibolit, amfibollü metagabro, piroksenli hornblendit, epidot-amfibol şist, plajiyoklaz-amfibol şist, kuvars-plajiyoklaz-amfibol şist, muskovit-epidot-plajiyoklaz-amfibol şist ve epidot-plajiyoklaz-amfibol şist kayaları ile temsil edilmektedirler. Bu kayaların ana-iz element içerikleri ofiyolitik kökenli olduklarını işaret etmektedir. En yüksek metamorfik fasiyesi temsil eden piroksenli granülit kayaları amfibolit fasiyesine ait kayalarla çevrelenmektedirler. Bu durum, kayaların yüzeyleme sırasında geçirmiş oldukları gerileyen metamorfizmayı işaret etmektedir. Piroksenli granülit fasiyesindeki mineral parajenezi  $grat + piroksen + amfibol + plajiyoklaz + kyanit \pm korundum \pm zoisit$  ile temsil edilmektedir. Buna mukabil, granatlı amfibolit fasiyesindeki mineral parajenezi ise  $granat + piroksen + amfibol + plajiyoklaz + kuvars + rutil \pm zoisit$  mineralleri ile temsil edilir. Her iki mineral parajenezindeki mineraller zonlanma göstermezler. Granülit fasiyesine ait kayalarda yapılan Sm-Nd (piroksen-granat-tüm kaya) izokron yaşı  $50.6 \pm 3.1$  My olup, granülit fasiyesindeki en yüksek metamorfizmanın yaşı olarak değerlendirilmektedir. Yine granülit fasiyesine ait kayalarda yapılan basınç-sıcaklık hesaplamaları (13.2–17.5 kbar ve 690°C–941°C), granülit-eklojit fasiyes sınırındaki metamorfizma koşullarını yansıtmaktadır.

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı boyunca yaklaşık KD-GB uzanımlı, metamorfik olmayan Üst Kretase yaşlı iki farklı ofiyolit kuşağı bulunmaktadır. Kuzeydeki kuşak Malatya-Keban metamorfikleri ile Bitlis-Pütürge metamorfikleri arasında yer almakta olup, Kuzey Berit (Göksun), Güney Berit (Berit meta-ofiyoliti), İspendere, Kömürhan, Guleman ve Killan ofiyolitlerini kapsamaktadır. Bitlis-Pütürge metamorfikleri ile Arap platformu arasında yer

alan güney kuşak ise, Baer-Bassit, Kızıldağ (Hatay) ve Koçali ofiyolitlerini içermektedir. Tektonostratigrafik dizilimler, kuzeyde Malatya-Keban platformu ile güneyde Bitlis-Pütürge kıtasal birimleri arasında bir okyanusal basenin varlığına işaret eder. Üst Kretase yaşlı ofiyolitler ve volkanik yay birimlerinin bu okyanus içinde kuzeye dalımlı bir yitim zonu üzerinde oluştukları düşünülmektedir. Kuzeye doğru devam eden yitime bağlı olarak, oluşan okyanusal kabuğun kuzey kenarı Malatya-Keban platformunun altına bindirmiş ve granitik kayalar tarafından kesilmiştir. Güney kenarda ise yitim hendeği Bitlis-Pütürge kıtasal birimleri ile çarpışarak, Orta Eosen öncesi yüzeyleyen, Bitlis masifinde YB/DS metamorfizmasına uğramasına neden olmuştur. Güney Neotetis okyanusal kabuğunun geriye kalan kısmı kuzeye devam eden oblik (?) yitimle kalk-alkalen Eosen yay magmatizmasının (Helete) oluşumunu sağlamıştır. Bölgesel ölçekte granülit fasiyesinde metamorfizmaya uğrayan metaofiyolitik kayaların, sözü edilen Eosen yaşlı magmatik yayın kökünün yakınında oluşmuş olabileceği düşünülmektedir. Yüksek sıcaklık metamorfiklerinin oluşumunu sağlayan muhtemel ısı kaynağı Güney Neotetis okyanusunun oblik yitimine bağlı sırt yitimi olabileceği gibi diğer alternatiflerde düşünülebilir. Berit metaofiyolitinin yüzeylenmesini, Eosen yaşlı Maden yay-gerisi baseninin riftleşmesi ile birlikte geç evre güneye doğru bindirmeler sağlamış olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Berit metaofiyoliti, YS/YB metamorfizması, Sm-Nd jeokronolojisi, GD Anadolu

**GEOCHEMISTRY, GEOCHRONOLGY AND TECTONIC  
SIGNIFICANCE OF HIGH-TEMPERATURE META-OPHIOLITIC  
ROCKS: POSSIBLE RELATION TO EOCENE SOUTH-NEOTETHYAN  
ARC MAGMATISM (MALATYA AREA, SE ANATOLIA)**

**Osman Parlak<sup>1</sup>, Fatih Karaoğlan<sup>2</sup>, Martin Thöni<sup>2</sup>,  
Alastair Robertson<sup>3</sup>, Aral I. Okay<sup>4</sup>, Friedrich Koller<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-01330 Adana, Turkey

<sup>2</sup>University of Vienna, Center for Earth Sciences, A-1090 Vienna

<sup>3</sup>University of Edinburgh, School of GeoSciences,  
West Mains Road, EH9 3JW, Edinburgh, UK

<sup>4</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-34469 İstanbul, Turkey  
(parlak@cukurova.edu.tr)

**ABSTRACT**

*A meta-ophiolitic body (“Berit meta-ophiolite”) is exposed within a belt of regional-scale thrusts that make up the southeast Anatolian orogenic belt. To the south (southeast of Doğanşehir town) the outcrop is tectonically bounded by the Eocene Maden complex or the Pütürge metamorphic massif, whereas the Malatya metamorphic unit is exposed to the north. The meta-ophiolitic rocks exhibit polyphase deformation including folding and thrust imbrication. Both the meta-ophiolitic rocks and the Malatya metamorphic unit are intruded by an Eocene (48-43 My) granitoid body. The metaophiolite body is characterized by pyroxene-granulite, garnet-amphibolite, amphibolite, amphibole-metagabbro, pyroxene-hornblendite, epidote-amphibole schist, plagioclase-amphibole schist, quartz-plagioclase-amphibole schist, muscovite-epidote-plagioclase-amphibole schist and epidote-plagioclase-amphibole schist. The major and trace element chemistry are consistent with an ophiolitic origin. The highest metamorphic grade is represented by pyroxene-granulite facies rocks that are enveloped by amphibolitic facies rocks, probably as a result of exhumation-related retrograde metamorphism. The pyroxene-granulite facies mineral paragenesis is characterized by garnet+pyroxene+amphibole+ plagioclase+kyanite±corundum±zoisite. In contrast, the garnet amphibolite facies paragenesis is: garnet+pyroxene+amphibole+plagioclase+quartz+rutile±zoisite. The main mineral phases in both facies lack compositional zoning. A Sm-Nd (pyroxene-garnet-whole rock) isochron age of 50.6±3.1 Ma was obtained from the granulite facies rock, which is interpreted as the time of peak granulite facies metamorphism. Pressure-temperature of the granulite facies rocks is estimated as 13.2–17.5 kbar and 690°C–941°C, equivalent to granulite-eclogite facies boundary metamorphic conditions.*

*In addition, two sub-parallel, NE-SW-trending belts of unmetamorphosed Upper Cretaceous ophiolitic rocks are present within the SE Anatolian orogenic belt. The more northerly belt between the Malatya-Keban metamorphics and the Bitlis-Pütürge metamorphics includes the North Berit (~Göksun), South Berit (~Berit Meta-ophiolite), İspendere, Kömürhan, Guleman and Killan ophiolites. The southern belt that is located between the Bitlis-Pütürge*

*metamorphics and the Arabian platform includes the Baer-Bassit, Kızıldağ (Hatay) and Koçali ophiolites. Tectono-stratigraphic restoration suggests that an ocean basin existed between the Malatya-Keban platform to the north and the Bitlis-Pütürge continental unit(s) to the south. Upper Cretaceous ophiolites and an incipient volcanic arc are interpreted to have formed above a north-dipping subduction zone within this ocean. The northern edge of the oceanic slab was thrust beneath the continental Malatya-Keban platform and intruded by granitic rocks in response to continuing northward subduction. Further south the subduction trench is inferred to have collided with the Bitlis-Pütürge continental unit(s) giving rise to HP-LT metamorphism in the Bitlis massif, followed by pre-Middle Eocene exhumation. Continuing northward oblique (?) subduction of remaining southern Neotethyan oceanic crust gave rise to Eocene calc-alkaline arc volcanism (Helete). In the regional context the granulite facies meta-ophiolitic rocks are suggested to have formed near the base of an inferred regional-scale Eocene magmatic arc. A possible heat source was South Neotethyan ridge subduction although other models may be considered. Exhumation of the Berit meta-ophiolite could have been achieved by rifting of the Eocene Maden back-arc basin, coupled with later-stage out-of-sequence southward thrusting.*

**Keywords:** *Berit metaophiolite, HT/HP metamorphism, Sm-Nd geochronology, SE Anatolia*

## ORTA ANADOLU KRİSTALEN KOMPLEKSİNİN TEKTONİĞİ: YAPISAL, METAMORFİK VE PALEOMANYETİK BİR ÇALIŞMA

Côme Lefebvre<sup>1\*</sup>, Douwe J.J. Van Hinsbergen<sup>2</sup>,

Nuretdin Kaymakçı<sup>3</sup>, Reinoud L.M. Vissers<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Earth Sciences, Utrecht University, Budapestlaan 4,  
NL-3508 TA Utrecht, Netherlands*

<sup>\*</sup>*Now at: Géoazur, UMR 6526, Université de Nice Sophia Antipolis,  
Parc Valrose, 06108 Nice, France*

<sup>2</sup>*Physics of Geological Processes, University of Oslo,  
Sem Sælands vei 24, N-0316 Oslo, Norway*

<sup>3</sup>*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06531, Ankara  
(come.lefebvre@gmail.com)*

### ÖZ

Anadolu bölgesi, Geç Mesozoyik-Senozoyik döneminde Afrika-Avrasya kıtalarının yaklaşması sonucu Neotetis okyanus(ları)nın kapanma tarihçesine ait jeolojik kayıtları içerirler. İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşağı (İAEKK) boyunca yüzeyleyen ofiyolitli melanjin konumu eskiden Neotetisin kuzey kolunun bulunduğu yeri işaret eder. İAEKK'nin güneyinde bulunan ve metamorfik kayalar, ofiyolitler ile magmatik sokulumlardan oluşan Orta Anadolu Kristalen Kompleksi (OAKK) Türkiye'de yüzeyleyen en büyük metamorfik kompleksdir. Bahsi geçen kristalen kompleks geç Kretasede Paleozoyik-Mesozoyik sedimanter birimler üzerine ofiyolitli napların yerleşmesi, buna bağlı olarak bölgesel Barrovian metamorfizması ve magmatik sokulum gibi karmaşık tektonik olaylara maruz kalmıştır. Buna rağmen, Geç Kretasede evrilmiş olan OAKK'nin jeodinamik evrimi konusunda her hangi bir fikir birliği henüz varılamamıştır.

Bu çalışma, OAKK'nin evrimine dair elde edilmiş yeni veriler yanında geç Kretasede evrilmiş olan OAKK'nin evrimi ile ilgili kabul edilebilir bir model ileri sürebilmek için literatür verilerini de entegre eder. Bu bağlamda, Orta Anadolu metamorfizmasının tektono-metamorfik tarihçesi, detaylı mikroyapısal, metamorfik ve jeokronolojik analizler yanında sünek yapıların ve metamorfik arazi gradiyeninin lokal ve bölgesel olarak haritalanması ile araştırılmıştır. Orta Anadolu granitoidlerinden geniş bir alandan toplanan paleomagnetik veri setleri ise geç Kretasede OAKK'nin büyük ölçekli geometrisinin yeniden kurulmasına izin veren sınır koşullarını sağlamıştır.

Özet olarak bu çalışmanın ana sonuçları şunlardır. OAKK'nin Geç Kretasede KKD-GGB uzanımlı dar ve dom (kubbe) yapısına sahip antiformal bir yapı olduğu ortaya konulmuştur (~500x150km). Bu konfigürasyonda, bölgesel Barrovian metamorfizmasına, antiformalın derin kısımlarında meydana gelen ve üst kısmı GGB'ya akan sünek kıtasal akıntı ve bu akıntı ile eş zamanlı olarak antiformalın sığ kısımlarında meydana gelen BKB-DGD yönlü yüzeylemeye eşlik etmiştir. Antiformalın batı kenarını etkilemiş olan post-tektonik magmatizma ardaşık üç farklı kimyasal evrim gösterir ve batıda kalk-alkali özellik gösterirken, doğuda alkaline dönüşür (yani antiformalın iç kısımlarından dış kısımlarına doğru). Bu magmatik eğilim, Orta Anadolu plütonik kayalarından elde edilen ve daha önce yayımlanmış olan jeokimyasal veriler ile birlikte değerlendirildiğinde, magmatik yayın dalma-batma-üstü zonu ortam koşulları ile ilişkili tipik gelişimi olarak tanımlanmıştır. Dolayısıyla, eşyaşlı OAKK'ne ait Düşük/Orta Basınç-Yüksek Sıcaklık (D/OB-YS) yay metamorfizması ile dalma-batma ilişkili YB-DS Tavşanlı Zonu büyük bir ihtimalle eşlenik metamorfik kuşak oluşturlar. Bunun yanında, plaka tektoniği ölçeğinde ise D-B bir hat boyunca kuzeye, Pontidlerin altına olan dalma-batma sistemi ile bu çalışmada ortaya konulan ve KKD-GGB yönelimli olup doğuya OAKK'nin altına olan eşzamanlı dalma-batma zonu Hendek - Hendek - Hendek (HHH) tipi üçlü kesişim noktası oluşturlar. Son aşamada, KKD-GGB uzanımlı bu antiformal yapının Pontidlerle çarpışması, OAKK'nin parçalanarak üç ayrı bloğa bölünmesine ve Paleojen döneminde, bugünkü üçgen yapısına ulaşmasına neden olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Orta Anadolu, Geç Kretase, yüksek sıcaklık metamorfizması, yüzeyleme, çarpışma



## **THE TECTONICS OF THE CENTRAL ANATOLIAN CRYSTALLINE COMPLEX: A STRUCTURAL, METAMORPHIC AND PALEOMAGNETIC STUDY**

**Côme Lefebvre<sup>1\*</sup>, Douwe J.J. Van Hinsbergen<sup>2</sup>,**

**Nuretdin Kaymakçı<sup>3</sup>, Reinoud L.M. Vissers<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Earth Sciences, Utrecht University, Budapestlaan 4,  
NL-3508 TA Utrecht, Netherlands

\* Now at: Géoazur, UMR 6526, Université de Nice Sophia Antipolis,  
Parc Valrose, 06108 Nice, France

<sup>2</sup> Physics of Geological Processes, University of Oslo, S  
em Sælands vei 24, N-0316 Oslo, Norway

<sup>3</sup> Department of Geological Engineering,  
Middle East Technical University, 06531 Ankara, Turkey  
(come.lefebvre@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*The Anatolian region recorded the closure history of the Neotethyan Ocean(s) situated between the converging African and Eurasian continents during late Mesozoic – Cenozoic times. The location of the former northern Neo-Tethyan ocean is marked today by the presence of an ophiolitic mélange forming the Izmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (IAESZ). South of the IAESZ, the Central Anatolian Crystalline Complex (CACC) is the largest metamorphic domain exposed in Turkey, which mainly consists of metamorphic rocks, ophiolites and magmatic intrusions. This crystalline domain experienced a complex tectonic history involving late Cretaceous obduction of ophiolitic nappes onto Paleozoic-Mesozoic sedimentary units, development of a regional Barrovian metamorphism, and widespread magmatic intrusions. However, no consensus has been reached so far about a unique geodynamic scenario to explain in which setting the CACC evolved during the late Cretaceous.*

*We present here a multi-scale and multi-disciplinary study of the tectono-metamorphic evolution of the CACC, and integrates the obtained results with data from the literature in order to propose a plausible tectonic model for the evolution of the CACC in the late Cretaceous. The tectono-metamorphic history of the central Anatolian metamorphic rocks has been investigated through detailed microstructural, metamorphic and geochronological analysis, together with local and regional mapping of ductile structures and metamorphic field gradients. An extended set of paleomagnetic data from the central Anatolian granitoids provides constraints for restoring the large-scale geometry of the CACC into its late Cretaceous configuration.*

*The main results of this study revealed that during the late Cretaceous the CACC consisted of a NNE-SSW elongated and narrow dome-shaped antiformal structure (~500x150km). In this configuration, regional Barrovian metamorphism was accompanied with a top-to-the-SSW ductile crustal flow in the deeper part of the antiform, while shallower levels were synchronously affected by a WNW-ESE directed exhumation. Post-tectonic magmatism affected the western side of the antiform in three successive magmatic events showing a chemical evolution from calc-alkaline in the west to alkaline in the east (i.e. from an external to a more internal position in the antiform). This magmatic trend together with published geochemical data from the central Anatolian plutonic rocks, has been recognized as a typical evolution of a magmatic arc in a supra-subduction environment. Therefore, the contemporaneous L/MP-HT metamorphic CACC and the subduction-related HP-LT Tavşanlı Zone most likely formed a paired metamorphic belt. Moreover, at the plate tectonic scale, the contemporaneous northward subduction below the Pontides along an EW-trending suture together with the newly established eastward subduction of a NNE-SSW trending subduction system below the CACC suggests the presence of a Trench-Trench-Trench (TTT) type triple junction at the intersection of these two subduction zones. Finally, during the Paleogene, the collision of the NNE-SSW-oriented antiformal structure with the central Pontides led to the break-up of the CACC into three distinctive domains as exposed today.*

**Keywords:** Central Anatolia, late Cretaceous, high-temperature metamorphism, exhumation, collision

## ZAGROS KUŞAĞI BOYUNCA (GD TÜRKİYE-KD İRAK-GB İRAN) KAMPAİYEN-MASTRİHTİYEN İSTİFLERİ: STRATİGRAFİ, DEPOLANMA ORTAMLARI VE PALEOCOĞRAFYA

**Sacit Özer<sup>1</sup>, Kamal Haji Karim<sup>2</sup>, Ahmad Reza Khazaei<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampusu, Buca, TR-35160 İzmir

<sup>2</sup> University of Sulaimani, College of Science, Department of Geology, Sulaimani, Iraq

<sup>3</sup> Department of Geology, Faculty of Science, University of Birjand  
P.O. Box 97175/615, Birjand, Iran  
(sacit.oz@deu.edu.tr)

### ÖZ

Zagros Dağ Kuşağı Avrasya ve Arap plakalarının yakınlaşması ve Akdeniz Tetisi'nin kapanmasıyla oluşmuştur. Bu kuşak GD Türkiye'den KD Irak ve GB İran'a doğru yaklaşık 2000 km uzanım gösterir. Bu kuşağın gelişimi sırasında, Kampaniyen-Mastrihtiyen özel tektonik ve paleocoğrafik konum yansıtın özgün fasiyes ve fosil topluluğu ile simgelenir. Bu süreçte ofiyolit üzerlemesine Türkiye'de kuzeyden güneye, Irak ve İran'da ise kuzeydoğudan güneybatıya doğru farklı yönlerde gelişen tortul girdisi eşlik eder. Bu ters yönlerdeki gelişme ofiyolit üzerlemesinin önündeki çekirdek karasal alanın ve önülke havzalarının gelişimiyle ilişkilendirilmiştir.

Arap Plakası'nın (platformunun) kuzey ve kuzeydoğu sınırındaki Kampaniyen-Mastrihtiyen istiflerine yönelik bilgiler olmasına karşın, bu çalışmanın asıl amacını oluşturan stratigrafik korelasyonlarına, çökme ortam koşullarına ve paleocoğrafik özelliklerine ilişkin günümüze değin ayrıntılı bir tartışma yapılmamıştır.

Zagros suture zonu boyunca Kampaniyen-Mastrihtiyen istiflerinin korelasyonu, alttan üste doğru rudistli kireçtaşı mercekleri içeren kırmızı renkli klastikler, rudist ve iri bentonik foraminiferlerce zengin kireçtaşları ve pelajik çamurtaşları-kireçtaşlarından oluşan silisiklastik-karbonat karışımından yapıli tortulların olağanüstü benzerlikler gösterdiğini ortaya koyar. Bu birimler diyakronizmi işaret eden yatay ve düşey geçişler gösterir ve üste doğru Paleosen yaşlı pelajik çamurtaşlarına geçişler gösterir. Kampaniyen-Mastrihtiyen istifleri GD Türkiye ve GB İran'da temel kayalarını uyumsuz olarak üstler; KD Irak'ta ise bu ilişki uyumsuz veya uyumlu olarak gözlenir.

Depolanma fasiyesleri bu istiflerin Arap Platformu'nun kuzey-kuzeydoğusunda dar bir kuşak boyunca, yüksek enerjili kıyından sığ şelfe ve düşük enerjili havza ortamına değışen homoklinal bir yokusta çökelmiş olduğunu gösterir. Pelajik çamurtaşlarının istifin değışik bölümlerinde tekrarlanması platformun çökme ve yükselme dönemlerini işaret eder.

Sedimentolojik veriler, alçak röliyefli silisiklastik-karbonat baskın bir platformun paleocoğrafyasını işaret eder. Geç Kampaniyen'de GD Türkiye'deki rudist ve iri bentonik foraminiferlerin gelişmeleri için kaynak alandan tatlı su girişıyle besin katkısı olmasına karşın, bu süreçte KD Irak'ta kırıntılılar yoğun bir şekilde çökelmekteydi. Mastrihtiyen'de, rudist ve iri bentonik foraminiferlerce zengin sığ denizel kireçtaşları GD Türkiye ve KD Irak'ta çökelmişti. Bu süreçte, GB İran'da rudistli ve iri bentonik foraminiferli kireçtaşı merceklerinin çökmesi kırıntılı platformda sürüyordu. Zagros kuşağı orta-geç Mastrihtiyen ve Paleosen'de havza koşullarının etkisi altına girmişti.

Zagros Kuşağı boyunca Arap Platformu'ndaki rudist ve mercan büyümeleri, klastik gelimi ve hızlı çökme zaman aralıklarında engellenmişti. Bu olaylar, Türkiye'den İran'a dek Arap Platformu'nun sınırı boyunca bazı zaman boşluklarıyla benzer tektonik ve ortamsal koşulların etkin olduğunu kanıtlar. Neotetis'in makaslama tipi kapanması nedeniyle, tektonik ve paleocoğrafya Kampaniyen'den Mastrihtiyen sonuna dek Türkiye'den Irak'a ve daha sonra İran'a kadar göçetmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kampaniyen-Mastrihtiyen, paleocoğrafya, platform tipi, stratigrafi, Zagros kuşağı

## **THE CAMPANIAN-MAASTRICHTIAN SEQUENCES ALONG THE ZAGROS BELT (SE TURKEY-NE IRAQ-SW IRAN): STRATIGRAPHY, DEPOSITIONAL SETTING AND PALAEOGEOGRAPHY**

**Sacit Özer<sup>1</sup>, Kamal Haji Karim<sup>2</sup>, Ahmad Reza Khazaei<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül University, Engineering Faculty, Department of Geological Engineering, Tinaztepe Campus, Buca, TR-35160 İzmir, Türkiye

<sup>2</sup> University of Sulaimani, College of Science, Department of Geology, Sulaimani, Iraq

<sup>3</sup> Department of Geology, Faculty of Science, University of Birjand, P.O. Box 97175/615, Birjand, Iran  
(sacit.ozer@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The Zagros mountain belt is developed from the convergence between the Eurasian and Arabian plates and closing of the Mediterranean Tethys. This belt extends over 2000 km from SE Turkey towards to NE Iraq and SW Iran. During the development of this belt, the Campanian-Maastrichtian characterized by unique facies and biota reflecting special tectonic and palaeogeographic configuration. The ophiolite obduction is associated with reversal of the sediment influx from north toward south in Turkey and from northeast toward southwest in Iraq and Iran during this time. This reversal was associated with terrestrial land nucleation and development of foreland basin in front of it. Despite the present knowledges about the Campanian-Maastrichtian sequences in the northern and northeastern boundary of the Arabian plate (platform), their stratigraphic correlations, depositional conditions and palaeogeographic characteristics were not discussed in detail until today, which are the main aim of the present study.*

*The correlation of the Campanian-Maastrichtian successions along the Zagros suture zone shows remarkable similarities consisting mainly of mixed siliciclastic-carbonate deposits which contains, from bottom to top, of reddish clastics with rudist-bearing limestone lenses, limestones rich in rudist and larger benthic foraminifera and pelagic mudstones-limestones. These units show lateral and vertical changes from one to another indicating diachronism and pass upward to pelagic Paleocene mudstones. The Campanian-Maastrichtian sequences overly unconformably the basement rocks in SE Turkey and SW Iran, while this relation is conformable or unconformable in NE Iraq. The depositional facies represents that this succession was developed along a narrow belt of the northern-northeasternmost of the Arabian platform on the distally steepened homoclinal ramp ranging from the high energy beach to shallow shelf and low energy basin environment. The repetition of the pelagic mudstones in several intervals of the sequence indicates the phases of drowning and uplift of the platform.*

*The sedimentological data indicate a palaeogeography of a low relief siliciclastic-carbonate dominated platform. The influx of freshwater, from the source area, supplied nutrient for growth of rudist- and large foraminifera-bearing limestones lenses during the late Campanian in the SE Turkey while, in this period, the clastics were dominantly developed around the NE Iraq. During the Maastrichtian, the shallow limestones rich in rudists and larger foraminifera were developed in SE Turkey and NE Iraq. In the same time, the rudist- and large foraminifera-bearing limestone lenses were deposited on the detrital platform in SW Iran. The basinal conditions were prevailed during middle-late Maastrichtian and Paleocene along the Zagros belt.*

*During the time intervals of clastic influxes and rapid subsidence, the rudists and coral growth should have been inhibited on the Arabian platform along the Zagros belt. These facts prove the prevailing of the same tectonic and environmental conditions with some time elaps along the border of Arabian platform from Turkey to Iran. Due to scissor-type closure of the Neotethys, the tectonic and palaeogeography was migrated from Turkey toward Iraq and then Iran from Campanian to the end of Maastrichtian.*

**Keywords:** Campanian-Maastrichtian, palaeogeography, platform type, stratigraphy, Zagros belt

## SİVAS HAVZASI'NIN PALEOCOĞRAFİK EVRİMİ

**Bruno Vrielynck<sup>1</sup>, Andre Poisson<sup>2</sup>,  
Haluk Temiz<sup>3</sup> and Fabienne Orszag-Sperber<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *ISTEP - CNRS - Université Pierre et Marie Curie, Paris, France*

<sup>2</sup> *Université Paris-Sud, Orsay, France*

<sup>3</sup> *Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas*

*bruno.vrielynck@upmc.fr*

### ÖZ

Sivas havzası, Orta Anadolu'da Geç Kretase-Paleosen'de oluşmuş büyük bir havzadır. B-GB ve D-GD uzanımlı olan havza kuzeydeki Kırşehir Bloğu ile güneydeki Toros Platformu'nu birbirinden ayırır. Batıya doğru Kapodokya Pliyo-Kuvaterner volkanizması altında kaybolan havza, doğuda Erzincan dolayında Kuzey Anadolu Fayı ile kesilir. Havza kuzey kenarı boyunca, yer yer Kuzey Neotetis'ten türemiş ofiyolitik allokonlar ile üzerlenen Kırşehir Masifi üzerinde yer alır. Kuzey Neotetis'in kapanmasıyla ilişkili ofiyolitik naplar Geç Kretase'de Kırşehir Masifi ve Toros kuşağında olduğu gibi Anadolu Bloğu üzerine yerleşmiştir. Bu temeli üzerleyen havzalar başlıca Tersiyer yaşlıdırlar. Geç Kretase'den beri Anadolu kıtacığını etkileyen tüm tektonik olaylar bu havzaların sedimanter çökelleri tarafından kaydedilmiştir.

Sivas havzasının sedimanter dolgusu iyi yüzeyleyen ve denizelden (derin ve sığ denizel) lagünel, gölsel ve karasala (akarsu) değin geniş bir fasiyes ve çökel ortamlarını içeren tam bir Senozoyik stratigrafik istifi ile temsil edilir. Havzanın batı kesimi (Gemerek-Ortaköy bölümü) ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Bu bölgede, Eosen planktonik foraminifera içeriği ile, Oligosen, Miyosen ve Pliyosen ise memeli faunası içeriği ile ayrılanmaktadır. Bu çalışma, Sivas havzasının orta kesimini (Sivas çevresi) kapsamaktadır. Planktonik ve bentik foraminiferler, gastropodlar, ostrakodlar, karofitler, ve memeli faunalarının çalışılmasıyla yeni stratigrafik veriler elde edilmiştir. Bu veriler, bugüne değin bilinen formasyonların yaşlarının kesinleştirilmesini sağlamıştır. Özellikle Hafik Formasyonu'nun yaşı belirlenmiştir: Şimdi iyi bilinmektedir ki evaporitlerinin depolanması Geç Eosen ve Orta Oligosen arasında olmuştur. Karayün Formasyonu'nun tipik göl ortamını gösteren karofitleri Geç Oligosen olarak yaşlandırılmıştır. Ostrea, gastropod, Ammonia beccarii içeren bentik foraminiferler ve ostrakod topluluğunca zengin olan Bingöl formasyonunun yaşı Geç Oligosen'dir. Evaporitik Hafik Formasyonu'nu üzerleyen Sivas marnları, Orta-Geç Oligosen ve en genç seviyeleri Alt Miyosen'i veren zengin planktonik mikrofauna topluluğu içermektedir.

Bu yeni veriler, Anadolu'nun batı kesiminin daha kesin palinspatik olarak yeniden yapılandırılmasına, ve böylece Geç Kretase'den beri Alp Kuşağı'nın bu segmentinin oluşmasına katkıda bulunmuş jeodinamik olaylar için doğru kronolojinin saptanmasına izin vermektedir. Yeni sağlanan veriler ve uygun eski veriler kullanılarak paleocoğrafik ve paleoortam haritaları oluşturulmuştur. Sekiz haritadan oluşan bir set hazırlanmıştır. Bu haritalar, Paleosen'den Geç Miyosen'e kadar tüm Sivas havzasını kapsamaktadır. Kırşehir Bloğu ile Toroslar arasında yer alan Deliler Fayı'nın önemi vurgulanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sivas havzası, Kırşehir, Toros, stratigrafi, paleocoğrafya

## PALEOGEOGRAPHIC EVOLUTION OF SIVAS BASIN

**Bruno Vrielynck<sup>1</sup>, Andre Poisson<sup>2</sup>,**

**Haluk Temiz<sup>3</sup>, Fabienne Orszag-Sperber<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ISTEP - CNRS - Université Pierre et Marie Curie, Paris, France

<sup>2</sup> Université Paris-Sud, Orsay, France

<sup>3</sup> Cumhuriyet University, Sivas, Turkey

(bruno.vrielynck@upmc.fr)

### ABSTRACT

*In Central Anatolia, the Sivas basin is the largest of subsiding basins developed in Late Cretaceous and Paleogene times. It occupies a W-SW to E-NE gutter which separates the Kirsehir block to the North and the Taurus platforms to the South. Westwards the basin disappears below the Cappadocian Plio-Quaternary volcanism and eastwards it is cut by the North Anatolian Fault near Erzincan. Along its northern margin it rests on the Kirsehir Massif which is overlaid from place to place by remnants of the ophiolitic allochthons derived from the Northern Neotethys. The ophiolitic nappes resulting from the Northern Tethys closure were emplaced during the Late Cretaceous on the Anatolian blocks i.e. the metamorphic Kirsehir massif and the Taurus range. The overlying basins are thus essentially Tertiary in age. They have registered in their sedimentary infill all the tectonic events which affected the Anatolian micro-continent since the Late Cretaceous.*

*The sedimentary infill of the Sivas basin is well exposed and presents a complete stratigraphic Cenozoic succession including a large variety of facies and environments of deposition from marine (deep and shallow marine), to lagoonal, lacustrine and continental (fluvatile). The western part had been studied with some detail (Gemerek-Ortakoy section). There the Eocene is known for its planktic foraminifera content and the Oligocene, the Miocene and the Pliocene for their vertebrate fauna. The present study considers the central part of the Sivas basin (around Sivas). New stratigraphic data have been obtained by the study of planktic and benthic foraminifera, gastropods, ostracods, charophytes and vertebrates fauna. These data precise the age of the yet known formations. Particularly the age of the Hafik Formation: it is now well established that the deposition of the evaporites occurred between the Late Eocene and the Mid Oligocene. The Karayun formation yield charophytes, typical of lacustrine environment, which date Late Oligocene. The Bingol formation rich in ostrea, gastropods, benthic foraminifera, including *Ammonia beccarii*, and ostracod assemblages is of Late Oligocene in age. The Sivas marls, overlying the evaporitic Hafik formation, yield rich assemblages of planktic microfauna which indicate the Middle and the Late Oligocene and in the younger layers the Lower Miocene.*

*These new data allow to precise the palinspastic reconstitution of the western part of the Anatolia as they provide accurate chronology for the geodynamic events which have contributed to the formation of this segment of the Alpine belt since Late Cretaceous times. Palaeogeographic and paleoenvironmental maps have been established using the available previous data and the new data obtained. A set of eight maps has been drawn. They concern the whole Sivas basin, from Paleocene up to Late Miocene. The role of the Deliler fault between the Kirsehir block and the Taurus is emphasized.*

**Keywords:** Sivas basin, Kirsehir, Taurus, stratigraphy, paleogeography

## ANADOLU'DA ERKEN PALEOJEN KARASAL ÇÖKELLER: BİYOSTRATİGRAFİ VE PALEOÇEVRE

Grégoire Métails<sup>1</sup>, K. Christopher Beard<sup>2</sup>,

Korhan Erturaç<sup>3</sup>, Koray Sözeri<sup>4</sup>, Şevket Şen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CR2P, Muséum national d'Histoire naturelle, CP 38, 8,  
rue Buffon, 75005 Paris, Fransa

<sup>2</sup>Carnegie Museum of Nat. Hist, 4400 Forbes Avenue, Pittsburgh, PA 15213-4080, ABD

<sup>3</sup>Sakarya Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Adapazarı

<sup>4</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Ankara

(gregoire.metails@mnhn.fr)

### ÖZ

Türkiye'de erken Paleojen karasal çökelleri geniş alanlar kaplamaz ve omurgalılar paleontolojisi açısından yeterince araştırılmamıştır. 1966'da Ozansoy, 1979 yılında Şen ve Heintz istisnai omurgalı fosiller içeren Paleojen lokasyonlarını tanıttılar; bu fosiller biyocoğrafya bağlantıları yeterince bilinmeyen gruplara aittir. 2011 yılında, Anadolu'da Paleojen fosil memelileri içeren bazı formasyonlarda yapılan yüzey araştırmaları kapsamında, daha önce bulunmuş fosilli birimlerin yaşı yeniden dikkate alındı. Erken Paleojen memelileri bugüne dek iki formasyonda bulundu. Biri Kuzey Anadolu'da Amasya yakınında yüzlek veren, kömür yataklarıyla tanınan ve küçük bir havza içindeki Çeltek formasyonudur. Diğeri ise Polatlı-Haymana Havzası'nın kuzey ucunda yüzlek veren Uzunçarşidere Formasyonu'dur.

Eski Çeltek memeli fosil lokasyonunun yaşı biraz tartışmalıdır. Blumenthal bu formasyonu 1937'de tanımlarken, üstünde bulunan ve Erken Lütesiyen bentik foraminiferleri içeren Armutlu formasyonun yaşını dikkate alarak, Erken Eosen olarak düşündü. Bu formasyonların palinolojisini 2002 çalışan Akgün ise, bu birimleri Orta-Geç Eosen olarak yaşlandırdı. Yakın zamanda ise Koç ve Türkmen, fosilli seviyenin hemen üstüne gelen ince bir denizel seviyeden İpresiyen yaşlı zengin bentik ve planktonik foraminiferler elde ettiler. Bu sonuçlara göre, aralarında Embrithopoda sınıfından *Palaeoamasia kansui*'nin de bulunduğu fosilli linyit yataklarının yaşının daha önce düşünüldeği gibi Lütesiyen değil, İpresiyen olması gerekir.

Uzunçarşidere Formasyonu (UÇF) uzun yıllardır Orta Eosen olarak dikkate alınır. Bunun nedeni ise bu formasyonu örten denizel Orhaniye Formasyonu'nun mikropaleontoloji verileriyle Lütesiyen olarak yaşlandırılmış olmasıdır. Bu formasyon içinde memeli fosilleri Ankara KB'sında kırmızı renkli karasal çökellerin yüzlek verdiği Orhaniye-Güvenç arasında bulundu ve erken Orta Eosen yaşı verildi. Halbuki UÇF üstteki denizel Lütesiyen Orhaniye formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülür, ve aralarında bir zaman boşluğu olmalıdır. UÇF memeli faunası keseliler, embrithopodlar ve toynaklı memelilerden oluşur. Bu son gruba giren *Hilalia* cinsi boyutları farklı 4 türle temsil edilir. Yeni arazi ve fosil gözlemleri UÇF'in İpresiyen yaşta olması gerektiğini gösterir.

Anadolu Platosu geç Mesozoyik ve erken Paleojen sırasında Afrika-Arabistan kıtasıyla, Asya ve Avrupa'nın kesişme noktasında yer almaktadır. Bu bölge kökeni sönmüş veya henüz yaşamakta olan birçok memeli grubunun bu kara parçaları arasında dağılımına ışık tutacak en önemli yerlerden biridir. Ne yazık ki Paleojen döneme ait omurgalı fosil kayıtlarının çok kısıtlı olması, Anadolu'nun bu önemini ortaya koymaya yetmez. Anadolu'da elde dilecek daha zengin paleontolojik veriler, Paleosen-Eosen ısınma dönemi (PETM) çevresinde memelilerin evrim ve dağılımına yeni bir ışık tutacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Paleojen, memeliler, biyostratigrafi, Türkiye

## **CONTINENTAL CLASTICS OF ANATOLIA DURING THE EARLY PALEOGENE: BIOSTRATIGRAPHY AND PALEOENVIRONMENTS**

**Grégoire Métais<sup>1</sup>, K. Christopher Beard<sup>2</sup>,**

**Korhan Erturaç<sup>3</sup>, Koray Sözeri<sup>4</sup>, Şevket Şen<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>CR2P, Muséum national d'Histoire naturelle, CP 38, 8,  
rue Buffon, 75005 Paris, Fransa

<sup>2</sup>Carnegie Museum of Nat. History, 4400 Forbes Avenue, Pittsburgh, PA 15213–4080, ABD

<sup>3</sup>Sakarya Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Adapazari, Turkey

<sup>4</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Ankara, Turkey  
(gregoire.metais@mnhn.fr)

### **ABSTRACT**

*In Turkey, early Paleogene continental formations are poorly studied, and globally poorly exposed. Ozansoy in 1966 and Sen and Heintz in 1979 reported unusual Paleogene vertebrate assemblages that raise different issues related to their biogeographic affinities. In 2011, a first survey of Paleogene fossil mammals yielding formations has led a re-interpretation of the age of these units based on stratigraphic and micropaleontological evidences. Two formations have so far yielded early Paleogene mammals: the Çeltek Formation, otherwise exploited for coal, is scarcely exposed in a small basin near Amasya, and the Uzunçarşidere Formation is mostly exposed on the northern margin of the Polatlı-Haymana Basin near Ankara.*

*The age of the Eski Çeltek locality is somewhat controversial. Blumenthal formally defined the Çeltek Formation in 1937 and considered it as Early Eocene based on the Early Lutetian age of the benthic foraminifera from the overlying Armutlu Formation. In 2002 Akgün studied the palynomorphs of these formations and concluded to a Middle-?Late Eocene age for both units. In 2002 Koç and Türkmen found a thin marine horizon above the mammal bearing lignite seam with planctonic foraminifera of Ypresian age, while the overlying marine Armutlu Formation yielded rich benthic and planctonic foraminiferal assemblages dated to the Early Lutetian. According to these results, the Eski Çeltek mammal locality, which also yielded remains of the embriothopod *Palaeoamasia kansui*, is not younger than Ypresian and certainly not Lutetian as previously thought.*

*The Uzunçarşidere Formation has long been considered as early Middle Eocene in age based on the age of the overlying marine unit (Orhaniye Formation). Fossil mammals have been reported from the red beds exposed near Ankara, and an early Middle Eocene age was advocated for this mammal assemblage based mostly on the apparent lack of unconformity between this formation and the overlying marine Lutetian Orhaniye Formation. The mammal fauna include marsupials, embriothopods, and ungulates (4 species of *Hilalia*), documented by dental and postcranial material. New field observations allied to micropaleontological evidences plead clearly for an age not younger than Ypresian for the fossil mammal yielding beds of the Uzunçarşidere Formation.*

*The Anatolian Plateau of Turkey lies at the crossroads between Afro-Arabia, Asia, and Europe during Paleogene. Although this area figures prominently for better understanding the early evolution and dispersals of many groups of extinct and modern mammal orders, its early Paleogene vertebrate fossil record remains very scarce. Further paleontological data from that area should shed a new light on the dispersal history and early evolution of several groups of modern mammals around the Paleocene-Eocene Thermal Maximum (PETM).*

**Keywords:** Paleogene, mammals, biostratigraphy, Turkey

## ORTA ANADOLU HAVZALARININ EVRİMİ; NEOTETİS'İN DALMA-BATMA VE ÇARPIŞMA TARİHÇESİNİN ORTAYA KONULMASI: MUDURNU HAVZASI'NDAN ÖN SONUÇLAR

**Nuretdin Kaymakçı, Murat Özkaptan, Ayten Koç, Erhan Gülyüz**

*Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Celal Bayar Bulvarı, Ankara, 06800  
(kaymakci@metu.edu.tr)*

### ÖZ

İç Anadolu'daki havzalar Kırşehir Bloğu'nun doğrudan üzerinde ve etrafında gelişmiş havzalar olmak üzere iki grupta toplanabilir. Bu havzalardan; Haymana, Ulukışla, Sivas ve Çankırı havzaları Kırşehir Masifi'nin etrafında gelişmiş olup; Avanos ve Çiçekdağı havzaları ise doğrudan masifin üzerinde gelişmişlerdir. Ayrıca bu havzaların dışında bölgeye ait olan ve genel olarak Sakarya Kıtası üzerinde gelişmiş olan Mudurnu havzası, yaşı Liyastantın günümüze kadar uzanan çökeller içermesi sebebi ile Neotetisin açılma ve kapanmasına ait önemli jeolojik verilere sahiptir. Buna karşın, Kırşehir Bloğu etrafında gelişen havzalar genel olarak Geç Kretaseden-günümüze değişen birimleri içermeleri sebebiyle sadece Neotetisin kapanması ve onunla ilişkili kıtasal blokların çarpışmasına ait veriler içerirler. Ayrıca bu havzalar çarpışmanın son evrelerinde Kırşehir Bloğu ile Pontidlerin İzmir-Ankara-Erzincan Kuşağı boyunca kenetlenmelerine şahitlik ederlerken Mudurnu Havzası Erken Jurada'ki açılmadan itibaren hemen hemen her zaman çökelim alanı olagelmıştır.

DARIUS Programı destekli bu çalışma Orta Anadolu havzaları, yani Kırşehir Bloğu'nu çevreleyen havzalar kapsamında yapılmıştır. Bu sunu da havzadan elde edilen ilk paleomanyetik, yapısal ve kinematik sonuçlar sunulacak olup elde edilen sonuçlar Neotetisin evrimi bağlamında tartışılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Mudurnu Havzası, Neotetis, dalma-batma, çarpışma, paleomanyetizma, fay kinematiki



**EVOLUTION OF CENTRAL ANATOLIAN BASINS; UNRAVELING  
SUBDUCTION AND COLLISION HISTORY OF NEOTETHYS IN  
TURKEY: PRELIMINARY RESULTS ON MUDURNU BASIN**

**Nuretdin Kaymakçı, Murat Özkaptan, Ayten Koç, Erhan Gülyüz**  
Department of Geological Engineering, Middle East Technical University,  
Celal Bayar Bulvarı, Ankara, 06800, Turkey  
(kaymakci@metu.edu.tr)

**ABSTRACT**

*The central Anatolian basins are grouped into as basins located at the periphery of the Kırşehir Block and the ones located directly on it. Among these, Haymana, Ulukışla, Sivas and Çankırı basins are the peripheral basins of the Kırşehir Block, whereas Avanos and Çiçekdağ basins are located within it. Apart from these basins, the Mudurnu Basin is located mainly on the Sakarya Continent and comprise deposits ranging in age from Liassic to Recent that contain information related to the opening and closing history of the Neotethys Ocean. However, the basins located at the periphery of the Kırşehir Block comprises mainly the deposits spanning in age from Late Cretaceous to Recent and are related only to the closing history of the Neotethys and collision of the intervening continental blocks. These basins also witnessed the late stage collision and suturing of the Kırşehir Block and the Pontides along the Izmir-Ankara Erzincan Suture while Mudurnu Basin was almost always site of deposition since its opening during the Early Jurassic.*

*We have studied the Mudurnu Basin within the context of DARIUS program as an integral study for the central Anatolian basins, i.e. peripheral basins of Kırşehir Block. In this contribution, we will present preliminary paleomagnetic, structural and kinematic results obtained from the basin and we'll discuss the implications of these results in the context of evolution of the Neotethys Ocean.*

**Keywords:** *Mudurnu Basin, Neotethys, subduction, collision, paleomagnetism, fault kinematics*

## ORTA ANADOLU HAVZALARININ EVRİMİ; NEOTETİS'İN DALMA-BATMA VE ÇARPIŞMA TARİHÇESİNİN ORTAYA KONULMASI: HAYMANA HAVZASINDAN ÖN SONUÇLAR

**Erhan Gülyüz, Murat Özkaptan, Nuretdin Kaymakçı**  
*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Celal Bayar Bulvarı, Ankara, 06800  
(kaymakci@metu.edu.tr)*

### ÖZ

Haymana havzası kuzeyde İzmir-Ankara Kenet Kuşağı (IAKK), güneyde ise İntra-Tauride Kenet Kuşağı (ITKK) üzerinde gelişmiştir. Bu kenet kuşakları Neotetis Okyanusunun eski pozisyonuna işaret ederler ve Neotetisin dalma-batma sonucu tükenmesini ve Gondvana kökenli Toroslar ve Kırşehir Bloğu'nun kuzeyde Avrasya kökenli Pontidlere çarpması sonucu oluşmuşlardır. Haymana havzası, İzmir-Ankara ile İntra-Torid Kenet kuşaklarının birleştiği çok özel bir bölgede gelişmiş olup, Geç Kretaseden-Orta Eosene kadar uzanan dalma-batma (yay-önü havza aşaması) ve çarpışma (ön-ülke havza aşaması) olaylarını hemen kesintisiz olarak (fakat yerel uyumsuzluklar içeren) kaydetmiş bir havza dolgusu içerir.

DARIUS Programı tarafından desteklenen bu çalışmanın temel hedefi Haymana havzasının tektonostratigrafik evrimi yanında, biyostratigrafik ve manyetostratigrafik gibi hassas yaşlandırma teknikleri, fay bloklarının düşey eksen boyunca rotasyonlarının belirlendiği paleomanyetizma teknikleri ve fay çizikleri kullanılarak bölgesel kinematığın belirlenebildiği teknikleri kullanarak havzanın Geç Kretaseden itibaren Neotetis dalma-batması ile ilgili kitasal blokların çarpışmasındaki konumunu ortaya koymaktır.

Havzada, kalım Neojen birimlerin yanında Kretase-Palojen aralığında çökelmiş üç anahtar birim tespit edilmiştir. Bu anahtar birimler, yanal ve düşey geçişlere sahip stratigrafik olarak üst Kretase-Eosen aralığında kesintisiz bir istif olup, güney yönlü bindirmeler ve bu bindirmelere bağlı yerel yükselme ve çökmeler sonucu yerel uyumsuzluklar içermekte olup çökelme merkezi sık sık göç etmiştir. Tüm bu olayların hassas olarak yaşlandırılabilmesi ve istiflerin gerçek zaman dilimlerinin hassas olarak tespit edilebilmesi amacıyla arazi çalışmaları sırasında 2000'den fazla paleomanyetik örnek derlenmiş ve derlenen bu örneklerin manyetostratigrafik ve düşey eksen blok rotasyonları bağlamında ölçim ve analizleri kısmen tamamlanmıştır. Buna ek olarak, kinematik amaçlı olarak 50 istasyondan 2000'den fazla fay çizdiği datası derlenmiştir.

DARIUS Programı başlangıcından itibaren elde ettiğimiz paleomanyetik ve kinematik verilerin ilk sonuçları bu sunumun içeriğini oluşturmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Haymana Havzası, Neotetis, dalma-batma, çarpışma, paleomanyetizma, manyetostratigrafi, fay kinematığı

## **EVOLUTION OF CENTRAL ANATOLIAN BASINS; UNRAVELLING SUBDUCTION AND COLLISION HISTORY OF NEOTETHYS IN TURKEY: PRELIMINARY RESULTS ON HAYMANA BASIN**

**Erhan Gülyüz, Murat Özkaptan, Nuretdin Kaymakçı**

*Department of Geological Engineering, Middle East Technical University,  
Celal Bayar Bulvarı, Ankara, 06800, Turkey  
(kaymakci@metu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*The Haymana Basin straddles the Izmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (IAESZ) in the north and Intra-Tauride Suture Zone (ITSZ) in the south. These suture zones demarcate the former position of Neotethys Ocean in Turkey and are formed due to subduction of Neotethys Ocean and collision of Pontides of Eurasian affinity in the north and Taurides and Kırşehir Block of Gondwana affinity in the south. Haymana Basin is located in a very crucial position where IAESZ and ITSZ meets and comprises late Cretaceous to Middle Eocene possibly complete (but with local unconformities) infill that recorded subduction (fore-arc basin stage) to collision (foreland basin stage) history of the region.*

*This study is supported mainly by DARIUS Programme and aimed at unraveling the tectonostratigraphical development of the Haymana Basin and its tectonic position within the subduction of the Neotethys and collision history of the intervening continental blocks since the Late Cretaceous by means of biostratigraphical and magnetostratigraphical tools for precise dating, paleomagnetism for vertical axes rotations, and fault slip data for kinematic evolution of the basin. In addition to thick Neogene units, three Late Cretaceous to Paleogene key sequences have been determined in the basin. These sequences laterally and vertically grades into each other that makes deposition continuous from the Late Cretaceous to Eocene while local unconformities and frequent depocenter migration took place in response to south-vergent thrusting and related local uplift and subsidence. In order to determine the timing of these events and age span of the sequences precisely, more than 2000 paleomagnetic samples have been collected and partly analyzed from the basin for both magnetostratigraphical and vertical axes rotations purposes. In addition to these, from 50 stations more than 2000 fault slip data have been collected for kinematic analyses.*

*This contribution encompasses the preliminary paleomagnetic and kinematic results obtained from the basin since the DARIUS Programme started.*

**Keywords:** *Haymana Basin, Neotethys, subduction, collision, paleomagnetism, magnetostratigraphy, fault kinematics*

## KAĞIZMAN-TUZLUCA HAVZASININ (KD TÜRKİYE) SENOZOİK ÇÖKELLERİ VE OMURGALI FOSİLLERİ

Şevket Şen<sup>1\*</sup>, Baki Varol, Koray Sözeri<sup>2</sup>,

Grégoire Métais<sup>1</sup>, Turhan Ayyıldız<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CNRS-UMR 7207, Muséum, Bâtiment de Paléontologie 8 rue Buffon, 75005, Paris

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara  
(sen@mnhn.fr)

### ÖZ

Yakın yıllara kadar, Kağızman-Tuzluca Havzası Senozoik dolgusunun stratigrafisi iyi bilinmediği için, değişik tektonik yorumlar yapıldı. Üç yıldır ekip olarak, havzadaki tortul birimleri ayırmak, onların dağılımını ve geometrik ilişkilerini anlamak ve omurgalı fosiller arayarak, birimlerin yaşını tesbit etmek amacıyla araştırmalar yapılmaktadır.

Kağızman-Tuzluca havzası Türkiye'nin kuzey doğusunda, Ermenistan sınırına yakın bir bölgede yer alır. 70 km uzunluğunda ve 10-15 km genişliğinde bir havzadır. Doğudaki devamı Ermenistan'da Hoktemberian havzası olarak bilinir. Havza, güneyde Kretase yaşlı Kağızman Kompleksi ofiyolitik kayaları, kuzeyde ve batıda ise Kars Platosu Geç Miyosen-Pliyosen mafik volkanik kayaları tarafından sınırlanmıştır. Daha önceki çalışmalarda bir yokuş ya da çek-ayır havzası olarak yorumlanan bu havzada, kısalma oluşukları özellikle belirgindir; bu da Kağızman-Tuzluca havzasının büyük olasılıkla bir dağlararası yokuş vadi havzası olduğunu gösterir.

Bu havza, tarihsel çağlardan beri işletilen kalın tuz yatakları ile ünlüdür. KD Türkiye ve komşu ülkelerdeki benzer evaporitik oluşukların yaşı, günümüze dek Orta Miyosen ile Pliyosen arasında değişken olarak yorumlanmıştır. Aslında, bu havzada bir kaç bin metre kalınlığında tortul dolgu vardır. Bu havzadaki karasal tortul istifler önceki çalışmalarda Pliyosen olarak haritalanmıştır. Bu çalışmada, tuz içeren Tuzluca Formasyonu yanısıra, havzadaki tüm tortul birimlerin stratigrafisi, sedimentoloji ve paleontolojisinin incelenmesi, havzanın açılışından bugüne dek geçirdiği evreleri, çökeltme ortamlarını ve onların yaşlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma, havzanın güneydoğu kesimindeki Tuzluca yöresini kapsar. Senozoyik dolgu sığ deniz kökenli Kaan Formasyonu ile başlar. Bu formasyon çoğunlukla kumtaşı ve kireçli kumtaşı ardalananmasından oluşur; içerdiği zengin *Nummulites fichteli* fosilleriyle yaşı Erken Oligosen, ayrıntıda Rupelian SB 21-22 zonu olarak tayin edilmiştir. Formasyonun üst katlarında gölsel ve fluvial çökeller baskındır. İçerdiği sayısız paleosol seviyeleri emeryon fazlarının sıklığına işaret eder. Bu karasal seviyeler içinde parçalanmış gergedan kemikleri bulunsa da, yaş tayini için yeterli değildir. Güngörmez Formasyonu bu birimi yerel bir uyumsuzlukla üzerler; akarsu ve delta çökellerinin dikey ve yatay geçişleri ile temsil edilen karmaşık bir çökeltme ortamını gösterir. Bu formasyon içinde iyi korunmuş *Paraceratherium* sp. (dev gergedan), *Iberomeryx* sp. ve *Hyaenodon* sp. memeli fosilleri bulunmuştur. Bu fosiller, Geç Oligosen'le korelasyon sağlar. Güngörmez Formasyonu, gölsel Turabi Formasyonu ile örtülür. Bulunan timsah fosilleri (*Diplocynodon* sp.) formasyonun yaşının Erken Miyosen olduğunu gösterir. Akarsu ortamında oluşmuş Cincevat Formasyonu içinde Erken Miyosen sonunu işaret eden Erinaceidae *Indet*, *Cricetodon* cf. *meini* ve *Vallaris* sp. gibi tipik küçük memeli fosilleri saptanmıştır. Evaporitlerden oluşan Tuzluca Formasyonu, Cincevat Formasyonu'nu uyumlu olarak üzerler. İçindeki killi arakatkitlardan alınan test örneklerinde fosil bulunamamıştır. Stratigrafik olarak formasyona Orta Miyosen yaşı önerilebilir.

Paleontolojik yeni bulgular, stratigrafik ve sedimentolojik veriler, Kağızman-Tuzluca Havzasının en geç Erken Oligosen'de açıldığını ve içerdiği tortul dolguların tamamen bölgesel tektonikle kontrol edildiğini kanıtlar.

**Anahtar Kelimeler:** Kağızman-Tuzluca Havzası, Oligo-Miyosen, çökeltme ortamı, omurgalılar, biyostratigrafi

## **STRATIGRAPHY AND VERTEBRATE PALEONTOLOGY OF CENOZOIC DEPOSITS IN THE KAĞIZMAN-TUZLUCA BASIN, NE TURKEY**

**Şevket Şen<sup>1\*</sup>, Baki Varol, Koray Sözeri<sup>2</sup>,**

**Grégoire Métais<sup>1</sup>, Turhan Ayyıldız<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> CNRS-UMR 7207, Muséum, Bâtiment de Paléontologie 8 rue Buffon, 75005, Paris

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Turkey  
(sen@mnhn.fr)

### **ABSTRACT**

*Until recently, the stratigraphy of Cenozoic deposits in the Kağızman-Tuzluca Basin in NE Anatolia remained unknown, and thus its tectonic context was variably interpreted. Since three years, a Turkish-French team tries to decipher the sedimentary succession, by mapping the spatial distribution of sedimentary units and their geometric relationships, and by dating these units by mean of vertebrate fossils.*

*The Kağızman-Tuzluca Basin is located in NE Turkey near the Armenian border. It occupies a narrow area (70 km long and 10-15 km wide), which is crossed by the Aras River. It continues eastward in Armenia, where it is known as Hoktemberian Basin. It is bordered to the south by the Cretaceous ophiolitic basement rocks of the Kağızman Complex and to the north and west by the Late Miocene-Pliocene mafic volcanic rocks of the Kars Plateau. Various students interpreted it as a ramp or pull-apart basin. Our mapping showed that the basin has suffered shortening and it is thus most likely an intermountane ramp valley basin.*

*This basin is famous by its thick salt deposits that are quarried since deep historical times. The age of the evaporite deposits in NE Turkey and neighbour countries was variably interpreted as Middle Miocene to Pliocene. Actually, this basin has a several thousand meters thick sedimentary infill. Previous studies attributed a Pliocene age to the Cenozoic terrestrial deposits. Beyond the salt bearing Tuzluca Formation, our study intended to better figure out the sedimentary history of this basin by studying stratigraphy, sedimentology and paleontology.*

*This study explored the southern part of this basin in the Tuzluca area. The Cenozoic infill starts with the marine deposits of the Kaan Formation. They mainly consist of an alternation of sandstones and sandy limestones, rich in nummulites, dominated by Nummulites fichteli, indicating an Early Oligocene age, more precisely the Rupelian SB 21–22 zones. Upwards, this formation becomes fluvio-lacustrine, with the inclusion of several paleosol horizons indicative of emersion phases. These terrestrial deposits yielded fragmentary vertebrates bones, mainly belonging to rhinocerotids, but unreliable for age determination. The Güngörmez Formation overlies this unit with a local unconformity, and shows a complex depositional character, represented by vertical and lateral transitions of fluvial and deltaic deposits. This formation yielded well-preserved mammalian fossils determined as Paraceratherium sp. Iberomeryx sp. and Hyaenodon sp., allowing its correlation to the Late Oligocene. The Güngörmez Formation is covered by the lacustrine Turabi Formation, although their contact was complicated by local faulting and folding. The Turabi Formation yielded crocodile remains determined as Diplocynodon sp., indicative of an Early Miocene age. The fluvial Cincevat Formation yielded isolated teeth of small mammals (Erinaceidae indet., Cricetodon cf. meini and Vallaris sp.), typical for the latest Early Miocene. The evaporitic deposits of the Tuzluca Formation conformably overly the Cincevat Formation. The screen-washing of several test samples for fossils from the intercalated clay horizons was not successful. Its age should reasonably be of the Middle Miocene.*

*In summary, new paleontologic and stratigraphic data show that this basin was opened at least in Early Oligocene, and its sedimentary infill is entirely controlled by the regional tectonics.*

**Keywords:** Kağızman-Tuzluca Basin, Oligo-Miocene, environments, vertebrates, biostratigraphy

## NEOJEN İLGIN HAVZASININ YAPISI VE TEKTONİĞİ

**Reinoud L.M. Vissers<sup>1</sup>, Marijn Koopman<sup>1</sup>,**

**Ayten Koç<sup>2</sup>, Nuretdin Kaymakçı<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Department of Earth Sciences, Utrecht University, 3508TA, The Netherlands*

<sup>2</sup> *Department of Geological Engineering,  
Middle East Technical University, Ankara, 06531  
(r.l.m.vissers@uu.nl)*

### ÖZ

İlgin havzası, Güney Orta Anadolu'da Neojenden günümüze faylarla kontrol edilmiş görece küçük (~50\*50 km) bir çöküntü alanıdır. Havza, Kambriyen-Mezozoyik temel üzerine çökelmiş Miyosen-Kuvaterner fluvial ve gölsel çökelleri içerir. Havzanın yapısı ve geometrisi, güneyde 2000m rakımlı Kambriyen-Permian yaşlı metamorfik kayalardan oluşan Sultandağlarını kuzeyden sınırlayan KB-GD doğrultulu Akşehir Fay Kuşağı tarafından kontrol edilir. Havza geometrisi, havza dolgusu fasiyes dağılımı yanında fay kinematik verileri havzanın evrimi Geç Senozoyik yaşlı normal faylar ve reaktive olmuş (çoğunlukla Senozoyik öncesi) temel yapıları ile kontrol edilmiştir.

İlgin havzasının geç Senozoyik deformasyonu bölgesel ölçekli temel yapılar ile halen aktif olup neotektonik “olarak bilinen” yapılar tarafından kontrol ediliyor gibi görünmektedir. Bu çalışmanın amacı bölgede görülen bu karmaşık yapısal etkileşimlerin fay kinematiki ve jeomorfolojik arazi gözlemleri yanında Sayısal Arazi Modeli (SAM) analizi yöntemlerini de kullanarak ortaya koymaktır. İlgin Havzası, kuzey batıdaki Akşehir-Afyon Havza kompleksiyle bitişik olup bu havzanın güney doğu devamını oluşturur. Sultandağları ve bu dağlara paralel uzanan Akşehir Fay Kuşağı her iki havzanın da GB sınırını oluşturular. Litolojik benzerlikler, havza sınırlarının aynı KB-GD uzanımlı yapılarla kontrol ediliyor olması, İlgin ve Akşehir-Afyon havzalarının çökeltme ve deformasyon bağlamında Orta Miyosen'den itibaren aynı evrime maruz kaldıkları söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** İlgin havzası, Neojen, neotektonik, temel reaktivasyonu, fay kinematiki

## **STRUCTURE AND TECTONICS OF THE NEOGENE ILGIN BASIN**

**Reinoud L.M. Vissers<sup>1</sup>, Marijn Koopman<sup>1</sup>,**

**Ayten Koç<sup>2</sup>, Nuretdin Kaymakçr<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Earth Sciences, Utrecht University, 3508TA, The Netherlands

<sup>2</sup> Department of Geological Engineering,  
Middle East Technical University, Ankara, 06531, Turkey  
(r.l.m.vissers@uu.nl)

### **ABSTRACT**

*The Ilgin Basin is a relatively small (~50x50 km), Neogene to recent, fault-controlled depression in South Central Anatolia (Turkey). The basin is filled with Miocene to Quaternary fluvio-lacustrine sediments deposited on a Cambrian to Mesozoic basement. The structure and geometry of the basin are controlled by a major NW-SE trending fault zone to the southwest known as the Akşehir Fault Zone, bounding the northern edge of the 2000 m high Sultandağı range made up of metamorphic rocks of Cambrian to Permian age. The basin geometry, organization of the facies patterns in the infill, and kinematics of the faults indicate that the evolution of the basin was controlled by Late Cenozoic normal faulting and re-activation of old (largely pre-Cenozoic) basement structures.*

*Late Cenozoic deformation in the Ilgin Basin seems to have been controlled by interference between the regional-scale basement structures (i.e. the paleo-structural setting) and the currently active “so called” neo-tectonic structures. The aim of this study was to elucidate the structural complexities involved with this interference on the basis of new fault-kinematic and geomorphological field observations, supplemented with analysis of digital elevation models (DEMs) of the region. The Ilgin Basin is located next to, and constitutes the SE continuation of the Akşehir-Afyon Basin complex to the northwest. The Sultandağı range and parallel-trending Akşehir Fault zone form the southwestern boundary of both basins. Based on lithological similarities, their common NW-SE trend and bounding margin, the Ilgin and Akşehir-Afyon basins likely experienced a similar evolution of deformation and deposition since the Middle Miocene.*

**Keywords:** *Ilgin basin, Neogene, neotectonics, basement reactivation, fault kinematics*

## BÜYÜK MENDERES NEHRİ'NİN DOĞUŞU VE JEOLJİK EVRİMİ

**Nizamettin Kazancı, Alper Gürbüz, Sonay Boyraz**

*Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan/Ankara  
(Nizamettin.Kazanci@eng.ankara.edu.tr)*

### ÖZ

Büyük Menderes Nehri (BMN) 615 km uzunluğu ve 24000 km<sup>2</sup> lik akaçlama ile Ege Denizi'ne dökülen en büyük akarsu olup Batı Anadolu'nun jeomorfolojisinin oluşumunda önemli rol oynamıştır. Nehrin aşağı yatağı Büyük Menderes Grabeni (BMG), orta yatağı Denizli Grabeni, yukarı yatağı ise Baklan-Dinar Grabeni içindedir. Bütün yatak boyunca, eğim kırıklıkları olan yerler hariç, ana akış kanalı mendereslidir. Aşırı bükümlülüğü tanımlayan 'menderesli kanal terimi jeoloji literatürüne bu nehrin tarihsel adı '*Maiandros Flu*' esas alınarak üretilmiştir. Büyük Menderes Deltası'ndaki (delta kompleksi) incelemelerin ortaya koyduğuna göre, BMN'nin jeolojik geçmişi Geç Pleyistosen'de, son 250000 yıl içindedir. Bununla birlikte, arazi ve sondaj bulguları, eski BMN'nin son Buzul Çağı sonlarına kadar BMG içinde sınırlı kaldığını, bugünkü yukarı ve orta yatak bölümünde akarsu yerine iki ayrı sığ ve geniş göl (Geç Pleyistosen Sarayköy Gölü ve Baklan Gölü) bulunduğunu göstermektedir. Geç Pleyistosen'de Kufi ve Dinarsuyu Baklan Gölü'ne dökülmektedir. Banaz Çayı ise Sarayköy Gölü'ne ulaşmış ve bugünkü Yeniköy kum ocakları ile temsil edilen büyük bir delta oluşturmuştur. Göller, Holosen başında kapılmış (boşalmış) ve günümüzdeki nehri teşekkül etmiştir. Yeni BMN'nin Baklan ve Sarayköy göllerini kapması, drenaj alanını ve taşınan tortul miktarını artırmış, buna bağlı olarak güncel BMN deltasının en üst seviyesi üç bin yıl gibi kısa bir sürede meydana gelmiştir. Latmos Körfezi'ni dolduran ve antic şehirleri karaya hapseden bu son olaylar Orta ve Geç Holosen'de gerçekleşmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Akarsu jeolojisi, Büyük Menderes Nehri, Baklan Gölü, Sarayköy Gölü, Batı Anadolu, Geç Pleyistosen



## **INITIATION AND GEOLOGICAL EVOLUTION OF THE RIVER BÜYÜK MENDERES**

**Nizamettin Kazancı, Alper Gürbüz, Sonay Boyraz**

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan/Ankara

(Nizamettin.Kazanci@eng.ankara.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The RBM is the longest stream which discharges into the Aegean Sea with a 615 km course and 24000 km<sup>2</sup> drainage area. Its upper course places in the Baklan-Dinar Graben (BDG) while middle and lower courses are in Denizli Graben (DG) and Büyük Menderes Graben (BMG) respectively. Mean course dip is % 0.2. It has a meandering channel along the longitudinal profile except for some short discontinuities as falls of 5-10 m high at the course- or graben-connections. As a matter of fact, the term "meandering" channel in earth sciences was originated from "Maiandros flu" the antic name of the RMB. Shortly, this river is the main representative of meandering channels in geology. According to data obtained from the delta, the BMR has a life history of a quarter million year in late Pleistocene. However, the main sediment source, the old RBM was a short, limited stream at the BMG till last Glacial Stage and three first delta sequences was formed by this old and short stream. During that time middle and upper course were separate drainage basins containing two lakes and streams. They were Sarayköy Lake and Baklan Lake of late Pleistocene. The Kufi stream and the Dinar stream were discharging into the Baklan lake. The Sarayköy Lake was relatively deep up to 60 m and the Banaz stream could form a 30 thick delta in it. Lowering base-level during the Glacial Stage caused and/or increased erosion, particularly at river courses (= back erosion). At last, the old RBM reached and captured the Sarayköy Lake at pleniglacial period. This capture increased significantly drainage area, water and sediment capacity of the new river; subsequently the uppermost part of the RBM delta complex occurred only in three millennia. All these events, filling Latmos bay and landlocking many old settlements have been realized in Middle and Late Holocene times.*

**Keywords:** River geology, River Büyük Menderes, Baklan Lake, Sarayköy Lake, western Anatolia, late Pleistocene



**ANADOLU VE ÇEVRESİNİN BÖLGESEL JEOLJİSİ,  
TEKTONİK EVRİMİ VE PALEOCOĞRAFYASI  
*REGIONAL GEOLOGY, TECTONIC EVOLUTION AND  
PALEOGEOGRAPHY OF ANATOLIA AND  
ITS VICINITY***

**Posterler/*Posters***

**SEVAN-AKERA KENET ZONU'NUN BATI UZANTISI  
(ERZİNCAN-ERZURUM BÖLGESİ, TÜRKİYE):  
SEVAN-AKERA KENET ZONLARI ARASINDA KÖKEN,  
YAPI VE TEKTONİK GELİŞİME İLİŞKİN YENİ VERİLERİN  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Marc Hassig<sup>1</sup>, Yann Rolland<sup>1</sup>,  
Gültekin Topuz<sup>2</sup>, Ömer Faruk Çelik<sup>3</sup>, Marc Sosson<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Université de Nice-Sophia Antipolis, Observatoire de la Côte d'Azur, Geoazur, Faculté des Sciences, Parc Valrose, 06108 Nice cedex 2, France (hassig@geoazur.unice.fr)*

<sup>2</sup> *İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü,  
TR-34469 Maslak, İstanbul*

<sup>3</sup> *Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41150 Kocaeli*

**ÖZ**

Sevan-Akere kenetinin tektonik evrimini, özellikle batıya doğru İzmir-Ankara-Erzincan keneti ile bağlantısını, daha iyi anlamak için, Erzincan civarında İzmir-Ankara-Erzincan kenetinde gözlemler ve örnekleme yapıldı. Bu çalışmanın hedefi, her iki yörede gözlenen ofiyolitler arasındaki bağlantının belirlenmesidir. Ermenistan'da olduğu gibi Türkiye'deki yapılar karmaşık, kıtasal çarpışma ve sonrasında gerçekleşen olaylar sonucunda yeniden işlenmiş ve hareketlenmiştir. Şu ana kadar yapılan arazi çalışmaları sonucunda, (1) Hınıs civarında ofiyolitlerin güney doğuya doğru Toridler üzerine itilmiş olduğu, (2) ofiyolitlerin Erzincan yöresinde volkanit, volkanoklastit ve resifal kireçtaşlarından oluşan düşük dereceli metamorfitlet üzerine bindirmiş olduğu, ve (3) Pontidlerin güney kıta kenarının ofiyolitler üzerine itilmiş olduğunu belirlenmiştir. Geleneksel olarak kenet zonu okyanusal kabuk parçaları ve yersel olarak eklojit dilimleri içeren tektonik melanj ile Toridler arasına yerleştirilmektedir. Ancak üç nolu gözlem Erzincan-Aşkale hattının kuzeyinde eklem zonu varlığını gerektirmektedir. Biz düşük dereceli metamorfik birimin okyanusal bir ada yayından türemiş olduğunu tahmin ediyoruz.

Bu gözlemler, Ermenistan'da Sevan-Akera Zonu'nda olana oldukça benzer bir bağlam arz etmektedir: (1) Kuzeydeki Pontid kıta kenarının altına dalan ofiyolit dilimlerinin varlığı saptanmıştır. (2) Olasılıkla bir okyanus içi ada yayından türemiş metamorfitlet üzerine ofiyolit dilimi bindirmektedir, ve (3) ofiyolitler güneydeki pasif kıtasal kenarı üzerine bindirmektedir. Burada yanıtlanması gereken en önemli soru, bu kadar değişik jeolojik ilişkiler içinde görülen ofiyolitlerin tek bir ofiyolit olup olmadığıdır. Ayrıca, Erzincan kenedinin çalışılması obduksiyona uğramış ofiyolitinin altında beklenen okyanus içi bir ada yayının varlığı olasılığını doğurmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Ofiyolit, yerleşme; düşük-dereceli metamorfik birim; Erzincan Kenedi; Sevan-Akera Kenedi

**WESTERN EXTENSION OF THE SEVAN-AKERA SUTURE ZONE  
(ERZINCAN-ERZURUM REGION, TURKEY): COMPARISON OF  
NEW DATA CONCERNING ORIGIN, STRUCTURE AND TECTONIC  
EVOLUTION BETWEEN SEVAN-AKERA AND  
ERZINCAN SUTURE ZONES**

**Marc Hassig<sup>1</sup>, Yann Rolland<sup>1</sup>,  
Gültekin Topuz<sup>2</sup>, Ömer Faruk Çelik<sup>3</sup>, Marc Sosson<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Université de Nice-Sophia Antipolis, Observatoire de la Côte d'Azur, Geoazur, Faculté  
des Sciences, Parc Valrose, 06108 Nice cedex 2, France.

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü,  
TR-34469 Maslak, İstanbul, Turkey

<sup>3</sup> Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41150 Kocaeli, Turkey  
(hassig@geoazur.unice.fr)

**ABSTRACT**

*In order to better understand the tectonic evolution of the Sevan-Akera suture zone, particularly its connection westward into the Ankara-Erzincan suture, field observations and sampling were carried out on the Erzincan suture zone (near Erzincan). The goal of this study is to solve the problem of linking both obducted ophiolitic domains. As in Armenia, the structures in Turkey are complex and have been reworked and reactivated because of post-obduction collision stages. Still, field investigations have been able to evidence that (1) ophiolites are thrust above the margin of the Taurides to the SE, near Hınıs. Furthermore, (2) these ophiolites overthrust a lowgrade metamorphic unit characterized by volcanites, volcanoclastics and reef limestones, in the Erzincan area. In addition, (3) these ophiolites are overthrust by the Pontides margin which imply a suture zone farther north of the Erzincan and Akale areas. Ordinarily, the Erzincan suture zone is placed between the metamorphic unit and the Taurides platform, characterized by a tectonic mélange containing blocks of oceanic crust which may include some eclogite slices (observed by G. Topuz). We believe that the metamorphic unit could originate from an island arc setting.*

*These observations illustrate a similar context to that which has been observed in Armenia limited to the North by the Sevan-Akera suture, specifically from north to south: (1) The ophiolites were underthrust below the Pontides margin, (2) the ophiolite body is found overthrusting a metamorphic unit potentially derived from an intra-oceanic arc and (3) the ophiolites were thrust to the south upon the Taurides continental domain. The question of having a single obducted ophiolite body in the three places is posed. In addition, the study of the Erzincan suture brings new insights on the possibility of the presence of an expected intra-oceanic island arc under the obducted ophiolite domain.*

**Keywords:** Ophiolite, obduction, lowgrade metamorphic unit, Erzincan Suture, Sevan-Akera Suture

## TÜRKİYE-KAFKAS-ELBURZ BÖLGESİNİN LİTOSFER YAPISININ 2B VE 3B MODELLEMESİ

**Hermann Zeyen<sup>1</sup>, Seyed Hani Motavalli Anbaran<sup>1,2</sup>, Vahid Ebrahimzadeh Ardestani<sup>2</sup>, Marie-Françoise Brunet<sup>3,4</sup>**

<sup>1</sup> UMR8148 IDES, CNRS/Université Paris-Sud XI, Département des Sciences de la Terre, Bât. 504, 91405 Orsay cedex, France

<sup>2</sup> Institute of Geophysics, University of Tehran, P.O. Box 14155, 6466 Tehran, Iran

<sup>3</sup> UPMC Univ Paris 06, UMR 7193, IStEP, case 129, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France

<sup>4</sup> CNRS, UMR 7193, IStEP, case 129, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France (hermann.zeyen@u-psud.fr)

### ÖZ

Orta Anadolu'dan Batı İran'a kadar uzanan alanda, pekçok 2B profiller boyunca serbest-hava gravite, geoid, topografya (yerel izostatik denge koşulları varsamı altında) ve yüzey ısı akışı verileri litosferin sıcaklık ve yoğunluk dağılımının belirlenmesi amacıyla birlikte yorumlanmıştır. Aynı bölgede ayrıca kabuk kalınlığını, 1300°C'deki eş sıcaklık eğrisi olarak tanımlanan litosfer-astenosfer sınırı and ortalama kabuk yoğunluklarını belirleyen 3B bir model kurulmuştur. Mümkün olan yerlerde ise kabuk kalınlığının hesaplanmasında sismik veriler kullanılmıştır.

Orta Anadolu'nun altında, kabuk kalınlığının 32-36 km, lithosfer kalınlığının ise 140 km civarında olduğu belirlenmiştir. Doğuya gidildiğinde, litosfer kalınlığı Doğu Anadolu Senezoik volkanizmasının hüküm sürdüğü alanda belirgin bir şekilde incelenerek, 80 km'den daha az bir kalınlığa düşmektedir. Bu ince litosfer Zagros Dağları'na yaklaşık paralel olarak GD yönünde Orta İran'a doğru uzanmaktadır. Kuzeyde ise, litosfer, Kafkas Dağları'nın, Rus Platformu'nun ve Güney Hazar havzasının altında kalınlaşarak 200 km'den daha fazla bir kalınlığa ulaşır. Apsheron-Balkan eşiği altında, dalma-batma varlığına dair bir kanıtın bulunmasına karşın, Kafkas ve Kopet Dağları'nın altında görülmemektedir. Bu durum, görece kırılma levha davranışına izin veren Güney Hazar havzası altındaki litosferin mukavemetli ve muhtemelen okyanusal kökenli oluşuna yorulurken, buna karşın çok daha zayıf bir litosfere sahip olan çevre dağ silsilelerinin içsel deformasyonlar yolu ile sıkışmalı bir gerilimi barındırmasına bağlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Litosfer, gravite, topografya, reoloji, Türkiye, İran

## **2D AND 3D MODELING OF THE LITHOSPHERE STRUCTURE OF THE TURKEY-CAUCASUS-ALBORZ REGION**

**Hermann Zeyen<sup>1</sup>, Seyed Hani Motavalli Anbaran<sup>1,2</sup>, Vahid Ebrahimzadeh Ardestani<sup>2</sup>, Marie-Françoise Brunet<sup>3,4</sup>**

<sup>1</sup> UMR8148 IDES, CNRS/Université Paris-Sud XI, Département des Sciences de la Terre, Bât. 504, 91405 Orsay cedex, France

<sup>2</sup> Institute of Geophysics, University of Tehran, P.O. Box 14155, 6466 Tehran, Iran

<sup>3</sup> UPMC Univ Paris 06, UMR 7193, IStEP, case 129, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France

<sup>4</sup> CNRS, UMR 7193, IStEP, case 129, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France (hermann.zeyen@u-psud.fr)

### **ABSTRACT**

*Free-air gravity, geoid, topography (under the assumption of local isostatic equilibrium) and surface heat flow data have been interpreted jointly in order to determine the temperature and density distribution of the lithosphere along several 2D profiles from central Turkey to eastern Iran. Also a 3D model of the same area determining crustal thickness, depth of the lithosphere-asthenosphere boundary, defined as 1300°C isotherm, and average crustal densities has been calculated. Where available, seismic data were used to constrain crustal thickness.*

*Below central Turkey, we obtained a crustal thickness of 32-36 km and a lithospheric thickness of around 140 km. Towards the East, the lithosphere thins strongly to less than 80 km in the area of Cenozoic volcanism of Eastern Anatolia. This thin lithosphere continues SE-ward into central Iran in a direction approximately parallel to the Zagros Mountains. Northwards below the Caucasus Mountains, the Russian Platform and the South-Caspian Basin, the lithosphere thickens to more than 200 km. Under the Apsheron-Balkan Sill, evidence for subduction has been found, whereas no subduction is visible under the Caucasus and Kopet-Dagh Mountains. This is interpreted by a strong, probably oceanic, lithosphere under the South-Caspian Basin allowing for relatively rigid plate-like behavior, whereas the much weaker lithosphere of the surrounding mountain chains accommodates compressional stresses by internal deformation.*

**Keywords:** Lithosphere, gravity, topography, rheology, Turkey, Iran

## KÜÇÜK KAFKASLARDAKİ OFİYOLİTLERİN JEODİNAMİK EVRİMİ (ERMENİSTAN, KARABAĞ): RADIOLARYA BİOKRONOLOJİSİNDEN ÇIKARIMLAR

**Taniel Danelian<sup>1</sup>, Gayané Asatryan,<sup>2</sup> Ghazar Galoyan<sup>2</sup>,  
Marc Sosson<sup>3</sup>, Lilit Sahakyan<sup>2</sup>, Ara Avagyan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *University Lille 1, Géosystèmes, SN5, 59655 Villeneuve d'Ascq, France*

<sup>2</sup> *Geological Institute, National Academy of Sciences,  
24a Baghramian av., Yerevan 0019, Armenia*

<sup>3</sup> *Université de Nice-Sophia Antipolis, Observatoire de la Côte d'Azur, Geoazur, Faculté des  
Sciences, Parc Valrose, 06108 Nice cedex 2, France  
(taniel.danelian@univ-lille1.fr)*

### ÖZ

Tetis ofiyolitlerini örten sedimanter birimlerde korunmuş olan tek fosil genellikle radiolaryadır. Bu özelliklerinden dolayı Alp-Himalaya dağ kuşağının jeodinamik evriminin araştırılması için önemli bir araç haline gelmişlerdir. Küçük Kafkaslar'daki ofiyolitlerin yaşı hakkındaki gelişmiş bilgi birikimi, Türkiye ve İrlandaki muhtemel eşdenik sütür zonlarının korelasyonuna olanak sağlamanın yanında Avrasya ve Güney Ermenistan Bloğu arasında kalan daha büyük bir alanın jeodinamik evriminin deşifresine yardımcı olur. Güney Ermenistan Bloğu Geç Paleozoik – Erken Mesozoik aralığında Gondwana'dan ayrılmış Torid-Anatolid kıtasal mikrolezhasının doğuya doğru genişlemesinin bir parçası olarak düşünülen bir mikro-kitadır.

Ermenistan ofiyolitleri için tüm mevcut micropaleontolojik (Radiolaria) ve jeokronolojik yaşların sentezi, aşağıda belirtilen jeolojik evrimler için işleyen senaryoları önerir: (1) Geç Triyas (Carnian) veya çok daha az önce bile okyanus tabanı yayılımının ilk safhası başlamıştı; (2) Orta ve üst Jura zaman aralığında Avrasya majininde aktif bir dalma-batma zonu mevcutken, aynı dönemde Küçük Kafkaslar'da bugünde korunan okyanussal kabuk kütleleri genel anlamda oluşturulmuştu; (3) Sevan ve Vedi ofiyolitlerinin Orta ve Üst Jura radiolarya çörtlerindeki subaerial (yüzselsel) volkanik aktivite varlığına ilişkin kanıt. Şimdilik, bu kayıdın okyanus içi veya kıtasal volkanik girdi ile alakalı olup olmadığı net olarak bilinmemektedir; (4) Sevan ofiyolitlerinin lavlarıyla geçişli çörtlerden elde edilen radyolarya yaşlarının önerdiği gibi, Erken Kretasede sualtı volkanizması ara ara devam etmiştir fakat bu lavların oluşumunun Erken Kretasede'ki manto yükselimi olayıyla mı veya okyanus açılımla bağlantılı sualtı volkanizmasıyla mı ilişkili oluşu henüz netlik kazanamamıştır. Burda yaşlandırılan alt Kretase lavlarının, okyanus kabuğu oluşumundan mı yoksa alt Kretase manto yükseliminden mi kaynaklandığını belirlemek için daha fazla jeokimya verisine ihtiyaç duyulmaktadır; (5) Küçük Kafkaslar'daki Neotetis'in okyanus kabuğunda geç Barremian-Aptian zaman aralığında bir okyanussal volkanik plato oluşmuştur; (6) Coniacian-Santonian zaman aralığında ofiyolitlerin üzerlemesi (obduction) meydana gelmiştir.

İzmir-Ankara-Erzincan sütür zonunun jeolojik geçmişi ile karşılaştırıldığında bir takım eş zamanlı olaylar ortaya çıktığı gibi (i.e. Carnian döneminde okyanus yayılımının başlangıcı, ve Cenomanian'den sonra üzerlenmesi) özellikle okyanussal platonun yerleşmesi ve suprayitim zonu okyanus yayılımının zamanlamasıyla alakalı farklılıklarda ortaya çıkmaktadır.

**Anahtar Kelimeler :** Radiolarya biokronolojisi, ofiyolit



## **GEODYNAMIC EVOLUTION OF OPHIOLITES IN THE LESSER CAUCASUS (ARMENIA, KARABAGH): INSIGHTS FROM RADIOLARIAN BIOCHRONOLOGY**

**Taniel Danelian<sup>1</sup>, Gayané Asatryan<sup>2</sup>, Ghazar Galoyan<sup>2</sup>,  
Marc Sosson<sup>3</sup>, Lilit Sahakyan<sup>2</sup>, Ara Avagyan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> University Lille 1, Géosystèmes, SN5, 59655 Villeneuve d'Ascq, France

<sup>2</sup> Geological Institute, National Academy of Sciences,  
24a Baghramian av., Yerevan 0019, Armenia

<sup>3</sup> Université de Nice-Sophia Antipolis, Observatoire de la Côte d'Azur, Geoazur, Faculté des Sciences, Parc Valrose, 06108 Nice cedex 2, France  
(taniel.danelian@univ-lille1.fr)

### **ABSTRACT**

*Radiolaria are often the only fossils preserved in the sedimentary cover of Tethyan ophiolites. They have thus become an important tool for the investigation of the geodynamic evolution of Alpine-Himalayan mountain belts. Improved knowledge of the age of ophiolites in the Lesser Caucasus allows better lateral correlations of possibly equivalent suture zones in Turkey and Iran and helps deciphering the geodynamic evolution of the greater area between Eurasia and the South-Armenian Block. The latter was a micro-continent that has become detached of Gondwana during the Late Palaeozoic – Early Mesozoic. It is considered as part of the eastward extension of the Tauride-Anatolide continental microplate.*

*A synthesis of all available micropaleontological (radiolarian) and geochronological ages for the Armenian ophiolites suggests the following working scenario for their geological evolution : (1) the initial phase of oceanic floor spreading was under way during the Late Triassic (Carnian) or even slightly before; (2) The bulk of oceanic crust, preserved today in the Lesser Caucasus was formed essentially during the Middle and Upper Jurassic while at the same time a subduction zone was active under the Eurasian margin; (3) Evidence for subaerial volcanic activity exists in the Middle and Upper Jurassic radiolarian cherts of both Sevan and Vedi ophiolites. At the moment, it is unclear whether this record is due to intraoceanic or continental volcanic input; (4) Submarine volcanic activity continued occasionally during the Early Cretaceous, as this is suggested by radiolarian ages obtained from cherts intercalated with lavas of the Sevan ophiolite. However, it is not yet clear whether these lavas correspond to submarine volcanic activity that is linked to ocean spreading or to the late Early Cretaceous mantle plume event. More geochemical data are needed to understand whether the Lower Cretaceous lavas dated here are the result of oceanic crust formation or related to the lower Cretaceous mantle plume activity; (5) An oceanic volcanic plateau is formed during the late Barremian-Aptian on oceanic crust of Neotethys in the Lesser Caucasus; (6) Obduction of ophiolites took place during the Coniacian-Santonian.*

*Comparison with the geological history of the Izmir-Ankara-Erzinçan suture zone reveals a number of coeval events (i.e. initiation of ocean spreading during the Carnian, obduction after the Cenomanian). However, it also reveals some differences and more particularly in the timing of supra-subduction ocean spreading and emplacement of the oceanic plateau.*

**Keywords:** Radiolarian biochronology, ophiolites



**ÇEVRE JEOLJİSİ VE TIBBİ JEOLJİ**  
***ENVIRONMENTAL AND MEDICAL GEOLOGY***

***Sözlü Sunumlar/Oral Presentations***

## BALYA PB-ZN MADEN ATIK SAHASINDA SÜLFÜR OKSİDASYONUNU KONTROL EDEN BİYOJEOKİMYASAL REAKSİYONLAR

**Nurgül Balcı<sup>1</sup>, M. Şeref Sönmez<sup>2</sup>, Erol Sarı<sup>3</sup>, Nevin Gül Karagüler<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul

<sup>2</sup> İTÜ Kimya-Metalurji Fakültesi Metalurji ve  
Malzeme Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul

<sup>3</sup> İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü, Vefa, İstanbul

<sup>4</sup> İTÜ Fen Edebiyat Fakültesi Moleküler Biyoloji Genetik Biyoteknoloji Bölümü,  
Maslak, İstanbul  
(ncelik@itu.edu.tr)

### ÖZ

Pb, Zn ve Ag için işletilen Balya Pb-Zn maden sahası günümüzde işletilmemekte ve önemli miktarda atık kayaçlar ve metalurjik atıklar içermektedir. Atık kayaçların ana mineralojik bileşimini galen, sfalerit ve pirit oluşturmaktadır. Bu çalışmanın ana hedefi atıklardaki galen, sfalerit ve pirit oksidasyonunu kontrol eden biyojeokimyasal faktörlerin araştırılmasıdır. Bu amaçla, laboratuvar ve arazi çalışmaları düzenlenmiştir. Laboratuvar çalışmaları, arazi koşullarını yansıtan değişik fizikokimyasal koşullar (pH 2,4), sıcaklık 25,10,4°C) altında sülfür minerallerinin biyolojik ve kimyasal oksidasyonunu içermektedir. Biyolojik deneyler, acidofilik sülfür oksitleyen *Acidithiobacillus thiooxidans* (14887) bakteri türü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kimyasal deneyler ise bakteri kullanılmaksızın tamamlanmıştır. Arazi çalışmaları Ağustos 2010 tarihinde yapılmıştır. Arazi çalışmalarında değişik atıklardan sediment; geçici göl ve Maden deresinden sediment ve su örneklemeleri alınmıştır. Suların kimyasal özellikleri (pH, sıcaklık, Eh, EC) arazide yerinde tesbit edilmiştir. Alınan sediment ve su örneklerinde 16SrRNA yöntemi kullanılarak maden atık sahasındaki bakteriyel topluluklar belirlenmiştir. Laboratuvar deney sonuçlarına göre 25°C'de en yüksek galen ve sfalerit oksidasyon oranı biyolojik deneylerde tesbit edilmiştir. Düşük sıcaklık (4, 10°C) deneyleri, *A. thiooxidans* bakterisinin bu sıcaklıklarda dahi aktif olduğunu ancak, oksidasyon oranının 25 °C ye oranla oldukça düşük olduğunu göstermiştir. Galen ve sfalerit deneylerinin aksine bakteriyle ve bakterisiz pirit oksidasyon oranları oldukça düşüktür. Biyolojik olarak oksitlenen galen mineral yüzeyinde gerçekleştirilen SEM ve XRD çalışmaları anglezit, serüzit ve promorfite gibi ikincil mineral oluşumlarını ortaya koymuştur. Kimyasal deneylerde ise yalnızca elemental sülfür oluşumu tesbit edilmiştir. Sekans sonuçları, ilk defa Balya Pb-Zn atık sahasında çeşitli bakteri türlerini özellikle de Fe(II) oksitleyici ve Fe(III) indirgeyici türlerin varlığını ortaya koymuştur. Jeokimyasal ve sekans sonuçlarımız birlikte, atık sahasında sülfür oksidasyonunun kompleks mikrobiyal reaksiyonlar tarafından kontrol edildiğini önermektedir; bu reaksiyonların detayları sunulacaktır bu çalışma kapsamında irdelenecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyojeokimya, bakteri, maden atık sahası, Balya, *Acidithiobacillus thiooxidans*

## **BIOGEOCHEMICAL REACTIONS THAT CONTROL SULFUR OXIDATION IN PB-ZN MINE TAILINGS, BALYA-TURKEY**

**Nurgül Balcı<sup>1</sup>, M.Şeref Sönmez<sup>2</sup>, Erol Sarı<sup>3</sup>, Nevin Gül Karagüler<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Department of Geological Engineering, Istanbul Technical University, Turkey

<sup>2</sup> Department of Metallurgy and Materials Engineering,  
Istanbul Technical University, Turkey

<sup>3</sup> Institute of Marine Science and Management, Istanbul University, Turkey

<sup>4</sup> Department of Molecular Biology Genetics and Biotechnology,  
Istanbul Technical University, Turkey

(ncelik@itu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Pb-Zn mine area, mined for Pb, Zn, Ag, is currently inactive and contains significant amount waste rocks, smelting and metallurgical waste (called WR). The mineralogical composition of WR is mainly composed of galena, sphalerite, and pyrite. Understanding and elucidating oxidation mechanisms of galena, sphalerite and pyrite in the region are the main goal of the research presented here. For our goal, we used laboratory and field approaches. For laboratory studies, we designed biological and abiotic oxidation experiments with galena, sphalerite and pyrite under various conditions (pH (2-4), temperature (4-25°C)) which mimics the field conditions. The biological experiments were conducted by using the acidophilic sulfur oxidizing bacteria, *Acidithiobacillus thiooxidans* bacterium (14887). Chemical control experiments were carried out under identical conditions as the biological experiments except addition of the bacterial culture to determine the role of bacteria on sulfur mineral oxidation rate. Sediment and water samples from the various waste rocks were collected during the field excursion in August 2010. Chemical properties (pH, temperature, Eh, EC) of the water samples (temporary tailing pools and the creek) were determined in the field using portable instrument (WTW). 16S rRNA gene sequence analysis was performed in the sediment and water samples for identification of bacterial population in the mine tailing area. Laboratory oxidation experiments with galena and sphalerite at 25°C showed high oxidation rate with *A. thiooxidans* compared to chemical –control experiments. Experiments under suboptimal temperature (4, 10°C) indicated that *A. thiooxidans* was still active even under 4°C although the oxidation rate of galena and sphalerite were significantly lower compared to 25°C. Unlike galena and sphalerite, oxidation of pyrite with bacteria and without bacteria did not show significant reaction rate as suggested by previous studies. SEM and XRD analysis taken from the biologically oxidized galena mineral showed a wide range of secondary mineral formations such as anglesite, cerrusite, pyromorphite in contrast to chemical experiments which only showed elemental sulfur. Our sequence analysis indicated high bacterial diversity in the Balya Pb-Zn tailings, most prevalent sulfur -Fe(II) oxidizer along with Fe(III) reducer. Our sequence and geochemical analysis suggest that sulfur oxidation is mostly mediated by complex microbial reactions; these reactions will be discussed in detail in this study.*

**Keywords:** Biogeochemistry, bacteria, mine tailing area, Balya, *Acidithiobacillus thiooxidans*

## ÇAN HAVZASINDAKİ ALTERASYON ZONLARININ SU KAYNAKLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

**Deniz Şanlıyüksel Yücel<sup>1</sup>, Fırat Şengün<sup>1</sup>, Alper Baba<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,  
17020 Çanakkale

<sup>2</sup> İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü,  
Gülbahçe, Urla 35430 İzmir  
(denizsyuksel@comu.edu.tr)

### ÖZ

Biga Yarımadası'nda Oligo-Miyosen döneminde yaygın olarak magmatizma ve buna bağlı olarak da volkanik aktivite gelişmiştir. Bu volkanik aktivitenin en yoğun gözlemlendiği yerlerden biri de Çan ilçesi ve çevresidir. Çalışma alanı Biga Yarımadası'nda yer alan Çanakkale iline bağlı Çan ilçesinin güneybatısında yer almaktadır. Bu bölgede yüzlek veren volkanik kayalar andezit, trakiandezit, andezitik tüf ve riyolit bileşimli tüflerden oluşmakta ve bu kayalar Çan volkanitlerine dâhil edilmektedir.

Çalışma alanında geniş yayılıma sahip andezitlerin genel mineral bileşimi amfibol (hornblend) + piroksen (ojit) + alkali feldspat + plajiyoklas + biotit ± kuvarstan oluşmaktadır. Tüflerin genel mineral bileşimi ise feldspat + plajiyoklas ve daha az oranda kuvarstan oluşmaktadır. Volkanik kayalar içerisinde yaygın ve yoğun olarak silisik, propilitik ve arjilik alterasyonu gelişmiştir. Bu alterasyon zonları inceleme alanında yaygın mineral oluşumlarına neden olmuştur. Genel olarak Al + K ve Mg + Ca + Fe sırasıyla arjilik ve propilitik alterasyon tiplerinde zenginleşmektedir. Ca, Mg ve Fe arjilik alterasyon sırasında sistemden yıkanarak uzaklaşmaktadır. Buna karşın Na ise bütün alterasyon tiplerinde görülmektedir. Volkanik kayalardan elde edilen jeokimyasal verilere göre SiO<sub>2</sub> içeriği 55-66 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği 14-27 % ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği ise 3-8 % arasında değişmektedir. Silis alterasyonunu işaret eden örneklerde SiO<sub>2</sub> > 95 %'dir.

Çalışma alanındaki birçok su kaynağı alterasyon zonlarının çevresinde gelişmiş ve farklı fizikokimyasal özellik sergilemektedir. Çatlaklı akifer konumundaki Çan volkanitlerinden çıkan kaynakların debileri 0,01-1 Lsn<sup>-1</sup> aralığındadır. Bölgede yer alan altere volkanik birimlerden kaynaklanan suların pH değerleri (pH < 5) düşük olup, elektriksel iletkenlik değerleri 84-2660 mS/cm aralığında değişmektedir. Su kaynaklarında farklı su tipleri görünmesi ne karşın genel olarak hâkim kation Na ve Ca hâkim anyon ise SO<sub>4</sub> ve HCO<sub>3</sub>'tür. Çalışma alanında yer alan bazı su kaynaklarında Al, Fe, Mn, Zn gibi ağır metaller İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği'ne (İTASHY, 2005) göre yüksek değerlerde olup tüketim için uygun değildir.

**Anahtar Kelimeler:** Alterasyon zonu, Çan havzası, Çan volkanitleri, su kaynakları

## **EFFECTS OF ALTERATION ZONES ON WATER RESOURCES IN CAN BASIN**

**Deniz Şanlıyüksel Yücel<sup>1</sup>, Fırat Şengün<sup>1</sup>, Alper Baba<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Geology Engineering, Canakkale Onsekiz Mart University,  
17020 Canakkale, Turkey

<sup>2</sup> Department of Civil Engineering, Izmir Institute of Technology, Gulbahçe,  
Urla 35430 Izmir, Turkey  
(denizsyuksel@comu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*During the Oligo-Miocene period, widespread magmatic activity and associated volcanism was developed in Biga Peninsula. One of the most intense volcanic activity was observed in places such as Can town and surroundings. The study area is located on the southwest of Can town in the province of Canakkale. Volcanic rocks exposing in this region are andesite, trachyandesite, andesitic tuff and rhyolite tuff which are commonly named as Can volcanics.*

*The mineral composition of andesite that is widely spread in the study area consists amphibole (hornblende) + pyroxene (augite) + alkali feldspar + plagioclase + biotite ± quartz. The mineral composition of tuff is composed of feldspar + plagioclase and to a lesser extent of quartz. Widespread and intense zones of silicified, propylitic and argillic alteration can be observed in Can volcanics. These alteration zones give rise to distinct mineral forms. Al+K and Mg+Ca+Fe are enriched in argillic and propylitic alterations, respectively. Ca, Mg and Fe were leached during argillic alteration, whereas Na leaching is evident in all alteration types. According to geochemical data results from volcanic rocks, SiO<sub>2</sub> content ranges between 55-66 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 14-27 % and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3-8 %. Silicic alteration samples have a SiO<sub>2</sub> content exceeding 95%.*

*Many springs have developed in the vicinity of these alteration zones and they demonstrate different physicochemical characteristics. The flow rates of springs originating from Can volcanics range between 0.01 and 1 Ls<sup>-1</sup>. Moreover, the low pH values (pH < 5) in waters originating from these rocks are due to the alterations of the volcanic units and their interactions with water. The electrical conductivity values range between 84 to 2660 mS/cm in these springs. Despite the presence of different types of water sources, in general, the dominant cations are Na and Ca and, dominant anions are SO<sub>4</sub> and HCO<sub>3</sub>. Al, Fe, Mn and Zn levels in some of these waters were found to exceed the standard values depicted in Regulation on Waters for Human Consumption (ITASHY, 2005) and are not suitable for human consumption.*

**Keywords:** Alteration zone, Can basin, Can volcanics, water resources

## TERK EDİLMİŞ BİR MADEN SAHASINDA ASİT MADEN DRENAJİ OLUŞUMUNUN ARAŞTIRILMASI

**Ayşe Özkara<sup>1</sup>, Banu Karabacak<sup>1</sup>, Dilek Çoşkun<sup>1</sup>,  
Hamdi Akçakoca<sup>2</sup>, Güzide Kalyoncu Ergüler<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Çevresel Etütler ve Değerlendirme Koordinatörlüğü,  
Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, 06800 Ankara

<sup>2</sup> Maden Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi, 43100, Kütahya  
(kalyoncu@mta.gov.tr)

### ÖZ

Çanakkale ili Çan havzasında yer alan linyit sahası, 1960'li yıllarda işletilmeye başlanılmış, yaklaşık 45 yıl işletildikten sonra günün ekonomik koşulları ve rezervin azalması nedeniyle, günümüzde terk edilmiştir. Çalışma alanı olarak seçilen bu linyit sahasında, sülfür mineralleri bakımından zengin kaya malzemeleri bulunmaktadır. Asit maden drenajı (AMD) oluşumunda, madencilik faaliyetleri sırasında sülfür minerallerinin oksijen ve su ile teması oldukça önemli olmaktadır. Çan havzası linyit sahasında bulunan kaya birimlerinin yaklaşık elli yıldır sözkonusu fiziksel ve kimyasal bozunma süreçlerine maruz kaldıkları bilinmektedir. AMD oluşumunun çevre üzerindeki etkisi ve önemi göz önünde bulundurularak, bu sahada AMD oluşumu, Çan havzası ve çevresi üzerindeki etki derecesinin belirlenmesini amaçlayan bir araştırma başlatılmıştır. Bu amaçla, AMD'nin çevresel sorun oluşturduğu düşünülen beş ayrı asidik maden gölünden su, göl kenarlarından toprak ve bitki örnekleri alınmıştır. Ayrıca, Halılağa ve Keçiağalı köyleri gibi yakın yerleşim alanlarına içme ve sulama amaçlı su sağlayan kuyulardan su numuneleri ve köy tarım alanlarında ise toprak numuneleri alınmıştır. Alınan örneklerin yanı sıra, arazi koşullarında pH ve iletkenlik ölçümleri de yapılmıştır.

Araştırma bölgesinde AMD oluşumu açısından önemli görülen beş ayrı göl numaralandırılmış, İlk dört gölde herhangi bir makroskobik canlı yaşamı gözlenmezken, beş numaralı göl suyunun pH değerinin 6'dan büyük olması nedeniyle bazı yaşam formlarına (bitki vb.) bu gölde rastlanılmıştır. Beş ayrı asit maden gölünde yapılan ölçümlere göre; endüyük pH (3.34) ve en yüksek Ec (5717 rS/cm) değerleri dört numaralı göl suyunda saptanmıştır. Göl kenarlarından ve köy tarım alanlarından alınan topraklardan yirmi ayrı örnek üzerinde ağır metal analizleri ICP cihazıyla belirlenmiştir. Toksik elementler ağır metal analizleriyle değerlendirilmiş olup, yüksek konsantrasyona sahip oldukları belirlenmiştir. Özellikle Halılağa köyü tarım sahalarında yüksek düzeyde arsenik (As) tespit edilmiştir. Çalışma sahasında AMD oluşturma potansiyelinin belirlenmesi amacıyla, pasalardan alınan örnekler üzerinde laboratuvar koşullarında statik testler gerçekleştirilmiştir. Pasa numunelerinde yapılan statik testler sonucunda Nötürleşme Potansiyeli Oranı 1 den küçük belirlenmiştir. Arazide pH ve iletkenlik verileri dikkate alınarak bölgede belirlenen AMD oluşumu statik test sonuçlarıyla da doğrulanmaktadır. Bütün bu arazi ve laboratuvar deney sonuçları dikkate alındığında, bölgede AMD oluşumunun oldukça önemli bir çevre sorununa neden olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Asit maden drenajı, bozunma, çevre kirliliği, statik test, terk edilmiş maden sahası



## INVESTIGATION THE FORMATION OF ACID MINE DRAINAGE AT AN ABANDONED MINING SITE

**Ayşe Özkara<sup>1</sup>, Banu Karabacak<sup>1</sup>, Dilek Çoşkun<sup>1</sup>,  
Hamdi Akçakoca<sup>2</sup>, Güzide Kalyoncu Ergüler<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Çevresel Etütler ve Değerlendirme Koordinatörlüğü,  
Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, 06800 Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Maden Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi, 43100, Kütahya, Turkey  
(kalyoncu@mta.gov.tr)

### ABSTRACT

Çan lignite field basin located in the province of Çanakkale was started to operate in the 1960s, and then has been abandoned today due to current economic conditions and the reduction of the reserve after operated about 45 years. Rock materials enriched with sulphur minerals are encountered in this lignite field that was selected as investigation area. For acid mine drainage (AMD) formation, the interaction of the sulphur mineral with oxygen and water is very important during mining operations. It is known that the rock units found in Çan lignite basin have been subjected to these physical and chemical weathering processes since nearly fifty years. By considering the impact and importance of AMD formation on the environment, an investigation aimed to determine the formation of AMD in this field and define the degree of AMD effect on Çan basin and its vicinity. For this purpose, water samples were collected at five different acid mining lakes, thought to be caused environmental problems, and soil and plant samples were collected at the lake shores. In addition, water samples were taken from the wells that supply water for drinking and irrigation aims for the nearby residential areas such as Keçiğözü and Halilağa villages, and soil samples were also taken from agricultural areas. Besides sampling, pH and conductivity measurements were also taken at the field conditions.

In the investigation area, five lakes which are considered to be important for occurrence of AMD were numbered. While any macroscopic live life was not visually observed in the first four lakes, due to that pH value of lake number five is greater than 6, some life forms (plant etc.) were found in this lake. According to the measurements from five different acid mining lakes, the lowest pH (3.34) and the highest Ec (5717 rS/cm) values were obtained from the water of lake number four. The heavy metal analyses were determined by ICP device on twenty different soil samples from the shores of the lake and village agricultural land. Toxic elements were evaluated by the heavy metals analyses; it was found that they have high toxic concentration. Particularly, high level arsenic (As) has been identified in the agricultural areas of Halilağa village. In order to determine the potential of AMD formation at the working site, the static tests conducted under laboratory conditions on samples taken from the spoil. As a result of static tests performed on spoil samples, the ratio of NPR (neutralization potential / acid potential) was found lower than 1. The formation of AMD in the region, which was determined by considering pH and conductivity data, is also confirmed by the static test results. When all of these field and laboratory test results are taken into account, it is concluded that the formation of AMD causes an important environmental problem in the region.

**Keywords:** Acid mine drainage, weathering, environmental pollution, static test, abandoned mining site

## GÜMÜŞKÖY (KÜTAHYA) VE DOLAYINDAKİ SULARIN RİSK DEĞERLENDİRİLMESİ

**Şükrü Arslan<sup>1</sup>, M. Tahir Nalbantçılar<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Batman Üniversitesi Sondaj Teknolojisi Programı, Batman

<sup>2</sup>Batman Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Batman  
(sukru.arslan@batman.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmada, Kütahya'nın kuzeybatısındaki gümüş işletmesinin bulunduğu Gümüşköy ve çevresindeki suların kirlilik açısından çevresel riski araştırılmıştır. Yöredeki kaynak, yüzey ve yeraltısuyu temsil edecek 30 noktadan yağışlı ve kurak periyodu temsil edecek şekilde su örnekleme yapılmıştır. Bu örneklerin analizlerine göre bölgedeki sularının kirlilik durumu ortaya konulmuş ve yörede yaşayanlar için risk değerlendirilmesi yapılmıştır.

İnceleme alanında yağışlı ve kurak döneme ait su örneklemelerinin maksimum konsantrasyonları kaynak sularında Al (324-95 ppb), As (1157-814 ppb), Br (48-51 ppb), Mg (83770-79161 ppb), Ni (12,1-10,1 ppb), Pb (6,3-6,1 ppb), Sb (45,65-55,75) ve Zn (1834-1372 ppb), yeraltısularında Al (14-9 ppb), As (1669-984 ppb), Br (110-56 ppb), Mg (93573-49946 ppb), Ni (4,2-4,8 ppb), Pb (0,2-0,3 ppb), Sb (3,21-3,76) ve Zn (21,8-13,8 ppb), yüzey sularında ise Al (23-165 ppb), As (1990-1206 ppb), Br (7620-6645 ppb), Mg (21258-18792 ppb), Ni (209,7-148,9 ppb), Pb (2,2-2,9 ppb), Sb (71,84-34,39 ppb) ve Zn (17,9-14 ppb) konsantrasyona sahiptir.

Örneklerin kirlilik durumları EPA (2003) standartlarına göre değerlendirildiğinde bir kısmında Al, As, Mg, Ni, Pb ve Sb izin verilebilir sınırı geçmekte, bir kısmının ise Al, As ve Sb maksimum izin verilebilir değeri aştığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak gümüş ve diğer cevherlerin çıkartıldığı sahalardan süzülerek beslenen yeraltısuları, bu bölgelerden yüzeysel akışa geçen akarsular ile kaynaklar ve kuyularda ki sular kirlenmektedir. Sularda belirlenen kirlilik düzeyi özellikle insanlarda kanser, kalp rahatsızlıkları ve benzeri hastalıklara neden oluşturabilecek risk taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Su kirliliği, Gümüşköy, Kütahya

## **WATERS RISK ASSESSMENT IN GÜMÜŞKÖY (KÜTAHYA) AND ITS SURROUNDINGS**

**Şükrü Arslan<sup>1</sup>, M. Tahir Nalbantçılar<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Batman University Drilling Technology Program, Batman, Turkey

<sup>2</sup>Batman University Geological Engineering Department, Batman, Turkey  
(sukru.arslan@batman.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In this study environmental risk of water in terms of pollution in Gümüşköy and its around where there is a silver entity which is located in the northwest of Kütahya is investigated. Water sampling is made from 30 point which represent the spring, surface and groundwater that represents wet and dry seasons. According to analysis of these samples, pollution situation of these waters is determined and risk evaluation is made for the people in the area.*

*In the study area, the maximum concentrations of water sampling in rainy and dry period have Al (324-95 ppb), As (1157-814 ppb), Br (48-51 ppb), Mg (83770-79161 ppb), Ni (12,1-10,1 ppb), Pb (6,3-6,1 ppb), Sb (45,65-55,75) and Zn (1834-1372 ppb) concentrations in spring waters; Al (14-9 ppb), As (1669-984 ppb), Br (110-56 ppb), Mg (93573-49946 ppb), Ni (4,2-4,8 ppb), Pb (0,2-0,3 ppb), Sb (3,21-3,76) and Zn (21,8-13,8 ppb) concentrations in groundwaters; Al (23-165 ppb), As (1990-1206 ppb), Br (7620-6645 ppb), Mg (21258-18792 ppb), Ni (209,7-148,9 ppb), Pb (2,2-2,9 ppb), Sb (71,84-34,39 ppb) and Zn (17,9-14 ppb) concentrations in surface waters.*

*When pollution situation of the samples was evaluated according to the EPA (2003) standards, Al, As, Mg, Ni, Pb ve Sb pass the allowed level in some of them, Al, As ve Sb pass maximum acceptable level in some of them.*

*As a result groundwater fed by draining from areas where silver and other ores are extracted, the rivers and sources that runoff from these areas and water in wells are contaminated. Pollution level determined in waters has the risk that may cause cancer, heart diseases and similar diseases especially in humans.*

**Keywords:** Water pollution, Gümüşköy, Kütahya

## ASİT/NÖTRALİZASYON POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ VE ASİT MADEN DRENAJİ (AMD) KİMYASININ TAHMİN EDİLMESİNDE MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ İMKANLARI

**Nuray Karapınar, Güzide Kalyoncu Ergüler**  
*Çevresel Etütler ve Değerlendirme Koordinatörlüğü,  
Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, 06800 Ankara  
(kalyoncu@mta.gov.tr)*

### ÖZ

Başta kömür ve metal madenciliği olmak üzere sülfürlü mineral içeren kaya birimlerinde yapılan kazı çalışmaları sonrasında atmosferik koşullara maruz kalan cevher ve maden atığı, fiziksel ve kimyasal bozunma süreçleri ile değişime uğramakta ve önemli bir çevresel sorun olan asit maden drenajı (AMD) oluşumuna sebep olmaktadır. Ülkemizde madencilik faaliyetlerinden kaynaklı olası çevresel etkiler ve alınması gerekli tedbir ve önlemler “çevresel etki değerlendirmesi” (ÇED) süreci içerisinde değerlendirilmektedir. Ayrıca, kazı işlemi, döküm ve doğaya bırakılan maden atıkları ile bozulan doğal yapının yeniden kazanılmasına ilişkin usul ve esaslar 23 Ocak 2010 tarih ve 27471 sayılı “Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği” ile belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, 6 Kasım 2010 tarih ve 27751 sayılı “Madencilik Faaliyetleri Uygulama Yönetmeliği” ile de benzer düzenleme getirilmiştir. Ülkemizde özel atık statüsünde yer alan maden atıklarının yönetimi konusunda ayrı bir yönetmelik henüz olmayıp, yönetmelik çalışmaları MTA Genel Müdürlüğü’nün de Proje Yürütücüsü ortağı olarak yer aldığı IPA Projesi (CRIS Number TR080205) kapsamında devam etmektedir. Bu proje ile MTA Genel Müdürlüğü, maden atıklarının yönetimi ve rehabilitasyon konusunda personel ve teknik alt yapısını geliştirerek bu alanda madencilik sektörüne hizmet sunmayı amaçlamaktadır.

Atık yönetimi dahil madenin planlanması, işletilmesi, kapanması ve kapanma sonrası gibi tüm madencilik süreçlerinde, madencilik faaliyetlerinin çevre ve insan sağlığı açısından potansiyel etkilerinin ve bunların önlenmesine dair alınması gerekli tedbir ve önlemlerin belirlenmesinde Asit üretim davranışının belirlenmesi şarttır. Günümüze kadar, laboratuvar imkânlarının ülkemizde bulunmaması nedeniyle, AMD potansiyelinin belirlenmesinde kullanılan statik ve kinetik testler yurt dışında, özellikle ABD ve Kanada gibi Türkiye’den oldukça uzak ülkelerde gerçekleştirilmiştir. Yurt dışı hizmet alımı şeklinde gerçekleştirilen bu deneyler, proje bütçelerine önemli bir yük getirmektedir.

MTA Genel Müdürlüğü asit üretim davranışının belirlenmesinde kullanılan deneylerin daha hızlı ve ekonomik bir şekilde ülkemizde gerçekleştirilmesini sağlamak amacıyla, statik ve kinetik testler için ihtiyaç duyulan alt yapı çalışmalarını başlatmıştır. Dolayısıyla, numunenin kırma ve öğütme aşamaları, karbon ve sülfür tayini dışında gerekli ekipman temini de sağlanarak, statik testler için gerekli tüm hazırlıklar tamamlanmıştır. Statik test, AB standardı olan prEN15875 metoduna göre 2011 yılında ücretli işler kataloğuna eklenmiş ve AMD çalışmalarında kullanılmak üzere hizmet vermeye başlanmıştır. Kinetik testler için ise 2011 yılında yatırım programına alınan ‘Asit Maden Drenajı Oluşumunda Kinetik Test Yaklaşımının Belirlenmesi’ başlıklı proje kapsamında çalışmalar yürütülmektedir. Kinetik test için kullanılan kolon düzenekleri, atığın yanı sıra açık ve kapalı maden işletmesi modeline uygun karma sistemli, bakteri tesisatlı, ek filtrasyon ve pompa gerektirmeyen, yağmurlamayı alansal yapan, her türlü tane boyunda çalışma imkanı sunan farklı boy ve çaplarda özel tasarımla imal edilmiştir. Bu deneylerinin uygulanabilirliğinin araştırılması amacıyla, sülfürlü mineral içeren metalik bir maden sahasından alınan örnekler farklı tane boylarında hazırlanarak deneyler başlatılmış, 2012 yılı ilk yarısına kadar tüm tane boylarına ait çalışmanın tamamlanması öngörülmektedir. Kurulan ve geliştirilen MTA-AMD laboratuvarları Türkiye’de bir ilk olup asit üretim davranışının belirlenmesine yönelik testler için Çevresel Etütler ve Değerlendirme Koordinatörlüğü’nde gerekli alt yapı sağlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çevre kirliliği, asit maden drenajı, MTA, statik test, kinetik test

## **DETERMINATION OF ACID / NEUTRALIZATION POTENTIAL AND THE FACILITIES OF THE GENERAL DIRECTORATE OF MTA FOR PREDICTION OF THE CHEMISTRY OF ACID MINE DRAINAGE (AMD)**

**Nuray Karapınar, Güzide Kalyoncu Ergüler**

*Çevresel Etütler ve Değerlendirme Koordinatörlüğü,  
Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, 06800 Ankara, Turkey  
(kalyoncu@mta.gov.tr)*

### **ABSTRACT**

*The ore and mining waste containing sulphide minerals, particularly in coal and metal mining, which are exposed to atmospheric conditions after the excavation of the rock units, decompose via physical and chemical weathering processes, and then cause the formation of acid mine drainage (AMD) that is a major environmental problem. The potential environmental impacts resulted from mining activities in our country and the necessary precautions and measures are assessed in the "environmental impact assessment" (EIA) process. In addition, the principles and procedures concerning the excavation process, spoil, the mine waste dump left to nature and recreation of destructed natural structure, were specified with "By-Law on recovery of the lands destructed due to mining operations" numbered 27471 dated 23 January 2010. Beside this, "By-Law on the application of the mining law" which is on November 6, 2010 and numbered 2775İ, has also put similar arrangement. There is not yet any specific regulation on the topic of the management of mining waste having a part in special waste in Turkey, the research for regulation has been continuing with the IPA Project (CRIS Number TR080205) in which the General Directorate of MTA is also involved as one of a Project Managers. With the project, the General Directorate of MTA aims to provide service to mining industry, by developing staff and technical infrastructure in the area of the management and rehabilitation of mine waste.*

*The determination of acid production behaviour should be taken into account during all mining processes, including waste management, such as mine planning, operation, closure and post-closure, for determination the potential impacts of mining activities on the environment and human health and the necessary precautions and measures to be taken for preventing them. Until recently, due to lack of laboratory facilities in our country, the static and kinetic tests used to determine the potential of AMD were carried out abroad, such as the United States and Canada. These experiments performed in the form of abroad services cause a significant burden on the budgets of the project.*

*The General Directorate of MTA has started the infrastructure works required for the static and kinetic tests in order to carry out these tests, used for determination of acid production behaviour, faster and more economical in our country. Therefore, beside the crushing and grinding stages and the determination of carbon and sulphur content of samples, all required preparations for static tests were completed by providing necessary equipment. Static test is added to the catalogue for paying works according to EU standard method of prEN15875 in 2011, this test started to provide services for using in AMD studies. As for kinetic tests, investigations are carried out with the project entitled "Determination of the Approach of Kinetic Test for the Formation of Acid Mine Drainage" that funded with the investment program in 2011. The columns that used for kinetic test were manufactured with a special design at different lengths and diameters, which are mixed system appropriate for open-pit and underground mining operations as well as waste, bacteria installation, additional filtration and pump-free, suitable for areal precipitation, offering the opportunity to work in all grain size. In order to investigate the applicability of these tests, experiments have been started by prepared samples, taken from a metallic ore that contains sulphide mineral, with different grain size, and the experiments with all grain sizes will be completed until the first half of 2012. The established and developed MTA-AMD laboratories is a first in Turkey, and fully established laboratory is provided at the Environmental Studies and Assessments Division for tests aimed at determination of the behaviour of acid production.*

**Keywords:** *Environmental pollution, acid mine drainage, MTA, static test, kinetic test*

## ÇÖPLER (İLİÇ-ERZİNCAN) ALTIN SAHASI ÖRNEĞİNDE ARSENİĞİN KÖKENİ, TAŞINIMI VE TUTUNUMU

**Sevgin Görkem Çelik<sup>1</sup>, İrfan Yolcubal<sup>1</sup>, Emin Çiftçi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 41380 Kocaeli

<sup>2</sup>İTÜ, Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul  
(yolcubal@kocaeli.edu.tr)

### ÖZ

Bu çalışma kapsamında Çöpler Cu-Au porfiri mineralizasyon sahasında arseniğin mobilitesi ve taşınımını etkileyen süreçler değerlendirilmiştir. Bu amaçla sahanın farklı noktalarında açılmış sondajlardan sahadaki mevcut litolojileri ve mineralizasyon zonlarını temsil eden örnekler üzerinde bir dizi laboratuvar çalışması yürütülmüştür. Laboratuvar çalışmaları kapsamında örneklerin jeokimyası karakterize edilmiş, arsenik salınımının boyutlarını tespit edebilmek için ise örnekler üzerinde bir dizi batch ve liç testi deneyleri gerçekleştirilmiştir. İncelenen kayaç örneklerinin çoğunda arsenik salınımı, içme suları için müsaade edilen limitin üzerinde çıkmıştır. Ancak, sızıntı sularında ölçülen arsenik derişimleri, kayaçların arsenik içeriği ile birlikte değerlendirildiğinde, genelde düşük düzeylerde kalmıştır. Arseniğin su fazına geçişinde mineral çözünme ve desorpsiyon süreçlerinin kinetiği etkili olmuştur. Özellikle oksit zonundaki örneklerde ortaç pH koşullarında arsenik içeren jarosit mineralinin çözünmesi arsenik salınımını arttırmıştır. En yüksek arsenik salınımları madenin bu zonundan alınan litolojilerde gözlenmiştir. Arseniğin desorpsiyonu başlangıçta hızlı ve daha sonra yavaşlayan bir kinetik sergilemiştir. Arseniğin hızlı desorpsiyonunda, mineral yüzeylerine (Fe-oksit/hidroksit, kil, karbonat) zayıf tutunmuş arsenik fraksiyonunun, ortamın pH'ındaki pozitif yöndeki değişime ve aynı tutunma yüzeyleri için arsenikle yarış eden sülfat iyonlarının varlığına ve konsantrasyonuna bağlı olarak serbest kalması etkili olmuştur. Maden sahasının sülfür zonundan alınmış örneklerde sülfür minerallerinin oksidasyonunun etkileri olan asidite asit nötralizasyon kapasitesi düşük olan örneklerde gözlemlenmiştir. Diğer kayaç örneklerin pH'ı zayıf-asidik-nötr bir pH sergilemiştir. Bu örneklerin tümünde yüksek konsantrasyonlarda meydana gelen sülfat salınımları ise arseniğin mobilizasyonunu arttırmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Arsenik, oksidasyon, adsorpsiyon, desorpsiyon, altın madeni, taşınım, liç testi, sülfat, götit, jarosit

## **SOURCE, SORPTION AND TRANSPORT OF ARSENIC: A CASE STUDY IN ÇÖPLER (İLİÇ-ERZİNCAN) GOLD MINE**

**Sevgin Görkem Çelik<sup>1</sup>, İrfan Yolcubal<sup>1</sup>, Emin Çiftçi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 41380 Kocaeli, Turkey

<sup>2</sup>İTÜ, Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, Turkey  
(yolcubal@kocaeli.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In this study, mobility of arsenic and processes controlling its transport were evaluated in Çöpler Cu-Au porphyry mineralization. To carry out the research, core samples representing different lithologies and mineralization zones were obtained from different drill locations and depths in the mining area and then a series of laboratory studies were conducted on the samples. In the laboratory works, geochemistry of samples was determined and then a number of batch experiments and leaching tests were performed to determine the degree of arsenic release from the rock samples. In the majority of rock samples examined, arsenic release occurred above the limits allowed for drinking waters. However, arsenic concentrations measured in the leachates generally remained low when compared to the arsenic contents of the rock samples. Dissolution of arsenic bearing minerals and desorption processes controlled the release of arsenic to the water phase. Especially in the samples obtained from oxidized zone, dissolution of arsenic bearing jarosite increased the arsenic release from the rock samples at neutral pH values. The highest arsenic releases were observed in the lithologies taken from this zone. Desorption of arsenic was initially fast then exhibited much slower kinetics. For the fast desorption rate of arsenic, arsenic fraction that was weakly hold on mineral surfaces (Fe oxides/hydroxides, clay, carbonate) were desorbed based on the positive change in pH, the presence and concentration of sulphate anion. In the samples obtained from sulphide mineralization zone, acidity formed as a result of sulphide minerals oxidation was observed in the samples having low acid neutralizing capacity. pH of remaining rock samples exhibited weak acidic-neutral behavior. In these samples, sulphate release occurred at high concentrations increased the mobility of arsenic.*

**Keywords:** Arsenic, oxidation, adsorption, desorption, gold mine, transport, leaching test, sulphate, goethite, jarosite

## EĞİRDİR GÖLÜ HAVZASI YÜZEY VE YERALTI SULARINDAKİ ARSENİK KİRLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Şehnaz Şener<sup>1</sup>, Ayşen Davraz<sup>1</sup>, Erhan Şener<sup>2</sup>, Simge Varol<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çünür, TR-32260, Isparta

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Uzaktan Algılama Merkezi, Çünür, TR-32260, Isparta  
(sehnazsener@sdu.edu.tr)

### ÖZ

Su kalite değerlendirmelerinde önemli bir kriter olan arsenik elementi, toksik özellikte ve kanserojen olması nedeniyle insan sağlığı üzerinde kanıtlanmış olumsuz etkiye sahiptir. Sularda saptanan arsenik kirliliğinin sebebi antropojenik ve/veya jeojenik kökenli olabilmektedir. Arseniğin içme ve sulama suyu olarak kullanımında TSE-266 (2005) ve WHO (2006) tarafından belirlenen sınır değeri 0,01 mg/l olarak belirtilmiştir. Bu değerin üzerindeki konsantrasyonlara sahip suların uzun dönemde içme ve sulama suyu olarak kullanımı ile arsenik (As) zehirlenmesine maruz kalınmaktadır. Arsenikle kirlenmiş akiferlerin sulama amaçlı kullanımı, tarımda ve gıda zincirinde ciddi riskler oluşturmaktadır. Sürekli arsenik alımına maruz kalınması sonucunda ortaya çıkan temel bulgular ise, deride renk koyulaşması ve keratin artışı, kangren, beyin ve kalp dışında vücudun diğer kısımlarında görülen damar rahatsızlığı, cilt kanseri ve bazı vücut içi kanserlerdir.

Bu çalışma kapsamında, içmesuyu amaçlı olarak da kullanılan Eğirdir Gölü'nün su toplama havzası içerisindeki yüzey ve yeraltısularının arsenik kirliliği araştırılarak insan sağlığı üzerine etkileri tartışılmıştır. Mayıs-2010 döneminde havza içerisindeki yüzey ve yeraltısularından alınan toplam 80 adet su örneğinde kimyasal analizler yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, gölden alınan su örneklerinde ölçülen As içeriğinin 0.007-0.016 mg/l arasında, Pupa çayında ölçülen As konsantrasyonunun 0.009-0.01 mg/l, Hoyran deresinde 0.007 mg/l, Yalvaç deresinde 0.006-0.013 mg/l arasında, Çay deresinde ise 0.0092 mg/l olduğu belirlenmiştir. Yeraltısuyu örneklerinde ise yüzey sularına göre daha yüksek As değerleri ölçülmüş olup, Senirkent-Uluborlu ovasından alınan örneklerde 0.02-0.028 mg/l arasında, Yalvaç-Gelendost ovasından alınan örneklerde ise 0.015-0.046 mg/l arasındadır. Elde edilen veriler, çalışma alanındaki yüzey sularının kısmen sınır değeri (0.01 mg/l) aştığını, yeraltısularının ise As bakımından kirlilik taşıdığını göstermektedir. Bu sonucun, bölgede geniş yayılıma sahip olan Neojen çökeller ile ilişkili olarak kaya-su etkileşiminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda, havzada yaklaşık 114700 ha tarım alanı bulunmakta ve bu alanlarda yoğun miktarda inorganik kökenli tarımsal mücadele ilaçları kullanılmaktadır. Bu nedenle, yeraltısularındaki As kirliliği tarımsal faaliyetler ile de ilişkilendirilebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Arsenik, kirlilik, yeraltısuyu, yüzey suyu, Eğirdir Gölü



## **ARSENIC CONTAMINATION ASSESSMENT OF SURFACE AND GROUNDWATER IN THE EĞİRDİR LAKE CATCHMENT AREA**

**Şehnaz Şener<sup>1</sup>, Ayşen Davraz<sup>1</sup>, Erhan Şener<sup>2</sup>, Simge Varol<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Süleyman Demirel University, Geological Engineering Department,  
Çünür, TR-32260, Isparta, Turkey

<sup>2</sup> Süleyman Demirel University, Remote Sensing Center,  
Çünür, TR-32260, Isparta, Turkey  
(sehnazsener@sdu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The elements of arsenic which is an important criterion for water quality assessments have proven negative effect on the human health due to toxic and carcinogenic properties. The cause of arsenic pollution identifying in waters is anthropogenic and/or geogenic origins. Boundary value of arsenic defined in the TSE-266 (2005) and WHO (2006) standards as 0.01 mg/l for using drinking and irrigation water. Arsenic poisoning can occurred with usage of water which have high concentration of arsenic as drinking and irrigation water for a long time. Serious risks are also occurred in agriculture and food chain due to usage of aquifer which is contaminated with arsenic as irrigation water. The primary findings are darkening of skin color and the increase in keratin, gangrene, vascular disease except from brain and hearth, skin cancer and several body cancers due to continuous intake of arsenic.*

*In this study, arsenic contamination of surface and groundwater within the Eğirdir lake catchment area which is used to drinking water was researched and was discussed for effect on human health. The chemical analysis was made on water samples (total 80 number) which are taken from surface and groundwater within the basin in May-2010. According to this analysis results, arsenic concentration is between 0.007 and 0.016 mg/l for the lake water, between 0.009 and 0.01 mg/l for Pupa stream, 0.007 mg/l for Hoyran stream, between 0.006 and 0.013 mg/l for Yalvaç stream and 0.0092 mg/l for Çay stream. The arsenic concentration of groundwater samples is higher than surface water samples. It is between 0.02 and 0.028 mg/l for groundwater of the Senirkent-Uluborlu plain and between 0.015 and 0.046 mg/l for groundwater of the Yalvaç-Gelendost plain. According to obtained data, arsenic concentration of surface water is particularly exceeded to boundary value (0.01 mg/l) and generally groundwaters are also contaminated. The increases of arsenic concentration can be originated with water-rock interaction in Neogene sediments which have wide spread. Furthermore, inorganic origin of agricultural pesticides has been used as common in agricultural areas which have 114700 ha area in the study area. Therefore, arsenic contamination of groundwater can also be related to agricultural activities.*

**Keywords:** Arsenic, contamination, groundwater, surface water, Eğirdir Lake

## ŞARKIŞLA (SİVAS) OVASINDA ARSENİK KİRLİLİĞİ VE İNSAN SAĞLIĞI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Celalettin Şimşek**

*Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksekokulu, Sondaj Bölümü, Torbalı, İzmir  
(celalettin@deu.edu.tr)*

### ÖZ

Yeraltı suyundaki arsenik kirliliği insanlar, hayvanlar ve bitkiler üzerindeki toksik etkisi nedeniyle dünya çapında önemli bir problem haline gelmiştir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu Hindistan, Bangladeş, Tayvan, Arjantin, Tayland, İspanya, Yunanistan, İngiltere ve ABD'de yeraltı suyundaki arsenik kirliliği oldukça yaygın bir şekilde izlenmektedir. Çalışmanın yapıldığı Şarkışla (Sivas) Ovası 25000 nüfusu ile Orta Anadolu'da yer almakta ve bölge halkı içme ve kullanma suyu ihtiyacını yüzeysel alüvyon akiferden sağlamaktadır. Alüvyon akifer killi kum ve killi çakıldan oluşmakta ve 55 m kalınlığa kadar ulaşmaktadır. 2005 yılında, ana dağıtım şebekesinden alınan su örnekleri üzerinde yapılan analizlerde 100 µg/L üzerinde arsenik belirlenmiştir. İçme sularında arsenik kaynağının belirlenmesi ve insan sağlığına etkilerin araştırılması için bölgede hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal çalışmalar yapılmıştır. Çalışma alanında yapılan jeolojik çalışmalarda Paleosen yaşlı volkanik kayalar, Oligosen yaşlı volkano-sedimanter kayalar, Pliyosen yaşlı karasal tortullar ve Kuvaterner yaşlı alüvyon birimlerden oluşan dört farklı kaya grubu belirlenmiştir. Bölgedeki kayalardan alınan örneklerde 2,1 ila 155 mg/kg arasında değişen değerlerde arsenik belirlenmiş olup en yüksek arsenik seviyesi Pliyosen yaşlı karasal tortullarda tespit edilmiştir. Başlıca akifer özelliğindeki alüvyonel sedimanlarda 7,91 ila 51,8 mg/kg arasında değişen ve ortalama olarak 28,25 mg/kg arsenik belirlenmiştir. Yeraltı suyu arsenik oranları ise 0,5 µg/L ila 345 µg/L arasında değişmekte olup en yüksek arsenik değerleri (345µg/L) alüvyona açılmış kuyularda ölçülmüştür. İçme sularını sağlayan kuyularda ölçülen arsenik değerleri, içme suları için standart değer olan 10 µg/L değerinin 30 kat üzerindedir. Çalışma alanındaki içme su kaynaklarında belirlenen yüksek arsenikli suların tüketilmesi durumunda insan sağlığı açısından riskler söz konusu olabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Arsenik kirliliği, insan sağlığı, Şarkışla ovası, yeraltısuyu

## **ARSENIC POLLUTION IN ŞARKIŞLA (SİVAS) PLAIN AND ITS ASSESSMENT FROM HUMAN HEALTH VIEWPOINT**

**Celalettin Şimşek**

Torbali Technical Vocational School of Higher Education,  
Dokuz Eylül University, Izmir, 35860, Turkey  
(celalettin@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Groundwater arsenic pollution has become a global problem due to high toxicity for human health, plant and animals. Arsenic pollution in groundwater are in many countries such as India, Bangladesh, Taiwan, Argentina, Thailand, Spain, Greece, United Kingdom, USA as well as Turkey. The study is conducted in Sarkisla Plain, which is located in Central Anatolia in Turkey with a population of about 25000 inhabitants. All drinking water is supplied from groundwater that is characterized as an alluvial aquifer system. Alluvial aquifer is about 55 m thick and mainly consists of clayey sand and clayey gravel. In 2005, high concentration of arsenic exceeding 100 µg/L was detected in the main drinking water collector tank. In order determine the source of arsenic in groundwater system and its effects on human health, hydrogeological and hydrochemical studies were conducted. According to geological and geochemical studies, four rock groups are determined including Paleocene volcanic rocks, Oligocene volcano-sedimentary rocks, Pliocene terrestrial rocks, and Quaternary alluvial sediments. Arsenic concentration in rocks and sediments range between 2.1 and 155 mg/kg and highest arsenic was found in Pliocene aged terrestrial rocks in the study area. Alluvial sediments form the main groundwater aquifer in the study area and arsenic concentration in these units range between 7.91 and 51.8 mg/kg in alluvial sediments with a mean value of 28.25 mg/kg. Arsenic concentration of groundwater changes from 0.5 µg/L to 345 µg/L. High concentrations of arsenic (higher than 300 µg/L) was detected in drinking water wells that penetrate in alluvial aquifer. Arsenic concentration in drinking waters was 30 times above the drinking water standard value of 10 µg/L. When human health is considered, consumption of these high arsenic waters for drinking purposes could create serious health problem in local inhabitants.

**Keywords:** Arsenic pollution, human health, Şarkışla plain, groundwater

## SİMAV OVASINDA İÇME SULARINDA YÜKSEK ARSENİK BULUNAN KÖYLERDE 2005-2010 YILLARI ARASINDAKİ ÖLÜM NEDENLERİNİN ARAŞTIRILMASI

**Orhan Gündüz<sup>1</sup>, Coşkun Bakar<sup>2</sup>, Celalettin Şimşek<sup>3</sup>, Alper Baba<sup>4</sup>,  
Alper Elçi<sup>1</sup>, Hakan Gürleyük<sup>5</sup>, Merdiye Mutlu<sup>6</sup>, Ayşe Çakır<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmir

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı ABD, Çanakkale

<sup>3</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksek Okulu Sondaj Bölümü, İzmir

<sup>4</sup> İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir

<sup>5</sup> Applied Speciation and Consulting LLC, Bothell, WA, A.B.D.

<sup>6</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir

(orhan.gunduz@dev.edu.tr)

### ÖZ

Bu çalışma Kütahya ili Simav ilçesinde gerçekleştirilmiş ve içme suyunda arsenik tespit edilen köylerde 2005-2010 yılları arasındaki ölüm nedenlerinin araştırılması amacıyla yürütülmüştür. Araştırma kapsamında içme sularında yüksek arsenik değerleri tespit edilen Gölköy, Boğazköy ve Çitgöl köyleri ile arsenik değerleri sınır değerlerin altında bulunan Demirciköy ve Öreyler köyleri karşılaştırılmıştır. Yazarlar tarafından yörede 2005 yılında yapılan çalışmada bu köylerin ilk üçünde içme suyu arsenik değerinin sınır değer olan 10 ppb seviyesinin üzerinde bulunmuştur. Diğer iki köyde ise sınır değerinin altında arsenik değerleri ölçülmüştür. İki aşamalı olarak gerçekleştirilen bu araştırmanın birinci bölümünde köylerdeki hastalık dağılımlarının saptanması amacıyla toplam 1003 kişiye hane halkı anketi uygulanmıştır. Çalışma ikinci aşamasında ise, incelenen beş köyde 2005-2010 döneminde saptanan 402 ölüm vakasından yakınlarına ulaşılabilen 171 tanesi için sözel otopsi anketi yapılarak geriye dönük ölüm nedenleri tespit edilmiştir. Kalan 231 ölümün nedenleri için ise ölüm kayıtları baz alınmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre ölümlerin %53'ü erkek olup %81,1'i 65 yaş ve üzerindedir. Buna göre kaba ölüm hızı %8,3 olarak hesaplanmıştır. Tüm ölümlerin %44'ü kardiyovasküler sistem hastalıklarına, %15,2'si kanserlere bağlıdır. Kanserler ölüm nedenleri arasında ikinci sırada yer almakta olup Gölköy, Boğazköy ile Çitgöl'de diğer iki köye nazaran daha fazla görülmektedir. Ancak köyler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Bronş ya da akciğer kanseri tüm köylerde en fazla görülen kanser türüdür (%44,3). Bunu prostat (%9,8), kolon (%9,8) ve mide (%8,2) kanserleri takip etmektedir. Karaciğer, mide, mesane ve prostat kanserlerine bağlı ölümlerin tamamı arsenik düzeyi yüksek olan üç köyde gözlenmiştir. Bronş ve akciğer ile kolon kanserine bağlı ölümler köyler arasında benzer oranlarda görülmektedir. Köyler arasında kanserlere bağlı ölüm hızları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır. Ancak karaciğer, mesane ve mide kanserlerinin arsenik düzeyi yüksek olan köylerde görülmesi dikkat çekici bir bulgudur. Bu köylerde yaşayanların geçmişe dönük olarak ne oranda arsenikli su maruziyetine bağlı kaldıkları tam olarak bilinmemekle birlikte, konuya olan duyarlılığın artması sonucu, Gölköy ve Boğazköy ortak su kaynağı 2009 yılında arsenik düzeyi sınır değerinin altında olan yeni bir kaynak ile değiştirilmiş; Çitgöl'de ise bir arsenik arıtma tesisi kurularak 2011 yılında hizmete girmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Arsenik, halk sağlığı, sözel otopsi, Simav, Kütahya

## **THE ANALYSIS OF DEATH CAUSES DURING 2005-2010 PERIOD IN FIVE VILLAGES WITH HIGH ARSENIC LEVELS IN DRINKING WATER SUPPLIES, SİMAV PLAIN**

**Orhan Gündüz<sup>1</sup>, Coşkun Bakar<sup>2</sup>, Celalettin Şimşek<sup>3</sup>, Alper Baba<sup>4</sup>,  
Alper Elçi<sup>1</sup>, Hakan Gürleyük<sup>5</sup>, Merdiye Mutlu<sup>6</sup>, Ayşe Çakır<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül University Environmental Engineering Department, İzmir, Turkey

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, School of Medicine,  
Public Health Department, Çanakkale, Turkey

<sup>3</sup> Dokuz Eylül University Torbalı Vocational School Drilling Department, İzmir, Turkey

<sup>4</sup> İzmir Institute of Technology Civil Engineering Department, İzmir, Turkey

<sup>5</sup> Applied Speciation and Consulting LLC, Bothell, WA, A.B.D.

<sup>6</sup> Dokuz Eylül University, School of Natural and Applied Sciences, İzmir, Turkey  
(orhan.gunduz@dev.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*This study is conducted in Simav Plain with the aim of determining the causes of death during 2005-2010 period in villages where high arsenic levels were detected in some water supplies. In this regard, the villages of Golkoy, Bogazkoy and Citgol with high arsenic levels are compared with the Oreyler and Demircikoy with arsenic levels below the standard value. In a previous study conducted by the authors in the project area, arsenic was found to exceed the standard value of 10 ppb in the first three of these villages. The other two villages had levels below the criteria. This research was formulated as a two phase study. In the first phase, a public health survey was conducted with 1003 people living in these villages to determine the distribution of diseases. In second phase, 402 death cases were identified. Of these, verbal oral autopsy surveys were conducted on the relatives of the 171 deceased to determine the cause of death. For the remaining 232 death cases, cause of death was obtained from official death records.*

*The results revealed that about 53% of all deaths were male and 81.1% were above the age of 65. Thus, the crude death rate was computed to be 8.3‰. Of all cases, 44% was related to cardiovascular system diseases and 15.2% was due to cancers, which was determined to be the second important cause of death in study area. Cancers were seen in comparably higher numbers in Golkoy, Bogazkoy and Citgol. However, no statistically significant difference ( $p > 0.05$ ) was detected between five villages. Number of bronchus or lung cancers was highest among other cancers in all villages with 44.3%. Prostate (9.8%), colon (9.8%) and stomach (8.2%) cancers were other predominant cancer types. Deaths related to liver, stomach, bladder and prostate cancers were all detected in three villages with high arsenic levels. Deaths related to bronchus, lung and colon cancers are seen in similar ratios in all villages. While no statistically significant differences in cancer related death rates were found between the villages, it is interesting to find out that all cases of liver, bladder and stomach cancers were observed in villages with high arsenic levels. Although past arsenic exposure of the inhabitants of these villages is not known precisely, the increased level of awareness to the subject has resulted in finding a new water resource for Golkoy and Bogazkoy in 2009 with arsenic levels below the standard value and in the installation of an arsenic treatment plant for Citgol in 2011.*

**Keywords:** Arsenic, public health, oral autopsy, Simav, Kütahya

## BİGA YARIMADASI'NDA ASBEST MARUZİYETİ VE AKCİĞER SAĞLIĞI ÜZERİNE DİSİPLİNLER ARASI ÇALIŞMA

**Erdinc Yiğitbaş<sup>1</sup>, Arzu Mirici<sup>2</sup>, Uğur Gönlgür<sup>2</sup>, Coşkun Bakar<sup>3</sup>,  
Fırat Şengün<sup>1</sup>, İ. Onur Tunç<sup>1</sup>, Şahin Kahyaoğlu<sup>4</sup>, Ümmühan Kahyaoğlu<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik – Mimarlık Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı

<sup>3</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı

<sup>4</sup> Çanakkale İl Sağlık Müdürlüğü  
(erdinc.yigitbas@gmail.com)

### ÖZ

Disiplinler arası bu çalışma, Kuzeybatı Anadolu'da Biga Yarımadası'nın kuzeybatısında, Çanakkale ilinin Lapseki ilçesine bağlı Dumanlı köyünde yapılmıştır. Çanakkale İl Sağlık Müdürlüğü tarafından 2011 yılı içinde 4 adet mesothelioma vakasının tespit edilmesi üzerine Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden yer bilimciler, ÇOMÜ Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları ve Halk Sağlığı Anabilim Dalı'ndan uzmanlar ve Çanakkale İl Sağlık Müdürlüğü'nün ilgili uzmanlarından oluşan bir çalışma grubu kurularak araştırmalara başlanılmıştır. Çalışmalar yer bilimlerinde ve sağlık bilimlerinde eş zamanlı ve paralel olarak sürdürülmüştür. Yer bilimleri çalışmaları Dumanlı köyü ve yakın çevresinde asbest yataklarının olup olmadığının tespiti amacıyla jeolojik harita alımıyla başlamıştır. Belirlenen asbest mostraları jeoloji haritalarına işlenmiş, numuneler alınmıştır. Numunelerin petrografik tayinlerinin ardından SEM ve XRD analizleri yapılmıştır. Dumanlı köyü çevresinde asbestiform mineraller MTA 1/500.000 Ölçekli Jeoloji Haritası'nda Denizgören Ofiyoliti olarak haritalanmış olan birimler içinde yer almaktadır. Birim başlıca ileri derecede makaslamaya uğramış (sheared) serpantinlerle temsil edilmektedir. Serpantinler bölgede yaygın mostra veren ve mikaşist, gnays, mermer litolojilerinden oluşan Çamlıca metamorfiteri içinde tektonik dilim ve mercekler halinde bulunmaktadır. Bu tektonik dilim ve mercekler doğrultu atımlı faylarla sınırlı olup muhtemelen geç Kretase – erken Eosen aralığında bölgede etkili olmuş bir transpresyonel tektonikle bu konumlarını kazanmışlardır. Bu doğrultu atımlı sistem alınmıştır. Numunelerin - makaslama alanlarında asbestiform mineraller gelişmiştir. Petrografik ve mineralojik tayinler bu minerallerin başlıca klinokrizotil, lizardit ve antigorit yanı sıra aktinolit olduğunu göstermiştir.

Yer bilimleri çalışmalarına paralel olarak köyde son beş yılda gerçekleşen ölüm nedenlerinin saptanması amacıyla sözel otopsi çalışmaları yapılmıştır. Buna göre bugün 216 nüfusa (116 erkek, 100 kadın) sahip olan köyde son 5 yıl içerisinde 9 ölüm olgusuna rastlanmıştır. Ölümün ikisi akciğer kanseri, biri larinks kanseri, biri mide kanseri ve biri ise mesothelioma'ya bağlıdır. Diğer dördü ise başka hastalıklara bağlanmıştır.

Hali hazırda köyde yaşayanlardan 139 kişinin solunum fonksiyon testleri ve radyolojik tetkikleri yapılmış ve değerlendirilmiştir. Buna göre; yaşayan 139 kişiden 30'unda plevra kalsifikasyonu, 4 kişide ise plevra kalınlaşması saptanmıştır. Radyolojik patoloji ile asbest maruziyeti arasında anlamlı korelasyon saptanmış, bu olgularda maruziyet süresinin 23-80 yıl arasında değiştiği anlaşılmıştır.

Disiplinler arası bu çalışmanın sonucunda elde edilen ara sonuçlar şöyle özetlenebilmektedir:

- Yörede asbestiform mineraller yataklar halinde bulunmaktadır. Bunlar çeşitli amaçlarla yaygın ve denetimsiz olarak kullanılmış ve kullanılmaktadır.
- Bunların oluşum mekanizması incelendiğinde Biga yarımadasında daha başka alanlarda da benzeri sorunlarla karşılaşılması kuvvetle muhtemeldir.
- Radyolojik patoloji ile asbest maruziyeti arasında korelasyon vardır.
- Maruziyet halen devam etmektedir.
- Bölgenin jeolojik yapısı dikkate alındığında Biga yarımadasında asbest dışında eriyonit maruziyeti hususunda da benzeri araştırmaların yapılması gerekir.

**Anahtar Kelimeler:** Tıbbi jeoloji, asbest, mezotelyoma, halk sağlığı, Çanakkale

## **INTERDISCIPLINARY COLLABORATION ON ASBESTOS EXPOSURE AND LUNG DISEASES IN BIGA PENINSULA - TURKEY**

**Erdinç Yiğitbaş<sup>1</sup>, Arzu Mirici<sup>2</sup>, Uğur Gönülçür<sup>2</sup>, Coşkun Bakar<sup>3</sup>,  
Fırat Şengün<sup>1</sup>, İ. Onur Tunç<sup>1</sup>, Şahin Kahyaoğlu<sup>4</sup>, Ümmühan Kahyaoğlu<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering and  
Architecture, Geological Engineering Department

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University School of  
Medicine Department of Pulmonary Diseases

<sup>3</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı

<sup>4</sup> Çanakkale Province Health Directorate

(erdinc.yigitbas@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*This interdisciplinary study has been done in Dumanlı village (Çanakkale-Turkey) in the Biga Peninsula NW Turkey. Upon detection of 4 cases of mesothelioma by the Çanakkale Provincial Health Directorate in 2011, a working group established and started to research by the geologists of Çanakkale Onsekiz Mart University (COMU), Department of Geological Engineering, the experts of COMU Faculty of Medicine Departments of Pulmonary Diseases and Public Health, the experts of Çanakkale Province Health Directorate. Studies has been carried out in earth sciences and the health sciences simultaneously. Earth science studies started with geological mapping around Dumanlı village in order to determine the asbestos deposits. The Asbestos outcrops are mapped and sampled. Petrographic determinations of samples were followed by XRD and SEM analysis. The asbestiform minerals around Dumanlı village are within the units that mapped as Denizgören Ophiolite by MTA. The Denizgören Ophiolite comprises mainly of highly sheared serpentinites. The Serpentinites occur as tectonic slices and lenses within Çamlıca metamorphites consisting mainly of micaschist, gneiss and marble. These tectonic slices and lenses bounded by strike-slip faults and probably got their recent positions by transpressional tectonics during late Cretaceous-early Eocene time. Asbestiform minerals occurred within these stretching-shear zones in the strike-slip system. Petrographic and mineralogic indications show that these minerals are clinokrizotile, lizardite, antigorite and actinolite.*

*In parallel with earth science studies verbal autopsy studies were carried out in order to determine the actual causes of death in the village. Accordingly, today in the village that have 216 population (116 male, 100 female) encountered 9 deaths in last 5 years. Two of the 5 deaths depend on lung cancer, one laryngeal cancer, one stomach cancer and one mesothelioma. Other 4 deaths depend on different diseases.*

*Currently, pulmonary function tests and radiological examinations of 139 people living in the village were done and evaluated. According to this study, pleura calcification was appointed in 30 of living 139 people and also thickening of pleura in 4 of living 139 people. A significant correlation between asbestos exposure and radiographic pathology was identified and understood that the duration of exposure in these cases changes between 23-80 years.*

*The results of this interdisciplinary study can summarize as following:*

- a) Asbestiform minerals occur as deposits in the region. These minerals are used widely and unrestrainedly for various purposes.*
- b) Examining the mechanism of their formation shows that similar problems can take place in other areas in the Biga Peninsula.*
- c) There is a correlation between asbestos exposure and radiographic pathology.*
- d) Exposure is still continuing.*
- e) Considering the geological structure of the region; similar research needs to be done for also erionite exposure in the Biga Peninsula.*

**Keywords:** Medical geology, asbestos, mesothelioma, public health, Çanakkale

## UZUNÇAYIR BARAJINI (TUNCELİ) BESLEYEN MUNZUR VE PÜLÜMÜR ÇAYLARI SEDİMANLARININ JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE SU KİMYASINDAKİ OLASI ETKİLERİ

**Okay Çimen<sup>1,3</sup>, Fatma Toksoy-Köksal<sup>1</sup>,  
Yüksel Örgün<sup>2</sup>, Ayten Öztüfekçi Önal<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Ankara

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 İstanbul

<sup>3</sup> Tunceli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 62000 Tunceli

(okay.cimen@metu.edu.tr)

### ÖZ

Tunceli Uzunçayır Barajı Munzur ve Pülümür çaylarıyla beslenmektedir. Bu iki çayın geçtiği alanlarda Paleozoyik metamorfikler (şist, mermer, metakirinti, metabazik), serpantinleşmiş Üst Kretase kromitli ultramafikler ile diğer ofiyolitik birimler ve kireçtaşları, Oligo-Miosen fliş çökelleri ve Geç Miyosen volkaniklerle ara katkılı piroklastik ve gösel çökeller bulunmaktadır. Bölgede ayrıca bakır, kurşun ve çinko cevherleşmeleri vardır. Bahsi geçen ana kayaçlar ve cevherleşme ürünlerinin Uzunçayır Barajını besleyen bu çayların taban çökellerinin ve suyun jeokimyasal özelliklerini etkilemesi mümkündür. Özellikle cevherleşmeye bağlı toksik element zenginleşmeleri suyun kullanılabilirliğini ve canlı sağlığını etkileyen faktörler olacaktır. Bu nedenle canlı sağlığını olumsuz etkileyebilecek jeolojik faktörleri belirlemeye yönelik bu ön çalışma başlatılmıştır. Bu doğrultuda Munzur ve Pülümür çaylarından dokuz noktada taban çökeliinden örnekleme yapılmıştır. Örneklerden ICP-OES ve ICP-MS yöntemleriyle elde edilen jeokimyasal veriler jeostatistiksel metotlar ile değerlendirilmiştir.

Örneklerin jeokimyasal değerlerinin üst kabuğa göre normalizasyonu sonucunda Munzur çayı için Cr, Ni, Co, Cs, W, Pb, As, Sb, Au, Hg elementlerinde, Pülümür çayı için ise Cr, Ni, Co, W, As elementlerinde değişik oranlarda zenginleşmeler tespit edilmiştir. Cluster analizleri iki farklı element grubunun varlığını göstermiştir. Birinci grubu birlikte hareket eden Cr, Ni, Co oluşturken, ikinci grubu Cs, As, Sb, Pb, Hg, Au, W elementleri oluşturmaktadır. Taban sedimanlarındaki bu elementel gruplaşma, sırasıyla ofiyolitik birimler ve cevherleşme ürünleri olmak üzere iki farklı ana kaya etkisine işaret edebilir.

Sediman örneklerinin nadir toprak elementleri (NTE) için yapılan korelasyon analizlerinde, bu elementlerin kil içeriğini temsil eden Si, Al, Fe, K, Ti, Na gibi elementler ile pozitif korelasyona sahip oldukları saptanmıştır. Bu durum günlenme sonrasında çökeltme ortamına kil minerallerinin yüzeyine adsorbsiyon ile taşınmayı akla getirmektedir. Örneklerin normalize edilmiş NTE profilleri karakteristik negatif Ce ve pozitif Eu anomalilerine sahiptirler. Negatif Ce anomalisi oksijenli koşullar altında Ce'nin yükseltgenerek sedimanı terketmesi ve suya katılmasına, pozitif Eu anomalisi ise taban çökellerinde Ca içeren minerallerin varlığına işaret etmektedir. Araştırmaya mevsimsel su, toprak ve sediman örnekleme ile devam edilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Canlı sağlığı, Munzur ve Pülümür çayları, toksik elementler, Uzunçayır barajı



## **GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF BOTTOM SEDIMENTS FROM MUNZUR AND PÜLÜMÜR STREAMS FEEDING UZUNÇAYIR DAM (TUNCELİ) AND POTENTIAL RISKS ON WATER CHEMISTRY**

**Okay Çimen<sup>1,2</sup>, Fatma Toksoy-Köksal<sup>1</sup>,  
Yüksel Örgün<sup>2</sup>, Ayten Öztüfekçi Önal<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Middle East Technical University, Department of Geological Engineering, 06800 Ankara, Turkey

<sup>2</sup> İstanbul Technical University, Department of Geological Engineering, 34469 İstanbul, Turkey

<sup>3</sup> Tunceli University, Department of Geological Engineering, 62000 Tunceli, Turkey  
(okay.cimen@metu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Uzunçayır dam in Tunceli is fed by Munzur and Pülümür streams. In areas where these streams run, Paleozoic metamorphic rocks (schist, marble, meta-clastic, meta-basic), serpentized Upper Cretaceous chromite bearing ultramafics in assemblage with other ophiolitic rocks and limestones, Oligo-Miocene flysch sediments, Late Miocene volcanics with interlayered pyroclastic and lacustrine sediments are present. In the area, copper, lead and zinc mineralizations also exist. Therefore, geochemical effect of the host rocks and mineralization products on bottom sediments and water of these streams are possible. Especially, enrichment of toxic elements due to mineralization products and ophiolitic chromite will be important factors on usability of water and living health. Therefore, this preliminary study has been started to determine of geological factors being negatively effective on living health. In this scope, sampling from bottom sediments of Munzur ve Pülümür streams was done at nine locations. The geochemical data obtained by ICP-OES and ICP-MS analyses of the samples were evaluated by geostatistical methods.*

*Normalization of the samples to the upper crust display enrichments in Cr, Ni, Co, Cs, W, Pb, As, Sb, Au, Hg for sediments of Munzur stream and Cr, Ni, Co, W, As for sediments of Pülümür stream. The cluster analyses show the presence of two element groups. The first group is consist of Cr, Ni, Co behaving together while the second group includes Cs, As, Sb, Pb, Hg, Au, W acting together. Elemental grouping in the bottom sediments can indicate effect two different host rock as ophiolitic units and mineralization products, respectively.*

*The correlation analyses performed for rare earths elements (REE) of the samples show positive correlation of the REE with Si, Al, Fe, K, Ti, Na elements representing presence of clay minerals in the sediments. This relation may lead to consider transportation of these elements by adsorption on surface of clay minerals. Normalized REE patterns of the samples are characterized by negative Ce and positive Eu anomalies. Negative Ce anomaly indicate transportation of Ce from sediment to water at oxidizing conditions while positive Eu anomaly infer presence of Ca composing minerals. The research will be continued by seasonal sampling on bottom sediment, soil and water.*

**Keywords:** Living health, Munzur and Pülümür streams, toxic elements, Uzunçayır dam

## AMBARLI LİMAN KAROTLARININ YAKIN GEÇMİŞTEKİ AĞIR METAL BİRİKİMİ

**Erol Sarı<sup>1</sup>, Selma Ünlü<sup>1</sup>, Reşat Apak<sup>1</sup>,**

**Nurgül Çelik Balcı<sup>2</sup>, Birsen Koldemir<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

<sup>3</sup> İstanbul Üniversitesi Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü

(erolsari@istanbul.edu.tr)

### ÖZ

Birçok konuda avantajlara sahip olan deniz taşımacılığı her geçen gün artmakla birlikte, beraberinde bir takım sorunları da getirmektedir. Özellikle, petrol ve petrol ürünleri, gemi kaynaklı evsel atıklar (duş, lavabo, tuvalet), sintine balast, tank yıkama suları, gemilerle taşınan zehirli sıvı ve katı maddeler ile gemilerin çöpleri kıyı bölgesi için farklı problemler yaratmaktadır. Marmara Denizi yüzey sedimentlerinde güncel kirlilik durumunun tespitine yönelik birçok araştırma yapılırken, liman aktivitelerinin geçmişten günümüze Marmara Denizi'ne olan kirletici etkisi pek bilinmemektedir. Bu amaçla çalışma alanı Ambarlı Limanı ve çevresi seçilmiştir.

Son 10 yılda 43.000 gemiye hizmet veren Ambarlı liman faaliyetlerinin Marmara Denizi'deki kirlilik kayıtları AMB-6, AMB-20 ve AMB-33 karot örneklerini kapsayacak şekilde aydınlatılmaya çalışılmıştır. Örnek alımı 6 Mayıs 2009 tarihinde İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'nün R/V Arar gemisi ile serbest düşmeli ağırlıklı karot kullanılarak yapılmıştır. Karot çökellerindeki metal içeriği İTÜ EMCOL laboratuvarlarında XRF karot tarayıcısıyla, sediment yaşlandırılması ise Çekmece Nükleer Araştırma Merkezi Laboratuvarları'nda <sup>210</sup>Pb analiz yöntemi ile yapılmıştır. Metal kirliliğinin boyutu zenginleştirme faktörüyle (EF) yorumlanmıştır.

Buna göre karot örneklerinin ilk 30 cm'sinde Al %0.40 - 4.5, Fe % 0.5- 3.8, As 0.2-16.6 ppm, Ba 13-272 ppm, Cr 20 - 413 ppm, Cu 10 - 1423 ppm, La 0.1 -109 ppm, Mo 0.3-18 ppm, Ni 96 - 452 ppm, Pb 45 - 266 ppm, Se 0.4-4.4 ppm, Sr 0.1-108 ppm, V 45 - 193 ppm ve Zn 45 - 1398 ppm aralığında değişip ortalamaları sırasıyla; %1.16 (Al), %2.57 (Fe), 3.5 ppm (As), 132 ppm (Ba), 120 ppm (Cr), 61 ppm (Cu), 19 ppm (La), 4.5 ppm (Mo), 285 ppm (Ni), 141 ppm (Pb), 1 ppm (Se), 59 ppm (Sr), 103 ppm (V) ve 109 ppm (Zn) olarak bulunmuştur. <sup>210</sup>Pb yaşlandırması sonucunda çalışma alanında sedimentasyon hızı 5cm/100 yıl olarak bulunmuş olup, limanın faaliyete geçtiği tarihten günümüze kadar olan tarihsel kirlilik kayıtları; karotların 1.14 cm'lik sediment kısmında bulunmaktadır. Özellikle As, Cr, Cu, Mo, Se, ve Zn değerlerinin yüzeydeki ani artışları liman faaliyetleri ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Metallerin karotlardaki kirlilik dereceleri ortalama EF değerlerine göre Cu > Al > Zn > As > Mo > Se > Pb > Ni > V > Cr > Ba > Sr > La şeklinde bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Ambarlı Limanı, Marmara Denizi, sediment kirliliği, ağır metal

## **A RECENT HISTORY OF THE METAL ACCUMULATION IN SEDIMENTS CORES IN THE AMBARLI PORT AREA**

**Erol Sarı<sup>1</sup>, Selma Ünlü<sup>1</sup>, Reşat Apak<sup>1</sup>, Nurgül Çelik Balcı<sup>2</sup>, Birsen Koldemir<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Marine Science and Management, İstanbul University

<sup>2</sup> Faculty of Mines, Department of Geological Engineering, İTÜ.

<sup>3</sup> Engineering Faculty, Maritime Transportation and  
Management Department, İstanbul University

(erolsari@istanbul.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Though shipping has got clear-cut advantages on certain points and increased its usage worldwide, has at the same time brought along several problems. In particular, crude oil and petroleum products, ship related sewage (bathing, basin usage, water closet etc), ballast water, gas-free operations and ship garbage have all created environmental problems of different sort. Despite so many studies have been affected so far with regard to pollution of surface sediments, no pollution effect having arisen from the port activities in the core sediments of the Sea of Marmara is known. Ambarlı Port area has been selected as study area in order to study the pollution effect of port activities on marine environment.*

*The said Port has served for the last ten years several merchant ships – figure wise 43.000. Port activities in the area from the point of view of recent pollution history have been enlightened by way of cores AMB 6, AMB 20 and AMB 33. Samples were collected from R/V Arar, owned by the İstanbul University, Institute of Marine Sciences and Management, on May 06, 2009 with gravity core sampler. Metal contents of cores sediments were analyzed in the İTÜ EMCOL laboratories through XRF core scanner and sediment dating were finalized in the Çekmece Nuclear Research Centre via <sup>210</sup>Pb analyzing method. All Results so achieved were assessed by way of enrichment factor (EF).*

*For the upper part of 30 cm of each cores have shown the following metal ranging as : Al 0.40 - 4.5%, Fe 0.5- 3.8%, As 0.2-16.6 ppm, Ba 13-272 ppm, Cr 20 - 413 ppm, Cu 10 - 1423 ppm, La 0.1 -109 ppm, Mo 0.3-18 ppm, Ni 96 – 452 ppm, Pb 45 - 266 ppm, Se 0.4-4.4 ppm, Sr 0.1-108 ppm, V 45 - 193 ppm and Zn 45 - 1398 ppm. The average metal contents of the cores is shown here by as in the same order: 1.16% (Al), 2.57 % (Fe), 3.5 ppm (As), 132 ppm (Ba), 120 ppm (Cr), 61 ppm (Cu), 19 ppm (La), 4.5 ppm (Mo), 285 ppm (Ni), 141 ppm (Pb), 1 ppm (Se), 59 ppm (Sr), 103 ppm (V) and 109 ppm (Zn). The sedimentation rate was calculated as 5cm/100 years by way of dating <sup>210</sup>Pb; 1.14 cm of sediment deposited since from the date in which the Ambarlı Port inaugurated commercial activity and all pollution based on port activities lie in the said section between 0-1.14 cm. As, Cr, Cu, Mo, Se, V and Zn contents having increased sharply in the upper part of the cores (between 0- 2 cm) has indicated that the recent pollution is linked with port activities. The mean EF values of the metals in the sediments cores are in the decreasing order: Cu > Al > Zn > As > Mo > Se > Pb > Ni > V > Cr > Ba > Sr > La.*

**Keywords:** Ambarlı Port, Sea of Marmara, sediment pollution, heavy metal

# MERSİN ŞEHİR MERKEZİNDEKİ CADDE TOZLARININ MİNERALOJİK BİLEŞİMLERİ, JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ, KÖKENLERİ VE ÇEVRE SAĞLIĞI AÇISINDAN OLUŞTURABİLECEĞİ RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Onur Tiryaki<sup>1</sup>, Mehmet Ali Kurt<sup>2</sup>, Musa Alpaslan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy Kampüsü, Mersin

<sup>2</sup> Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve

Uygulama Merkezi, Çiftlikköy Kampüsü, Mersin

(malikurt@mersin.edu.tr)

## ÖZ

Bu çalışmanın amacı, hızla gelişmekte ve sanayileşmekte olan Mersin ili şehir merkezindeki araç trafiğinin en yoğun olduğu caddelerde biriken cadde tozlarının mineralojik bileşimlerinin, jeokimyasal özelliklerinin ve kökenlerinin araştırılması, sağlık açısından barındırabilecekleri risklerin değerlendirilmesidir. Çalışma kapsamında, kentte özellikle ilkbahar ve yaz aylarında yoğun gözlenen cadde tozlarının karakterizasyonu için yaklaşık 20 km'lik bir hat boyunca cadde ve sokaklardan toz örnekleri toplanmış, örneklerin mineralojik bileşimlerinin saptanması için XRD yöntemi, ana element bileşimlerinin saptanması için XRF yöntemi, iz element ve ağır metal bileşimlerinin belirlenmesi için de ICP-MS yöntemi kullanılmıştır. Yapılan XRD tüm kayaç mineralojisi çalışmasına göre cadde tozlarının kuvars, kalsit, alkali feldispat, plajiyoklaz ve serpantin minerallerinden oluştuğu tespit edilmiştir. XRF ana element analizlerine göre cadde tozları başlıca CaO ve SiO<sub>2</sub> olmak üzere MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>'den oluşmuştur. ICP-MS analizlerine göre cadde tozlarında başlıca V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Sb ve Pb ağır metalleri belirlenmiştir. Bu elementlerin mg/l olarak ortalamaları V için 34.32, Zn için 247.36, Cu için 105.92, Cr için 118.69, Co için 8.5, Cd için 0.1, As için 6.3, Ni için 173.63, Sb için 3.64 ve Pb için 104.42'dir. Bu değerler topraktaki sınır değerleri ile karşılaştırılmış ve Cr, Ni ve Cu elementlerinin ortalama değerleri sınır değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu elementlerin dışında başta Zn ve Pb olmak üzere Sb, As ve V gibi ağır metaller kentin belirli noktalarda sınır değerlerin oldukça üzerinde derişimlerde görülmüştür. Özellikle otogar, sanayi sitesi, tren garı, şehir stadyumu, liman civarı, Ataş Rafinerisi yakınları ile Deliçay, Müftü Deresi, Mezitli Çayı akarsularına yakın alanlar bu elementlerce kirlenmiştir. Kentteki yüksek element konsantrasyonlarının sırası ile yoğun araç trafiği, endüstriyel faaliyetler ve litolojik kirlilik ile ilişkili olabileceği belirlenmiştir. Cadde tozlarının sahip olduğu yüksek mobilite, fiziksel kirliliğin yanısıra insan solunum ve dolaşım sistemine de kolayca katılabilmelerine olanak tanır. Bu durum doğrudan solunum sistemi hastalıklarını tetikleyici etki yapabildiği gibi, tozların bileşimlerine bağlı olarak kanser gibi daha büyük sağlık sorunlarına da yol açabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır metal, cadde tozu, çevre kirliliği, çevre sağlığı, Mersin

## **MINERALOGICAL COMPOSITIONS, GEOCHEMICAL PROPERTIES AND ORIGINS OF STREET DUST IN MERSİN CITY CENTER AND ASSESSMENT OF POTENTIAL ENVIRONMENTAL HEALTH RISKS**

**Onur Tiryaki<sup>1</sup>, Mehmet Ali Kurt<sup>2</sup>, Musa Alpaslan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy Kampüsü, Mersin, Turkey

<sup>2</sup> Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve

Uygulama Merkezi, Çiftlikköy Kampüsü, Mersin, Turkey

(malikurt@mersin.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Aims of this study are; investigation of mineralogical compositions, geochemical properties and origins of street dusts that accumulated on the rapidly developing and industrializing Mersin City center streets, which has a heavy traffic load and evaluation of them in terms of risk of environmental health. In order to characterization of street dusts, which are mostly observed during the summer and spring, samples were collected from a line about 20 km, XRD were used for determination of mineralogical compositions, XRF were used for major elements composition and ICP-MS used for of trace and heavy metal composition of samples. It is determined that the street dusts consist of quartz, alkali feldspar, plagioclase and serpentine minerals according to XRD whole rock mineralogy. According to XRF analysis, the dust samples have been formed mainly CaO, SiO<sub>2</sub>, and MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Mainly, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Sb and Pb elements were determined by ICP-MS analysis in the street dust. Mean values (mg/l) of V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Sb and Pb elements are 34.32, 247.36, 105.92, 118.69, 8.5, 0.1, 6.3, 173.63, 3.64 and 104.42 respectively. These values were compared with values of soil limits of pollution control regulation, and it is fixed that mean values of Cr, Ni and Cu were determined higher than limit value. In addition to these elements, especially Zn and Pb, then Sb, As and V elements were detected as higher than limit value in soil pollution control regulation in specific location of city. Especially bus station, industrial site, train station, city stadium, near the port, near the Ataş refinery and vicinity of the Deliçay, Müftü, Mezitli streams were polluted by these elements. The higher elements concentrations in the city were determined associated with intense vehicle traffic, industrial activity and lithological pollutants, respectively. Due to its high mobility, in addition to physical pollution, street dust is easily participated in the human respiratory and circulatory system. This situation is caused directly diseases of the respiratory system and may cause more seriously health problem like cancer.*

**Keywords:** Heavy metal, street dust, environmental health, environmental pollution, Mersin

# ÇAN (ÇANAKKALE) İLÇESİNDEKİ KÖMÜR MADENCİLİĞİ FAALİYETLERİNİN ALANSAL BAZDA DEĞİŞİMİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ (CBS) ORTAMINDA UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE BELİRLENMESİ

**Mehmet Ali Yücel<sup>1</sup>, Deniz Şanlıyüksel Yücel<sup>2</sup>, Alper Baba<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü,

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 17020 Çanakkale

<sup>2</sup>Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 17020 Çanakkale

<sup>3</sup>İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü,

Gülbahçe, Urla 35430 İzmir, Türkiye

(aliyucel@comu.edu.tr)

## ÖZ

Çan, Çanakkale ilinin maden işletmeciliği açısından en faal ilçesidir. Son 30 yıldır Çan ilçesi sınırları içerisinde birçok maden işletmesi faaliyet göstermiş, bunlardan bazıları faaliyetlerini zaman içerisinde sonlandırmış, bazıları ise faaliyetlerini sürdürmektedir. Özellikle küçük ve orta ölçekli maden işletmeleri daha kısa periyotlu faaliyetlerde bulunmaktadır. Bu maden işletmeleri faaliyetlerinin sona ermesinden sonra genellikle herhangi bir rehabilitasyon çalışması gerçekleştirilmeden işletme sahalarını terk etmektedir. İnsan müdahalesi sonucu doğal yapısı ve topografyası bozulan bu alanlarda büyük çukurlar oluşmaktadır. Özellikle yüksek sülfür içerikli linyit kömürünün çıkartılması işlemi sonrasında oluşan maden çukurlarına yüzeysel drenajın boşalması ve de yeraltı suyunun sızması sonucu suni göller meydana gelmiştir. Oluşan göl suları buldukları ortam nedeniyle zaman içerisinde pirit oksidasyonuna bağlı olarak asidik özellikler kazanarak asit maden göllerine dönüşmüştür.

Bu çalışmada Çanakkale ili Çan ilçesinde faaliyet gösteren küçük-orta ölçekli linyit işletmelerinden kaynaklanan asit maden göllerinin 1980 yılından günümüze kadar olan alansal değişimleri Landsat ve Quickbird uydu görüntüleri belirlenmiştir. Çalışma bölgesi olarak asit maden göllerinin yoğun olarak bulunduğu 25 km<sup>2</sup>lik bir alan seçilmiştir. Çalışma bölgesine ait uydu görüntüleri 10ar yıllık periyotlar ile ArcGIS yazılımı ortamında incelenmiş ve asit maden göllerinin sınırları sayısallaştırılarak vektör veri formatına dönüştürülmüştür. Daha sonra alansal değişimler hesaplanarak tablo ve grafikler halinde gösterilmiştir. Elde edilen veriler ArcGIS yazılımı ortamında harita ve grafikler ile görselleştirilerek çalışma bölgesine ait tematik haritaları oluşturulmuştur. 1980li yıllarda sayıca artış gösteren asit maden gölleri, sonraki 20 yıllık periyotta sayıca aşırı artış göstermemektedir. Fakat asit maden gölleri mevcudiyeti ve alansal artışı ile çevresel risk taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Asit maden gölü, coğrafi bilgi sistemi, görselleştirme, uydu görüntüsü, uzaktan algılama.

**DETERMINING OF BORDER CHANGING ON COAL MINING  
ACTIVITIES WITH SATELLITE IMAGES ON THE  
ENVIRONMENT OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS)  
IN ÇAN (ÇANAKKALE) COUNTY**

**Mehmet Ali Yücel<sup>1</sup>, Deniz Şanlıyüksel Yücel<sup>2</sup>, Alper Baba<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Department of Geodesy And Photogrammetry Engineering  
Canakale Onsekiz Mart University, 17020 Canakkale, Turkey

<sup>2</sup> Department of Geology Engineering, Canakale Onsekiz Mart University,  
17020 Canakkale, Turkey

<sup>3</sup> Department of Civil Engineering, Izmir Institute of Technology,  
Gulbahçe, Urla 35430 Izmir, Turkey  
(aliyucel@comu.edu.tr)

**ABSTRACT**

*Can, a county of the province of Canakkale, has the most activity concerning mining. During the last for 30 years lots of mining companies have been operating in Can Region. Many of these companies are still working on this region but, some of them have ended their operations. Generally, small and medium-scale mining companies are operating in a shorter period. They have abandoned the operation land without providing any working of rehabilitation. As a result of human intervention in the natural structure and topography of its earth surface causes the large holes and deterioration in these areas. Artificial lakes can occur by both surface discharge and under-ground leakage in abdicated open pit mining. High sulfur content of lignite exists in these areas. At the over time, these lakes gain acidic character due to acid generation from pyrite oxidation.*

*In this study, areal changes for acid mining lakes inflicted due to the lignite mining companies with small and medium size, in Can (Canakkale) from 1980 to the present, have been determined using Landsat and Quickbird satellite images. For case study, an area of 25 km<sup>2</sup> has been chosen where acid mine lakes are commonly located at. Using ArcGIS software, periodically determined satellite images for about ten years have been analyzed, borders of acid mine lakes have been digitalized and converted into vector data format. Then, the areal changes are computed and presented via tables and graphics. Then areal changes have been computed and presented via tables and graphics. Thereby, thematic maps of the studying area are created by visualizing some graphics in ArcGIS software. Although, in 1980's the number of acid mine lakes were increased, they did not indicate the same increment numerically. It is clear that acid mine lakes have risk due to their presences and areal increments.*

**Keywords:** Acid mine lake, geographic information system, visualization, satellite image, remote sensing.

## İZMİR METROPOL ALANI İÇİN ÇOKLU PARAMETRE TEKNİĞİ KULLANILARAK CBS DESTEKLİ KATI ATIK DEPOLAMA ALANI YER SEÇİMİ

**Celalettin Şimşek<sup>1</sup>, Alper Elçi<sup>2</sup>, Orhan Gündüz<sup>2</sup>,**

**Nurcihan Taşkın<sup>1</sup>, Cihan Taylan Akdağ<sup>1</sup>, Hakan Elçi<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, Torbalı, İzmir*

*<sup>2</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Buca, İzmir  
(celalettin@deu.edu.tr)*

### ÖZ

Hızlı nüfus artışı beraberinde ciddi bir katı atık bertaraf ve depolama sorununu da getirmiştir. Atık depolama yer seçimi planlı yapılmadığı takdirde önemli çevresel problemlere ve su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Düzensiz depolama alanları, yarattıkları olumsuz etkilerden dolayı çevresinde yaşayan insanların gerek sağlığına bir tehdit oluşturmakta gerekse de sosyolojik açıdan sıkıntılara neden olmaktadır. Bu nedenle, bir atık depolama sahasının yer seçiminde çevresel, jeolojik, sosyolojik ve mühendislik faktörlerin bir arada değerlendirilmesi ve bunun sonucunda en uygun ve ekonomik sahanın tespit edilmesi önem taşımaktadır. İzmir ili, Ege Bölgesi'nin en büyük yerleşim alanlarından biri ve 3.370.866 nüfusu ile atık bertarafı konusunda önemli problemler yaşayan bir metropol alanıdır. Halen kullanılmakta olan Harmandalı depolama sahası ömrünü tamamlamış olması nedeniyle yeni bir depolama sahasının belirlenmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu noktadan hareketle, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tekniği yardımıyla jeolojik, hidrojeolojik ve çevresel açıdan önemli olan 14 parametre kullanılarak İzmir metropol alanı için yeni bir katı atık depolama sahası yer seçimi yapılmıştır. Yapılan analizde baraj havzaları, tarım alanları, yerleşim alanları, sit alanları, askeri alanlar, hava alanları ve 200 m üzerindeki yüksek kotlu alanlar değerlendirme dışı tutulmuştur. Ayrıca yer seçiminde 100 ha ve üzerindeki alanlar tercih edilmiştir. İzmir ili sınırları içerisinde coğrafik yapının engebeli olması, mevcut düz alanların da tarım alanları ve Tahtalı, Balçova gibi baraj havzalarının koruma alanları olması ve bunlara ek olarak bölgede turistik alanların ve sit alanlarının da oldukça yaygın olması gibi nedenlerle atık depolama sahası için yer seçimini oldukça kısıtlamaktadır. Oldukça geniş bir yüzölçümüne sahip olmasına karşın, İzmir ili için depolama alanı olabilecek alternatif sahalarda oldukça sınırlıdır. Bu çerçevede, yapılan depolama yer seçimi analizine göre İzmir için tek bir saha yerine kuzey, güney ve doğu kesimlerinde olmak üzere üç farklı sahanın daha küçük ölçekli depolama alanları olarak planlanmasının daha ekonomik ve kolay olacağı sonucuna varılmıştır. Ancak, İzmir gibi büyük metropoller için depolama alanı yer seçiminde en önemli sorun, NIMBY olarak kısaltılan ve "Not In My BackYard" sendromu olarak da bilinen halk tepkisidir. Bilimsel olarak seçilen tüm alternatif sahalarda, ele alınan tüm seçim kriterlerini sağlasalar dahi bölgede yaşayan insanların tepkisi olduğu sürece hayata geçirilememektedir. Bu nedenle depolama yer seçiminde öncelikle halk tepkisinin azaltılmasına yönelik sosyolojik çalışmalar da yapılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Atık depolama yer seçimi, CBS, İzmir



## **LANDFILL SITE SELECTION USING GIS INTEGRATED MULTI-CRITERIA PARAMETERS FOR İZMİR METROPOLIS IN TURKEY**

**Celalettin Şimşek<sup>1</sup>, Alper Elçi<sup>2</sup>, Orhan Gündüz<sup>2</sup>,  
Nurcihan Taşkın<sup>1</sup>, Cihan Taylan Akdağ<sup>1</sup>, Hakan Elçi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Torbali Technical Vocational School of Higher Education,  
Dokuz Eylul University, Izmir, 35860, Turkey

<sup>2</sup>Department of Environmental Engineering,  
Dokuz Eylul University, Izmir, 35160 Turkey  
(celalettin@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Rapid population growth has brought a serious problem of solid waste disposal and storage. When landfill site selection is done in an unplanned manner, significant environmental problems and pollution of water resources might occur. An unplanned landfill site can create negative impacts on people living in the vicinity of the site from public health and sociological view point. Therefore, landfill site selection must consider geological, sociological and engineering factors together to determine the most suitable and economical site. Izmir metropolitan area is one of the largest residential areas in the Aegean Region with a population of 3.370.866 and experiences important waste disposal problems. The current disposal site, Harmandali waste area, has reached its capacity and thus, it is inevitable to find a new storage area. For this reason, 14 major parameters covering a range of geological, hydrogeological and environmental aspects are assessed with Geographical Information System (GIS) to find a new solid waste disposal site for Izmir Metropolitan area. Within the scope of this analysis, watershed protection areas, agricultural, residential, conservation and military areas, airports and areas with over 200 m high elevation were excluded from further consideration. In addition, minimum site area was set to be 100 hectares. Due to the rugged geography of Izmir province as well as the presence of large agricultural areas, protection zones of Tahtali and Balçova dams and areas of touristic significance, suitable waste storage areas are limited. Despite having a fairly large provincial area, alternative sites are limited for selection as waste storage areas. In this context, instead of a single storage site, selection of several smaller sized sites was concluded to be more economical and easier to find. Thus, three separate storage sites in northern, southern and eastern parts of the province were found to be more economical and easy to find. However, for major metropolitan areas such as Izmir, the most important problem in site selection is the NIMBY ("Not In My Backyard") syndrome which is also known as the response of local people. Although all alternative sites are chosen scientifically, these areas might not be used due to the opposition from local people. For this reason, sociological studies must first be conducted to reduce public's reaction.*

**Keywords:** GIS, landfill site selection, Izmir

## ERGENE HAVZASI, ÇORLU-ÇERKEZKÖY KESİMİNDE YERALTISULARINDAKİ AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

**Orhan Arkoç**

*Kırklareli Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, 39100 Kırklareli  
(orhan.arkoc@kirkklareli.edu.tr)*

### ÖZ

İstanbul'un sanayiden arındırılması çalışmaları mekansal olarak doyuma ulaşan İzmit ve çevresindeki yükün azaltılmasını hedefleyen yetmişli yılların başındaki planlamanın bir sonucu olarak 1973 yılında Çerkezköy Organize Sanayi bölgesi kurulmuş ve daha sonra bu genişlemeye Çorlu bölgesi de dahil edilmiştir.

Çorlu-Çerkezköy karayolu çevresinde 1973 yılından günümüze sanayi kuruluşlarının sayısı hızla artmış, buna bağlı olarak nüfusun çoğalması ile içme, kullanma, sulama ve sanayi suyu gereksinimi önemli boyutlara ulaşmıştır.

Öte yandan sanayi kuruluşları proses sularını yakın zamana kadar Ergene Nehri'nin bir kolu olan Çorlu Deresi'ne bırakmışlardır. Çorlu deresi, yeraltı suyu taşıyan Ergene Formasyonu ile doğrudan temas halinde bulunduğundan akifer için bir kirletici odağa dönüşmüştür.

Bu çalışmada bir yıllık süre içinde havzada belirlenen 17 kuyudan alınan yeraltı sularında aylık periyotlar ile Fe, Zn, Mn, Cr, Cd, Pb analizleri yapılmış ve kirlilik durumu ortaya konmuştur. Yapılan araştırmalar sonucunda inceleme alanının Çorlu- Vakıflar (GB) kesiminde yeraltı sularındaki Cr, Cd ve Pb konsantrasyonlarının yıllık ortalamalarının sırasıyla 0,65mg/l, 0,04 mg/l ve 0,23 mg/l olduğu ve bu değerlerin TSE, EPA ve WHO sınır değerleri aştığı görülmüştür. Bu değerlerdeki artışın muhtemel nedeni çalışma alanında yer alan tekstil, deri ve diğer sanayi kuruluşlarının ağır metal içerikli proses sularının akifere karışmasıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Ergene Havzası, yeraltısuyu, ağır metal, kirlilik

## **INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION OF GROUNDWATER'S OF ÇORLU-ÇERKEZKÖY PART OF ERGENE BASIN**

**Orhan Arkoç**

*Kırklareli University, Vocational School of Technical Sciences, 39100 Kırklareli, Turkey  
(orhan.arkoc@kirkklareli.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*After the decentralization of İstanbul metropolitan area and İzmit from industry at the beginning of 1970's, Çerkezköy region was chosen as a new place. In 1973 and Çorlu region has also become an industrialized area.*

*The number of the industrial organizations has increased since 1973. And with the increasing population, the necessity of water, for drinking, watering and industrial purposes has also increased.*

*On the other hand, process waters of industrial organizations are let into Çorlu Creek until recently. Due to this, Çorlu Creek, which is directly contacted with the Ergene Formation-the main aquifer in the region- became a contamination source for the groundwater.*

*In this study, Fe, Zn, Mn, Cr, Cd, Pb analysis of ground waters of 17 wells determined in the basin, are carried out monthly during a year. Studies show that, Çorlu-Vakıflar part of the study area (SW), annual maximum concentrations of Cr, Cd, and Pb in the groundwaters are 0,65mg/l, 0,04 mg/l and 0,23 mg/l respectively. These values exceed TS, EPA and WHO desired values. Possible reason for this high values might be the infiltration of the process waters of textile, leather and other industries to the aquifer; located in the study area.*

**Keywords:** *Ergene basin, groundwater, heavy metal, pollution*

# GÜMÜŞKÖY (KÜTAHYA) MADEN SAHASINDA DOĞAL OLARAK BÜYÜMÜŞ KARASAL OTSU BİTKİLERDE TALYUM BİRİKMESİ VE DAĞILIMI

**Ahmet Şaşmaz, Derya Yıldırım**

*Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119, Elazığ  
(asasmaz@firat.edu.tr)*

## ÖZ

Bu çalışma 12 farklı bitki türünün [*Alyssum saxatile* (AL), *Anchusa arvensis* (AN), *Centaurea cyanus* (CE), *Carduus nutans* (CR), *Cynoglossum officinale* (CY), *Glaucium flavum* (GL), *Isatis* sp. (IS), *Onosma* sp. (ON), *Phlomis* sp. (PH), *Silene compacta* (SL), *Tripleurospermum maritimum* (TR), and *Verbascum Thapsus* (VR)] kök ve dallarındaki talyum birikimi ve dağılımı incelenerek, topraktan bitkinin farklı kısımlarına gümüş ve arsenik taşınımı irdelenmiştir. Çalışma alanındaki bu bitkiler, ılıman karasal iklimle sahip, Gümüşköy (Kütahya) Ag-Pb maden sahasının yüzey topraklarında doğal olarak büyümüşlerdir. Bitki örnekleri ve ilişkili topraklar araziden toplanmıştır. Alınan örneklerden Tl içeriklerini belirlemek için ICP-MS’de analiz edilmiştir. Bitki örneklerinin dal, kök ve topraklarındaki ortalama Tl değerleri sırasıyla 297, 299 ve 163 ppm’ dir. Çalışma alanındaki bitkilerin kökleri (ECR) ve dalları (ECS) için ortalama zenginleşme katsayıları 2.03 ve 2.56 şeklindedir. Talyumun 1’den büyük ECR ve ECS değerleri nedeniyle kök için AN, CR, CY, IS, PH ve VR bitkileri, dal için ise CY, IS, SL ve VR bitkileri çok iyi birer hiperakümülatör bitkiler olarak ortaya konmuştur. Dolayısıyla, bu bitkiler fitoremediasyon çalışmalarında yararlı olabilir ve talyumca kirlenmiş toprak ve alanların rehabilitasyonu ve temizlenmesi çalışmalarında kullanılabilirler. Ayrıca, bu bitkilerin talyum için translokasyon faktörleri (TLF), bitki kökünden bitki dalına olan talyum taşınım yeteneğini işaret etmektedir. Bu bitkilerin TLF değerleri incelendiğinde; talyum taşınımının CE, CY, IS, ON ve SL gibi bitkilerinde daha etkili olduğu görülmüştür..

**Anahtar Kelimeler:** Tl alımı, karasal bitkiler, zenginleşme katsayısı, translokasyon faktörü, fitoremediasyon

**DISTRIBUTION AND ACCUMULATION OF THALLIUM IN  
TERRESTRIAL (HERBIVOROUS) PLANTS GROWING NATURALLY  
IN THE GÜMÜŞKÖY (KÜTAHYA) MINING AREA, TURKEY**

**Ahmet Şaşmaz, Derya Yıldırım**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Fırat Üniversitesi, 23119, Elazığ, Türkiye  
(asasmaz@firat.edu.tr)*

**ABSTRACT**

*This study investigated Thallium (Tl) uptake and transport from the soil to different plant parts by documenting the distribution and accumulations of Tl in the roots and shoots of 12 plant species [*Alyssum saxatile* (AL), *Anchusa arvensis* (AN), *Centaurea cyanus* (CE), *Carduus nutans* (CR), *Cynoglossum officinale* (CY), *Glaucium flavum* (GL), *Isatis sp.* (IS), *Onosma sp.* (ON), *Phlomis sp.* (PH), *Silene compacta* (SL), *Tripleurospermum maritimum* (TR), and *Verbascum Thapsus* (VR)]. All of these plants were growing naturally in surface soils of the Gumuskoy Ag-Pb mining area (Kutahya, Turkey), a region with a mild continental climate. Plant samples and their associated soils were collected and analyzed for Tl contents by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Mean values in the soils, roots, and shoots of all plants were 163, 299 and 297 ppm for Tl, respectively. The mean enrichment factors for root (ECR) and shoot (ECS) of these plants were 2.03 and 2.56 for Tl, respectively. The results showed that AN, CR, CY, IS, PH and VR plants for the root and CY, IS, SL and VR plants for the shoot were very good bioaccumulator/hyperaccumulator because their ECRs and ECSs are higher than 1. Therefore, these plants may be particularly useful in phytoremediation and they can also be used to clean or rehabilitate soils and areas contaminated by Tl. The TLF values indicated that the ability to transfer Tl from the roots to the shoot. According to the results of TLF values; that transfer was more efficient in CE, CY, IS, ON and SL plants for Tl.*

**Keywords:** *Tl uptake, terrestrial plants, enrichment coefficient, translocation factor, phytoremediation,*



**ÇEVRE JEOLJİSİ VE TIBBİ JEOLJİ**  
***ENVIRONMENTAL AND MEDICAL GEOLOGY***

**Posterler/*Posters***

## BATI ADANA KENTSEL GELİŞME BÖLGESİNDE BAZI YÜZEY, YERALTISUYU VE JİPS İÇERİKLİ BİRİMLERİN OLASI SÜLFAT ATAĞI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Tolga Çan<sup>1</sup>, Muhterem Küçükönder<sup>1</sup>,  
Mustafa Akyıldız<sup>1</sup>, Zeynep Demiray<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 32260 Isparta  
(tolgacan@cu.edu.tr)

### ÖZ

Yüksek çözünübilirliğe sahip olan jips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) minerallerinin potansiyel etkilerinin arazi kullanım planlamalarında ve jeoteknik saha incelemelerinde gözönünde bulundurulması gerekmektedir. Jipsli birimlerin karstik yapılar meydana getirmesi ve bünyesindeki moleküler suyu kaybederek anhidrite ( $\text{CaSO}_4$ ) veya tekrar su alarak jipse dönüşümü sırasında, önemli hacimsel değişiklikler meydana gelmektedir. Bunun yanı sıra, dış ve iç kaynaklı sülfat iyonları ile çimento bileşenleri arasındaki kimyasal ve fiziksel etkileşimler “sülfat atağı” olarak isimlendirilmektedir. Meydana gelen sülfat atağı betonda genleşme ve donatıda korozyona yol açarak bozunmaya neden olabilmektedir.

Akdeniz Geç Miyosen istifleri içerisinde kalın evaporit yataklarının çökmesinin, “Messiniyen Tuzluluk Krizi” sonucu oluştuğu bilinmektedir. Adana baseni Tersiyer istifinin en geç birimi, başlıca kırıntılı sedimanlar ile evaporitik birimlerden oluşan şehrin kuzeyinde geniş alanlarda yüzeyleyen Handere Formasyonu ile temsil edilmektedir. Evaporit birimleri tuz ve jips minerallerinden oluşmakta olup sadece “Gökkuyu Alçıtaşı Üyesi” olarak isimlendirilen jipsli birimler yüzeyde mostra vermektedir. Adana kent merkezinin kuzeyini Seyhan Baraj Gölü sınırlandırmaktadır. Son yıllarda Adana kent merkezi yer yer jipsli birimlerinde yüzeylendiği kuzey ve batıya doğru hızlı bir gelişme göstermektedir. Adana kentsel gelişme alanları ve değişimlerinin belirlenmesi amacıyla 1987, 2003 ve 2010 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri, hedef tespit yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Buna göre özellikle çalışma alanını oluşturan Adana kent merkezinin kuzey ve batı kesimindeki yerleşim alanlarında son 23 yıl içerisinde % 200’den fazla bir artış belirlenmiştir.

Gökkuyu Alçıtaşı Üyesi genişliği 500m’nin altında uzun mercekle halinde yaklaşık D-B doğrultusunda yüzlekler vermektedir. Bununla birlikte kentleşmeye bağlı olarak bazı yapı temelleri ile yol kazıları sonucu üstündeki örtü birimlerinin kaldırılması ile de açığa çıkmaktadır. Çalışma alanında bazı konut ve okul gibi binalar doğrudan jips veya jips içeriği yüksek birimlerin üzerine oturmaktadır. Bu çalışmada bazı yüzey ve yeraltı suları içindeki sülfat miktarları ile jipsli birimler içindeki suda çözünabilir sülfat içeriklerini belirlemek amacıyla çalışma alanından numuneler alınmıştır. Deneyler ASTM C1580 ve C114 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Su numunelerinde 3719 mg/l’ye varan sülfat miktarı, jipsli birimlerde ise % 12’ye varan suda çözünabilir sülfat içerikleri ölçülmüştür. Amerikan beton enstitüsü (ACI) ACI 318-05 Standartlarına göre gerek sulardaki sülfat miktarı ve gerekse suda çözünabilir sülfat içeriği değerlerine göre bazı bölgelerin beton üzerine sülfat atağı etkisi açısından etkili ve çok etkili olabileceği sonucu elde edilmiştir. Dolayısıyla bölgede yapılacak jeoteknik saha incelemelerinde olası sülfat atağı etkilerinin göz önünde bulundurulması önerilir.

**Anahtar Kelimeler:** Jips, suda çözülebilir sülfat, sülfat atağı



## **ASSESSMENT OF THE POTENTIAL SULFATE ATTACK OF SOME SURFACE, GROUNDWATER AND GYPSUM BEARING UNITS IN THE WESTERN URBAN DEVELOPMENT DISTRICT OF ADANA**

**Tolga Çan<sup>1</sup>, Muhterem Küçükönder<sup>1</sup>,  
Mustafa Akyıldız<sup>1</sup>, Zeynep Demiray<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Çukurova University, Department of Geological Engineering,  
01330, Sarıçam, Adana, Turkey

<sup>2</sup>Süleyman Demirel University, Department of Geological Engineering,  
32260 Isparta, Turkey  
(tolgacan@cu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The potential effects of highly soluble gypsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) minerals should be envisaged both in land use planning and geotechnical site investigations. Formation of karstic features by dissolution of gypsum units and anhydrite ( $\text{CaSO}_4$ ) emerged after dehydration of primary gypsum or rehydration of the anhydrite to gypsum introduces considerable volumetric changes. Additionally, the chemical and physical processes caused by reactions of numerous cement components with sulfate ions originating from external or internal sources are called as "sulfate attack". The sulfate attack may cause deterioration of the concrete by leading to expansion and corrosion of reinforcement.*

*It is known that the thick evaporite deposits in the Late Miocene Mediterranean sequences were occurred as a result of "Messinian Salinity Crisis". The uppermost Tertiary sequence of the Adana Basin is represented by Handere formation that is widespread on the northern part of the city and mainly made up of clastic units accompanying with evaporite member. Evaporite units are mainly represented by salt and gypsum minerals but only the gypsums namely the "Gökkuyu Gypsum Member" is cropped out. Seyhan dam reservoir delimits the northern boundary of the urban area of Adana. The urbanization trend in Adana city has been increasingly oriented towards the N and W for the last several decades. In order to identify the urbanization change in Adana city center, target detection approach using Landsat images for the years 1987, 2003 and 2010 were evaluated. Accordingly, more than 200% increment in settlement areas, especially in the N and W parts of the city center, were determined for an interval of 23 years.*

*Gökkuyu Gypsum Member extends roughly E-W direction and presents longitudinal outcrops with extent lower than 500m. However, new outcrops emerge due to the excavation works for the new transportation facilities and the building foundations. Some structures such as residences and school were directly constructed either on gypsum or gypsum bearing units. In this study representative samples were taken in order to determine sulfate and water soluble sulfate contents of surface water, groundwater and gypsum bearing units, respectively. ASTM C1580 and C114 standards were followed for the laboratory tests. The sulfate amount in water samples and the water soluble sulfate contents in gypsum bearing units were measured up to 3719 mg/l and 12 %, respectively. According to the ACI 318-05 standards of the American Concrete Institute (ACI) measured sulfate in water and water soluble sulfate in gypsum units may have severe to very severe degree of sulfate exposure in some regions for the potential impact of sulfate attack. Consequently, sulfate attack potential should be considered in the region during the geotechnical site investigation studies.*

**Keywords:** Gypsum, water soluble sulfate, sulfate attack

## ASİT MADEN DRENAJININ (AMD) YERALTISUYU KALİTESİNE ETKİSİ

**Tuba Rastgeldi Doğan<sup>1</sup>, M. İrfan Yeşilnacar<sup>2</sup>,  
Zekiye Kadırağaçlı<sup>2</sup>, Erkan Şahinkaya<sup>2</sup>, Mustafa Kumral<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Harran Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 63190 Şanlıurfa

<sup>2</sup> Harran Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 63190 Şanlıurfa

<sup>3</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul  
(tubarastgeldi@gmail.com)

### ÖZ

Atık barajlar, maden atık dökümleri, yığın liçleri ve cevher stok sahasından türeyen Asit Maden Drenajı (AMD); asılı katı madde, asitler, tuzlar, ağır metaller, metaloitler ve sülfat gibi çözünmüş kirleticiler içerdiğinden maden sahasından çevreye deşarj edilmektedir. AMD'lerin çevreye kontrolsüz deşarjı, yüzeysel sularını, sucul yaşamı, bitkileri, toprağı, sediman ve yeraltisularını olumsuz etkilemektedir.

Bu çalışmada, M.Ö. 2000 yılından beri ve modern yöntemlerle de 1939 yılından beri işletilen Maden (Elazığ) Açık Bakır İşletmesi sahasının yeraltı suyu kalitesindeki değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanında yeraltisuları ve kaynak sularından Ekim 2009 – Temmuz 2010 dönemleri arasında mevsimsel olarak su numuneleri alınarak fiziksel ve kimyasal parametreler (pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik, Na, K, Ca, Mg, Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Fe, Co, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Al, Cd ve Pb) için ölçüm ve analizler yapılmıştır. Yeraltı suyu kalitesi, insan tüketimi ve tarımsal kullanım açısından uygunluğunun hidrokimyasal olarak belirlenmesi için değerlendirilmiştir.

Tüm su örneklerinde, analiz edilen ve ölçülen parametreler, ulusal ve uluslararası standartlar, normlar, direktif ve yönetmelikler bakımından, insan tüketimi ve tarımsal kullanım açısından maksimum kabul edilebilir konsantrasyonların altındadır. Ayrıca, aynı bölgede yapılan önceki çalışmaların sonuçlarının maden sahasındaki, topraklara, dere sedimanlarına, bitkilere ve yüzey sularına olası etkileri tartışılmıştır. Buna göre; maden sahası civarındaki toprak örnekleri, kontamine olmamış topraklara kıyasla, bakırca 106 kez, nikelce 25 kez, kobaltça 10 kez kromca 5 kez ve manganca 3 kez daha fazla kirletilmiştir. Bazı ağır metaller (Cu, Pb, Zn, As, Cd ve Fe) dere sedimanlarının ince taneleri üzerine konsantre olmuştur. Tüm bitki türlerinde, Cu, Fe, Mn ve Zn kirlenmesi tespit edilmiştir. Ayrıca, Maden Çayı'nın mansabında, menbaya kıyasla, önemli derecede ağır metal kirlenmesi gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Asit Maden Drenajı (AMD), yeraltisuyu kirlenmesi, içme suyu, sulama suyu, Maden

## **EFFECT OF ACID MINE DRAINAGE (AMD) ON GROUNDWATER QUALITY**

**Tuba Rastgeldi Doğan<sup>1</sup>, M. İrfan Yeşilnacar<sup>2</sup>,  
Zekiye Kadırağagil<sup>2</sup>, Erkan Şahinkaya<sup>2</sup>, Mustafa Kumral<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Harran University, Department of Soil Science and Plant Nutrition,  
63190 Şanlıurfa, Turkey

<sup>2</sup> Harran University, Department of Environmental Engineering, 63190 Şanlıurfa, Turkey

<sup>3</sup> İstanbul Technical University, Department of Geological Engineering,  
34469 Maslak, İstanbul, Turkey  
(tubarastgeldi@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Acid Mine Drainage (AMD) derived from tailings dams, mine waste dumps, heap leach pads, and ore stockpiles should not be released from the mine site by virtue of the presence of suspended solids and dissolved contaminants such as acid, salts, heavy metals, metalloids, and sulfate. The uncontrolled discharge of AMD into the environment has adverse effects on surface waters, aquatic life, plants, soils, sediments, and groundwaters.*

*This study was undertaken to determine the variation in groundwater quality of an open-pit copper mine of Maden (eastern Turkey) which have been operated since 2000 B.C. and with modern methods since 1939. Physical and chemical parameters (including pH, temperature, electrical conductivity, Na, K, Ca, Mg, Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Fe, Co, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Al, Cd and Pb) of the groundwater and spring water samples from study area were measured on a seasonal basis between October 2009 and July 2010. The groundwater quality was hydrochemically assessed in order to determine its suitability for human consumption and agricultural use.*

*The measured and analyzed parameters in all the water samples were below the maximum admissible concentrations as per the international and national standards, guidelines, directive and regulations for human consumption and for agricultural purposes. In addition, the results of previous studies on possible effects of the mine site on soils, stream sediments, plants and surface water in the same area were discussed. Accordingly, soil samples in the area had much higher metal concentrations compared to uncontaminated soil samples (106 times for Cu, 25 times for Ni, 10 times for Co, 5 times for Cr and 3 times for Mn). Some heavy metals (including Cu, Pb, Zn, As, Cd and Fe) were concentrated on the fine fraction of stream sediments. In all the plant species Cu, Fe, Mn and Zn contamination were detected. In addition, it was not observed significant heavy metal pollution in the upstream of the Maden stream, while in the vicinity of the mining plant and downstream of the stream remarkable heavy metal pollution were detected.*

**Keywords:** Acid Mine Drainage (AMD), groundwater contamination, drinking water, irrigation water, Maden

## ASİT MADEN DRENAJ SULARININ ÇEVRESEL ETKİLERİ: EMİRLİ ANTİMON YATAĞI ÖRNEĞİ, BATI TÜRKİYE

**Selma Demer (Altinkale), Ümit Memiş, Nevzat Özgür**

*Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları  
Araştırma ve Uygulama Merkezi, 32260 Isparta  
(selmademer@sdu.edu.tr)*

### ÖZ

Emirli antimon yatağı, Batı Anadolu'da Menderes Masifi'nde Küçük Menderes Kıtasal Rift Zonu'nun güney kanadında yer alır. İnceleme alanı, Prekambriyen-Kambriyen yaşlı gnayslar, Paleozoyik örtü şistleri ve bunları üzerleyen Permien yaşlı kuvarsitlerden oluşmaktadır. Gnayslar yörede gözlü gnayslar, bantlı gnayslar, şisti ince taneli gnayslar, ince taneli biyotit gnayslar ve granit gnayslar olarak ayrılabilirler. Emirli yöresinde geniş alanlar kaplayan mikaşitler taban kayaları örtmektedir. Yankayaçların hidrotermal alterasyonu arazide kendini özellikle renk değişimi ile göstermektedir ve özellikle cevherleşme alanında fillik, arjillik ve silisleşme zonları ile temsil edilmektedir. Emirli antimon yatağında cevher mineral topluluğu stibnit, pirit, arsenopirit, sfalerit, kalkopirit, tetraedrit, markazit, zinober, orpiment, realgar, demir hidroksit ve nabit altından oluşmaktadır. Emirli antimon madeninden cevher kazanımı galeri sistemiyle yapılmaktadır. Galeriden gelen asit maden drenaj suları bir havuzda bekletildikten sonra deşarj edilmektedir. Düşük pH (2,91) ve yüksek elektriksel iletkenlik değeri (EC: 3331 mS/cm) nedeniyle çözülmüş halde bulunan (SO<sub>4</sub>: 2332 mg/l, Fe: 340,80 mg/l, As: 3,36 mg/l vb.) iyonlar yüksek derişime sahip olup bölgedeki yeraltı sularının kirlenmesinde rol oynayabilir. Bu nedenle asitli drenaj suyunun akış yönü boyunca izlenerek çevreye yaratabileceği olumsuz etkiler araştırılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Emirli, antimon, asit maden drenaj suyu, AMD, kirlilik

**THE ENVIRONMENTAL EFFECT OF ACID MINE DRAINAGE  
WATERS: A CASE STUDY EMİRLİ ANTIMONY MINE,  
WESTERN TURKEY**

**Selma Demer (Altinkale), Ümit Memiş, Nevzat Özgür**

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Research and  
Application Center for Geothermal Energy,  
Groundwater and Mineral Resources, 32260 Isparta, Turkey  
(selmademer@sdu.edu.tr)

**ABSTRACT**

*Emirli antimony mine is located at the SE margin of Küçük Menderes rift zone within the Menderes Massif of western Anatolia. The study area consist of Precambrian-Cambrian aged gneisses, Paleozoic schists and Permian quartzites. The gneisses is classified as augen gneisses, banded gneisses, fine-grained gneisses, fine-grained biotite gneisses, and granite gneisses in the area. Basement rocks are covered by mica schists in Emirli region. The hydrothermal alteration of the host rocks can be recognized by a distinct colour change at the surface of the field and is distinguished by phyllic, argillic, and silicic zones. The ore mineral assemblage consists of stibnite, pyrite, arsenopyrite, sphalerite, chalcopyrite, tetrahedrite, marcasite, cinnabar, orpiment, realger, iron hydroxide, and native gold in Emirli antimony mine. Acid mine drainage waters from the gallery are discharged after waiting in a pool. Due to the low pH (pH: 2,91) and high electrical conductivity (EC: 3331 mS/cm) values are dissolved ions (SO<sub>4</sub>: 2332 mg/l, Fe: 340,80 mg/l, As: 3,36 mg/l etc.) highly concentrations and this may play a imported role in groundwater pollution. For this reason, flow direction of acidic drainage water should be controlled and the possible negative effects should be investigated.*

**Keywords:** Emirli, antimony, acidic mine drainage water, AMD, pollution

# GÜMÜŞHANE İLİ ŞEHİR MERKEZİNDEN GEÇEN DEVLET KARAYOLUNDAKİ AKASYALARDA VE TOPRAKTA TRAFİĞE BAĞLI İZ ELEMENT BİRİKİMİNE AİT İLK BULGULAR

**Alaaddin Vural, Erdem Şahin**

*Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
(vural@gumushane.edu.tr)*

## ÖZ

Bu çalışma kapsamında, Gümüşhane devlet karayolu boyunca toprak ve akasya dallarındaki (robinia pseudoacacia), Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Rb, Sr, V, ve Zn gibi iz element konsantrasyonlarının (özellikle ağır metallerin) şehirleşme ve trafiğe bağlı değişimin irdelenmektedir. Gümüşhane, bölgenin jeolojik yapısı nedeniyle dar bir vadi içinde yer almakta olup, içinden bölgenin en yoğun karayollarından biri olan Türkiye-İran karayolunun geçmesi sebebi ile yoğun trafikten etkilenmektedir. Bu etkenlere bağlı olarak çalışma alanında toprak ve bitkilerde (özellikle akasya dallarında) iz element (özellikle ağır metal) birikimi riski yüksektir. İnceleme alanında, toprak ve akasya dallarındaki iz element birikiminin değerlendirilmesi jeo-birikim indeksine, zenginleşme faktörüne (EF), kirlenme faktörüne ve kirlenme derecesine göre yapıldı. İz element birikimini incelemek için toprak ve akasya dallarına ait örnekler yol boyunca birkaç profilden alındı. Akasya dallarının iz element analizleri ICP-AES, toprak örneklerinin iz element analizleri ise XRF spektrometresiyle gerçekleştirildi.

Elde edilen verilere göre, çalışma alanındaki toprakların iz element birikimine maruz kaldığı ve normal konsantrasyondan bir miktar yüksek seviyede toksik element seviyesine sahip olduğu görülmüştür. Topraktaki belli başlı iz element konsantrasyonları, Cr (22-36 ppm), Cu (8-37 ppm), Zn (76-477 ppm), Co (5-10 ppm), Mn (775-4648 ppm), As (10-32 ppm), Sr (3-380 ppm), Rb (10-44 ppm), Pb (15-747 ppm), V (26-145 ppm) arasında değişmektedir. Akasya dalındaki iz element değerleri ise; Cr (0.32-11.73 ppm), Cu (1.58-34.40 ppm), Zn (3.77-47 ppm), Co (0.46-0.93 ppm), Mn (3.54-14 ppm), As (1.82-2.08 ppm), Sr (19.55-77.15 ppm), Sn (9.9-11.7 ppm), Al (10.15-203 ppm), Ba (3.14-18.50 ppm), Mo (7.33-56.45 ppm), Ni (1.09-9.85 ppm) arasında değişmektedir.

Yapılan çalışma sonucunda akasya dalları toprağa göre daha az miktarda iz elementi bünyesinde biriktirdiği için, iz element birikimlerinin incelenmesine yönelik çalışmalarda akasya dallarının kullanılmasının uygun olmadığı görülmüştür. Toprak örneklerinde ise bazı iz elementlerin (Pb, Zn) yüksek EF gösterdiği, toprağın ağır metal açısından bir miktar kirlendiği tespit edilmiştir. Genel anlamda kirlenme karasal ve sulcu ekosistemler için önemli çevresel tehlikelere sebep olabilir. Gümüşhane'nin yerleşim konumu ve hidrolojik özellikleri dikkate alındığında, kirliliğin bölgenin ekosistemleri üzerinde olumsuz etkiler meydana getirebileceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çevre jeolojisi, bitki jeokimyası, jeokimya, akasya (robinia pseudoacacia), Gümüşhane

**PRELIMINARY FINDINGS OF TRACE ELEMENTS  
ACCUMULATION IN SOIL AND ACACIA FOR VICINITY OF STATE  
MAIN ROAD PASSING THROUGH GÜMÜŞHANE CITY CENTER**

**Alaaddin Vural, Erdem Şahin**

*Gümüşhane University, Engineering Faculty, Department of Geology Engineering  
(vural@gumushane.edu.tr)*

**ABSTRACT**

*The concentration of trace elements (especially heavy metals) such as, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Rb, Sr, V, and Zn, were investigated in soils and branch of acacia (robinia pseudoacacia) to understand trace element accumulation associated with the heavy traffic and urbanization. Gümüşhane, because of geological structure of the region, is situated within a narrow valley, and it is affected by heavy traffic owing to Turkey-Iran international highway which passes through Gümüşhane. Depending on these factors, the area has risk of trace element (especially, heavy metals) accumulation. The assessment of the accumulation trace elements in soil and branch of acacia at the study area was based on the geoaccumulation index, enrichment factor (EF), contamination factor, and degree of contamination. Soil and acacia samples were collected at a few profiles from along the roadside. The branch of acacia samples were analyzed by ICP-AES for trace elements. The soil samples were analyzed by XRF spectrometer*

*The results show that the soils are moderately accumulated with trace elements which the limit has exceeded normal concentration in the study area. In the soil, the ranges of concentration of Cr (22-36 ppm), Cu (8-37 ppm), Zn (76-477 ppm), Co (5-10 ppm), Mn (775-4648 ppm), As (10-32 ppm), Sr (3-380 ppm), Rb (10-44 ppm), Pb (15-747 ppm), V (26-145 ppm). In the other hand, in branch of acacia, the ranges of concentration of Cr (0.32-11.73 ppm), Cu (1.58-34.40 ppm), Zn (3.77-47 ppm), Co (0.46-0.93 ppm), Mn (3.54-14 ppm), As (1.82-2.08 ppm), Sr (19.55-77.15 ppm), Sn (9.9-11.7 ppm), Al (10.15-203 ppm), Ba (3.14-18.50 ppm), Mo (7.33-56.45 ppm), Ni (1.09-9.85 ppm).*

*The result of the study show that branch of acacia is not suitable to investigate for trace element accumulations because trace element concentrations are more lower in branch of acacia than soils. In another hand, it is determined that some heavy metals (Pb, Zn) showed high EF in the soil samples indicating that there is a little heavy metal pollution. In general meaning, contamination site poses significant environmental hazards for terrestrial and aquatic ecosystems. In attention of location and hydrological features of Gümüşhane, it is thought that contamination bring about negative effects on ecosystems of the region.*

**Keywords:** *Environmental geology, biogeochemistry, geochemistry, acacia (robinia pseudoacacia), Gümüşhane*

## TEKNOLOJİK AFETLER

**Canan Akın**

*Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Eskişehir Yolu 8. Km. Lodumlu, Ankara  
(canan.akin@afad.gov.tr)*

### ÖZ

Afetleri, “Doğal Afetler” ve “Teknolojik Afetler” olarak ikiye ayırmak mümkündür. Teknolojik afetler endüstriyel kazalar, çeşitli kazalar, ulaşım kazaları olarak sınıflandırılabilir. Nükleer santral kazaları, kimyasal, endüstriyel, uçak, demiryolu ve gemi kazaları, baraj yıkılması gibi kazalar teknolojik afet olarak kabul edilmektedir. Teknolojik afetler kendiliğinden gelişebildiği gibi, insanlar nedeni ile de gelişebilir. Bunun dışında, 2011’de Japonya’da meydana gelen Tōhoku Depremi ve tsunamisinin tetiklediği nükleer santral kazasında olduğu gibi doğal bir afet nedeniyle de meydana gelebilir. Teknolojik afetlerdeki zararlar felakete neden olan teknoloji türüne göre değişim gösterir. Yaşanan bir teknolojik afetin etkileri kısa, orta ya da uzun vadede ortaya çıkar.

**Anahtar Kelimeler:** Teknolojik afet, endüstriyel kazalar, ulaşım kazaları



## TECHNOLOGICAL DISASTERS

**Canan Akın**

*Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Eskişehir Yolu 8. Km. Lodumlu, Ankara, Turkey  
(canan.akin@afad.gov.tr)*

### **ABSTRACT**

*Disasters can be divided in two part as Natural and Technological Disasters. Technological disasters can be classified as industrial accidents, various accidents, transportation accidents. Nuclear power plant accidents, chemical and industrial accidents, air, rail, ship accidents and terrorist attacks are accepted as technological disaster. Technological disasters have been take placed by itself or human activity. Tōhoku Earthquake and tsunami that occurred in 2011 in Japan because of natural disaster. Technological disasters losses vary depending on the type of technology that leads to catastrophe. The effects of a technological disaster emerge in the short, medium or long-term arises.*

**Keywords:** *Technological disasters, industrial accidents, transportation accidents*

## CBS TABANLI AKİFER KİRLENEBİLİRLİK HARİTALARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME ANALİZLERİ KULLANILARAK HAZIRLANMASI: EĞİRDİR GÖLÜ HAVZASI

**Erhan Şener<sup>1</sup>, Ayşen Davraz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Uzaktan Algılama Merkezi, Çünür, TR-32260, Isparta

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çünür, TR-32260, Isparta  
(erhansener@sdu.edu.tr)

### ÖZ

Eğirdir Gölü beslenme havzası Isparta ili sınırları içerisinde olup yaklaşık 3417 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. Havzada bulunan evsel ve endüstriyel atıklar ile tarımsal aktiviteler yüzey ve yeraltularının kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Çalışma alanında, sürdürülebilir havza yönetimi için havza sınırları içerisinde yer alan ve gölün beslenmesinde büyük rol oynayan akifer birimlerin kirlenebilirlik potansiyellerinin belirlenmesi çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bu amaca yönelik olarak, bölgedeki ana kirlenme kaynağın tarımsal kirlilik olması ve kirliliğin özellikle alüvyon ortamda yayılım göstermesi sebebiyle Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı DRASTIC (*Yeraltısu derinliği, Beslenme, Akifer ortam, Toprak örtüsü, Topoğrafya, Vadoz Zonun Etkisi, Akiferin hidrolik iletkenliği*) yöntem kullanılmıştır. Ayrıca, standart DRASTIC yöntemde kullanılan parametrelere yeraltularının akımı ve kalitesini etkileyebileceği öngörülen 'Çizgisellik (kırık)' ve 'Arazi kullanımı' parametreleri de eklenerek DRASTIC yöntem modifiye edilmiştir. Modifiye DRASTIC yöntem için hazırlanan her bir parametrenin alt sınıflarının reyting katsayıları Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak yeniden belirlenmiş ve Modifiye DRASTIC-AHS yöntemi geliştirilmiştir.

Havza için hazırlanan DRASTIC kirlenebilirlik haritasına göre, göle sınır olan alanlar ve genel olarak alüvyon birimlerin yer aldığı bölgeler 'yüksek kirlenebilirlik' potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Karbonatlı kayaların gözleendiği alanlar ise 'orta dereceli kirlenebilirlik' potansiyeline sahip bölgeler olarak belirlenmiştir. Modifiye DRASTIC kirlenebilirlik haritasının DRASTIC kirlenebilirlik haritası ile oldukça benzer sonuçlar verdiği gözlenmektedir. Modifiye DRASTIC-AHS yöntemi ile elde edilen kirlenebilirlik haritasında ise havzanın kirlenebilirlik index değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Özellikle Senirkent-Uluborlu ve Hoyran ovalarında göle sınır olan kesimlerin ve Yalvaç-Gelendost ovasının tamamının 'oldukça yüksek kirlenebilirlik' (İndeks değeri: 0.32) potansiyeline sahip olmaları dikkat çekicidir. Çalışmada geliştirilen Modifiye-DRASTIC yöntemde değerlendirmeye alınan çizgisellik ve arazi kullanım parametrelerinin sonuç haritalarına olan etkileri "Tek Parametrelili Hassasiyet Analizi" ile belirlenmiştir. Hazırlanan akifer kirlenebilirlik haritalarının doğruluğunu kontrol etmek için ise havzadaki yeraltularının nitrat içeriği analiz edilmiştir. Genel olarak, çalışma alanında yüksek kirlenebilirlik potansiyeline sahip bölgelerde yeraltularını nitrat içeriklerinin de yüksek değerler verdiği görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Akifer, DRASTIC, kirlenebilirlik, yeraltısu, analitik hiyerarşi süreci

## **THE PREPARATION OF AQUIFER VULNERABILITY MAPS USING MULTICRITERIA DECISION ANALYSES BASED ON GIS: A CASE STUDY IN EĞİRDİR LAKE CATCHMENT AREA**

**Erhan Şener<sup>1</sup>, Ayşen Davraz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Süleyman Demirel University, Remote Sensing Center, Çünür, TR-32260, Isparta, Turkey

<sup>2</sup>Süleyman Demirel University, Geological Engineering Department,

Çünür, TR-32260, Isparta, Turkey

(erhansener@sdu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Eğirdir Lake catchment area is situated in Isparta province that covers an area of 3417 km<sup>2</sup>. Domestic, industrial wastes and agricultural activities which are performed the lake basin negatively affected to surface and groundwater quality. The study area is important water basin for our country. The aim of the study is to assess the vulnerability potential of aquifer units within the lake basin for sustainable basin management. For this purpose, DRASTIC (Depth to water, net Recharge, Aquifer media, Soil media, Topography, Impact of vadose zone and Conductivity) method based on Geographic Information Systems GIS was used for vulnerability assessment due to agricultural pollution is dominated in the study area and pollution spill in the alluvium. In addition, DRASTIC method was modified with adding of 'Lineament (fault)' and 'Land use' parameters which can be affected groundwater flow and quality to standard DRASTIC method parameters. Furthermore, modified DRASTIC-AHP method was improved using Analytical Hierarchy Process (AHP) for determination of the rating coefficients of each parameter in the modified DRASTIC method.

According to prepared DRASTIC vulnerability map for the basin, the coast of the Eğirdir Lake demonstrated 'high vulnerability' potential for alluvium units and 'medium vulnerability' potential for carbonate aquifers in the basin. Modified-DRASTIC-AHS vulnerability map is quite similar to the DRASTIC vulnerability map. Vulnerability index values of the basin which are determined with Modified-DRASTIC-AHP method are higher than standard DRASTIC map. Especially, coast areas of Senirkent-Uluborlu and Hoyran plains and all of the Yalvaç-Gelendost plain were shown 'quite high vulnerability (Index value: 0.32) potential. The effect of lineament and land use parameters to result maps was determined with Single-Parameter Sensitivity Analysis. In addition, nitrate concentration of groundwater was analyzed for control the validity of maps preparing with these methods. In general, nitrate contents of groundwaters are increased in the area having high vulnerability potential.

**Keywords:** Aquifer, DRASTIC, vulnerability, groundwater, analytical hierarchy process

## NİNOVA (İRAK) BÖLGESİNDEKİ YAPI MALZEMELERİ İÇİN KULLANILAN TİCARİ MERMER VE GRANİT KAYAÇLARINDA DOĞAL RADYASYON SEVİYESİ

**Muhsin Waleed Mohammed**

*Department of Physics, College of Education, Mosul University, Mosul, Iraq  
(muhsinbadrani@yahoo.com)*

### ÖZ

İlgi odağı olan jeolojik malzemeler bazen doğal olarak radyoaktivite içerirler. Bu malzemeler, belirli koşullar altında insan sağlığı için tehlikeli seviyeye ulaşabilir. Bazı kirlilik seviyeleri çok şiddetli olabilir, bu nedenle önemlerin alınması zorunludur. Doğal mermer ve granit kayalar, evlerde tuğla, çimento, zemin, duvar karoları ve güzel ağır tezgah parçaları olarak bulunurlar. Yer kabuğundaki ocaklarından çıkarılan bu kayalar, tüm dünyada evlerde kullanılan yapı malzemeleri için uygun hale getirilmektedir. Yer kabuğu, orjinal olarak supernova tarafından üretilen elementleri içerirler. Bu elementlerden bazıları radyoaktiftir, bu nedenle yer kabuğunda çıkarılan her türlü yapı malzemeleri potansiyel olarak radyoaktiftir. Bu kayalar, dekorasyonlarda kullanılmak üzere parlatılabilen ve düşük su emme özelliklerine sahiptir. Doğal kaya örneklerinde bulunan radyoaktivitenin bilinmesi, insan sağlığı için olası radyoaktivite zararını değerlendirmesine önemli katkı sağlar. Evlerde radyoaktif elementlerin iki potansiyel tehlikesi vardır: birincisi “radyasyon” diğeri ise “radon”dur. Radon gaz formunda olan doğal radyoaktif bir elementtir. Radon, bütün kayalarda ve yapı malzemelerinde bulunan radyumun bozulma ürünüdür. Radon içeren havanın solunması ile radyoaktif elementler direk olarak yumuşak akciğer dokularına girer ve akciğer kanserine sebep olabilir. Radonun doğal kaynağı evlerin etrafındaki topraklardan, uzaydan kaynaklanan ve atmosfere giren kozmik ışıklardan çıkar. Dekoratif ve yapı malzemelerinde kullanılan granitlerde yüksek radon seviyeleri bulunur. Ninova Bölgesindeki çoğu evde, uranyumca zengin olan bu malzemeler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Ninova bölgesinde kapalı alandaki radon ve radyum seviyelerinin ölçülmesi, belirlenmesi ve araştırılmasıdır. Sıvı sintilasyon dedektörü kullanılarak, 20 mermer ve 10 adet granit örneği içindeki doğal radyonüklit konsantrasyonu ölçülmüştür. Mermer örneklerinde radyoaktivite konsantrasyonu  $^{238}\text{U}$  için 0.8’den 52 Bq/kg,  $^{232}\text{Th}$  için 0.2’den 39 Bq/kg, Radium-226 için 14 Bq/kg’den 122 Bq/kg ve Radon-222 için 12’den 66 Bq/kg arasında değişmektedir. Diğer taraftan granit örneklerinde ise bu değerler  $^{238}\text{U}$  için 14- 382 Bq/kg,  $^{232}\text{Th}$  için 10- 200 Bq/kg, Radium-226 için 18-175 Bq/kg ve Radon-222 için ise 34 ile 165 Bq/kg arasında değişmektedir. Bu sonuçlar, Irak’ta uranyum, radyum ve radon konsantrasyonları ile ilgili gelecekte yapılacak çalışmalar için temeldir. Ayrıca benzer sonuçlar daha önce Irak, Mısır ve Türkiye’de ölçülen verilere yakın olduğu görülmüştür ve bu veriler Ürdün, İspanya, Suudi Arabistan ve Fransa’da ölçülen değerlerden düşüktür.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal radyoaktivite, radon, mermer, granit, radyum

## **THE NATURAL RADIATION LEVEL IN COMMERCIAL MARBLE AND GRANITE STONES UTILIZED FOR BUILDING MATERIALS IN THE PROVINCE OF NINEVEH (IRAQ)**

**Muhsin Waleed Mohammed**

Department of Physics, College of Education, Mosul University, Mosul , Iraq  
(muhsinbadrani@yahoo.com)

### **ABSTRACT**

Geological materials sometimes naturally contain radioactive materials which becomes a focus of attention. These materials, under certain conditions may reach hazardous levels for populations. Some contamination levels may be sufficiently severe so that precautions must be taken. Natural marble and granite stones find its way into homes as part of the bricks, cement, floor and wall tiles, as well as our beautiful heavy countertops. These stones are mined from the earth's crust in quarries, and then make available to home builders, throughout the world. The earth's crust contains elements that originally produced by the (supernova). Some of these elements are radioactive, and therefore any building materials extracted from the earth's crust can potentially be radioactive too. These stones have characteristics that enable them to be used in decoration as, able to be polished and have low water absorption. A knowledge of radioactivity present in these natural rock samples gave important information's help to assess the possible radiological hazards to human health. The potential dangers of radioactive elements in homes are double: one is "radiation" and the other is "radon." radioactive elements, where Radon is a natural radioactive element in the gaseous form. It is a decay product of radium, which is present in all rocks and building materials. Breathing air that contains radon thus deposits radioactive elements directly into the soft-tissues of the lungs and may cause lung cancer. The natural sources of radon are emanation from the soil around houses and the cosmic rays from space entering in atmosphere from space. High radon levels are present in the granite rocks that spread in building materials and decorative Such materials are rich in uranium and , these materials are widely used in construction of most houses in Nineveh province. The present work aims is to investigation, determination and detection of indoor radon and radium levels throughout province of Nineveh. The concentration of natural radionuclides in 20 marble and 10 granite samples were determined using a liquid scintillation detector .The concentrations of radioactivity in the marble samples have ranged from 0.8 to 52 Bq/kg for  $^{238}\text{U}$ , and from 0.2 to 39 Bq/kg for  $^{232}\text{Th}$  and from 14 Bq/kg to 122 Bq/kg for radium-226, and from 12Bq/kg to 66 Bq/kg for Radon-222. On the other hand, granite ranges from 14 to 382 Bq/kg for  $^{238}\text{U}$ , and from 10 to 200 Bq/kg for  $^{232}\text{Th}$  and from 18 Bq/kg to 175 Bq/kg for radium-226, and from 34 Bq/kg to 165 Bq/kg for Radon-222. The results provide a framework for future studies that include a large, broader survey of Radon and radium and uranium concentration in Iraq. Also it was observed that the previous results close to those measured in Iran, Egypt and Turkey, and less than those measured in the Jordan, Spain, KSA and France.

**Keywords:** Natural radioactivity, radon, marble, granite, radium



**DENİZ, GÖL VE KIYI JEOLJİSİ**  
***MARINE, LAKE AND COASTAL GEOLOGY***

**Sözlü Sunumlar / *Oral Presentations***

## İSTANBUL BOĞAZI'NIN OLUŞUMU

**Fazlı Yılmaz Oktay<sup>1</sup>, Erkan Göktaşan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Anadolu Yerbilimleri Ltd. Sti., Okmeydanı, Şişli, İstanbul

<sup>2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi, Esenler, İstanbul  
([anadoluyerbilimleri@gmail.com](mailto:anadoluyerbilimleri@gmail.com))

### ÖZ

İstanbul ve Kocaeli yarımadalarında sahada tespit edilen bazı jeolojik oluşumlar bu bölgelerde saat yönünde dönmelerin meydana geldiğini ortaya koymuştur. Bu dönmeler Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun 3.7 milyon yıl önce Marmara Bölgesi'ne ulaşan ve İstanbul ve Kocaeli bloklarının dönebilmesi için kuzeyde Karadeniz içinde benzer yönelimli bir sağ yanal doğrultu atımlı fayın gelişmesini sağlayan tektonik etkinliğin sonucudur. Karadeniz kıyısındaki fay TPAO'nun derin sismik kesitlerinde belirlenmiştir. Bu sistem içinde İstanbul ve Kocaeli bloklarının saat yönünde farklı hızlarda dönmeleri İstanbul Boğazı'nın bir makaslama zonu şeklinde açılmasını sağlamıştır. Ancak, su bağlantısı çok sonra, Holosen'de (7200 yıl önce) Boğaz'ın kuzey ve güneydeki körfezlerin birleşmesi ile meydana gelmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İstanbul Boğazı, Kocaeli Bloku, İstanbul Bloku, blok rotasyonu, su bağlantısı



## ***EVOLUTION OF THE İSTANBUL STRAIT***

***Fazlı Yılmaz Oktay<sup>1</sup>, Erkan Gökaşan<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Anadolu Yerbilimleri Ltd. Sti., Okmeydanı, Şişli, İstanbul, Turkey*

*<sup>2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi, Esenler, İstanbul, Turkey  
(anadoluyerbilimleri@gmail.com)*

### ***ABSTRACT***

*It has been observed that some geological features of the European and Asian peninsulas indicate their clockwise rotation. These rotations are the results of the tectonic movements which created the North Anatolian Fault Zone within the Marmara region 3.7 Ma ago. The differential rotations of these blocks lead the development of the Strait of İstanbul as a shear zone. However, the water connection between the Sea of Marmara and the Black Sea was realized 7200 a BP by the joining of the gulfs to the North and South of the strait's channel.*

***Keywords:*** *İstanbul Strait, Kocaeli Block, İstanbul Block, block rotation, water connection*

## ÇANAKKALE BOĞAZI'NIN GEÇ KUVATERNER EVRİMİ; BUZUL VE BUZULARASI DÖNEMLERDE AKDENİZ-MARMARA BAĞLANTILARI VE EROZYONAL-BİRİKİM SÜREÇLERİ

**Erkan Gökaşan<sup>1</sup>, Hüseyin Tur<sup>2</sup>, Mustafa Ergin<sup>3,4</sup>, Tolga Görüm<sup>1</sup>,  
Fatma Gül Batuk<sup>5</sup>, Nurcan Sağcı<sup>6</sup>, Timur Ustaömer<sup>7</sup>, Ozan Emem<sup>5</sup>, Hakan Alp<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Yıldız Teknik Üniversitesi, Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi, İstanbul*

<sup>2</sup>*İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul*

<sup>3</sup>*Ankara Üniversitesi, Akarsu, Göl ve Denizlerde Jeolojik Araştırma Merkezi, Ankara*

<sup>4</sup>*Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara*

<sup>5</sup>*Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İstanbul*

<sup>6</sup>*İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul*

<sup>7</sup>*İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul*

(tur@istanbul.edu.tr)

### ÖZ

Akdeniz ve Karadeniz arasındaki Geç Kuvaterner su değişimlerine bağlı ve özellikle de glasiyel sonrası hakim erozyonal süreçlerini ve deniz tabanı üzerindeki etkilerini araştırmak amacı ile gerçekleştirilen ve kısmen TÜBİTAK'ça desteklenen (ÇAYDAG-104Y024 ve YDABÇAG-102Y113) bu çalışma çok sayıda sismik ve batimetrik veri değerlendirmesini kapsamaktadır. Çanakkale Boğazı ve boğazın Ege ve Marmara Denizleri çıkış bölgelerinde 1979-2007 yılları arasında SHOD-TCG Çubuklu ve MTA- Sismik I Araştırma Gemilerinde yüksek ayırmımlı, tek kanallı sismik sistemler ile elde edilen yansıma profilleri gerekli veri işlemlerinden geçirilmiş ve yaygın kullanılan sismik fasiyes analiz yöntemleri ile yorumlanmıştır.

Sismik profillerde en az 4 sismik birim tesbit edilmiştir. Birim-1 en üstte güncel deniz tabanı ile örtülmüş olup, paralel yansımali yatay tabakalara sahiptir. Birim-1 nisbeten düşük enerji koşullarını yansıtmakta ve boğazın çukurlarında 1 metre, açık şelf alanlarda 10 metre ve boğazın bazı kanal çukurları ve akarsu ağzlarında yığılımlar ile 30 metreye varan sediment kalınlıklarına sahiptir. Bölgesel çabuk değişebilen bu sediment kalınlıkları Çanakkale Boğazı tabanında Holosen erozyon, taşınma ve birikim süreçlerinin ne kadar etkin olduğunu göstermektedir. Birim-2 uyumsuzluk yüzeyi ile sınırlanmakta ve alttaki birimlerin üzerinde aşmalı olarak son bulmaktadır. Üst kısmı erozyonal görünüme sahip Birim-2 Ege ve Marmara çıkışlarında ilerleyen delta önü eğimli yansımaları gösterirken, kanal içinde kazılmış ve dolgu istiflerine işaret etmektedir. Kanalin farklı bölgelerinde farklı sismik yansıma şekilleri gösteren Birim-2 üç alt birime de (2a, 2b, 2c gibi) ayrılabilir. Çoğunlukla boğazın Marmara ve Ege Denizlerini şelf çıkışlarında gözlenen Birim-3 devamlı, paralel yansımali aşmalar şeklinde alttaki erozyonal yüzeyli Birim-4 üzerinde sona ermektedir. Birim-3 kalınlığı her iki şelf eşiğinde 200 metreyi bulmaktadır. Üst sınırı erozyonal yapıda olan Birim-4 özellikle Karaburun ve Marmara Adası civarında uyumsuzluk yüzeyi ile Miyosen öncesi temeli örtmekte ve yer yer kıyılarda gözlenen üst Miyosen çökellerinin denizaltındaki devamı olarak tartışılmaktadır. Ege Denizi'nde Gökçeada-Biga Yarımadası arasında uzanan bir paleo-vadide Birim-4'ün yüzeyi güneyden kuzeye doğru artan bir derinlikte Birim-3 ile doldurulmuştur.

Birim-1 ve 2 çökellerin, son buzul ve buzularası dönemlere ait, Birim-3 ve 4'ün son buzul maksimumdan önce çökeldikleri kuvvetle muhtemeldir. Deniz seviyesi değişimleri, değişken kanal morfolojisi ve akıntı sistemi, farklı akarsu girdileri birlikte Çanakkale Boğazı'nda sediment birikim ve taşınım koşullarını kontrol etmektedirler.

**Anahtar Kelimeler:** Çanakkale Boğazı, Kuvaterner, deniz seviyesi değişimi, sismik stratigrafi, sediman

## **LATE QUATERNARY EVOLUTION OF THE ÇANAKKALE STRAIT: MEDITERRANEAN-MARMARA SEA'S CONNECTIONS DURING GLACIAL AND INTERGLACIAL PERIODS AND RELATED EROSIONAL-DEPOSITIONAL PROCESSES**

**Erkan Gökaşan<sup>1</sup>, Hüseyin Tur<sup>2</sup>, Mustafa Ergin<sup>3,4</sup>, Tolga Görüm<sup>1</sup>,  
Fatma Gül Batuk<sup>5</sup>, Nurcan Sağcı<sup>6</sup>, Timur Ustaömer<sup>7</sup>, Ozan Emem<sup>5</sup>, Hakan Alp<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Yıldız Technical University, Nature Sciences Research Center, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup>İstanbul University, Engineering Faculty, Department of Geophysical Engineering, İstanbul

<sup>3</sup>Ankara University, Fluvial, Lacustrine and

Marine Geological Research Center, Ankara, Turkey

<sup>4</sup>Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Ankara

<sup>5</sup>Yıldız Technical University, Faculty of Civil Engineering,

Department of Mapping Engineering, İstanbul, Turkey

<sup>6</sup>İstanbul University, Institute of Sciences, Department of Geophysical Engineering, İstanbul, Turkey

<sup>7</sup>İstanbul University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, İstanbul, Turkey

### **ABSTRACT**

*The main purpose of this study is to investigate the Late Quaternary water exchanges between the Mediterranean and Black Sea's and related postglacial prevailing erosional processes and their influences on seafloor. This work was partly supported by the TÜBİTAK projects ÇAYDAG-104Y024 and YDABÇAG-102Y113 and comprises large number of seismic and bathymetric data evaluation. During the years between 1979-2007 in the Çanakkale Strait ("Dardanelles") and its Aegean Sea and Marmara Sea approaches seismic reflection profiles were obtained with high resolution and single channel seismic systems and data-processed with subsequent seismic facies analysis and interpretation according to well-known methods.*

*At least 4 seismic units were identified on the profiles. The uppermost Unit-1 is characterized by parallel reflections of flat-lying configurations and covered by present sea-floor. Unit-1 represents relatively low-energy conditions and is 1 m thick in channel depressions but 10 m thick in shelf areas and reaches deposits up to 30 m off the river mouths. These locally changing sediment thicknesses show the importance of Holocene erosional, transportation and depositional processes on the Çanakkale Strait's floor. Unit-2 is separated by an unconformity and terminate with onlap onto older below units. The upper boundary of Unit-2 display an erosional character and indicate at the Aegean and Marmara Sea's exits oblique and prograding delta deposits whereas incised channel-fill sequences are common within the channel. Unit-2 displays locally changing seismic reflection configurations and thus can be divided into 3 subunits, 2a, 2b and 2c. Unit-3 is observed mainly on the Marmara and Aegean shelves of the strait terminate with continuous and onlapping parallel reflectors onto the erosional surface of Unit-4. The thickness of Unit-3 reaches upto 200 m on both shelf breaks. The upper surface of Unit-4 is erosional and in Karaburun Promontory and Marmara Island areas it unconformably overlies pre-Miocene basement whereby its outcrops at the shores is interpreted as the submarine extension of the upper Miocene units. In the Aegean Sea, between the Gökçeada Island and Biga Peninsula there exists a paleo-valley where surface of Unit-4 deepens from the south to north and infilled by deposits of Unit-3.*

*It is most likely that Unit-1 and 2 deposits belong to last glacial and interglacial periods and Units-3 and 4 were deposited before last Glacial Maxima. It is suggested that sea-level changes, changing channel morphology and current regime together with different fluvial drainage systems all control sediment transportation and depositional conditions in the Çanakkale Strait.*

**Keywords:** Çanakkale Strait, Quaternary, sea-level change, seismic stratigraphy, sediment

## TUZLA DENİZALTI HEYELANININ DİNAMIĞI VE ÇINARCİK HAVZASI'NIN KUZEY ŞELF VE YAMAÇLARINDAKİ POTANSİYEL HEYELAN KAYNAK ALANLARI (MARMARA DENİZİ, TÜRKİYE)

**Candan Gökçeoğlu<sup>1</sup>, Erkan Gökaşan<sup>2</sup>, Celal Tunusluoğlu<sup>3</sup>,  
Tolga Görüm<sup>2</sup>, Fatma Gül Batuk<sup>4</sup>, Hüseyin Tur<sup>5</sup>, Hakan Alp<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara

<sup>2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi, Esenler-İstanbul

<sup>3</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

<sup>4</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İstanbul

<sup>5</sup>İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul  
(cgokce@hacettepe.edu.tr)

### ÖZ

Bu çalışmada, Marmara Denizi'nin en doğu kesiminde yer alan, ve Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) tarafından oluşturulan Çınarcık havzası şelf ve yamaçları gelecekteki deniz altı heyelan oluşumlarının daha iyi anlaşılması için sismik ve çok kanallı batimetrik veriler ışığında yeniden değerlendirilmiştir. Sismik veri yorumları Paleozoik birimlerinin deniz altındaki üstyüzeyinin uzantısının KKD-GGB doğrultusunda havza ve sırt tipinde bir morfolojiye sahip olduğu ve bunun KAFZ'ın ikincil fayları tarafından kontrol edildiğini ortaya koymuştur. Plio-Kuvaterner çökelleri ile örtülü havza, şelf ve yamaçlarda doğrultu atımlı faylar tarafından kesilmektedir. Havza depoları Çınarcık baseninin çizgisel yamaçlarına doğru 130 m kalınlığa kadar ulaşır ve bu kesimde görece olarak güncel bir denizaltı heyelanı, Tuzla heyelanı, basenin yamacını keser. Detaylı morfolojik incelemeler muhtemelen KAFZ'ın aktivitesi tarafından tetiklenen Tuzla heyelanının derin bir rotasyonel heyelan olduğunu belirtmektedir. Bunun yanı sıra morfolojik analizler Paleozoik temel üzerinde yer alan kalın Plio-Kuvaterner depoları Tuzla heyelanı sırasında yer değiştirdiğini ortaya koymaktadır. Bu heyelan Çınarcık baseninin kuzey şelf ve yamaçlarının potansiyel heyelan dinamiğinin anlaşılması bakımından kilit bir etkinlik olarak değerlendirilmiştir. Tuzla heyelanının doğu ve batı kesimlerinde yer alan iki alan, Tuzla heyelanı ile eş kalınlıkta Plio-Kuvaterner depoları, benzer yamaç morfolojileri ve sedimentleri kesen benzer fay aktivitesi gibi jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerine bağlı olarak gelecekte potansiyel heyelanlanma alanı olarak nitelendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çınarcık havzası, denizaltı heyelanı, Kuzey Anadolu Fay Zonu, heyelan dinamiği, Marmara Denizi

**DYNAMICS OF THE TUZLA SUB-MARINE LANDSLIDE AND  
POTENTIAL LANDSLIDE SOURCE AREAS IN THE NORTHERN  
SLOPE AND SHELF OF THE ÇINARCIK BASIN  
(MARMARA SEA, TURKEY)**

**Candan Gökçeoğlu<sup>1</sup>, Erkan Gökaşan<sup>2</sup>, Celal Tunusluoğlu<sup>3</sup>,  
Tolga Görüm<sup>2</sup>, Fatma Gül Batuk<sup>4</sup>, Hüseyin Tur<sup>5</sup>, Hakan Alp<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Hacettepe University, Department of Geological Engineering,  
06800 Beytepe, Ankara, Turkey

<sup>2</sup>Yıldız Technical University, Natural Sciences Research Center, İstanbul, Turkey

<sup>3</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University, Department of  
Geological Engineering Çanakkale, Turkey

<sup>4</sup>Yıldız Technical University, Faculty of Civil Engineering,  
Department of Mapping Engineering, İstanbul, Turkey

<sup>5</sup>İstanbul University, Engineering Faculty, Department of  
Geophysical Engineering, İstanbul, Turkey  
(cgokce@hacettepe.edu.tr)

**ABSTRACT**

*In this study, seismic and multi-beam bathymetric data from the northern shelf and slope of the Cinarcik Basin, which is generated by the North Anatolian Fault Zone (NAFZ) located in the easternmost basin in the Marmara Sea, were re-interpreted to better understand the future sub-marine landslide occurrences. Seismic data interpretation reveal that upper surface of the sub-marine extension of the Paleozoic rocks has an NNE–SSW oriented basin and a ridge type morphology controlled by the secondary faults of the NAFZ. Basins are fulfilled by Plio-Quaternary sediments, which are cut by strike-slip faults on the shelf and slope. The thickness of basin deposits reaches up to 130 m toward the linear northern slope of the Cinarcik Basin and in this section a relatively recent sub-marine landslide, the Tuzla Landslide, cuts the slope of the basin. The detailed morphological investigation indicates that the Tuzla Landslide is a deep-seated rotational landslide, which was likely triggered by activity of the NAFZ. Morphological analyses also indicate that the thick Plio-Quaternary deposits on the Paleozoic basement displaced during the Tuzla Landslide event. This landslide is considered as a key event to understand the dynamics of the potential landslides on the northern shelf and slope of the Cinarcik Basin. Two areas locating on the eastern and the western sides of the Tuzla Landslide are considered as the potential areas for future sliding due to similarities of geological and geomorphological features with the Tuzla Landslide such as similar thick Plio-Quaternary deposits, similar slope morphology, and similar fault activity cutting the sediments.*

**Keywords:** Çınarcık Basin, sub-marine landslide, North Anatolian Fault Zone, landslide dynamics, Marmara Sea

## TÜRKİYE'Yİ ÇEVRELEYEN KITASAL YAMAÇ VE ŞELFLERDE GAZ HİDRATLARIN ARAŞTIRILMASI

**Günay Çifçi, Derman Dondurur, Seda Okay, Savaş Gürçay, Hakan Sarıtaş,  
Hilmi Mert Küçük, Sevinç Özel, Orhan Atgın, Özkan Özel, Murat Er,  
Burcu Barın, Erdem Fikir, SeisLab Ekibi**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, 35340 İnciraltı, İzmir  
(gunay.cifci@deu.edu.tr)*

### ÖZ

Gaz hidrat; metan ve suyun karışımından şekillenen, buz benzeri kristalleri olan katı bir maddedir. Gaz hidratlar tortulların boşluklu yerlerinde ve çimentolanmayla yumru ve/veya tabakalar şeklinde meydana gelir. Gaz hidrat, kutup bölgelerinde sığ sularda, okyanus ortası tortullarda ve basınç ile sıcaklık koşulları uygun olduğu kıtasal yamaç bölgelerindeki tortullarda bulunmaktadır. Petrol endüstrisi ve hükümetler, tüm dünyada soğuk ve derin sularda hidrokarbon gazlarını tutan ve buza benzer enerji mineralleri olan gaz hidratları araştırmaya başlamışlardır. Gaz hidratlar büyük bir olasılıkla petrol ve doğal gaz rezervlerin tükenmesiyle, dünyanın gelecekteki enerji kaynağı olacaktır. Metan jeolojik olarak (ve ekonomik olarak) üç nedenden dolayı önemlidir. Birincisi, metan sızıntıları derinlerdeki hidrokarbon rezervinin varlığının doğrudan göstergesi olabilir. İkincisi, metan hidratların kendisi de önemli bir enerji kaynağı olacaktır. Üçüncüsü, tortullardaki metan üretimi ve göçü, yoğun yamaç kaymalarına neden olabilir ki bunun sonucunda tsunami oluşabilir. Bunlar potansiyel sığ gaz birikimlerini işaret edebilirler, ve gaz hidrat formasyonları kıyı ötesi deniz çalışmalarına ve doğal gaz boru hatları, petrol platformları gibi yapılara yer tehlikeleri getirebilirler. GazMetan hidratlar Karadeniz ve Akdeniz'deki tortullarda yüksek basınç-orta sıcaklıklarda bulunmaktadır. GazHidratlar kıta yamaçlarında rahat bir şekilde saptanabilirler, çünkü jeofizik profiller ve sismik yansıma kayıtları üzerinde görünümünden dolayı; Gaz Hidrat içeren yapılar Karadeniz havzasında kuvvetli akustik yansımalar olarak sığ sismik jeofizik kayıtlar üzerinde bile saptanabilmektedirler.

Sismik laboratuvar (SeisLab) K.Piri Reis Araştırma Gemisi yardımıyla, çok kanallı sismik yansıma, çok ışınlı batimetri, derinden çekilen yanal taramalı sonar ve sığ mühendislik sismiği (CHIRP) verilerinin toplanması, işlenmesi ve yorumlanması amacıyla 2005 yılının başlarında Dokuz Eylül Üniversitesinde faaliyete geçmiştir. SeisLab farklı tipteki verilerin işlenmesi ve yorumlanması için gerekli olan bilgisayar donanımına ve yazılımlarına sahiptir. Seislab Laboratuvarı'nın birincil kurulum amacı, Türkiye'yi çevreleyen denizlerde gaz hidratların keşfedilmesini kapsamaktadır. 2005 yılından beri çok kanallı sismik yansıma çalışmalarının araştırma seferleri Batı ve Orta Karadeniz, Doğu Akdeniz, Marmara ve Ege denizlerinde tamamlanmıştır. Doğu Akdeniz'in tektonizmasını aydınlatmak amacı ile yaklaşık 14000 km'lik çok kanallı sismik yansıma verisi toplanmıştır ve bölgede bulunan faylar haritalanmıştır. Çok ışınlı batimetri sistemi Ege Denizi'nde başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Jeomorfolojik olarak Marmara Denizi İstanbul Boğazı'nın Karadeniz çıkışına ait yapılar haritalanmıştır. Derinden çekilen yanal taramalı sonar sistemi de kuzey Marmara Denizi şelfi ve İzmir Körfezi'nde kullanılmış, aktif fay yapıları ve faylar boyunca gaz çıkışları haritalanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Gaz hidrat, seisLab, şelf, kıtasal yamaç, sismik

## **GAS HYDRATE INVESTIGATIONS ON THE TURKISH CONTINENTAL SLOPES AND SHELVES SURROUNDING TURKEY**

**Günay Çifçi, Derman Dondurur, Seda Okay, Savaş Gürçay, Hakan Sarıtaş,  
Hilmi Mert Küçük, Sevinç Özel, Orhan Atgın, Özkan Özel, Murat Er,  
Burcu Barın, Erdem Fikir and SeisLab Team**

*Dokuz Eylül University, Institute of Marine Sciences and Technology,  
35340 Inciraltı, İzmir, Turkey  
(gunay.cifci@deu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*Gas hydrate; ice-like crystalline solids formed by mixture of water and methane molecules. Gas hydrates occur in the voids of sediments as cemented nodules and/or lamination. Gas hydrates are found in the shallow water at polar zones and, sediments of mid-oceans and continental slopes with appropriate pressure and temperature conditions. Petroleum industry and governments have started to search gas hydrates as an energy of future in the cold and deep waters. Gas hydrates will be the future of energy resources most probably after the exhaustion of petrol and natural gas reserves. Geologically methane is important because of three reasons. First, methane seepage points to existence deep petroleum reserves. Secondly, methane hydrate itself will be an important energy resource. Third, methane hydrate producing and migration can cause the slides which can be reason of the tsunamis. Moreover, gas hydrates point to the shallow gas accumulations. On the other hand, gas hydrates can be threat for offshore marine studies, natural gas pipelines, and petroleum platforms. Methane hydrates occur in the Black Sea and Mediterranean Sea within the high pressure and middle temperature. Gas hydrate on the continental slopes can be determined easily because of their appearances on geophysical records/seismic reflection profiles. Structures including gas hydrates in the Black Sea present strong acoustic reflections and gas hydrates can be even determined in the shallow seismic records.*

*SeisLab has been activated in early 2005 to collect, process and interpret the multichannel seismic reflection, multibeam bathymetry, deep tow side scan sonar and Chirp Subbottom Profiler data collected by R/V K. Piri Reis in Dokuz Eylül University. SeisLab has also necessary hardware and software to process and interpret all these different types of data. Primary purpose of the laboratory is to investigate gas hydrates in the surrounding waters of Turkey. Several cruises has been completed since 2005 using high resolution multichannel seismic reflection system in the western and mid-Black Sea, the Marmara Sea, the Aegean and the eastern Mediterranean seas for a primary object of tectonism and fault mapping, and more than 14000 km of seismic data were collected. The multibeam system was successfully used in the Aegean Sea, the Black Sea outlet of Bosphorus and in the Marmara Sea to map large geomorphological features on the seabed. Deep-tow side scan sonar system was also used in the northern Marmara shelf and in the İzmir Bay to map the active fault surfaces as well as gas flares along the faults.*

**Keywords:** *Gas hydrate, seisLab, shelf, continental slope, seismic*

## ŞİLE (İSTANBUL, KB TÜRKİYE) SAHİLLERİNDE AĞIR MİNERAL PLASERLERİ ARAMALARINA YÖNELİK JEOKİMYASAL ETÜDLER

**Mustafa Ergin<sup>1,2</sup>, Süleyman Aşık<sup>1</sup>,**

**Zehra Karakaş<sup>1,2</sup>, Koray Sözeri<sup>1</sup>, Başak Eser-Doğdu<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara Üniversitesi, 06100, Tandoğan, Ankara*

<sup>2</sup>*Akarsu, Göl ve Denizlerde Jeolojik Araştırma Merkezi (AGDEJAM),*

*06100, Tandoğan, Ankara*

*(ergin@eng.ankara.edu.tr)*

### ÖZ

Şile (İstanbul) sahillerinde olası ağır mineral plaserleri aramak amacı ile 2010 yılında farklı plaj alt-ortamlarından çok sayıda sediment örneği alınmış ve bunlardan 51 adedi çoklu element analizlerine ve jeostatistiksel veri değerlendirmesine tabi tutulmuştur. Ankara Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Ofisi'nce desteklenen öğrenci odaklı bir proje (10Ö4343002) çerçevesinde toplanan bu plaj sedimentleri XRF yöntemi ile analiz edilmiş ve Si, Al, Fe, Mg, Ca, Ti, P, Mn, Co, V, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, As, Mo ve Sn miktarları ölçülmüştür. Analiz doğruluğu ve güvenilirliği çeşitli jeolojik referans verileri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca örnek alım noktalarındaki özel morfolodinamik koşullara da dikkat edilmiştir.

Genelde ince ve orta kumca zengin Şile plaj sedimentlerinde tesbit edilen element miktarları bazı istisnalar hariç, çoğunlukla yer kabuğu kayaları ortalamasına benzemektedir. Özellikle, Karadeniz'e boşalan Türknil Nehri ağızından batıya doğru uzanan plajlı sahillerde 7 noktada nisbeten yüksek element miktarlarına rastlanılmıştır. Bunlar; Fe (% 5-31), Mn (% 0,1-1,3), Ti (% 1-7), Cr (% 0,2-1,9), Co (40-100 ppm), V (222-1389 ppm), Zn (141-307 ppm), Pb (20-65 ppm), As (22-30 ppm), Mo (7-31 ppm) ve Sn (2-16 ppm) elementleridir. Önceki veriler ile karşılaştırıldığında, nisbeten yüksek element miktarlarına ince kum (% 67-94) ve toplam ağır mineral oranları yüksek olan (TAM: %37-97) sediment örneklerinde rastlanmaktadır. Elementlerarası ilişkilendirme katsayılarına göre, Fe, Mn, Ti, Cr, V, Co arasında çok kuvvetli ve pozitif bağıntılar ( $r > 0,90$ ) mevcuttur. Buna karşın ise, alüminyumsilikatları temsilen Si, Al, K, Mg gibi elementler yukarıdaki metallere anlamlı bir bağıntı göstermemektedirler. Bu nedenle, yüksek ağır metal miktarlarının silikat/alüminyumsilikatdan daha çok metal oksit/hidroksitli mineral bileşenleri ile bağlantılı olduğu söylenebilir.

Halen devam eden parlak-ince kesit mineral tanımlamalarında, rutil, sfen, magnetit, piroksen, hornblend, zirkon, granat gibi ağır minerallerin oldukça yaygın bulunduğu dikkati çekmektedir. Jeomorfolojik arazi gözlemlerine göre, Şile sahillerini kırıntılı malzeme ile besleyen Türknil ve diğer yan nehirler/derelerin kıyıardında yüzeylenen Ordovisiyen-Triyas yaşlı karbonatlar ve kırıntılılar, Kretase bazalt, andesit ve kireçtaşları ve Pliyosen kırıntılıları akaçlamakta ve çalışma alanında plaj kumlarının kaynağını oluşturmaktadırlar.

**Anahtar Kelimeler:** İstanbul-Şile, plaj, sediment, jeokimya, ağır metal



## **GEOCHEMICAL EXPLORATION FOR HEAVY MINERAL PLACERS ON THE ŞİLE COASTS (İSTANBUL, NW TURKEY)**

**Mustafa Ergin<sup>1,2</sup>, Süleyman Aşık<sup>1</sup>,  
Zehra Karakaş<sup>1,2</sup>, Koray Sözeri<sup>1</sup>, Başak Eser-Doğdu<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Geological Engineering,

Ankara University, 06100, Tandoğan, Ankara, Turkey

<sup>2</sup>Geological Research Center for Fluvial, Lacustrine and  
Marine Studies (AGDEJAM), 06100, Tandoğan, Ankara, Turkey

(ergin@eng.ankara.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*With the aim of exploration for possible heavy mineral placers on the Şile coasts (İstanbul, NW Turkey), during 2010 large number of sediment samples were collected from the varying beach-subenvironments and of these, 51 samples were subjected to multielement analysis and geostatistical data evaluation. This study forms part of a student-focussed project (10Ö4343002) supported by the Scientific Research Projects Office of the Ankara University. The sediment samples collected were analyzed with XRF method to measure the concentrations of Si, Al, Fe, Mg, Ca, Ti, P, Mn, Co, V, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, As, Mo and Sn. Precision and accuracy of the analytical results were checked with data from various geological reference materials. Moreover, attention was paid to particular morphodynamic conditions at the sediment sampling points.*

*In general, Şile beach sediments are comprised mostly of fine-and medium sand and the element concentrations measured, with some exceptions were comparable with average composition of Earth's crustal rocks. In particular, at 7 sites along the coastal beaches west of the Türknil River mouth, relatively higher concentrations of some elements were found. These are; Fe (5-31 %), Mn (0,1-1,3 %), Ti (1-7 %), Cr (0,2-1,9 %), Co (40-100 ppm), V (222-1389 ppm), Zn (141-307 ppm), Pb (20-65 ppm), As (22-30 ppm), Mo (7-31 ppm) ve Sn (2-16 ppm) concentrations. Compared with previous available data, the relatively high element contents are confined to samples with higher total heavy minerals (TAM: 37-97 %) and fine-sand (67-94 %) proportions. According to correlation coefficients among the element pairs, Fe, Mn, Ti, Cr, V and Co there exist very strong and positive ( $r > 0,90$ ) relationship. On the contrary, elements representing aluminumsilicates such as Si, Al, K and Mg do not display any significant relationships with the above heavy metals. Therefore, these higher heavy metal contents can be suggested to be associated largely with metal oxides/hydroxides rather than to silicates/aluminumsilicates.*

*The studies on heavy mineral determinations with polished-thin sections are still going on and the present data showed the abundant presence of rutile, sphene, magnetite, pyroxene, hornblende, zircon, and garnet. Based on geomorphological field observations, Türknil River and its tributaries contributing terrigenous material to the Şile coasts drain the outcropping Ordovician-Trias carbonates and clastics, Cretaceous basalt, andesite and limestones and Pliocene clastics. These materials in the study area constitute the beach sand sources.*

**Keywords:** İstanbul-Şile, beach, sediment, geochemistry, heavy metal

## İZMİR KÖRFEZİ'NİN SEDİMANTOLOJİK, JEOKİMYASAL VE JEOFİZİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ

**Müge Atalar, Muhammet Duman**

*Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü*

*Baku Bulvarı No:100 İnciraltı, Balçova, İzmir*

*(muge.atalar@ogr.deu.edu.tr)*

### ÖZ

İzmir Körfezi, Ege Denizi'nin büyük ölçekli ve nispeten kirlenmiş körfezlerinden biri olup ince taneli sedimentlerin hakim olduğu doğal bir denizel çökeltme ortamıdır.

İzmir Körfezi güncel sedimentlerinin petrografik, jeokimyasal ve jeofiziksel özellikleri araştırılmıştır. Jeokimyasal çalışmalarla ilişkili olarak onsekiz yüzey örneği ve üç karot örneğinde toplam 32 element analizi yapılmıştır. Buna göre İzmir Körfezi yüzey sedimentlerinin toplam organik karbon ve sülfürle bağlantılı olarak gelişen As, Cr, Cu, Co, P, Pb, V, Zn ve Ti gibi ağır metallerce belirli bir zenginleşme gösterdiği saptanmıştır.

Gediz Nehri'nin güncel ağzının güney kesimlerinde görülen ve Cr, Cu, Pb ve Zn gibi ağır metallerle belirlenen zenginleşme Gediz Nehri'nin drenaj alanındaki sanayi etkisini yansıtmakta ve bu nehrin Orta Körfez'in önemli antropojenik kaynaklarından biri olduğuna işaret etmektedir.

Karot örneklerinden elde edilen sanayileşme öncesi referans element değerleri kullanılarak bölgeye ait muhtelif kirlenme faktörleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışma alanından kaydedilen yüksek ayrımlı sığ sismik veriler kullanılarak alınan örneklerin depolanma ortamlarıyla ilişkisi belirlenmiş ve özellikle güncel sediment verilerinin değerlendirilmesi sağlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ege Denizi, element, kirlenme, sediment, sığ sismik.

## **SEDIMENTOLOGICAL, GEOCHEMICAL AND GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS OF THE GULF OF İZMİR**

**Müge Atalar, Muhammet Duman**

*Dokuz Eylül University, Institute of Marine Science and Technology  
Baku Bulvarı N:100 İnciraltı, Balçova, İzmir, Turkey  
(muge.atalar@ogr.deu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*The Gulf of Izmir is one of the great natural and polluted bays of the eastern Aegean Sea and is a depositional environment of fine-grained sediment.*

*The petrographic, geochemical and geophysical properties of the Izmir Gulf recent sediments were investigated. The concentrations of 32 elements were analyzed on 18 surface and three core samples. Accordingly, surface sediments in inner Izmir Gulf display significant enrichments in As, Cr, Cu, Co, P, V, Zn and Ti associated with notably high concentrations of total organic carbon and sulphur.*

*The zone of moderate enrichments in Cr, Cu, Pb and Zn south of the present-day mouth of Gediz River suggests that discharge from this river is one of the major sources of anthropogenic input into the Outer Izmir Bay and probably reflects the large quantities of industrial discharge into Gediz River along its course.*

*Pre-industrial elemental concentrations were obtained using core samples and these values are evaluated for comparison of various contamination factors for the region. Using shallow high resolution subbottom profiler data recorded from the area, the evaluations of sedimentary environment and particular relationship of core samples were established.*

**Keywords:** *Element, Aegean Sea, pollution, sediment, shallow seismic*

## VAN GÖLÜ'NÜN SON 400 BİN YILDAKİ GÖL SEVİYESİ DEĞİŞİMLERİ: SİSMİK YANSIMA HATLARINDAKİ DELTALAR VE ICDP SONDAJ VERİLERİ

**Emre Damcı<sup>1</sup>, M. Namık Çağatay<sup>1</sup>, Sebastian Krastel<sup>2</sup>, Nazik Öğretmen<sup>1</sup>,  
Deniz Cukur<sup>2</sup>, Umut Barış Ülgen<sup>1</sup>, Zeynep Erdem<sup>1</sup>, Thomas Litt<sup>3</sup>,  
Flavio S. Anselmetti<sup>4</sup>, K. Kadir Eriş<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Doğu Akdeniz Deniz ve Göl Araştırmaları Merkezi,

Maden Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> GEOMAR | Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, Germany

<sup>3</sup> Steinmann-Institut für Geologie, Mineralogie und

Paläontologie, Universität Bonn, Bonn, Germany

<sup>4</sup> Eawag, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Switzerland

<sup>5</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi,

Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye

(damci@itu.edu.tr)

### ÖZ

Van Gölü Doğu Anadolu Platosu üzerinde yer alan, uzun süreli paleo-iklim çalışmaları için önemli bir konumda yer almaktadır. Bu çalışma, 2004 yılında IFM-GEOMAR tarafından toplanan sismik yansımaya verileri ve 2010 yılından Uluslararası Kıtasal Sondaj Programı (ICDP) ve TÜBİTAK 108Y279 numaralı proje tarafından desteklenen iki sondaj noktasından elde edilen karotlardan oluşturulan stratigrafik kesitin korelasyonunu konu almaktadır. Proje kapsamında gerçekleştirilen Kuzey Havza ve Ahlat Sırtı sondaj noktalarında 245 m ve 357 m su derinliğinde, sırası ile göl tabanından itibaren 145,5 m ve 220 m derinliğe ulaşan iki adet karotlu sondaj çalışması yapılmıştır. Saha çalışması kapsamında sondajlardan elde edilen karotların fiziksel özelliklerinin ölçümü, kıyıda kurulan geçici laboratuvarında Çok-sensörlü Karot Kayıtcısı (MSCL) ile yapılmıştır. MSCL verisi ve sismik verilerin denetlenmesi, yüksek manyetik duyarlılık değerleri ve yüksek yansımaya genliği gösteren tefra seviyeleri ile yapılmıştır. Her iki sondaj noktasındaki karot stratigrafilerinin denetlenmesi ise manyetik duyarlılık logları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu işlemin ardından tefra seviyelerine ait yüksek genlikli sismik yansımaya yüzeyleri havza boyunca izlenmiştir. Öncel yaş modeli AMS <sup>14</sup>C yaşları, yaşları bilinen tefraların denetlenmesi ve var sayımı ile oluşturulmuştur. Oluşturulan yaş modeli  $\delta^{18}O$  ve  $\delta^{13}C$  izotop verilerinden elde edilen izotop dönemlerine göre uyarlanmış ve sismik yansıtıcı yüzeylerin yaşlandırılmasında kullanılmıştır.

Kuzeyden güneye 460 m derinlikteki Tatvan havzasına uzanan sismik kesit üzerinde 400 bin yıl öncesinden günümüze kadar oluşmuş en az 5 adet delta gözlenmektedir. Oluşturulan yaş modeline göre bu deltalar soğuk dönemlerde oluşmuştur. En düşük göl seviyesi günümüzden 350 bin yıl öncesinde (MIS-10) oluşmuş ve günümüz göl su seviyesinden 550 m derinlikte yer almaktadır. Bu deltanın çökeldiği dönemdeki su seviyesi, tektonik çökme ve çökel kompaksiyonu hesaba katıldığında günümüz göl su seviyesine göre 400-350 m daha aşağıda olduğu düşünülmektedir. Son Buzul Dönemi'nde, günümüz göl seviyesinden 200 m derinde başka bir delta daha oluşmuştur. Diğer deltalar ise günümüz göl su seviyesinin 160 m 235 m, 300 m ve 490 m altında (tektonik çökme etkisi hesaba katılmadan) yer almaktadır ve sırası ile günümüzden önce 125-95, 166-142, 195-169 ve 270-234 bin yıl olarak yaşlandırılmıştır. Hesaplanan bu yaşlar, sismik yansımaya yüzeylerinin yaşlarının ve izotop dönemi sınırlarının belirlenmesinde karşılaşılan belirsizliğe bağlı olarak yaklaşık 10 bin yıl hata payı içermektedir. Sismik stratigrafi analizine göre buzul dönemlerindeki çökelim hızı, buzul arası dönemlerdekine göre daha yüksektir. Buzul dönemlerindeki yüksek çökelim hızı, aşınma, düşük göl seviyesi ve kütle akmasının sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Göl seviyesinin düşük olduğu buzul dönemlerde çökelen malzeme gri homojen çamur ve türbidit olarak görülürken, yüksek göl seviyesi çökelileri laminali ve bandlı yapıdadır. Türbidit birimlerinin kalınlığı genellikle birkaç santimetreden birkaç metreye kadar değişiklik gösterebilmektedir. Türbidit birimleri, tabanı keskin dokanaklı kum birimleri ve bunu üzerleyen dereceli killi silt veya homojen çamur tabakası şeklinde görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Van Gölü, sismik, su seviyesi değişimi, izotop dönemleri, klinofom

## **LAKE LEVEL CHANGES OF LAKE VAN OVER THE LAST 400 KA: EVIDENCE FROM DELTAS IN SEISMIC REFLECTION LINES AND ICDP DRILLING DATA**

**Emre Damcı<sup>1</sup>, M. Namık Çağatay<sup>1</sup>, Sebastian Krastel<sup>2</sup>, Nazik Öğretmen<sup>1</sup>, Deniz Cukur<sup>2</sup>, Umut Barış Ülgen<sup>1</sup>, Zeynep Erdem<sup>1</sup>, Thomas Litt<sup>3</sup>, Flavio S. Anselmetti<sup>4</sup>, K. Kadir Eriş<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Eastern Mediterranean Centre for Oceanography and Limnology, Faculty of Mining, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey

<sup>2</sup> GEOMAR | Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, Germany

<sup>3</sup> Steinmann-Institut für Geologie, Mineralogie und Paläontologie, Universität Bonn, Bonn, Germany

<sup>4</sup> Eawag, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Switzerland

<sup>5</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Turkey  
(damci@itu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Lake Van is located on the East Anatolian Plateau of Turkey, which is a key area to obtain long-term regional paleoclimate records. This study is based on the correlation of seismic reflection data acquired by IFM-GEOMAR in 2004 and the borehole stratigraphic information obtained from two sites drilled by International Continental Scientific Drilling Program (ICDP) Paleovan Project and 108Y279 TUBITAK project in 2010. The drilled sites (Northern Basin and Ahlat Ridge) are located at the water depths of 245 m and 357 m, where drill holes reached to depths of 145.5 m and 220 m below the lake floor, respectively. Physical core properties were measured by the Geotek Multi Sensor Core Logging (MSCL) equipment at the onshore lab of the drilling campaign. Correlation between the seismic and MSCL data was based mainly on matching the two data sets of the tephra layers that were characterized by high reflection amplitudes and the high magnetic susceptibility values. Stratigraphic correlation between the two sites was done using the magnetic susceptibility profiles. Seismic reflections representing the different tephra layers were then traced over the basin. A tentative age model was constructed based on AMS <sup>14</sup>C dates, tephra correlation and varve counting. It was then tuned with the isotope stages using the  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  isotope data, and used to date the seismic reflections.

The seismic lines extending from the north towards the 460 m deep Tatvan Basin in the south reveal a stack of at least five deltas that developed over the past 400 ka cal BP. According to the age model these deltas developed during the cold periods. The minimum lake level occurred at about 350 ka cal BP (MIS-10) when the lake level was about 550 m below the present lake level. Considering possible crustal subsidence due to sediment and water loading and sediment compaction, the water level at the time would have been 400-350 m below the present level. Another delta formed at 200 m below the present lake level during the Last Glacial Maximum. The other deltas at 160 m 235 m, 300 m and 490 m below the present lake level (without the subsidence correction) are dated 125-95, 166-142, 195-169 and 270-234 ka cal BP, respectively. Estimated dates have an error approximately 10 ka due to uncertainties in estimating the ages of seismic reflectors and isotope stage boundaries. From the seismic stratigraphic analysis, it can be concluded that interglacial epochs have lower sedimentation rate than the glacial epochs. This was mainly due to the high rate of physical weathering, low lake levels and abundant mass-flow events during glacial epochs. During high lake levels, mainly laminated and banded sediments were deposited, whereas glacial epochs with low lake levels are characterized by grey homogenous muds and turbidite sedimentation. The turbidites commonly range in thickness from a few cm to a few meters, and are characterized by a sharp basal boundary, overlain by a sandy bed that passes upward into graded and laminated clayey silt and a homogeneous mud layer.

**Keywords:** Lake Van, seismic, lake level changes, isotope stages, clinoform

## HİRFANLI BARAJ GÖLÜ SU KALİTESİNİN CBS VE UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

**Murat Kavurmacı<sup>1</sup>, Semih Ekercin<sup>2</sup>, Levent Altaş<sup>3</sup>, Yakup Kurmaç<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Aksaray Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-68100 Aksaray

<sup>2</sup>Aksaray Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, TR-68100 Aksaray

<sup>3</sup>Aksaray Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, TR-68100 Aksaray

(muratkavurmaci@yahoo.com)

### ÖZ

Bu çalışmada Türkiye'nin önemli baraj göllerinden birisi olan Hirfanlı Baraj Gölü seçilmiştir. Tarımsal sulama ve biyolojik çeşitlilik bakımından önemli bir habitata sahip olan göl 5.980 hm<sup>3</sup> su hacmine ve 263 km<sup>2</sup> yüzey alanına sahiptir.

Araştırma kapsamında, Landsat 5TM uydusunun üst geçişi ile eş zamanlı olarak 25 Haziran 2011 tarihinde göl yüzey alanında 54 farklı örnekleme noktasında Hirfanlı Baraj Gölü'nün su kalitesinin belirlenmesine yönelik ölçümler ve örnekleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Göl suyunun içerdiği bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin ortalama değerleri sırasıyla, sıcaklık; 23.19°C, pH; 8.43, elektriksel iletkenlik; 1413.89 µS/cm, toplam mineralizasyon; 1000.70 mg/l, bulanıklık; 3.52 NTU, toplam organik karbon; 5.79 mg C/L, toplam azot; 0.34 mg N/L, klorofil-a; 18.33 mg/m<sup>3</sup> arasında değişimler göstermiştir. Örnekleme noktalarının iyon bolluk dizilimleri Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup> > Ca<sup>2+</sup> > Mg<sup>2+</sup> // SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> > Cl<sup>-</sup> > HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> şeklinde gelişmiştir. Hirfanlı Baraj Gölü'nün sodyum adsorpsiyon oranı; 5.27 - 4.46 arasında değişimler gösterir.

Örnekleme çalışmalarından elde edilen bulanıklık, askıda katı madde, klorofil-a değerleri için doğrusal regresyon analizi uygulanmış ve sonuçlar uydu görüntüsünden elde edilen suyun yansıma değerleri ile ilişkilendirilmiştir. Klorofil-a, askıda katı madde ve bulanıklık değerleri için korelasyon katsayıları sırasıyla; 0.97, 0.95, 0.93 olarak tespit edilmiştir. Klorofil-a, askıda katı madde ve bulanıklık değerleri için Landsat-5TM uydu görüntüleri yardımıyla oluşturulan tematik su kalite haritaları benzer dağılım göstermektedir. Sonuç olarak; Hirfanlı Baraj Gölü Na-Ca- SO<sub>4</sub>-Cl tipli sular sınıfına girmekte olup ağır metal parametreleri yönünden I. sınıf su kalitesi değerleri içermektedir. Gölün memba ve derin olmayan kıyı kesimlerinde klorofil-a, askıda katı madde ve bulanıklık değerlerinin arttığı ve ortalama besin değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Sulama suyu kalitesi değerlendirilmesinde kullanılan Birleşik Amerika Tuzluluk Laboratuvar Grafiği'ne göre; göl yüksek tuzluluk ve düşük sodyumluluk (C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>) sulama suyu kalitesi özelliğine sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Hirfanlı barajı, su kalitesi, uzaktan algılama

## **EVALUATION OF WATER QUALITY OF HIRFANLI DAM LAKE USING GIS AND REMOTE SENSING TECHNIQUES**

**Murat Kavurmacı<sup>1</sup>, Semih Ekercin<sup>2</sup>, Levent Altaş<sup>3</sup>, Yakup Kurmaç<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Aksaray University, Geological Engineering Department, TR-68100 Aksaray, Turkey

<sup>2</sup>Aksaray University, Geomatics Engineering Department, TR-68100 Aksaray, Turkey

<sup>3</sup>Aksaray University, Environmental Engineering Department,  
TR-68100 Aksaray, Turkey

(muratkavurmaci@yahoo.com)

### **ABSTRACT**

*In this study, Hirfanlı Reservoir which is one of Turkey's most important water sources was evaluated. The lake which has an important habitat for biodiversity and agricultural irrigation having 5,980 hm<sup>3</sup> volume of water and 263 km<sup>2</sup> surface area.*

*Research scope, includes measurement of water quality parameters at the 54 different sampling points in the Hirfanlı Dam Lake as at the same time as the Landsat 5TM satellite during 25 June 2011. Some values of the water chemistry parameters of the Hirfanlı Dam lake are as follows; temperature; 23.19°C, pH; 8.43, electrical conductivity; 1413.89 mS / cm, total mineralization; 1000.70 mg / l, turbidity; 3.52 NTU, total organic carbon; 5.79 mg C/L, total nitrogen; 0.34 mg N/L, chlorophyll-a; 18.33 mg/m<sup>3</sup>. Ion abundance sequence is generally Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup> > Ca<sup>+2</sup> > Mg<sup>+2</sup> // SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> > Cl<sup>-</sup> > HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. The sodium adsorption ratio of Hirfanlı Dam Lake varies between 5.27 and 4.46.*

*Multi-linear regression was applied for values of the water quality parameters such as chlorophyll-a, turbidity and suspended solids, and the relationship between reflectance values of the water with the water quality parameters was investigated. The correlation coefficients for chlorophyll-a, turbidity and suspended solids was found as 0.97, 0.95, 0.93. Thematic water quality maps that obtain using satellite image for chlorophyll-a, turbidity and suspended solids values shows similar distributions. As a result, Hirfanlı Dam Lake has Na-Ca- SO<sub>4</sub>-Cl type water and includes I. class water quality values in terms of heavy metals parameters. Chlorophyll-a, turbidity and suspended solids values increased at the upstream reservoir and shallow coastal of lake. The lake waters have average nutrient values. In evaluation of the quality for irrigation water according to graphic of the United States Salinity Laboratory; the lake has high salinity hazard and a low sodium (alkali) hazard rates (C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>).*

**Keywords:** Hirfanlı dam, water quality, remote sensing

## ACIĞÖL SIĞ-KALICI, PLAYA-GÖL HAVZASININ TEKTONO SEDİMENTER ÇATISI VE ORTAMSAL GELİŞİMİ, GB ANADOLU, TÜRKİYE

**Cahit Helvacı<sup>1</sup>, M. Cihat Alçiçek<sup>2</sup>,  
İbrahim Gündoğan<sup>1</sup>, Ünsal Gemici<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, 35160, Buca-İzmir

<sup>2</sup> Pamukkale Üniversitesi, Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, 20070, Denizli  
(cahit.helvacı@dev.edu.tr)

### ÖZ

Geç Senozoik Neotektonik genişleme tektoniği, GB Anadolu'da allüviyal, fluviyal ve gölssel depolanma sistemlerini içeren KD gidişli birçok gölssel havza oluşumuna neden olmuştur. GB Anadolu'da yeralan Acıgöl havzası, içinde bulunan sıg-kalıcı playa-göl ortamı ile tanınır. Tipik bir graben çöküntüsü olan havza içinde, KD-gidişli havza kenar fayları denetiminde oluşan kaba-kırıntılı alüvyon yelpazesi, akarsu ve kalın ve yanal yayımlı gölssel marn tortulları içerir. Çevredeki yükselteleri oluşturan temelden beslenen sediment yükü ile devam eden havza derinleşmesi, oldukça sıg gölün daralmasına, allüviyal fanların sürekliliği ve ilerlemesi gölün zamanla kurumasına sebep olmuştur. Sedimentasyon şekli ve paleo ortamsal değişimler, Acıgöl havzasının Miyosen'den itibaren sürekli olarak tektonik, sedimentasyon, iklimsel ve kimyasal yönden çevre havzalar ile bağlantılı olarak geliştiğini belirtir. Sedimanter fasiyesler, paleo akıntular ve biyostratigrafik veriler gölssel ortamın doğudaki ana havza kenar fayına yaslı ve sedimentasyonun bu faya doğru göç etmiş göl ortamında günümüze değin sürmekte olduğunu göstermektedir. Erken Pliyosen'de nemli bölgesel iklim şartları su seviyesinin yükselmesi ile kalın ve yaygın marn serilerinin çökelişi gölün hızlı bir şekilde genişlediğini gösterir. Devam eden genişleme havza şeklini yeniden belirlemesi ile genç kırıntılı aşınma tortulları, daha önce çökelen yükselmiş ve eğimlenmiş tortulları uyumsuz olarak üstlemiştir.

Normal faylarla gelişen Acıgöl graben havzasının orta kesiminde kalın tortul bir istif oluşmuştur. Güncel Acıgöl'ün su yayılım alanı, havzayı denetleyen ve yeni gelişen sintetik ve antitetik fay sistemleri denetiminde allüviyal fan tortulların havza içine doğru ilerlemesi sonucu sürekli olarak içe doğru daralmaktadır. Güncel çöküntü alanı, aktif olarak evaporasyonun sürdüğü ve sodyum sülfat, Mg-Ca karbonat ve kil minerallerinin baskın olarak depolandığı tipik bir sıg-kalıcı playa-göl havzasıdır. Bu çalışmada modern Acıgöl düzlüğünde açılan üç derin sonajdan elde edilen loglar boyunca havzadaki depolanma modu ve buna bağlı havza gelişiminin anlaşılması amaçlanmaktadır. Sondaj loglarındaki gözlemler ve analizler Acıgöl havzasının zaman içinde kademeli olarak kalıcı derin bir göl ortamından gecici sıg bir playa gölü ortamına dönüştüğünü göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Neotektonik açılma, Acıgöl, playa-göl, evaporit, Na-sülfat, GB Anadolu



## **TECTONO SEDIMENTARY DEVELOPMENT AND PALAEOENVIRONMENTAL CHANGES IN THE ACIGÖL SHALLOW-PERENNIAL PLAYA-LAKE BASIN, SW ANATOLIA, TURKEY**

**Cahit Helvacı<sup>1</sup>, M. Cihat Alçıçek<sup>2</sup>,  
İbrahim Gündoğan<sup>1</sup>, Ünsal Gemici<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, 35160, Buca-İzmir, Turkey

<sup>2</sup> Pamukkale Üniversitesi, Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, 20070, Denizli, Turkey  
(cahit.helvacı@dev.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Late Cenozoic extensional neotectonic deformation resulted in the formation of several NE-trending fluvio-lacustrine basins in the SW Anatolia with alluvial, fluvial and lacustrine depositional systems. The Acıgöl basin is a conspicuous example of such basins with its tectono-sedimentary development as a prominent shallow-perennial playa-lake. The basin was initially founded to receive coarse-clastic alluvial deposits transiting into fluvial systems and central shallow lakes. Subsequent basin deepening with significant sediment supply from the surrounding basement horsts caused gradual shrinking and eventual dying out of the lake due to renewed progradation of alluvial-fans. The sedimentation pattern and palaeoenvironmental changes evidence a constant tectonic, sedimentation, climatic and lake chemistry interaction through the basin's history from late Miocene onward with a close relation to the coeval adjacent basins. Sedimentary facies, palaeocurrent readings and biostratigraphic data show that the sedimentation was mainly controlled by NE-trending Acıgöl fault to the east. By the early Pliocene regional humid climatic conditions caused a local base-level rise and resulted in rapid lake expansion as demonstrated by thick and laterally extensive marly successions. The continued extension was re-arranged the basin configuration and caused uplift and tilting of the former basin-fill that is unconformably overlain by the younger coarse-clastic erosional sediments.*

*A thick sedimentary sequence is deposited in the central part of the Acıgöl graben basin formed as a result of normal fault system.*

*The wetland area of the modern Acıgöl Lake is still inward narrowing due to the progressive deposition of alluvial fan sediments by the activity of the basin bounding faults and newly generated syntetic and antitetic fault systems. The modern depression is a typical shallow-perennial playa-lake basin with active evaporation and dominantly precipitation of sodium sulphates, Mg-Ca carbonates and clay minerals. Three deep bore-hole logs drilled in the modern lake Acıgöl plain were examined to document the mode of deposition and development of the basin. The drill hole logs show that the Acıgöl basin was gradually transformed from a perennial deep-lake into shallow perennial/ephemeral playa settings.*

**Keywords:** Neotectonic extension, Acıgöl, playa-lake, evaporite, Na-sulphate, SW Anatolia

## ACIGÖL (DENİZLİ) ÇÖKELLERİNİN JEOKİMYASI VE GEÇ HOLOSEN İKLİM KAYITLARI

Sena Akçer Ön<sup>1</sup>, Namık Çağatay<sup>1</sup>, Umut Barış Ülgen<sup>1</sup>,  
Dursun Acar<sup>1</sup>, M. Cihat Alçıçek<sup>2</sup>, Cahit Helvacı<sup>3</sup>

<sup>1</sup> EMCOL Research Centre, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, İstanbul

<sup>2</sup> Pamukkale Üniversitesi, Müh. Fak., Jeo. Müh.Böl., Kınıklı, Denizli

<sup>3</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fak., Jeo. Müh.Böl., 35160, Tıknaç Tepe Yer., Buca, İzmir  
(akcer@itu.edu.tr)

### ÖZ

Acıgöl (Denizli), buharlaşmanın etkisi ile yüksek çözünmüş madde (TDS) içeriğine sahip playa niteliğinde tuzlu bir göldür. Göl, yılda 400,000 ton sodyum sülfat üretimi ile Türkiye'nin toplam üretiminin %85'ini sağlamaktadır. Bu gölden alınan çökel kayıtlarında Geç Holosen iklim ve jeokimyasal değişimleri araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında Acıgöl'ün kuzeyinde Mayıs 2009'da, su derinliğinin 1.93 m ve 2.40 m olduğu yerlerden, uzunlukları sırası ile 1.60 m ve 1.84 m olan iki adet piston karotu alınmıştır. Karotların litoloji tanımları, Çok Sensörlü Karot Log Alıcısı (5 mm aralıkla) ile fiziksel özellikleri ve XRF Karot Tarayıcısı (1 mm aralıkla) ile X-ışınları radyografisi ve jeokimyasal analizleri yapılmıştır. <sup>14</sup>C yöntemi ile yaşlandırılmış, Calib 6.0 programı ile takvim yılına kalibre edilmiştir.

Elde edilen iki uzun karotta (ACI09P01 ve ACI09P03) yaşları kalınlıkları 500 mm ve 200 mm olan yaklaşık Günümüzden Önce (GÖ) 2600-2500 ve 3000-3500 yılları arasında çökelmiş ve az karbonat içeren bir jips seviyesi tarafından ayrılmış iki evaporit seviyesi gözlenmiştir. Bu seviyeler, yapılan XRD analizlerine göre kristal büyüklüğü ortalama 1 cm olan çoğunlukla disk ve bazen kama şekilli saydam-yarı saydam Mirabilit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) kristallerinden oluşmaktadır. Mirabilit içeren iki evaporit seviyesi çok kurak iklim dönemlerine karşılık gelmektedir. Karotlarda iri kristalli mirabilit seviyelerinin altında açık renkli jips ve karbonatça zengin seviyeler yer almaktadır. Yüksek Sr değerleri ile karakterize edilen ve aragonit içeren alttaki ve iki evaporit arasındaki bu seviyeler nisbeten daha az kurak iklim dönemlerine işaret etmektedir. Çökel istifinde dikey yöndeki mineral parajenezi buharlaşmaya bağlı su kimyasındaki değişime de (evrime) ışık tutmaktadır. Buharlaşma ile önce karbonat ve jips çökelmekte, bunu takiben mirabilit çökerek, sudan Ca ve sülfatın çökeltilmesi sonucu, göl suyu Na-Cl ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) tipine dönüşmektedir. Göle gelen kırıntı malzemelerinin (Al, Si, K, Ti gibi) ve göl içinde buharlaşmanın (Sr, Ca, Sr/Ca, Ca/Ti gibi) belirteci olan elementler birlikte incelendiğinde GÖ 4250-3600 yılları, 1800-1600 yılları ve 400-200 yılları arasında kurak, GÖ 5000-4400 yılları ve 800-600 yılları arasında yağışlı koşulların mevcut olduğu gözlenmiştir. Kurak dönemler sırasıyla batı Avrupa'da gözlenen 3. Bond olayı (GÖ 4200 yıl), Roma Ilık Dönemi (GÖ 2300-1500 yılları arası), Küçük Buz Çağı'na (GÖ 600-100 yılları arası) ve yağışlı dönemler ise sırasıyla Holosen Klimatik Optimum (~ GÖ 8000-4500 yılları arası), Ortaçağ Ilık Dönem'e (GÖ 1000-600 yılları arası) denk gelmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Acıgöl (Denizli), evaporit, Geç Holosen, paleoiklim, mirabilit

## **GEOCHEMISTRY AND LATE HOLOCENE CLIMATE RECORDS OF LAKE ACIGÖL (DENİZLİ) SEDIMENTS**

**Sena Akçer Ön<sup>1</sup>, Namık Çağatay<sup>1</sup>, Umut Barış Ülgen<sup>1</sup>,  
Dursun Acar<sup>1</sup>, M. Cihat Alçiçek<sup>2</sup>, Cahit Helvacı<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> EMCOL Research Centre, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup> Pamukkale Üniversitesi, Müh. Fak., Jeo. Müh.Böl., Kınıklı, Denizli

<sup>3</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fak., Jeo. Müh.Böl., 35160,

Tıknaz Tepe Yer., Buca, İzmir, Turkey

(akcer@itu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Acıgöl (Denizli) is a playa lake with very high of Total Dissolved Solids (TDS) content, providing 85 % (400,000 t/yr) of Turkey's sodium sulfate production. The water composition of the lake is Na-Cl-(SO<sub>4</sub>-Mg) type. Our study focuses on paleoclimatic and geochemical changes in sedimentary records of the late Holocene in Acıgöl.

Cores with 1.60 m and 1.84 m length were recovered from 1.93 m and 2.40 water depth, respectively in the northern part of the lake in May 2009. The cores were analyzed at 5 mm resolution using Multi Sensor Core Logger (MSCL) having magnetic susceptibility, P-Wave, density and resistivity sensors; XRF (X-Ray Fluorescence) core scanner multi element analysis at a 1 mm resolution. Mineralogical analysis of the sediment samples were analyzed using XRD (X-Ray Diffraction) after lithological description. Cores were dated by radiocarbon method and the radiocarbon ages were calibrated to calendar year using Calib. 6.0 software.

The core sections contain two evaporite layers which are separated by a gypsum layer with lesser amounts of carbonates. These layers ranging from 500 mm and 200 mm were dated 2600-2500 a before present (BP) and 3500-3000 a BP, respectively. The main mineral in the evaporate layers is mirabilite (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O) which occur mainly as disc, and rarely wedge-shape semi transparent to transparent crystals with an average diameter of one cm., Mirabilite crystals. The high solubility of mirabilite requires high evaporation-precipitation ratio and very arid climatic conditions during the deposition of the evaporate layers during 3500-2500 a BP. The two evaporate layers are separated with an aragonite-bearing gypsum layer that suggest a relatively less dry conditions during 300-2500 a BP. The lower evaporate layer is underlain by light colour sediments containing gypsum and aragonite also suggesting less arid period prior to 3500 a BP. The geochemistry and mineral composition of the sedimentary sequence provide evidence of the geochemical evolution of lake waters controlled by evaporation-precipitation ratio. With increased aridity and evaporation, first carbonates, then gypsum, and finally mirabilite precipitate from the lake waters, are resulting in the Na-Cl (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) type of water for the lake. Interpreting the proxy of detrital input (Al, Si, K, Ti etc.) and evaporation-precipitation ratio (Sr, Ca, Sr/Ca, Ca/Ti etc.) elements together, we observed dry conditions between 4250-3600, 1800-1600, 400-200 a BP and wet conditions between 5000-4400, 800-600 a BP. These dry and wet spells respectively, well correlates with western Europe; 3. Bond event (4.2 ky), Roman Warm Period (2300-1500 a BP), Little Ice Age (600-100 a BP), Holocene Climatic Optimum (~8000-4500 a BP), Medieval Warm Period (1000-600 a BP).

**Keywords:** Lake Acıgöl (Denizli), evaporite, Late Holocene, paleoclimate, mirabilite.

## SÜNNET GÖLÜ'NDE (GÖYNÜK, BOLU) ÇOKLU-GÖSTERGELERE DAYALI SON 250 YILIN İKLİM DEĞİŞİMLERİ

**Faruk Ocakoğlu<sup>1</sup>, Celal Erayık<sup>1</sup>, Sanem Açıkalm<sup>1</sup>, Osman Kır<sup>1</sup>,  
Emel Oybak Dönmez<sup>2</sup>, Aydın Akbulut<sup>3</sup>, İsmail Ömer Yılmaz<sup>4</sup>, Cemal Tunoğlu<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26480 Eskişehir

<sup>2</sup> Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 06800 Ankara

<sup>3</sup> Gazi Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 06570 Ankara

<sup>4</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Ankara

<sup>5</sup> Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Ankara

(focak@ogu.edu.tr)

### ÖZ

Bu çalışmada KB Anadolu'da Bolu ile Göynük arasında bulunan ve bir heyelan set gölü olan Sünnet Gölü'nden 8-13 m su derinliklerinden alınan 3 karot litolojik açıdan incelenip yorumlanmıştır. Bunlardan SK-2 karotu üzerinde 2 cm aralıklı alınan 68 örnek sedimantolojik, kimyasal, mineralojik, izotopik ve biyolojik analizlere tabi tutulmuştur. Elde edilen bulgularla son 250 yıllık dönemin iklim değişimlerini gösteren bir yerel şablon çıkartılmış; bu, standart küresel bulgularla karşılaştırılmıştır.

Yapılan sedimantolojik analizler sonucunda, tabanı 1760 yılına kadar uzanan SK-2 karotu farklı iklim ve göl seviyesinin değişimini gösteren beş döneme (1760-1800, 1800-1860, 1860-1910, 1910-1990, 1990-2009) ayrılmıştır. Tanımlanan 1760-1800 aralığında artan <sup>18</sup>O değerleri ve yüksek Pinus/toplam ağaç poleni oranı gözlenmektedir. 1800-1860 aralığında ise göl seviyesi en yüksek konumunda kalmış; yüzeysel ayrışmanın etkinliği (Na<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O/TiO<sub>2</sub> ve Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O) kendini toprak ayrışma süreçlerinde göstermiş ve bununla birlikte tuzluluk göstergeleri (Mg/Ca ve Sr/Ca) dönemin başında ve sonunda belirgin şekilde azalmıştır. 1860-1910 aralığı kısmen düşük su düzeyleri ve *Hantzschia amphioxys* diatom formunda %20-50 arasında bolluk salınımlarıyla temsil olunur. 1910-1990 aralığı ise daha düşük su düzeyleri ve anoksik (V/Al ve Zn/Al) koşulların azalması ile belirgindir. 1990-2009 aralığında su düzeyi yeniden yükselmiş, V/Al ve Zn/Al grafiklerinde anoksik koşulların artışı, Mg/Ca ve Sr/Ca grafiklerinde tuzluluk koşullarının azalışı ve planktik diatom formunda bolluk artışı izlenmiştir.

Yapılan değerlendirmeler güneş lekeleri sayısı ile Sünnet Gölü kaydının yüksek bir uyum içinde olduğunu göstermektedir. Düşük Güneş lekeli dönemler Sünnet Gölü kaydında yüksek yağışlı ve genellikle daha az sıcak dönemlere karşılık gelmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Paleolimnoloji, paleoiklim, gölssel arşiv, KB Anadolu, duraylı izotop, polen, diatom.

## **CLIMATE VARIABILITY OF THE LAST 250 YEARS AROUND THE LAKE SÜNNET (GÖYNÜK, BOLU) BASED ON THE MULTI- DISCIPLINARY INVESTIGATIONS**

**Faruk Ocakoğlu<sup>1</sup>, Celal Erayık<sup>1</sup>, Sanem Açıkalin<sup>1</sup>, Osman Kır<sup>1</sup>,  
Emel Oybak Dönmez<sup>2</sup>, Aydın Akbulut<sup>3</sup>, İsmail Ömer Yılmaz<sup>4</sup>, Cemal Tunoğlu<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Eskişehir Osmangazi University, Department of  
Geological Engineering, 26480 Eskişehir, Turkey

<sup>2</sup> Hacettepe University, Department of Biology, 06800 Ankara, Turkey

<sup>3</sup> Gazi University, Department of Biology, 06570 Ankara, Turkey

<sup>4</sup> Middle East Technical University, Department of Geological Engineering, 06800 Ankara

<sup>5</sup> Hacettepe University, Department of Geological Engineering, 06800 Ankara, Turkey  
(focak@ogu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In this study the three cores retrieved from water depths ranging from 8-13 m from the lake Sünnet which is a landslide-dammed lake between Bolu and Göynük at the NW Anatolia are lithologically examined and interpreted. Sedimentological, geochemical, mineralogical, isotopic and biological analyses were performed on 68 samples which were collected at each 2 cm interval in the SK-2 core. On the basis of the findings, a local climate change template for the last 250 years was prepared and it was compared with the global data.*

*The SK-2 core whose base goes back to 1760 AD is divided into 5 distinct periods which show different climate and lake levels (1760-1800, 1800-1860, 1860-1910, 1910-1990, 1990-2009). Increased <sup>18</sup>O concentration and high Pinus/total tree pollen rate is observed in 1760-1800 AD interval. In the period 1800-1860 AD, lake level stayed on highest position, degree of the surface alteration ( $Na_2O/Al_2O_3$ ,  $Na_2O/TiO_2$  and  $Na_2O/K_2O$ ) is reflected on the soil decomposition processes, and at the same time salinity indicators (Mg/Ca and Sr/Ca) remarkably decreased at the beginning and the end of the period. The 1860-1910 AD period is characterised by partially low water level and the oscillation of the abundance *Hantzschia amphioxys* diatom form between % 20 and 50. 1910-1990 AD period is marked by lower water levels and less anoxic (V/Al ve Zn/Al) conditions. During the 1990-2009 AD period, water level rised again, increasing anoxic conditions on V/Al ve Zn/Al charts, decreasing salinity on Mg/Ca and Sr/Ca graphics and the abundance of planktic diatom form is observed.*

*On the basis of the assessments it is noteworthy that, Sunspot number are very compatible with the Sünnet Lake record. Lower Sunspot periods generally correspond to more rainy and lower temperature periods in the Sünnet Lake record.*

**Keywords:** Paleolimnology, paleoclimatology, lacustrine archives, NW Anatolia, stable isotopes, pollen, diatom.

## ÇUBUK GÖLÜ (GÖYNÜK, BOLU) ÇÖKELLERİNDE SON 1400 YILIN DİATOM ANALİZİ

Aydın Akbulut<sup>1</sup>, Faruk Ocakoğlu<sup>2</sup>, Osman Kır<sup>2</sup>, Sanem Açıklın<sup>2</sup>,  
Celal Erayık<sup>2</sup>, Emel Oybak Dönmez<sup>3</sup>, Cemal Tunoğlu<sup>4</sup>, İsmail Ömer Yılmaz<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Gazi Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 06570 Ankara

<sup>2</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26480 Eskişehir

<sup>3</sup> Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 06800 Ankara

<sup>4</sup> Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Ankara

<sup>5</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Ankara

(akbulut1969@gmail.com)

### ÖZ

Diyatomeler, sudaki değişimlere (suyun fiziko-kimyasal şartları veya örnekleme alanındaki kirlilik vb.) çok çabuk tepki verirler. Bu nedenle diyatomeleler, çevresel değişkenlerin belirlenmesi için iyi bir araçtır.

Göynük'ün (Bolu, KB Anadolu) 15 km kadar KD'sundaki Çubuk Gölü'nde, göl içinden 3 m kalınlığında bir karottan alınan 76 örnek üzerinde diyatomele çalışmaları yapılmış, elde edilen bulgular diğer paleoklimatolojik verilerle karşılaştırılmıştır. Çalışmada toplam 97 diatom taksonu teşhis edilmiştir. Teşhis edilen bu türler içerisinde *Aulacoseira* spp., *Cyclotella bodanica*, *Cyclotella ocellata*, *Gyrosigma acuminatum*, *Cocconeis placentula*, *Amphora lybrica*, *Amphora ovalis* türleri sırasıyla ön plana çıkmaktadır. Bu taksonlar içerisinde özellikle *Aulacoseira* spp., *Cyclotella bodanica* ve *Cyclotella ocellata* türlerin bolluk açısından baskın olmuşlardır. Bu türlerin başta sıcaklık ve yağış olmak üzere çevresel değişimler ile bollukları arasındaki ilişkiler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Çubuk Gölü'nde yaygın ve bol bulunan *Aulacoseira* cinsine bağlı türler sıcaklık ile birlikte artış göstermektedirler. Kimyasal analizler sonucu elde edilen verilerde soğuk iklim koşullarının hüküm sürdüğü periyotlarda bu türün bolluk değeri oldukça düşmüş hatta hiç rastlanılmamıştır. Bununla birlikte düşük sıcaklıklarda da önemli yoğunlukta bulunabilen *Fragilaria capucina* sıcaklığın belirgin olarak düştüğü dönemlerde yoğunluğunu çok arttırmıştır. Günümüze yaklaştıkça *C. bodanica*'nın *C. ocellata*'ya göre daha baskın olduğu görülmüştür. Buna karşın geçmiş dönem kesitlerinde *C. ocellata*, *C. bodanica*'ya göre daha fazla yüzde ile temsil edilmektedir.

Diatomlar yaşam ortamları açısından serbest yaşayan ya da bağlı formlar olmak üzere iki büyük habitatu kullanmaktadırlar. Çubuk Gölü karotundaki plankton/bentik oranına bakıldığında planktonik formlar ön plana çıkmıştır. Ancak bu baskınlık durumu bazı dönemlerde bentik formların lehine dönebilmektedir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre göl su seviyesinin düşük olduğu bazı dönemlerde bentik diatom türlerinin planktonik formlara oranla baskın oldukları görülmektedir.

Çubuk Gölü geçmiş dönem diatom türleri ile ilgili yapılan sayım sonuçları ve türlerin ekolojik özelliklerine göre; tatlısu özelliğinde, nötr ya da hafif alkali düzeyde pH ve organik madde miktarının az olduğu oligotrofik göl ortamına sahip olduğu anlaşılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Diatom, KB Anadolu, paleoklimatoloji, paleolimnoloji, paleosıcaklık

## THE DIATOM ANALYSIS OF ÇUBUK LAKE (GÖKNÜK, BOLU) SEDIMENTS OF THE LAST 1400 YEARS

Aydın Akbulut<sup>1</sup>, Faruk Ocakoğlu<sup>2</sup>, Osman Kır<sup>2</sup>, Sanem Açıkalin<sup>2</sup>, Celal Erayık<sup>2</sup>,  
Emel Oymbak Dönmez<sup>3</sup>, Cemal Tunçoğlu<sup>4</sup>, İsmail Ömer Yılmaz<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Gazi University, Department of Biology, 06570 Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Eskişehir Osmangazi University, Department of  
Geological Engineering, 26480 Eskişehir, Turkey

<sup>3</sup> Hacettepe University, Department of Biology, 06800 Ankara, Turkey

<sup>4</sup> Hacettepe University, Department of Geological Engineering, 06800 Ankara, Turkey

<sup>5</sup> Middle East Technical University, Department of Geological Engineering,  
06800 Ankara, Turkey

(akbulut1969@gmail.com)

### ABSTRACT

Diatoms show quick responses to the variations (physico-chemical conditions, or pollution at the location of sampling, etc.) in water. For this reason, diatoms serve as a good means of determining environmental variations.

In Cubuk lake which is located 15 km NE of Goynuk village (Bolu, KB Anadolu), 76 diatom samples were taken from a 3 m thick core and the results obtained were compared with other paleoclimatological studies. A total of 97 diatom species were identified in the study. *Aulacoseira* spp., *Cyclotella bodanica*, *Cyclotella ocellata*, *Gyrosigma acuminatum*, *Cocconeis placentula*, *Amphora lybrica* and *Amphora ovalis* species were in the forefront as in the order written. Within these taxa, *Aulacoseira* spp., *Cyclotella bodanica* and *Cyclotella ocellata* were specifically dominant. The relationship between environmental changes and dominance of species were evaluated with regards to temperature and precipitation.

Species of *Aulacoseira* found to be abundant and widespread in the lake, show much growth with increase in temperature. From data analysis obtained, it was discovered that the abundance of the species was low or sometimes not found at all during cold climatic periods. In addition to this, *Fragilaria capucina* found to be abundant in low temperature, was seen to increase during periods with low temperature. It is noted that of recent, *C. bodanica* is becoming more dominant compared with *C. ocellata*. Contrary to this, *C. ocellata* was more in the old sections of the core, compared to *C. bodanica*.

Diatoms live on two media- free-moving or attached. In terms of plankton / benthic ratio, the planktonic forms were found dominant in Cubuk lake core. However, the dominance may become benthic forms in some periods. According to chemical analysis, when the water level is low in some periods, benthic forms are seen to be more dominant compared to planktonic forms.

According to counting done on Cubuk Lake, diatoms in the previous times and ecological characteristics, it is observed that it has freshwater properties, neutral or light alkaline pH with low organic minerals with oligotrophic medium.

**Keywords:** Diatom, KB Anadolu, paleoclimatology, paleolimnology, paleotemperature





**DENİZ, GÖL VE KIYI JEOLJİSİ**  
***MARINE, LAKE AND COASTAL GEOLOGY***

**Posterler / *Posters***

## ERDEMLİ-MERSİN SAHİLLERİNDE PLAJ ÇÖKELLERİNİN TANE BOYU ÖZELLİKLERİ: KARASAL, DENİZEL VE ANTROPOJENİK ETKİLER

Zehra Karakaş<sup>1,2</sup>, Mustafa Ergin<sup>1,2</sup>,

Koray Sözeri<sup>1</sup>, Başak Eser-Doğdu<sup>1</sup>, AGDEJAM Öğrenci Grubu<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara Üniversitesi, 06100, Tandoğan, Ankara

<sup>2</sup>Akarsu, Göl ve Denizlerde Jeolojik Araştırma Merkezi (AGDEJAM),

06100, Tandoğan, Ankara

(ergin@eng.ankara.edu.tr)

### ÖZ

GD-Türkiye'nin Akdeniz kıyısında KD-GB yönünde uzanan Mersin Körfezi değişen boyutlarda ve çok sayıda plajlı sahillere sahiptir. Genelde düz çizgili ve nehir ağızlarında loblu birikim kıyılarını andıran körfeze çok sayıda dere girmesine karşın, bunlar genelde mevsimsel akışlıdır. Bu nedenle, karasal girdilerin etkisi kıyısal dalga ve akıntı taşımalarından daha azdır. Diğer taraftan, karada dere yatağı kullanımı ve ıslahı ile kıyıda antropojenik sedler ve yerleşimlerin varlığı kıyıda boşalan su ve çökelin dağılımını da önemli ölçüde etkilemektedir. Özellikle bilinçsiz kıyı kullanımı plajların boyutlarını küçültmekte ve doğal-jeolojik süreçlere karşı korunmasını da zorlaştırmaktadır. Mersin Körfezi'ndeki tüm bu jeolojik ve antropojenik etkileşimleri araştırmak amacı ile, Nisan-Mayıs 2011 aylarında Mersin-Erdemli sahillerini oluşturan kumlu plajlardan 145 çökel örneği alınmış olup, çeşitli petrografik yöntemlere ve sonuçlar istatistiksel veri değerlendirmelerine tabi tutulmuştur. Çökel örnekleri, akarsu yatak ve ağızları dikkate alınarak, kıyı çizgisi ve arka plajdan ve güncel koşulları yansıtan plajın en üst kısımlarından alınmıştır. Folk (1974)'de önerilen kuru elekle tane boyu analizi ve istatistiksel parametreleri kullanılmıştır. Tüm plajlarda bulunmaları nedeni ile, kum ağırlıklı örneklerle önem verilmiştir.

Çökeller % <1-85 oranında çok küçük-küçük çakıla (> 4mm), % <1-34 çok kaba kuma (2-1 mm), % 1-74 kaba kuma (1-0,5 mm), % 1-83 orta kuma (0,5-0,25 mm), % 1-77 ince kuma (0,25-0,125 mm), % 1-4 oranlarında çok ince kuma (0,125-0,0625 mm) sahiptirler. Genelde, plaj çökelleri orta kumca zengin olmalarına karşın ( $\Phi$  1-2), özellikle karasal girdinin bol olduğu dere yatakları ağızı ile yüksek enerjili yapay kıyı sedlerine yakın alanlarda nisbeten kaba tanelidirler. Değişen plaj profilleri ve bağıl morfolodinamik koşullar az da olsa kıyı çizgisi ve arka plaj ortamlarındaki çökeller farklı tane boyu sergilemektedirler. Diğer taraftan, GB-KD yönünde net çökel taşınımı bu yönde nisbeten orta kumdan ince kuma bir artışa işaret etmektedir. Çökeller çoğunlukla iyi boylanma (So:  $\Phi$  0,6-0,9) göstermelerine rağmen, bazı alanlarda kötü ve orta derecede boylanma da (So:  $\Phi$  0,9-1,8) tesbit edilmektedir. Çok sayıda akarsu girdileri, yapay sedler ve yerleşimler kıyı boyu çökel taşınımını engellemektedir. Yamukluk değerleri ince taneye-kaba taneye yamuk arasında (Sk: -1/+1) değişmekte ve kıyı boyunca önemli farklılık göstermemektedir. Basıklık değerleri çoğunlukla mezokurtik olup (Kg: 0,5-1,0), yer yer leptokurtik (Kg: 1-1,5) sivrilenmeye sahiptir. Jeomorfolojik arazi gözlemlerine göre, kıyı boyu çökel tane boyu dağılımı değişen boyutlardaki karasal, denizel ve antropojenik etkileşimlerin varlığı ile izah edilebilir. Çalışmalar devam etmekte olup, hakim dalga ve akıntı yönleri ve deniz batimetrisi verileri ile çok yönlü ve ayrıntılı yorumlamalar yapılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Mersin Körfezi, plaj, çökel, akarsu, antropojenik, tane boyu

## **GRAIN SIZE CHARACTERISTICS OF BEACH SEDIMENTS OF THE ERDEMLİ-MERSİN COASTS: TERRESTRIAL, MARINE AND ANTHROPOGENIC INFLUENCES**

**Zehra Karakaş<sup>1,2</sup>, Mustafa Ergin<sup>1,2</sup>,  
Koray Sözeri<sup>1</sup>, Başak Eser-Doğdu<sup>1</sup>, AGDEJAM Student Group<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Geological Engineering, Ankara University,

06100, Tandoğan, Ankara, Turkey

<sup>2</sup>Geological Research Center for Fluvial, Lacustrine and Marine Studies (AGDEJAM),

06100, Tandoğan, Ankara, Turkey

([ergin@eng.ankara.edu.tr](mailto:ergin@eng.ankara.edu.tr))

### **ABSTRACT**

*The NE-SW-oriented Mersin Bay at the Mediterranean coast of SE-Turkey has large number of beach coasts with varying extensions. Generally, many rivers enter the bay along the erosional straight and depositional lobe coasts, however much of them flow seasonally. Thus, the effects of terrestrial input are much lower than the transport by wave and currents. On the other hand, use and recreation of river beds on land and presence of anthropogenic barriers and populations on the coast prevents distribution of water and sediment flow to a large extent. Especially, misuse of the coast shorten the beach profile and make difficult its-protection against natural-geological processes. To investigate all these geological and anthropogenic interactions in Mersin Bay, 145 sediment samples were collected on the sandy beaches of Mersin-Erdemli shores during April-May 2011. These were then subjected to various petrographic methods and the results obtained were evaluated statistically. Sediment samples were taken from the uppermost part of shoreline and backshore areas representing the most recent conditions with special attention to river beds and mouths. Dry sieve analysis and statistical evaluation by Folk (1974) was applied for grain size determination. Samples rich in sand were preferred as they are abundant in all beaches.*

*Sediments contained <1-85 % very fine-fine gravel (> 4mm), <1-34 % very coarse sand (2-1 mm), 1-74 % coarse sand (1-0,5 mm), 1-83 % medium sand (0,5-0,25 mm), 1-77 % fine sand (0,25-0,125 mm), 1-4 % very fine sand (0,125-0,0625 mm) proportions. In general, beach sediments are rich in medium sand ( $\Phi$  1-2), however, they are relatively coarser grained in river mouth areas where terrigenous input is high and close to artificial groin barrier areas of higher energies. The varying beach profiles and related morphodynamic conditions even at smaller degree, represent different grain sizes in the shoreline and backshore environments. On the other hand, the net sediment transport along the SW-NE direction indicates increase in the abundances from medium to fine sand. The sediments largely display good sorting (So:  $\Phi$  0,6-0,9), although in some areas medium-bad sorting was also found (So:  $\Phi$  0,9-1,8). Many riverine inputs, artificial barriers and populations disturb the longshore sediment transport. Based on skewness values varying between fine- and coarse-skewness (Sk: -1/+1), sediments showed no important differences. The kurtosis values are mainly in the field of mesokurtic (Kg: 0,5-1,0), however at places leptokurtic (Kg: 1-1,5) distribution is also present. The geomorphological field observations suggest that longshore sediment grain size distribution can be explained by terrestrial, marine and anthropogenic interactions at varying intensities. The ongoing studies on include the evaluation of the data in terms of dominant wave and current directions and marine bathymetry with multisourced data evaluation.*

**Keywords:** Mersin Bay, beach, sediment, riverine, anthropogenic, grain size

## BATI KARADENİZ KITASAL YAMACINDA GÖZLENEN BİR RESİF YAPISININ SİSMİK ANALİZİ

**Özkan Özel<sup>1</sup>, Derman Dondurur<sup>1</sup>, Günay Çifçi<sup>1</sup>, Savaş Gürçay<sup>1</sup>,  
H. Mert Küçük<sup>1</sup>, Murat Er<sup>1</sup>, Seda Okay<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü,  
35340 İnciraltı, İzmir  
(ozelozkan@gmail.com)*

### ÖZ

Batı Karadeniz özellikle güney kesimlerinde geniş bir şelf ve düşük eğimli bir kıtasal yamaca sahiptir. Doğu Karadeniz kıtasal yamacındaki eğim yaklaşık 30 derece civarındayken, batı Karadeniz kıtasal yamacındaki eğim, yaklaşık 12 derecedir. 2008 yılında batı Karadeniz şelf ve kıtasal yamacında İğneada civarında 355 km yüksek ayrımlı çok kanallı sismik yansıma ve çok yüksek ayrımlı chirp mühendislik sismiği verisi toplanmıştır. Çok kanallı sismik yansıma verilerinden elde edilen sonuçlara göre, batı Karadeniz' in kıtasal yamacındaki sediment birikimi deniz tabanından, Miyosen dönemine kadar 0.92 saniye (çift yol gidiş-geliş zamanı) dir.

Toplanan veriler bölgede gaz ve gaz ile ilişkili yapıların varlığını ortaya koyduğu gibi bölgede olası bir resif yapısının varlığına da işaret etmektedir. Resif yapıları hidrokarbon aramacılığında önemli bir yere sahip olup, yapının sismik analizi gözlenen resifin içsel yapısının 10 m'ye ulaşan olası karbonat tabakalarından oluştuğunu göstermektedir. Yapının hız analizinden elde edilen ara hız değerleri 2250 m/s değerine kadar ulaşmakta olup hesaplatılan karmaşık sismik nitelikleri de yapının resif olduğuna işaret etmektedir. Muhtemel resif yapısının genişliği 1400 m ve yüksekliği yaklaşık 50 m' dir ve deniz tabanından yaklaşık 40 m derinlikte küçük ölçekte bir antiklinal içerisinde gömülüdür. Olası resif yapısının hemen altında da saçılmış gaz birikimlerinden bahsetmek mümkündür. Sismik verilerin analizi yardımıyla, tortul birikimi, resif yapısının oluşumu ve taban altındaki tortullarda gerçekleşen sıvı göçünü ortaya koyan bir model de çalışma kapsamında önerilmiştir. Önerilen model olası resif yapısının bugünkü konumunun güneydoğusunda oluşmaya başladığını ve kademeli olarak kuzeybatıya doğru kaydığını ortaya koymaktadır. Kuzeybatıya doğru olan bu kayma ve gelişimin, resif tabanının altındaki tortullarda var olan gaz oluşumu ve yükselimi ile ilişkili olduğu da model kapsamında ortaya konulmuştur. Ayrıca çalışma kapsamında, resif ve çevre tortul ortamın oluşumunu 6 adımda açıklayan şematik bir model de ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Deniz sismiği, gaz birikimi, resif, Karadeniz

## **SEISMIC ANALYSIS OF A REEF STRUCTURE OBSERVED ON CONTINENTAL SLOPE OF WESTERN BLACK SEA**

**Özkan Özel<sup>1</sup>, Derman Dondurur<sup>1</sup>, Günay Çifçi<sup>1</sup>, Savaş Gürçay<sup>1</sup>,  
H. Mert Küçük<sup>1</sup>, Murat Er<sup>1</sup>, Seda Okay<sup>1</sup>**

<sup>a</sup>Dokuz Eylül University, Institute of Marine Sciences and  
Technology, 35340 Inciraltı, İzmir, Turkey  
(ozelozkan@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Western Black Sea especially has a wide shelf and gentle continental slope at southern side. Continental slope of eastern Black Sea has approximately 30 degrees dip while western Black Sea has approximately 12 degrees. Approximately 355 km high resolution multichannel seismic reflection and very high resolution chirp shallow seismic data were collected on the shelf and continental slope at İğneada and surrounding region in 2008. We observe quite thick sedimentary strata along the slope and the post-Miocene sediment thickness is approx. 0,92 s (two way travel time).*

*A reef structure was observed in the data set with gas related structures. Reef structures have a significant importance in the hydrocarbon exploration and seismic analysis of the observed reef structure shows that it has carbonate beds with 10 m thickness. Interval velocity values calculated from velocity analysis reach to 2250 m/s and complex seismic attributes also point out to reef structure. A shallow reef structure buried at 40 m below the sea bottom in paleo-channel sediments was distinguished on the seismic data. The width and height of the reef structure is 1400 and 50 m, respectively. Moreover, there is a small scale anticline just above the possible reef structure including small-scale gas accumulations. A disseminated gas accumulation just below the possible reef structure was also observed. A new model for the sediment deposition, formation of the possible reef structure and fluid migration in the sediments below the bottom was introduced. Suggested model shows that formation of the possible reef structure has started at the southeastern side of the structure and moved progressively to the northwest. It is proposed that the formation and this migration to the northwest are related to gas accumulations and uplift below the reef structure. Moreover, a conceptual model for sedimentary structure around the reef is also discussed.*

**Keywords:** Marine seismics, gas accumulation, reef, Black Sea

## SEDİMAN KAROTLARININ LİTOLOJİK VE YAPISAL NİTELİKLERİNİN X-IŞINI RADYOGRAFİK GÖRÜNTÜ ALIMINA ETKİLERİ

**Dursun Acar, Emre Damcı**

*EMCOL Araştırma Merkezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, İstanbul  
(dursunacaracar@hotmail.com)*

### ÖZ

Sediman karotlarından x-ışını radyografik görüntü alımı sırasında, ışınlar litolojik farklılıklar sunan bölgeleri (çok laminalı) aynı anda kesmemelidir. Özellikle mm ölçeğinde laminalanma sunan karotların analizinde, bu durum açısal sorunlarla birlikte, analiz sonuçlarında %60-80 oranlarında hataya neden olmaktadır.

Bu çalışmada Van Gölü'nden 2008 yılında alınan v08p07 adlı karot üzerinde iki farklı eksen radyografik görüntüleme yapıldı: Ölçümler karot yüzeyine paralel (a) ve bu yüzeye dik olan düzlemde (b) gerçekleştirildi. Laminalanmanın X-ışını iziyle yapılmış olduğu açı değişimi ile geçilen lamina sayısı değişmektedir ve sonuçta %80 e varan veri içeriği değişikliğine neden olmaktadır. Ayrıca görünmeyen bir çok mikro yapının ortaya çıkmasında farklı eksen taramalarının önemini göstermektedir. Van Gölü'nden alınan v08g04 adlı diğer karotda ise tarama adımı çözünürlüğü 200 ya da 500 mikron seçildiğinde laminaların sayısında bir değişme olmadığı görülmüştür.

Doğru kesim eksenini seçimi için laminlanma (katmanlanma) açılarının gidişinin belirlenmesi gereklidir. Bu işlemi karot ikiye bölünmeden önce yapmak örnek zayıyatını da azaltır. Bu nedenle, kesilmemiş bir tüm karotta pratik eğim belirleme önemlidir ve ilgili teknoloji geliştirilmelidir. Burada altı çizilmesi gereken nokta, radyografi analizlerinde tarama adımı çözünürlüğünden ziyade, laminaların ayrı ayrı doğrusal x-ışınları ile kesilmesidir. Yaş tayini ve yıllık sedimanlaşma (tortullaşma) hızını belirleme çalışmalarında bu durumlara dikkat edilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** X-Işını, radyografi, lamina, çözünürlük

## **STRUCTURAL SPECIFICATIONS OF SEDIMENT LAYERS AND RADIOGRAPHIC X-RAY IMAGING**

**Dursun Acar, Emre Damcı**

*EMCOL Research Center, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, İstanbul, Turkey  
(dursunacaracar@hotmail.com)*

### **ABSTRACT**

*During the X-ray radiographic imaging of the sediment cores, X-ray beams should not encounter domains of different lithology at the same time. Especially during the analysis of the cores with lamination at the millimeter (mm) scale, thin lamination with the angular sedimentation problems increases to the errors of ratio 60-80%.*

*In this study we carried out the radiographic imaging of the core v08p07 taken from Van lake during 2008 from two different surfaces, perpendicular to each other. Difference in the image data varies up to 80%. The advantage of the scanning of different surfaces in a single core is that the structural elements become more evident. In another experience conducted on a much laminated core, v08g04, also taken from the Van lake, two different scan rate (200 and 500 micron) was chosen. These scan rates does not show any difference about number of the detected lamina. Determination of the lamination surface with angle in the core is necessary for dividing core into two parts. This would minimize the sample loss, if this process is applied to the whole core. Therefore, to determine strike and fall of the lamination is of vital importance.*

*The main message of this contribution is that the orientation of the lamination must be parallel to the incident X-rays to avoid inference from adjacent laminas. This fact is more important relative to the high resolution scanning rate. In case of element diffusion, age determination and estimates of sedimentation rate becomes difficult. For optional solution, if estimates of sedimentation rate is carried out by means of radiographic images, the samples should consider the orientation of the lamination and structural features of the core.*

**Keywords:** *X-Ray, radiography, lamina , resolution*

## ZONGULDAK-KOZLU VE AMASRA AÇIKLARINDA GÖZLENEN GAZ VE GAZ HİDRAT BİRİKİMLERİ İLE PALEO-BSR ALANLARI\*

**H. Mert Küçük, Derman Dondurur, Günay Çifçi, Savaş Gürçay,  
Özkan Özel, Murat Er, Melek Korkmaz**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü,  
35340 İnciraltı, İzmir  
(mert.kucuk@ogr.deu.edu.tr)*

### ÖZ

Karadeniz son yıllarda enerji kaynakları açısından çok büyük önem kazanmıştır. Özellikle petrol endüstrisi birkaç yıl öncesine kadar çalışılmamış olan bu bölgede son yıllarda yoğun olarak araştırmalara başlamıştır. Son yıllardaki çalışmalar bölgede gaz birikimleri ve gaz hidrat oluşumlarının varlığını doğrulamış ve bu konulara yönelik çalışmalar hızla artmıştır. Batı Karadeniz’de Akçakoca-1 kuyusunda erken Eosen yaşlı türbidit rezervuarlarından gaz üretimi günümüzde gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda orta Karadeniz civarında kıtasal yükselim kesimlerinde gaz hidrat birikimlerinin sismik verideki imzası olan BSR (Bottom-Simulating-Reflector) yansımaları da güncel çalışmalar arasında yer almaktadır. Mevcut gaz ve gaz hidrat potansiyeli gözetilerek 2010 yılında Amasra ve Zonguldak açıklarında yüksek ayrımlı çok kanallı sismik yansıma ve sığ mühendislik sismiği verileri toplanmıştır. Toplanan ve işlenen veriler ışığında bölgede gaz birikimlerinin sismik verilerdeki göstergesi olan saydam ve yansısız zonlar ile saçınmış zonlara rastlanmıştır. Bunun yanı sıra gaz hidrat birikimlerinin en büyük belirtisi olan BSR yansımaları da çalışma alanında geniş yayılımlar göstermektedir.

BSR yansımaları, hidrat içeren sedimentlerin tabanını gösteren sanal bir yansıma olup bu yansıma seviyelerinin altında genellikle serbest gazlar bulunur ve BSR seviyesinin altında başka bir BSR zonunun oluşması gaz hidrat oluşum koşulları değişmediği sürece mümkün değildir. Çalışma alanı içerisinde birincil BSR seviyelerini takip eden ikincil BSR seviyeleri de gözlenmiş olup bu seviyeler Karadeniz için önerilen paleo-BSR’ların Türkiye kıtasal kenarındaki ilk örneklerini teşkil etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Gaz birikimi, gaz hidrat, BSR, paleo-BSR, Orta Karadeniz.

\* Bu çalışma, Avrupa Bilim Vakfı (ESF) EUROCORES TOPO-EUROPE programı kapsamında desteklenmektedir.



## **GAS AND GAS HYDRATE ACCUMULATIONS AND PALEO-BSR ZONES OBSERVED IN OFFSHORE AREAS OF ZONGULDAK-KOZLU AND AMASRA\***

**H. Mert Küçük, Derman Dondurur, Günay Çiğçi, Savaş Gürçay,  
Özkan Özel, Murat Er, Melek Korkmaz**

*Dokuz Eylül University, Institute of Marine Sciences and Technology,  
35340 İnciraltı, İzmir  
(mert.kucuk@ogr.deu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*Black Sea has an increased importance for energy resources in recent years. In particular, intensive researches by petroleum industry has been initiated to describe potential economical resources of the region. Recent studies have verified the existence of gas accumulations and gas hydrate occurrences. Akçakoca-1 well produces gas in present day from reservoirs of early Eocene turbidites in the western Black Sea. In addition, BSR (Bottom-Simulating-Reflector) reflections which are the signs of gas hydrates on the seismic sections are also observed at continental rise of the central Black Sea. In 2010, high resolution multichannel seismic and shallow seismic data were collected in order to show gas and gas hydrate potential at offshore of Amasra and Zonguldak, western Black Sea. On the processed data, transparent, reflection free and scattered zones were observed and indicated as gassy zones. Furthermore, widespread BSR reflections have been observed along the continental rise.*

*BSRs are imaginary reflections indicating the base of the gas hydrate-bearing and separate gas hydrate accumulations and free gas zones just below. As long as stability conditions of gas hydrates do not change, another BSR zone is not possible in the same area. However, we observe several secondary BSR levels below the primary BSR reflections in the study area. These kind of BSR levels, here suggested as paleo-BSRs, are the first examples observed at the Turkish continental margin of the Black Sea.*

**Keywords:** *Gas accumulation, gas hydrate, BSR, paleo-BSR, Central Black Sea.*

---

\* This presentation is being supported by the EUROCORES programme TOPO-EUROPE of the European Science Foundation

## ORTA KARADENİZ KITASAL YAMACINDA GÖZLENEN SEDİMANTER SÜREÇLER\*

**H. Mert Küçük, Derman Dondurur, Günay Çifçi**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü,  
35340 İnciraltı, İzmir  
(mert.kucuk@ogr.deu.edu.tr)*

### ÖZ

Karadeniz güneyinde sıkışmanın kuzeyinde ise açılmanın hakim olduğu, doğu ve batı baseni olmak üzere iki kesimden oluşan bir yay ardı basendir. Son dönemde yapılan çalışmalar güney kıyılarında kıtasal yamacı çok dik bir eğime sahip olduğunu, karasal girdilerin de önemli ölçüde taşındığını ve sediment istifinin iki basen için ortalama 15 km civarında olduğunu göstermektedir. Kıtasal yamacın çok dik bir eğime sahip oluşu ve şelf alanının İstanbul Boğazı'ndan itibaren doğuya doğru çok geniş olmaması, karasal girdilerin doğrudan kıtasal yamaca taşınmasını ve hızla kıtasal yükselim ve abisal düzlüğe doğru hareketini tetiklemektedir.

Bu jeolojik olgular ışığında bölgedeki sedimanter süreçlerin ortaya konulması amacıyla Zonguldak-Kozlu ve Amasra açıklarında 2010 yılında bölgede akustik veri toplama çalışması yapılmıştır. Eş zamanlı olarak toplanan çok ışınlı üç boyutlu batimetri, yüksek ayrımlı çok kanallı sismik yansıma ve chirp sığ mühendislik sismiği verileri ışığında bölgede var olan sedimanter süreçler, yamaç aşağı kütle hareketleri, kıtasal yükselimde yaygın olarak görülen sediment dalgaları ve moloz akmaları olarak sıralanabilir. Bununla birlikte bölgede var olduğu düşünülen gaz hidrat birikimlerine bağlı oluşmuş kayma yapıları da çalışma alanının batı kesimlerinde gözlenen yapılar arasındadır. Mevcut veriler aynı zamanda dar bir şelf alanını takiben bölgedeki kıtasal yamacın 27 derecelik çok dik bir eğime sahip olduğunu ve bütün bu sedimanter süreçlerin yamacın eğimi ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca çok ışınlı üç boyutlu batimetri verisi güneyden kuzeye doğru uzanan kanal şeklindeki sediment taşınım yollarını açıkça göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sismik, kıtasal yamaç, kayma yapıları, Orta Karadeniz

\* Bu çalışma, Avrupa Bilim Vakfı (ESF) EUROCORES TOPO-EUROPE programı kapsamında desteklenmektedir.

## **SEDIMENTARY PROCESSES OBSERVED ON CONTINENTAL SLOPE OF CENTRAL BLACK SEA\***

**H. Mert Küçük, Derman Dondurur, Günay Çifçi**

*Dokuz Eylül University, Institute of Marine Sciences and Technology,  
35340 Inciraltı, İzmir, Turkey  
(mert.kucuk@ogr.deu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*The Black Sea is a back-arc basin with two separate basins as western and eastern sub-basins and is dominated by compression on the northern side and extension on the southern side. Recent studies show that continental slope is extremely steep on the southern margin where downslope processes are extensively observed. Recent studies also show that average sediment thickness of both basin is approx. 15 km. Narrow shelf and steep slope along the southern margin of the Black Sea results in a widespread sediment transportation to continental rise.*

*Different acoustic data sets were collected in 2010 to define sedimentary processes along the margin. During the cruise, multibeam bathymetry, high resolution multichannel seismic and chirp data were collected simultaneously. Common sedimentary structures are downslope mass movements, sediment waves and debris flows on the continental rise. In addition, slides possibly triggered by partial destabilization of the gas hydrate accumulations are observed on western side. Bathymetry data show 27 degrees maximum slope behind the narrow shelf area indicating a possible relation between steep slope and downslope sedimentary processes. Furthermore, multibeam bathymetry data also show sediment transportation pathways as channels and canyons from south to north.*

**Keywords:** *Seismic, continental slope, slide structures, Central Black Sea*

---

\* This presentation is being supported by the EUROCORES programme TOPO-EUROPE of the European Science Foundation

## MARMARA DENİZİ BATI YÜKSELİMİ ÜZERİNDE YÜKSEK AYRIMLI 3-BOYUTLU SİSMİK ÇALIŞMA

**Hakan Sarıtaş<sup>1</sup>, Günay Çiççi<sup>1</sup>, Louis Gel<sup>2</sup>, Yannich Thomas<sup>2</sup>, Bruno Marsset<sup>2</sup>,  
Alexis Rochat<sup>2</sup>, Orhan Atgın<sup>1</sup>, S. Deniz Akhun Çoşkun<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İnciraltı, İzmir

<sup>2</sup>IFREMER (French Research Institute for Exploration of the Sea) Brest, Fransa  
(h.saritas@deu.edu.tr)

### ÖZ

Marmara Denizi'nde, Kuzey Anadolu Fayı (KAF) bir ana hat ve birkaç tane yan koldan oluşur. Bu ana hat Ganos (15 km), Orta Marmara (105 km) ve Kuzey sınırı (45 km) fay hattı bölümlerinden oluşur (Okay et al., 2000). Orta Marmara Fayı'nın batıya uzanan bölümü Tekirdağ ve Orta Marmara Basenleri arasında yer alan Batı yükselimi üzerinden geçer. Batı Yükselimi ve Çınarcık Baseni, daha önceki çalışmalarda gazhidrat ve gaz çıkışlarının gözlemlendiği KAF'a yakın olan temel alanlarından birtanesidir. KAF'ın tektonik hareketlerini ve gaz'ın kaynağının nerede olduğunu anlamak için bu alan üzerinde seferler gerçekleştirilmiştir. Bu seferler Dokuz Eylül Üniversitesi'ne ait K.Piri Reis Araştırma gemisiyle Temmuz-2008 ayında TAMAM Projesi gerçekleştirilmiş, daha sonra Kasım-2009 'da IFREMER'e ait Le Suroit gemisiyle MARMESONET Projesi altında devam etmiştir. Bu seferde birinci ayakta çok ışınlı batimetri ve AUV, ikinci ayakta yüksek çözünürlüklü 3-Boyutlu sismik veri toplanmıştır. Son sefer PİRMARMARA Projesi olarak Haziran-2010'da 2-Boyutlu Yüksek Ayrımlı Sismik Verisi toplama olarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar AB ESONET MARMARA-DM (Marmara Deniz Altı Gözlemleri) Projesi altında yapılmıştır.

2B Sismik verilerin veri işlemi Hakan Sarıtaş tarafından, 3B verilerin veri işlemi ise IFREMER'den Bruno Marsset, Yannick Thomas ve Alexis Rochat tarafından uygulanmıştır. 3B sismik veri fay dağılımı ve alt katmanlar hakkında detaylı bilgiler sağlar. 3B sismik 2B'ya göre daha fazla bilgisayar tabanlı yorumlama ve görüntüleme analizi sağlar.

Bu araştırmanın amacı; Batı yükseliminde gaz tabakası ve gaz hidrat oluşumlarının yerinin tesbiti, bölgenin jeolojik yapısının tanımlanması, sağ yönlü doğrultu atımlı KAF'ın tektonik hareketini anlama, KAF'a yakın çamur volkanının incelenmesi ve deniz tabanına gaz çıkışının gözlenmesi, petrol sızıntısı ve yerinin tesbiti, 2B veriden elde edilen hız bilgisini 3B veriye uyarlama, 2B ve 3B veri işlem sonrası sonuçları karşılaştırarak daha iyi bir yorumlama yapmaktır.

Sonuç olarak, Batı yükseliminde çeşitli deniz jeolojisi ve jeofiziği verileri toplanması için seferler gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmalar gaz hidrat, gaz çıkışı, gaz tabakası ve tektonik hareketlerini incelemeye odaklanmıştır. Veri veri işleminden geçirilmiş ve yorumlanmaya başlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Marmara Denizi, batı yükselimi, gaz alanı, gaz hidrat, 2B-3B sismik

## **3D HIGH RESOLUTION SEISMIC SURVEY ON WESTERN HIGH IN THE SEA OF MARMARA**

**Hakan Sarıtaş<sup>1</sup>, Günay Çifçi<sup>1</sup>, Louis Geli<sup>2</sup>, Yannick Thomas<sup>2</sup>, Bruno Marsset<sup>2</sup>, Alexis Rochat<sup>2</sup>, Orhan Atgın<sup>1</sup>, S. Deniz Akhun Çoşkun<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dokuz Eylül University, Institute of Marine Science and Technology, İnciraltı, İzmir

<sup>2</sup>IFREMER (French Research Institute for Exploration of the Sea) Brest, France  
(h.saritas@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In the Marmara Sea the North Anatolian Fault consists of a main strand and a few subsidiary branches. The main strand is made up of the Ganos (15 km long), Central Marmara (105 km) and North Boundary (45 km) fault segments (Okay et al., 2000). Western Part of the Central Marmara Fault crosses on The Western High which is located between Tekirdag and Central Marmara Basins. The Western High and Cinarcik Basin is one of the major regions of geological interest which is the area close to the NAF where evidence of gas hydrates and fluid escapes have been observed during previous scientific cruises. To understand the kinematics of the NAF and origin of the gas, collecting data was focused on these areas by the latter cruises. It started with TAMAM (Turkish-American Marmara Multichannel) cruise in July 2008 by R/V Koca Piri Reis which belongs to Dokuz Eylül University, and after that it continued with MARMESONET (Marmara Demonstration Mission Program supported by European Seafloor Observatory Network) in December 2009 by R/V Le Suroit operated by IFREMER. This cruise consists of two legs; leg-1 is about collecting multibeam and AUV data, Leg-2 is about collecting High Resolution 3D Seismic data. The last cruise was carried out in June 2010 by R/V Koca Piri Reis, its aim was collecting 2D High Resolution Seismic Data. These studies were funded by EU ESONET MARMARA-DM Project.*

*These 2D high resolution seismic data was processed by Hakan Sarıtaş. 3D HR data which was processed by Bruno Marsset, Yannick Thomas and Alexis Rochat. 3D seismic data provide detailed information about fault distribution and subsurface structures. Computer-based interpretation and display of 3D seismic data allow for more thorough analysis than 2D seismic data.*

*The objectives of this survey are to find locations of gas strata and gas hydrate formation in the western high, study geological structure of this area, understand kinematics related to dextral strike slip North Anatolian fault, focus on the mud volcano where close to NAF and observation gas fluid through to seabed, oil seepage and find its location, to integrate velocity information which is obtained from 2D seismic processing on 3D seismic data, after processing 2D and 3D seismic data, compare the results with each other and make better interpretation.*

*In conclusion, there were some cruises related to collecting various marine geology and geophysics data in the Western High. The investigations have been focused on gas hydrate, gas escape, location of the gas strata and tectonics. The data was processed and has been started to interpretation.*

**Keywords:** Sea of Marmara, western high, gas field, gas hydrate, 2D-3D seismic

## İSTANBUL-ŞİLE (KB-TÜRKİYE) EOLİNİTLERİNİN YÜZEY ALTI GEOMETRİSİNİN ELEKTRİK ÖZDİRENÇ TOMOGRAFİ TEKNİĞİ İLE BELİRLENMESİ

**Yunus Levent Ekinci<sup>1</sup>, Alper Demirci<sup>1</sup>, Ahmet Evren Erginal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 17020, Çanakkale

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 17020, Çanakkale  
(ylekinci@comu.edu.tr)

### ÖZ

Şile (İstanbul) batısında Doğancılı kıyılarında bulunan karbonat çimentolu fosil kumul istifinin yüzey altı geometrisi ve bu birimin altında bulunan kumlu kil birimi ile dokunak ilişkileri iki boyutlu elektrik öz direnç tomografi tekniği ile araştırılmıştır. 3 adet 110 m lik denize dik hat boyunca 5.5 m elektrod aralığı ile dipol-dipol dizilimi kullanarak toplam 9 veri seviyesi için ölçümler gerçekleştirilmiştir. Görünür öz direnç verileri iki boyutlu ters çözüm tekniği ile değerlendirilmiş ve her ölçüm hattına ait yer elektrik tomogramları elde edilmiştir. Yaklaşık 12 m derinliğe kadar öz direnç değişimini sunan tomogramlar incelendiğinde, eolinit ile altındaki kumlu kil birimi arasındaki uyumsuzluk zonu boyunca dokunak belirlenmiş ve eolinit kalınlığının 3.5-8 m aralığında değiştiği gözlenmiştir. Ayrıca, en doğudaki hat üzerinde eolinitin karaya doğru uzanımın yaklaşık 105 m olduğu ve bu uzanımın batıya doğru azaldığı gözlenmiştir. Elde edilen veriler Şile batısındaki bu kıyı bölgesinde taşlaşmış kumul istifinin alttaki gevşek Pliosen çökelleri üzerindeki dalgalı bir topoğrafyayı örttüğünü göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Eolinit, öz direnç, Şile, tomografi

## **INVESTIGATION OF SUBSURFACE GEOMETRY OF İSTANBUL-ŞİLE EOLIANITES (NW-TURKEY) BY USING ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY TECHNIQUE**

**Yunus Levent Ekinci<sup>1</sup>, Alper Demirci<sup>1</sup>, Ahmet Evren Erginal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering and Architecture,  
Department of Geophysical Engineering, 17020, Çanakkale, Turkey

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Sciences and Arts,  
Department of Geography, 17020, Çanakkale, Turkey  
(ylekinci@comu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The subsurface geometry of the carbonate cemented coastal dune sequence and its lithologic contact with the underlying sandy clays of Pliocene age, located on the Doğancılı coast west of Şile (İstanbul) was studied based on the use of two dimensional electrical resistivity tomography. Measurements were carried out using dipole-dipole electrode array along 3 lines which are perpendicular to sea. The length of the lines was 110 m with electrodes spaced every 5.5 m. Processing of the measured apparent resistivity data was conducted by two dimensional inversion and resistivity tomograms were generated. The tomograms which reflect resistivity changes down to 12 m in depth display the existence of a typical discordance between the 2.5-8 m thick eolianite and the underlying sandy clay unit. In addition, the section obtained from the easternmost survey line shows that the eolianite extends up to 105 m leeward, which decreases toward the west. The results reveal that the indurated dune sands overlie an undulated fossil topography which cuts Pliocene deposits in the western coastal areas of Şile.*

**Keywords:** Şile, eolianites, resistivity, tomography

## ÇINARCIK BASENİ'NDE (DOĞU MARMARA) GÖZLENEN BİR SİĞ GAZ BİRİKİMİ ÜZERİNDE AVO ANALİZLERİ

**Murat Er, Derman Dondurur, Günay Çiççi, H. Mert Küçük, Özkan Özel,  
Orhan Atgın, Savaş Gürçay, Melek Korkmaz**

*Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, Haydar Aliyev Bulvarı  
No:100 35340, İnciraltı, İzmir  
(er.murat@ogr.dev.edu.tr)*

### ÖZ

Genlik-Ofset analizi (Amplitude versus Offset-AVO) son yıllarda petrol ve doğal gaz rezervlerinin tespitinde ve rezervlerin sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. 2008 yılında Marmara Denizi'nde K. Piri Reis Araştırma Gemisi ile toplanan çok kanallı sismik yansıma verilerinde hidrokarbon birikimlerinin tespitinde önemli bir unsur olan parlak noktalara (bright spot) rastlanmıştır. Standart veri işlem aşamalarının ardından sismik veri üzerinde gözlenen siğ gaz birikimine AVO analizi uygulanmıştır. Gaz anomalisinin olduğu kısımdaki ortak derinlik noktalarından (CDP) "supergather" oluşturularak AVO anomalisi belirgin bir şekilde gösterilmiştir. Uygulanan analizler, AVO niteliklerinden *Kesişim (Intercept)*, *Gradyent (Gradient)* ve *Akışkan Faktörü (Fluid Factor)* hesaplarının her biri için nitelik kesitlerinin gösterimini de içermektedir. Yakın ve uzak ofset yığıma kesitleri hesaplanarak, anomalinin belirgin olduğu ortak derinlik noktaları üzerinde gradyent analizi uygulanmıştır. Hesaplanan niteliklerden intercept ve gradient için çapraz çizdirim (crossplot) yöntemi ile sismik kesitte anomali veren ve gaz içeren sedimentin üst ve alt sınırları gösterilmiştir. Aynı zamanda 1 boyutlu modelleme ile AVO sınıfları ortaya konularak, elde edilen analiz sonuçları ile karşılaştırılmış ve rezervin hangi AVO sınıfına ait olduğu ortaya konulmuştur. Rezervde anomalinin olduğu kısımlarda sınıf 3 ve sınıf 4 AVO anomalileri gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Avo, siğ gaz birikimleri, intercept, gradyent, akışkan faktörü



## **AVO ANALYSIS OF A SHALLOW GAS ACCUMULATION OBSERVED ON THE ÇINARCIK BASIN (EAST MARMARA)**

**Murat Er, Derman Dondurur, Günay Çiççi, H. Mert Küçük, Özkan Özel, Orhan Atgın, Savaş Gürçay, Melek Korkmaz**

*Dokuz Eylül University Institute of Marine Sciences and Technology Haydar Aliyev  
Boulevard No:100 35340 İnciraltı, İzmir, Turkey  
(er.murat@ogr.dev.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*Amplitude versus Offset-AVO analysis is widely used in determination of oil and gas reserves and classification of reserves in recent years. Bright spots, a significant factor in determining the hydrocarbon accumulations, were spotted on the multi-channel seismic data which is surveyed by K. Piri Reis Research Vessel in the Marmara Sea in 2008. AVO analysis was applied to the observed shallow gas accumulation on the seismic data after the standart data processing steps. AVO is shown clearly at the supergather which is generated by the CDPs from the gas anomaly. Applied analysis include the showing of Intercept, Gradient and Fluid Factor sections which are calculated from AVO attribues. Near and Far Offset stack sections are plotted and gradient analysis were applied to the CDPs where the anomaly is clear. Top and base boundaries of gas bearing sediment were shown by intercept – gradient crossplot method. Also 1D modelling was made to show AVO classes and models were compared with the analysis results, that obtained from the seismic data, and reserve has been defined to which AVO class it belongs. Class 3 and Class 4 AVO anomalies observed at anomaly spots on the reserve.*

**Keywords:** *Avo, shallow gas accumulations, intercept, gradient, fluid factor*

## BATI KARADENİZ KITASAL YAMACINDA SIĞ GAZ VE GAZ HİDRAT BİRİKİMLERİNİN SİSMİK ANALİZİ

**Özkan Özel, Derman Dondurur, Seda Okay, Savaş Gürçay, H. Mert Küçük,  
Murat Er, Melek Korkmaz, Günay Çifçi**

*<sup>a</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Inciraltı, İzmir  
(ozelozkan@gmail.com)*

### ÖZ

Denizlerde olası sığ gaz ve gazhidrat oluşumlarının araştırılması ve rezervlerinin belirlenmesi hem ekonomik hem de stratejik öneme sahiptir. Karadeniz günümüzde, metan birikimi ve petrol sızmaları ile dünyadaki önemli hidrokarbon alanlarından biri olmaya adaydır.

Batı Karadeniz kıtasal yamacı üzerinde sığ gaz ve gazhidrat araştırmaları amacıyla, 2008 yılında şelf ve kıtasal yamaçta yaklaşık 355 km çok kanallı yüksek ayırmalı sismik yansıma verisi toplanmıştır. Toplanan veri sığ gaz ve gazhidrat birikimleri açısından yorumlanmak üzere standart veri işlem adımları kullanılarak işlenmiştir. Migrasyon sonrası final kesitlere uygulanan sismik nitelik analizleri (anlık frekans, anlık faz, anlık polarite, yansıma gücü) ile bölgede gaz içeren yapılara ait anomaliler belirlenmiştir. Ayrıca bölgede sınırlı bir alanda, olası gazhidrat yapılarının belirlenmesini sağlayan BSR (tabana benzeyen yansıtıcı) yansımaları gözlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda, gaz birikimlerinin genellikle kıtasal yamaç üzerinde, antiklinal benzeri yapılar oluşturan sırt yapılarının altında olduğu gözlenmiştir. Bunların derinlikleri deniz tabanından itibaren genellikle 100-200 m olup, gaz birikimlerinin üst sınırları oldukça belirgin ters polariteli parlak noktalar (bright spots) şeklinde ayırt edilmektedir. Hemen tüm parlak noktaların altında, yansısız saydam zonlar şeklinde gaz birikim alanları görülmektedir. Bu saydam zonların anlık frekans kesitleri, oldukça düşük frekansların varlığını işaret etmekte, bu zonlarda sismik sinyalin yüksek derecede soğurulduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca sismik final kesitler üzerinde, Miyosen ve Pliyo-Kuvaterner arayüzleri işaretlenerek, bu dönemlere ait sediment dağılım haritaları elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sismik nitelikler, BSR, sığ gaz birikimleri, bright-spot.

## **SEISMIC ANALYSIS OF SHALLOW GAS AND GAS HYDRATE ACCUMULATIONS ON THE WESTERN BLACK SEA CONTINENTAL SLOPE**

**Özkan Özel, Derman Dondurur, Seda Okay, Savaş Gürçay, H. Mert Küçük,  
Murat Er, Melek Korkmaz, Günay Çifçi**

*°Dokuz Eylül University, Institute of Marine Sciences and Technology, Inciraltı, İzmir  
(ozelozkan@gmail.com)*

### **ABSTRACT**

*Investigation of possible gas and gas hydrate accumulations and determination of possible reservoirs in marine shallow environments have both economical and strategic importance. Today, the Black Sea is an important area in the world for hydrocarbon accumulations and seeps.*

*In order to investigate gas and gas hydrate accumulations in the Western Black Sea continental slope, approximately 355 km of high resolution multichannel seismic data was collected in 2008. The data was processed using conventional processing steps. Anomalous zones of gas accumulations were determined on the final migrated sections using seismic attribute analysis (instantaneous polarity, phase and frequency as well as reflection strength. In one limited area, a Bottom Simulated Reflection (BSR) indicating gas hydrate formations was also observed.*

*Shallow gas accumulations were generally observed below the ridge structures forming anticline-type formations. The accumulations are located generally 100-200 m below the seabed, and the reflections from top of the gas reservoirs are distinguished by their distinctive negative polarity. Below these bright reflections is gassy sediments as semi-transparent dim zones. The instantaneous frequency sections show low frequency local anomalous zones, indicating a higher attenuation of seismic signal due to the gas accumulation. Besides, sediment thickness maps of Miocene and Plio-Quaternary periods were determined on the final migration seismic sections.*

**Keywords:** *Seismic attributes, BSR, shallow gas accumulations, bright-spot.*

## KIYI KANUNU – UYGULAMA YÖNETMELİĞİ İLE YÖNETMELİK DEĞİŞİKLİKLERİNİN ÇELİŞKİSİ

**Cengiz Yetiş**

*Çukurova Üniversitesi, Müh.-Mim. Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Balcalı, Adana  
(cyetis@cu.edu.tr)*

### ÖZ

17.4.1990 tarih 3126 sayılı Kıyı Kanununun'da hiçbir değişiklik yapılmadan 3.8.1990 tarihli Kıyı Kanunu'nun Uygulanmasına Dair Yönetmelik'in bazı maddelerinde 30.3.1994 ve 25.3.2011 tarihlerinde yapılan değişiklikler, ilgi kanun ve ana yönetmeliği ile çelişir durumdadır. Kanun uygulamalarının objektif olması, objektif kriterlere dayandırılması gerekir iken 1994 ve 2011 yönetmelik değişiklikleri kanun ve uygulamalarını daha subjektif duruma düşürmüştür.

Kıyı Kanununun ve Uygulama Yönetmeliği'nin uygulanabilirliği ile ilgili en önemli tanımı Kıyı Kenar Çizgisi (KKÇ) oluşturur. İlgi Kanun ve Uygulama Yönetmeliği'ne göre "KKÇ: Deniz, tabii ve suni göl ve akarsularda, kıyı çizgisinden (KÇ) sonraki kara yönünde su hareketlerinin oluşturduğu kumluk, çakıllık, kayalık, taşlık, sazlık, bataklık ve benzeri alanların doğal sınırı" olarak tanımlanmıştır. Burada "su hareketlerinin oluşturduğu" ifadesi ve su hareketleri sonucu oluşmuş "kumluk, çakıllık, kayalık, taşlık, sazlık ve benzeri alanların doğal sınırı" ifadesi, uygulamada kantitatif olarak belirlenebilen objektif kriterlerdir.

1994 yönetmelik değişikliği ile KKÇ tanımı değiştirilerek Alçak – Basık Kıyı ve Dar – Yüksek Kıyı tanımları ilave edilmiş, Dar Kıyı tanımı madde metninden çıkarılmış; 2011 yönetmelik değişikliği ile de tabii ve suni göller ile akarsuların kıyı kenar çizgisinin belirlenmesinde "Taşkın Seddi Sınırlarına" yer verilmiştir.

"Alçak – Basık Kıyı" tanımı kısmen kanun ve ana yönetmelikteki tanımlar ile uyumludur. Kanunda ve ana yönetmelikteki "su hareketlerinin oluşturduğu" ifadesi yerine 1994 yönetmelik değişikliğinde "kıyı hareketlerinin oluşturduğu" ifadesinin kullanılması, anılan iki kavramın farklı anlamları olmasından dolayı yerinde değildir. "Dar – Yüksek Kıyı" tanımı kanun ve ana yönetmelikteki tanımlara tümü ile aykırı olmakla kalmayıp hiçbir kantitatif ölçüye dayanmayan, uygulamada güçlüklerle yol açabilecek, tamamı ile subjektif bir kavramdır. Dar – Yüksek Kıyı ile Alçak – Basık Kıyı arasındaki geçişlerde sınırı çizilemek de tamamı ile subjektif kriterler ile belirlenebilecek ve hiçbir objektif ölçü birimi ile tanımlanamayacaktır. Baraj göllerinde sorunun çözümü imkansız hale gelebilecektir. Kıyı Kanunu ve ana yönetmeliğindeki "Dar Kıyı" tanımı da anlamsızdır. Matematiksel olarak Kıyı Kenar Çizgisi'nin, Kıyı Çizgisi ile çakışması 0 (sıfır), 0 kıyı, kıyı yok demektir. Dar Kıyı tanımının bir ölçüye dayandırılarak yeniden yapılandırılması pek çok problemi kökünden çözebilecektir.

Kıyı Kanunu ve uygulama yönetmeliği / yönetmelik değişikliklerindeki subjektif kriterlerinin ortadan kaldırılarak daha objektif kriterlere dayandırılarak yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kıyı kenar çizgisi, kıyı kanunu, uygulama yönetmelikleri

## **THE CONTRADICTION BETWEEN THE SHORE LAW – APPLICATION REGULATION AND AMENDMENTS**

**Cengiz Yetiş**

Çukurova University, Faculty of Architecture-Engineering, Dept. of Geological  
Engineering, Balcalı, Adana, Turkey  
(cyetis@cu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The amendments dated 30.3.1994 and 25.3.2011 made on some clauses of the Application Regulations of the Coast Law dated 3.8.1990 without any amendment on the Coast Law no 3126 dated 17.04.1990 is in contradiction with the concerned law and regulations. However, the practices of the laws must be objective and based on objective criterias, the amendments dated 1994 and 2011 made on regulations made the concerned law and regulation more subjective.*

*The most important definition of the Coast Law and Application Regulations is Shore Line (KKÇ). According to the concerned law and application regulations “Shore Line: the natural margin of the sandy places, gravel, reefy, stony, reedy, marsh etc., places made by water movements towards land above shoreline (KÇ) across sea, natural and artificial lake and rivers”. The term “made by water movements” and the term “the natural margin of the sandy places, gravel, reefy, stony, reedy, marsh etc., places” are objective norms that are identifiable during practices.*

*The amendment dated 1994 made on regulation change the definition of Shore Line and add the Low – Flat Coast and Narrow – High Coast terms in to the definiton, Narrow Shore term substracted from the clause text; the amendment dated 2011 made on regulation, “the Flood Wall Margins” term added to the indentification of the shore line across the natureal and artificial lake and rivers.*

*The definition of the Low – Flat Coast is partially concerted with terms in the law and main regulation. The term “ made by shore movements” added to regulation by the amendment dated 1994 is not covering the term “ made by water movements” in the law and main regulation, owing to differnet meanings. The Narrow – High Coast terms is not only that completely incompatible with the terms in the law and regulations, completely subjective term, causes difficulties in practices which is not based on quatitative creiterias. Mapping the margin of the transition between the The Narrow – High Coast and the Low – Flat Coast will be based on completely subjective norms and can not be defined by any quatitative norms. It can be imposibble to resolve the problems at the dam lakes. The term Narrow Shore in the Shore Law and main regulation is become meaningless. Mathematically, it is called 0 (zero) shore or no shore, when the Shore Line crosses Shoreline. Most problems can resolve by reconstituting the Narrow Shore definition based on cantitative norms.*

*It is required that the Shore Law and application regulation / amendment on regulations must be reconstituted based on objective norms and by removing the subjective norms.*

**Keywords:** Shore line, shore law, aplication regulations

## HAZAR GÖLÜ (ELAZIĞ) GEÇ-PLEYİSTOSEN-HOLOSEN DÖNEMİ SU SEVİYESİ VE İKLİM DEĞİŞİMLERİ

**K. Kadir Eriş<sup>1</sup>, Selda Özdemir<sup>1</sup>, Umut Barış Ülgen<sup>2</sup>, Sena Akçer<sup>2</sup>,  
Emre Damcı<sup>2</sup>, Dursun Acar<sup>2</sup>, Murat İnceöz<sup>1</sup>, Dicle Bal Akkoca<sup>1</sup>,  
Özlem Öztekin Okan<sup>1</sup>, Zülfü Gürocak<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ

<sup>2</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi EMCOL, İstanbul

(akeris@firat.edu.tr)

### ÖZ

Doğu Anadolu Fay Kuşağı'nda bulunan Hazar Gölü, 7 km genişliğe ve 25 km uzunluğa sahip olan bir çek-ayır (pull-apart basin) havzadır. Bu çalışmada, Hazar Gölü batısından alınan yüksek çözünürlükte sığ-sismik ve piston karotlarında Geç-Pleyistosen-Holosen dönemine ait su seviyesi ve iklim değişimleri araştırılmıştır. Sığ-sismik profillerde farklı sismik-stratigrafik birimler ayırtlanmış ve sismik-karot eşleşmesi yapılarak çökellerin kronostratigrafileri, fasiyesleri ve geometrik özellikleri belirlenmiştir. Göl tabanından itibaren ayırtlanan en genç Holosen yaşlı çökeller piston karotlar ile kesilebilmiştir. Buna göre, Hazar Gölü'nde Holosen dönemi süresince gölün farklı su seviyesi dönemlerinde çökelen Birim-S1a'ya ait farklı litostratigrafik birimler ayırtlanmıştır.

Birim-S1a, sismiklerde gölün derin kesimlerinde transgresif çamur yaygısı şeklinde gözlenirken, gölün yamaçlarında ve daha sığ derinliklerinde delta çökelleri, eski kıyı ve taraça çökelleri olarak oluşmuştur. Hazar Gölü'nü besleyen en önemli drenajlardan biri olan Kürk Çayı'na ait paleo-delta çökellerinin Gilbert tipinde geliştikleri sismik profillerde bu birime ait yansıma konfigürasyonlarından anlaşılmaktadır. Bu delta istifleri Holosen öncesini temsil eden ve gölün en düşük su seviyesi dönemi yansıtan uyumsuzluk yüzeyi üzerinde birbirini üzerinde çökelerak kıyıya doğru ilerledikleri gözlenmiştir. Holosen süresince zaman zaman kıyıya olan bu delta ilerlemeleri kesilmiş ve bu zamanlarda yaygın kıyı taraçaları gelişmiştir. Bu kıyı taraçaları alınan sismik profillerde Holosen öncesinde -73 m'de gelişmiştir. Holosen başında gelişen transgresyon sonucu alt Holosen'de -63 m ve -56 m'lerde, üst Holosen'de doğru ise bu taraçalar -25 m, -33 m, -36 m ve -46 m'lerde geliştiği gözlenmektedir.

Sismik profillerde gözlenen morfolojik unsurlardan en önemlisi, gölün güney yamacında gözlenen kütle akmaları ve heyelanların varlığıdır. Doğrultu atımlı DAF (Doğu Anadolu Fayı) sistemine bağlı olarak gelişen ve daha önce gölün çevresinde çeşitli araştırmacılar tarafından gözlenmiş Sivrice-Gezin Fayı'nın göl içerisindeki uzantısı sismik kesitlerde saptanmıştır. Normal bileşene sahip ve göl tabanını kesen bu fayın atımı yaklaşık 9 m'dir. Bu fay sistemine bağlı olarak gelişen ikincil fayların bazıları yüzeyi keserken, bir kısmı ise gölde Holosen yaşlı çökelleri kesmemiştir. Sismik kesitlerde Doğu Anadolu Fay Zonu'nun gölün özellikle batısında normal faylar ile tittleşmeler ve basınç sırtları oluşturduğu gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hazar Gölü, sismik, karot, Holosen, su seviyesi

## **WATER LEVEL AND CLIMATE CHANGES DURING THE LATE PLEISTOCENE-HOLOCENE PERIOD IN LAKE HAZAR (ELAZIĞ)**

**K. Kadir Eriş<sup>1</sup>, Selda Özdemir<sup>1</sup>, Umut Barış Ülgen<sup>2</sup>, Sena Akçer<sup>2</sup>,  
Emre Damcı<sup>2</sup>, Dursun Acar<sup>2</sup>, Murat İnceöz<sup>1</sup>, Dicle Bal Akkoca<sup>1</sup>,  
Özlem Öztekin Okan<sup>1</sup>, Zülfü Gürocak<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Firat University Engineering Faculty Department of Geology Engineering, Elazığ

<sup>2</sup>Istanbul Technical University, EMCOL, İstanbul, Turkey

(akeris@firat.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Lake Hazar situated along the EAFZ (East Anatolian Fault Zone) is a pull-apart basin, having 7 km wide and 25 km length. In this study, we explored water level and climate changes during the late Pleistocene-Holocene within shallow seismic and core records recovered from the western part of Lake Hazar. Different seismic stratigraphic units were differentiated and their geometry, facies and chronostratigraphy obtained on the basis of seismic-core correlations. From the lake sub-bottom to the depth, the youngest Holocene-aged seismic unit was penetrated by piston cores taken from the western side of the lake. Accordingly, Different lithostratigraphic units were sub-divided from Unit S1a, that were deposited during different water levels of Lake Hazar.

Unit S1a is observed as transgresif mud sheet in the deeper part of the lake, whereas the same unit is deposited as deltaic sediments, paleo-shoreline and terraces deposits on the slopes and shallower part of the lake. Paleo-deltaic sediments of the most important drainage system feeding the lake were created as Gilbert-type on the basis of their seismic configurations on the seismic profiles. These deltaic sediments prograded towards to the present shoreline, that were deposited as amalgamated sequences over the unconformity surface representing the lowstand of the lake prior to Holocene. Deltaic progradations were interrupted that induced formation of the paleo-shore terrace deposits. One of these terrace, that could be produced before Holocene, was formed at -73 m. As a result of the transgression developed at the beginning of Holocene, the other paleo-terraces are observed to formed at -63 m and -56 m water depths, whereas some other terraces were created at -25 m, -33 m, -36 m and -46 m water depths.

The most important morphologic features observed in seismic profiles is the presence of mass-flow and slumping units on the southern slope of the lake. Following part of Sivrice-Gezin fault within the lake floor; that was previously observed by some researchers, can be observed in seismic profiles. That fault with a normal component crossing the lake floor has a slip rate of approximately 9 m. Some of the secondary faults formed in relation with the main fault segment can cross the lake floor, whereas the other parts of these secondary faults could not cut the Holocene-aged sediments lying below the lake floor. On the seismic profiles from the western side of the lake, East Anatolian Fault created tilting of the lake floor by normal faults and pressure ridges.

**Keywords:** Lake Hazar, seismic, core, Holocene, water level





**DOĞA AFETLERİ-JEOLOJİK TEHLİKELER**  
***NATURAL-GEOLOGICAL HAZARDS***

**Sözlü Sunumlar / *Oral Presentations***

## KIYILARDAKİ JEOLJİK TEHLİKELERİN BELİRLENMESİ VE AFET RİSK YÖNETİMİNE KATKISI

**Nilgün Okay**

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü ve  
Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetimi Enstitüsü  
(okayn@itu.edu.tr)*

### ÖZ

Ülkemizi çeviren denizler dünyanın en riskli bölgeleri arasındadır. Kıyılarımız dalma-batma ve büyük fay sistemlerinin oluşturduğu doğal afetlere yol açabilen deprem, denizaltı heyelanı ve tsunami tehlikeleri ile karşı karşıyadır. Tarihi kayıtlar pek çok büyük afetin çağlardır binlerce insanın yok olduğu kıyı yerleşimlerini, hatta medeniyetlerin yıkımlarına neden olduklarını göstermektedir. Tarihte Akdeniz’de Helenik Dalma Batma Zonu boyunca meydana gelen M9 büyüklüğünde depremler bulunmaktadır. İtalya’dan, Yunanistan ve Anadolu’ya kadar uzanan kıyılardaki çökeller Ege ve Akdeniz’in sık sık tsunamiye uğradığına dikkat çekmektedir. Japonya’da meydana gelen deprem ve tsunami dünyanın en “afete hazırlıklı” ülkesini vururken özellikle deprem tehlikesi belirlemelerindeki güvenilirliğin sarsılmasına da neden oldu. Sismik kayıtlara göre oluşturulmuş olan deprem tehlike haritalarında düşük riskli olarak öngörülen alanlarda büyük hasarlar meydana gelirken beklenilenden de büyük tsunami oluştu, tehlike/risk analizine dayalı alınan önlemler de yetersiz kaldı.

Giderek daha fazla insanın riskli sahil bölgelerinde yaşamak istemesi, sanayilerin buralarda yerleşmesi doğal ve teknolojik tüm tehlikelerin olası yapısal ve yapısal olmayan hasarları ile oluşturacağı ekonomik kayıpları hızla arttırırken son altı yılda yüz binlerce insanın denizel afetlerde hayatını kaybetmesi, afetlerle mücadelede yetersizliklerin yaşanması aynı hataların tekrarlandığını göstermektedir. Bu bağlamda jeolojik tehlikelerin doğru belirlenmesi, yöneticiler, özel sektör ve halk tarafından risklerin anlaşılması ve azaltılması konusunda bilinçlendirilmesi, harekete geçirilmesi ve hazırlanmasında kısaca afetlerle mücadelede çok önemli alt yapı oluşturmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Jeolojik tehlike, risk azaltma, afet yönetimi, deprem, tsunami

## **ASSESSMENTS OF GEOMARINE DISASTERS AND CONTRIBUTION TO DISASTER RISK REDUCTION**

**Nilgün Okay**

*Istanbul Technical University, Geological Eng. Department, and  
Earthquake Engineering and Disaster Management Institute  
(okayn@itu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*Coastal areas around our country is the one of the high risk area in the world. As more and more people choose to live along coastal areas, risks from natural hazards increase, and the region faces the possibility of large economic losses from structural and non-structural damages along densely populated shorelines. Disaster memories and historical records of many extreme events have taken the lives of thousands over the ages and affected disastrously the coastal civilizations and economies even leading the collapsing cultures major ancient cities along the coasts of Anatolia indicated that the region were frequently hit by the earthquakes, mass failures and tsunamis. Large (M9) earthquakes have occurred in the Mediterranean region in history: along the Hellenic subduction zone. Whether such large earthquakes can occur along a subduction zone has enormous importance for earthquake, tsunami and risk management.*

*After hundreds of thousands people having died in coastal countries there are still a lot of lacking areas in terms of hazard identification, risk assessment and early warning and risk reduction. One of the core contributions earth scientists can offer to disaster risk reduction efforts is the frequency and magnitude of hazards. The occurrence of the earthquake in Japan has shaken confidence in earthquake hazard methodologies around upper bound magnitudes. Highly destructive earthquake occurred in areas where earthquake hazard maps have significantly lower hazard than nearby supposedly high-risk areas. The earthquake and its tsunami were much larger than expected by the mappers because of the presumed absence of such large earthquakes in the seismological record. Although paleotsunami deposits showed evidence of three large earthquakes in the region in the past, these facts were not incorporated in the hazard mapping.*

*If subduction zones can generate M9 earthquakes, it is likely we should be prepared for larger earthquakes. Tsunami early warning and evacuation systems, integrated with studies for identifying and monitoring marine geohazards and risks, public awareness and preparedness, disaster risk management as well as developing mitigation strategies and planning in development are the ultimate goal to build coastal disaster resilient communities against geohazards in coastal areas.*

**Keywords:** *Geologic hazards, risk reduction, disaster management, earthquake, tsunami*

## TÜRKİYE'DE AFET YÖNETİM SİSTEMİNE BİR BAKIŞ AİGM' DEN AFAD'A DEĞİŞENLER!

**Ayhan Işık, Oktay Gökçe, H. Gürhan İlgen**

*T.C. Başbakanlık, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı,*

*İyileştirme Dairesi Başkanlığı,*

*Mustafa Kemal Mah. Dumlupınar Bulvarı No: 274 P.K.:06800 Çankaya, Ankara*

*(ayhan.isik@afad.gov.tr)*

### ÖZ

Afetler büyük yıkıma ve acıya sebep olurken aynı zamanda ulusal ekonomileri de kötü bir şekilde etkilerler. Türkiye, özellikle büyük afetlerde uğradığı can ve mal kayıpları göz önünde bulundurularak, kamuoyu tarafından afetlere karşı dayanıksız / hazırlıksız ülkelere biri olarak nitelendirilir. Bu saptamanın temelinde, “hem risk hem de kriz yönetimini içeren afet yönetim döngüsü”nden oluşan bir “Bütünlük Afet Yönetim Sistemi”nin ülkemizde uygulanmamış olması gösterilir. Ülkemizde afet yönetiminin, merkeziyetçi olduğu ve genel algılanışının daha çok afet sonrası ‘afetzedelere yardım’ ile sınırlı kaldığı defalarca dile getirilmiştir. Afet yönetiminin, afetten etkilenen yerel yönetimlere acil yardımlar ile afetzedelere para ve konut yardımı olarak uygulanmasının tek yöntem olmadığı, afet öncesi çalışmalarla afetlerden dolayı oluşan her türlü kayıpların azaltılması konusunda çalışmalar yapılması gerektiği belirtilmiştir. Afet yönetimini, acil yardımın geleneksel uygulamasından çıkartarak, afet riskini azaltma şekline dönüştürmek için toplumun afet ve acil durum yönetimine bakışını değiştirmek gerektiği, ayrıca hükümet ve yerel yönetimlerin her seviyesindeki temel görevin, halkın katılımını da sağlayarak afetlere hazırlıklı olma ve zarar azaltma olması gerektiğinin üzerinde önemle durulmuştur. Afet yönetiminin başlıca amacı can ve mal kaybını azaltmak ve ulusu doğal, teknolojik ve insan faktörlü afetlerden korumaktır. Bunu yaparken hazırlıklı olma, koruma, müdahale, iyileştirme ve zarar azaltma gibi öğeleri içeren riske dayalı, kapsamlı bir afet ve acil durum yönetim sistemi öngörülmektedir. Halka öncülük etmek ve destek vermek amacıyla, özellikle üniversiteler, medya, sivil toplum kuruluşlarının ve ilgili otoritelerin telkinleri doğrultusunda, kamuoyunun isteği değerlendirilmiş, çağdaş bir afet yönetim sisteminin gerekliliği olarak, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü (AİGM), İçişleri Bakanlığı Sivil Savunma Genel Müdürlüğü ve Acil Yönetim Genel Müdürlükleri kapatılarak, bu kurumların yerine, 17 Aralık 2009 tarihi itibarıyla Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) kurulmuştur. Kurumun temel anlayışı, bu güne kadar merkezde toplanan afet öncesi, sırası ve sonrası hizmetlerin, görev ve sorumlulukların yerel yönetimlerce üstlenilmesini sağlamak ve ilgili işlemleri denetlemek ve koordine etmektir. Dolayısıyla, afet yönetiminde, yaklaşık son elli yıldır süregelen merkezi anlayış, kamuoyunun isteği doğrultusunda yeniden düzenlenmiş ve yerel yönetimlere kaydırılmıştır. Bu çalışmada; 2009 Aralık ayına kadar afet öncesi, sırası ve sonrası hizmetlerin, görev ve sorumlulukların genellikle merkezde toplandığı AİGM dönemi ile bu tarihten sonra kurulan ve asli görevi denetleme ve koordinasyon olarak belirlenen ve söz konusu hizmetlerin yerel yönetimlerce üstlenilmesini öngören AFAD dönemi karşılaştırılmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** AFAD, afet yönetimi, AİGM, acil yardım, risk azaltma

## **AN OVERVIEW OF DISASTER MANAGEMENT SYSTEM IN TURKEY CHANGES FROM GDDA TO DEMP!**

**Ayhan Işık, Oktay Gökçe, H. Gürhan İlgen**

<sup>1</sup> Prime Ministry, Presidency of Disaster &

Emergency Management, Recovery Department

Mustafa Kemal Mah. Dumlupınar Bulvarı No: 274 P.K.:06800 Çankaya, Ankara, Turkey  
(ayhan.isik@afad.gov.tr)

### **ABSTRACT**

*As well as disasters result in massive destruction and pain, they also affect national economies adversely. Turkey is described as a nonresistant / unprepared country to disasters as an opinion taking into accounts the huge number of losses of life and property in the disasters. This opinion is based on that, Turkey does not implement an “Integrated Disaster Management System” including both risk and crisis management in the disaster management cycle. Most of time, it is said that disaster management system in Turkey is mostly centralized and only comprises “aids to disaster victims” after disasters. It is indicated that disaster management system is not only to supply emergency aids to local governments and long term loan credits for disaster housing to disaster victim householders, but also includes all kind of mitigation and preparation activities to minimize disaster risks and hazards. It is also claimed that changing disaster and emergency management mentality of the community is a necessity to transform the traditional emergency aid mentality into risk reduction and mitigation approach. In addition, basic duty of central and local governments is to be prepared to disasters and to reduce disaster risks in all levels by the participation of the communities. The main purpose of the disaster and emergency management systems is to reduce the loss of property and life and to protect the communities from natural, technological and anthropogenic disasters as possible as. It is predicted that a system including preparation, respond, recovery and risk reduction is the best way to do this. As a necessity to modernize existing disaster management system in Turkey, especially by the support and continuous criticism of universities, media, nongovernmental organizations and related authorities, government decided to close General Directorate of Disaster Affairs (GDDA) of Ministry of Public Works and Settlement, General Directorate of Civil Defense of Ministry of Interior and General Directorate of Emergency Management and instead of them, set up Disaster and Emergency Management Presidency (DEMP) which is directly connected to Prime Ministry since December, 2009. The main approach of the new institution is to coordinate and supervise the disaster related local and central governmental units, and to make it possible for local governments to be undertaken and supposed the pre disaster, during disaster and post disaster duties and services which were performed in the central institution in the past. As a result, the existing centralized disaster management system approach is revised and transformed into localized disaster management system approach by the criticism of public opinion. In this study, it is tried to be compared the period of centralized disaster management system of the past GDDA time and the period of localized disaster management system of the present DEMP time.*

**Keywords:** DEMP, disaster management, GDDA, emergency aids, risk reduction.

## TÜRKİYE’NİN YENİ AFET YÖNETİMİ SİSTEMİNE ELEŞTİREL BİR BAKIŞ

**Bülent Özmen<sup>1</sup>, B. Burçak Başbuğ-Erkan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi,

<sup>2</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi  
(buozmen@hotmail.com)

### ÖZ

Türkiye’de afetlere karşı ilk yasal düzenleme ihtiyacı, 27 Aralık 1939 tarihinde meydana gelen ve 33.000 kişinin yaşamını yitirmesine, 100.000 kişinin yaralanmasına ve 120.000 konutun yıkılması veya ağır hasar görmesine neden olan Erzincan Depremi (M:8.0) sonrasında gündeme gelmiştir. Bu depremin peşi sıra 20 Aralık 1942 Nixsar – Erbaa (M:7.0), 20 Haziran 1943 Adapazarı – Hendek (M:6.6), 26 Kasım 1943 Tosya – Ladik (M:7.2) ve 1 Şubat 1944 Bolu – Gerede (M:7.2) depremlerinin meydana gelmesi ve büyük can ve mal kayıpları meydana getirmeleri sonucunda 1944 yılında 4623 sayılı “Yersarsıntısından Evvel ve Sonra Alınacak Tedbirler Hakkında Kanun” çıkarılmıştır. Bu kanun Türkiye’de deprem tehlikesi ve riskinin belirlenmesi ve deprem zararlarının azaltılması konusunda, merkezi ve yerel düzeylerde nasıl örgütlenileceğini, yerleşme ve yapılaşmaların nasıl denetleneceğini belirleyen ilk yasal düzenlemedir. Türkiye’de afet zararlarının azaltılması çalışmaları bu kanunla başlamıştır. Daha sonraki yıllarda meydana gelen deprem, sel ve heyelan gibi afetlerde 4623 sayılı kanunun yeterli olmadığı görülmüş üzerine 1958 yılında 7126 sayılı “Sivil Savunma Kanunu” ve 1959 yılında 7269 sayılı “Afet Kanunu” çıkarılmıştır. Bu kanun 1968 yılında yeni ihtiyaçların ışığı altında önemli oranda değiştirilmiş ve halen geçerli olan bir kanundur.

17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi (Kocaeli) ve 12 Kasım 1999 Düzce Depremleri nedeniyle 18.242 kişinin yaşamını yitirmesi, 48.901 kişinin yaralanması ve 93.145 konutun yıkılması veya ağır hasar görmesi, çok geniş bir alanı etkilemesi ve ortaya çıkan sorunlarla baş etmede karşılaşılan sorunlar nedeniyle Türkiye, Afet Yönetimi Sistemi yeniden sorgulanmaya başlamış ve yeni yasal düzenlemelerin yapılması gereği ortaya çıkmıştır. Afet Yönetimi Sistemi’ndeki görülen aksaklıkları ve çok başlılığı ortadan kaldırmak amacıyla 29.05.2009 tarihinde 5902 sayılı “Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı’nın Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanun” TBMM’de kabul edilmiş ve 17.06.2009 tarih ve 27261 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu kanunla; afet ve acil durumlar ile sivil savunmaya ilişkin hizmetleri yürütmek üzere, Başbakanlığa bağlı “Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı” kurulmuştur. Kanun; afet ve acil durumlar ile sivil savunmaya ilişkin hizmetlerin ülke düzeyinde etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi için gerekli önlemlerin alınması ve olayların meydana gelmesinden önce hazırlık ve zarar azaltma, olay sırasında yapılacak müdahale ve olay sonrasında gerçekleştirilecek iyileştirme çalışmalarını yürüten kurum ve kuruluşlar arasında koordinasyonun sağlanması ve bu konularda politikaların üretilmesi ve uygulanması hususlarını kapsar.

Bu çalışmanın amacı yeni sistem sonrası ortaya çıkan yapılanmanın nasıl olduğu, eksiklikleri ve olumlu tarafları, uygulamada görülen aksaklıklar, karşılaşılan sorunları tartışmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Afet, afet yönetimi, deprem

## **A CRITICAL REVIEW OF NEW DISASTER MANAGEMENT SYSTEM IN TURKEY**

**Bülent Özmen<sup>1</sup>, B. Burçak Başbuğ-Erkan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Gazi University Earthquake Research and Implementation Center,

<sup>2</sup> Middle East Technical University Disaster Management Implementation and Research Center  
(buozmen@hotmail.com)

### **ABSTRACT**

*The first need for disaster legislation in Turkey occurred after the strike of 27/December/1939 Erzincan Earthquake of magnitude 8.0. This earthquake affected a very large area causing 33.000 life losses, 100.000 injuries and damage to 120.000 buildings. Afterwards, there occurred several earthquakes in Niksar – Erbaa (M:7.0) on 20/December/1942, Adapazarı – Hendek (M:6.6) on 20/June/1943, Tosya – Ladik (M:7.2) on 26/November/1943 and Bolu – Gerede (M:7.2) on 01/February/1944. As a result of this series of earthquake experience, in 1944, Law No. 4623 ‘The Precautions to Be Taken before and after an Earthquake’ was passed by the Turkish National Assembly. This law is the first of its kind to explain how to organise local/central administration to mitigate possible earthquake losses and determine earthquake hazard and risk. It is also the first law to include how to control / to enforce proper construction. The disaster mitigation studies initiated by the enforcement of this law. There were earthquakes, floods and avalanches in the following years. A revision of Law No. 4623 was necessary. Therefore, in 1958 Law No. 7126 ‘Civil Defense Law’ and in 1959 Law No. 7269 ‘Disaster Law’ were announced. The Disaster Law has been revised in 1968 according to needs of that time period and still is in use in Turkey.*

*17 August 1999 Izmit and 12 November 1999 Duzce Earthquakes caused 18.242 life losses, 48.901 injuries and collapse of 93.145 buildings. These high damage figures showed once again that the Turkish Disaster Management System did not work efficiently. The debates on the system are flamed following the 1999 earthquakes. It has been accepted that the institutions, who are responsible from disaster management activities, did not work in cooperation and coordination as effective as they should be. One solution to these obstacles is the announcement of Law No. 5902 ‘The Law on the Duties of the Disaster and Emergency Management Authority’. It was officially in use after being published in the Official Gazette No. 27162 on 17/06/2009. The Law consists of mitigation plans and preparedness activities before natural event occurrences, response actions during the event and coordination activities between the institutions after occurrence of an event. The aim of this study is to discuss pros and cons of this new institution.*

**Keywords:** Disaster, disaster management, earthquake.

## WEB SERVİSLERİNE DAYALI BİR TAŞKIN TAHMİN VE ERKEN UYARI SİSTEMİNİN TASARLANMASI

Halil Akıncı<sup>1</sup>, Sevsin Erdoğan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Artvin Çoruh Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü 08000 Artvin

<sup>2</sup> TKGM Şişli Kadastro Mühendisliği, Şişli, İstanbul

(hakinci@artvin.edu.tr)

### ÖZ

Doğal ve insan kaynaklı afetlerin toplum açısından yıkıcı etkileri gün geçtikçe artmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte afetlerin önceden tahmin edilmesine yönelik çalışmalar hızla artmakta ve toplumların maddi/manevi zararlarının en aza indirilmesine yönelik afet yönetim sistemleri geliştirilmektedir. Dünya’da depremlerden sonra yıkıcı etkileri en fazla olan afet taşkındır. Taşkın tahmin ve erken uyarı sistemleri, Dünya’da ve Türkiye’de önemli bir çalışma alanını oluşturmaktadır. Literatürde, gerek taşkın tahmin ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesinde gerekse taşkın risk haritalarının üretilmesinde karmaşık sistemlere ve modellere ihtiyaç duyulduğu, bu uygulamalar için büyük miktarda konumsal ve zamansal veri setlerine gereksinim olduğu, ihtiyaç duyulan verilerin farklı kurumlar tarafından toplandığı ve tek bir kurumun ilgi alanı gereği söz konusu verileri toplayamayacağı belirtilmektedir. Ayrıca, gerçek zamanlı taşkın tahmin ve risk yönetimi uygulamaları için ilgili tüm kurumlar arasında konumsal veri paylaşımına olanak sağlayan “Konumsal Veri Altyapıları”nın hayati önem taşıdığı vurgulanmaktadır.

Bu noktadan hareketle, çalışmanın temel amacı; taşkın tahmin ve erken uyarı sistemlerinin etkin bir şekilde çalıştırılabilmesi ve taşkın risk haritalarının üretilmesi için ihtiyaç duyulan verileri sunan ilgili tüm kurumlar arasında online veri alışverişini sağlayan bir sistemin tasarlanması olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda, çalışmada genel olarak şu işlem adımları izlenmiştir. İlk olarak, Dünya’da ve Türkiye’de geliştirilmiş taşkın tahmin ve erken uyarı sistemleri ile birlikte konu ile ilgili akademik çalışmalar incelenmiş, ilgili kamu kurumları ile görüşmeler yapılarak ülkemizde gerçekleştirilen projeler hakkında bilgiler toplanmıştır. Daha sonra, taşkınların meydana gelmesinde etkili olan hidrolojik, meteorolojik ve fizyolojik faktörler tespit edilmiştir. Sonraki aşamada, “Risk Yönetimi İçin Konumsal Veri Altyapıları ve Açık Mimari (ORCHESTRA: Open Architecture and Spatial Data Infrastructure for Risk Management)” projesi dikkate alınarak web servislerine dayalı bir taşkın tahmin ve erken uyarı sistemi tasarlanmıştır.

ORCHESTRA projesi, Avrupa Komisyonu 6. Çerçeve Programı’nın en önemli bütünlük projelerinden biridir ve çevresel risk yönetiminde etkili bilgi paylaşımını kısıtlayan teknolojik zorluklar üzerine odaklanmıştır. ORCHESTRA projesinin ana hedefi, risk yönetimi ile ilgili aktörler arasında birlikte işlerliği geliştirecek olan servis yönelimli bir yazılım mimarisinin tasarlanması ve geliştirilmesi olarak belirlenmiştir. ORCHESTRA mimarisinde, “Mimari Servisler” ve “Tematik Servisler” olarak adlandırılan iki temel servis sınıfı bulunmaktadır. Bu servisler, konumsal verilerin risk yönetimi ile ilgili aktörlere internet üzerinden sunulmasını sağladığı gibi taşkın tahmin modelleri gibi karmaşık uygulamaların çalıştırılmasına ve sonuçlarının web üzerinden ilgililere sunulmasına olanak sağlayan servislerdir. Örneğin ORCHESTRA Mimari servislerinden biri olan “Harita ve Diyagram Servisi”ni kullanılarak risk yönetimi için ihtiyaç duyulan bir haritaya internet üzerinden ulaşılabilir veya Tematik Servis örneklerinden biri olan “Simülasyon Yönetim Servisi” ile bir taşkın simülasyonu gerçekleştirilebilir. Tasarım aşamasında, taşkın tahmin ve erken uyarı sistemlerinin etkin bir şekilde çalıştırılabilmesi ve taşkın risk haritalarının üretilmesi için ihtiyaç duyulan konumsal verileri sunan kamu kurumları belirlenmiştir. Söz konusu kurumların, verilerini internet üzerinden hangi ORCHESTRA servisini kullanarak sunabileceği tespit edilmiş ve ilgili tüm kurumlar arasında bilgi paylaşımına olanak sağlayan bir servis ağı tasarlanmıştır. Genişletilebilir bir yapıya sahip olacak şekilde çalıştırılabilmesi ve taşkın risk haritalarının üretilmesi için ihtiyaç duyulan konumsal verileri sunan kamu kurumları belirlenmiştir. Söz konusu kurumların, verilerini internet üzerinden hangi ORCHESTRA servisini kullanarak sunabileceği tespit edilmiş ve ilgili tüm kurumlar arasında bilgi paylaşımına olanak sağlayan bir servis ağı tasarlanmıştır. Genişletilebilir bir yapıya sahip olacak şekilde çalıştırılabilmesi ve taşkın risk haritalarının üretilmesi için ihtiyaç duyulan konumsal verileri sunan kamu kurumları belirlenmiştir. Söz konusu kurumların, verilerini internet üzerinden hangi ORCHESTRA servisini kullanarak sunabileceği tespit edilmiş ve ilgili tüm kurumlar arasında bilgi paylaşımına olanak sağlayan bir servis ağı tasarlanmıştır. Genişletilebilir bir yapıya sahip olacak şekilde çalıştırılabilmesi ve taşkın risk haritalarının üretilmesi için ihtiyaç duyulan konumsal verileri sunan kamu kurumları belirlenmiştir. Söz konusu kurumların, verilerini internet üzerinden hangi ORCHESTRA servisini kullanarak sunabileceği tespit edilmiş ve ilgili tüm kurumlar arasında bilgi paylaşımına olanak sağlayan bir servis ağı tasarlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Taşkın, taşkın risk yönetimi, konumsal veri altyapıları, ORCHESTRA Mimarisini



## **DESIGNING A FLOOD FORECASTING AND EARLY WARNING SYSTEM BASED ON WEB SERVICES**

**Halil Akıncı<sup>1</sup>, Sevsin Erdoğan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Artvin Çoruh University, Faculty of Engineering,  
Department of Geomatics Engineering 08000 Artvin, Turkey

<sup>2</sup> General Directorate of Land Registry and Cadastre,  
Şişli Cadastre Office, Şişli, İstanbul, Turkey  
(hakinci@omu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The destructive effects of human-based and nature disasters have grown day by day. Thanks to the developing technologies, the studies targeted on forecasting the disasters have increased significantly and the disaster management systems have been developing to decrease the mental and material damages of the societies. The second most destructive disaster after earthquake is flood. The flood early warning system is a substantial field of study on World and in Turkey. Both the development of flood forecasting and early warning systems and production of flood risk maps complex systems and models are needed. The realization of these applications requires large amounts of spatial and temporal data sets collected by different agencies. It is emphasized that the Spatial Data Infrastructures which allow spatial data sharing between all related agencies are vital to achieve real-time flood forecasting and risk management applications.*

*The main objective of this study is to develop a system that provide online data exchange between all relevant agencies that provides data needed for the effective operation of flood forecasting and early warning systems and for the production of the flood risk maps. In this context, following steps have been followed in the study. First of all, flood forecasting and early warning systems developed in the World and in Turkey and the academic studies about the subject have been analyzed; the information has been collected about the relevant projects through the interviews made by the state institutions and organizations. Afterwards, the hydrologic, meteorological and physiological factors which are effective in the origination of the flood have been identified. In the next stage, The ORCHESTRA (Open Architecture and Spatial Data Infrastructure for Risk Management) Project has been taken as a basis to design a flood forecasting and early warning system based on Spatial Data Infrastructures. ORCHESTRA is a major Integrated Project in the Sixth Framework Programme of the European Commission. It focuses on the technological challenges that limit effective information handling in environmental risk management. The objective of ORCHESTRA was to design and implement an open service-oriented software architecture, which improves the interoperability among actors involved in risk management. ORCHESTRA architecture has two main service classes that called "Architectural Services" and "Thematic Services". These services allow delivery of spatial data between risk management actors, run complex applications such as flood forecasting models and provide results on the web. For example, a map needed for risk management can be accessed via "Map and Diagram Service" which is one of the ORCHESTRA Architectural Services or simulation of a flood can be performed with the "Simulation Management Service" which is one of the examples of the ORCHESTRA Thematic Services.*

*At the design stage, public institutions that produce spatial data needed for the effective operation of flood forecasting and early warning systems and for the production of flood risk maps have been determined. A service network that allows information sharing between all relevant institutions has been designed. Implementation of the system designed an extensible structure left to the future studies, the criteria required for the expansion of the system is discussed, and elimination of the deficiencies encountered in pilot applications are proposed.*

**Keywords:** Flood, flood risk management, spatial data infrastructure, ORCHESTRA Architecture.

## GÖKÇEADA YENİBADEMLİ HÖYÜĞÜNDE GÜNÜMÜZDEN 4700 YIL ÖNCESİNE AİT TSUNAMİ İZLERİ

**Doğan Perinçek<sup>1</sup>, Engin Meriç<sup>2</sup>,  
Halime Hüryılmaz<sup>3</sup>, Niyazi Aşar<sup>4</sup>, Atike Nazik<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Marti Üniversitesi,

Mühendislik Mimarlık Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, 17020 Çanakkale

<sup>2</sup> Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4, 34710 Kadıköy-İstanbul

<sup>3</sup> Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Arkeoloji Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara

<sup>4</sup> Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fak.

Jeoloji Müh. Böl. 01330 Balcalı-Adana

(perincek@yahoo.com)

### ÖZ

Gökçeada'nın kültür tarihi araştırmalarına referans oluşturan Yenibademli Höyük, tarihöncesi dönemlerde ria tipindeki bir körfezin doğusundaki yarımadanın üzerine kurulmuş bir yerleşim yeridir. Yerleşmenin surları yaklaşık 400 yıl boyunca varlığını koruyabilmiştir. Yenibademli'de bugüne kadar saptanan tabakalar, Erken Bronz Çağı'nın ilk yarısına (M.Ö. 3000-2600) tarihlenmektedir. Yerleşimin 5000 yıl önce kurulmuştur.

2007 yılında Yenibademli kazı alanında yapılan çalışmalarda MO 2680 yılından önce olan bir depremin izlerine rastlanmıştır. Muhtemelen 2710-2720 tarihleri arasında olan deprem yerleşim duvarlarında atım olmasına neden olmuştur. Söz konusu depremin bölgede tsunami yarattığına dair veriler vardır. Höyük alanında tsunami çökelleri bulunmuştur. İki farklı toprak tabakası (kültür tabakası) arasında denizel fosilleri içeren kum tabakası saptanmıştır. Tsunami çökellerinin bulunduğu seviyede bulunan seramikler MÖ 2680 önceki yılları işaret etmektedir.

Kumlu seviyeden alınan numunelerde Peneroplis pertusus (FORSKAL), Ammonia compacta HOFKER, Ammonia tepida CUSHMAN, Cyprideis torosa (JONES), Quinqueloculina seminula (LINNE), Siphonaperta aspera (d'ORBIGNY) fosilleri tayin edilmiştir. Ayrıca, kömürleşmiş bitki parçaları, pelesipod parçaları, ekinid dikenleri, mollusk kavkı parçaları, gastropodlar gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tsunami, Gökçeada, Yenibademli kazısı, Bronz Çağı

## **TSUNAMI TRACES DATING BACK 4700 YEARS BEFORE PRESENT IN GÖKÇEADA, YENİBADEMLİ HÖYÜK**

**Doğan Perinçek<sup>1</sup>, Engin Meriç<sup>2</sup>, Halime Hüryılmaz<sup>3</sup>, Niyazi Avsar<sup>4</sup>, Atike Nazik<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering-Architecture. Dep. of Geological Eng. 17020 Çanakkale, Turkey

<sup>2</sup> Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4, 34710 Kadıköy, İstanbul, Turkey

<sup>3</sup> Hacettepe University Institute of Social Sciences, Archaeology Dep. 06800 Beytepe-Ankara, Turkey

<sup>4</sup> Çukurova University, Fac. of Eng.-Architecture Dep. of Geol. Eng. 01330 Balcalı, Adana, Turkey  
(perincek@yahoo.com)

### **ABSTRACT**

*Yenibademli Höyük which stands as a reference for the cultural history researches of Gökçeada, is a settlement site established on the peninsula to the east of a bay that had been in Ria shape during the prehistoric periods. The city wall of this settlement, had been keeping its presence for about 400 years. Ancient archeological layers in Yenibademli Höyük has been identified and dated to the first half of the Early Bronze Age (3000-2600 BC). The settlement was founded 5000 years ago.*

*A study conducted in the excavation area of Yeni Bademli in 2007 shows that there are evidences of an earthquake occurred before the year 2680 BC. Probably between 2710-2720, the earthquake was caused slip on the walls of the settlement. There is evidence that the subjected earthquake created a tsunami in the region. The tsunami deposits were found in the side. The layer of sand containing marine fossils was found between two different cultural soil layers. The ceramics located in and below the level of tsunami deposits indicate before the year 2680 BC.*

*Fossils were identified in samples taken from the sandy layer is listed below: Peneroplis pertusus (FORSKAL), Ammonia compacta HOFKER, Ammonia tepida CUSHMAN, Cyprideis torosa (JONES), Quinqueloculina seminula (LINNE), Siphonaperta aspera (d'ORBIGNY), in addition following particles were identified; carbonized plant parts, pelecypod parts, echinid spines, mollusc shell fragments, gastropods.*

**Keywords:** *Tsunami, Gökçeada, Yenibademli excavation, Bronze Age*

## MERSİN-ERDEMLİ BÖLGESİ NİCELİKSEL HEYELAN RİSK DEĞERLENDİRMESİ

**Tolga Çan<sup>1</sup>, Engin Çil<sup>1</sup>, Tolga Mazman<sup>1</sup>,  
Tamer Yiğit Duman<sup>2</sup>, Muhterem Küçükönder<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana

<sup>2</sup> MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdlere Dairesi, 06800 Çankaya, Ankara  
(tolgacan@cu.edu.tr)

### ÖZ

Heyelan risk değerlendirmeleri ve risk yönetim çalışmaları, heyelanlarla ilgili yapılan çalışmaların en son aşamasını oluşturmaktadır. Bölgesel ölçekte heyelan risk değerlendirmesi yapılabilmesi için çalışma alanındaki heyelanların mekansal dağılımı ve bunların zaman içindeki hareket değişimlerinin gösterildiği heyelan envanter haritalarının hazırlanması gerekmektedir. Heyelan envanter haritaları ile heyelanları tetikleyici ve hazırlayıcı faktörler kullanılarak, heyelanların alansal, mekansal ve zamansal olabilirliklerinin gösterildiği haritalar, heyelan olası tehlike haritaları olarak tanımlanmaktadır. Belirli bir bölge ve zamanda, heyelan olası tehlikesinin gerçekleşmesi durumunda, risk altındaki elemanların hasar görülebilirlik dereceleri ile meydana gelebilecek olası ekonomik kayıpların çarpılması ile heyelan risk haritaları oluşturulmaktadır. Heyelan risk haritalama metodları çalışmanın amacına bağlı olarak risk altındaki elemanların niteliği ile mevcut verilerin uygunluğu, kalitesi ve güvenilirliğine bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak heyelan risk değerlendirme yöntemleri niteliksel, yarı niceliksel ve niceliksel olmak üzere üç başlık altında toplanmaktadır.

Bu çalışmada, Mersin-Erdemli bölgesinde toplam 1610 km<sup>2</sup> alan içerisinde niceliksel heyelan risk değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada heyelan arşiv kayıtları ile farklı tarihlerde çekilmiş hava fotoğrafları incelenerek çok zamanlı heyelan envanter haritaları hazırlanmıştır. Heyelanların mekansal olabilirliğinin belirlenmesi amacıyla mantıksal regresyon yöntemi kullanılarak belirli zaman aralığında gelişmiş heyelanlar için heyelan duyarlılık haritaları üretilmiştir. Zamansal olabilirlik değerleri, tetikleyici faktörler göz önünde bulundurularak, yağış frekans ilişkileri kullanılarak belirlenmiştir. Buradan 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık zaman dilimleri içerisinde heyelan oluşma olasılıkları hesaplanmıştır. Heyelanların alansal olarak olabilirliği ise 1955-69 tarihsel ve 1969 yılı heyelan olay envanter haritalarından elde edilen frekans dağılımlarına göre belirlenmiştir. Frekans dağılımına uygun olasılık yoğunluk fonksiyonu ise üç parametrelili ters gama dağılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Belirli bir alana sahip heyelanların oluşma olasılık eğrisi ise gama dağılımının integrali alınarak hesaplanmıştır. 0.1 km<sup>2</sup>, 0.05 km<sup>2</sup> ve 0.01 km<sup>2</sup>'den büyük heyelanların alansal olabilirlik değerleri ile, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık heyelan oluşma olasılıklarına göre heyelanların mekansal ve zamansal olabilirliğini gösteren heyelan olası tehlike haritaları üretilmiştir. Son olarak niceliksel heyelan risk haritaları ise olası tehlike haritalarına göre risk altındaki elemanların (konut, ulaşım ağı, tarım arazileri) hasargörülebilirlik dereceleri ile yaklaşık ekonomik kayıpların değerlendirilmesi ile elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çok zamanlı heyelan envanteri, heyelan olası tehlike, heyelan risk değerlendirmesi.

## **QUANTITATIVE LANDSLIDE RISK ASSESSMENT IN MERSİN-ERDEMLİ REGION**

**Tolga Çan<sup>1</sup>, Engin Çil<sup>1</sup>, Tolga Mazman<sup>1</sup>,  
Tamer Yiğit Duman<sup>2</sup>, Muhterem Küçükönder<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Çukurova University, Department of Geological Engineering,  
01330, Sarıçam, Adana, Turkey

<sup>2</sup> General Directorate of MTA, Dept. of Geological Research,  
06800 Çankaya, Ankara, Turkey  
(tolgacan@cu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Landslide risk assessments and risk managements are the final processes of the landslide related studies. Regional landslide risk assessment procedure requires the spatial distribution of landslides by means of landslide inventory maps envisaging their distribution of activity in different time intervals. The landslide hazard maps portrays the extent, spatial, and temporal probabilities of the landslides using the landslide inventory maps and also considering landslide preparatory and triggering factors. Landslide risk maps are constituted by the expected degree of economic loss due to a particular magnitude of landslide hazard that could be occurred within a specified area over a given period of time. The landslide risk analyses methods depends on the purpose of the study, along with some understanding of the elements potentially at risk, and the availability, quality, and reliability of data. Landslide risk assessments methods can be classified into three classes in general as qualitative, semi-quantitative and quantitative.*

*In this study, quantitative landslide risk assessments were evaluated in Mersin-Erdemli region covering 1610 km<sup>2</sup>. Multi-temporal landslide inventory maps were prepared as a first stage by investigation of the landslide archive records and the interpretation of aerial photographs taken in different time intervals. In order to determine the spatial probability of landslide occurrence, susceptibility maps were prepared for particular time periods, by using logistic regression method. Temporal probability of landslides was determined by considering the triggering factors as rainfall – frequency relationships. The exceedance probability of landslides occurrence in 5, 10, 25, 50 and 100 years time intervals were calculated. The probabilities of landslide size were obtained from frequency – size distribution of 1955-69 historical and 1969 event landslide inventories. Probability density function in convenience with frequency distribution was achieved by three parameter inverse gamma distribution. The probability of a given landslide sizes were determined by integration of the gamma distribution. Landslide hazard maps for different landslide sizes (0.1 km<sup>2</sup>, 0.05 km<sup>2</sup> and 0.01 km<sup>2</sup>), that would occur having exceedance probabilities for 5, 10, 25, 50 and 100 years periods were produced. Finally, landslide risk maps were prepared considering the vulnerability and economic losses of different elements at risk (houses, roads, agriculture areas) in different landslide hazard zones.*

**Keywords:** Multi-temporal landslide inventory, landslide hazard, landslide risk assessment.

## 2010 VE 2011 RİZE HEYELAN OLAYLARININ GENEL DEĞERLENDİRMESİ

**H. Gürhan İlgen, M. Kemal Tüfekçi,  
Ayhan Işık, Oktay Gökçe, Ahmet Demir**

*T.C. Başbakanlık, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, İyileştirme Dairesi Başkanlığı  
Mustafa Kemal Mah. Dumlupınar Bulvarı No: 274 P.K.:06800 Çankaya, Ankara  
(gurhan.ilgen@afad.gov.tr)*

### ÖZ

Bu çalışmada; Rize ilinde 26.08.2010 ve 24.09.2011 tarihlerinde meydana gelen su baskını ve heyelan olaylarının genel bir teknik değerlendirilmesi ve afet yönetimi kapsamında yapılan çalışmalar sunulmaktadır. Rize ili Gündoğdu beldesinde 26.08.2010 tarihinde ve yaklaşık bir yıl sonra Rize merkezde 24.09.2011 tarihinde etkili olan sağanak yağışlar neticesinde su baskınları ve heyelanlar oluşmuş, afet olayları can ve büyük maddi kayıplara yol açmışlardır. Günlük yaşamı olumsuz etkileyen afet olayları Kızılay, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) gibi kurumları harekete geçirmiş ve önce müdahale daha sonra da iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışmalar şu şekilde özetlenebilir: AFAD koordinasyonunda, Başkanlık teknik personelleri ve Rize ili ve civar illerdeki teknik personel - arama kurtarma ekiplerinin bölgeye intikali; arama kurtarma faaliyetlerine başlanması ve diğer müdahale çalışmaları; acil yardım ödeneklerinin gönderilmesi; hasar tespit ve afet (jeolojik) etüt çalışmalarının yapılarak, raporların hazırlanması, onaylanması; onaylanan raporlardaki yerleşim birimlerine ait "Afete Maruz Bölge" Bakanlar Kurulu kararının alınması; hak sahipliği ve yeni yerleşim yerlerinin tespiti; ve konut yapım sürecinin başlatılması - konutların teslimi.

Bir yıl ara ile meydana gelen su baskını ve heyelan olaylarının ana neden bölgenin iklim özellikleri ve bitki örtüsü, jeolojik ve jeomorfolojik yapısıdır. Antropojenik etkiler ise tetikleyici nedenlerdir (Yerel yönetimlerce belde ve belediyelerin yerleşime uygunluk durumunu ortaya konacak raporlar hazırlanmaması, kontrolsüz kazılar, dere yataklarının üstünün kapatılması vb.) Söz konusu afet olayları sonrasında yapılan iyileştirme çalışmaları neticesinde ise hem afet risklerini azaltma çalışmalarına katkıda bulunacak yeni yaşam çevreleri oluşturulmuş hem de afetzedelerin yaşam standartları yükseltilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** AFAD, afet yönetimi, heyelan, Rize.

## **GENERAL EVALUATION OF 2010 AND 2011 RIZE LANDSLIDE EVENTS**

**H. Gürhan İlgen, M. Kemal Tüfekçi,  
Ayhan Işık, Oktay Gökçe, Ahmet Demir**

<sup>1</sup> Prime Ministry, Presidency of Disaster &  
Emergency Management, Recovery Department

Mustafa Kemal Mah. Dumlupınar Bulvarı No: 274 P.K.:06800 Çankaya, Ankara, Turkey  
(gurhan.ilgen@afad.gov.tr)

### **ABSTRACT**

*A general technical evaluation and disaster management activities are presented in this study that takes the subject of flood and landslide events occurred in Rize city at 26.08.2010 and 24.09.2011. Because of heavy rains, floods and landslide events occurred at Gundogdu town of Rize City in which 26.08.2010 and one year later these events repeated in 24.09.2011 at the Rize City Centre. These two disasters caused big amount of casualties and economic losses. Disaster events that negatively affected the daily life mobilized Turkish Red Crescent, Disaster and Emergency Management Presidency (DEMP) etc. and firstly respond activities and secondly recovery works were performed.*

*The studies can be summarized as follows: Coordination of mobilization of technical staff by DEMP, performing the search and rescue activities and other respond and relief studies, releasing the emergency aid budgets, damage assessments, preparation of geological investigation reports, approval of the reports, "Disaster Prone Area" decision by Council of Ministers; beneficial assessment and selection of the new settlement areas and beginning of construction period, finally process-delivery of housing.*

*Main reasons of the disaster events are the geological, geomorphological and climatic characteristics of the region and vegetation type of the region. Additionally, anthropogenic effects triggered these events (local governments did not lead to prepare the land use reports for settlements, municipalities, uncontrolled excavations, covering the top of the stream beds etc.) Recovery activities performed after these disasters helped to create new settlement areas for disaster victims and raised life standards of disaster victims as well as it assisted to disaster reduction stage.*

**Keywords:** DEMP, disaster management, landslide, Rize.

## DEPREM VE KÜTLE HAREKETİ İLİŞKİSİ: 11 NİSAN 2011 FUKUSHİMA BÖLGESİ HAMADOORİ DEPREM ÖRNEĞİ

**Çiğdem Tetik**

*T.C. Başbakanlık, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı,  
İyileştirme Dairesi Başkanlığı,*

*Mustafa Kemal Mah. Dumlupınar Bulvarı No: 274 P.K.:06800 Çankaya, Ankara  
(cigdem.tetik@afad.gov.tr)*

### ÖZ

Depremi tetiklediği kütle hareketleri en önemli doğal afetlerden biridir. Kimi zaman bu kütle hareketlerinin oluşturdukları hasar, depremin oluşturduğu ilksel hasardan daha fazla olabilmektedir. Özellikle büyük depremler, heyelan, kaya düşmesi, moloz akması gibi kütle hareketlerini de tetiklemektedir. Bazı vakalarda kütle hareketlerinin oluşturduğu hasarlı ortamın iyileştirilmesi ve olayın gerçekleştiği alanın yeniden arazi kullanımı süreci yıllarca sürmektedir. Japonya'da 28 Ekim 1707'de meydana gelen Hoei Depremi (M8.6) sonucunda 29.000 konut hasar görmüş, 5000 kişi yaşamını kaybetmiştir. Depremi meydana getirdiği bu ilksel hasarın ardından Shizuoka şehrinde hacmi 120 milyon m<sup>3</sup>'ü bulan büyük kütle hareketleri meydana gelmiştir. 9 Nisan 1858'de meydana gelen Hietsu Depremi (M7.1)'nden 14 gün (23 Nisan) ve 59 gün (7 Haziran) sonra Tateyama'da 2 büyük kütle hareketi meydana gelmiştir. Toplamda 400 milyon m<sup>3</sup>'lük malzeme taşınırken günümüz itibariye bu malzemenin sadece 200 milyon m<sup>3</sup> 'ünün duraylılığı sağlanabilmiştir. Söz konusu örnekler, depremlerin tetiklediği kütle hareketlerinin oluşturduğu hasarların ciddiyetini anlamak açısından önemlidir.

11 Mart 2011 tarihinde Japonya'da yerel saat ile 14:46:23 de Richter ölçeğine göre M9.0 büyüklüğünde bir deprem gerçekleşmiştir. Bu deprem, ülkenin 1900'den günümüze kadar olan süre içerisinde karşılaştığı en büyük deprem olma özelliği taşıyor, aynı zaman aralığında dünyada meydana gelen dördüncü büyük depremdir. Japon bindirme zonunda 24 km derinlikte meydana gelen bu depremin ardından başta Tohoku ve Sendai bölgeleri olmak üzere Japonya'nın doğu sahilleri tsunami dalgalarının etkisi altında kalmıştır. Tsunami bölgede ciddi ekonomik hasara ve can kaybına neden olmuştur. Japonya Ulusal Yerbilimleri ve Afet Korunma Enstitüsü-NIED (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention) verilerine bağlı olarak 11.03.2011 - 15.07.2011 tarihleri arasında M5'den büyük 358, M6'dan büyük 57 ve M7'den büyük 5 artçı şok meydana gelmiştir. Bu artçı şokların büyük bir çoğunluğu okyanusta meydana gelirken karada meydana gelen 5 den büyük artçılar büyük hasarlara neden olmuştur. Bu çalışmada merkez üstü Fukushima bölgesi, İwaki şehrinde 11.04.2011 tarihinde M7.0 büyüklüğünde meydana gelen Hamadoori depremi ve bu depremin ardından oluşan büyük kütle hareketi arasındaki ilişki incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Depremler, kütle hareketleri, heyelan



***eARTHQUAKE AND MASS MOVEMENTS RELATIONSHIP:  
A CASE STUDY APRIL 11, 2011 THE FUKUSHIMA PREFECTURE  
HAMADORI EARTHQUAKE***

***Çiğdem Tetik***

*Prime Ministry, Presidency of Disaster & Emergency Management, Recovery Department  
Mustafa Kemal Mah. Dumlupınar Bulvarı No: 274 P.K.:06800 Çankaya, Ankara, Turkey  
(cigdem.tetik@afad.gov.tr)*

***ABSTRACT***

*Mass movements triggered by earthquakes are one of the most damaging natural disasters. Sometimes damages created by mass movements triggered by earthquake can be often worse than those directly caused by earthquake. Especially big earthquakes can trigger mass movements such as landslide, rock fall, debris flow etc. In some cases, damage of the mass movements which can cause long lasting serious problems for recovery and land use conservations. 29,000 houses were destroyed and there were 5,000 casualties at 1707 Hōei Earthquake (M8.6), which occurred on October 28, 1707. At least one major mass movement was triggered by the earthquake, in Shizuoka city. Volume of this mass movement was approximately 120 million m<sup>3</sup>. The Hietsu Earthquake (M7.1) occurred on April 9, 1858, caused two big mass movements at Tateyama city, in order respectively 14 days (April 23) and 59 days (June 7) later. A total of 400 million m<sup>3</sup> mass material moved. Half of this mass still could not be stabilized. These two cases are important examples of the damage of mass movements' triggered by earthquakes.*

*A great earthquake occurred on March 11th, 2011 afternoon at 2:46:23 PM local time at Japan, This massive earthquake's magnitude was M 9,0 Richter Scale. This earthquake is the 4th largest earthquake in the world since 1900 to today and also biggest earthquake of Japan history. This earthquake occurred along the Japan Trench and the its focal depth was 24km. Tsunami waves effected all east coast of the Japan, especially Tohoku and Sendai Prefecture costs, after this huge earthquake. Catastrophic damage and causalities occurred at this area because of the tsunami waves. According to NIED (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention), aftershock records between 11.03.2011 to 15.07.2011, showed that 358 earthquakes of M5.0 or over; 57 aftershocks of M6.0 or over; and 5 aftershocks of M7.0 or over happened in Japan. Most of these aftershocks occurred at the ocean, on the other hand aftershocks bigger than M5.0 caused big damages at inland area. At this study, the relationship between big earthquakes and triggered mass movements was examined in the base of 11.04.2011 The 2011 Fukushima Prefecture Hamadori Earthquake of magnitude of 7.0.*

***Keywords:*** Earthquakes, mass movement, landslide

## KONYA HAVZASINDA KARSTİK ÇÖKÜNTÜ ALANLARININ (KARAPINAR) BELİRLENMESİ VE TEHLİKE DEĞERLENDİRMESİ

**Koray Törk<sup>1</sup>, İ.Noyan Güner<sup>2</sup>, Barbaros Erduran<sup>2</sup>,  
N.Pınar Yılmaz<sup>3</sup>, Selma Sülükçü<sup>3</sup>, Levent Yeleser<sup>1</sup>,  
Şerafettin Ateş<sup>1</sup>, Göksel Mutlu<sup>1</sup>, Nurdoğan Sertel<sup>5</sup>, Sinan Keleş<sup>4</sup>,  
Aslan Çınar<sup>4</sup>, Şevket Demirbaş<sup>4</sup>, Tolga Toksoy<sup>4</sup>, Cahit Özgür<sup>2</sup>,  
Sultan Yavuz<sup>6</sup>, Kerem Avcı<sup>1</sup>, Cem Özerk<sup>1</sup>, Ayla Bulut<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>MTA Genel Md. Jeoloji Etd. Dairesi Bşk.

<sup>2</sup>MTA Genel Md. Enerji Hammadde Etd. ve Arama Dairesi Bşk.

<sup>3</sup>MTA Genel Md. Fizibilite Etd. Dairesi Bşk.

<sup>4</sup>MTA Genel Md. Jeofizik Etd. Dairesi Bşk.

<sup>5</sup>MTA Genel Md. Orta Anadolu II. Bölge Md.

<sup>6</sup>MTA Genel Md. Doğu Akdeniz Bölge Md.

(cave@mta.gov.tr)

### ÖZ

Konya Kapalı Havzası Türkiye'nin en önemli yeraltısuyu depolanma alanlarından birini içermektedir. Kapalı Havza'daki yoğun tarımsal faaliyetler ve bunun yanında giderek artan nüfus ve sanayileşme yeraltısuyuna olan gereksinimi de artırmıştır. Ova genelinde aşırı pompajlara bağlı olarak yeraltısuyu seviyesinde son 40 yıl içinde ortalama 40 m'lik bir düşüm gerçekleşmiştir. Bölgedeki karstlaşmanın iz düşümü olan obruklar Miyosen-Pliyosen yaşlı gölsel kireçtaşlarında gelişmektedirler. Bu durum, bölgede günümüzde örtülü olan ve Miyosen-Pliyosen öncesi gelişmiş, korunan Triyas-Jura ve Kretase yaşlı karbonatlarda oluşmuş diğer bir karst sisteminden kaynaklanmaktadır. Aralarında litolojik olarak geçirimsiz bariyerler olmakla birlikte, varlıkları jeofizik yöntemler ve yarma çalışmaları ile ortaya konulan süreksizliklerin yeraltısuyunun hareketinde taşıyıcı rolde olduğu, hidrojeolojik açıdan da saptanmıştır. Yatayda ve düşeyde geçişli olan kayalarda, kil oranı arttıkça dayanım düşmekte, silis içeriği artışına bağlı olarak "yüksek" dayanım değerlerine kadar geniş bir aralıkta değişim gözlenmektedir. Kayaların yüksek gözenekliliğe ve boşlukların yer yer kil dolgulu olması bozunma hızına arttırıcı, dayanım azaltıcı etki göstermektedir.

Karapınar'ın kuzeyinde Sultaniye Ovası batısından itibaren yaklaşık KD-GB doğrultulu uzanan hat boyunca yeraltısuyu seviyesi düşümünün de tetiklediği güncel obruk çökmeleri yoğunlaşmıştır. Örtü kalınlığına ve dikey yönde toplam boşluk oranına bağlı olarak obruk derinlikleri değişim göstermektedir. Karapınar yerleşim alanının kuzeyinde sığ derinlikli obruk oluşumları gerçekleşirken, gelecekte şehrin batı ve güney batısında daha derin ve sulu obrukların gelişme olasılığı daha yüksektir.

**Anahtar Kelimeler:** Dayanım, karst, obruk, yeraltısuyu, süreksizlik

## **THE DETECTION AND THE HARZARD ESTIMATION OF THE KARSTIC COLLAPSE IN KONYA CLOSED BASIN (KARAPINAR)**

**Koray Törk<sup>1</sup>, İ.Noyan Güner<sup>2</sup>, Barbaros Erduran<sup>2</sup>,  
N.Pınar Yılmaz<sup>3</sup>, Selma Sülükçü<sup>3</sup>, Levent Yeleser<sup>1</sup>,  
Şerafettin Ateş<sup>1</sup>, Göksel Mutlu<sup>1</sup>, Nurdoğan Sertel<sup>5</sup>, Sinan Keleş<sup>4</sup>,  
Aslan Çınar<sup>4</sup>, Şevket Demirbaş<sup>4</sup>, Tolga Toksoy<sup>4</sup>, Cahit Özgür<sup>2</sup>,  
Sultan Yavuz<sup>6</sup>, Kerem Avcı<sup>1</sup>, Cem Özerk<sup>1</sup>, Ayla Bulut<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>General Direct. of MTA, Dept. of Geological Research

<sup>2</sup>General Direc. of MTA, Dept. of Energy Research

<sup>3</sup>General Direct. of MTA, Dept. of Feasibility Research

<sup>4</sup>General Direct. of MTA, Dept. of Geophysical Research

<sup>5</sup>General Direct. of MTA, Central Anatolia Regional Office

<sup>6</sup>General Direct. of MTA, Eastern Mediterranean Regional Office  
(cave@mta.gov.tr)

### **ABSTRACT**

*Konya Closed Basin is the of the most important groundwater reservoir of Turkey. The groundwater request was increased with the agricultural and the industrialization and also with the population in the area. The decreasing of the groundwater level reached to the 40 m with the over pumping for the 40 years in the area.*

*The obruks developed in Miocene-Pliocene age of the lacustrine carbonates are the projection of the regional karstification in the area. This situation is deal with the buried karstification developed in Triassic-Jurassic and Cretaceous age of the carbonates till the sedimentation of lake deposits (Miocene-Pliocene) in the plateau. The positive effect of the discontinuities have been proved as also with the hydrogeologically as geophysics and trench works in the area in spite of the aquifuge condition of the strata. The strength classification of intact rock change in very large interval according to the clay and the silica rate on the lateral and the vertical transition of the rocks in the area. The reducing of the strength and the increasing of the alteration impetus caused by the high porosity and the filling of the voides with the clay of the rock. The intensity of the formation of the actual karstic collapse increased with the triggering of the decreasing of the groundwater level through the line on the NE-SW direction at the western of Sultaniye Plain in the northern of Karapınar.*

*The depth of the obruks changed with the cover thickness and the total cavity rate at vertical direction. The probability of the formation of the deeper and the aqueous obruks is higer in the western and the southern of the city in the future while the shallow obruks occur in the northern of Karapınar.*

**Keywords:** Strength, karst, obruk, groundwater, discontinuity

## TÜRKİYE’NİN GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE (BATMAN) KARSTİK KÖKENLİ ÇÖKÜNTÜ ALANI ARAŞTIRMASI

**Koray Törk<sup>1</sup>, Akın Kürçer<sup>2</sup>, Murat Akgöz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>MTA Genel Müdürlüğü Karst ve Mağara Araştırmaları Birimi  
Üniversiteler Mahallesi Dumlupınar Bulvarı  
No:139, 06800 Çankaya, Ankara

<sup>2</sup>MTA Genel Müdürlüğü Aktif Tektonik Araştırma Birimi  
Üniversiteler Mahallesi Dumlupınar Bulvarı  
No:139, 06800 Çankaya/Ankara  
(\*cave@mta.gov.tr)

### ÖZ

Yol çalışmaları sırasında Batman il merkezi Esentepe mevkiinde ağız genişliği 1.5 m, derinliği 28 m olan bir çukur tespit edilmiştir. Araştırması yapılan çöküntü alanı jeolojik olarak, tabanında jipslerin yer aldığı Orta-Üst Miyosen yaşlı karasal çökellerden (Şelmo Formasyonu) oluşmaktadır.

Şelmo Formasyonu’nun jipsli seviyelerine, ova taban kotundan (575 m) ortalama 35-40 m daha derinde girilmekte olup, ova kotuyla yaklaşık aynı kotta olan çöküntünün toplam 28 m derinliği göz önüne alındığında, çöküntünün yaklaşık 10 m daha alt kotunda, çökmeye neden olan karstik jipslerin bulunduğu düşünülmektedir.

Hidrojeolojik açıdan bakıldığında, jipslerin üstünde yer alan çamurtaşları geçirimsiz bariyer (aquiclude) oluşturmaktadır. Ancak bu litolojik dizilimi açılı kesen süreksizlikler, kayaçların altta bulunan jipslerle hidrolojik olarak bağlantı kurmasına neden olmuştur. Sonuç olarak bu da meteorik (yüzey) kökenli suların süreksizlikler boyunca jipslere ulaşarak, karstlaşmasını etkilemiştir. Ayrıca bölgedeki antropojenik süreçler (yapay yeraltısuyu beslenimi, pompaj) de jips gibi kolay eriyebilen kayaçlardaki karstik süreçleri hızlandırıcı yönde etkili olmuşlardır.

**Anahtar Kelimeler:** Antropojenik etki, jips, karst, süreksizlik

## **THE INVESTIGATION OF THE KARSTIC ORIGINATED COLLAPSE IN THE SOUTHEASTERN ANATOLIA REGION OF TURKEY (BATMAN)**

**Koray Törk<sup>1</sup>, Akın Kürçer<sup>2</sup>, Murat Akgöz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Karst and Cave Research Unit of General Directorate of MTA  
Üniversiteler Mahallesi Dumlupınar Bulvarı  
No:139, 06800 Çankaya, Ankara, Turkey

<sup>2</sup>Active Tectonic Research Unit of General Directorate of MTA  
Üniversiteler Mahallesi Dumlupınar Bulvarı  
No:139, 06800 Çankaya/Ankara, Turkey  
(cave@mta.gov.tr)

### **ABSTRACT**

*The hole have the 1.5 m diameter and 28 m depth that found out the on the road excavation in Esentepe location in Batman City. The area consists of Middle-Upper Miocene age terrestrial sediments as called Şelmo Formation. The karsified gypsum is underlied by these sediments.*

*The gypsum layers of Şelmo Formation are found 35-40 m deeper from the plain level (575 m) in the area. The gypsum must be 10 m deeper than the collapse depth (28 m) that is on the same altitude with the plain (575 m).*

*The mudstone over layered the gypsum must be the aquiclude as hydrogeologically. But the discontinuities caused to the hydrological connection of the upper layers with the gypsum. And finally, the karstification has been effected with the transportation of the meteoric originated water through these discontinuities. In addition, the karstification of the gypsum has also been effected from the anthropogenetic process in the area.*

**Keywords:** Anthropogenetic effect, discontinuity, gypsum, karst

## TRABZON ÇEVRESİNDEKİ HEYELANLAR

**Bilgehan Kul, Hakan Ersoy**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 61080, Trabzon  
(bilgehankul@hotmail.com)*

### ÖZ

Ülkemizde doğal afetlere çok sık rastlanılmaktadır. Ülkenin jeolojik yapısı, morfolojik ve iklimsel özellikleri doğal afetleri etkileyen en önemli sebeplerin başında gelmektedir. Ülkemizin en fazla yağış alan bölgesi olan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ise heyelan, kaya düşmesi ve taşkınlar nedeniyle çok sayıda afet olayı meydana gelmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Trabzon ili de heyelandan en çok etkilenen şehirlerin başında yer almaktadır. Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün 1950–2008 yılları arasındaki verilerine göre; Türkiye'de heyelan nedeniyle en fazla konut naklinin gerçekleştiği il olan Trabzon'da 1145 adet heyelan meydana gelmiş ve bu heyelanlara bağlı olarak 3960 adet konutun nakline karar verilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada, Trabzon ilinde ve çevresinde meydana gelen heyelan ve taşkın olaylarının oluşum koşulları incelenmiş, bu felaketlerin etkileri teknik, ekolojik ve ekonomik açıdan araştırılmıştır. Tüm bu çalışmalar sonucunda, bölgede heyelanların gelişmesi için uygun jeolojik, morfolojik ve iklimsel şartların mevcut olduğu; ancak bununla birlikte, heyelanların oluşumunda en önemli etkinin düzensiz şehirleşme ve buna bağlı olarak insan kaynaklı kazılar olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Heyelan, jeoloji, Trabzon

## **THE LANDSLIDES AROUND TRABZON PROVINCE**

**Bilgehan Kul, Hakan Ersoy**

*Dept. of Geological Engineering, Black Sea Technical University, 61080, Trabzon, Turkey  
(bilgehankul@hotmail.com)*

### **ABSTRACT**

*Natural disasters come across very often in Turkey. The country's geological structure, morphological, and climatic characteristics is the most important reason that effecting natural disasters. In the Eastern Black Sea, the region which receives the greatest amount of rainfall in Turkey, many disastrous events take place due to landslides, rock falls and floods. Trabzon- in the eastern Black Sea Region- is one of the most affected city in terms of landslides. According to the data collected by the General Directorate of Disaster Affairs between the years of 1950-2008, 1145 landslides have occurred in Trabzon, which is the province to which the most residence transfer has been given, and due to these landslides, the transfer of 3960 residences was decided. For this reason, in this research, the formation and the development conditions of those landslide and flood events that have occurred in the province of Trabzon were examined, the effects of these disasters were investigated on technical, ecological and economic terms. As the result of these researches, it was concluded that the suitable geological, morphological and climatic conditions for the development of landslides in the region were present; however the most important factor for the development of landslides was disordered urbanization and man-made excavations.*

**Keywords:** *Landslide, geology, Trabzon*

## AKTİF HEYELANDA AFET YÖNETİMİ: AĞCAGÜNEY ÖRNEĞİ (SAMSUN)

**Aytek Ersan, Emre Çoşkunlu, Erkin Tekin,  
Kıvanç Çalışkan, Salih Livaoglu, Erkan Koparmal**  
*İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 19 Mayıs Mah.,  
Saadet Cad. No:4, 55030 İlkadım, Samsun  
(jeoaytek@gmail.com)*

### ÖZ

Bu çalışmada Samsun İli Çarşamba İlçesi Ağcagüney Beldesi sınırlarında meydana gelen ve aktivitesi devam eden heyelanın jeolojik açıdan bir değerlendirilmesi verilmiş olup; heyelanın tanımlanması ve sınırlarının belirlenmesi amacıyla yapılan jeolojik ve jeofiziksel çalışmalar ile heyelanın bölgeye etkisi nedeniyle İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'nce ilgili kanun ve yönetmelikler gereği kısa ve uzun vadede yapılan/yapılması planlanan zarar azaltma ve iyileştirme çalışmalarından bahsedilmiştir.

İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü teknik elemanlarınca Şubat 2011 tarihinden itibaren takip edilen heyelan, Üst Eosen yaşlı fliş serisinin hâkim olduğu formasyonda dairesel-düzlemsel kayma şeklinde gelişmiştir. Günümüzde gelişmeye devam etmekte olan heyelan, beldenin kuzeydoğu-güneybatı istikametinde açıkça izlenmekte; yollarda büyük yarıklara, tarım arazilerinde ~8 m'ye varan düşey atıma, düşük kotlarda göllenmelere, binaların şakulundan sapmasına ve hatta binaların yıkılmasına neden olmuştur.

İnceleme alanına ait kayaç örneklerinin, ince kesit laboratuvarında mikroskobik ve makroskobik olarak incelenmesiyle fliş fasiyesini temsil ettiği tespit edilmiştir. Kayma yüzeyinin ve lokal zemin yapısının yorumlanması için farklı lokasyonlarda dipol-dipol dizilimi ile her biri 42 m uzunluğunda 3 adet ve Schlumberger-Wenner-Dipol-dipol dizilimi ile her biri 550 m uzunluğunda 2 adet çok elektrotlu -supersting- öz direnç yöntemi başarıyla uygulanmıştır. Dipol-dipol verilerinden elde edilen 2 boyutlu kesitlerde ~85 m kotunda bulunan karayolunun bir bölümünde ~8 m dolgu malzemesi kullanıldığı tespit edilmiş ve belli bir su kaynağının heyelan hareketini tetiklemeye devam ettiği yorumlanmıştır. Ayrıca 2 boyutlu çok elektrot kesitlerinde, belde merkezinin güneyinde bulunan Çakmak Baraj Gölü ile kontak haldeki bölgeden inceleme alanının kuzeydoğusuna doğru su geçişinin olabileceği yorumlanmıştır.

Ağcagüney heyelanının tanımlanması, sınırlarının belirlenmesi ve afetzedeler için yapılacak iyileştirme çalışmaları İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü bünyesinde Şubat 2011 tarihinde başlamış ve incelemeler sonucunda Nisan 2011 tarihli jeolojik etüt raporu düzenlenmiştir. Düzenlenen bu raporda 7269 sayılı Afetler Kanunu'na göre, heyelandan etkilenen ve/veya etkilenmesi muhtemel olan 52 konutun nakli ile heyelanın etki alanı için afete maruz bölge kararının alınması uygun görülmüştür. Konu ile ilgili olarak, halen ilgili kanun ve yönetmelikler gereği gerekli hak sahipliği ve iskân amaçlı yeni yer seçimi çalışmaları devam etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Afet, fliş, iyileştirme, heyelan, zarar azaltma



## **DISASTER MANAGEMENT IN ACTIVE LANDSLIDE: THE EXAMPLE OF AĞCAGÜNEY (SAMSUN)**

**Aytek Ersan, Emre Çoşkunlu, Erkin Tekin,**

**Kıvanç Çalışkan, Salih Livaoğlu, Erkan Koparmal**

*Provincial Directorate for Disaster and Emergency Management, 19 Mayıs Mah. Saadet  
Cad. No:4, 55030 İlkadım, Samsun, Turkey  
(jeoaytek@gmail.com)*

### **ABSTRACT**

*In this study, an active landslide assessment, which occurred in Ağcagüney Village, Samsun, has geologically been showed. Besides, geological-geophysical studies for definition of the landslide, determination of the landslide borders, and mitigation and recovery studies, which planned in short and long time periods, via concerned laws and regulations by Provincial Directorate for Disaster and Emergency Management have been explained.*

*Ağcagüney landslide, which has been following by Technical Staff of Provincial Directorate for Disaster and Emergency Management since February 2011, has been grown as circular-planar failure on the Upper Eocene flysch formation. The landslide, which is visible for northeast-southwest direction of the village and growing now, has been caused huge rift on the roads, approximately 8 m vertical slip on the agricultural lands, pondings on the low elevations, plumb deflectioning on the buildings, and destruction of buildings.*

*Flysch facies have been represented in thin section laboratory by microscopic and macroscopic studying on the rock samples collected from the investigation area. Resistivity technique, 3x42 m length with the Dipole-dipole array and 2x550 m length with the Schlumberger-Wenner-Dipole-dipole array namely supersting method have successfully been applied in distinct locations for interpretation of failure surface and soil properties. In 2d pseudo sections obtained from dipole-dipole datas, about 8 m fill material has been determined on the road with the elevation of 85 m and a water source, which is triggering the landslide activity, has also been interpreted. Moreover, in 2d pseudo sections obtained from supersting datas, probability of a water transfer has been interpreted from a region, which is contacted with Çakmak Dam Lake located in south of the village centre, to northeast of the investigation area.*

*Definition of the landslide, determination of the landslide borders, and recovery for disaster victims have been started in February 2011 by Provincial Directorate for Disaster and Emergency Management. Resulting geological etude report is prepared in April 2011. According to the 7269th Disaster Law, evacuation of 52 house, which was impressed or could be impressed by the landslide, and decision of the region, which exposed to disaster for impact area of the landslide, have legally been applied. All in all, required right ownership and new site selection studies have been proceeding within the concerned laws and regulations.*

**Keywords:** *Disaster, flysch, rehabilitation, landslide, mitigation recovery*

## TSUNAMİLERİN KARADAKİ PARMAK İZLERİ: ANTİK PATARA ÖRNEĞİ

**Bedri Alpar<sup>1</sup>, Selma Ünlü<sup>1</sup>, Yıldız Altınok<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi  
(bedrialpar@gmail.com)

### ÖZ

Türkiye'nin güney batı kıyılarında yer alan alüviyal kıyı ovalarının Akdeniz'de oluşan tsunamilere açık olması kıyı ve rekreasyon alanlarındaki yaşam üzerine de risk teşkil etmektedir. Bölgede tsunami üreten bazı tarihsel depremler şunlardır; M.Ö. 220 (veya 222, 227) (Rodos, Kıbrıs ve Korint Körfezi), 68 (Demre ve Patara), 142 (Fethiye, Kos ve Rodos), 21.07.365 (Girit, Yunanistan, Adriyatik kıyıları, İskenderiye ve Batı Anadolu), 08.08.1303 (Rodos, Girit, Mora Yarımadası ve Oniki Ada), 03.05.1481 (Rodos, Güney Batı Anadolu kıyıları ve Girit), 04.1609 (Rodos ve Batı Akdeniz), 31.01.1741 (Rodos), 28.02.1851 (Fethiye, Muğla ve Rodos), 03.04.1851 (Fethiye ve Rodos), 26.06.1926 (Rodos, Fethiye, Güney Batı Türkiye ve Girit) ve 24.03.2002 (Rodos ve Oniki ada). Son yıllarda dünyanın en eski deniz feneri olduğu söylenen bir fenerin yıkılmış taşları Patara plajlarındaki doğal kumulların altında bulunmuştur. Arkeologlar elde ettikleri kalıntılara göre 12 m boyundaki bu fenerin deprem tarafından olmasa da, ona eşlik eden bir tsunami tarafından yıkıldığını iddia etmişlerdir. Doğal kumul tepelerinin gerisindeki lagünler hem doğal depolanma ortamı hem de depolanma sonrası erozyona karşı korunaklı alanlar oluşturduklarından, olası bir tsunaminin bıraktığı izlerin araştırılması için antik Patara fenerinin gerisinde yer alan yarı kurak bir lagünün kıyı kesiminden karot örneği alınmıştır.

Karot örneği sedimentolojik olarak; 8 cm toprak, 55 cm kahverengi siltli kum, 20 cm gri kum, 15 cm kahverengimsi gri kum ve muhtemelen hızlı bir siltleşme öncesi fosil kıyıyı oluşturan 62 cm kalınlığındaki gri renkli kum birimlerinden oluşmaktadır. Stratigrafik ve mikropaleontolojik özellikleri incelendiğinde, yüzeyden 93 ve 104 cm derinliklerde az sayıda rastlanan *Globigerina sp.* dışında, karot boyunca depolanma mekanizmaları hakkında fazla bir bilgi edinilememiştir. Literatüre göre, denizel ve acı su diatom ve foraminifer türlerinin tsunami depoları içinde artması beklenir. Bu nedenle, karot örnekleri içinde denizel kökenli organizmaların veya tsunami depolanması gibi bazı çevresel süreçlerin oluşumunu destekleyecek bileşik ya da bileşik gruplarının varlığı aranmıştır. Bu amaçla, split/splitless enjektör ile donatılmış kütle dedektörlü HP6890 Gaz Kromatografi cihazı kullanılarak karot örneklerinde denizel kökenli organizmalardan gelen yağ asitleri (16:1/16:0,  $\Sigma$ C16/ $\Sigma$ C18, 16:1/16:0, 5,8,1,14,17-eicosapentaenoic acid, 4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid, 22:6 $\omega$ 3/20:5 $\omega$ 3, octadecanoic acid,  $\Sigma$ 20:1 ve  $\Sigma$ 22:1, 9,12-octadecadienoic acid, 9,12,15-octadecatrienoic acid), alkanlar, alkenler, yüksek dallanmalı izoprenoidlerin (pristan/fitan) oranına karşı kükürt içeren bileşiklerin bolluk dereceleri analiz edilmiştir.

Analiz bulguları bir arada değerlendirildiğinde, sülfat bakımından fakir bir depolanma ortamı içindeki belli birkaç seviyede denizel etkilerin varlığı belirlenmiştir. Karot boyunca hızlı bir deniz işgalini gösteren sedimantolojik ve mikropaleontolojik özel bir tabakalanma gözlenmemesine rağmen, yüzeyden 134 ve 144 cm derin örneklerdeki denizel kaynaklı diatomlara ve 124, 144 ve 154 cm derin örneklerdeki dinoflagellatlara ait parmak izlerinin varlığı, ortam çökelleri içinde birtakım denizel etkilerin oluştuğunu destekler yöndeki bulgulardır.

**Anahtar Kelimeler:** Tsunami, tsunami çökelleri, denizel biyolojik izleyiciler, Akdeniz, Patara

**FINGERPRINTS OF TSUNAMIS ON LAND: ANCIENT PATARA CASE****Bedri Alpar<sup>1</sup>, Selma Ünlü<sup>1</sup>, Yıldız Altınok<sup>2</sup>**<sup>1</sup> İstanbul University, Institute of Marine Sciences<sup>2</sup> İstanbul University, Faculty of Engineering  
(bedrialpar@gmail.com)**ABSTRACT**

The alluvial plains along the SW coast of Turkey are prone to moderate-scale tsunamis which may pose some risks to coastal communities. Some earthquakes produced accompanying tsunamis; e.g. those in 220 (or 222, 227) B.C. (Rhodes, Cyprus and Corinth), 68 (Demre and Patara), 142 (Fethiye, Kos and Rhodes), 21.07.365 (Crete, Greece, Adriatic coasts, Alexandria and West Anatolia), 08.08.1303 (Rhodes, Crete, Peloponnesus and Dodecanese), 03.05.1481 (Rhodes, south-western coasts of Anatolia and Crete), 04.1609 (Rhodes and Eastern Mediterranean), 31.01.1741 (Rhodes), 28.02.1851 (Fethiye, Muğla and Rhodes), 03.04.1851 (Fethiye and Rhodes), 26.06.1926 (Rhodes, Fethiye, SE Turkey and Heraklion) and 24.03.2002 (Rhodes and Dodecanese Islands). The oldest known lighthouse (2000 years) in the world was recently unearthed under a natural sand dune in the Patara beach. Scientists believe that this 12 meter-high lighthouse might have been destroyed not by the earthquake itself but by its accompanying tsunami. A core was recovered from a semi-dried lagoon behind the lighthouse because the tsunami deposits occur typically in low-energy depositional environments such as coastal wetlands, lagoons and places protected from the sea by sandy barriers. Such places also protect the deposit from post-depositional erosion.

From top to bottom the core consists of three main layers; 8 cm-thick soil, 55 cm-thick silty sand (brown), 20 cm-thick grey sand, 15 cm-thick brownish grey silty sand and 62 cm-thick grey sand possibly forming the shoreline sands before a rapid siltation. Neither the internal stratification of the units nor the fossil content allowed us for a reasonable discrimination of the depositional mechanisms. Only a few *Globigerina* sp, commonly pelagic, were observed in the levels of -93 and -104 cm. In fact, tsunami sediment layers show increments in abundance of marine and brackish water diatom species, planktonic diatoms and planktonic foraminifera, implying an introduction of marine and brackish assemblages in to otherwise non-marine (terrestrial) sediment sequences. Then some quantitative estimation of marine biomarkers, compounds or groups of compounds that can be used as signatures of individual organisms or groups of organisms or of certain environmental processes, and specific deterministic ratios were tested to differentiate their depositional environments. Using an HP6890 gas chromatography with mass detector equipped with a split/splitless injector, the samples have been analyzed on the presence of marine-sourced biomarkers (16:1/16:0,  $\Sigma$ C16/ $\Sigma$ C18, 16:1/16:0 ratio, 5,8,1,14,17-icosapentaenoic acid, 4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid, 22:6 $\omega$ 3/20:5 $\omega$ 3, octadecanoic acid,  $\Sigma$ 20:1 and  $\Sigma$ 22:1, 9,12-octadecadienoic acid, 9,12,15-octadecatrienoic acid), alkanes, alkenes, high-branched isoprenoids and abundance of S-containing compounds vs. pristane/phytane ratio.

The results indicate that the study area is defined as a sulphate-poor lagoon influenced by variable conditions. Even there are no evident depositional units representing a rapid marine invasion, the evidence of diatoms at the levels of 134 and 144 cm, and dinoflagellates at 124, 144 and 154 may indicate some influxes of marine water in a freshwater environment.

**Keywords:** Tsunami, tsunami deposits, marine biomarker, Mediterranean, Patara



**HİDROJEOLOJİ**  
***HYDROGEOLOGY***

**Sözlü Sunumlar / *Oral Presentations***

## ARSENİK İÇEREN BİR AKİFERDEKİ SU KALİTESİNİN BÜTÜNLEŞİK BİR ANALİZİ: ÖRNEK VAKA SİMAV OVASI, KÜTAHYA

**Orhan Gündüz<sup>1</sup>, Celalettin Şimşek<sup>2</sup>, Alper Elçi<sup>1</sup>, Alper Baba<sup>3</sup>,  
Coşkun Bakar<sup>4</sup>, Hakan Gürleyük<sup>5</sup>, Ayşe Çakır<sup>6</sup>, Merdiye Mutlu<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmir

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksek Okulu Sondaj Bölümü, İzmir

<sup>3</sup> İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir

<sup>4</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı ABD, Çanakkale

<sup>5</sup> Applied Speciation and Consulting LLC, Bothell, WA, A.B.D.

<sup>6</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir

(orhan.gunduz@dev.edu.tr)

### ÖZ

Bu bildiriye, yeraltı suyunda yüksek arsenik değerleri tespit edilen Simav Ovası'nda gerçekleştirilmekte olan çok disiplinli bir araştırmaya ait bulgular sunulmaktadır. Araştırma kapsamında su kalitesi açısından Simav Ovası yeraltı suyundaki arseniğin kaynağı ve kirlenme mekanizmalarının anlaşılmasına ek olarak, bu suyu kullanan yöre halkı için olası sağlık sorunlarının tespit edilmesi de hedeflenmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmalarda, bölgede bulunan yeraltı sularında, yüzeysel sularda ve jeotermal kaynaklarda yapılan analizlerde sırasıyla ortalama 162 ppb, 77 ppb ve 406 ppb gibi oldukça yüksek arsenik seviyeleri tespit edilmiştir. Arseniğin kaynağının belirlenmesi amacıyla ova genelinde 15 adet farklı noktada toplam 846 m derinliğinde 22 adet sondaj kuyusu açılarak karot örnekleri alınmış ve toplam arsenik değerleri tespit edilmiştir. Buna göre, karot örneklerindeki arsenik değerleri 7,1 ppm ile 833,9 ppm arasında değişmekte olup ortalama 49 ppm seviyesindedir. Topraktaki arseniğin dünya ortalamasının 1,5 ppm olduğu dikkate alındığında Simav Ovası topraklarındaki arsenik seviyelerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Söz konusu sondaj kuyuları daha sonra teçhiz edilerek yeraltı suyu gözlem kuyularına dönüştürülmüş ve derinliğe bağlı yeraltı suyu kalitesi örnekleme yapılmıştır. Ova geneline dağılan bu kuyulardan alınan yeraltı suyu örneklerinde yapılan ıslak ve kurak dönem ölçümlerinde sırasıyla ortalama 268 ppb ve 292 ppb toplam arsenik değeri tespit edilmiştir.

Bu noktadan hareketle, yörede özellikle içme suyu temini amacıyla kullanılan yeraltı sularındaki yüksek arsenik seviyelerinin insan sağlığına olan etkilerinin tespit edilmesi amacıyla da halk sağlığı araştırması yapılmıştır. Bu kapsamda, yöredeki hastalık yüklerinin belirlenmesi amacıyla bir hane halkı anketi ve ölüm nedenlerinin araştırılması amacıyla da bir sözel otopsi anketi hazırlanmıştır. İçme suyu kaynaklarında sınır değer olan 10 ppb'nin üzerinde arsenik değeri tespit edilen Boğazköy, Gökçöy ve Çitgöl köyleri ile; içme suyu arsenik değeri sınır değerinin altında olan Demirciköy ve Öreyler köylerinde toplam 1003 kişiye hane halkı anketi uygulanmıştır. Buna ek olarak söz konusu köylerde 2005-2010 döneminde gerçekleşen toplam 402 ölüm vakasından yakınlarına ulaşılabilen 171 kişi için de sözel otopsi anketi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda köyler arasında kanserlere bağlı ölüm hızları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamakla birlikte karaciğer, mesane ve mide kanserlerine bağlı olarak gerçekleşen tüm ölümlerin arsenik düzeyi yüksek olan köylerde görüldüğü tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Arsenik, hidrojeoloji, su kalitesi, halk sağlığı, Simav Ovası, Kütahya

## **AN INTEGRATED ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN AN ARSENIC CONTAINING AQUIFER: CASE STUDY SİMAV PLAIN, KUTAHYA**

**Orhan Gündüz<sup>1</sup>, Celalettin Şimşek<sup>2</sup>, Alper Elçi<sup>1</sup>, Alper Baba<sup>3</sup>,  
Coşkun Bakar<sup>4</sup>, Hakan Gürleyük<sup>5</sup>, Ayşe Çakır<sup>6</sup>, Merdiye Mutlu<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül University Environmental Engineering Department, İzmir, Turkey

<sup>2</sup> Dokuz Eylül University Torbalı Vocational School Drilling Department, İzmir, Turkey

<sup>3</sup> İzmir Institute of Technology Civil Engineering Department, İzmir, Turkey

<sup>4</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, School of Medicine,  
Public Health Department, Çanakkale, Turkey

<sup>5</sup> Applied Speciation and Consulting LLC, Bothell, WA, A.B.D.

<sup>6</sup> Dokuz Eylül University, School of Natural and Applied Sciences, İzmir, Turkey  
(orhan.gunduz@dev.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*This paper presents results from a multi-disciplinary research project conducted in Simav Plain where high levels of arsenic were detected in groundwater. The research project is intended not only to determine the source of arsenic in Simav Plain groundwater and its contamination mechanisms from a water quality viewpoint but also to reveal the potential health problems of locals that use this water. Within this scope, average arsenic concentrations of 162 ppb, 77 ppb and 406 ppb were detected in the groundwater, surface water and geothermal water samples of the area, respectively. In addition, a total of 846 m of drilling activity were conducted in 22 boreholes situated in 15 different locations to determine the source of arsenic. Core samples taken from these boreholes were analyzed for total arsenic content and a wide range of arsenic levels between 7.1 ppm and 833.9 ppm were obtained to yield an average value of 49 ppm. Considering the fact that the world's average value for arsenic content of soil is 1.5 ppm, it is seen that the arsenic content of Simav Plain soil is extremely high. These boreholes were then equipped and converted to monitoring wells and depth integrated groundwater quality sampling was performed. The average wet and dry season arsenic levels in groundwater samples collected from these wells were found to be 268 ppb and 292 ppb, respectively.*

*Based on this motivation, a public health study was conducted in the area to determine the impacts of using high arsenic containing groundwater for drinking water supply on public health. Within the scope of this study, a public health survey was conducted to determine the distribution of diseases and an oral autopsy survey was performed to find out the cause of death. A total of 1003 public health surveys were done in the villages of Boğazköy, Gök köy and Çitgöl where arsenic level in drinking water supply exceeded the standard level of 10 ppb and in the villages of Demirciköy and Öreyler where drinking water supply arsenic levels were below this limit. In addition, 402 deaths were found out in these villages during 2005-2010 periods. Of this total, oral autopsy surveys were conducted with the relatives of 171 cases. As a result of these studies, no statistically significant differences between the death rates were found in these villages. However, it was also found out that all death cases that occurred as a result of liver, bladder and stomach cancers were seen in the three villages with high arsenic levels in drinking water supplies.*

**Keywords:** Arsenic, hydrogeology, water quality, public health, Simav Plain, Kütahya

# TEFENNİ (BURDUR) OVASI HİDROJEOLJİSİ VE HİDROJEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Simge Varol, Aysen Davraz**

*Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Müh. Böl., TR-32260, Isparta  
(simgevarol@sdu.edu.tr)*

## ÖZ

Bu çalışmada, yaklaşık 1527 km<sup>2</sup>'lik beslenme alanına sahip, yarı kapalı havza özelliğindeki Tefenni (Burdur) Ovası'nın jeoloji, hidroloji ve hidrojeoloji incelemeleri yapılmıştır. Ayrıca, inceleme alanında yer alan farklı kimyasal özelliklere sahip soğuk yeraltı suları ve sıcak su kaynaklarının hidrojeokimyasal özellikleri araştırılarak su kalitesi değerlendirilmiştir. İnceleme alanında allokton konumlu Yeşilbarak Napı, Likya napları ile paraallokton ve Kuvaterner yaşlı birimleri de içeren neotokton kaya birimleri yüzelemektedir. Bu birimlerden Kuvaterner alüvyon ve Dutdere kireçtaşı birimleri en önemli soğuk su akiferini oluşturmaktadır. Alüvyon ortam içerisinde açılmış olan sondaj kuyularında hesaplanan transmissibilite katsayısı ova genelinde  $1.03 \times 10^{-3}$ –  $9.54 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/sn arasında değişmektedir. Permeabilite katsayısı değerleri ise  $1.18 \times 10^{-4}$  –  $8.48 \times 10^{-6}$  m/sn'dir. Ayrıca, Dutdere kireçtaşı birimi, inceleme alanı içerisinde bulunan Pınarbaşı sıcak su kaynağı ile Barutlusu mineralli su kaynağının rezervuar kayacı özelliğini de taşımaktadır. İnceleme alanında yeraltı suyu akım yönünün ovanın kuzeyinde bulunan Burdur Gölü'ne doğru olduğu belirlenmiştir. Yeraltı suyu potansiyeli açısından sorun yaşanmayan ovada, emniyetli kullanılacak yeraltı suyu miktarı  $96.57 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl olarak belirlenmiştir.

Yeraltı sularının fiziksel, kimyasal ve kullanım özelliklerinin tespit etmek amacı ile ova genelinde 28 ayrı noktadan su örnekleri alınmıştır. Ovada yeraltı suyunun genel olarak Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>, Mg-Ca-HCO<sub>3</sub> ve Ca-HCO<sub>3</sub> hidrojeokimyasal fasiyeste olduğu belirlenmiştir. Mg iyonunda farklı örneklerde kaya-su etkileşimine bağlı mevsimsel artış görülmektedir. İçme suyu olarak kullanımda Kozluca1 sondaj kuyusu dışında tüm suların iyi-çok iyi kalitede sular sınıfında olduğu, sulama ve kullanma suyu olarak değerlendirildiğinde ise 'çok iyi-iyi kullanılabilir sular' sınıfında yer aldıkları görülmüştür. Yeraltı suyu akiferinin kirlilik araştırmalarının yapılması için de mikrobiyolojik, pestisit, azot türevleri ve ağır metal analizleri yapılmıştır. Bu parametreler açısından büyük boyutlu önemli bir kirliliğe rastlanmamıştır. Yeraltı sularının kökensel değerlendirmelerinin yapılabilmesi amacıyla izotop içerikleri belirlenmiştir. Bölgede soğuk ve sıcak yeraltı sularının izotop değerleri meteorik kökenli suları temsil etmektedir. Tritiyum içerikleri soğuk su akiferinin genel olarak güncel yağışlardan etkilendiğini, sıcak ve mineralli su kaynaklarının ise derin dolaşım sularından da etkilendiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hidrojeoloji, Tefenni, yeraltı suyu, hidrojeokimya, akifer



## **EVALUATION OF HYDROGEOLOGY AND HYDROGEOCHEMICAL PROPERTIES OF TEFENNİ (BURDUR) PLAIN**

**Simge Varol, Ayşen Davraz**

Süleyman Demirel University, Geological Engineering Department, TR-32260, Isparta, Turkey

(simgevarol@sdu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In this study, it was investigated as detailed geological, hydrological and hydrogeological features of Tefenni (Burdur) Plain which has semi-closed basin properties and approximately 1527 km<sup>2</sup> catchment area. In addition, hydrochemical properties of cold groundwater and thermal water which have different chemical properties in the study area were investigated and water quality was evaluated. In the investigation area located in allochthonous Yeşilbarak nappe and Likya nappes and neo-autochthonous rock units which are also included Quaternary aged units. Quaternary alluvium and Dutdere limestone have formed as cold water aquifer. Transmissibility coefficient of alluvium aquifer is changed between  $1.03 \times 10^{-3}$  and  $9.54 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/sn. Permeability coefficient is also changed between  $1.18 \times 10^{-4}$  and  $8.48 \times 10^{-6}$  m/sn. Furthermore, Dutdere limestone is reservoir rock of Pınarbaşı thermal water and Barutlusu mineral water resources. Groundwater map of the research area shows that direction of groundwater flow is towards Burdur Lake which is located in the north of the plain. There is not problem of groundwater potential in the investigation area. The safely usable groundwater potential is calculated as  $96.57 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/year.*

*Water samples were taken from 28 locations in order to determination of physical, chemical and usage properties of groundwaters. Groundwaters have determined the Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>, Mg-Ca-HCO<sub>3</sub> and Ca-HCO<sub>3</sub> facies in the plain. Seasonally, increase of Mg concentration was observed related to water-rock interaction. All of the groundwater is 'good-very good quality' class for drinking water except for Kozluca 1 well. It is 'very good- good usable quality' class as irrigation and usage water. The microbiological, pesticide, nutrients and heavy metal analyses were made for pollution investigations of groundwater aquifer. The significant pollution was not found point of view these parameters. The heavy isotope content was determined for origin evaluating of groundwaters. The isotope contents of cold and thermal groundwaters are represented to meteoric origin. Tritium content represented effect of current precipitations for cold aquifer and effect of deep circulation for thermal water sources.*

**Keywords:** Hydrogeology, Tefenni, groundwater, hydrogeochemistry, aquifer

## MONUMENT VADİSİNDEKİ URANYUM SAHASINDAKİ DENİTRİFİKASYONUN ETİL ALKOL İLE KOLAYLAŞTIRILMASI

**Nihat H. Akyol<sup>1,2</sup>, Andrew K. Borden<sup>1</sup>, Mark L. Brusseau<sup>1,3</sup>,  
K. C. Carroll<sup>5</sup>, Andrew McMillan<sup>1</sup>, Justin Berkompas<sup>1</sup>, Ziheng Miao<sup>1,3</sup>,  
Fiona Jordan<sup>1</sup>, Geoff Tick<sup>4</sup>, W. Jody Waugh<sup>6</sup>, Ed P. Glenn<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup> Su, Toprak ve Çevre Bilimleri Bölümü, Arizona Üniversitesi

<sup>2</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kocaeli Üniversitesi

<sup>3</sup> Hidroloji ve Su Kaynakları Bölümü, Arizona Üniversitesi

<sup>4</sup> Jeoloji Bölümü, Alabama Üniversitesi

<sup>5</sup> Pasifik Ulusal Laboratuvarı

<sup>6</sup> S.M. Stoller Şirketi

(nakyl81@yahoo.com)

### ÖZ

Monument Vadisi yakınında eski bir uranyum maden sahasındaki uranyum cevherinin işletilmesi sonrasında yeraltılarında nitrat kirliliği gözlenmiştir. Bu çalışmada nitratın yeraltısularındaki denitrifikasyonunu kolaylaştırmada kullanılan etil alkolün potansiyeli araştırılmıştır. 2 ayrı pilot-ölçekli arazi çalışmaları sonuçlarına göre; nitrat konsantrasyonu azalırken diazot monoksit(denitrifikasyon ürünü) konsantrasyonu artmıştır. Alkol enjeksiyonu sonucunda sulfat, demir ve mangan konsantrasyonlarındaki değişim oksidasyon-redüksiyon koşullarındaki farklılıktan kaynaklanmıştır. Pilot ölçekli çalışmalardan elde edilen denitrifikasyon hız katsayıları çalışmadan önceki değerden yaklaşık 50 kat daha yüksektir. Enjeksiyon zonundaki nitrat konsantrasyonları bir kaç ay boyunca başlangıç değerinden 1000 kat daha düşük değerde bulunması, etil alkolün yerin altında uzun süre boyunca etkin olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Denitrifikasyon, doğal arındırma, yeraltısuyu kalitesi

## **ETHANOL ADDITION FOR ENHANCING DENITRIFICATION AT THE URANIUM MILL TAILING SITE IN MONUMENT VALLEY, AZ**

**Nihat H. Akyol<sup>1,2</sup>, Andrew K. Borden<sup>1</sup>, Mark L. Brusseau<sup>1,3</sup>,  
K. C. Carroll<sup>5</sup>, Andrew McMillan<sup>1</sup>, Justin Berkompas<sup>1</sup>, Ziheng Miao<sup>1,3</sup>,  
Fiona Jordan<sup>1</sup>, Geoff Tick<sup>4</sup>, W. Jody Waugh<sup>6</sup>, Ed P. Glenn<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department of Soil, Water and Environmental Science, University of Arizona

<sup>2</sup> Department of Geological Engineering, University of Kocaeli, Turkey

<sup>3</sup> Department of Hydrology and Water Resources, University of Arizona

<sup>4</sup> Department of Geology, University of Alabama

<sup>5</sup> Pacific Northwest National Laboratory

<sup>6</sup> S.M. Stoller Corporation

(nakyol81@yahoo.com)

### **ABSTRACT**

*Past mining and processing of uranium ore at a former uranium mining site near Monument Valley, AZ has resulted in nitrate contamination of groundwater. The objective of this study was to investigate the potential of ethanol addition for enhancing the reduction of nitrate in groundwater. The results of two pilot-scale field tests showed that the concentration of nitrate decreased, while the concentration of nitrous oxide (a product of denitrification) increased. In addition, changes in aqueous concentrations of sulfate, iron, and manganese indicated that the ethanol amendment caused a change in prevailing redox conditions. Denitrification rate coefficients estimated for the pilot tests were approximately 50 times larger than resident-condition (non-enhanced) values obtained from prior characterization studies conducted at the site. The nitrate concentrations in the injection zone have remained at levels three orders of magnitude below the initial values for many months, indicating that the ethanol amendments had a long-term impact on the local subsurface.*

**Keywords:** Denitrification, groundwater quality, natural attenuation

## KENTLEŞMENİN YERALTISUYU BESLENMESİNE ETKİLERİ VE TÜRKİYE’DEKİ DURUMA GENEL BİR BAKIŞ

**Ahmet Apaydın, Esra Diğdem Aktaş**

*DSİ 5. Bölge Müdürlüğü Eskişehir Yolu 8. km Ankara*

*(apaydin@dsi.gov.tr)*

### ÖZ

Çoğunlukla sanayileşme ile birlikte gerçekleşen kentleşmenin hidrolojik çevrim üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Kentleşmenin yüzey sularındaki en belirgin etkisi yüzey akışı ve akarsu ağındaki değişimdir. Kentleşmenin yeraltısuyu beslenimi üzerinde bilinen en belirgin etkisi; daha önce gözenekli olan doğal yüzey örtüsünün kentleşme sonucu beton, asfalt, çatı vb. geçirimsiz malzeme ile kaplanarak yağış anında yeraltına doğrudan süzülmenin engellenmesidir. Buna ek olarak, yüzey sularının çoğunlukla dar kanallara ve hatta beton kanal veya büzler içine alınması ile yeraltısuyu beslenmesine engel olmaktadır. Yeraltısuyu beslenmesindeki bu iki olumsuz duruma karşın, kentsel bölgelerde çıplak toprak ile örtülü alanların küçülmesi nedeniyle buharlaşma-terleme azaldığından beslenmede artış olmaktadır. Ayrıca, özellikle büyük kentlerde içmesuyu şebekesinden olan kaçaklar yeraltısuyu beslenmesine katkı sağlamaktadır. Ancak aynı durum atıksu şebekesi için de geçerlidir. Kentleşmenin yeraltısuyu beslenmesi üzerine olumlu-olumsuz etkileri tartışılırken, kentleşme ve sanayileşmenin kaçınılmaz sonucu olan kirlilik başlı başına ciddi bir sorundur.

Türkiye’de en yaygın ve zengin yeraltısuyu potansiyeline sahip akiferler karbonatlı kayalar ve ova alüvyonlarıdır. Birçok kentimiz çoğunlukla ova alüvyonları ve bir kısmı ise karbonatlı akiferler üzerindedir. Ova kenarlarında bulunan birçok kentimiz ise genişlemesini ovaya yani akiferler üzerine doğru gerçekleştirmektedir. Arazi kullanımı ve yeraltısuyu ilişkisi konusunda mevzuatımızda bir düzenleme bulunmamakta ve imar planlarında bu husus çoğunlukla göz ardı edilmektedir. Bunun sonucunda özellikle zengin yeraltısuyu barındıran birçok bölgemiz kentleşme ve beraberinde gelen sanayileşmenin olumsuz etkileri ile karşı karşıyadır. Her geçen gün nüfusu artarak ve sanayileşerek büyüyen kentlerimize yeni içme suyu kaynakları bulmaya çalışırken bu kentlere yeni eklenen semtlerin akiferler üzerine kurulması bir çelişkidir.

**Anahtar Kelimeler:** Akifer, arazi kullanımı, kentleşme, sanayileşme, yeraltısuyu beslenimi

## ***EFFECTS OF URBANIZATION ON GROUNDWATER RECHARGE AND AN OVERVIEW OF THE SITUATION IN TURKEY***

***Ahmet Apaydın, Esra Diğdem Aktaş***

*DSİ 5. Bölge Müdürlüğü Eskişehir Yolu 8. km Ankara, Turkey*

*(aapaydin@dsi.gov.tr)*

### ***ABSTRACT***

*It is known that urbanization with industrialization affects hydrologic cycle. The major effect of urbanization on surface waters is change of runoff (commonly increase in peak flow and total flow rate). The most important effect of urbanization is reduction in direct groundwater recharge (through infiltration of excess rainfall) due to surface impermeabilisation by roofs and paved areas. Additionally, confining surface flows in concrete pipe and narrow channels causes considerably reduction in groundwater recharge. On the contrary to these two negative situations, if the bare soil and vegetation area decrease with urbanization, evaporation-transpiration is reduced and recharge increases. Also, drinking water supply network, especially in large cities contribute to the leakage to groundwater. However, the same situation applies to the wastewater network. With the discussion of the positive-negative effects of urbanization on groundwater recharge, pollution is a serious problem as the result of urbanization and industrialization.*

*Carbonates and alluviums are the extensive and highly productive aquifers in Turkey. Most cities occupied large alluvium aquifers in the plains, and some are located on the carbonate aquifers. Most cities located on the slopes want to move through the plains. Any statement or rule doesn't exist in the Turkish legislations on the relation between land use and groundwater recharge, so this issue generally is ignored when development plans are prepared and implemented. For this reason, most regions with high productive groundwater reservoir are faced with adverse effects of urbanization and industrialization. While trying to find new water resources to the enlarging cities, location of the new parts of the cities on the valuable aquifers is a serious contradiction.*

***Keywords:*** *Aquifer, land use, urbanization, industrialization, groundwater recharge*

# DOĞU ANADOLU FAY ZONU'NUN PALU SEGMENTİ ÜZERİNDE BULUNAN MİNERALLİ SULARIN İZOTOP VE HİDROJEOKİMYASAL YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ, ELAZIĞ

**Özlem Öztekin Okan**

*Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119, Elazığ  
(ooztekin@firat.edu.tr)*

## ÖZ

Çalışma alanı Elazığ il merkezinin güney ve güneybatısını içine alan geniş bir alanı kapsamaktadır. Çalışma kapsamında Doğu Anadolu Fay Zonu'nun (DAF) Palu segmenti üzerinde ve yakınında bulunan mineralli sular ile soğuk sular hidrojeokimyasal açıdan değerlendirilerek suların kökenleri, su- kayaç etkileşimi mekanizması kimyasal ve izotop analizler yardımıyla ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Ayrıca, suların mineralli su olarak kullanılabilme özellikleri de araştırılmıştır. Bu amaçla bölgeden 7 mineralli, 4 tane de soğuk yeraltı suyundan örnekler alınmıştır. Örneklemeler yağışlı dönemi temsil eden Mayıs ayı ile kurak dönemi temsil eden Ekim ayında yapılmıştır. Suların sıcaklık, pH ve elektriksel iletkenlikleri (EC) arazide yerinde ölçülmüş olup, sıcaklıkları 12,9 C- 28,2C; pH'ları 5,02- 7,44 ve EC'leri ise 262,2- 10850 µS/cm arasında değişmektedir.

Genel olarak incelenen sularda baskın katyon Ca; anyon ise HCO<sub>3</sub>'tür. Ancak, sadece A5 nolu mineralli su kaynağında Cl konsantrasyonu Mayıs ayında 3442,3 mg/l'ye Ekim ayında ise 3262 mg/l'ye ulaşmıştır. Sular kimyasal analiz sonuçlarına göre Ca- Mg- HCO<sub>3</sub>, Ca- Mg- Na- HCO<sub>3</sub>, Na- Ca- Mg- Cl- SO<sub>4</sub>, Mg- HCO<sub>3</sub>, Cl ve HCO<sub>3</sub> olmak üzere 6 grupta sınıflandırılmıştır. Suların genel olarak B, Br, Rb, S, Si ve Sr konsantrasyonları 1 ppm'den yüksek, diğer iyon konsantrasyonları ise 1 ppm'den düşüktür. PHREEQC programı ile hesaplanan doygunluk indislerine göre incelenen sular Ca- montmorillonit, gipsit, hematit, illit, K-mica, kaolinit ve kuvars minerallerine doygun olup bunları çöktürme eğilimindedirler.

Suların δ<sup>18</sup>O ve δ<sup>2</sup>H izotop analiz sonuçları, bölgedeki soğuk ve mineralli su kaynaklarının Erzurum meteorik yağış doğrusu üzerinde ve yakınında bulunmaları suların meteorik kökenli olduğunu göstermektedir. Fakat A5 ve A7 nolu sular yerel ve Dünya Meteorik Su Doğrusu (GMWL)'nin sağında yer alarak, δ<sup>18</sup>O izotopunda zenginleşme göstermektedirler. Bu durum, bu iki suyun kayaçlarla temas süresinin daha fazla olması ile açıklanabilir. Ayrıca A5 nolu mineralli suyun yüksek Cl(3442,3 ppm), B (29,58 ppm) ve K(51,34 ppm) konsantrasyonları ile δ<sup>18</sup>O izotopundaki zenginleşme bu mineralli suyun derin kökenli ve su- kayaç etkileşiminin bölgedeki denizel sedimanlarla ilişkili olduğunu ya da üzerinde bulunduğu doğrultu atımlı fay zonuna bağlı olarak meteorik suların derin kökenli sularla karışmış olabileceğini gösterebilir.

MİNERALLİ SULARIN As konsantrasyonları 0,003 ppm ile 0,48 ppm arasında değişmekte olup soğuk su kaynaklarından daha yüksek konsantrasyonlardadır. Yöre halkı tarafından içme amaçlı olarak kullanılan A5, A7 ve A10 nolu mineralli suların As konsantrasyonları Doğal Mineralli Sular Yönetmeliği (2004) ve Dünya Sağlık Örgütü Standartlarındaki maksimum limit değerinin üzerindedir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Anadolu Fay Zonu, Elazığ, mineralli sular, arsenik, su- kayaç etkileşimi

## **THE HYDROGEOCHEMICAL AND ISOTOPIC INVESTIGATIONS OF MINERAL WATERS LOCATED AT THE PALU SEGMENT OF EASTERN ANATOLIAN FAULT ZONE, ELAZIĞ, TURKEY**

**Özlem Öztekin Okan**

Firat University, Department of Geological Engineering 23119, Elazığ, Turkey  
(ooztekin@firat.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The research area is located at south and southwest of Elazığ city. The hydrogeochemical characteristics and water quality of mineral waters has been investigated in this study. The aim of the study is to define the water- rock interaction mechanism and the source processes of mineral waters by chemical and isotopic analyses. The mineral waters are located along the Palu segment of the Eastern Anatolian Fault Zone. There are 8 mineral and 3 cold springs were sampled for isotopic and chemical analyses in May (wet season) and in October (dry season). The temperature, pH and electrical conductivity (EC) of water samples were measured in situ, which range from 12°,9 to 28°,2C; 5,02 to 7,44 and 268,2 to 10850 µS/cm, respectively.*

*The most of the mineral and cold waters are dominated with Ca<sup>+2</sup> and HCO<sub>3</sub>, whereas Cl is the dominant ion that the concentration of only one water sample (A5) reaching up to 3442,3 mg/l in May and to 3262 mg/l in October. The investigated waters generally belong to six hydrogeochemical classes: Ca- Mg- HCO<sub>3</sub>, Ca- Mg- Na- HCO<sub>3</sub>, Na- Ca- Mg- Cl- SO<sub>4</sub>, Mg- HCO<sub>3</sub>, Cl and HCO<sub>3</sub>. Generally, B, Br, Rb, S, Si, Sr concentrations are higher than 1 ppm and the other metal concentrations are lower than 1 ppm in mineral waters. Saturation indices were performed using program PHREEQC and determined that the waters are oversaturated with Ca- montmorillonite, gibbsite, hematite, illite, K-mica, kaolinite and quartz and the waters are likely to precipitate these minerals.*

*The mineral and cold waters fall on the local meteoric water line of Erzurum region, related to their δ<sup>18</sup>O and δ<sup>2</sup>H values, shows that they are meteoric origin. But the A5 and A7 numbered mineral waters fall to the right of Local and Global Meteoric Water Line (GMWL) showing enrichment in δ<sup>18</sup>O which indicates a long time of water- rock interaction. High concentrations of Cl (3571 ppm), B (29,58 ppm) and K(51,34 ppm) and enrichment of δ<sup>18</sup>O in A5 mineral water indicate that it may be deep circulated and derived from water- rock interactions in marine sediments or may be a mixture of deep magmatic fluids with meteoric waters.*

*The As concentration of mineral waters ranges from 0,003 ppm to 0,48 ppm and higher than the cold waters. As concentration of A5, A7 and A10 numbered mineral waters are higher than the maximum limits of The Regulation of Natural Mineral Water Standarts of Turkey (2004) and WHO (World Health Organization)'s mineral water standarts. Eventhough these mineral waters are mostly being used as drinking purposes, they are not appropriate to be used for drinking due to the high concentrations of As.*

**Keywords:** Eastern Anatolian Fault Zone, Elazığ, mineral water, arsenic, water- rock interaction

## GÖKOVA (MUĞLA) KIYI KARST KAYNAKLARININ HİDROKİMYASAL VE ÇEVRESEL İZOTOP ÖZELLİKLERİ

**Şükran Açıkeli<sup>1</sup>, Mehmet Ekmekçi<sup>1</sup>,  
Levent Tezcan<sup>1</sup>, Türker Kurttaş<sup>2</sup>, Deniz Özbek<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Hacettepe Üniversitesi, Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve  
Araştırma Merkezi, Beytepe, Ankara

<sup>2</sup> International Atomic Energy Agency (IAEA),  
Isotope Hydrology Section, Vienna, Austria  
(sukransahbudak@yahoo.com)

### ÖZ

Uygun olmayan işletme programları nedeniyle, Türkiye'nin kıyı bölgelerinde bulunan kıyı akiferleri ve kaynaklarının önemli bir bölümü deniz suyu girişimi sonucunda tuzlanmış durumdadır. Jeolojik-tektonik yapı, deniz seviyesi değişimleri ve epirojenik hareketlere bağlı olarak acı/tuzlu su kaynak boşalmaları oluşabilmektedir. Türkiye kıyılarında bu tür boşalmalara yaygın olarak rastlanmaktadır. Hidrokimyasal yöntemler ve izotop hidrolojisi teknikleri tuzluluğun kökeni hakkında önemli bilgiler verir ve tuzlanmanın oluşumu ile dinamiğinin ortaya konmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada, Gökova (Muğla) karst kaynaklarının hidrokimyasal ve izotopik özellikleri aydınlatılmaya çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan  $\delta^{18}\text{O}$ -Elektriksel iletkenlik ve  $\delta^{18}\text{O}$ -Cl ilişkisi çalışma alanındaki suların deniz suyu, karst akifer suyu ve alüvyon akifer suyu olarak ayrılmasını sağlamıştır. En yüksek iyon içeriğine deniz ile GK10-ö2 ve GK6-ö2 kaynaklarında rastlanırken, en düşük iyon içeriğine ise GK16-ö2 kuyusunda rastlanmıştır. Azmak kaynaklarının genelinde  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ 'ün hakim iyon olduğu görülmüştür. Karstik yeraltısuyunu temsil eden GK16-ö1 ve GK16-ö2 kuyuları ile alüvyon ovada artezyen kuyu olan GK15-ö1'de ise hakim iyonların Ca,  $\text{CO}_3$  ve  $\text{HCO}_3$  olduğu anlaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Gökova, hidrojeokimya, izotop, Muğla



## **HYDROCHEMICAL AND ISOTOPIC CHARACTERISTICS OF GÖKOVA (MUĞLA) COASTAL KARSTIC SPRINGS**

**Şükran Açikel<sup>1</sup>, Mehmet Ekmekçi<sup>1</sup>,  
Levent Tezcan<sup>1</sup>, Türker Kurttaş<sup>2</sup>, Deniz Özbek<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Hacettepe Üniversitesi, Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve  
Araştırma Merkezi, Beytepe, Ankara, Turkey

<sup>2</sup> International Atomic Energy Agency (IAEA),  
Isotope Hydrology Section, Vienna, Austria  
(sukransahbudak@yahoo.com)

### **ABSTRACT**

*Due to inconvenient management programs, essential parts of coastal aquifers and springs in Turkey's coastal areas were salted as a result of sea water intrusion. Depending on geological-tectonic structure, sea level changes and epirogenic movements saline water discharges may occur. Such discharges are common in Turkey shores. Hydrochemical methods and isotope hydrology techniques give important information about the origin of salinization and provide revealing salinity occurrence and dynamics. In this study, hydrochemical and isotopic features of Gokova (Mugla) karst resources were tried to be illuminated.  $\delta^{18}O$ -electrical conductivity and  $\delta^{18}O$ -Cl relation separate water in the study area as seawater, karst aquifer water and alluvial aquifer water. The highest ion content was seen sea water and GK10-ö2, GK6-ö2 springs, in case the low ion content was seen in GK16-ö2 well. In general of Azmak springs, dominant ions are  $Na^+$ ,  $K^+$  and  $Cl^-$ . In GK16-ö1 and GK16-ö2 wells representing karstic groundwater and GK15-ö1 artesian well in the alluvial plain, dominate ions are Ca,  $CO_3$  and  $HCO_3$ .*

**Keywords:** Gokova, hydrogeochemistry, isotope, Muğla

## KAYSERİ KENTİ İÇME SUYU HAVZASI AKİFER SİSTEMİNİN HİDROJEOKİMYASAL VE ÇEVRESEL İZOTOP ÖZELLİKLERİ

**Otgonbayar Namkhan<sup>1</sup>, Mehmet Ekmekçi<sup>1</sup>,**

**Mustafa Değirmenci<sup>2</sup>, Levent Tezcan<sup>1</sup>, Eyüp Atmaca<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup> Hacettepe Üniversitesi, Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve  
Araştırma Merkezi, Beytepe, Ankara*

*<sup>2</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Çevre Mühendisliği Bölümü, Kampüs, Sivas  
(otgon\_namkh@hacettepe.edu.tr)*

### ÖZ

Bu çalışmada, izotop tekniklerinin kullanımına örnek olarak Kayseri kent merkezi içme suyu havzasında yer alan su kaynaklarının (kaynaklar, sığ ve derin kuyu yeraltısuyu, yüzeysuyu (dere ve göl) ile kar suyu) hidrojeokimyasal ve izotop özellikleri sunulmuştur. Kurak ve yağışlı dönem olmak üzere toplam 242 adet su örnekleri alınmış ve su kimyası ve izotop analizleri yapılmıştır. Hidrojeokimyasal analiz sonuçlarına göre, ovada açılan derin kuyu yeraltıları ve Erciyes Dağı'na yakın olan kaynak ile kar sularının Ca+Mg-HCO<sub>3</sub> kökenli; yüzeysuyu ve ovada açılan sığ kuyu suları ile ovaya yakın Dokuzpınarlar'daki kaynak suları Na+K-Cl, Na-SO<sub>4</sub> kökenli sular olduğu belirlenmiştir. Çevresel izotop analizleri sonucunda, suların büyük bir çoğunluğunun oksijen-18 içeriği -10.5‰ ile -11.5‰; döteryum içerikleri baskın olarak -80‰ ile -70‰'dir. Çalışma alanı için oksijen-18 ile yükseklik ilişkisi incelendiğinde, beslenme yükseltileri 1100-1300 m arasında değişmektedir. Trityum analiz sonuçlarından atmosferik trityum girdisinin 10 TU dolayında olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kayseri, hidrojeokimya, çevresel izotoplar

## **HYDROGEOCHEMICAL AND ISOTOPIC PROPERTIES OF AQUIFER SYSTEM OF THE KAYSERİ CITY DRINKING WATER BASIN**

**Otgonbayar Namkhar<sup>1</sup>, Mehmet Ekmekçi<sup>1</sup>,  
Mustafa Değirmenci<sup>2</sup>, Levent Tezcan<sup>1</sup>, Eyüp Atmaca<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Hacettepe University, International Research and  
Application Center for Karst Water Resources, Beytepe, Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Cumhuriyet University, Engineering Faculty,  
Environmental Engineering Department, Campus, Sivas, Turkey  
(otgon\_namkh@hacettepe.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In this study, hydrogeochemical and isotopic properties of the water resources (springs, shallow and deep groundwater wells, surface water (stream and lake) and snow water) contained in the Kayseri City drinking water basin are presented as an example in the use of isotope techniques. In the dry and wet period, totally 242 water samples were collected and water chemistry and isotopic analysis were analysed. According to the results of the hydrogeochemical analysis, springs and snow waters which were collected from near the Mount Erciyes and deep well groundwaters are determined as Ca+Mg-HCO<sub>3</sub> origin; the springs which are near the Dokuzpinarlar, surface waters and shallow well groundwaters are determined as Na+K-Cl, Na-SO<sub>4</sub> origin. In the results of the isotopic analysis, the most of the water samples have (-10.5‰) – (-11.5‰) in oxygen-18 values and generally (-80‰) – (-70‰) in deuterium values. When the relationship between oxygen-18 and elevation is considered for the study area, the recharge elevation is changed between 1100-1300 metres above sea level. From the results of the analysis of tritium, the input of the atmospheric tritium was determined to be around 10 TU.*

**Keywords:** Kayseri, hydrogeochemistry, environmental isotopes

## YERALTISUYU MODELLEME ÇALIŞMALARINDA ÇEVRESEL İZOTOPLARIN ÖNEMİ, YENİÇIKRI HAVZASI ÖRNEĞİ

**Muhterem Demiroğlu<sup>1</sup>, Turgay Eser<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, Maslak, İstanbul

<sup>2</sup>DSİ 3. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir

(copuroglum@itu.edu.tr)

### ÖZ

Diğer doğal kaynaklardan ayrı olarak yenilenebilir olan yeraltıları aslında bölgesel anlamda ve kalite yönünden sonlu kaynak konumundadır. Yeraltılarının araştırılması, işletilmesi, korunması bütünleştirilmiş su yönetimi anlayışıyla verimli ve sürdürülebilir biçimde işletilmelerinin gerekliliği araştırmacılar tarafından uzun yıllardır vurgulanmaktadır. Ancak iklim değişikliğine bağlı olarak sık tekrarlanan kurak devreler yeraltılarına en son tüketilecek kaynaklar olarak korunup saklanması yaklaşımıyla tüm dünyada ve ülkemizde ayrı bir önem kazandırmıştır. Yeraltıları yönetiminde: yeraltılarının miktarı, kalitesi ve gelecekte nasıl etkileneceği konusunda güvenilir bilgilere ihtiyaç vardır. Modelleme çalışmaları bu desteği sağlayacak en önemli araçtır.

Yeraltıları akış modellerinin oluşturulmasında ilk adım sınır koşullarının belirlenmesidir. Oldukça karışık olan yeraltıları havzalarında modellemenin başarılı olabilmesi için beslenme alanının yani iki komşu havzayı birbirinden ayıran su bölüm hattının doğru olarak çizilmesi gerekmektedir.

Çevresel izotop verileri, hidrolojik ve hidrojeolojik problemlerin çözümlenmesini kolaylaştırmakta ve karstik sistemlerde de karst akiferleri arasındaki ilişkilerin, akifer beslenme alanlarının belirlenmesinde kullanılan diğer yöntemlere destek sağlamaktadır. Bu çalışma ile Sakarya havzası içindeki Yeniçıkri havzasının ve Sakarbaşı karstik kaynaklarının su bölüm hattının belirlenmesinde duraylı izotop verilerinin kullanılmasının önemi anlatılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yeraltıları modelleme, beslenme alanı, izotop

## **THE UTILITY OF ENVIRONMENTAL ISOTOPES IN GROUNDWATER MODELING, CASE STUDY: YENİÇIKRI BASIN**

**Muhterem Demiroğlu<sup>1</sup>, Turgay Eser<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, Maslak, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup>DSİ 3. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir, Turkey  
(copuroglum@itu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Unlike other natural resources or raw materials, groundwater is present but some groundwater systems are non-renewable under current climatic conditions as a separate regional basis in fact and in terms of quality of the groundwater is a finite resource. The necessities of groundwater exploration, exploitation, conservation and sustainable integrated water management in efficient manner are emphasized by researchers for many years. Groundwater is often reserved for use as the supply of last resort during critical dry periods due to climate change. The importance of ground water in all over the world and our country has been increased because of the expectation of more frequent dry-circuit. In the management of groundwater needs reliable information about changes on water quantity and quality and predicting the magnitude of change in the future is therefore modeling studies are a powerful tool for challenge.*

*The first step for establishing of the groundwater flow models is to determine boundary conditions. Groundwater divide line that separates the two adjacent water basin section must be drawn correctly to be successful in complex groundwater basin modeling. Environmental isotope data have been used for facilitating resolution of hydrological and hydrogeological problems. They provide support to other methods used for determining the areas of aquifer recharge and the relationship between karst aquifers in karst systems. This study explains that the importance of using stable isotope data for determining of the recharge areas of the Yenikiri basin and Sakarbasi karstic springs within main Sakarya basin.*

**Keywords:** Groundwater modeling, recharge area, isotope



**HİDROJEOLOJİ**  
***HYDROGEOLOGY***

**Posterler / *Posters***

## ORTA ANADOLU'DA KÜÇÜK ÖLÇEKLİ SU İHTİYAÇLARI İÇİN YERALTI BARAJLARI

**Ahmet Apaydın, Sibel Demirci Aktaş, Selin Kaya**

*DSİ 5. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir Yolu 8. Km, Ankara*

*(aapaydin@dsi.gov.tr)*

### ÖZ

Bir yeraltısuyu yapay besleme yöntemi olan yeraltı barajı; yeraltısuyu akımına karşı bir perde inşa ederek suyun akifer içinde depolandığı mühendislik yapısıdır. Yeraltı barajları vadilerin daraldığı yerlerde ve genellikle taneli akiferlerde inşa edilmektedir; ancak Japonya'da kireçtaşlarında inşa edilen yeraltı barajları da bulunmaktadır. Yapılan işlem; akiferin tabanına kadar bir perde inşa edilerek bu perde gerisinde suyun depolanması veya doğal halde akiferde belirli bir doygun kalınlığa ve hidrolik eğime sahip bir şekilde vadi boyunca hareket eden yeraltısuyunun akışını engelleyerek akiferin doygun kalınlığının artırılmasıdır. Depolanan yeraltısuyu topografik, jeolojik, teknik ve ekonomik koşullara bağlı olarak cazibeyle veya çoğu kez kuyulardan pompajla kullanıma sunulmaktadır.

Özellikle Ankara, Çankırı, Çorum, Kırıkkale ve Yozgat bölgesindeki birçok havzada genel olarak orta yukarı bölümlerde metamorfikler, kristalin kayalar ve volkanikler gibi yüzey ve yeraltısuyu kalitesini bozmayan jeolojik formasyonlar ile tatlı su içeren alüvyon akiferleri bulunmaktadır. Havzaların aşağı bölümlerinde ve ana vadiler ile ovalarda ise evaporitik çökellerin yaygın olması nedeniyle sularda tuzlanma sorunu bulunmaktadır. Havza yukarılarına doğru gidildikçe su kalitesi iyileşmekte, ancak yağış havzası ile akiferin alanı daralarak ve kalınlığı azalarak küçülmekte; bunun sonucu olarak da yeraltısuyu potansiyeli azalmaktadır. Ayrıca, yeterli hacme ve beslenme koşullarına sahip olmayan havza yukarısındaki vadi alüvyonları hem aşırı kullanımdan, hem de kuraklıktan çok çabuk etkilenmektedir. Bazı tesislerden yılın ancak yağışlı aylarında su elde edilebilmekte, suya en çok ihtiyaç duyulan aylarda su seviyesinin düşmesi sonucunda faydalanılamamaktadır. Su ihtiyacını kuyulardan elde eden yerleşim birimleri ise benzer şekilde su seviyesinin düşmesi nedeniyle ya pompalarını daha derine indirerek çözüm aramakta veya kuyularını derinleştirmektedirler. Ancak bu bölgelerde akiferler sığ olduğundan (çoğunlukla 15–20 m) kuyuların derinleştirilmesi bir çözüm getirmemektedir. Özetle, vadilerin boyutu ve şekli, alüviyal kum-çakıl akiferlerin varlığı, sediman taşınımı, aşağı havzalara gidildikçe su kalitesindeki bozulma, yüzey sularının yetersizliği, yeraltısuyu seviyesindeki dengesizlik gibi birçok nedenle bölgenin doğal özellikleri yeraltı barajları yapımı için uygundur. Kırıkkale-Yahşihan, Kalecik-Malıboğazi ve Çorum-İskilip'te inşa edilen yeraltı barajları örnek uygulamalardır.

Sonuç olarak, özellikle vadilerin daraldığı yerlerde baraj, gölet gibi yüzey depolamalarıyla birlikte tatlı yeraltısularının havza aşağılarına giderek tuzlanmasını önlemek veya akiferlerde daha fazla su depolayarak yerleşim birimlerine sağlıklı ve sürdürülebilir su sağlamak amacıyla yeraltı depolama projelerinin de uygulamaya konması mümkün görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Alüvyon akifer, İskilip, Malıboğazi, Yahşihan, yeraltı barajı



## **GROUNDWATER DAMS FOR SMALL SCALE WATER SUPPLY IN THE CENTRAL ANATOLIA**

**Ahmet Apaydın, Sibel Demirci Aktaş, Selin Kaya**

DSİ 5. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir Yolu 8. Km, Ankara, Turkey  
(apaydin@dsi.gov.tr)

### **ABSTRACT**

*Groundwater dam which is an artificial recharge method is an engineering structure that can store groundwater in the aquifer behind an impermeable cut-off wall. Groundwater dams are usually constructed in granular aquifers extend behind the narrow valleys, but there are some groundwater dams constructed in limestone formations in Japan. The operation is; the location an impervious cut-off wall to hinder the groundwater flow and to store more water in the aquifer. Stored water can be abstracted in the wells by pumping or gravitational flow if possible according to the existing topographic, geologic, technical and economic conditions.*

*Groundwater quality is rather high because the metamorphic, igneous and volcanic rocks and alluvium aquifers crop out in the upper parts of the most secondary basins of the region. However, evaporitic sediments are crop out in the lower parts of the secondary valleys and in the main river valleys and large plains, which cause salinity problems in the groundwater and surface water resources. Groundwater quality is getting better through the upper parts of the basins; on the contrary groundwater potentials are becoming small due to lessened basin and aquifer areas. On the other hand, alluviums in the upper parts of the valleys which have no sufficient volume and recharge conditions can easily affected by draughts and exploitations. Some structures can supply water only in wet seasons due to the declined water table. The pumps are lowered in the wells or the wells deepened due to the declined water level in the settlements which gain their water demands by wells. However, deepening the wells can't yield any advantage, because aquifer thicknesses are insufficient (generally 15-20 m). In summary, general nature of the region is suitable for groundwater dam construction in many ways; suitability of size and morphology of the valleys, existence of fluvial sand-gravel aquifers, sediment transport due to storm flow, quality degradation through downstream in the most secondary basins, deficiency of surface waters and fluctuation of groundwater level etc. Kırıkkale-Yahşihan, Kalecik-Malıboğazı and Çorum-İskilip groundwater dams are the example applications.*

*Consequently, groundwater dams can be constructed in such narrow valleys addition to the traditional surface dams, in order to prevent the groundwater flow to downstream and to store extra groundwater in the aquifers and finally to supply sustainable water for the settlements.*

**Keywords:** Alluvium aquifer, İskilip, Malıboğazı, Yahşihan, groundwater dam



**İKLİM-PALEO İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİ**  
***CLIMATE AND PALEO CLIMATE CHANGES***

**Sözlü Sunumlar / *Oral Presentations***

## AĞRI DAĞI TAKKE BUZULUNUN 1976-2011 YILLARI ARASINDAKİ GERİLEMESİ VE BUNUN İKLİMSEL SEBEPLERİ

**Mehmet Akif Sarıkaya**

*Fatih Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul  
(mehmetakifsarikaya@gmail.com)*

### ÖZ

Ülkemizde ve çevresindeki bölgelerde güncel buzullar boyut olarak küçüktür ve genellikle yüksek dağların kar çizgisini aşan zirvelerinde bulunur. Daha önceki Geç Kuvaterner buzullaşmalarının kalıntıları olarak, dağların kuzeye bakan yüksek yamaçlarına çekilen bu eski buzullar, uygun iklimsel ve orografik koşullarda varlıklarını günümüze kadar devam ettirmişlerdir. Türkiye’de güncel buzullara yönelik çalışmalar yıllarca ihmal edilen bir durum arz etmektedir. Bu nedenle ülkemiz güncel buzullarının boyutları ve son yüzyıldaki iklimsel değişikliklere nasıl tepki verdikleri bilinmemektedir. Türkiye’deki buzul envanteri çalışmalarına hız verilerek buzul varlığımızın bir an önce kayıt altına alınması, gelecekte yapılacak çalışmalara temel teşkil etmesi bakımından önemlidir. NASA destekli uluslararası GLIMS (Global Land Ice Measurement from Space) Projesi kapsamında yapılan bu çalışmada, 5137 m yüksekliği ile ülkemizin en yüksek dağı olan Ağrı Dağı’nda (Ararat olarak da bilinir) bulunan buz takkesinin, 1976 ile 2011 yılları arasındaki düzlemsel (planimetrik) alansal değişimi ölçülmüştür. Bunun için geç yaz veya erken sonbaharda çekilmiş, kar örtüsünün ve bulutluluğun en az olduğu Landsat ve ASTER uydu görüntüleri tercih edilmiştir. ASTER görüntüleri kendi sayısal arazi modelleri kullanılarak orto-rektifiye edilmiş, daha sonra kar ve buzlu alanları ayırt etmek için, buzul içeren bölgeye ait, yapay renk kompozisyonlu görüntüler, eşik değer bant oranları, normleştirilmiş kar ve ıslaklık bant indeksleri (NDSI, NDWI) hazırlanmıştır. Zenginleştirilmiş bu görüntüler yardımıyla buzul sınırları ArcGIS programında manuel olarak sayısallaştırılmıştır. Sonuç olarak, Ağrı Dağı Buz Takkesi’nin geçtiğimiz yüzyılın son çeyreğinden beri (1976-2011), %29 oranında küçüldüğü ve bu küçülmenin hızının ise yılda yaklaşık 0.07 km<sup>2</sup> olduğu belirlenmiştir. İnceleme alanına yakın meteoroloji istasyonlarından elde edilen uzun yıllar (1970-2009) sıcaklık ve yağış verileri de bu küçülmeyi doğrular niteliktedir. Türkiye’nin diğer bölgelerindeki buzullar da buna benzer küçülmelerden nasiplerini almışlardır.

**Anahtar Kelimeler:** Takke buzulu, Ağrı Dağı, iklimsel değişiklikler, uzaktan algılama

## **RECESSION OF THE ICE CAP ON MOUNT AĞRI (ARARAT), BETWEEN 1976 AND 2011 AND ITS CLIMATIC CAUSES**

**Mehmet Akif Sarıkaya**

Fatih University, Geography Department, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Turkey  
(mehmetakifsarikaya@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Present glaciers of Turkey are typically small in size and situated on isolated lofty mountains reaching above the local snowlines. They are considered the remnants of more extensive Late Quaternary valley glaciations, from which they retreated to high-elevation cirques on northern slopes where climate, orographic factors and slope orientation are favorable to protect them. However, little is known about their current fluctuations and sensitivity to ongoing climate changes, precluding the local and global interpretations and correlations to other climate proxy data from the region. Thus, immediate assessments of glacial conditions of these glaciers are critically important to report and provide baseline data for future investigations. As a part of the NASA supported international Global Land Ice Measurement from Space (GLIMS) project, the last three decades (1976-2011 ice cap retreat from the legendary Mount Ağrı (also known as Ararat, 5137 m above sea level), located in the Eastern Turkey is presented. A range of multi-temporal Landsat and ASTER satellite imagery were used to measure the ice extent, and long-term climate data recorded by the local meteorological stations were analyzed to examine the temperature and precipitation patterns in the region. Only the minimal snow- and cloud-cover images were chosen from late summer or early fall. Georeferenced and orthorectified enhanced images such as false-color composites, band ratios; normalized difference snow (NDSI) and wetness (NDWI) indices were used to help the digitization process. The results show that the ice cap has been significantly retreating. It has been lost its total area of about 29%, with a rate of  $\sim 0.07 \text{ km}^2 \text{ year}^{-1}$ . Similar shrinking patterns are also evident from other glaciers in Turkey and long-term temperature and precipitation measurements from nearby meteorological stations support this shrinking trend.*

**Keywords:** Ice cap, Ağrı Dağı, Ararat, climate change, remote sensing

## SONDAN BİR ÖNCEKİ BUZUL DÖNEMİ SIRASINDA İKLİM KONTROLLÜ DENİZ SEVİYESİ DEĞİŞİMLERİ

**Erdem Bekaroğlu**

*Ankara Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Sıhhiye, 06100, Ankara  
(erdem.bekaroglu@ankara.edu.tr)*

### ÖZ

İklim sisteminin dolaylı kayıtları, Sondan Bir Önceki Buzul Dönemi sırasında, ~190 bin yıl önce tam buzul dönemi koşullarının başladığını göstermektedir. Bu sırada, 65°K insolasyon değerleri düşmeye, deniz suyunun sabit oksijen ( $\delta^{18}\text{O}$ ) oranları ise ağırlaşmaya başlamıştır. Antarktika buzul karotlarındaki  $\delta\text{D}$  kayıtları, ~190 bin yıl öncesi itibarıyla Güney Yarımküre'nin yüksek enlemlerinde sıcaklıkların oldukça düştüğüne,  $\text{CH}_4$  oranlarındaki azalma tropikal bölgenin kuraklaşıp soğuduğuna, toz konsantrasyonundaki artış atmosfer sirkülasyonunun şiddetlenerek daha fırtınalı olmaya başladığına ve  $\text{CO}_2$  oranlarındaki düşüş küresel sıcaklıklardaki azalmaya işaret etmektedir. Yine bu geçiş döneminde deniz seviyesi -20 metrenin altına inmiş ve Asya'daki muson aktivitesi oldukça zayıflamıştır. Tam buzul dönemleri için tipik olan bu olayların karakteri belirli dalgalanmalarla Son Buzularası Dönemi'ne dek devam etmiş ve büyük ölçüde değişmemiştir. Ancak, Sondan Bir Önceki Buzul Dönemi sırasında bazı iklimsel kararsızlık dönemleri de söz konusudur ve buzul dönemi karakteristiğini bozan en dikkat çekici iklimsel dalgalanma günümüzden ~175-165 bin yıl önce yaşanmıştır.

Bu çalışmada, küresel buzul hacimlerinin bir fonksiyonu olarak incelenen ve yüksek çözünürlüklü U/Th tarihlleme metoduyla analiz edilen deniz seviyesi değişimlerinin Barbados'tan elde edilen mercan resifi kayıtları, Sondan Bir Önceki Buzul Dönemi sırasında, günümüzden ~177-168 bin yıl önce, deniz seviyesinin -40/-50 metrelere yükselerek buzul dönemi içerisinde bir yüksek seviye meydana getirdiğini göstermektedir. Söz konusu zaman aralığında, iklim sisteminin diğer dolaylı kayıtları (derin deniz sedimentlerinin  $\delta^{18}\text{O}$  kayıtları, speleothemler, polen analizleri, buzul karotlarından elde edilen  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\delta\text{D}$ , toz kayıtları) tropik bölgede muson aktivitesinin arttığını, Akdeniz havzasında derin su formasyonu oluşumunun durarak sapropel formasyonunun meydana geldiğini, orta kuşakta nemli koşulların yaşandığını ve orman formasyonlarında artışların gerçekleştiğini, kutup bölgelerindeki buzul hacimlerinde ise kısmi azalmaların yaşandığını ortaya koymaktadır.

Yüksek deniz seviyesi sırasında meydana gelen olaylar ve olayların sıralaması, 173 bin yıl önce zirve yapan 65°K insolasyonunun bu dönem sırasında yaşanan değişimlerin tetikleyicisi ve ana kontrol edici faktörü olduğunu göstermektedir. Kuzey Yarımküre'de artan güneş radyasyonuna bağlı olarak meydana gelen olaylar, buzul dönemi karakteristiğini bozarak ~175-165 bin yıl önce coğrafi bölgelere göre değişen farklı iklimsel koşulların yaşanmasını ve deniz seviyesinin buzul dönemi içerisinde yüksek bir seviye yapmasını sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sondan bir önceki buzul dönemi, iklimsel kararsızlık, deniz seviyesi, mercan resifi, insolasyon.

## **CLIMATE-DRIVEN CHANGES IN SEA-LEVEL DURING THE PENULTIMATE GLACIAL**

**Erdem Bekaroğlu**

Ankara University, Department of Geography, Sıhhiye, 06100, Ankara, Turkey  
(erdem.bekaroglu@ankara.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Proxy records of climate change show that the full glacial conditions during the Penultimate Glacial initiated at around 190 ka ago. Key observations of this transition show following characteristics: 65°N insolation values started to decrease while stable oxygen values ( $\delta^{18}O$ ) of sea-water to become heavy. Among Antarctic ice-core records,  $\delta D$ ,  $CH_4$  and  $CO_2$  values began to decrease by ~190 ka ago, each of which indicates cooling at high southern latitudes, cooling/drying at tropics and fall in average surface temperatures, respectively. During this transition, global sea-level fell below -20 m and Asian monsoon activity weakened. Increase in atmospheric dust concentrations points out severe and stormy atmospheric circulation. These characteristic sequence of events for glacial periods persisted throughout the Penultimate Glacial without changing particularly. However, periods of climatic instability has been observed during the Penultimate Glacial too. One of the most notable climatic fluctuations interrupting full glacial conditions occurred between ~175-165 ka BP.*

*In this study, high resolution U-series dated coral record of sea-level changes from Barbados as a proxy of past ice volume variations suggest that the sea-level rose up to 40-50 m below present sea-level during the Penultimate Glacial and constituted a high sea-stand at around ~177-168 ka BP. During the same time interval, other proxy records of past climate ( $\delta^{18}O$  records of deep sea sediments, speleothems, pollen records,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $\delta D$ , dust records derived from Antarctic ice cores) show the enhancement of monsoonal activity in tropical regions, occurrence of an organic rich sapropel formation in the Mediterranean due to the halt of the deep water formation, prevailing wet climatic conditions and the expansion of arboreal vegetation in mid-latitudes and decrease in ice-volumes in polar regions.*

*Sequence of events during the pronounced sea-level high stand within the Penultimate Glacial suggest that the main trigger and the forcing factor of climatic fluctuations in this period is the increasing 65°N insolation whose rising limb peaked at around 173 ka BP. High insolation values at northern latitudes and related events resulted to interrupt full glacial age climatic characteristics and caused different environmental conditions in different geographical regions and also resulted rising in sea-levels within the glacial period.*

**Keywords:** *The penultimate glacial period, climatic instability, sea-level, coral reef, insolation.*

## ERKEN-ORTA HOLOSEN SÜNNET GÖLÜ (GÖYNÜK/ BOLU) TARAÇALARINDA OSTRAKOD FAUNA DAĞILIMI: PALEOKLİMATOLOJİK VE PALEOORTAMSAL DEĞERLENDİRMELER

Cemal Tunoğlu<sup>1</sup>, Faruk Ocakoğlu<sup>2</sup>, Sanem Açıkalin<sup>2</sup>,  
İ. Ömer Yılmaz<sup>3</sup>, Emel Oybak Dönmez<sup>4</sup>, Aydın Akbulut<sup>5</sup>,  
Celal Erayık<sup>2</sup>, Osman Kır<sup>2</sup>, Alaettin Tuncer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, Ankara

<sup>2</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

<sup>3</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara

<sup>4</sup> Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Beytepe, Ankara

<sup>5</sup> Gazi Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Ankara

(tunay@hacettepe.edu.tr)

### ÖZ

Sünnet Gölü, Bolu ilinin GB'sında Mudurnu ve Göynük ilçeleri arasında yer alan bir heyelan set gölüdür. Küçük bir yüzey alanı (0.1 km<sup>2</sup>), küçük bir drenaj havzası (11 km<sup>2</sup>) ve yüksek sedimantasyon hızları ile karakteristiktir. Bu çalışmada, göl su üstü alanlarındaki taraçaların incelenmesi ile, geçmiş su seviye değişimlerine, buna bağlı başta ostrakod faunası olmak üzere dikey faunal ve floral çeşitlilik ve yayılım, dolayısıyla eski iklimsel, ortamsal ve sedimantolojik değişimler ortaya konulmuştur. Bolu Sünnet Gölü eski taraçalarından alınan yaklaşık 10 metrelik bir kesitin incelenmesi sonucu: *Candona neglecta* Sars, *Candona candida*, O.F. Müller, *Ilyocypris getica* Masi, *Physocypris kraepelini* (G.W. Müller), *Darwinula stevensoni* (Brady & Robertson), *Heterocypris salina* (Brady), *Cyclocypris laevis* (O.F. Müller), *Psychrodromus olivaceus* (Brady & Norman) ostrakod türleri saptanmıştır. Ostrakodların dikey dağılımlarına ve bolluklarına bağlı olarak tabandan tavana 15 ayrı takson grubu elde edilmiştir.

Bu kesitte gerçekleştirilen detaylı sedimantolojik, jeokimyasal ve paleontolojik çalışmalar,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ , Toplam Organik Karbon (TOC) (%) ve  $\text{CO}_3$ (%) değerleri kesit boyunca alınan örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kesit boyunca tabandan tavana beş ayrı noktadan alınan örnekler üzerinde gerçekleştirilen <sup>14</sup>C çalışmaları ile 9300-5800 BP yaş değerleri elde edilmiştir. 9300-7300 BP yıl aralığında  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^{13}\text{C}$  izotop eğrisindeki salınımlar ıslak ve kurak dönem ardalanmaları şeklinde yorumlanabilir. Bu dönemin içerisinde 8,2 Ka küresel iklim olayına denk gelecek değişimler tespit edilmiştir. Özellikle <sup>13</sup>C değerlerinde ani pozitif sapma ve  $\delta^{18}\text{O}$  değerlerinde azda olsa pozitif değerlere doğru sapma gözlenmiştir. 7300-6600 BP yılları arasında değişimler sıcaklık ve yağışların bu bölgede azaldığına işaret etmektedir. 6600-6250 BP yılları arasında kurak ve serin bir döneme geçiş gözlenmektedir. 6250 BP yıldan itibaren ise yağışlar azalmış ve buharlaşma artmıştır. Göl seviyesinde ise azalma oluşarak delta önü fasiyeslerin ilerlemesine yol açmıştır. Bu dönem içerisinde Bond (Bond ve diğ., 1997) devirlerinden 5.9 Ka kurak iklim olayı kaydı da izotop eğrisinde uyumlu olarak gözükmektedir.



<sup>18</sup>O değerlendirmeleri alttan üste 5 soğuk, 10 sıcak dönemi göstermektedir. Sıcak dönemlerden ikisi üste doğru hafif soğumayı yansıtan değerlere sahiptir. İlk soğuma dönemi 8 - 8.2 Ka'ya karşılık gelen ve 150 yıl kadar süren soğuk dönem olup, bu dönemin ostrakodlara yansımaları, tür sayısının 4 taksonla temsil edildiği kadar, fert sayısının da oldukça az olması ile karakteristiktir. Bu seviyenin hemen üstünde ve altında yer alan ve sıcak döneme karşılık gelen zonlarda ostrakod tür sayısı artmakta ve fert sayısı ise bol ve çok bol arasında değişmektedir. Benzer özellikler daha üst seviyelerde bulunan diğer soğuk dönem zonunda da izlenmektedir. Taban seviyesinde yer alan sıcak dönemde *Ilyocypris getica* ile <sup>18</sup>O arasında benzer salınımlar saptanmıştır. Bu durum, söz konusu türün sıcaklık değişimlerine karşı oldukça duyarlı olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Erken-Orta Holosen, Ostrakod, Sünnet Gölü, paleoiklim, paleoortam, Bond devirleri.

**DISTRIBUTION OF OSTRACODA FAUNA IN EARLY-MIDDLE  
HOLOCENE SÜNNET LAKE TERRACES (GÖYNÜK/BOLU):  
PALEOCLIMATOLOGIC AND PALEOENVIRONMENTAL  
INTERPRETATIONS**

**Cemal Tunoğlu<sup>1</sup>, Faruk Ocakoğlu<sup>2</sup>, Sanem Açıklan<sup>2</sup>,  
İ. Ömer Yılmaz<sup>3</sup>, Emel Oybak Dönmez<sup>4</sup>, Aydın Akbulut<sup>5</sup>,  
Celal Erayık<sup>2</sup>, Osman Kır<sup>2</sup>, Alaettin Tuncer<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Hacettepe University, Geological Engineering Dept. Beytepe, Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Eskişehir Osmangazi University, Geological Engineering Dept., Eskişehir, Turkey

<sup>3</sup> Middle East Technical University, Geological Engineering Dept., Ankara, Turkey

<sup>4</sup> Hacettepe University, Biology Dept., Beytepe, Ankara, Turkey

<sup>5</sup> Gazi University, Biology Dept., Ankara, Turkey

([tunay@hacettepe.edu.tr](mailto:tunay@hacettepe.edu.tr))

**ABSTRACT**

The Sünnet Lake situated in SW of Bolu city, and between Mudurnu and Göynük villages is a landslide dammed lake. It has been characterized by a small surface area (0.1 km<sup>2</sup>), drainage basin (11 km<sup>2</sup>) and a high sedimentation ratio. Paleoclimatic and paleoenvironmental changes, vertical and lateral faunal changes and their extensitons, and lake level fluctuations were determined by examination of the old terraces of the lake margin. Ostracoda species *Candona neglecta* Sars, *Candona candida*, O.F. Müller, *Ilyocypris getica* Masi, *Physocypris kraepelini* (G.W. Müller), *Darwinula stevensoni* (Brady & Robertson), *Heterocypris salina* (Brady), *Cyclocypris laevis* (O.F. Müller), *Psychrodromus olivaceus* (Brady & Norman) were determined within 10m measured section in a trench opened on the lake terrace. 15 different taxon were determined by vertical distribution and abundances of ostracoda.

$\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ , Total Organic Carbon (TOC) (%) and  $\text{CO}_3$ (%) analysis, sedimentological, geochemical and paleontological studies were carried out on the samples along the measured section.  $^{14}\text{C}$  values obtained from the samples of 5 different levels along the section from bottom to top revealed the ages ranging between 9300-5800 BP.  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  isotope fluctuations between 9300-7300 years can be interpreted as wet and dry climate changes. Within this period, changes resembling to 8,2 Ka global climate event are also determined. Especially, sudden positive excursions on the  $\delta^{13}\text{C}$  values and a slight positive shift on the  $\delta^{18}\text{O}$  values were observed. Chages between 7300-6600 BP years indicate that temperature and precipitation decreased in this region. Transition to a dry and cool period was observed within 6600-6250 BP years. Precipitations decreased and evaporation increased from 6250 BP year onward. Delta front facies poragrated due to a fall in the lake level. Within this period, 5.9 Ka dry climate event of the Bond cycles (Bond et al., 1997) was conformably seen in the isotope curve.

Analysis of the  $\delta^{18}\text{O}$  results indicated presence of 5 cold and 10 warm periods from bottom to top of the section. Two of the warm periods have values reflecting slightly cooler period

towards the upper sections. The first cold period lasted nearly 150 years corresponding to 8 - 8.2 Ka, which is characteristically reflected in ostracoda assemblage as presence of 4 taxon and very less number of individuals. Within the zones lying just above and below of this level corresponding to a hot period, number of species increased and individuals changed between abundant to very abundant. Similar properties of the cold periods were observed in other younger cold periods too. Parallel fluctuations between *Ilyocypris getica* and  $\delta^{18}O$  curve were recognised in the hot period lying at the base. This indicates that this species is very sensitive to temperature changes.

**Keywords:** Early-Late-Middle Holocene, Ostracoda, Sünnet Lake, paleoclimate, paleoenvironment, Bond cycles

## GÖKSU NEHRİ’NİN GEÇ KUVATERNER İKLİM DEĞİŞİMİNE TEPKİSİ: OSL TARİHLEMESİ IŞIĞINDA İLK BULGULAR

**Nurcan Avşın Görendağlı**

*Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi,  
Coğrafya Bölümü, 06100 Sıhhiye, Ankara  
(gorendagli@ankara.edu.tr)*

### ÖZ

Göksu Nehri’nin Mut-Silifke arasında kalan kesimini kapsayan bu çalışmanın amacı, sekilerde yapılan OSL tarihleme analizleri doğrultusunda, nehrin Geç Kuvaterner iklim değişimine tepkisini ortaya koymaktır. Bu amaçla, inceleme alanındaki sekiler haritalanmış, sekilerin morfolojik özellikleri belirlenmiş ve toplam 16 seki basamağı tespit edilmiştir. Uygun materyale sahip iki seki deposundan alınan kum örnekleri OSL yöntemi ile tarihlendirilmiştir.

Alınan örneklerin OSL yaşlarının 161.1-225.4 bin yıl arasında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre, oksijen izotop kronolojisinde, Göksu Nehri’nin MIS 7 buzul arası dönemde yatağında biriktirme yaptığı, buna karşılık sıcak-soğuk geçiş döneminde ve soğuk dönemde yatağını kazdığı saptanmıştır. Göksu Nehri’nin vadi kazılma oranı son 200 bin yılda 0.1 mm/yıl’dır. Bu oran aynı zamanda bölgesel yükselimi de yansıtmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Mut Havzası, Göksu Nehri, Geç Kuvaterner iklim değişimi, OSL tarihlemesi, akarsu sekileri.

## **THE RESPONSE OF GÖKSU RIVER TO LATE QUATERNARY CLIMATIC CHANGE: THE FIRST FINDINGS IN THE LIGHT OF OSL ANALYSIS**

**Nurcan Aysin Görendağlı**

Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi,  
Coğrafya Bölümü, 06100 Sıhhiye, Ankara, Turkey  
(gorendagli@ankara.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The aim of this study is to show response of the Göksu River to Late Quaternary climatic changes obtained from the OSL analysis on terraces in the region between Mut and Silifke. For this purpose, the terraces in the study area were mapped, morphometric features of the terraces were confirmed and 16 terrace levels were determined. The soil samples from two suitable terrace deposits were dated with OSL analysis.*

*The OSL dates of these samples are in between 161.1-225.4 ka BP. In accordance with oxygen isotope chronology this result shows that the river accumulated sediments in interglacial period of MIS 7, and it eroded the river bed in the warm-cold transition periods and also in the cold periods. The valley erosion rate of Göksu River in last 200 ka years is 0.1 mm/year.*

**Keywords:** Mut Basin, Göksu River, Late Quaternary climatic change, OSL dating, river terraces.

## İZNIK GÖLÜ'NDE GEÇ PLEYİSTOSEN VE HOLOSEN DÖNEMLERİNDEKİ PALEO-ÇEVRESEL ETKİLERİN ARAŞTIRILMASI

**Finn Andreas Viehberg<sup>1</sup>, Emre Damcı<sup>2</sup>,  
Umut Baris Ülgen<sup>2</sup>, Sven Oliver Franz<sup>3</sup>,  
Patricia Angelika Roeser<sup>3</sup>, Sabine Wulf<sup>4</sup>, Bernd Wagner<sup>1</sup>,  
Mehmet Namık Çağatay<sup>2</sup>, Thomas Litt<sup>3</sup>, Martin Melles<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Institut für Geologie und Mineralogie, Universität zu Köln, Cologne, Germany*

<sup>2</sup> *EMCOL ve Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye*

<sup>3</sup> *Steinmann-Institut für Geologie, Mineralogie und Paläontologie,  
Universität Bonn, Bonn, Germany*

<sup>4</sup> *Geo Forschungs Zentrum Potsdam, Section 5.2 Climate dynamics and  
landscape evolution, Potsdam, Germany  
(damci@itu.edu.tr)*

### ÖZ

Marmara Bölgesi, Karadeniz ve Doğu Akdeniz bağlantısını ve çevresel değişimlerini iklimsel kayıtlarla ilişkili olarak araştırmak için anahtar bir konuma sahiptir. Bölgede yer alan en büyük göl olan oligohalin özellikteki İznik Gölü, içerdiği göl çökelleri ile iklimsel ve jeolojik bakımdan arşiv özelliğine sahiptir. Önceki çalışmalardan elde edilen üç adet çökel karotu (5 – 17 m uzunluğunda) üzerinde sismik kayıt alınmıştır. İznik Gölü'nde alınan uzun karotların birbirleriyle olan korelasyonunda sismik kesitte gözlenen yansıma yüzeyleri, tefrakronolojisi ve sedimentolojik analizlerden faydalanılmıştır. Alınan en uzun kayıt günümüzden 36 kal ky öncesine kadar gitmektedir. Vezüv (AP2) ve Santorini (Y2) volkanlarına ait iki tefra seviyesi belirlenmiştir. Kampaniyen İgnimbrit tefra seviyesini sismik kesitlerde yer alan en alt seviyedeki yüksek genlikli yansıma yüzeyinin temsil ettiği düşünülmektedir.

İznik Gölü içerisinde yer alan D-B uzanımlı orta sırtın, tektonizmanın da etkisi ile günümüzden 36 kal ky ve 22 kal ky arasında doğu-batı yönlü rüzgarların etkisi konturit çökelim ile oluştuğu düşünülmektedir. İznik Gölü'nün sedimentasyon koşullarına etki etmiş üç düşük göl seviyesi bulunmaktadır. Birincisi Son Buzul Maksimumu ile ilişkili olarak gelişmiştir ve ikincisi, çökel içerisinde demir sülfür tabakası oluşumuna da neden olan Genç Mini Buzullaşma (Younger Dryas) dönemi ile ilişkilidir. Üçüncü düşük göl seviyesi ise İznik Gölü'nün orta sırtından taşınarak ikinci kez alt havzada çökelen AP2 (günümüzden 3.5 kal ky) kül seviyesi ile eş zamanlı dönemdir.

Ostrakod faunası çeşitlilik olarak azdır. Bununla birlikte günümüzden 10 kal ky önce hidrokarbon ve alkalinite de ki önemli değişimlere bağlı olarak aniden monospesifik tür topluluğu, Limnocythere inopianataca bol bir fauna topluluğuna evrimleşmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İznik Gölü, Ostrakod, tefrakronolojisi, sismik

## **PALAEOENVIRONMENTAL MULTI-SITE STUDY IN LAKE İZNIK (NW TURKEY) DURING LATE PLEISTOCENE AND HOLOCENE**

**Finn Andreas Viehberg<sup>1</sup>, Emre Damcı<sup>2</sup>,  
Umut Baris Ülgen<sup>2</sup>, Sven Oliver Franz<sup>3</sup>,  
Patricia Angelika Roeser<sup>3</sup>, Sabine Wulf<sup>4</sup>, Bernd Wagner<sup>1</sup>,  
Mehmet Namık Çağatay<sup>2</sup>, Thomas Litt<sup>3</sup>, Martin Melles<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Geologie und Mineralogie, Universität zu Köln, Cologne, Germany

<sup>2</sup> EMCOL and Department of Geological Engineering,  
Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey

<sup>3</sup> Steinmann-Institut für Geologie, Mineralogie und Paläontologie,  
Universität Bonn, Bonn, Germany

<sup>4</sup> Geo Forschungs Zentrum Potsdam, Section 5.2 Climate dynamics and  
landscape evolution, Potsdam, Germany  
(damci@itu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The Marmara region is a key area to investigate the teleconnection and environmental changes of the Black Sea and the Eastern Mediterranean Sea related to climate patterns. Lake İznik, an oligohaline lake, is the largest lake in the region, which holds a continuous sediment archive. A hydro-acoustic survey screened the location of three sediment cores (5 to 17 m) from previous field campaigns. A correlation of three long sediment cores in Lake İznik was done based on subbottom reflectors identified in hydro-acoustic profiles, tephrochronology, sedimentological analysis. The longest record reaches back to a maximum age of 36.0 ka cal BP. Two tephra layers were directly identified as Vesuvius (AP2) and Santorini (Y2) eruptions. The Campanian Ignimbrite tephra is represents most likely the lowermost high amplitude reflector in hydro acoustic profiles.*

*It is proposed that the center ridge of Lake İznik was formed by a contourite drift system triggered by east or west winds at least since 36 cal. kyr BP and lasted until 22 cal. kyr BP in contribution of tectonic activity. As Lake İznik has undergone several lake-level low stands, it is tentative to link the indicated fossil lake terraces to a specific scenario in time. At least three lake-level low stands in Lake İznik influenced the sedimentation history. One of them is related to Last Glacial Maximum and the second one coincides with the Younger Dryas and leads to a condensed iron-sulfide layer, while the third one remobilized AP2 (3.5 cal. kyr BP) ash layer from the center ridge of Lake İznik, leading to a duplicate of the tephra in the sub-basins.*

*The ostracod fauna is low in diversity and evolves abruptly to an abundant monospecific species assemblage of *Limnocythere inopinata* at around 10 ka cal BP after substantial changes in the hydrocarbonate and alkalinity system.*

**Keywords:** Lake İznik, Ostracodes, tephrochronology, seismic

## GEÇ PLEYİSTOSEN YAŞLI KOCABAŞ TRAVERTENLERİNİN PALEOORTAMSAL VE PALEOİKLİMSEL AÇIDAN İNCELENMESİ: DENİZLİ, GB TÜRKİYE

Ezher Toker<sup>1</sup>, Mine Sezgül Kayseri-Özer<sup>2</sup>, Mehmet Özkul<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20017 Kınıklı, Denizli

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe, İzmir  
(egulbas@pau.edu.tr)

### ÖZ

Bu çalışmada, Denizli'nin yaklaşık 35 km kuzeydoğusunda, Kocabaş ve Gürlek köyleri arasında yeralan Geç Kuvaterner yaşlı travertenlerin, fasiyes ve istiflenme özellikleri ve bununla beraber polen analizi ile paleoortamsal ve paleoiklimsel değişimleri irdelenmiştir. Travertenlerin depolanma ortamlarını ve fasiyes değişimlerini daha iyi anlayabilmek için birbirine komşu dört ayrı traverten ocaklarından ölçülü stratigrafik kesitler çıkarılmıştır (Lokasyon I, II, III ve IV). Her bir lokasyonda, fasiyes tanımlamaları yapılmış ve yorumlanmıştır. Travertenlerin oluşumu sırasında ortamda bulunan bitki türlerini ve bu bitki türlerine ait palinomorfları belirleyebilmek için, traverten istifi içindeki killi seviyelerden sistematik örneklemeler yapılmıştır. Ayrıca çalışma alanından sistematik olarak 13 adet kayaç örneğinin, U-serisi yaş tayini ve 60 adet örneğin duraylı izotop analizleri yapılmıştır.

Çalışma alanındaki travertenlerde 9 adet fasiyes tanımlanmıştır. Bunlar: 1) Paralel laminalı traverten, 2) dalgalı laminalı traverten, 3) çalı tipi traverten, 4) gastropodlu traverten, 5) intraklastlı traverten, 6) havza dışı-çakıllı traverten, 7) algli traverten, 8) kiltası-çamurtaşı ve 9) Eski toprak'dır. Herbir lokasyondaki killi seviyelerden alınan örneklerde yapılan palinolojik analiz sonucunda, Lokasyon-I'de; *Quercus*, *Castanea*, *Compositae-Tubuliflorea*, *Centaurea* (Compositae), *Poaceae*, çeşitli polenler, fungal spor ve zooplankton bulunmuştur. Lokasyon-II'de, *Pinus* ssp. türünün oldukça fazla olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte diğer *Quercus*, *Salix*, *Taxodiaceae*, *Oleaceae*, *Fraxinus*, *Poaceae*, *Chenopodiaceae*, *Compositae* ve *Dinoflagellate* gibi palinomorflar lokasyon-II'de az da olsa belirlenmiştir. Lokasyon-IV'de iki farklı polen türü bulunmuştur. İlki, özellikle kesitin orta kesimi, *Pinus*, *Quercus*, *Oleaceae*, ve daha az olarak da *Compositae*, *Ericaceae* ve *Taxodiaceae* ile karakterize edilir. Diğeri ise, kesitin üst kesimlerinde görülen otsu bitkilerdir. Ayrıca, lokasyon-III ve lokasyon-IV'e ait travertenlerin U/Th yöntemine göre yaş aralığı 85,512 ile 136,782 olarak bulunmuştur.

Çalışma alanındaki travertenler, fasiyes analizlerine göre; çöküntü veya sığ göl ortamında çökelmişlerdir. Travertenlerden elde edilen duraylı izotop verilerine göre, depolanma ortamındaki sular başlıca termal kökenli olup, zaman zaman meteorik su girdilerinin de olduğu düşünülmektedir. Lokasyon-IV'deki görülen polen türlerindeki farklılık, paleoiklimdeki belirgin bir değişikliği göstermektedir. Elde edilen radyometrik yaşlar, çalışma alanındaki travertenlerin geç buzul arası dönemde (MIS 5) depolandıklarını göstermektedir. Traverten çökelimindeki iklimsel ve ortamsal koşullar, Eemian döneminin de içinde bulunduğu (MIS 5e) birkaç ısınma ve soğumanın olduğu periyodları yansıtmaktadır ve palinolojik kayıtlar da bu veriyi desteklemektedir. Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi ile desteklenmiştir (Proje No. 2010 BSP 005).

**Anahtar Kelimeler:** Kocabaş travertenleri, Denizli, fasiyes, polen analizi, MIS 5, Eemiyen



## **THE INVESTIGATION OF PALAEOENVIRONMENTAL AND PALAEOCLIMATICAL ASPECT OF THE LATE PLEISTOCENE KOCABAŞ TRAVERTINES: DENİZLİ, SW TURKEY**

**Ezher Toker<sup>1</sup>, Mine Sezgül Kayseri-Özer<sup>2</sup>, Mehmet Özkul<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Pamukkale University, Geology Engineering Department, 20017 Kınıklı, Denizli

<sup>2</sup> Dokuz Eylül University, Geology Engineering Department, Tınaztepe, İzmir  
(egulbas@pau.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In this study, it has been investigated of the facies and sequences features of the Late Quaternary travertines which are located between Kocabaş and Gürlek villages approximately 35km northeast of Denizli and the palaeoenvironmental and palaeoclimatological variations of them supported by pollen analysis. It is logged four stratigraphic sections from neighborhood travertine quarries to better understand facies variations and depositional environments of the travertines (Location I, II, III, and IV). The facies descriptions have been done and interpreted in each location. It has been taken samples systematically from clayey levels inside of travertine sequences to identify the palynomorphs belonging to plant species and plant species on during the travertine precipitation. Furthermore, 13 travertine rock samples which are collected systematically from the study area have been analyzed U-type age dating and stable isotope analysis of 60 samples has been also done.*

*It has been described 9 facies in travertines of the study area. These are: 1) Parallel laminated travertine, 2) wavy laminated travertine, 3) reed type travertine, 4) travertine with gastropods, 5) intraclastic travertine, 6) extra-formational pebbly travertine, 7) algal travertine, 8) claystone-mudstone, and 9) paleosol. The result of the palynological analysis of clayey level samples in each location, it has been found *Quercus*, *Castanea*, *Compositae-Tubuliflorea*, *Centaurea* (*Compositae*), *Poaceae* and various polens, fungal spor and zooplankton in the Location-I. *Pinus ssp.* species are found to be quite a lot in the Location-II. Nevertheless, it has slightly determined palynomorphs such as *Quercus*, *Salix*, *Taxodiaceae*, *Oleaceae*, *Fraxinus*, *Poaceae*, *Chenopodiaceae*, *Compositae* and *Dinoflagellate* in the Location-II. Two different pollen types have been found in Location-IV. The first, especially the middle part of the section has been characterized abundantly by *Pinus*, *Quercus*, *Oleaceae* and less abundantly *Compositae*, *Ericaceae* and *Taxodiaceae*. The other palynoflora is represented by grassland species which is observed from upper part of the section. Additionally, the age range of the travertines due to U/Th method in the location-III and location-IV has been found between 85,512 and 136,782. The travertines in the study area have been precipitated depressional or shallow lake environment due to facies analysis. According to stable isotopic data obtained from travertines, the waters of the depositional environments is mainly thermal origin and it is also thought to be meteoric water inputs from time to time. The differences of the pollen species in the location-IV is clearly assumed palaeoclimatological changes. It has also showed that travertines located in the study area have been deposited during the late interglacial period (MIS 5) according to radiometric dating. The climatical and environmental conditions were characterized by the occurrence of several warming and cooling periods which included Eemian term (MIS 5e) and supported by palynological records. This study was supported financially by Scientific Research Unit of Pamukkale University (Project No. 2010 BSP 005).*

**Keywords:** Kocabaş travertines, Denizli, facies, pollen analysis, MIS 5, Eemian

## BATI TÜRKİYE’NİN YAPRAK VE PALİNOFLORAYA DAYALI ERKEN-ORTA MİYÖSEN BİTKİ ÖRTÜSÜ VE İKLİMİ: BİR SENTEZ

**Mehmet Serkan Akkiraz<sup>1</sup>, Funda Akgün<sup>2</sup>, Sariye Duygu Üçbaş<sup>1</sup>,  
Volker Wilde<sup>3</sup>, Torsten Utescher<sup>3,4</sup>, Angela Bruch<sup>3</sup>, Volker Mosbrugger<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43270, Kütahya*

<sup>2</sup> *Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160, Buca, İzmir*

<sup>3</sup> *Senckenberg Doğa Tarihi ve Araştırma Müzesi,  
Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt am, Almanya*

<sup>4</sup> *Bonn Üniversitesi, Steinmann Enstitüsü, Almanya  
(serkanakkiraz@dpu.edu.tr)*

### ÖZ

Miyosen süresince, Türkiye’nin batısı, uzun bir süre boyunca denizel etkinin azalmasını sergilemiştir. Torosların yükselmesini sonuçlayan Alpin tektonizması Geç Kretase ve Erken Senozoyik süresince aktifti. Afrika ve Avrasya levhalarındaki yaklaşma Miyosen ve Pliyosen süresince iki farklı alanın gelişimine yol açmıştır: Akdeniz ve Paratetis denizleri. Karasallaşmanın bir sonucu olarak, Türkiye’nin batısındaki Miyosen havzalarının çoğunda linyit içerikli volkano sedimenter arakatlı, gölsel ve akarsu tortulları çökelmiştir. Ayrıca, linyit içerikli karasal çökeller ekonomik potansiyellerinden dolayı da iyi bilinirler (örn., Manisa-Soma; Kütahya (Seyitömer ve Tunçbilek); Çanakkale-Çan havzaları). Bu çalışmada, Manisa-Soma, Kütahya, Çanakkale-Çan, Uşak, İzmir-Tire, Aydın-Şahinali ve Yenice-Kalkım havzalarından 20 adet ölçülü kesit alınmış ve palinolojik amaçlı örneklenmiştir.

Bu çalışmada ayrıca, Miyosen istiflerinin bitki örtüsü ve paleoiklimleri, çıkarılan paleofloralara uygulanan sayısal yöntemlerle yeniden bağımsız olarak yorumlanmıştır. Tortullaşma sırasındaki paleoiklimi yorumlayabilmek için, palinolojik topluluk Coexistence Approach yöntemiyle değerlendirilmiştir. Mega ve mikrofloral verilere göre, kozalaklı, herdem yeşil ve yaprak döken karışık orman toplulukları baskın olduğu için, Miyosen tortulların çökelişi süresince, ormanlık ortamlar, arazilerin büyük bir çoğunluğunu kaplamış olmalıdır. Bu, bitki örtüsünün bileşimindeki homojenlik için belirteçtir. Ancak otsul bitkiler düşük oranlarla temsil edilirler.

İklimsel analizlerin sonucu olarak, yıllık ortalama sıcaklığı 14 °C nin üzerinde, kış sıcaklığı aralığı 6- 13 °C arasında, yaz sıcaklığı 25 °C nin üzerinde ve yıllık yağış miktarı 1000 mm’nin üzerindeki ılık ve nemli bir iklim Erken-Orta Miyosen süresince varlığını sürdürmüştür. Elde edilen iklimsel değerler günümüz değerleri ile karşılaştırıldığında, yıllık ortalama sıcaklık, kış sıcaklığı ve yıllık yağış miktarı değerleri daha yüksektir.

**Anahtar Kelimeler:** Miyosen, palinoloji, palaeoiklim, palaeovegetation, Batı Türkiye

## **EARLY-MIDDLE MIOCENE VEGETATION AND CLIMATE OF WESTERN TURKEY BASED ON LEAF FLORA AND PALYNOFLORA: A SYNTHESIS**

**Mehmet Serkan Akkiraz<sup>1</sup>, Funda Akgün<sup>2</sup>, Sariye Duygu Üçbaş<sup>1</sup>,  
Volker Wilde<sup>3</sup>, Torsten Utescher<sup>3,4</sup>, Angela Bruch<sup>3</sup>, Volker Mosbrugger<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43270, Kütahya, Turkey

<sup>2</sup> Department of Geological Engineering,  
Dokuz Eylül University, 35160, Buca, İzmir, Turkey

<sup>3</sup> Senckenberg Research Institute and Natural Museum,  
Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt am, Germany

<sup>4</sup> Steinmann Institute, University of Bonn, Germany  
(serkanakkiraz@dpu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*During the Miocene, western Turkey displayed a long term trend of decreasing marine influence. Alpine tectonics were active during the Late Cretaceous and Early Cenozoic periods, producing uplift of Taurides. The convergence between the Africa and Eurasian plates led to the development of two distinct realms during the Miocene and Pliocene: The Mediterranean and Paratethys Seas. As a result of continentalisation, lignite-bearing lacustrine and fluvial sediments interfingering by volcano-sedimentary rocks were deposited in most of the Miocene basins in western Turkey. These Miocene lignite bearing-continental deposits are well known for their economic potential (e.g., Manisa-Soma; Kutahya (Seyitomer and Tuncbilek); Çanakkale-Çan basins). In this study, 20 measured stratigraphical sections were taken from the Manisa-Soma, Çanakkale-Çan, Uşak, İzmir- Tire, Aydın-Şahinalı and Yenice-Kalkın basins and sampled for palynological purpose.*

*Here, the vegetation and palaeoclimate of Miocene sequences have also independently been constructed by quantitative methods applied to the recovered palaeofloras. To interpret the palaeoclimate during the sedimentation, palynological assemblage has been evaluated by the Coexistence Approach Method. On the basis of mega- and microforal data forested environments should have clothed much of the landscapes during the deposition of Miocene sediments, since coniferous forest and evergreen to deciduous mixed mesophytic forests were dominant. This is indicative of the homogeneity in floral composition. However, herbaceous plants are represented by minor proportions.*

*As a result of the climate analyses, a warm and humid climate with mean annual temperature over 14 °C, winter temperature in the range of 6- 13 °C, warmest month over 25 °C and annual rainfall over 1000mm persisted during the Early-Middle Miocene. Compared with modern climate values, mean annual temperature, temperature of coldest month and mean annual precipitation were higher than today.*

**Keywords:** Miocene, palynology, paleoiklim, palevejetasyon, Western Turkey

## SANTONİYEN-KAMPANİYEN OKYANUSAL ANOXİA'SININ SAKARYA KUŞAĞI, PONTİTLER'DEKİ İLK KAYDI: MAGNETİK SÜSSEPTİBİLİTE UYGULAMASI VE ESKİ İKLİM YAKLAŞIMI

**İsmail Ömer Yılmaz<sup>1</sup>, Faruk Ocakoğlu<sup>2</sup>, Michael Wagneich<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06800, Ankara

<sup>2</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,  
Meşelik Kampüsü, 26480 Eskişehir

<sup>3</sup> University of Vienna, Center for Earth Sciences, Department of Geodynamics and  
Sedimentology, Althanstrasse 14, A-1090 Vienna, Austria  
(ioyilmaz@metv.edu.tr)

### ÖZ

Ankara, Nallıhan ilçesi civarında yüzlek veren Yenipazar Formasyonu'na ait pelajik çamurtaşları ve siyah şeylleri çalışılmış ve 94 m kalınlığında bir detaylı stratigrafik kesit ölçülmüştür. Ölçülü stratigrafik kesit boyunca 50 cm - 1 m arası litoloji amaçlı detaylı örnekleme yapılmış ve 25 cm aralıklarla magnetik süsseptibilite (MS) ölçümleri elde edilmiştir.

Ölçülü stratigrafik kesitin en altında yer alan 130 cm kırmızı-bordo renkli çamurtaşı/killi kireçtaşı fasiyesi üste doğru biyotürbasyonlu gri-koyu gri-haki marnlar ile örtülür. İstifin orta kısmına doğru ise 4m kalınlığında ilk siyah şeyl fasiyesi yer alır. Siyah şeyl laminalı olup biyotürbasyon içermemektedir. Bu seviyenin üstüne gri-bordo marnlar gelir. Daha üstte ise 3 m kalınlığında ikinci siyah şeyl seviyesi yer alır. Gri marnların üzerlemesinden sonra 3 m kalınlığında üçüncü siyah şeyl seviyesi gelir. Üç siyah şeyl fasiyesi de aynı sedimanter özelliktedir. En üstte ise gri-koyu gri biyotürbasyonlu marnlar yer alır. Polijenik kumtaşları gri marnlar ile ardalanma göstererek istifin en üstünde kumtaşı hakim bir rejime geçerek istifin üst kısmını karakterize eder.

İstif boyunca tespit edilen nannofosil türlerine göre Geç Santoniyen-Erken Kampaniyen yaşındaki istifin içindeki siyah şeyllerin biyostratigrafik konumu Atlantik Okyanusu, Amerika ve Venezuela'daki organik maddece zengin çamurtaşlarının (Wagneich, 2009) biyostratigrafik konumuna benzeyip, Akdeniz Tetis'te ilk defa tespit edilmiştir.

Magnetik süsseptibilite ölçümleri bir MS2 manyetik süsseptibilite sistemi'ne bağlı yüksek duraylılık yüzey tarama sensörü (MS2K) ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümler hacim temelinde (CGS) ve x1 aralığında ( $m^3/kg \times 10^{-6}$ ) yapılmıştır. İstif boyunca büyük ölçekli ve fasiyes ardalanmaları içerisinde küçük ölçekli olacak şekilde iki farklı grafik gözlenmektedir. Siyah şeyler 13-23 arası, marnlar 7-13 arası değer sunmakta ve kırmızı-bordo renkli çamurtaşı/killi kireçtaşı fasiyesinden ise 47 değer ölçülmüştür.

Büyük ölçekli MS grafiği incelendiğinde siyah şeylerde ciddi bir artış ve marnlarda ciddi bir azalış gözlenmektedir. İstif boyunca ortaya çıkan grafik ise küresel karbon izotopu eğrisi ile ilginç bir paralellik sunmaktadır. Küçük ölçekli MS değerlerinin salınımları ise karbonat

oranı ile ters, siyah şeyl, gri-koyu gri çamurtaşları ile doğru orantılı olduğunu göstermektedir. Bu da bize okyanusal anoksik olay öncesi ve sonrasında iklim etkili karbonat üretiminde ve sediman geliminde artış ve azalışlar olduğunu göstermektedir. Rüzgâr ve/veya akıntı etkili kil/magnetik mineral taşınımı siyah şeylerde fazla, marnlarda az olduğu tespit edilmiş ve marnların daha kurak ortamda çökeldiklerini olasıdır. Siyah şeylerin ise göreceli olarak daha sıcak, ıslak ve sediman taşınımından etkilenmiş bir ortamda çökeldikleri söylenebilir. Geç Kretase soğuma döneminde ıslak-kuru iklim aralanmaları pelajik ortamda karbonat üretiminde ve sediman geliminde artış azalış şeklinde kaydedilmiştir. Büyük ölçekli MS grafiği eğrisi de Geç Kretase soğuk iklim eğilimi ile paralellik sunarak azalma eğilimi göstermektedir.

Türkiye’de ilk defa Geç Kratese pelajik çamurtaşı istifinde uygulanan MS çalışması çamurtaşlarında detaylı olarak sediman taşınımı, iklim etkili fasiyes değişimi, okyanusal olayların kayıtları gibi geri plan etkilerini bağımsız olarak ortaya çıkarabilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yenipazar Formasyonu, Geç Santoniyen-Erken Kampaniyen, okyanusal anoksik olay, magnetik süsseptibilite, ıslak-kurak iklim değişimi, Geç Kretase soğuk iklimi

## **THE FIRST RECORD OF THE SANTONIAN-CAMPANIAN OCEANIC ANOXIA IN THE SAKARYA ZONE, PONTIDES: MAGNETIC SUSCEPTIBILITY APPLICATION AND PALEOCLIMATE APPROACH**

**İsmail Ömer Yılmaz<sup>1</sup>, Faruk Ocakoğlu<sup>2</sup>, Michael Wagneich<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Department of Geological Engineering,  
Middle East Technical University, 06800, Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Department of Geological Engineering,  
Eskişehir Osmangazi University, Meşelik, 26480 Eskişehir, Turkey

<sup>3</sup> University of Vienna, Center for Earth Sciences, Department of Geodynamics and  
Sedimentology, Althanstrasse 14, A-1090 Vienna, Austria  
(ioyilmaz@metv.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Pelagic mudstones and shales of the Yenipazar Formation cropping out around the Nallihan village, Ankara have been studied, and a stratigraphic section with 94m thickness has been measured in detail. Along the stratigraphic section sampling for the lithology has been made for every with 50cm - 1m intervals and magnetic susceptibility measurements have been made in every 25cm intervals.*

*At the bottom of the measured stratigraphic section, 130cm thick reddish-purple colored mudstone/clayey limestone facies is overlain by bioturbated, grey-dark grey coloured marls. Towards the middle part of the section, a 4m thick black shale facies interval is present. This black shale facies is laminated and lacks any bioturbation. The black shale level is overlain by grey-pinkish marls. A second black shale level with 3m thickness lies in upper middle part of the section over these grey-pinkish marls. Grey coloured marls overlie this black shale level. A third black shale level with 3m thickness is present above these marls towards the upper part of the section. All three black shale facies display the same sedimentological properties and all facies recognized display transitional contacts with each other. At the top of the section, grey-dark grey bioturbated marls crop out. Polygenic sandstones alternating with grey marls lies at the top most part of the section and display sandstone dominated interval characterizing a change in depositional regime.*

*According to nannofossil identifications, a Late Santonian-Early Campanian age has been assigned for the section. The biostratigraphic position of the black shales looks similar to the positions of organic matter rich mudstones in Atlantic Ocean, America and Venezuela (Wagneich, 2009), and is the first identification in the Mediterranean Tethys.*

*Magnetic susceptibility measurements are in the units of  $m^3/kg \times 10^{-6}$  and display two different graphics with large-scale changes and small-scale changes including facies alternations. Magnetic susceptibility values of black shales changes between 13-23, of marls between 7-13, and values of reddish-purple colored mudstone/clayey limestone is around 47.*

*Large-scale MS graphic displays a significant rise in black shales and fall in marls. The pattern of the large-scale MS graphic is parallel with global carbon isotope curve in this interval. Small-scale fluctuations in MS values are in negative correlation with carbonates, and positive correlation with black shales and dark-grey mudstones. This implies that there are climate induced fluctuations in carbonate production and sediment transportations before and after oceanic anoxic conditions. According to MS values, it can be said that wind and current induced clay/magnetic mineral transportation is higher in black shales and dark-mudstones, however, less in marls. Marls could be deposited in relatively more stable environment and dry conditions. Black shales were deposited in relatively warmer and wet conditions, and affected by the sediment transportations. Wet and dry climate perturbations were taken place in the Late Cretaceous cooler period and displayed as rise and fall in carbonate production and sediment transportations. Large-scale MS graphic is also parallel with the Late Cretaceous cooler climate trend.*

*The application of the MS study in Cretaceous pelagic mudstone succession is the first time in Turkey by this study. The application worked independently well in identification of sediment transportation effect, climate-induced facies change, and oceanic anoxic events along a mudstone succession.*

**Keywords:** *Yenipazar Formation, Late Santonian-Early Campanian, oceanic anoxic event, magnetic susceptibility, wet and dry climate change, Late Cretaceous cooler climate*





**İKLİM-PALEO İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİ**  
***CLIMATE AND PALEO CLIMATE CHANGES***

**Posterler / *Posters***

## PALİNOLOJİ VE DURAYLI İZOTOP JEOKİMYASINA DAYALI SON BUZULARASI'NDA VEJETASYONEL VE İKLİMSEL BULGULAR (GB TÜRKİYE)

**Mine Sezgül Kayseri-Özer<sup>1</sup>, Ezher Toker<sup>2</sup>, Mehmet Özkul<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi Buca, İzmir

<sup>2</sup> Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,

20017, Kınıklı, Denizli

(sezgul.kayseri@ogr.deu.edu.tr)

### ÖZ

Bu çalışma, Batı Anadolu'da Kocabaş (Denizli) bölgesinin pollen içeriği ve duraylı izotop jeokimyası sonuçlarına ait ilk bulguları içermektedir. İnceleme dört traverten lokasyonunda gerçekleştirilmiştir (Lokasyon I, II, III ve IV). Bu lokasyonlardan kiltası ve çamurtaş örnekleri, ölçülü stratigrafik kesitler boyunca derlenmiştir. Ayrıca, travertenler arasında bazı düzeylerde zengin gastropod ve yengeç fosilleri gözlenmiştir.

Bu çalışmada, iki palinoflora (Palinoflora A ve B) tanımlanmıştır. Bunlardan birincisi, Lokasyon-I'in alt bölümlerinden ve Lokasyon-II, III ve IV'ten kayıt edilmiştir. Palinoflora A'ya ait en karakteristik türler Compositae-Tubulifloreae ve Ligulifloreae, Geraniaceae, *Artemisia*, Chenopodiaceae ve Apiaceae'dir (Lokasyon-I). *Pinus*, *Abies*, *Quercus*, *Castanea*, *Salix*, *Fraxinus* ve *Oleaceae* az bol olarak bu açık alan türlerine eşlik etmektedir. Palinoflora B, gymnosperm polen türlerinin bolluğu ile temsil edilmektedir (*Abies* ve *Pinus*). Bu palinoflora içinde, *Quercus*, *Oleaceae*, *Carpinus*, *Chenopodiaceae*, *Compositae-Tubulifloreae*, *Poaceae*, *Centaureae*, *Pterocarya*, *Salix* ve *Dinoflagellate* türleri az bol olarak belirlenmiştir. Çalışma alanında, iki lokasyondan (Lokasyon-III ve IV) yedi radyometrik analiz yapılmıştır. Bu lokasyonlardaki travertinlere ait U/Th yaşlandırması sonuçlarına göre, travertenler son buzul döneminde depolanmıştır. Bu radyometrik yaş (yaş aralığı 85 ile 136 bin yıl önce), yaygın olarak kullanılan "buzul arası" olarak adlandırılan (MIS 5), izotopik 5 fazına karşılık gelmektedir (MIS 5). Ayrıca, palinofloraya dayalı paleovejetasyonel bulgular, duraylı izotop değerleri ve çökme özelliklerinden elde edilen paleortamasal bulguları desteklemektedir. Polen kayıtları ve duraylı izotop değerleri temel alınarak, Kocabaş bölgesinde MIS5e ve MIS5d-a dönemlerinde gözlenen paleoiklimsel olaylar, Avrupa'ya ait paleoiklimsel olaylar ile karşılaştırılabilir.

Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi'ne ait Bilimsel Araştırma Projesi ile desteklenmiştir (Proje No. 2010 BSP 005).

**Anahtar Kelimeler:** Traverten, palinoloji, paleoiklim, paleovejetasyon, Denizli-Kocabaş, Batı Anadolu

## **VEGETATION AND CLIMATIC EVIDENCES IN THE LATE INTERGLACIAL (SW TURKEY) BASED ON THE PALYNOLOGY AND STABLE ISOTOPE GEOCHEMISTRY**

**Mine Sezgül Kayseri-Özer<sup>1</sup>, Ezher Toker<sup>2</sup>, Mehmet Özkul<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dokuz Eylül University, Engineering Faculty, Department of Geology Engineering, Tınaztepe Campus, Buca, İzmir, Turkey

<sup>2</sup>Pamukkale University, Department of Geological Engineering, 20017, Kınıklı, Denizli, Turkey  
(sezgul.kayseri@ogr.deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*This study include preliminary results of pollen and stable isotope geochemistry study on the travertine deposits in the Kocabaş area (Denizli), western Turkey and it has been focused on four travertine localities (Site-I, Site-II, Site-III and Site-IV). Claystone and mudstone samples in these localities are collected during the measured stratigraphic sections. Moreover, rich in gastropod and crap fossils are observed in the some travertine beds.*

*In this study, two palynoflora (Palynoflora A and B) were defined. The first one was recorded in lower part of the Site-I and the other in the Site-II, III and IV. The most characteristic species of the Palynoflora A is Compositae-Tubulifloreae and Ligulifloreae, Geraniaceae, Artemisia, Chenopodiaceae and Apiaceae which indicate the open vegetational area (Site-I). Pinus, Abies, Quercus, Castanea, Salix, Fraxinus and Oleaceae less abundantly accompanied with these open vegetation species. The Palynoflora B is represented by the abundances of gymnosperm pollen species (Abies and Pinus). Quercus, Oleaceae, Carpinus, Chenopodiaceae, Poaceae, Centaureae, Salix and Dinoflagellate species are less abundantly determinated in this palynoflora. In the study area, the seven radiometric analyses have been done in two localities (Sites-III and IV). According to results of the U/Th dating of the travertines in these localities (age interval between 85 and 136 ka BP), travertines were deposited in last glacial period. These radiometric ages correspond to isotopic stage 5, commonly attributed to "interglacial" climatic conditions (MIS 5). Moreover, palaeovegetational evident based on the palynoflora supports the palaeoenvironment interpretation obtained from the stable isotope values and depositional features. Based on pollen record and stable isotope values, palaeoclimate events of the MIS 5e, MIS5d-a in the Kocabaş area could be correlated with the European palaeoclimate events.*

*This study was supported financially by Scientific Research Unit of Pamukkale University (Project No. 2010 BSP 005).*

**Keywords:** Travertine, palynology, paleoclimate, paleovegetation, Denizli-Kocabaş, western Turkey



**JEO-ENERJİ**  
***GEO-ENERGY***

**Sözlü Sunumlar / *Oral Presentations***

## KURA HAVZASININ PETROL SİSTEMLERİ

**Gasham Zeynalov**

*Khazar University, 11 Mehseti street, AZ1096 Baku, Azerbaijan  
(gzeynalov@khazar.org)*

### ÖZ

Kura Havzası, Büyük ve Küçük Kafkas dağ sıraları arasında, KB'da Gürcistan'daki Dzirulian Masifi'nden Hazar Denizi batı kıyısı boyunca GD Azerbaycan'a KB-GD yönünde uzanan bir dağ arası depresyondur. Bu havza, jeolojik yapılarındaki çeşitliliklerin ışığında Üst (Kartly), Orta ve Alt Kura as-havzalarına ayrılmıştır. Kura Havzası'ndaki bu yapısal çeşitlilik, petrol ve gaz sahalarının oluşum ortamlarının değerlendirilmesi için yerel yapısal özelliklerin gözetilmesini zorunlu kılmaktadır.

Kura Havzası'nın KB'sındaki Kartly as-havzası, Büyük Kafkaslar ve Adzharia-Trialet orojenik kuşağının karmaşık naplarından oluşan bindirmelerin neden olduğu yükün etkisiyle oluşmuş, tabanındaki Paleozoyik granitoidlerini uyumsuz olarak örten Jurasik-Kuvaterner yaşlı çökellerle doldurulmuş bir molas havzasıdır. Geç Kretase ve Orta Eosen dönemlerinde volkanikler ve volkanoklastikler çökelmeye eşlik etmiştir. Başlıca rezervuar kayalar Üst Kretase yaşlı psamitik, karbonatlı ve volkanoklastik kayalar; Orta Eosen yaşlı volkanik kökenli çökel karmaşığı ve Miyosen-Pliyosen yaşlı kumtaşlarıdır.

Orta Kura as-havzası D'ya doğru oldukça geniş bir çapraz yükselimle sonlanır. Bu yükselim Batı Hazar Fayı'nın doğu yamacı boyunca çizgisel olarak sınırlanmaktadır. Bu as-havza Kura Havzalar Sistemi'nin en büyük ve yapısal olarak en karmaşık kesimini oluşturur. KB'daki Kura-Gabyrry Interfluves ile GD'daki Yevlax-Agdzhabedi çanağı olarak ikiye ayrılır. Kura-Gabyrry Interfluves iki büyük tektonik yapı içerir; KB'daki Chatmino-Geokchay antiklinoryumu ile GD'daki Küçük Kafkaslar Ön Ülke senklinoryumu. Buradaki Mesozoyik-Paleojen çökel karmaşığının yapısal unsurları volkanojenik tektonik yükselimler ile yapısal kabartılar içerir ve farklı bir tabakalanma ile karakterizedir. Küçük Kafkaslar Ön Ülke alanındaki senklinoryum Pliyosen-Kuvaterner döneminde önemli miktarda gömülmeye uğramıştır. Mesozoyik-Senozoyik çökel karmaşığının kalınlığı Gabyrry-Acinohur depresyonunun GB kesiminde 10 km'den çoktur ve jeolojik yapısı komşu Kartly as-havzası ile benzerlidir. Kartly as-havzasındaki gibi başlıca petrol ve gaz rezervuar kayaları Üst Kretase karbonatlı ve volkanoklastik kayaları ile Orta Eosen volkanojenik çökel karmaşığıdır. Orta Kura as-havzasının GD'sundaki Yevlax-Agdzhabedi çanağı küçük Alt Kura as-havzası ve Batı Hazar Fayı tarafından sınırlanır. Bu çanaktaki başlıca petrol ve gaz yatakları Üst Kretase yaşlı ayrılmış volkanitler ve Eosen-Alt Miyosen kırıklı çamurtaşları ile ardalanmış derin denizel kumtaşlarıdır. Son olarak Kura Havzalar Sistemi'nin GD'sundaki Alt Kura as-havzası yapısal jeolojik açıdan Kartly ve Orta Kura as-havzalarından oldukça farklıdır. Bu bölgede yüksek çökelme hızları gözlenir. Bu süreçler oldukça kalın gölsel killi kumtaşlarının çökmesine ve diyapirik yapılar ile çamur volkanlarının oluşumuna eşlik eden Paleojen-Miyosen ve Pliyosen-Kuvaterner yaşlı plastik killerin birikmesine neden olmuştur. Başlıca petrol ve gaz rezervuar kayaları Pliyosen yaşlı çamur ve kumtaşlarıdır.

Sonuç olarak, Kura dağ arası havzasının farklı jeolojik konumlu kesimlerinin petrol ve gaz potansiyeli buralardaki petrol sistemlerinin heterojenliğiyle karakterize edilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Petrol sistemi, havza, rezervuar kaya, jeoloji, petrol ve gaz

## **PETROLEUM SYSTEMS OF THE KURA BASIN**

**Gasham Zeynalov**

Khazar University, 11 Mehseti street, AZ1096 Baku, Azerbaijan

(gzeynalov@khazar.org)

### **ABSTRACT**

*The Kura Basin is an elongate NW-SE trending intermountain depression, which extends between the Greater and Lesser Caucasus mountains from the Dzirulian Massif in the NW in Georgia, to the west coast of the Caspian sea in the SE in Azerbaijan. This basin system is subdivided into Upper Kura (Kartly), Middle Kura and Lower Kura sub-basins, characterized with varieties of geologic structures. Geostructural variety of the Kura basin system requires taking into account regional features in evaluation of oil and gas accumulation environments.*

*So, the Kartly sub-basin located in the NW part of the Kura basin system structurally build of basement cored Paleozoic granitoids and uncomfortably covered by Jurassic-Quaternary molassic sequences is molassic basin induced by thrust-loading of a complex of pattern of nappies of Great Caucasus and Adzharia-Trialet orogenic belts. Depositional environments are accompanied by volcanics and volcanoclastics in Upper Cretaceous and Middle Eocene periods. The main reservoirs are Upper Cretaceous psammite, carbonate and volcanoclastic rocks, Middle Eocene volcanogenic-sedimentary complex, Upper Eocene psammite and Miocene-Pliocene sandstones.*

*The Middle Kura sub-basin axis terminates toward the east at a relatively wide transverse rise, which is delineated along the foot of the eastern slope by the West Caspian Fault. This sub-basin is the biggest and most structurally complex part of the Kura Basin system, subdivided into the Kura-Gabryry Interfluves in the NW and the Yevlax-Agdzhabedi trough in the SE. The Kura-Gabryry Interfluves contains two bigger tectonic elements as the Chatmino-Geokchay anticlinoria in NW and the Lesser Caucasus foreland synclinoria in the SE. Here, structural elements on Mesozoic-Paleogene sedimentary complex contain volcanogenic-tectonic uplifts and structural ledges and are characterized by different layering. The Lesser Caucasus foreland synclinoria was considerable subsided in Pliocene-Quaternary periods. Thickness of Mesozoic-Cenozoic sedimentary complex is more than 10 km in the south-western part of the Gabryry-Acinohur depression and has similar geologic structure to adjacent Kartly sub-basin. The major oil and gas reservoirs alike to Kartly sub-basin, concerned with Upper Cretaceous carbonate and volcanoclastic rocks and Middle Eocene volcanogenic-sedimentary complex. The Yevlax-Agdzhabedi trough located in southern-east part of the Middle Kura sub-basin is bordered with small Lower Kura sub-basin by Western Caspian fault. Main oil and gas content of the Yevlax-Agdzhabedi trough are concerned with Upper Cretaceous weathering volcanics and Eocene-Lower Miocene fractured mudstones with thin interbedded deepwater sandstones. At Last, the Lower Kura sub-basin in the southern-east part of the Kura basin system has quite varieties with Kartly and Middle Kura sub-basins on geologic structure which high rates of sedimentation occurred in this area. These processes produced sizeable thickness of lacustrine clayey-sandstones and accumulation of plastic clays of Paleogene-Miocene and Pliocene-Quaternary deposits accompanied by widespread development of diapirs and mud volcanism. The major oil and gas reservoirs are Pliocene mudstones and sandstones. Thus, petroleum oil and gas accumulation environments concerned with different geologic settings in the different parts of the Kura intermountain basin are characterized with heterogeneities of petroleum systems.*

**Keywords:** Petroleum system, basin, reservoir rock, geology, oil and gas

## KARLIOVA HALIFAN (DERİNÇAY) KÖMÜRLERİNİN (BİNGÖL) PETROGRAFİK VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**Selami Toprak<sup>1</sup>, Orhan Kavak<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>MTA Genel Müdürlüğü, MAT Dairesi, 06800, Ankara

<sup>2</sup>Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Bölümü, 21280, Diyarbakır  
(seltop@yahoo.com)

### ÖZ

Bu çalışma kömür oluşumu olarak bölgede tek yatak olarak bilinen Bingöl–Karlıova–Halifan mevkiinde yer almaktadır. Tersiyer (Pliyosen) yaşlı kömürlerin kömür kalite, petrografi ve kimyasal özellikleri değerlendirilmiştir. Kömür kalite değerlendirmesi kimyasal (nem, uçucu madde, sabit karbon, kül) ve elementer analizler (C, H, O, S, N) yapılarak belirlenmiştir. Hüminit yansıma değerleri organik maddece zengin ve kömürlü düzeylerde % 0,368 ve 0,573 arasında değişmekte olup, düşük olgunluk düzeyine karşılık gelmektedir. Bu değerler floresans renkleri, kalorifik değer (ortalama orijinal 2736; kuru 3727Kcal/kg)'lerle uyumludur. Aynı kömür yatağının farklı refleksiyon özellikleri göstermesi muhtemelen yörenin tektonik hareketliliğinden kaynaklanmaktadır. İncelenen kömürlerde organik maddeler düşük litostatik basınç nedeniyle düşük dereceli dönüşüm gösterir.

Organik petrografi, kömür kalite verileri ve düşük olgunlaşma nedeniyle Karlıova Halifan kömürleri alt-bitümlü-linyit kömür olarak sınıflandırılmıştır. Kömürlerin organik bileşimleri daha çok hümitik ve daha az oranlarda ise inertinit ve liptinitik gruplardan oluşmaktadır. Karlıova Halifan kömürleri yüksek oranda kül ve sülfidli mineral içerikleri ve egemen olarak gelinitin baskın olduğu yüksek hüminit özellikleri ile karakteristiktirler. Mineral maddeleri içinde baskın olarak ta kil mineralleri- mika mineralleri, kuvars ve feldspatlardır. Yapılan detay petrografik analizler bu kömürlerin gösel bataklıklarda oluştuğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bingöl-Halifan kömürleri, Bingöl kömürlerinin kimyasal özellikleri, kömürlerin petrografik özellikleri, Tersiyer kömürleri, gösel kömür.



## **PETROGRAPHIC AND CHEMICAL PROPERTIES OF KARLIOVA HALIFAN (DERİNÇAY) COALS (BİNGÖL)**

**Selami Toprak<sup>1</sup>, Orhan Kavak<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> MTA General Directorate, MAT Dept., Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Dicle University, Engineering Faculty, Mining Department, 21280, Diyarbakır, Turkey  
(seltop@yahoo.com)

### **ABSTRACT**

*This study provides coal quality, petrography and chemical data on Tertiary (Pliocene) aged coal in Karlıova-Halifan Region in Bingöl. Coal quality investigation along with proximate (moisture, volatile matter, fixed carbon, ash) and elemental analyses (C, H, O, S, N) were under-taken. The values of the huminite reflectances with rich organic matter and coal levels were found between 0.368 and 0.573%, corresponding to organic rich levels and coal levels, these values are characteristic of a low maturity. This parameter shows a good correlation of fluorescence colors, calorific value (average 2736 (original) – 3727 (dry) Kcal/kg). The same coal exhibiting various reflectance values were probably resulted from tectonical activity of the region. The organic material within the investigated coals probably suffered from a low grade transformation, consequence of a low lithostatic pressure. Therefore, the Karlıova Halifan coals may be classified as sub-bituminous and lignite corresponding to a low rank of maturity.*

*The organic fraction of the coals attributed mainly to increases of the humic group, with small percentages from inertinite and liptinite group. The Karlıova Halifan coal comprises of a high ash and sulphur content which is petrographically characterised by high huminite content, mainly gelinite macerals. Predominant macerals of the coals seem to be clays-mica minerals, quartz and feldspars. Detail coal petrographical analysis seem to indicate depositional environment of the coals as limnic.*

**Keywords:** *Bingol Halifan coals, chemical properties of Bingol coals, petrographic properties of coals, tertiary aged coal, limnic coal.*

## ANADOLU LEVHASINDA JEOTERMAL SİSTEM OLUŞUMU

**Ali Koçak**

*Çamlıca Vadi Sit.2500. Sok. F-Blok 4/13 Ümitköy, Y.Mah., Ankara  
(akocakipek@gmail.com)*

### ÖZ

Anadolu Levhası Alp-Himalaya Tektonik Kuşağı'ndadır. Bu kuşağın oluşması Afrika ve Avrasya levhalarının birbirlerine yaklaşması sonucudur. Bu kuşak Anadolu Levhası'nın tamamını kapsadığı için etkin bir tektonik aktivite nedeniyle, Arap Levhası'nın, yaklaşık Kuzey-Kuzeybatı yönlü itmesi ile Doğu Anadolu'daki sıkışma etkisi, kıvrımlanma ve değişik karakterlerde fay oluşumu ile karşılaşmış ve dolayısıyla bölgede kabuk kalınlaşması ve manto derinleşmesi oluşmuştur.

Orta iç bölümde havza rejimi ve sürekli depolanma nedeniyle kısmi kabuk kalınlaşması ve dolayısıyla manto derinleşmesi oluşmuştur. Bu havzanın kabaca kuzeybatısında ve batısında Afyon civarında yoğun, ayrıca havzanın güneydoğusunda da genel tektoniğe paralel (GB-KD) olarak volkanik faaliyetler gelişmiştir. Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) boyunca ise yer yer etkin olmayan volkanik faaliyetlerde bulunmaktadır.

Batıya doğru olan bu kaçış, Batı Anadolu'da, KAFZ uzantısının Ege Denizi içinde güney-güneybatıya yönelerek, itilmeye belli oranda bir tür bariyer etkisi, ve/veya Afrika Levhası'nın Anadolu Levhası'nın batı kesiminde levhanın altına dalmasının üst mantoda yarattığı domsal etki veya köşe konveksiyon oluşumu nedeniyle kuzey-güney yönlü gerilim oluşturması, graben sistemlerine ve kabuk incelmesine neden oluşmuştur. Dolayısıyla bölgede sığ derinlikte oldukça yaygın bir ısı kaynağı yaratılmıştır. Dalma-batmanın diğer bir sonucu olarak bölgede kuzeyden güneye doğru gençleşen volkanik faaliyetler vardır.

Küri Noktası Sıcaklığı – Derinliği Haritası çalışmasında da, Batı Anadolu'da bu sıcaklık derinliği 7 km kadar sığlara ulaşabilmesine rağmen, Doğu Anadolu'da 30'lu km'lere kadar derinleşmektedir. Orta Anadolu'da ise 25'li km'lere kadar derinleşmektedir. Bu da yukarıda yapılan açıklamayla paralellik göstermektedir.

Jeotermal sistemler de genellikle kabuğun ince, volkanik, ve özellikle ülkemizde, tektonik etkinliğin yoğun olduğu alanlarda gelişmektedir. Batıda, mantonun muhtemel domsal yapısı veya dalmanın neden olduğu köşe konveksiyon hücresi akımı nedeniyle kabuk incelmeleri, ilave olarak kuzeylerde volkanik faaliyet ve graben tektoniği etkisi, sığ derinlikteki ısı kaynağı ve akışı nedeniyle en etkin, yüksek rezervuar (287 °C) sıcaklığına sahip jeotermal sistemler gelişmiştir.

Doğu Anadolu'da ise kabuk kalınlaşması nedeniyle ısı kaynağını oluşturan mantonun derinlere itilmesi, ancak kıvrımlı kırıklı yapı nedeniyle mantonun yer yer kabuk içi sokulumları ve volkanik faaliyetler nedeniyle, orta derecede rezervuar sıcaklığına (90 °C) sahip jeotermal sahalar oluşmuştur.

Orta Anadolu'da tektonik etkinliğin ve volkanik faaliyetlerin zayıflığı ve çökelmeden kaynaklanan kalınlaşma ve derin manto, düşük ısı ortamı nedeniyle çok sayıda jeotermal sistem gelişmemiştir. Olanlar ise volkanik faaliyet ve temelin yükseldiği alanlarda gelişen düşük rezervuar sıcaklığına sahip sahalardır.

KAFZ levhanın en etkin fayı olmasına rağmen, sıkışma kuvvetleri etkisi altında olduğu için, muhtemelen, mantonun göreceli olarak derinlerde kalmasına ve etkin jeotermal oluşturacak yeterli volkanik etkinliğin oluşmamasına neden olmuştur. Bu nedenle zon boyunca, genellikle çek - ayır havzalar içerisinde, düşük rezervuar sıcaklıklı saçılımlı jeotermal sahalalar oluşmuş, ancak fay zonunun batı kesimlerinde, kollara ayrıldığı bölgelerde yüksek ısı sistemleri gelişmiştir.

Isı akış yoğunluğu çalışması da Batı Anadolu'da yüksek, Doğu Anadolu ve İç-kuzeybatı Anadolu'da daha düşük ve diğer bölgelerde en düşük değerleri vermektedir.

Sonuç olarak levha hareketi etkisiyle oluşan yapısal durum ve buna bağlı olarak Küri Noktası Sıcaklığı – Derinliği, Isı Akış Yoğunluğu ve Jeotermal Sistem oluşumları birbirine benzer karakter oluşturan alanlarında üstelenmektedirler.

**Anahtar Kelimeler:** Anadolu levhası, tektonik, manto, ısı kaynağı, volkanizma, jeotermal

**FORMATION OF GEOTHERMAL SYSTEMS AT ANATOLIAN PLATE****Ali Koçak***Çamlıca Vadi Sit.2500. Sok. F-Blok 4/13 Ümitköy, Y.Mah., Ankara, Turkey***ABSTRACT**

*Anatolian Plate is located on the Alpine-Himalaian orogenic belt which has formed by convergence of Eurasia and African Plates. Compressional regime has been dominant at the eastern part of Anatolia because of pushing effect of Arabian Plate and this has been met by folding and faulting structure causing crustal thickening at the eastern part. Accordingly mantle has deepened at this region.*

*Due to tectonic regime characterized by basin formation and continuous deposition, crustal thickening and mantle deepening has occurred at the central part of Anatolia. Volcanic activities were widespread at northern and western part of this basin while at southeastern part they developed parallel to regional tectonic. There are also some sporadic volcanic activities through the (North Anatolian Fault Zone) NAFZ.*

*At the western part of Anatolia, graben structures and thin crust have formed due to barrier effect of NAFZ, orientated to west-southwest in Aegean Sea, or to mantle plume and/or corner convection cell because of subduction of African Plate. On the other hand, several volcanic activities have occupied extensive areas at the north of Western Anatolia. Accordingly an important heat source has occurred in the area.*

*Curie point temperature-depth estimation study has revealed that depth of this temperature is around 7 km. and 30 km at western and eastern Anatolia respectively. However, it reaches up to 25 km. depth at Central Anatolia. This phenomenon is quite compatible with structural components mentioned above.*

*Geothermal systems generally form around thin, volcanically and tectonically active parts of crust. Based on this general structure, presumably corner convection caused by subduction, or doming effect of mantle plume has caused the occurrence of graben structure and thinning of crust at Western Anatolia and development of volcanism at northern part of this area. Hence relatively shallow heat source has caused the formation of high enthalpy geothermal systems.*

*However, thick crust caused mantle deepening, but folding and faulting structure can permit settling of magma intrusion fringes and scattered volcanic activities at the Eastern Anatolia. So, geothermal systems having moderate enthalpy have formed in these areas. Important geothermal systems have not developed at Central Anatolia due to weak tectonic and volcanic activities, and additionally deposition which resulted in thick crust, and accordingly deep heat source in the region. Available ones are around pre existing volcanic areas. Although the NAFZ is an active fault, there is no important geothermal field along this fault due to compressional effect associated with mantle deepening and inactive volcanism.*

*While the temperatures of geothermal reservoirs located Western Anatolia reach up to 285°C, it is lower at East and Central Anatolia and lowest at other parts as 50-70 °C .*

*As a conclusion, tectonic structure, Curie point temperature – depth and heat flow map patterns and location of geothermal systems coincide with each other.*

**Keywords:** *Anatolian plate, tectonic, mantle, heat source, volcanism, geothermal*

## SİMAV-ŞAPHANE-GEDİZ BÖLGELERİNİN DERİNLİĞE BAĞLI EŞ SICAKLIK DAĞILIM HARİTASI

**Güvenç Çelebi, Bahadır Güler, İbrahim Akkuş, Cemal Kaya,**

**Fuat Şaroğlu, Emre Değirmenci**

*Kayen Kayı Enerji Yatırımları A.Ş Koza Sokak 37/6*

*Gaziosmanpaşa, Çankaya, Ankara*

*(guvenc.celebi@kayi.com.tr)*

### ÖZ

Eynal, Naşa, Çitgöl (Simav), Şaphane, Abideler (Gediz) ve Şeyhler (Hisarcık) bölgelerinde jeotermal amaçlı açılan kuyuların, kuyu dibi sıcaklık değerleri veya termik logları kullanılarak, bölgenin derinliğe bağlı sıcaklık dağılımı incelenmiştir. Böylece gradyan sondajı yapmadan bölge hakkında öngörüye sahip olunmuştur.

Derinliğe bağlı sıcaklık dağılımı çalışmasında, termik logları bilinen kuyuların doğrudan derinliğe bağlı sıcaklık verileri kullanılmıştır. Termik logları olmayan kuyularda ise sabit yüzey sıcaklığı belirlenerek kuyu dibine doğru sıcaklığın doğrusal artış gösterdiği varsayılmıştır. Bu yolla kuyuların derinliğe bağlı sıcaklık grafikleri bilgisayar yazılımı ile türetilmiştir. Grafiklerdeki değerler bilgisayara aktarılarak ara değer bulma yöntemiyle bölgenin yüzeyden 100., 600., 800., 1000., 1500., 2000. ve 2500. metre derinliklerindeki sıcaklık dağılım haritaları üretilmiştir. Bölgede yapılan sondajların verilerine göre 2500 metre civarında 190 °C üstü sıcaklık tespit edilmemiştir. Sıcaklık grafikleri oluşturulan kuyuların doğrusal gidişlerinden elde edilen 190 °C üzerindeki değerler, eş sıcaklık eğrilerine dahil edilmemiştir. Bu kuyularda derinlik arttıkça sıcaklığın 170-190 °C’de sabit kaldığı kabul edilmiştir. Bölge için üretilen derinliğe bağlı sıcaklık dağılım haritalarındaki değişimler, bölgenin tektonik yapısı da göz önünde bulundurularak yorumlanmıştır. Ayrıca bölgede yapılan manyetotellürik ölçüm verilerine göre, ısıtıcı olduğuna yorumlanan düşük öz dirençli bölümün yayılım alanının, sıcaklık dağılım haritaları ile uyumlu olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada ortaya çıkan düşey elektrik sondajı ölçümlerinden yorumlanan sığ alandaki düşük öz dirençli kısmın termal alterasyon zonu olduğu kabul edilmiştir. Bu seviyelerin sıcaklık dağılım haritaları ile uyumlu olduğu görülmüştür

Bölgede jeotermal anlamda etkin olan ana unsurun Simav Fay Zonu olduğu önerilmektedir. Simav Fay Zonu’nun kuramsal olarak kabuğu kestiği ve derinden ısı transferi yaptığı düşünülmektedir. Bu çalışmada, Simav Fay Zonu ve onunla belli bir açı oluşturan diğer fay sistemlerinin ısı transferinde önemli olduğu, sığ derinlikte jeotermal etkinliği kontrol ettiği görülmüştür. 1000 metre ve daha derin kuyularda ise sıcaklık dağılımının Simav Fay Zonu’na bağlı (uyumlu) olmadığı görülmüştür. Ancak sıcaklık dağılımının derinden gelen bölgesel magmatik sokulumlara bağlı değiştiği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeotermal alan, sıcaklık dağılımı, Simav Fay Zonu, gradyan sondaj

## **THE ISO-TEMPERATURE WITH DEPTH DISTRIBUTION MAP OF SİMAV-ŞAPHANE-GEDİZ AREAS**

**Güvenç Çelebi, Bahadır Güler, İbrahim Akkuş, Cemal Kaya,  
Fuat Şaroğlu, Emre Değirmenci**

Kayen Kayı Enerji Yatırımları A.Ş Koza Sokak 37/6  
Gaziosmanpaşa, Çankaya, Ankara, Turkey  
(guvenc.celebi@kayi.com.tr)

### **ABSTRACT**

*Temperature distribution with depth of the field is examined as using temperature values or thermic logs of wells drilled for geothermal aims in areas of Eynal, Naşa, Çitgöl (Simav), Şaphane, Abideler (Gediz) and Şeyhler (Hisarcık). Foresights about the area are possessed without drilling gradient drilling in this way.*

*Temperature data with depths of wells whose thermic logs were known are used in the study of temperature distribution with depth. Temperature towards the bottom of wells is assumed to show a linear increasing as measuring constant surface temperatures in wells which do not have thermic logs. Thus, temperature graphs with depth of wells are derived by a computer software. Temperature distribution maps of the field are generated with interpolation method as transferring values on the graphs to a computer software at depths of 100th, 600th, 800th, 1000th, 1500th, 2000th and 2500th meters. Any temperature value above 190°C is not determined at the depths of 2500 meters according to values of wells in the area. Temperature values above 190 °C being generated by straight lines on graphs are not added to iso-temperature curves. It is adopted that temperature values remains constant between 170-190 °C. Variations on the temperature distributions with depth maps created for the field are interpreted as the tectonic structures of the region. Besides, the spreading area of low resistivity section which is interpreted as a heating source is in accordance with the temperature distribution maps according to values of magnetotelluric measurements on the area. Low resistivity section on the shallow area appearing from vertical electrical sounding is received as a thermal alteration zone. These levels are found to be compatible with temperature distribution maps.*

*The opinion of that Simav Fault Zone is the main and active element as a geothermal concept in the area is suggested. It is thought that Simav Fault Zone intersects crust theoretically and transfers heat energy from depth. In this study, the notions of that Simav Fault Zone and the other fault systems forming with an angle with it are important for heat transfer and they controls geothermal efficiency in shallow depth are seen. The fact that temperature distribution is not consistent with the Simav Fault Zone in wells under 1000 meters depth is pointed out. However, the idea of thermal distribution changes to regional magmatic intrusions coming from underground is considered.*

**Keywords:** *Geothermal field, temperature distribution, Simav Fault Zone, gradient drilling.*

## KIZILDERE JEOTERMAL SAHASINDA DERİN REZERVUARDA TAMAMLANAN YENİ KUYULARIN JEOKİMYASAL DEĞERLENDİRMESİ

**Füsun S. Tut Hakkıdır<sup>1</sup>, Taylan Akın<sup>2</sup>, Aygün Güney<sup>2</sup>, Ayşe Uzun<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Zorlu Enerji Grubu, Zorlu Plaza, Avcılar, İstanbul

<sup>2</sup>Zorlu Enerji Grubu, Kızıldere Santral, Sarayköy, Denizli

(fusun.tut@zorlu.com)

### ÖZ

Kızıldere Jeotermal Sahası ülkemizde elektrik üretimine yönelik keşfedilmiş ilk yüksek entalpili sahadır. Sahada 1968-2008 yılları arasında MTA tarafından derinlikleri 365-2261m arasında değişen 25 kuyu açılmıştır. Bu kuyulardan sıcaklıkları 201-242°C arasında değişen 2'si derin rezervuarı temsil etmek üzere 9 üretim kuyusu ve 4 reenjeksiyon kuyusu 17.2 MWe kurulu güce sahip santrali için kullanılmaktadır.

2008 yılı sonunda Kızıldere Jeotermal Sahasının özelleştirilmesi ve mevcut santralin haklarının 30 yıl süresiyle Zorlu Enerji Grubu'na devredilmesinin ardından, sahada gereken jeoloji, jeofizik, jeokimya çalışmalarının sonuçlarının yer aldığı fizibilite çalışması hazırlanmış ve sahada 2009-2011 yılları arasında yeni 60+15 MWe elektrik santrali yatırımı kapsamında üretim ve reenjeksiyon amaçlı 19 kuyu açılmıştır. Sahada üretim amaçlı açılan kuyularda derin rezervuarı temsil eden Paleozoyik yaşlı Menderes Metamorfitlelerine ait kuvarsit, mikaşist, kalkşist, kloritşist kesilmiştir. Yeni açılan üretim kuyularının derinlikleri 1551-2872 m arasında değişmektedir. Sahadaki bu yeni derin sondajlardan alınan ait sıcaklık değerleri 220-243°C arasında değişmektedir. Sahada tamamlanan her sondajın ardından gerçekleştirilen kısa dönem üretim ve kuyu tamamlama testleri kapsamında kuyu test ekipmanları (susturucu, savak) ve akışkan örneklemeye ekipmanları olan örnekleme seperatörü ve soğutucu kondenser kullanılarak farklı üretim değerlerinde sıvı ve buhar fazından jeokimyasal örneklemeler gerçekleştirilmekte, sahada gaz/buhar oranlarının belirlenmesi amacıyla flowmetre metoduyla ölçümler ile sıvı faza ait fiziksel ve kimyasal bazı parametrelerinin kuyu başında belirlenmesine yönelik ölçüm ve analizleri yapılmaktadır.

Derin rezervuarı temsil eden, yeni açılan üretim kuyularında sıvı fazda elektriksel iletkenlik değerleri 4600-5200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değişmektedir. Bu değer sahanın doğusunda, üretim alanının dışında reenjeksiyon amaçlı açılan kuyularda 3450-4110  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında gözlenmektedir. Derin rezervuardan beslenmeyi gösteren parametrelerden biri olan Cl<sup>-</sup> değeri üretim kuyularında 92-115 mg/l aralığında göze çarparken, bu değer reenjeksiyon kuyularında 90-94 mg/l arasında gözlenmektedir. Sahada rezervuar sıcaklıkları ile paralellik gösteren silika değerleri derin rezervuarda 497-687 mg/l arasında değişim sunarken, reenjeksiyon kuyularında bu değerler 228-402mg/l aralığında bulunmaktadır. Üretim kuyularından alınan sıvı fazdaki  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri -4,30 ‰;-6,1‰,  $\delta$  D değerleri ise -54‰;-59‰ aralığında gözlenmektedir. Bu değerler reenjeksiyon olarak belirlenen kuyularda  $\delta^{18}\text{O}$  için -8,05‰;-10,57‰ ve  $\delta$  D için -59‰;-62‰ olarak kaydedilmiştir. Yeni açılan kuyularda yoğunlaşmayan gaz değerlerinde baskın gaz CO<sub>2</sub> olup, derin beslenmeli üretim kuyuları akışkanında tüm gaz kompozisyonunun %98-99 oranı ile temsil etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kızıldere, jeotermal, jeokimya, kuyu, güç santrali



## **GEOCHEMICAL EVALUATION OF NEW WELLS, COMPLETED IN DEEP RESERVOIR IN KIZILDERE GEOTHERMAL FIELD**

**Füsun S. Tut Haklıdır<sup>1</sup>, Taylan Akın<sup>2</sup>, Aygün Güney<sup>2</sup>, Ayşe Uzun<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Zorlu Energy Group, Zorlu Plaza, Avcılar, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup>Zorlu Enerji Group, Kızıldere Santral, Sarayköy, Denizli, Turkey  
(fusun.tut@zorlu.com)

### **ABSTRACT**

*Kızıldere Geothermal Field is the first discovered high enthalpy geothermal field that is used for electricity production in Turkey. Between years 1968-2008, 25 wells with depths varying between 365-2261 meters have been drilled at the field by MTA. Nine of these wells, including the two wells representing the deep reservoir with a temperature varying between 201-242 °C, are used as production wells for 17,2 MWe installed capacity power plant while four wells are utilized for reinjection purposes.*

*At the end of 2008, after the privatization of Kızıldere Geothermal Field and the transfer of the rights of existing power plant to Zorlu Energy Group for a period of 30 years, a feasibility study was prepared based on the results of the crucial geological, geophysical, geochemical studies and 19 new production and reinjection wells in the scope of 60+15 MWe power plant investment have been drilled at the field between years 2009-2011. The wells that are drilled for production purposes have cut quartz, micaschist, calc-schist and chloriteschists of Paleozoic aged Menderes Metamorphics which represented the deep (3<sup>rd</sup>) reservoir. The depths of these new wells change between 1551-2872 meters. The first temperature survey results of the deep drillings vary between 220-243°C. Within the scope of short term production and completion tests that are being performed after completion of each well, geochemical sampling has been realized, at different production rates, using well test equipment (silencer and weirbox) and fluid sampling equipment (sampling separator and cooling condenser) for liquid and steam phase and gas/steam ratio measurements (with flowmeter method) and some physical in-situ measurements of liquid phase.*

*In new production wells representing the deep reservoirs, electrical conductivity (EC) values at liquid phase change between 4600-5200 µS/cm. This value is observed to be between 3450-4110 µS/cm in the new reinjection wells drilled to the east of the field. The Cl value, which is a parameter of feeding from deep reservoir, is observed in the range of 92-115 mg/l at the new production wells while Cl values of fluids change between 90-94 mg/l at the reinjection wells. Silica values of fluids are accordant with reservoir temperatures and change between 497-687 mg/l in deep reservoir, and between 228-402mg/l in reinjection wells. δ<sup>18</sup>O values of brine from production wells change between -4,30 ‰ and -6,1‰, while δ D values change between -54‰ and -59‰ δ<sup>18</sup>O values are recorded between -8,05‰ and -10,57‰, and δ D values are recorded between -59‰ and -62‰ in brine from reinjection wells. Dominant noncondensable gas at the new wells is CO<sub>2</sub> and it is represented as 98-99% of whole gas composition for fluids coming from deep reservoir production wells.*

**Keywords:** Kızıldere, geothermal, geochemistry, well, power plant

## COOPER VE GALİLEE HAVZALARINDAKİ (GAB, AVUSTRALYA) JEOTERMAL SULARIN HİDROJEOKİMYASAL VE ÇÖZÜNMÜŞ GAZ KOMPOZİSYONUNUN İNCELENMESİ

**Galip Yüce<sup>1,2</sup>, Francesco Italiano<sup>3</sup>, I.Tonguç Uysal<sup>2</sup>,  
Massimo Gasparon<sup>4</sup>, Guia Morelli<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik, 26040, Eskişehir

<sup>2</sup>Queensland Geothermal Energy Centre of Excellence,  
The University of Queensland, Qld 4072, Australia

<sup>3</sup>Istituto di Geofisica e Vulcanologia Sezione di Palermo Via Ugo La Malfa 153, 90146,  
Palermo, Italy

<sup>4</sup>School of Earth Sciences and Queensland Geothermal Energy Centre of Excellence, The  
University of Queensland, Qld 4072, Australia  
(galipyuce@gmail.com)

### ÖZ

Avustralya'nın Queensland eyaletinin güneybatı kesiminde yer alan jeotermal suların ısı kaynağının çoğunlukla havza tabanında yer alan radyojenik minerallerce zengin granitlerle ilişkili olduğu belirtilmektedir. Ancak, Queensland eyaletinin büyük bir kısmını da içeren Büyük Artezyen Havzası (GAB: Great Artesian Basin) olarak anılan havzadaki sıcak suların ısı kaynağının kısmen manto ile ilişkili olabileceğine dair çeşitli göstergeler de vardır. Nitekim, yüksek CO<sub>2</sub> içeriğine (% 20-50 mol arasında) sahip GAB içerisinde yer alan Cooper Havzasından alınan CO<sub>2</sub> örneklerinde yapılan karbon-13 izotop analiz sonuçları, karbonun inorganik (muhtemelen manto) kökenli olduğuna işaret etmektedir ( $\delta^{13}\text{C}$  ‰ -5 and ‰ -10 arasında değişmektedir).

Bu çalışmanın amacı, GAB içerisinde yer alan Cooper ve Galilee havzalarındaki jeotermal suların kökenini ve olası manto ilişkisini ortaya çıkartmaktır. Böylelikle, jeotermal araştırma ve değerlendirmeler sadece granit temelin olduğu alanlarla sınırlı kalmayıp, sedimanter havzalardaki jeotermal potansiyelin de daha iyi anlaşılması ve işletilmesine, jeotermal kaynakların daha etkin biçimde kullanılmasına olanak sağlayacaktır. Araştırmanın sonucunda, artezyen özelliğindeki derin kuyulardan su ve suda çözünmüş gaz örnekleri alınarak; suların kimyasal kompozisyonu, helyum izotop oranları (R/R<sub>a</sub>), CO<sub>2</sub>'deki karbon-13 izotop değerleri, CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He oranları, radon aktivite değerleri ile diğer soygaz konsantrasyonları belirlenerek, jeotermal suların granitlerden mi yoksa derin fay sistemleri boyunca yukarı doğru hareket eden akışkanın saklı bir magmatik veya manto kökenden mi kaynaklandığına ilişkin sorulara yanıtlar bulunacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** GAB (Avustralya), jeotermal, CO<sub>2</sub>, radon, helyum

**THE STUDY OF HYDROCHEMICAL AND DISSOLVED GAS  
COMPOSITION OF GEOTHERMAL WATERS IN THE COOPER  
AND GALILEE BASINS (GAB, AUSTRALIA)**

**Galip Yüce<sup>1,2</sup>, Francesco Italiano<sup>3</sup>, I.Tonguç Uysal<sup>2</sup>,  
Massimo Gasparon<sup>4</sup>, Guia Morelli<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Eskisehir Osmangazi University, Department of Geological Engineering, Meselik, 26040,  
Eskisehir, Turkey

<sup>2</sup>Queensland Geothermal Energy Centre of Excellence,  
The University of Queensland, Qld 4072, Australia

<sup>3</sup> Istituto di Geofisica e Vulcanologia Sezione di Palermo Via Ugo La Malfa 153, 90146,  
Palermo, Italy

<sup>4</sup> School of Earth Sciences and Queensland Geothermal Energy Centre of Excellence, The  
University of Queensland, Qld 4072, Australia  
(galipyuce@gmail.com)

**ABSTRACT**

*The heat source of the geothermal waters in Australia is based largely on an enormous enrichment in heat-producing radiogenic elements in buried granitic rocks that occur mainly in the south of Queensland. However, there are also some indications that the heat source may be partly related to mantle origin. Concordantly, high CO<sub>2</sub> contents (20-50 moles %) are observed in gases from the Cooper Basin of Great Artesian Basin (GAB), with  $\delta^{13}\text{C}$  values varying between -5 and -10‰ indicating the inorganic carbon sources (possibly mantle source).*

*This study aims to gain a better understanding of the origin of heat source of geothermal waters, and to detect the possible presence of a mantle degassing into Cooper and Galilee Basins. Knowledge of the isotopic composition of geothermal fluids will help to explore geothermal resources not only in the areas of high heat-producing granitic basements but also the sedimentary basins. The chemical composition of geothermal waters and dissolved gas phase including the He and C isotopic composition, the <sup>222</sup>Rn activity, helium isotope (R/Ra) and CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He ratios may help to identify zones of geothermal energy resources related to fractured granites or hidden magmatic activity and/or mantle fluid contribution through deep fault systems.*

**Keywords:** GAB (Australia), geothermal, CO<sub>2</sub>, radon, helium



**JEO-ENERJİ**  
***GEO-ENERGY***

**Posterler / *Posters***

## DOĞU KARADENİZ'DE GAZ HİDRATIN VARLIĞINA İLİŞKİN YAPILAR

**Sevinç Özel<sup>1</sup>, Günay Çifçi<sup>1</sup>, Seda Okay<sup>1</sup>, Derman Dondurur<sup>1</sup>,  
Savaş Gürçay<sup>1</sup>, Dae Choul Kim<sup>2</sup>, Sung-Ho Bae<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü  
Bakü Bulvarı No:100 İnciraltı Balçova, İzmir

<sup>2</sup> Pukyong Ulusal Üniversitesi

Busan, Güney Kore

(sevinc\_ozel@windowslive.com)

### ÖZ

Gaz hidrat ve hidrata bağlı sıg gaz araştırmaları hız kazanmış ve başta Karadeniz olmak üzere Akdeniz, Marmara Denizi ve Ege Deniz'inde önemli rezervler ortaya çıkarılmıştır. Ülkemiz kıyılarında, şelf ve açık denizde ve uluslararası sularda özellikle sismik ve akustik yöntemlerle araştırmalar yapılmıştır. Bu aramalarda gaz hidrat ve altındaki sıg gaz rezervleriyle ilişkili olarak; BSR yansımaları, çamur volkanları, çamur diyapirleri, gaz cepleri, gaz bacaları, gaz sızıntıları vb. yapılar gözlemlenmiş ve bazı lokasyonlarda alınan numuneler ile gaz hidratın varlığı ispatlanmıştır. Özellikle Rize açıklarında gözlenen çamur volkanı ve yüzeyde gözlemlenen petrol sızıntıları bu konudaki hassasiyeti arttırmıştır.

Bu doğrultuda 108Y244 nolu Tubitak Projesi kapsamında Güney Kore'deki Pukyong Ulusal Üniversitesi (PUÜ) ve Dokuz Eylül Üniversitesi ikili işbirliği doğrultusunda proje yapılmıştır. Bu proje kapsamında Eylül 2010 yılında Doğu Karadeniz'de yapılan çalışmalar sonucunda yaklaşık 1700 km yüksek ayrımlı çok kanallı sismik yansıma verileri toplanmıştır. Bunun yanında sıgdaki (30-40 m) birimler ve gaz içeren tortullar hakkında bilgi edinmek amacıyla Chirp ve derindeki BSR yapıları görüntülemek için Sparker sistemi kullanılmıştır.

Çalışma alanı olan Doğu Karadeniz'de, Rize-Trabzon bölgesi açıklarından toplanan veriler, bu veri işlem ve yorumlama için kullanılmıştır. Bu doğrultuda toplam 17 hat üzerinde yapılan veri işlem sonucunda elde edilen kesitlerde sıg gaz birikimleri ve gaz hidratların varlığı saptanmaya çalışılmıştır. Aynı zamanda bunlara sebebiyet veren fay zonları da haritalanmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yüksek ayrımlı sismik yansıma, gaz birikimleri, tabana benzeyen yansıtıcı (BSR)

## ***EASTERN BLACK SEA GAS HYDRATE RELATED STRUCTURES IN EASTERN BLACK SEA***

***Sevinç Özel<sup>1</sup>, Günay Çifçi<sup>1</sup>, Seda Okay<sup>1</sup>, Derman Dondurur<sup>1</sup>,  
Savaş Gürçay<sup>1</sup>, Dae Choul Kim<sup>2</sup>, Sung-Ho Bae<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup> Dokuz Eylül University, Institute of Marine Sciences and Technology  
Baku Bulvarı No:100 İnciraltı Balçova, İzmir, Turkey*

*<sup>2</sup> Pukyong National University  
Busan, South Korea  
(sevinc\_ozel@windowlive.com)*

### ***ABSTRACT***

*Due to shallow gas hydrate and gas hydrate research gained momentum and especially the Mediterranean to the Black Sea, Marmara Sea and the Aegean Sea, significant reserves have been found. Shelf and in the open sea in international waters and shores of our country, especially in seismic and acoustic methods, these searches related to gas hydrate and gas reserves in the shallow bottom; BSR reflections, mud volcanoes, mud diapirs, gas pockets, gas chimneys, gas leaks and so on. Structures that observed in samples from some locations have proven the existence of gas hydrates. Especially the mud volcano observed at Rize offshore and oil seeps observed on the sea surface increased sensitivity of this issue.*

*In this regard TUBITAK Project No. 108Y244 Pukyong National University, South Korea and Dokuz Eylül University, packs refers to bilateral co-operation project was. Under this project in September 2010 as a result of studies in the Black Sea about 1700 miles east multi-channel seismic reflection data were collected from the high separation. In addition, Chirp system is used to obtain information from shallow (30-40 m) units and sediments containing gas and Sparker system to obtain information about CHIRP and deeper structures like BSR.*

*Study area of the Eastern Black Sea, Trabzon-Rize area, the data collected is used for data processing and interpretation. In this regard the data on the line that the resulting total of 17 sections, the presence of shallow gas accumulations and gas hydrates are tried to be determined. At the same the fault zones are tried to be mapped.*

***Keywords:*** *Seismic reflection with high resolution, gas accumulations, BSR*

## DİKİLİ (İZMİR) JEOTERMAL SAHASINDA İŞLETME SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

İsmail Hakkı Karamanderesi<sup>1</sup>, Raziye Şengün<sup>1</sup>, Cahit Helvacı<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JEM Jeolojik Etüt Müşavirlik Bürosu

<sup>2</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

(h.karamanderesi@gmail.com)

### ÖZ

Dikili Kaynarca jeotermal sahası İzmir ili kuzeyinde yer alır. 2008 yılından beri aktif olarak merkezi ısıtma sistemi işletmeye alınmıştır. Bu süre içerisinde 50lt/sn debi ile akışkan üretilmektedir. Bu sistemden 2011 yılı içerisinde 1350 konut eşdeğeri ısıtma yapılmaktadır. Dikili Kaynarca mevkiindeki sıcak su üretim kuyularında ilk olarak 23.01.2011 tarihinde hareketlilik gözlenmiştir. Bu tarihten itibaren 28.02.2011 tarihinde başlayıp 17.06.2011 tarihine kadar altı adet gözlem ve ölçüm yapılmıştır. Dikili kaynarca jeotermal sahasında doğu-batı doğrultusunda uzanan bir fay zonu üzerinde açılmış olan ortalama 500 m derinlikteki kuyularda üretim muhafaza borularında yükselme gözlenmiştir. Bölgesel jeolojik yapı incelendiğinde jeotermal kuyu verilerine göre, kuyuların andezitler üzerinde açılmış, yüzey ve üretim muhafaza boruları çimentolanarak monte edilmiştir. Doğru-batı uzanımlı ana graben fayı andezitlerden üretim yapan kuyularda, andezitlerle beraber zeminin yükselmesine sebep olmuş ve bu kuvvetlerin etkisi ile iki adet kuyu başında düşey hareketler ölçülmüştür. Periyodik ölçümler bölgede diri bir tektonik deformasyonun olduğunu göstermiştir. 23.05.2011 tarihinde başlayan ve 24.05.2011 tarihlerinde devam eden Bergama odaklı 5 adet deprem kaydedilmiştir. Magnitüdüleri 2.7-3.6 arasında oluşan bu depremler bölgedeki depremsellik ile zemin yükselmesinin ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu verilerin literatürde gözlenen diri fay zonlarında yapılacak çalışmalara ve deprem bölgelerinde yapılması gerekli çalışmalara bir örnek oluşturacağı ve yöre ile ilgili ilginç sonuçlar çıkarılmasına neden olacağı düşünülmektedir. İlk sonuçlar, hareketlerin başlangıcında dikkatli ölçülmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Ölçüm kayıtlarının hassas ölçüm ve kayıt sistemi ile yapılması gereklidir. Bölgede yapılan gözlemlerde düşey hareketlerin gözlemlendiği tesislerdeki boruların burkulması nedeni ile izolasyon borularında kaplama örtülerinin çatlaması ve bağlama kelepçelerinin çözülmesi göze ilk çarpan örneklerdir. Zeminde oluşan yükselmeler, jeofizik ve jeolojik veriler ile birlikte düşünüldüğünde, bölgedeki jeotermal sistemlerin ısı düşümleri şeklinde gözlenebilir ve yorumlanabilir. Sistem analizinin doğru yapılabilmesi için öncelikle sistemin konumunun doğru belirlenmesi gereklidir. Beslenme, üretim bölgeleri ve geri besleme ile sistemin genel dengesi kontrol altında tutularak dengeli bir üretim projesi yapılması gereklidir. Zemin hareketleri jeotermal işletme sorunları ile doğrudan ilişkilidir. Bu ilişkiler bölgesel jeolojik model, jeotermal modelleme ve jeotermal işletme sorunlarının çözümü için çalışmaların dikkatli, devamlı ve kontrollü yapılmasını gerektirmektedir. Böylece işletmelerin ömrü uzayacak, uzun süreli düzenli işletme mümkün olacaktır. Bu bildiride Dikili Jeotermal Sistemi'ndeki gözlemlerin sonuçları, elde edilen verilerle yeniden yorumlanarak jeotermal işletmecilere öneriler sergilenecektir.

**Anahtar Kelimeler :** İzmir, Dikili, jeotermal sistem, depremsellik, geri besleme, üretim planlaması



## **OPERATING PROBLEMS AND SUGGESTIONS FOR SOLUTION OF THE DİKİLİ (İZMİR) GEOTHERMAL AREA**

**İsmail Hakkı Karamanderesi<sup>1</sup>, Raziye Şengün<sup>1</sup>, Cahit Helvacı<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>JEM Jeolojik Etüt Müşavirlik Bürosu

<sup>2</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi  
(h.karamanderesi@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Dikili Kaynarca geothermal field is located in the northern part of Izmir. Since 2008, district heating system has been put into operation with a production rate of 50 l/s. With this system 1350 residential equivalent heating is being realized in 2011. On the day of 23.01.2011, it was observed that the production casings were moving up in the Dikili Kaynarca hot water production wells which were drilled down to a depth of 500 meter along an E-W trending fault zone. After this observation, six measurements were conducted by us from 28. February .2011 to 17. June.2011 in this field. . A review of regional geological structure revealed that the geothermal wells were drilled on the andesite and casings were cemented into the bore hole. The east-west trending main graben fault caused uplifting of the basement, as well as the casings of the wells producing from the andesite levels. The effect of the forces associated with faulting were recorded as vertical movements in the casings. Periodic measurements showed that there is an active tectonic deformation in the area. Between 23. May.2011 and 24. May.2011, five earthquakes were recorded in Bergama. The earthquakes with magnitudes between 2.7 and 3.6 resulted in the association of seismicity and ground elevation in the region. Our study provides a good example to those studies to be conducted in active fault zones, and is believed to yield interesting results for the area of concern.. The first results revealed that earlier movements should be carefully measured. More precise measurement and recording could be useful. First noticeable observations in the region due to vertical movements were cracking of pipe insulation covering and loosening of connecting clamps. Elevation of ground, when considered together with geophysical and geological data, can be observed and interpreted as a decrease in the enthalpy heat of geothermal systems in the region. For correct analysis of the system, the position of the system should be correctly determined. To be able to perform a stable production project, the overall balance of the system between recharge/reinjection and production should be kept under control. Ground movements are directly related to geothermal operational issues. This relation requires careful, continuous and controlled studies for regional geological model, geothermal modelling and the solution of problems related to geothermal operations. Thus, life expectancy will increase in enterprises and it will be possible to have long-term regular operations. In this paper, results of the observations about Dikili geothermal system will be re-interpreted with the obtained data, and recommendations will be suggested to geothermal operators.*

**Keywords:** İzmir, Dikili, geothermal system, earthquake, re-enjection, production planning

## TINDOUF HAVZASI (CEZAYİR SAHRASI) ANA (KAYNAK) KAYA SEVİYELERİNİN SAPTANMASI VE KARAKTERİZASYONU

**Moussa Sadaoui, Ammar Bensakhria,  
Rabah Chaouchi, Larbi Remichi, F. Amrouche, S. Hafid**  
*Laboratoire Ressources Minérales et Energétiques  
Département Gisements. Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie.  
Université M'Hamed Bougara. Boumerdès. Algérie.  
(sadaoui2001@yahoo.fr)*

### ÖZ

Tindouf Havzası Cezayir Sahrası'nın GB'sında yer alır. Yaklaşık olarak 130 000 km<sup>2</sup>'lik bir alan kaplar ve D-B uzanımlı çok büyük bir depresyon oluşturur. Kuzeyden Doğu Fas Anti Atlas dağları, G'den Eglabs kristalen masifi, doğudan Krettamia Bou- Bernous ve B'dan Batı Fas Anti Atlas Dağları tarafından sınırlanır.

Bu çalışmada, Ordovisiyen, Siluriyen ve Devoniyen yaşlı ana kayaların petrol potansiyellerinin değerlendirilmesi ve bu bölgedeki hidrokarbonların kökenlerinin saptanması amaçlanmıştır.

Petrol potansiyelinin değerlendirilmesi altı kuyudan (AH-2, AH-3, AH-4, AH-6, 10-AH ve AH-11) derlenmiş 539 örneğin analiz sonuçlarına dayandırılmıştır. Analiz sonuçları kayaları organik madde miktarı, türü ve olgunluğu ile oluşmuş ve atılmış hidrokarbonların türleri açısından değerlendirmeye imkan sağlamıştır.

Bu çalışmanın sonuçları Siluriyen, Ordovisiyen, Fameniyen ve Frasnien yaşlı killi birimlerin % 0.58 ile % 6.01 arasında değişen miktarlarda Toplam Organik Karbon (TOC) içerdiklerini; Siluriyen ve Ordovisiyen birimlerindeki organik madde türünün Tip II, daha genç birimlerdekilerin ise karasal organik madde ağırlıklı karışık türde olduğunu ortaya koymuştur. Kuzeyde 5 ve güneyde 2.5-3 arasındaki IATdeğerleri kayaların önemli ölçüde olgun olduğunu göstermiştir.

İleri aşamalarda olgunluk neredeyse tüm havza için geçerli olup, sadece güney kesimler petrol oluşum zonunda olup, buna bir istisna teşkil eder.

Hidrokarbon oluşumu Paleozoyik döneminde günümüzden önce 367 ve 266 milyon yılları arasında gerçekleşmiştir. Petrolün atılması yaklaşık olarak 365 milyon yıl önce başlamıştır.

Atılmanın gerçekleştiği bu dönemler, yapısal kapanların Hersiniyen sonrası oluştukları gözetildiğinde ve stratigrafik kapanların bulunabileceği gösterilmediği takdirde, bölgenin petrol potansiyeli açısından olumsuzdur.

**Anahtar Kelimeler:** Ana kaya karakterizasyonu, olgunluk, atılma, Tindouf Havzası

**IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF  
LEVELS SOURCES ROCKS  
OF TINDOUF BASIN, ALGERIAN SAHARA**

**Moussa Sadaoui, Ammar Bensakhria,  
Rabah Chaouchi, Larbi Remichi, F. Amrouche, S. Hafid**  
*Laboratoire Ressources Minérales et Energétiques  
Département Gisements. Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie.  
Université M'Hamed Bougara. Boumerdès. Algérie.  
(sadaoui2001@yahoo.fr)*

**ABSTRACT**

*Tindouf Basin is located in the South - West of Algerian Sahara. It covers an area of approximately 130,000 km<sup>2</sup> and forms a vast depression oriented East-West. It is limited to North by Eastern Moroccan Anti Atlas, on the south by crystalline massif of Eglabs, on the East by the Krettamia Bou- Bernous, on the West by the Western Moroccan Anti Atlas and on the North by the Ougarta mountains.*

*This present study is to assess the petroleum potential of Ordovician, Silurian and Devonian Rocks sources of Tindouf Basin and to determine the origin of hydrocarbons in this area.*

*The Petroleum potential assessment is based on the analysis of the results of 539 samples of six wells (AH-2, AH-3, AH-4, AH-6, 10-AH and AH-11), which allow us to enhance the rocks from the point of view of wealth, maturity, type of organic matter and type generated and expelled hydrocarbones.*

*The results of this study reveal levels of rocks with a TOC of 0.58 to 6.01%, corresponding to Silurian, Ordovician and the Faménian, Frasnian clay series. The organic material is of type II, for the Silurian and Ordovician, and mixed to continental tendency in the Upper. A very advanced maturity of rocks, marked by an IAT for 5 in the North and ranging from 2.5 to 3 in the South.*

*The advanced level of maturation of the organic matter has almost affected the whole of the basin, only the southern part seems to be an exception and corresponds to a phase of Genesis of oil.*

*The generation of hydrocarbons is performed during the Paleozoic between 367 and 266 millions years ago. The beginning of the expulsion of oil took place around 365 million years ago.*

*These periods of expulsion are unfavourable if we consider that structural traps are post-hercynian age, unless we can demonstrate the existence of Stratigraphic traps.*

**Keywords:** Sources rocks, characterization, maturation, expulsion, Tindouf Basin



**JEOLJİK MİRAS**  
***GEOLOGICAL HERITAGE***

**Sözlü Sunumlar / *Oral Presentations***

## LEVENT VADİSİNİN (AKÇADAĞ- MALATYA) JEOPARK ENVANTER ÇALIŞMASI

**Yıldırım Güngör<sup>1</sup>, Levent İskenderoğlu<sup>2</sup>, Direnç Azaz<sup>1</sup>, Bayram Güngör<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi, 34320, Avcılar, İstanbul

<sup>2</sup>Malatya Valiliği Koruma, Uygulama ve Denetim Bürosu  
(gungory@istanbul.edu.tr)

### ÖZ

Malatya ili Akçadağ ilçesi Levent bucağı sınırları içinde kalan bölgede yapılan “Levent Vadisi Jeopark Envanter Çalışması”nın amacı; Levent Vadisi içinde bulunan mağaraların tek incelenmesi, vadi içinde ve vadiye komşu alanlarda jeosit nitelikli jeolojik oluşumların saptanması ve envanterlerinin çıkarılmasıdır.

Malatya'nın Akçadağ ilçesi sınırları içinde kalan Levent Vadisi ve civarında Üst Kretase–Pliyosen yaş aralığında çeşitli litostratigrafi birimleri yüzeylemektedir. Mağaralar buradaki killi kireçtaşlarındadır ve doğal süreçlerle oluşmuştur. Vadiyi kesen ana faya dik gelen fayların geliştirdiği çatlak sistemleri üzerinde oluşan bu karstik mağaraların neredeyse tümü daha sonra vadiye yaşayan insanlar tarafından kullanılmış ve yeniden şekillendirilmiştir. Özellikle Yığılıçakıl tepe eteklerindeki ikiz mağaralar, bu tepenin doğusunda yer alan büyük setin kaya duvarlarında bulunan teraslı mağara, tapınak ve Karanlık mağara, Şekilce mahallesinin batısındaki yamaçta bulunan büyük mağara ve üçüz mağara, Levent'in batısında yer alan Kolköy mağaraları ve kuzeyinde yer alan Küçükükürne mağaraları buna örneklerdir. Bu mağaraların oluşumu ve içlerindeki yerleşimlerin zamanına ilişkin veri yoktur. Ancak Malatya civarındaki eski yerleşimlere bakıldığında mağaralarda yerleşimin Paleolitiğe kadar gidebileceği düşünülmektedir. Bu vadiye yapılan çalışma sonunda bu bildiriye Arkeojeosit kavramı da tartışmaya açılmıştır.

Yapılan çalışmalarla 26 adet Jeosit ve Arkeojeosit saptanmış, yürüyüş rotaları haritalanmış, mağaraların iç alanları ve yükseklikleri ölçülmüştür. Levent Vadisi ve civarının jeopark özellikleri dışında, barındırdığı arkeolojik öğelerle birlikte önemli bir “Dünya Mirası” konumundadır.

**Anahtar Kelimeler:** Jeolojik miras, jeopark, jeosit, jeosit, Levent Vadisi

## **GEOPARK INVENTORY STUDY OF LEVENT VALLEY (AKÇADAĞ- MALATYA)**

**Yıldırım Güngör<sup>1</sup>, Levent İskenderoğlu<sup>2</sup>, Direnç Azaz<sup>1</sup>, Bayram Güngör<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi, 34320, Avcılar, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup>Malatya Valiliği Koruma, Uygulama ve Denetim Bürosu  
(gungory@istanbul.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The purpose of “Levent Valley Jeopark Inventory Study” which will be held at Levent village, Akçadağ, Malatya is to study and create and inventory of the jeosit structures both within and around the valley and each cave in the valley*

*Both within Levent Valley and the surrounding area Litostragrophic units which belongs to Kretase–Pliyosen age period are visible on the surface. The caves are clay limestone and developed naturally. Almost all the caves which was formed as a result of the fault lines cutting through the valley and vertical to the main fault line was used by people and reshaped on purpose,*

*Especially twin caves at the skirts of Yiğilçakıl hill, caves located on the rock wallssouth of Yiğilçakıl hill, the Temple Cave, The Dark Cave, The Large Cave at west of Şekilce town, The Triple Caves, Kolköy caves west of Levent town, and Küçükürne Caves North of Levent are good examples of human-geology relation. There no information about the period when people lived in the valley, and when thefirst caves were digged. But based on surrounding settlements, these settlements couldbe back to Paleolithic period. As result of the studies in this valley, the term Archeo-jeosit is proposed for discussion.*

*As a result of the studies 26 Jeosit and Archeo-jeosit were identified. Trail paths were documented on maps, height and area of the caves were measured. Levent Valley and surrounding area is positioned as a World Heritag not only as a Jeopark but also, as an archeological site*

**Keywords:** Geological heritage, jeopark, jeosit, Levent Valley,

## İÇ ANADOLU NEOJEN KIRINTILI TORTULLARINDA GÖKTAŞI ÇARPMA BULGULARI

**Nizamettin Kazancı<sup>1,2</sup>, Mümtaz Kibar<sup>3</sup>,  
Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1</sup>, Haydar Erkoç<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>A.Ü. Mühendislik Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Tandoğan/Ankara

<sup>2</sup>Jemirko, Ankara

<sup>3</sup>A.Ü. Ziraat Fak. Toprak Bölümü, Dışkapı, Ankara

<sup>4</sup> Erkoç Madencilik, Ankara

(Nizamettin.Kazanci@ankara.edu.tr)

### ÖZ

Kırşehir civarında, Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı kaba kırıntılı çökeller içinde orta ve iri çakıl boyunda, yuvarlaklaşmış takilit dokulu taneler bulunmuştur. Bunlar siyah renkli, yüksek silis içerikli, çok sert, çok değişik metamorfik kaya parçalarıdır. Yaklaşık 3 km eninde 7-8 km uzunluğunda bir alana dağılmışlardır. Takilit ve/veya takilit dokulu çakıllar yatakları olduğu alüvyal istifin orta ve üst kesimlerinde görülürler ve aynı boylu tanelerin % 2-5 kadarını oluştururlar.

Takilit dokusu, kısa süreli çok yüksek basınç ve beraberindeki yüksek ısının yarattığı metamorfizmanın sonucudur. Göktaşlarının çarptığı zeminlerde sıklıkla görülürler. Ekonomik veya koleksiyon değeri olmayan bu çakıllar çok güzel “*somut olmayan jeolojik miras*” işaretçileridir; Geç Miyosen öncesi bir zamanda büyük bir göktaşının Anadolu Levhası’na çarpmasını temsil ederler. Büyük olasılıkla çarpma ile oluşan çukurluğun üst bölümleri silisçe zengin metamorfik kabuk haline dönüşmüştür. Sonraki dönemlerde bu kabuk parçalanmış, alüvyal tortullara malzeme olmuş ve ortadan kalkmıştır. Çarpmanın zamanı, çarpma kraterinin yeri ve boyutları hakkında veri yoktur, yalnızca yorum yapılabilir. Göktaşı çarpmaları sık görülen olay değildir, bu sebeple eldeki veriler önemlidir.

Doğal süreçler için belge niteliği olan jeositler somut, elle tutulur jeolojik miras elemanlarıdır. Burada ise bilimsel sonuçları olabilecek önemli bir yer-gök etkileşimi söz konusudur, ancak olayın kendisi değil sonuçları vardır. Bu nedenle “*somut olmayan jeolojik miras*” yorumu yapılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Göktaşı, çarpma krateri, takilit, somut olmayan jeomiras, Kırşehir, Türkiye



## **EVIDENCES OF ASTEROID IMPACT WITHIN NEOGENE CLASTIC SEDIMENTS OF CENTRAL ANATOLIA, TURKEY**

**Nizamettin Kazancı<sup>1,2</sup>, Mümtaz Kibar<sup>3</sup>,  
Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1</sup>, Haydar Erkoç<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>A.Ü. Mühendislik Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Tandoğan/Ankara, Turkey

<sup>2</sup>Jemirko, Ankara, Turkey

<sup>3</sup>A.Ü. Ziraat Fa. Toprak Bölümü, Dışkapı, Ankara, Turkey

<sup>4</sup>Erkoç Madencilik, Ankara, Turkey

(Nizamettin.Kazanci@ankara.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Some rounded, medium to large pebble-sized clasts with tachylite texture have been discovered within coarse-grained sediments of Late Miocene-Pliocene in the Kırşehir region of central Anatolia, Turkey. They are black in colour, high silica-bearing very specific metamorphic rock fragments disseminated in area of ca 3 km wide and 7-8 km long. The tachylitic clasts are found in middle and upper levels of an alluvial sequence and their proportion is ca 2-3 % of the size equivalent clasts in the sediment.*

*The tachylitic texture represents a kind of metamorphism created by high and sudden pressure together with high temperature and this is typical for rock bodies of impact craters. Hence, tachylitic texture indicates that the discovered clasts most probably have been derived from a large impact crater. Presently the impact crater was disappeared because of breaking up and subsequent erosion and it produced the abovementioned rock fragments. Tachylitic clasts, even they have no economic or collection values, represent that a big meteor or asteroid impacted to our Anatolian plate before the Late Miocene time. This event seems to be a typical an intangible geoheritage for our country. Presently there is no data about exact time of the event impact and also site and dimension of its crater. However the discovered clasts are important data as asteroid impacts are not common in the geological records.*

**Keywords:** Meteor, impact crater, tachylite, intangible geoheritages, Kırşehir, Turkey

## NARMAN VADİSİNİN (NARMAN- ERZURUM) JEOPARK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

**Yıldırım Güngör, Direnç Azaz, Yakup Çelik, M. Namık Yalçın**  
*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi, 34320, Avcılar, İstanbul*  
(*gungory@istanbul.edu.tr*)

### ÖZ

Erzurum'un Narman ilçesi sınırları içinde yer alan Narman Vadisi 63 km<sup>2</sup>' lik bir alanı kaplamaktadır. Narman Vadisi Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökellerle kaplıdır. Vadi içinde en altta Yoldere Formasyonu yer almakta ve üzerine Büyükdere Formasyonu uyumlu olarak gelmektedir. Bu birimler yer yer eski alüvyon yelpaze çökelleri ve güncel alüvyonlar tarafından örtülmektedir.

Narman Vadisi Oltu Çayı ile ikiye bölünmüştür. Çayın kuzeyinde yer alan Kırmızı Dere, Kovuk Dere, Bulanık Dere, Göndere, Büyükdere ve Yoldere vadileri ile çayın güneyinde yer alan Komun Dere ve Deve vadileri çalışma sahasındaki önemli vadilerdir. Tüm bu vadilerde birimlerin litolojik özellikleri, eklem sistemleri ve yamaçların coğrafi konumu ve eğimi ile kontrol edilen su ve rüzgar erozyonu çok ilginç aşınma şekillerinin oluşmasına neden olmuştur.

Bu çalışmada vadiler içinde bulunan görsel ve jeolojik açıdan ilginç olan oluşumların, koordinatları ve gerekli tüm ölçümler yapılarak saptanan özellikleri, oluşturulmuş olan envanter formuna kaydedilmiştir. Ana vadi içindeki sekiz dere ve dolayında 14 jeosit belirlenmiş, 56 görsel ve jeolojik değeri olan envanter kaydedilmiştir. Bu unsurları içeren 15 ayrı jeogezi parkuru hazırlanmış ve haritaya işlenmiştir. Bir jeopark alanı için önemli olan biyolojik çeşitlilik çalışması da yapılmış ve Fauna ve Flora saptanarak bu unsurlar için de ayrı bir envanter yapılmıştır. Vadiye komşu alanlarda jeosit olabilecek alanlar taranmış ve Narman Vadisi merkez olacak şekilde bir Jeopark planlaması çalışması başlatılmıştır. Bu girişimin bundan sonraki aşamasında Narman Vadisi'nin UNESCO kriterlerine uygun bir jeopark haline getirilmesi için gerekli çalışmalar yapılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Jeolojik miras, jeopark, jeosit, Narman

## **THE INVESTIGATION OF NARMAN VALLEY (NARMAN- ERZURUM) AS A GEOPARK**

**Yıldırım Güngör, Direnç Azaz, Yakup Çelik, M. Namık Yalçın**

Geology Engineering, İstanbul University, 34320, Avcılar, İstanbul, Turkey  
(gungory@istanbul.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Narman Canyon, located within the boundaries of the Country of Erzurum Narman, covers an area of 63 km<sup>2</sup>. Narman Canyon covered with Pliyo-Quaternary sediments. Oldest formation in the valley is Yoldere Formation. Büyükdere formation is in accordance with this unit, old Alluvial Fan sediments is over this units. Over all of these units are ancient alluviums. Narman Canyon divided with the Oltu stream in two parts. Kırmızı Dere, Kovuk Dere, Bulanık Dere, Göndere, Büyükdere and Yoldere valleys located in the western part and Komun Dere, Deve canyons, located in the eastern part of Oltu stream are important valleys in the field. Narman Canyon is famous with variety of sizes red fairy chimneys. The soluble Fe and Mg elements from the surroundings rocks give the red color to the chimneys.*

*During this work the main valleys in Narman Canyon valley, walked two times, the coordinates of geological occurrences with the Scientific and Visual value of the located in the valleys are recorded and after all required measurements are recorded to the own created inventory form. Around the eight stream in the main valley 14 geosite and 56 pieces inventory with visual and scientific value are saved and to reach this inventories 15 geopark courses are prepared and saved on the map.*

*The biodiversity which is important to make a field a geopark is investigated. Flora and Fauna values are counted one by one and saved as a separate inventory study. The neighboring areas which can be geosit fields is scanned and a Jeopark planning work with the center Narman Canyon is started. The inventory work in Narman Canyon will end in 2012. The geological occurrences near Koçkaya village between Narman-Oltu and the caves formed by piroklastik akıntı near Kilimli Village are the occurrences which support the works of being Jeopark of Narman Kanyon*

*The next stage of this work is to make Narman canyon being appropriate to Unesco criteria. After the fulfillment of these criteria Narman Kanyon has the possibility to be a Jeopark declared by Unesco in short duration*

**Keywords:** Geological heritage, geopark, geosit, Narman

## SÜRDÜREBİLİR BÖLGE KALKINMASI İÇİN JEOLJİK ÇEŞİTLİLİKTEN YARARLANMA

**Aydın Aras**

*Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Van 65080  
(aras5549@yahoo.com)*

### ÖZ

Jeolojik çeşitlilik, doğa koruma ile doğadan yararlanmanın birlikte yürütülmesini öneren, doğa hakkında farkındalık isteyen yeni bir kavramdır. Koruma tarafı daha ağır basar. Doğayı koruyarak kullanmanın uygun yöntemi ise jeoparklar ve jeoturizmdir. Her iki olgu “jeoçeşitlilik” ile mümkündür. Bu düşünce ile bir yandan jeoparklar teşvik edilmekte bir yandan bunun eğitimleri verilmektedir. Bunun iyi bir örneği 2008 yılı 8-10 Ekim tarihlerinde Sibiu Romanya’da “Sürdürülebilir Bölge Kalkınması İçin Jeolojik Çeşitlilikte Yeni Uygulamalar Çalıştayı” adı ile gerçekleştirilmiş ve Hateg Dinazor Jeoparkı gösterilmiştir. Hateg Jeopark’ı bütün Hateg bölgesini kapsamakta ve Orta Karpatların kuzey batısında yer almaktadır. Transilvanya’nın cüce dinazorlarına ait olduğu uluslararası kabul gören fosil kalıntılara sahiptir. Romanya için jeopark doğal ve kültürel mirası korumada yerel yönetimler bağlamında yeni bir dönemi ifade etmektedir. İlk defa, üniversite, merkezi ve yerel yönetimler, özel girmişiciler, eğitim kuruluşları ve sivil toplum örgütleri (STK), sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmede bir araya gelmişlerdir. Hateg bölgesindeki bu jeopark doğal ve kültürel anlamda değerli yerleri kapsayan bir ağ oluşturmuştur. Bütün bu yapıları ilk defa gören ve yaşayan yöre halkı da bu çalışmalara destek olarak gelen ziyaretçilere ev sahipliği yapacak alt yapıyı sağlayarak bir eko-turizm yaratmıştır. Jeopark projesi geleneksel giysi, dansları ve el sanatlarını canlandırmış, yeni tarım ürünleri yetiştirmek için girişimlere yol açmıştır. Ülkemizde bu şekilde değerlendirilebilecek bir çok yer vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Jeopark, Hateg, Romanya, sürdürülebilir kalkınma , STK

## **USE OF GEODIVERSITY FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGIONS**

**Aydın Aras**

Department of Geological Engineering, Yüzüncü Yıl University, Van, 65080, Turkey  
(aras5549@yahoo.com)

### **ABSTRACT**

*Geodiversity is new concept that proposes to perform benefitting and protection of nature together and needs to be aware of the value of nature. Protection side is more important than benefitting. Jeoturizm and Jeoparks are type of proper and protective ways of benefitting of nature. Both of action are possible by geodiversity. From this point of view, on the one hand, geoparks have been encouraged; on the other hand its education have been made. The best example of this was realized by a meeting with name of "Workshop on new practices in geodiversity for the sustainable development of the regions" at Sibiu- Romania October 8-10 2008 and Hateg Country Dinosaurs Geopark is demonstrated. The area of the Hateg Country Dinosaurs Geopark overlaps the Hateg Country, situated in the north-western part of the Middle Carpathians of the Romania. The Hateg area contains one of the latest assemblages of dinosaurs in the world. The fossil remains are internationally unique and are commonly known as the 'dwarf dinosaurs of Transylvania. For Romania, the Geopark opens a new era in approaching natural and cultural heritage conservation in the context of local development. For the first time, universities, central and local authorities, antepreneurs, schools and non governmental organization (NGO) are participating as parteners in creating and implementing an integrated strategy for sustainable development. The Geopark creates a network of natural and cultural significant localities, that are abundant in the Hateg area, to be included in organized tourist routes. The Geopark will become a place of scientific and ecologic education and training. All these effects will be firstly felt by the local communities that will be encouraged to create facilities infrastructure for hosting the visitors and development of eco-tourism. The project will contribute to the revival of the folk traditions (costumes, dances) and handicrafts, creation of new small enterprises for processing agricultural products.*

**Keywords:** Geopark, Hateg, Romania, sustainable, development, NGO



**JEOLJİK MİRAS**  
***GEOLOGICAL HERITAGE***

**Posterler / *Posters***

## SİLİFKE'DEN ANAMUR'A JEOLÖJİK BİR ROTA

**Selim İnan, Nurdan İnan**

*Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343 Çiftlikköy, Mersin  
(sinan@mersin.edu.tr)*

### ÖZ

Orta Toroslar'da yapılmış çalışmalarda, Paleozoyik yaşlı tektonik birlikler, bunları üzerleyen Mesozoyik ve Tersiyer çökelleri tanımlanmıştır. Tektonik birlikler, “Geyikdağı Tektonik Birliği” ve “Aladağ Tektonik Birliği” olarak ayırılmıştır. Bu birliklerin; kaya türü, stratigrafisi ve yapısal özellikleri bakımından birbirinden farklı iki havzayı temsil ettikleri belirtilmiştir. Silifke'den Anamur'a giden yol boyunca, çok karmaşık tektonik ilişkiler gösteren bu formasyonları, dokanakları, kıvrım ve fay çeşitleriyle graben alanlarını görmek mümkündür. Mesozoyik çökelleri olarak tanımlanan formasyonları Silifke'den-Akdere köyüne kadar yol boyunca sırasıyla görebiliriz. Bu formasyonlar Boğsak civarında Alt Triyas yaşlı Kargıcık Formasyonu, batıya doğru giderek Orta Triyas yaşlı Kuşyuvası Tepe formasyonu, Liyas-Alt Malm yaşlı Dibekli Formasyonu ve Orta Jura-Üst Kretase yaşlı Tokmar Formasyonu'dur.

Akdere köyünün 2 km doğusundan itibaren Üst Devoniyen yaşlı Akdere Formasyonu'yla Geyik Dağı Tektonik Birliği'ne ait formasyonlara geçilir. Böylece Mesozoyik yaşlı birimler giderek daha kuzeyde kalır. Sadece, Yeşilovacık güneyinde Kretase-Paleosen yaşlı Hayvandağı formasyonu, Yanışlı köyü kuzeyinde Üst Jura yaşlı Yanışlı Formasyonu ve Aydıncık'ın 2 km doğusundan itibaren de kuzeyde Liyas-Senoniyen yaşlı Cehennemdere Formasyonu görülür. Bozyazı'ya doğru, Aydıncık'ın 2 km batısından itibaren altta Sığircık Formasyonu'yla, üstte Cehennemdere Formasyonu'nun dokanağı izlenir. Mesozoyik çökelleri, başlıca kireçtaşı litolojisiyle temsil edilir ve tektonik birlikleri oluşturan birimleri aşılabilir uyumsuzlukla üzerler. Akdere Formasyonu ile başlayan Geyikdağı Tektonik Birliği Formasyonları, Yeşilovacık'ın 2 km batısında Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı Ovacık Formasyonu, 4 km batısında Üst Silüriyen-Alt Devoniyen yaşlı Karayar Formasyonu, Büyükeceli civarından- Aydıncık'ın 10 km doğusuna kadar Kambriyen- Silüriyen yaşlı Siphahili Formasyonu ile yolboyuna eşlik eder. Aynı tektonik birlik içinde, Aydıncık'ın 2 km doğusundan itibaren Alt Devoniyen yaşlı Sığircık Formasyonu'na geçilir. Aydıncık-Gözne yolu boyunca Karayar Formasyonu litolojileri yol boyuna eşlik eder. Böylece rota boyunca temsil edilen Geyikdağı Tektonik Birliği formasyonlarının hemen tümü gözlenmiş olur.

Tekeli kuzeyinde, en altta Alt Silüriyen yaşlı Eğripınar formasyonu ile başlayarak, Hırmanlı Formasyonu, Karayar Formasyonu, Sığircık Formasyonu ve Akdere Formasyonu ile devam eden, üstte Cehennemdere Formasyonu ve en üstte Dumlugöze Formasyonu'nun bulunduğu Karadağ kesiti, bu jeolojik rotanın neredeyse tüm birimlerini içerir. Tekmen'den batıya doğru gidilirken üstte Cehennemdere Formasyonu, altta Dumlugöze ve Karayar Formasyonları klip şeklindeki tektonik dokanakla izlenir.

Gözne'den- Bozyazıya doğru, altta Geyikdağı Tektonik Birliği'nden Sığircık Formasyonu, üstünde Mesozoyik çökellerinden Cehennemdere formasyonu ve en üstte Aladağ Tektonik Birliği'nden Permiyen yaşlı Dumlugöze Formasyonu yol boyunca görülebilir. Dumlugöze Formasyonu, bu rotada, “Aladağ Tektonik Birliği”ne dahil olan tek formasyondur. Bütün bu birimleri aşılabilir uyumsuzlukla örten Alt-Orta Miyosen yaşlı Mut Formasyonu, rotanın hemen başında, Kızkalesi-Narlıkuyu yolu boyunca izlenebilir. Değişik yaşta, çeşitli litolojiler ile her türden dokanak ve yapıların izlenebildiği bu rotanın, jeoturizm ve eğitim amaçlı olarak kullanılması önerilir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeolojik rota, jeoturizm, Silifke-Anamur



## **A GEOLOGICAL ROUTE FROM SİLİFKE TO ANAMUR**

**Selim İnan, Nurdan İnan**

Mersin University, Department of Geology Engineering, 33343 Çiftlikköy, Mersin  
(sinan@mersin.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In the studies on the Central Taurides, Paleozoic tectonic units and their overlying Mesozoic and Tertiary sediments have been defined. Tectonic units, namely Geyikdağı and Aladağ have been distinguished. It is stated that these units with their lithology, stratigraphy and structural features represent two different basins. These formations showing very complex tectonic relations, their contacts, folds, fault-types and related graben areas can be seen along the road from Silifke to Anamur.*

*We can see formations defined as Mesozoic sediments, respectively along the road from Silifke to Akdere village. These formations are Lower Triassic Kargıcık formation around Boğsak, going westward Middle Triassic Kuşyuvası Tepe formation, Liassic to Lower Malm Dibekli formasyonu and Middle Jurassic to Upper Cretaceous Tokmar formation. From 2 km to the east of the village of Akdere, we pass Geyikdağı tectonic units beginning with the Upper Devonian Akdere formation. Thus, Mesozoic units remain in the more north. The Cretaceous to Paleocene Hayvandağı formation at the South of Yeşilovacık, the Upper Jurassic Yanışlı formation at the North of Yanışlı village and the Liassic to Senomanian Cehennemdere formation from 2 km to the east of Aydıncık are seen. From 2 km to the west of Aydıncık to Bozyazı, the boundary between Sığircık formation at lower part and Cehennemdere formation at upper part is traceable. The Mesozoic sediments mainly represented by limestone overlie the units forming the tectonic unit with an angular unconformity.*

*The formations of the Geyikdağı tectonic unit starting with the Akdere formation, the Cambrian-Ordovician Ovacık formation and the Upper Silurian-Lower Devonian Karayar formation 2 and 4 km to the west of Yeşilovacık respectively, and Cambrian-Silurian Sipahili formation from around Büyükeceli to 10 km east of Aydıncık are present along the road. Within the same tectonic unit, it is passed into the Lower Devonian Sığircık formation at 2 km east of Aydıncık. Lithologies of the Karayar formation are observed along the road of Aydıncık-Gözne. Thus, almost the all formations along the route represented by the Geyikdağı tectonic unit are observed. At the North of Tekeli, the Karadağ section wich starts with the Lower Silurian Eğripınar formation at most lower part and continues upward with the Hirmanlı formation, the Karayar formation, the Sığircık formation, the Akdere formation, the Cehennemdere formation at the upper part and the Dumlugöze formation at the most upper part, includes the almost all units of the this geological route. Westward from Tekmen, the Cehennemdere formation at upper part and Dumlugöze and Karayar formations at lower part are traceable with a tectonic contact as a klip.*

*From Gözne to Bozyazı, the Sığircık formation of the Geyikdağı tectonic unit at lower part, the Cehennemdere formation of the Mesozoic sediments at upper part, then Permian Dumlugöze formation of the Aladağ tectonic unit at most upper part can be seen along the road. The Dumlugöze formation within the this route is only a formation belong to the Aladağ Tectonic unit. The Lower-Middle Miocene Mut formation overlying the all these units with an angular unconformity is traceable along the Kızkalesi-Narlıkuyu road at the immediately the beginning of the route. This rote which can be seen different aged and many kinds of rocks, different contacts and geological structures can be used by goals of the geotourism and education.*

**Keywords:** Geological route, geotourism, Silifke-Anamur:

## ANKARA İLİNDEKİ FRİG TÜMÜLÜSLERİNİN TESPİTİ VE JEOTURİZM MALZEMESİ OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

**Kadir Anıl Tarancı<sup>1</sup>, Tahsin Onur Yücel<sup>1,2</sup>,**

**Koray Koç<sup>1</sup>, Nizamettin Kazancı<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Ankara Üni. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Tandoğan, 06100 Ankara

<sup>2</sup> Jeolojik Mirası Koruma Derneği (JEMİRKO), P.K. 10, 06100 Maltepe, Ankara  
(anil\_trnc@hotmail.com)

### ÖZ

Tarihi ve arkeolojik verilere göre, Milattan Önce 750-300 yılları arasında, orta ve batı Anadolu'da yaşamış olan Frigler, görelî ileri bir medeniyetin temsilcileridir. Günümüze ulaşan en yaygın eserleri kral, prens, vali gibi önemli kişilere ait anıt mezarlardır. Bu anıtlar kayalara oyulmuş biçimde (kaya mezarları) ve toprak yığıma olarak (tümülüs) iki gruptur. Toplu şekilde (mezarlık) veya tek olarak bulunabilirler. Her iki anıt grubu bulunduğu yerin litolojik yapısına göre şekillenmiştir. Toroslarda ve Karadeniz bölgesinde kaya mezarları, iç Anadolu'da ise Tümülüsler çoğunluktadır. Bu durum jeolojinin kültüre etkisinin yanı sıra, yerleşim yeri seçimi ve kültürel değerlerin aktarılmasındaki önemini göstermektedir. Gordion kentine ilave olarak, Ankara Friglerin daimi kullandıkları ve yaşadıkları alanlardan biridir, dolayısıyla birçok Tümülüs bulundurması olağandır. Bu görüşten hareketle, uzaktan algılama destekli incelemelerimiz, Polatlı (Gordion)'dakilere ilaveten Ankara İl merkezinde 9 (dokuz), Elmadağ civarında 3 (üç), Kazan-Kızılcahamam arasında 2 (iki), Ayaş-Beypazarı civarında 2 (iki) tümülüs bulunduğunu ortaya koymuştur. Boyutlarına göre yapılan sınıflandırmada çok azının krallara (en büyüklerinin Kral için yapıldığı yaklaşımı ile) ait olduğu, ekserisinin prens veya valiler için yapıldığı söylenebilir. Krallara ait olana tipik örnek AŞTİ yakınındaki iki tümülüs gösterilebilir. Yapımlarında kullanılan taş-toprak malzemeler en az bir km gerilerden taşınmıştır. Bugün için tümülüsler genellikle basık tepe biçiminde olup Ankara'nın engebeli arazi yapısı içinde dikkat çekmezler. Son yıllarda bilerek veya bilmeyerek ortadan kaldırılmaktadır. Jemirko, Ankara Üniversitesi'nin desteği ile kültürel ve jeolojik miras olan tümülüsleri jeoturizme kazandırma için çalışmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Frigler, tümülüs, Gordion, jeoturizm

## **SEARCH AND EVALUATION OF THE PHYRIGIAN TUMULUSES FOR GEOTOURISM PURPOSE IN ANKARA PROVINCE, TURKEY**

**Kadir Anıl Tarancı<sup>1</sup>, Tahsin Onur Yücel<sup>1,2</sup>,  
Koray Koç<sup>1</sup>, Nizamettin Kazancı<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Ankara Üni. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Tandoğan, 06100 Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Jeolojik Mirası Koruma Derneği (JEMİRKO), P.K. 10, 06100 Maltepe, Ankara, Turkey  
(anil\_trnc@hotmail.com)

### **ABSTRACT**

*Phrygians that occupied at central and western Anatolia during the BC 750-300 were created a relative high civilisation based on historical and archaeological data. Presently the most famous remains inherited from this civilisation are monumental graves built for kings, princes-princes or local governors. They are mainly two groups as tombs built on rocks and ground hills called tumulus. It seemed that type of the mausoleum was chosen or preferred according to local lithology. Rocky tombs at Taurus belt and Black-Sea region but tumulus were usual in central Anatolia. These lithology-basis differences indicate that geology had affected not only social life but also preservation of cultural values. Together with Gordion, the Ankara region was one of the most used settlement areas by Phrygians; consequently it is not surprising that a lot of tumulus should be found in province of the city. Hence, our searches supported by a remote-sensing technique showed presence of 9 (nine) tumulus in city centre, 3 (three) at Elmadağ area, 2 (two) at Kazan-Kızılcahamam area and 2 (two) at Beypazarı-Ayaş area. To our description adopting the bigger ones for kings, majority of the tumulus in Ankara province must be belong to princes or governors. Two hills near the AŞTİ (intercities bus terminal) are good examples for kings' tumulus. The raw material used for their construction had been transported from one km away at least. Presently, tumuluses look like rounded and compressed hills and they do not take much attention within the hilly morphology of the Ankara province. Recently, tumuluses have been largely destroyed libaretely or deliberately, however they are archaeological and also geological heritages typically. Jemirko has been focused on them for geotourism purpose with cooperation of Ankara University.*

**Keywords:** *Phrygian, tumulus, Gordion, geotourism*

## GÜVEM BAZALT SÜTUNLARININ MAKROSKOBİK VE MEZOSKOBİK ÖZELLİKLERİ: SÜTUNLARIN ANALİTİK İNCELEMESİ

**Nizamettin Kazancı<sup>1</sup>, Yaşar Suludere<sup>2</sup>,  
Özgür Yedek<sup>1</sup>, Tahsin Onur Yücel<sup>1</sup>, Burak Kabaca<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara

<sup>2</sup>Jemirko-Jeolojik Mirası Koruma Derneği, P.K. 10 06100 Maltepe, Ankara  
(kazanci@eng.ankara.edu.tr)

### ÖZ

Orta-geç miyosen yaşlı güvem bazalt sütunları, Kızılcahamam - Çamlıdere Jeoparkı'nın önemli jeositlerindedir. Burada dikey duruşlu büyük sütunlar üzerinde değişik yönlere eğilim gösteren kısa sütunlar bulunur. Yani, düzenli sütunlar, düzensiz sütunlar ile örtülmektedir. Bu jeositin önemi, görsel güzelliğinin yanında jeoloji kayıtlarında nadir olan düzenli ve düzensiz sütunları birlikte bulundurmasıdır. Bu haliyle çok eski tartışma konularından olan sütun bazaltlarının oluşumlarının araştırılması için ideal yerlerden birisidir. Jeopark ve jeosit hakkında ayrıntılı veri derlemek, elde edilen verileri sütunların oluşumlarında kullanmak üzere önce tüm bazaltların alan dağılımı 1/5000 ölçekli haritalanmıştır. Daha sonra belirli alanlar seçilerek buralardaki bütün sütunlar tek tek yanal ve düşey yönlerde incelenmiş ve ölçülandırılmıştır. Yine belirli aralıklarla örnekler alınmış, mikroskobik ve kimyasal olarak değişimleri araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre düzenli ve düzensiz sütunların en-boy ölçüleri (yüzey genişlikleri) ile sütun geometrileri yerel olarak değişmektedir. Düzenli sütunların çoğunlukla beşgen ve altıgen oldukları, çok azının simetrik yapıya sahip olduğu, çoğunluğunun değişken yüzeyli olduğu gözlenmiştir. Sütun kalınlıkları da yanal ve düşey yönde değişkendir. Düzenli sütunların altlarda 8-21 cm arasında yüzeyleri olduğu, yukarılarda ise bunların 5-15 cm kalınlığa kadar değiştiği gözlenir. Düzenli ve düzensiz sütunların geçişi, yer yer keskin, yer yer derecelidir. Düzensiz sütunlar 125-175 cm boyunda olup 18-20 kez tekrarlanırlar. Her bir seviyedeki sütunlar; kare, beşgen ve nadiren altıgen yüzeylidir. Yüzeyler 4-7cm arasında değişir. Harita dağılımına göre sütun bazaltlar 5,5 km uzunluğunda 1,2 km genişliğinde kaşık biçimli bir lav gölünden meydana gelmişlerdir. Gölün en derin yeri 130 m kadar olup bunun yarısından azı düzenli, kalanı düzensiz sütunlar oluşturacak şekilde katılmıştır. Düzenli sütunlar yavaş, düzensiz sütunlar hızlı soğumanın ürünleridir.

**Anahtar Kelimeler:** Bazalt sütun, Güvem, Kızılcahamam-Çamlıdere Jeoparkı, Ankara

**MEZOSCOPIC FEATURES OF THE GÜVEM COLUMNAR BASALTS,  
KIZILCAHAMAM, ANKARA:  
ANALYTIC STUDY OF THE BASALT COLUMNS**

**Nizamettin Kazancı<sup>1</sup>, Yaşar Suludere<sup>2</sup>,  
Özgür Yedek<sup>1</sup>, Tahsin Onur Yücel<sup>1</sup>, Burak Kabaca<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara, Turkey

<sup>2</sup>Jemirko-Jeolojik Mirası Koruma Derneği, P.K. 10 06100 Maltepe, Ankara, Turkey  
(kazanci@eng.ankara.edu.tr)

**ABSTRACT**

*The Güvem columnar basalts of Late Miocene are one of significant geosites of the Kızılcahamam – Çamlıdere Geopark in Ankara, Turkey. It forms a superposition of collonade and entablature basalts such an occurrence, superimposed regular and irregular basalt columns are very rare in the geological records. Therefore the geosite is a unique locality to study formation of columnar basalts which is one the oldest geological discussions, a part from being a scenic view for geopark visitors. Here we present individual geometries and mesoscopic features of the basalt columns, in addition to microscopy and grochemichal properties for genetic interpretations. In order to gther data, the basalt unit was mapped at the scale of <sup>1</sup>/5000 and then regular columns (colonnades at the lower part of the basalt) were counted and measured at three given areas ( 12-15 m wide and 18-20 m long). Irregular columns at the upper part of the unit were also counted and measured in 2m-intervals. It should be noted here irregular columns (entablatures) form 18-20 levels by separate column bundles. Rock samples were collected from base , middle and uppermost part of the same columns in order to detect vertical variation in geochemistry.*

*Analytical result display that regular columns are not so regular physically. Their cross-sections are mostly unequal pentagons or hexagons. Surface size vary 8 to 21cm, however they become 5 to 15cm toward up. There is a gradational contact as much as 10-30cm between regular and irregular columns. Irregular columns from 18-20 bands, of which thicknesses are 125-175cm. cross-sections of entablature columns are mostly rectangular and pentagon, but rarely hexagon with 4-7cm in dimension.*

*The exposure shows that columnar basalts were formed by cooling of a lingoidal lava lake ca 5,5km long and 1,2 km wide. Maximum depth of this basalt lake was ca 130m and colonnades took place in the depocentre of the lava lake. Irregular columns represent upper level of the lake subject to rapid cooling. There in no significiant changes along the columns. Our group in working for further results.*

**Keywords:** Basalt column, Güvem, Kızılcahamam-Çamlıdere Geopark, Ankara



**MAGMATİZMA VE MAGMATİK SÜREÇLER**  
***MAGMATISM AND MAGMATIC PROCESSES***

**Sözlü Sunumlar / *Oral Presentations***

## ABİSAL VE AŞIRI TÜKETİLMİŞ NEOTETİS MANTO PERİDOTİTLERİ (GB-TÜRKİYE): OKYANUS ORTASI SIRT VE YİTİM ZONLARINDA ERGİME VE METAZOMATİZMA SÜREÇLERİ

**İbrahim Uysal<sup>1</sup>, E. Yalçın Ersoy<sup>2</sup>, Orhan Karslı<sup>3</sup>, Yildirim Dilek<sup>4</sup>,  
M. Burhan Sadıklar<sup>1</sup>, Massimo Tiepolo<sup>5</sup>, Thomas Meisel<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 61080-Trabzon

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 35160, İzmir

<sup>3</sup> Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 29000-Gümüşhane

<sup>4</sup> Department of Geology & Environmental Earth Sciences,  
Miami University, 45056-Oxford, USA

<sup>5</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pavia,  
Via Ferrata 1, 27100-Pavia, Italy

<sup>6</sup> Department of General and Analytical Chemistry,  
University of Leoben, 8700-Leoben, Austria  
(iuyasal@ktu.edu.tr)

### ÖZ

Güneybatı Türkiye’de (Muğla) yüzeyleyen Kretase yaşlı Neotetis okaynusu kalıntıları olan üst manto peridotitleri ana oksit, iz ve Lantanit Grubu Element (LGE) içerikleri ile platin grubu element (PGE) ve Re-Os izotop bileşimleri bakımından analizlenmişlerdir. Petrolojik geçmişlerinin ve tektonik oluşum ortamlarının daha iyi aydınlatılmasına yönelik detaylı mineral kimyası çalışmaları da gerçekleştirilmiştir. Muğla peridotitleri başlıca, klinopiroksen bakımından zengin harzburjitler (Kpir-harzburjit), tüketilmiş harzburjitler ve dunitler olmak üzere başlıca üç farklı litolojiden oluşurlar. Kpir-harzburjitler daha yüksek CaO (2.27 ağı. %), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2.07 ağı. %) ve LGE (53 ppb) içeriklerine sahip olup, <sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os<sub>(i)</sub> oranları 0.12497-0.12858 arasında değişir. Söz konusu kayaç grubu bünyesindeki piroksenler Al içerikleri bakımından zengin olup, spinel kristallerinin Cr# değerleri düşüktür (13-22). Buna karşılık, tüketilmiş harzburjitler ve dunitler daha düşük CaO (0.58 ağı. %), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.42 ağı. %) ve LGE içerikleri (1.24 ppb) ile temsil edilirler. Klinopiroksenler Al içerikleri bakımından oldukça fakir, bunlara eşlik eden spinel kristalleri ise Cr# değerleri (33-83) bakımından daha yüksektir. <sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os<sub>(i)</sub> oranları 0.12078-0.12588 arasında değişmekte olup, Kpir-harzburjitlere oranla daha az radyojeniktir.

Mineral kimyası ve tüm kayaç iz ve LGE içerikleri yanısıra PGE jeokimyası, söz konusu kayaçların tek evreli bir kısmı ergime kalıntıları olmadıklarını, buna karşılık, en azından iki farklı kısmı ergime ve zenginleşme (metazomatizma) olaylarının etkisinde kaldığını göstermektedir. Kpir-harzburjitlerin iz element içerikleri, ilksel üst mantonun ~%10-16 civarında kapalı sistem kısmı ergimesi ile modellenebilirken, tüketilmiş harzburjit ve dunitler, daha önceden ~%16 civarında tüketilmiş üst mantonun tekrar ~%10-16 civarında açık sistem kısmı ergimesi ile modellenebilmektedir. Bu modellerlere göre, Kpir-harzburjitlerin okyanus ortası sırt (OOS) ortamında gelişen ilk evre kısmı ergime



kalıntıları ve söz konusu ergime esnasında gelişen düşük dereceli ergiyik-kayaç etileşimi ürünleri oldukları öngörülmektedir. Tüketilmiş harzburjit ve dunitlerin ise yitim zonunda gelişen ikinci evre kısmi ergime kalıntıları ve bu ergime esnasında manto kamasında gelişen zenginleşme (metazomatizma) ürünleri oldukları düşünülmektedir. Muğla peridotitini temsil eden örnekler Re-Os izotop bileşimleri, ~250 Ma, ~400 Ma ve ~750 My civarında model yaş vermekte olup, söz konusu yaşlar muhtemelen Neotetis, Reyik ve Proto-Tetis okyanusları ile ilişkili ana tektonik olayları yansıtmaktadır. Bununla birlikte, >1000 My civarında elde edilen model yaşın ise, Proto-Tetis okyanusunun gelişiminden daha önceki kısmi ergime olayları ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Üst manto peridotitleri, Neotetis ofiyoliti, kısmi ergime, ergiyik ayrılımı ve metazomatizma, Re/Os izotopu

**ABYSSAL AND ULTRA-DEPLETED SSZ TYPE MANTLE  
PERIDOTITES IN A NEO-TETHYAN OPHIOLITE IN SW TURKEY:  
IMPLICATIONS FOR THE MELTING AND REFERTILIZATION IN  
MOR AND SSZ**

**İbrahim Uysal<sup>1</sup>, E. Yalçın Ersoy<sup>2</sup>, Orhan Karslı<sup>3</sup>, Yıldırım Dilek<sup>4</sup>,  
M. Burhan Sadıklar<sup>1</sup>, Massimo Tiepolo<sup>5</sup>, Thomas Meisel<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü,  
61080-Trabzon, Turkey

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 35160, İzmir, Turkey

<sup>3</sup> Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 29000-Gümüşhane, Turkey

<sup>4</sup> Department of Geology & Environmental Earth Sciences,  
Miami University, 45056-Oxford, USA

<sup>5</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pavia,  
Via Ferrata 1, 27100-Pavia, Italy

<sup>6</sup> Department of General and Analytical Chemistry,  
University of Leoben, 8700-Leoben, Austria  
(iuyosal@ktu.edu.tr)

**ABSTRACT**

We present new, whole-rock major and trace element chemistry, including rare earth elements (REE), platinum-group elements (PGE), and Re-Os isotope data from the upper mantle peridotites of a Cretaceous Neo-Tethyan ophiolite in the Muğla area in SW Turkey. We also report extensive mineral chemistry data for these peridotites in order to better constrain their petrogenesis and tectonic environment of formation. The Muğla peridotites consist mainly of cpx-harzburgite, depleted harzburgite, and dunite. Cpx-harzburgites are characterized by their higher average CaO (2.27 wt.%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2.07 wt.%), REE (53 ppb), and <sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os<sub>(i)</sub> ratios varying between 0.12497–0.12858. They contain Al-rich pyroxene with lower Cr content of coexisting spinel (Cr# = 13–22). In contrast, the depleted harzburgites and dunites are characterized by their lower average CaO (0.58 wt.%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.42 wt.%), and REE (1.24 ppb) values. Their clinopyroxenes are Al-poor and coexist with high-Cr spinel (Cr# = 33–83). The <sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os<sub>(i)</sub> ratios are in the range of 0.12078–0.12588 and are more unradiogenic compared to those of the cpx-harzburgites.

Mineral chemistry and whole rock trace and PGE data indicate that formation of the Muğla peridotites cannot be explained by a single stage melting event; at least two-stages of melting and refertilization processes are needed to explain their geochemical characteristics. Trace element compositions of the cpx-harzburgites can be modeled by up to ~10–16% closed-system dynamic melting of a primitive mantle source, whereas those of the depleted harzburgites and dunites can be reproduced by ~10–16% open-system melting of an already depleted (~16%) mantle. These models indicate that the cpx-harzburgites are the products of first-stage melting and low-degrees of melt-rock interaction that occurred in a mid-ocean ridge (MOR) environment. However, the depleted harzburgites and dunites are the product

*of second-stage melting and related refertilization which took place in a supra subduction zone (SSZ) environment. The Re-Os isotope systematics of the Muğla peridotites gives model age clusters of ~250 Ma, ~400 Ma and ~750 Ma that may record major tectonic events associated with the geodynamic evolutions of the Neo-Tethyan, Rheic, and Proto-Tethyan oceans, respectively. Furthermore, >1000 Ma model ages can be interpreted as a result of an ancient melting event before Proto-Tethys evolution.*

**Keywords:** *Upper mantle peridotites, Neo-Tethyan ophiolites, partial melting, melt percolation and refertilization, Re/Os isotope.*

## KIZILDAĞ OFİYOLİTİ (G-TÜRKİYE): ERGİME VE ETKİLEŞİM SÜREÇLERİ VE Re-Os JEOKRONOLOJİSİ

**İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Samet Saka<sup>1</sup>, E. Yalçın Ersoy<sup>2</sup>, Utku Bağcı<sup>3</sup>,  
Melanie Kaliwoda<sup>4</sup>, Chris J. Ottley<sup>5</sup>, Michael Brauns<sup>6</sup>,  
A. Dündar Şen<sup>1</sup>, Necla Köprübaşı<sup>7</sup>, Tamer Rızaoğlu<sup>8</sup>**

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 61080, Trabzon

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 35160, İzmir

<sup>3</sup> Mersin Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 33342, Mersin

<sup>4</sup> Mineralogical State Collection Munich, LMU, D.80333, München, Germany

<sup>5</sup> NCIET, Department of Earth Sciences, University of Durham, DH1 3LE Durham, U.K.

<sup>6</sup> CEZ Archäometrie GmbH, 68159 Mannheim, Germany

<sup>7</sup> Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 41380-Kocaeli

<sup>8</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 46100, Kahramanmaraş  
(iuyisal@ktu.edu.tr)

### ÖZ

Kızıldağ (Hatay) ofiyolitine ait manto tektonitleri tüketilmiş özellikte olup,  $Al_2O_3$  ve CaO içerikleri ilksel üst mantoya göre düşüktür (sırasıyla 0.23–0.95 ağ.% ve 0.10–0.92 ağ.%). Olivin (Fo = 90.3–91.2) ve bunlarla denge hâlinde kristallenmiş spinel kristalleri (Cr# = 46.9–62.3) olivin-spinel manto yönemesi (OSMY; Arai, 1994) alanı içerisinde dağılım sunarlar. Bu değerler, söz konusu kayaçların %20–30'luk bir kısmı ergime kalıntısı olduklarını gösterir. Buna karşılık manto peridotitlerine ait bazı örneklerde benzer spinel Cr# değerlerine karşılık daha düşük Fo (90.3–89.2) değerlerine sahip olivin kristalleri gözlenmiş olup, söz konusu örnekler için veriler OSMY alanı dışında kalırlar. Spinel kristalleri çoklukla düşük  $TiO_2$  (<0.08 %ağ.) içeriklerine sahip olmakla birlikte, düşük Fo içerikli olivin kristalleri ile denge halindeki spinel kristallerinin  $TiO_2$  içerikleri 0.23 ağ.%'a kadar çıkmaktadır. Bu durum, söz konusu kayaçların kısmi ergime derecelerini yansıtan spinel Cr# değerleri ile uyumlu değildir.

Manto peridotitlerine ait örneklerin ağır Lantanit Grubu Element (LGE) içerikleri ilksel mantoya göre 10–80 kat tüketilmiş olup, örneklerin LGE desenleri, hafif LGE'lerden ağır LGE'lere doğru bir artış gösterir. Bu özellikleri ile Kızıldağ ofiyolitinin manto kesimini temsil eden peridotit örnekleri farklı derecelerde (%20–30) kısmi ergime kalıntıları olarak düşünülebilir. Hafif LGE'lerden orta LGE'lere doğru gözlenen düz bir desen, uyumsuz olan La ve Ce gibi hafif LGE'lerdeki zenginleşmenin kısmi ergime ilişkili tüketilmenin yanı sıra, zenginleşme olayları ile de ilişkili olduğunu gösterir.

Kızıldağ ofiyolitinin manto ve kabuk kesimini temsil eden farklı kayaç gruplarından seçilmiş örnekler tüm kayaç renyum (Re) ve osmiyum (Os) konsantrasyonları ve Os-izotop bileşimleri bakımından analizlenmişlerdir. Manto peridotitlerini temsil eden örnekler düşük Re (35–44 ppt) ve yüksek Os (1.12–3.5 ppb) içeriklerine sahip olup, manto peridotitlerinden ofiyolitik istifin üst kısımlarını temsil eden kümülat gabbro ve volkanitlere doğru Re içeriklerinde

artış (783 ppt'ye kadar), Os içeriklerinde ise bir azalma (13 ppt'ye kadar) söz konusudur. Bununla birlikte  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  ve  $^{187}\text{Re}/^{188}\text{Os}$  değerleri manto peridotitlerinden (0.1203–0.1248 ve 0.5–1.2) kümülat gabbro (0.1322–0.2180 ve 20–385) ve volkanitlere (0.2833 ve 890) doğru bir artış gösterir. Manto peridotitleri ve kümülat gabroların tüm kayaç izotopik bileşimleri  $^{187}\text{Re}/^{188}\text{Os}$ – $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  izokron diyagramında lineer bir yönseme ( $r^2=0.905$ ) sunar. Bu örneklerden elde edilen  $92.3\pm 16$  My izokron yaşı, ergiyik oluşumu ve Kızıldağ ofiyolitine ait yitim karakterli (SSZ) ultramafik-mafik birimlerinin kristalizasyonunun Turoniyen (Geç Kretase) yaşlı olabileceğini gösterir.

Manto peridotitlerindeki spinel kristallerinin artan Cr# değerlerine karşılık  $\text{TiO}_2$  içeriklerindeki artış ve tüm kayaç bazında hafif LGE içeriklerindeki zenginleşme, bu kayaçların basit bir kısmi ergime kalıntıları (abisal peridotit) olmadıklarını, buna karşılık ilk evre kısmi ergime sonrasında yitim ilişkili bir ergime (yitim peridotitleri) ile oluşan ve yitim karakterli kümülat kayaçları kristallendiren ada yayı toleyitleri türünde ergiyiklerle etkileştiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kızıldağ ofiyoliti, mineral kimyası, jeokimya, Os-izotopu, jeokronoloji

## **KIZILDAĞ OPHIOLITE (S-TURKEY): MELTING AND INTERACTION PROCESSES, AND RE-OS GEOCHRONOLOGY**

**İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Samet Saka<sup>1</sup>, E. Yalçın Ersoy<sup>2</sup>, Utku Bağcı<sup>3</sup>,  
Melanie Kaliwoda<sup>4</sup>, Chris J. Ottley<sup>5</sup>, Michael Brauns<sup>6</sup>,  
A. DüNDAR ŞEN<sup>1</sup>, Necla Köprübaşı<sup>7</sup>, Tamer Rızaoğlu<sup>8</sup>**

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 61080, Trabzon, Turkey

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 35160, İzmir, Turkey

<sup>3</sup> Mersin Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 33342-Mersin, Turkey

<sup>4</sup> Mineralogical State Collection Munich, LMU, D.80333, München, Germany

<sup>5</sup> NCIET, Department of Earth Sciences, University of Durham, DH1 3LE Durham, U.K.

<sup>6</sup> CEZ Archäometrie GmbH, 68159 Mannheim, Germany

<sup>7</sup> Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 41380-Kocaeli, Turkey

<sup>8</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü,  
46100, Kahramanmaraş, Turkey

(iuyosal@ktu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Mantle peridotites from the Kızıldağ ophiolite are depleted to some extent, and are characterized by very low  $Al_2O_3$  (0.23–0.95 wt%) and CaO (0.10–0.92) contents, which are lower than primitive mantle values. Olivine ( $Fo = 90.3–91.2$ ) and spinel crystals ( $Cr \# = 46.9–62.3$ ) in equilibrium with olivine are distributed within the olivine-spinel mantle array (OSMA; Arai, 1994). These values suggest that the peridotites represent the 20–30% partial melting residue. However, in some samples of mantle peridotites, spinel with similar  $Cr\#$  found to coexist with lower  $Fo$  (90.3–89.2) olivine, and these data plot out of OSMA. Most spinel crystals have low  $TiO_2$  (<0.08% wt%) content; however, spinel coexisting with low  $Fo$  olivine are enriched in  $TiO_2$  up to 0.23 wt%, which is not consistent with their high  $Cr\#$  nature, reflecting higher degree of partial melting.

Heavy Lanthanide Group Element (LGE) contents of mantle peridotites are 10-80 times depleted compared to the primitive mantle; LGE patterns of the samples show slight increase towards light LGE to heavy LGE. Accordingly, mantle peridotite samples of the Kızıldağ ophiolite are considered to represent remnants of different degrees (20–30%) of partial melting. Light LGE to middle LGE transition is almost flat. La and Ce is more incompatible, therefore, are expected to be more depleted compared to middle LGE. In this case, enrichment of light LGE is explained with refertilization processes associated with partial melting in suprasubduction zone environment.

Selected samples from the different part of the ophiolitic sequence were analyzed for whole-rock rhenium (Re) and osmium (Os) concentrations, and Os-isotope compositions. Mantle peridotites are represented with low Re (35–44 ppt) and high Os (1.12–3.5 ppb). Re increases (up to 783 ppt) and Os decreases (down to 13 ppt) towards mantle peridotites to upper part of the ophiolitic sequence such as cumulate gabbros and volcanics. Also,  $^{187}Os/^{188}Os$

and  $^{187}\text{Re}/^{188}\text{Os}$  ratios in mantle peridotites (0.1203–0.1248 and 0.5–1.2) show an increase towards cumulate gabbro (0.1322–0.2180 and 20–385) and volcanics (0.2833 and 890). Whole-rock samples from these samples display a well-defined linear trend ( $r^2=0.905$ ) in an  $^{187}\text{Re}/^{188}\text{Os}$  vs  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  isochron diagram. These samples collectively define an isochron with a best-fit age of about  $92.3\pm 16$ , suggesting that the melt evolution and crystallization age of the SSZ ultramafic-mafic units of the Kızıldağ ophiolite is late Cretaceous (Turonian).

Increase in  $\text{TiO}_2$  content with increase of Cr# in spinel as well as enrichment of light LGE in whole-rock samples are against to consider the mantle peridotites as abyssal peridotites and these features cannot be explained by simple melting story for the evolution of the mantle peridotites. However, it may be suggested that the interaction of island arc tholeiite like melt, from which the SSZ-type cumulate rocks of the Kızıldağ ophiolite were crystallized, can explain the light LGE and  $\text{TiO}_2$  enrichment in whole-rock and spinel, respectively.

**Keywords:** Kızıldağ ophiolite, mineral chemistry, geochemistry, Os-isotope, geochronology

## ERKEN JURA YİTİM ZONU ÜSTÜ OFİYOLİTİNE TÜRKİYE'DEN BİR ÖRNEK: REFAHİYE (ERZİNCAN) OFİYOLİTİ

**İsmail Emir Altıntaş<sup>1</sup>, Gültekin Topuz<sup>2</sup>,  
Ömer Faruk Çelik<sup>1</sup>, Yann Roland<sup>3</sup>, Gönenç Göçmengil<sup>2</sup>, Mutlu Özkan<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli*

*<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul*

*<sup>3</sup> Géosciences Azur, UMR 6526, Université de Nice-Sophia Antipolis,  
Parc Valrose, 06108 Nice cedex 2, France  
(iemiraltintas@hotmail.com)*

### ÖZ

Refahiye Ofiyoliti (Erzincan, Türkiye), İzmir-Ankara-Erzincan kenedinin hemen kuzeyinde yer almaktadır. Ofiyolit, ara dilim olarak düşük, orta dereceli Erken Jura yaşlı metamorfik kayalarla birlikte bulunmaktadır. Ofiyolit kuzeyde Kuzey Anadolu Fayı, güneyde ise Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanjla sınırlanmaktadır. Bütün bu kayalar, Orta Eosen ve daha genç çökeller tarafından uyumsuz olarak örtülür. Çalışılan alanda, Refahiye Ofiyoliti, başlıca peridotitler (dunit ve harzburjit) ve bunları kesen değişik boyutlardaki piroksenit, gabroyik kayalardan oluşmaktadır. Gabroyik kayalarla içinde veya onların yakınlarında peridotitler içinde plajiyogranit damarları mevcuttur.

Gabroyik kayalar başlıca iki değişik tür tarafından temsil edilmektedir: Tip 1 kümülat niteliğinde gabro tarafından temsil edilmekte olup, başlıca plajiyoklas, klino-piroksen, ± flogopit, ± orto-piroksen ve ± olivin mineralleri içermektedir. Bozuşmaya bağlı olarak gelişen ikincil mineraller klorit, aktinolit, kalsit ve serpantin ile temsil edilmektedir. Tip 2 gabrolar ise, plajiyoklas, amfibol, ilmenit ve titanit içermektedir. İkincil olarak prehnit, pumpellyit ve aktinolit gözlenmektedir. Tip 2 gabrolar jeokimyasal olarak ada yayı toleyitlerine benzemektedir.

Tip 2 gabrolarına ait hornblendler üzerinde yapılan <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar ve de plajiyogranitlere ait zirkonlar üzerinde yapılan U-Pb yaş tayinleri ofiyolitin Erken Jura yaşında olduğunu belgelemektedir. Bu niteliği ile Refahiye Ofiyoliti Türkiye'deki ilk Jura yaşlı ofiyoliti temsil etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ofiyolit, metamorfizma, Doğu Pontidler, Jura



## **AN EXAMPLE FOR EARLY JURASSIC SSZ TYPE OPHIOLITE FROM TURKEY: REFAHIYE (ERZİNCAN) OPHIOLITE**

**İsmail Emir Altıntaş<sup>1</sup>, Gültekin Topuz<sup>2</sup>,  
Ömer Faruk Çelik<sup>1</sup>, Yann Roland<sup>3</sup>, Gönenç Göçmengil<sup>2</sup>, Mutlu Özkan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli, Turkey

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü,  
34469 Maslak, İstanbul, Turkey

<sup>3</sup> Géosciences Azur, UMR 6526, Université de Nice-Sophia Antipolis,  
Parc Valrose, 06108 Nice cedex 2, France  
(iemiraltintas@hotmail.com)

### **ABSTRACT**

Refahiye Ophiolite (Erzincan, Turkey) is located on the north of İzmir-Ankara- Erzincan Suture Zone, as a slice between Early Jurassic low grade to middle grade metamorphic rocks. Ophiolite is bounded by North Anatolian Fault Zone by north and by Upper Cretaceous ophiolitic mélangé by south. All of these units are covered by Eocene and younger units with nonconformity. In study area, Refahiye Ophiolite consists mainly of peridotites which are dunites and harzburgites and which were intruded by pyroxenite and gabbroic rocks. There are plagiogranite veins in gabbroic rocks or peridotites who are next to those gabbroic rocks.

Gabbroic rocks are represented by mainly two different groups: Type-1 is represented by cumulate gabbros and consists plagioclase, clinopyroxene, phlogopite, orthopyroxene, olivine. Chlorite, actinolite, calcite and serpentine minerals in gabbros are related to the alteration. Type-2 consists plagioclase, amphibole, ilmenite and titanite and prehnite, pumpellyite and actinolite are related to the alteration. Gabbros which are classified as Type-2, are geochemically resembled to island arc tholeiites.

Hornblende plateau ages from Type-2 gabbros which were measured with <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating methode and U-Pb measurements from zircons of plagiogranite are yielded an age of Early Jurassic. Wit contribution of this study, Refahiye Ophiolite represents the first Jurassic aged ophiolite in Turkey.

**Keywords:** Ophiolite, metamorphism, Eastern Pontides, Jurassic

## GD TÜRKİYE OFİYOLİTİK KROMİTİTLERİ: KROMİT KİMYASI, PLATİN GRUBU ELEMENT (PGE) JEOKİMYASI VE MİNERALOGİSİ

**Recep Melih Akmaz<sup>1</sup>, İbrahim Uysal<sup>2</sup>, Samet Saka<sup>2</sup>,  
Federica Zaccarini<sup>3</sup>, Rupert Hochleitner<sup>4</sup>, Utku Bağcı<sup>5</sup>,  
Thomas Fehr<sup>4</sup>, Tamer Rızaoğlu<sup>6</sup>, Necla Köprübaşı<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi,  
67100 Zonguldak

<sup>2</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 61080 Trabzon

<sup>3</sup> Department of Applied Geological Sciences and  
Geophysics, University of Leoben, Austria

<sup>4</sup> Ludwig Maximilian Universität, Mineralogische Staatssammlung, München, Germany

<sup>5</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mersin Üniversitesi, 33343 Mersin

<sup>6</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,  
46100 Kahramanmaraş

<sup>7</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kocaeli Üniversitesi, 41380 Kocaeli  
(rmelihakmaz@gmail.com)

### ÖZ

Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitleri Berit Dağı-Göksun, Afşin (Kahramanmaraş) İslahiye (Gaziantep) ve Doğanşehir (Malatya) bölgelerinde yer alan tüketilmiş manto peridotitleri (harzburjit ve dunit) içerisinde damar ve merceksi bir yapıda bulunmaktadır. Dokusal olarak bantlı, masif ve saçınımlı bir yapıya sahip olan kromitler, alterasyondan çoklukla etkilenmemiş olup, kimyasal bileşimleri bakımından geniş bir aralık sunmaktadır ( $Cr_2O_3$ =% ağı. 35–61,  $Al_2O_3$ =% ağı. 8–33 ve  $TiO_2$ =% ağı. 0.06–0.29; Cr#=45–86 ve Mg#=46–76). GD Türkiye ofiyolitik kromitlerinin PGE içerikleri genellikle düşüktür (42–348 ppb, ortalama 126 ppb) ve tüm kromitler IPGE (Os+Ir+Ru) içerikleri PPGE (Rh+Pt+Pd) bolluklarına göre önemli bir zenginleşme sunar. Bununla birlikte İslahiye'den ve Doğanşehir'den alınan birer örnekte toplam PGE içeriği sırasıyla 13 ppm ve 2.8 ppm'e kadar ulaşan önemli bir zenginleşme gözlenmiştir. Cr'ca zengin kromitlerin (ortalama  $\Sigma PGE=529$  ppb) Al'ca zengin kromitlere (ortalama  $\Sigma PGE=87$  ppb) kıyasla toplam PGE içerikleri oldukça fazla olup, Pd/Ir oranları ise düşüktür (Cr'ca zengin kromitlerde ortalama 0.115, Al'ca zengin kromitlerde ise ortalama 0.632). Kromitlere ait kromit kristalleri içerisinde tek ya da çok fazlı olarak bulunan platin grubu mineraller (PGM), çoklukla 10 mikrometreden daha küçük laurit ve irarsit kapanımlarıdır. Pentlandit ve millerit ise birincil baz metal sülfid kapanımları olarak gözlenir. GD Türkiye ofiyolitik kromitlerinin kimyasal ve mineralojik özellikleri ile kromitleri kristallendiren ilksel ergiyiklerin hesaplanan kimyasal bileşimleri incelendiğinde; Cr'ca zengin kromitlerin bir yitim ortamında boninitik karakterli bir ergiyik, Al'ca zengin kromitlerin ise okyanus ortası sırtı bölgesinde OOSB tipi bir ergiyik tarafından kristallendikleri düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kromitit, platin grubu element, baz metal sülfid, boninit, GD Türkiye

## **OPHIOLITIC CHROMITITES FROM THE SOUTHEASTERN TURKEY: CHROMITE COMPOSITION AND GEOCHEMISTRY AND MINERALOGY OF THEIR PLATINUM GROUP ELEMENTS (PGE)**

**Recep Melih Akmaz<sup>1</sup>, İbrahim Uysal<sup>2</sup>, Samet Saka<sup>2</sup>,  
Federica Zaccarini<sup>3</sup>, Rupert Hochleitner<sup>4</sup>, Utku Bağcı<sup>5</sup>,  
Thomas Fehr<sup>4</sup>, Tamer Rızaoğlu<sup>6</sup>, Necla Köprübaşı<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Department of Geological Engineering, Zonguldak Karaelmas University, 67100 Zonguldak, Turkey

<sup>2</sup> Department of Geological Engineering, Karadeniz Technical University, 61080 Trabzon, Turkey

<sup>3</sup> Department of Applied Geological Sciences and Geophysics, University of Leoben, Austria

<sup>4</sup> Ludwig Maximilian Universität, Mineralogische Staatssammlung, München, Germany

<sup>5</sup> Department of Geological Engineering, Mersin University, 33343 Mersin, Turkey

<sup>6</sup> Department of Geological Engineering, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, 46100 Kahramanmaraş, Turkey

<sup>7</sup> Department of Geological Engineering, Kocaeli University, 41380 Kocaeli, Turkey (rmelihakmaz@gmail.com)

### **ABSTRACT**

Ophiolitic chromitites of southeastern Turkey are found within the depleted mantle peridotites (harzburgite and dunite) in Berit Mountain-Göksun, Afşin (Kahramanmaraş) İslahiye (Gaziantep) and Doğanşehir (Malatya) area in the form of veinlets and lenticular bodies. Texturally banded, massive and disseminated chromitites usually unaltered. The chemical composition of chromites show wide variation ( $Cr_2O_3 = 35-61$  wt%,  $Al_2O_3 = 8-33$  wt% and  $TiO_2 = 0.06-0.29$  wt%,  $Cr\# = 45-86$  and  $Mg\# = 46-76$ ). Total contents of platinum group elements (PGE) are generally low (42-348 ppb, average 126 ppb) and are represented with IPGE (Os+Ir+Ru) enrichment over PPGE (Rh+Pt+Pd). However, the total content of PGE of two samples from İslahiye and Doğanşehir show a significant enrichment of up to 13 ppm and 3 ppm, respectively. Chromitites having high Cr composition chromite (average  $\Sigma PGE = 529$  ppb) are richer in total PGE than those of Al-rich ones (average  $\Sigma PGE = 87$  ppb) and Pd/Ir ratios are lower (High-Cr chromitites = average 0.115, high Al chromitites = average 0.632). Laurite and irarsite, smaller than 10 micrometer in size, are the most common single or multi-phase platinum group mineral inclusions in chromite. Pentlandite and millerite were detected as primary base metal sulphide inclusions. Chemical and mineralogical features of chromitites and the calculated composition of the parental melts from which the southeastern chromitites crystallized indicate that the high-Cr chromitites are crystallized out of boninitic melt in supra subduction environment. On the other hand, chromitites of high-Al composition are thought to crystallized from the MORB type melt in mid oceanic ridge.

**Keywords:** Chromitite, platinum group element, base metal sulphide, boninite, SE Turkey

## POZANTI-KARSANTI OFİYOLİTİ MANTO PERİDOTİTLERİ (G-TÜRKİYE): MİNERAL VE KAYAÇ KİMYASI

**Samet Saka<sup>1</sup>, İbrahim Uysal<sup>1</sup>, E. Yalçın Ersoy<sup>2</sup>, Recep Melih Akmaz<sup>3</sup>,  
Utku Bağcı<sup>4</sup>, Melanie Kaliwoda<sup>5</sup>, Chris J. Ottley<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 61080-Trabzon

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 35160-İzmir

<sup>3</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi,  
67100 Zonguldak

<sup>4</sup> Mersin Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 33342-Mersin

<sup>5</sup> Mineralogical State Collection Munich, LMU, D.80333, München, Germany

<sup>6</sup> NCIET, Department of Earth Sciences, University of Durham, DH1 3LE Durham, U.K.  
(sakasamet61@gmail.com)

### ÖZ

Doğu Toroslar'da yüzeleme veren Pozanti-Karsanti ofiyolitine ait manto tektonitleri, harzburjit, dunit ve serpantin türünde kayalardan oluşmaktadır. Manto tektonitleri tüketilmiş özellikte olup, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.11–1.12 ağırlık %) ve CaO (0.08–1.07 ağırlık %) içerikleri ilksel üst mantoya göre düşüktür. Olivinlerin Fo değerleri 90.0–93.8 aralığında olup, spinel kristallerinin Cr# değerleri 44.0-80.2 aralığındadır. Olivin ve spinel kimyaları dikkate alındığında, örneklerin birçoğu olivin-spinel manto yönemesi alanı içerisinde kalmakla birlikte, bir kısım örneğin, bu alanın genellikle daha düşük olivin Fo içerikleri ile temsil edildiği sağ kısmında dağılım sunduğu gözlenmiştir. Spinel kristalleri çoklukla düşük TiO<sub>2</sub> (<0.06 %ağırlık) içeriklerine sahip olmakla birlikte, spinel Cr# değerleri 61.8–80.2 aralığında olan örneklerin Ti içerikleri bakımından kısmen daha zengin olduğu (0.26 ağırlık %'lara ulaşan TiO<sub>2</sub>) dikkati çekmektedir. Söz konusu yüksek TiO<sub>2</sub> içerikleri, manto peridotitlerin kısmi ergime derecelerini yansıtan spinel Cr# değerleri ile uyumlu değildir. Manto tektonitlerine ait örneklerin ağır Lantanit Grubu Element (LGE) içerikleri ilksel mantoya göre değişen oranlarda tüketilmiş olup, ağır LGE'lerden orta LGE'lere doğru tüketilme dereceleri bir artış gösterir. Spinel Cr# değerleri ile doğrulanmış bu farklı tüketilme dereceleri manto peridotitlerinin farklı derecelerdeki (%20–40) kısmi ergime kalıntıları olduklarını göstermektedir. Buna karşılık, orta LGE'lerden hafif LGE'lere doğru önemli oranda bir zenginleşme söz konusudur.

Spinel kristallerinin Cr# değerlerindeki artışa karşılık TiO<sub>2</sub> içeriklerindeki artış ve tüm kayaç hafif LGE içeriklerindeki zenginleşme, söz konusu manto peridotitlerinin basit ve tek evreli bir kısmi ergime kalıntıları olmadığını, buna karşılık, okyanus ortası sırtındaki ilk evre tüketilme süreçleri sonrasında yay önünden ada yayına doğru gelişen yitim ilişkili hafif LGE'lerce zengin, titanyumca fakir ve kısmen zengin boninitik ergiyiklerle/akışkanlarla etkileşerek metazomatizmaya uğradıklarını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeokimya, lantanit grubu element, manto peridotitleri, mineral kimyası, Pozanti-Karsanti ofiyoliti

## **MANTLE PERIDOTITES OF POZANTI-KARSANTI OPHIOLITE (S-TURKEY): MINERAL AND ROCK GEOCHEMISTRY**

**Samet Saka<sup>1</sup>, İbrahim Uysal<sup>1</sup>, E. Yalçın Ersoy<sup>2</sup>, Recep Melih Akmaz<sup>3</sup>,  
Utku Bağcı<sup>4</sup>, Melanie Kaliwoda<sup>5</sup>, Chris J. Ottley<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 61080, Trabzon, Turkey

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 35160, İzmir, Turkey

<sup>3</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi,  
67100 Zonguldak, Türkiye

<sup>4</sup> Mersin Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 33342, Mersin, Turkey

<sup>5</sup> Mineralogical State Collection Munich, LMU, D.80333, München, Germany

<sup>6</sup> NCIET, Department of Earth Sciences, University of Durham, DH1 3LE Durham, U.K.  
(sakasamet61@gmail.com)

### **ABSTRACT**

Mantle peridotites of the Pozanti-Karsanti ophiolite from the eastern Tauride are composed of harzburgite, dunite, and serpentinite. Mantle peridotites are variously depleted and are characterized by very low  $Al_2O_3$  (0.11–1.12 wt%) and CaO (0.08–1.07) contents, which are lower than primitive mantle values. Fo values of olivine range between 90.0 and 93.8, and Cr# values of coexisting spinels are in the range of 44.0–80.2. Given the chemistry of olivine and spinel, many of the samples are distributed within the olivine-spinel mantle array, whereas some samples, with lower Fo value of olivine, were plotted on the right end of this area. Spinel are generally represented with low  $TiO_2$  (<0.06% wt%) content; however spinel in some samples, having high Cr content (Cr# = 62–80), have relatively high  $TiO_2$  content (up to 0.26 wt%). This high  $TiO_2$  contents of spinel is not consistent with their high Cr# nature which reflects the degree of partial melting of mantle peridotites. Heavy Lanthanide Group Element (LGE) contents of mantle peridotites are depleted to varying extends compared to the primitive mantle, and the degree of depletion increase towards heavy LGE to middle LGE. Spinel Cr# values also confirm that the mantle peridotites are the product of various degree of melting (20–40%) residue of upper mantle. However, there is a considerable enrichment towards middle LGE to light LGE.

Increase in  $TiO_2$  content with increase of Cr# in spinel as well as enrichment of light LGE compared to the middle LGE in whole-rock samples cannot be explained by simple melting story for the evolution of the mantle peridotites. However, interaction of light LGE enriched, Ti-rich to Ti-poor boninitic melts/fluids, formed in fore-arc to arc in SSZ environment, with first stage melting residue in MOR setting may explain the mineralogical and geochemical signature of the Pozanti-karsanti peridotites.

**Keywords:** Geochemistry, lanthanide group element mantle peridotites, mineral chemistry, Pozanti-Karsanti ophiolite

## TRABZON-GİRESUN ARASINDAKİ TERSİYER ALKALEN VOLKANİTLERİNİN TÜM-KAYAÇ PETROKİMYASI VE <sup>40</sup>AR-<sup>39</sup>AR JEOKRONOLOJİSİ, KD TÜRKİYE

**Cem Yücel<sup>1</sup>, Mehmet Arslan<sup>1</sup>, İrfan Temizel<sup>1</sup>, Emel Abdioğlu<sup>1</sup>, Gillet Ruffet<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080-Trabzon

<sup>2</sup>UMR CNRS 6118 "Yerbilimleri", CNRS / Rennes 1 Üniversitesi,

35042 Rennes Cedex, France

(cyucel@ktu.edu.tr)

### ÖZ

Doğu Pontid Tersiyer volkanik provansı kuzey zonda (Trabzon-Giresun yöreleri) alkalen ve güney zonda (Gümüşhane-Kale ve Ordu-İkizce-Ulubey yöreleri) kalkalkalen olmak üzere iki farklı alt provense ayrılmıştır. Doğu Pontid orojenik kuşağında Trabzon-Giresun arasında yüzeyleme veren Tersiyer alkalen volkanitleri Karadeniz kıyısı boyunca dar bir uzanımına sahiptirler.

Stratigrafik olarak kayaların kimyası incelendiğinde, alkalen volkanitler hafif ve orta derece alkalen olmak üzere iki farklı gruba ayrılır. Ortadan yüksek-K'a kadar değişen karakterdeki hafif alkalen grup iki alt takıma sahiptir; (I) dayk ve siller, akma ve yastık lavlar ve breşlerden meydana gelen bazalt, traki-bazalt ve bazaltik traki-andezit (BTB) takımı, (II) dayk ve domlardan oluşan trakit ve traki-andezit (TT) takımı. Breşik lavlar ve breşlerden meydana gelen bazanit-tefrit (BT) takımı orta alkalen grubu oluşturur ve sodik-potasik karakter sergiler. Ana element ve iz element değişim diyagramları BTB takımı için kp+olivin+Fe-Ti oksit, TT takımı için plajiyoklas+sanidin+biyotit+Fe-Ti oksit, BT takımı için ise kp+Fe-Ti oksit+apatit ile ifade edilen yaygın mineral fazlarının fraksiyonel kristallenmesi ile açıklanmaktadır.

N-OOSB (tüketilmiş okyanus ortası sırtı bazaltı)'na normalize iz element değişim diyagramlarında tüm takımlar BİLE (Sr, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba), Th ve Ce bakımından zenginleşme, Zr, Y, Nb, Ta ve TiO<sub>2</sub> bakımından fakirleşme ile karakterize edilen yitim imzasına sahiptirler. Kondrite normalize NTE değişim paternlerinde 2 farklı dağılım tespit edilmiştir; (1) hafif alkalen grup (BTB ve TT takımları) için hafif zenginleşmiş NTE paterni (La<sub>N</sub>/Lu<sub>N</sub>=2.27-7.95) ve (2) orta alkalen grup (BT takımı) için yüksek oranda zenginleşmiş NTE paterni (La<sub>N</sub>/Lu<sub>N</sub>=29-49). Ayrıca, NTE değişimleri tüm kayaç gruplarının gelişiminde klinopiroksen fraksiyonellesmesinin etkin olduğuna işaret eder.

<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar yaşlandırma metodu kimyasal olarak ayırılan takımlar üzerinde hamur ve mineral fazlarında (flogopit ve sanidin) gerçekleştirilmiştir. Hafif alkalen gruptaki BTB ve TT takımları Orta Eosen-Lütesiyen'e karşılık gelen sırasıyla 43.2-44.7 My ve 42.4-44.3 My'lık yaşlar vermişlerdir. Orta alkalen gruptaki BT takımından ise Orta Miyosen-Mesiniyen'e denk gelen 5.77-5.96 My aralığında yaşlar elde edilmiştir. Sonuç olarak elde edilen tüm veriler ışığında; Doğu Pontidler'in kuzeyindeki Tersiyer alkalen volkanitlerinin ekstansiyonel tektonik rejime bağlı olarak, yitimle metazomatizmaya uğramış manto ile alt kabuğun zamansal ve mekansal olarak etkileşimiyle geliştiği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye, Doğu Pontid, alkalen volkanitler, petrokimya, <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar yaşlandırması

## **WHOLE-ROCK PETROCHEMISTRY AND <sup>40</sup>AR-<sup>39</sup>AR GEOCHRONOLOGY OF THE TERTIARY ALKALINE VOLCANICS BETWEEN TRABZON AND GİRESUN AREAS, NE TURKEY**

**Cem Yücel<sup>1</sup>, Mehmet Arslan<sup>1</sup>, İrfan Temizel<sup>1</sup>, Emel Abdioğlu<sup>1</sup>, Gillet Ruffet<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Geological Engineering,

Karadeniz Technical University, 61080-Trabzon, Turkey

<sup>2</sup>UMR CNRS 6118 "Géosciences", CNRS / Université de Rennes 1,

35042 Rennes Cedex, France

(cyucel@ktu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The Tertiary Volcanic Province of the Eastern Pontides is subdivided into two different volcanic subprovinces, alkaline in northern (Trabzon-Giresun areas) and calcalkaline in southern (Gümüşhane-Kale and Ordu-İkizce-Ulubey areas) zones. Tertiary alkaline volcanics, cropped out between Trabzon and Giresun areas in the northern zone of the Eastern Pontide orogenic belt, have a narrow extend along the Black Sea coast.*

*Chemostratigraphically, the alkaline volcanics are separated in two distinct groups as mildly alkaline and moderately alkaline groups. Mildly alkaline group showing medium to high-K in character has two sub-suites as basalt, trachy-basalt and basaltic trachy-andesite (BTB) suite as dikes and sills, lava flows-pillow lavas and breccias, and trachyte and trachy-andesite (TT) suite as dikes and domes. The moderately alkaline group exhibiting sodic-potassic in character consists of basanite-tephrite (BT) suite as brecciated lavas and breccias. Major oxide and trace element variation diagrams indicate fractional crystallization of common mineral phases: cpx+olivine+Fe-Ti oxide in the BTB suite, plagioclase±sanidine+biotite+Fe-Ti oxide in the TT suite, and cpx+Fe-Ti oxide+apatite in the BT suite.*

*N-MORB normalized trace element patterns of all suites reveal subduction fingerprints with enrichment in LILE (Sr, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba), Th and Ce and depletion in Zr, Y, Nb, Ta and TiO<sub>2</sub>. Condrite normalized REE patterns of the suites display two distinct distribution; (1) moderately enriched REE pattern ( $La_N/Lu_N=2.27-7.95$ ) in the mildly alkaline group (BTB and TT suites) and (2) highly enriched REE pattern ( $La_N/Lu_N=29-49$ ) in the moderately alkaline group (BT suite). Besides, the concave shapes in the REE patterns suggest significant clinopyroxene fractional crystallization during the evolution of the suites.*

*<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar step-heating dating method was carried out on mineral (phlogopite and sanidine) and groundmass fractions from the chemostratigraphically separated suites. The BTB and TT suites from the mildly alkaline group yielded 43.2-44.7 Ma and 42.4-44.3 Ma (Middle Eocene-Lutetian), respectively. The BT suite from the moderately alkaline group yielded 5.77-5.96 Ma (Middle Miocene-Messinian). Conclusively, all data may suggest that Tertiary alkaline volcanism in the north of the Eastern Pontides evolved spatially and temporally depending on interactions of lower crust and subduction induced metasomatized mantle in extensional geodynamic setting.*

**Keywords:** Turkey, Eastern Pontide, alkaline volcanics, petrochemistry, <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar dating

# BORÇKA (ARTVİN) YÖRESİ KALK-ALKALİ VOLKANİK KAYAÇLARIN JEOKİMYASI VE SR-ND İZOTOPIK KARAKTERLERİ: DOĞU PONTİD TERSİYER MAGMATİZMASININ KÖKENİ

Emre Aydınçakır<sup>1</sup>, Cüneyt Şen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane

<sup>2</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon  
(aydincakir61@gmail.com)

## ÖZ

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nda (KD Türkiye) yer alan Tersiyer yaşlı Borçka (Artvin) volkanitleri tüm kayaç jeokimyası ve Sr-Nd izotopik verileri bakımından incelenmiştir. Borçka (Artvin) volkanitleri, bazalt-bazaltik andezit-bazaltik trakiandezit (A Grup) ve andezit-trakiandezit (B Grup) olmak üzere iki kayaç grubundan oluşur. A Grubu plajiyoklas ( $An_{31-93}$ ), klinopiroksen ( $Wo_{38-48}En_{38-44}Fs_{8-17}$ ) hornblend ( $Mg^{\#}=0.57-0.72$ ) fenokritalleri ve titanomagnetit içerirken, B Grubunu oluşturan kayaçlar ise plajiyoklas ( $An_{52-93}$ ), klinopiroksen hornblend ( $Mg^{\#}=0.64-0.71$ ) fenokristalleri ile titanomagnetit ve apatit içerirler ve genellikle porfirik, mikrolitik porfirik, hyalo-mikrolitik porfirik, akıntı ve kümülat doku gösterirler.

Petrokimyasal olarak, volkanik kayaçlar kalk-alkali karakterli olup, orta derecede  $K_2O$  içerirler. Volkanitler iz element dağılımlarına göre, hafif nadir toprak elementler (HNTE) ve büyük iyon yarıçaplı elementler (LİLE) bakımından zenginleşme gösterirken, yüksek çekim alanlı elementler (HFSE) bakımından da fakirleşme göstermektedir. Volkanitlerin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları düşük-orta derecede zenginleşme ( $La_N/Lu_N=1-7$ ) ve kayaç gruplarının benzer kaynaktan türediklerini göstermektedir. Her bir kayaç grubuna ait dokusal özellikler ve Kpir-barometresine dayalı hesaplanan basınç değerleri, kayaçları oluşturan kalk-alkali magmanın yaklaşık olarak 2-7 kbar basınç altında ve 5-18 km lik sığ bir derinlikte kristallendiğini göstermektedir.

Borçka (Artvin) volkanitleri izotopik bileşimi bakımından tüketilmiştir.  $^{87}Sr/^{86}Sr$  değerleri 0.70423-0.70511 arasında olup,  $^{143}Nd/^{144}Nd$  değerleri 0.51266-0.51288 arasındadır. Sr-Nd izotopik oranları kayaçların kökeninin tüketilmiş manto kaynağı olduğunu göstermektedir. ( $^{87}Sr/^{86}Sr$ )<sub>i</sub> karşı artan  $SiO_2$  (wt.%), Sr (ppm) and  $(1/Sr) \times 10^3$  ppm<sup>-1</sup> değerleri volkanitlerin gelişiminde ayrılaşmanın kirlenmeden daha çok etkili olduğunu açığa çıkarmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Borçka, jeokimya, kalk-alkali volkanitler, Pontid orojenik kuşak, Sr-Nd izotop



**GEOCHEMICAL AND SR-ND ISOTOPIC CHARACTERISTICS  
OF THE CALC-ALKALINE VOLCANIC ROCKS FROM BORÇKA  
(ARTVİN): IMPLICATION FOR GENESIS OF TERTIARY  
MAGMATISM IN THE EASTERN PONTIDES (NE TURKEY)**

**Emre Aydınçakır<sup>1</sup>, Cüneyt Şen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Gümüşhane University, Department of Geological Engineering,  
TR-29000 Gümüşhane, Turkey

<sup>2</sup> Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering,  
TR-61080 Trabzon, Turkey  
(aydincakir61@gmail.com)

**ABSTRACT**

Whole-rock geochemistry and Sr-Nd isotopic data are reported for the Tertiary Borçka (Artvin) volcanics in the eastern Pontide orogenic belt (NE Turkey). Borçka (Artvin) volcanics were made of two groups that comprise of basalt-basaltic andesite-basaltic trachyandesite (Group A) and andesite-trachyandesite (Group B). The Group A contains plagioclase ( $An_{31-93}$ ), clinopyroxene ( $Wo_{38-48}En_{38-44}Fs_{8-17}$ ), hornblende ( $Mg^{\#}=0.57-0.72$ ) phenocrysts and titanomagnetite microphenocrysts, whereas the Group B rocks include plagioclase ( $An_{52-93}$ ), clinopyroxene, hornblende ( $Mg^{\#}=0.64-0.71$ ) phenocrysts and titanomagnetite and apatite microphenocrysts with porphyritic, microlitic porphyritic, hyalo-microlitic porphyritic, fluidal and cumulo-phiritic textures.

Petrochemically, the volcanic rocks show calc-alkaline character with their medium K contents. They are enriched in LREE and LILE, with pronounced depletion of HFSE. The chondrite-normalized REE patterns ( $La_N/Lu_N=1-7$ ) show low to medium enrichment, indicating similar sources for the rock suite. Textural features and calculated pressures based on the Cpx-barometer in each series indicate that the calc-alkaline magma equilibrated at shallow crustal depths under a pressure of about 2-7 kbar and approximating a crystallization depth of 5-18 km.

The Borçka (Artvin) volcanics are slightly depleted in isotopic composition.  $^{87}Sr/^{86}Sr$  values vary between 0.70423 and 0.70511 while  $^{143}Nd/^{144}Nd$  values change between 0.51266 and 0.51288. Sr-Nd isotopic ratios imply that the rocks derived from depleted mantle source in their origin. The increasing values of  $SiO_2$  (wt.%), Sr (ppm) and  $(1/Sr) \times 10^3$  ppm<sup>-1</sup> versus  $(^{87}Sr/^{86}Sr)_i$  values reveal fractional crystallisation (FC) rather than assimilation (AFC) in their evolution.

**Keywords:** Borçka, calc-alkaline volcanics, geochemistry, Pontide Orogenic Belt, Sr-Nd isotopes

# DEDEDAĞ VE ÇEVRESİNDEKİ (ÇANAKKALE-BİGA YARIMADASI) VOLKANİK KAYAÇLARININ VOLKANOSTRATİGRAFİSİ VE PETROLOJİK ÖZELLİKLERİ

**Oya Türkdönmez, Mustafa Bozcu**

*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, Terzioğlu Kampüsü,  
17020, Çanakkale  
(o\_turkdonmez@comu.edu.tr)*

## ÖZ

Bu çalışmada, KB Anadolu'da Lapseki (Çanakkale) güneydoğusunda yüzeyleyen volkanik kayaların volkano-stratigrafik konumunun ve petrolojik özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Jeolojik olarak bölgede temeli Çamlıca metamorfileri ile bunları intrüzif olarak kesen Laledağ granitoidleri oluşur. Çalışmanın konusunu oluşturan volkanik kayalar; KB Anadolu'da yaygın olarak yüzeyleyen Eosen, Oligosen ve Miyosen dönemlerinde aralıklarla faaliyet gösteren kalkalkalen volkanizmaların ürünüdürler. Bölgedeki volkanik üniteler; lito-stratigrafik ve krono-stratigrafik olarak 4 farklı üniteye ayrılabilir. Eosen döneminde Beyçayır, Karaömerler ve Kızıldam volkanitleri, Oligo-Miyosen döneminde ise Harmancık volkanitleri gelişmiştir. Litolojik özellikleri ve stratigrafik konumlarıyla birbirinden farklılıklar sunan bu volkanik üniteler; bazalttan riyolite kadar bileşimleri değişen lavlar ile bunların piroklastiklerinden oluşmaktadır. Beyçayır volkanitleri, Eosen dönemindeki volkanik aktivitenin ilk ürünleri olup, bölgedeki metamorfik kayalar üzerine uyumsuz olarak gelirler ve andezitik bileşimli lav akıntılarında oluşur. Bölgede Ceylan Formasyonu'nun çökeldiği dönemde -çökelmeye eşzamanlı- yeni bir volkanik faaliyet başlamış ve bu dönemde Karaömerler volkanitleri gelişmiştir. Birim, bazalt, trakibazalt, andezit lav ve breşleri ile dasitik ve riyodasitik nitelikli felsik tüflerden oluşur. Karaömerler volkanitleri ile Ceylan Formasyonu'nun kumtaşı ve çamurtaşı litolojileri yer yer girik dokanaklar göstermektedir. Ceylan Formasyonu'nun en üst seviyelerini oluşturan ve kumtaşı, şeyl tabakaları ile ardalanmış felsik tüfler Karaömerler volkanitlerine aittirler. Eosen dönemindeki son volkanik faaliyetler ile Kızıldam volkanitleri oluşmuştur. Kızıldam volkanitleri ileri derecede demiroksitli alterasyonlar sergileyen bazalt, trakibazalt bileşimindeki lavlar ve akma breşleri ile bunların üzerinde yeralan andezitlerden oluşmaktadır. Oligo-Miyosen dönemindeki volkanizma faaliyetleri ile Harmancık volkanitleri gelişmiştir. Üniteyi oluşturan litolojiler, bazaltik andezit, andezit, riyodasit ve riyolite kadar değişen bileşimler sunan lavlar ile bunların piroklastiklerinden oluşur.

Volkanik ünitelerden derlenen örnekler subalkalen olup, kalkalkalen karakter sergiler ve orta-yüksek potasyumlu bir magmadan kaynaklanmıştır. Ancak her ünitenin fiziko-kimyasal ve stratigrafik konumu ile farklı evreleri yansıttıkları belirtilebilir. Ayrıca volkanik yay kökenli olduğu belirlenen bu magmatizma, örümcek diyagramlarında LREE'den HREE'lere doğru çok da kuvvetli olmayan bir fraksiyonlanma ile karakterize edilir. N-MORB'a normalize iz element paternlerinde ise belirgin bir LIL element zenginleşmesi ve Ta-Nb, Ti fakirleşmesi magmada kıta kabuğu etkilerinin bulunduğunu belirtir. Ayrıca tüm volkanik ünitelerde Th/Yb'ca belirgin bir zenginleşme kabuk malzemesinin asimile edildiğini ve kabuksal kirlenmenin arttığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Biga Yarımadası, Dededağ, volkanostratigrafi, petroloji

## **VOLCANOSTRATIGRAPHY AND PETROLOGICAL FEATURES OF VOLCANIC ROCKS IN DEDEDAĞ AND ITS ENVIRONMENT (ÇANAKKALE-BİGA PENINSULA)**

**Oya Türkdönmez, Mustafa Bozcu**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Geological Engineering, Terzioğlu Campus,  
17020, Çanakkale, Turkey  
(o\_turkdonmez@comu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In this study, the exhibition of volcano-stratigraphical location and petrological features of volcanic rocks which outcrop in NW Anatolia on south-east of Lapseki (Çanakkale), was intended. Geologically, the base of the region consists of the Çamlıca metamorphites and the Laledağ granitoid which intrusively cuts them. The volcanic rocks that compose the topic of this study are the products of calc-alkaline which extensively outcrop in NW Anatolia and activate betweenwhiles during Eocene, Oligocene and Miocene. Volcanic units can be classified litho-stratigraphically and chrono-stratigraphically into 4 different units in the region. During Eocene, Beyçayır, Karaömerler and Kızıldam volcanics, and during Oligo-Miocene, Harmançık volcanics were formed. These volcanic units that vary by their lithological features and stratigraphical locations consist of lavas which show compound variations from basalt to rhyolite and their pyroclastic. Beyçayır volcanics are the first products of the volcanic activity of the Eocene which discordantly come onto methamorphic rocks in the region and they consist of andesitic compound lava flows. In the region, during the period of sedimentation of Ceylan formation -simultaneously with the sedimentation- a new volcanic action started and during this period Karaömerler volcanics were formed. The unit consists of basalts, trachy basalts, andesite lavas and their breccias with dacitic and rhyodacitic felsic tuffs. Karaömerler volcanics and sandstone and mudstone of Ceylan formations intercalated. The felsic tuffs which form the top levels of Ceylan formation belong to Karaömerler volcanics. By the latest volcanic activities during the Eocene, the Kızıldam volcanics were formed. Kızıldam volcanics were consisting of lavas and breccias composed of basalts and trachy basalts which abundantly displays ferroxide alterations. By the volcanic activities during the Oligo-Miocene, the Harmançık volcanics were formed. The lithologies which constitute the unit consist of the lavas and their pyroclastics which displays the compounds that varies until basaltic andesite, andesite, rhyodacite and rhyolite.*

*The samples have been conducted on volcanic units are subalkaline in nature and display calcalkaline affinity and based on a magma which contains mid-high potassium. However it can be specified that each unit presents different periods with their physicochemical and stratigraphical location. Furthermore; this magmatism which identified as volcanic-arc origin are characterized by LREE enrichments and slightly HREE depletions in spider diagrams. N-MORB normalized trace element diagrams with significant LILE enrichments coupled with Ta-Nb and Ti depletions indicates that the effect of the continental crust. Moreover, enrichment of Th/Yb on the volcanic units shows that has been assimilated crust material and contaminated by variable amount of crustal materials.*

**Keywords:** Biga Peninsula, Dededağ, volcanostratigraphy, petrology

## MİYOSEN UŞAK-GÜRE HAVZASINDA KARASAL-YARI KARASAL VOLKANİZMA VE İLİŞKİLİ ALTIN CEVHERLEŞMESİ

**Özgür Karaoğlu, Cahit Helvacı**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
TR-35160 İzmir  
(ozgur.karaoglu@deu.edu.tr)*

### ÖZ

Uşak-Güre havzası ortaç bileşimde volkanik ve volkano-sedimanter ürünler içeren, iyi korunmuş Erken-Geç Miyosen yaşlı KD-GB doğrultulu çok evreli havzadır. Batı Anadolu'daki bu havzada üç stratovolkanın volkanolojik evrimi ilk defa tanımlanmıştır. Stratovolkanlar karasal-yarı karasal ortam özellikleri sunarken volkanik istifler efüzif, ekstrüzif ve eksplozif faz özelliklerine sahiptir.

Volkanik kütle akmaları ve volkanik çığ çökelleri, su içeren bir ortamda (İnay Gölü) eksplozif ayrımlaşma ile yarı karasal bir ortamda oluşmuştur. Eksplozif volkanizma ürünleri ve bununla ilişkili magma-su etkileşimleri Batı Anadolu'da ilk defa tanımlanmıştır. Magma-su etkileşimleri yalnızca İtecektepe ve Beydağı volkanik merkezlerindeki çöküntü alanları ile birlikte; aynı zamanda Elmadağ volkanı dışında da tanımlanmıştır. Bu veriler gölsel sedimantasyon sürecinin çöküntü alanlarından sonrada devam ettiğine işaret etmekte olup ayrıca karasal-yarı karasal efüzif volkanizma'ya ilişkin kanıtlar sunmaktadır. Elmadağ stratovolkanı sekiz ayrı piroklastik akma (ignimbirit;  $P_1$ - $P_8$ ), üç volkanik kütle akması ( $D_1$ - $D_3$ ), iki blok ve kül akması ( $B_1$  ve  $B_2$ ) ve bir çok volkanik çığ çökeli; İtecektepe üç piroklastik akma çökeli ( $P_1$ - $P_3$ ), iki volkanik kütle akması ( $P_1$ - $P_2$ ), üç volkanik çığ çökeli ( $T_1$ - $T_3$ ); Beydağı yedi piroklastik akma çökeli ( $P_1$ - $P_7$ ), üç volkanik akma çökeli ( $D_1$ - $D_3$ ) ve pek çok volkanik çığ çökeli içermektedir.

Beydağı çöküntü alanının yapısal kenarlarındaki hidrotermal alterasyon ve dayk sistemlerin varlığı ekonomik açıdan oldukça önemlidir. Yüzeylemiş altın içerikli ve kaldera çökmesi ile ilişkili kalın volkanik malzeme altında kalan yüzeylememiş altın içerikli sokulumlar ve hidrotermal cevherleşmeler kaldera içi ve dışı boyunca uzanan halka faylarını kullanarak yerleşmiş olduğu düşünülmektedir. Beydağı çöküntü alanı içindeki cevherleşmenin, Orta-Geç Miyosen döneminde bölgesel ölçekte açılmalı tektonik, kaldera çökmesi ve daha az oranda etkin olan erezyon süreçlerinin etkisiyle oluştuğunu önermekteyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Fiziksel volkanoloji, Uşak-Güre havzası, karasal-yarı karasal volkanizma, altın cevherleşmesi

## **SUBAQUEOUS-SUBAERIAL VOLCANISM AND RELATED GOLD MINERALIZATION IN THE MIOCENE UŞAK-GÜRE BASIN**

**Özgür Karaoğlu, Cahit Helvacı**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
TR-35160 İzmir, Turkey  
(ozgur.karaoglu@deu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*Uşak-Güre basin is a well-preserved, early-late Miocene NE–SW trending superimposed basin, including volcanic and volcano-sedimentary successions of intermediate composition. Volcanologic evolution of three stratovolcanoes has been described for the first time in the western Anatolia. Three stratovolcanoes display the features of subaqueous-subaerial environments, and all volcanic sequences consist of complex successions of effusive-extrusive and explosive phases.*

*Accumulation of the debris flow and debris avalanche deposits occurred in a subaqueous environment by explosive fragmentation in the presence of water (Inay Lake). The products of the explosive volcanism and related magma-water interactions have been described for the first time in western Anatolia. The magma-water interactions have not only exposed within destruction areas of İtecektepe and Beydağı volcanic centers, but also out of Elmadağ volcano. This evidence indicates that accumulation of the lake sediments was going on the post-destructive phase. We have also supplied evidence for subaqueous-subaerial effusive phase. Elmadağ stratovolcano includes eight distinct pyroclastic flows (ignimbrite; P<sub>1</sub>-P<sub>8</sub>), three debris flows (D<sub>1</sub>-D<sub>3</sub>), two block-and-ash flows (B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub>) and several undefined debris avalanche deposits; İtecektepe have three pyroclastic flows (P<sub>1</sub>-P<sub>3</sub>), two debris flow (P<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>), three debris avalanche deposits (T<sub>1</sub>-T<sub>3</sub>); Beydağı exhibits seven pyroclastic flows (P<sub>1</sub>-P<sub>7</sub>), three debris flows (D<sub>1</sub>-D<sub>3</sub>) and several debris avalanche deposits.*

*The presence of the hydrothermal alteration and dike systems near the structural boundary is very significant for economically significant Beydağı destructive area. Surface and unsurfaced gold-bearing intrusive bodies and hydrothermal ore deposits, underlying thick destructive volcanic products related with caldera collapsing may emplace via using the ring faults extending inside of the caldera also outside of the caldera. We suggest that evolution of ore deposits in Beydağı destructive setting accommodated by the differential processes caused by regional-scale extensional tectonic in collaboration with onset of the caldera and minor erosional stage during Middle-Late Miocene.*

**Keywords:** *Physical volcanology, Uşak-Güre basin, subaqueous-subaerial volcanism, gold mining*

## SANDIKLI (AFYON) VOLKANİTLERİNİN JEOLJİK KONUMU VE KARACAÖREN SİYENİTOİDİNİN JEOKRONOLOJİK YAŞININ VOLKANİK İSTİFTEKİ ÖNEMİ

İbrahim Gündoğan<sup>1</sup>, Yeşim YÜCEL Öztürk<sup>1</sup>, Cahit Helvacı<sup>1</sup>,

Talip Güngör<sup>1</sup>, İ. Hakkı Karamanderesi<sup>2</sup>, O. Ersin Koralay<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, 35160, Buca, İzmir

<sup>2</sup>Evka-3 Mahallesi, 126 Sk., Çamlık Sitesi B-1 Blok, D: 6, 35050, Bornova, İzmir

(ibrahim.gundogan@deu.edu.tr)

### ÖZ

Batı Anadolu, erken Miyosen'den itibaren açılma tektoniğinin etkisi altında kalmış ve bununla ilişkili gelişen volkanizmanın ürünleri, geniş yüzlekler oluşturmuştur. Genleşme tektoniği ile birlikte bölgede, erken Miyosen'den başlayarak kalk-alkalin volkanizmadan, alkali volkanizmaya geçiş gözlenmektedir. Sandıklı çevresinde gözlenen Miyosen volkanizması geniş alanlarda farklı ürünler oluşturmuştur. Trakit, trakiandezit, andezit, latit, bazalt, fonolit ve tefrit türünde alkalin ve kalk-alkalin nitelikli lavlar, tüfler ve ignimbritler, değişik evrelerde orta-geç Miyosen boyunca meydana gelmiştir.

Karacaören'in (Sandıklı) 4,5 km kuzeydoğusunda, ilk kez bu çalışma ile siyenitoid (siyenit ve siyenodiyorit) bileşimli bir porfirik sokulum tespit edilmiştir. Karacaören siyenitoidi yaklaşık 1 km<sup>2</sup> bir alanda yüzlek vermektedir. Siyenitoid holokristalin porfirik bir dokuya sahiptir ve içinde çok sayıda makro ve mikro mafik ksenolit kapanımları içermektedir. İçindeki amfibol ve kloritleşmiş mineraller nedeniyle siyenitoid yeşilimsi bir görünüme sahiptir. Ortoklas ve plajyoklaslar porfirik/holokristalin doku içinde megakristalleri oluşturmaktadır. Daha küçük tane boyundaki ortoklas, plajyoklas, biyotit ve hornblend mineralleri holokristalin hipidiomorf bir doku sunmaktadır. Bu siyenitoid, volkanoklastik, epiklastik ve lav akmalarından oluşan alt volkanik seriyi keserek yüzeylenmiştir ve hidrotermal alterasyon sunmayan trakiandezitik bileşimli üst volkanik seri ile örtülmüştür. Alt volkanik seri siyenitoid ve bu sokulumla ilişkili yoğun dayk sokulumları nedeniyle Au, Cu, Fe ve diğer cevher minerallerini içeren yoğun alterasyon geçirmiştir. Siyenitoid sokulumu ve onu kesen trakiandezitik kayalar metaluminyumlu/peraluminyumlu ve alkalin karakter sunar. Arazi çalışmaları kapsamında alt volkanik seriyi kesen trakiandezitik bileşimli birçok dayk türü tespit edilmiştir. Bu daykların en belirginini Sandıklı/Şuhut yol güzergâhında gözlenir. Daykların kenar zonlarında camsı hamur baskın iken merkezi kısmında ise kenarları yenmiş/yuvarlatılmış sanidin fenokristalleri gözlenir. Kaya içinde gözlenen diğer mineraller plajyoklas, ojit ve biyotittir.

Bu çalışmada, 5 adet Karacaören siyenitoid ve 3 adet trakiandezit daykından alınan zirkonlardan sırasıyla 12.46±0.46, 12.44±0.19, 12.26±0.25, 12.23±0.34, 11.88±0.43 My ve 12.05±0.35, 11.86±0.35, 11.58±0.16 My laser ablation U-Pb yaşları elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeokronoloji, siyenitoid, porfir, Sandıklı (Afyon) volkanikleri, Batı Anadolu

## **GEOLOGICAL SETTING OF SANDIKLI (AFYON) VOLCANICS AND GEOCHRONOLOGICAL SIGNATURE OF THE KARACAÖREN SYENITOID IN VOLCANIC SUCCESSION**

**İbrahim Gündoğan<sup>1</sup>, Yeşim YÜCEL Öztürk<sup>1</sup>, Cahit Helvacı<sup>1</sup>,  
Talip Güngör<sup>1</sup>, İ. Hakkı Karamanderesi<sup>2</sup>, O. Ersin Koralay<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, 35160, Buca, İzmir, Turkey

<sup>2</sup> Evka-3 Mahallesi, 126 Sk., Çamlık Sitesi B-1 Blok, D: 6, 35050, Bornova, İzmir, Turkey  
(ibrahim.gundogan@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The western Anatolia has experienced to extensional tectonics that produced extensive volcanic rocks, since the early Miocene. The extensional tectonics also caused to change the volcanic rocks composition from calc-alkaline to alkaline nature. Miocene volcanism in the Sandıklı region produced different volcanic rocks. Wide-spread lavas and domes which are trachyte, trachyandesite, andesite, latite, basalt, phonolite, and tephrite in composition, and pyroclastic rocks have been produced throughout the middle to upper Miocene time.*

*In this study, a syenitoid (syenite and syenodiorite) intrusion with porphyry texture has been described for the first time at 4.5 km northwest of Karacaören (Sandıklı). The Karacaören syenitoid crops out in an area about 1 km<sup>2</sup> and show holocrystalline porphyritic texture. It includes macro and micro xenolites. The syenitoid has greenish color because of amphiboles and other chloritized minerals. Orthoclase and plagioclase megacrysts are common in porphyritic texture. Other small crystal of orthoclase, plagioclase, biotite and hornblende show holocrystalline hypidiomorphic texture and composition is recognized as. The syenitoid cuts the lower volcanic succession consisting of volcanoclastics, epiclastics and lava flows, and is covered by trachyandesitic upper volcanic succession which show has not been affected by hydrothermal alteration. The lower volcanic succession and syenitoid have been altered by hydrothermal processes related to dike emplacement causing to mineralization of Au, Cu, Fe and other ore minerals. Trachyandesitic rocks and porphyry syenitoid show metaluminous/peraluminous and alkaline composition. Several dikes cut the lower volcanic succession and the porphyry body. The dikes are well-exposed along the Sandıklı-Şuhut road section. The dikes have generally chilled margins and their inner parts include sanidine phenocrysts with embayed rims. Other phases in these rocks are plagioclase, augite and biotite.*

*In this study, zircon separates from 5 samples of the Karacaören syenitoid and 3 samples of the trachyandesitic dikes yielded U-Pb laser ablation ages of 12.46±0.46, 12.44±0.19, 12.26±0.25, 12.23±0.34, 11.88±0.43 Ma and 12.05±0.35, 11.86±0.35, 11.58±0.16 Ma, respectively*

**Keywords:** Geochronology, syenitoid, porphyry, Sandıklı (Afyon) volcanics, Western Anatolia

## TAVŞANLI ZONU EOSEN GRANİTOYİDLERİ İLE İLİŞKİLİ MAFİK/FELSİK MAGMATİK ANKLAVLARININ (MMA) MİNERALOJİ-PETROGRAFI VE TÜM KAYAÇ JEOKİMYASI

**Mehmet Demirbilek, Halim Mutlu**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 26480, Eskişehir  
(demirbilek@ogu.edu.tr)*

### ÖZ

Eskişehir doğusunda yaygın olarak BKB-DGD yönünde uzanan ve 48-59 My (Erken-Orta Eosen) olarak yaşlandırılan magmatizma çarpışma sonrası ortamı karakterize etmekte olup, bileşimi kalk-alkalinden alkaline kadar değişen plütonik ürünlerden oluşmaktadır. Farklı yapı ve dokuda gözlemlenen granitoidler Paleozoyik yaşlı metamorfik temel kayalar içerisinde sokulum yapmışlar ve Senozoyik sedimanter kayalarla örtülmektedir. Bu plütonlar, eş yaşlı mafik ve felsik magmaların karışım (magma mingling) ürünleri olan mafik/felsik migrogranüler anklavları ve homojen karışım (magma mixing) ürünleri olan bazı özel dokuları içerir ve felsik ve mafik dayaklarla kesilir.

Tavşanlı Zonu Granitoidleri genellikle granit, granodiyorit, tonalit, monzonit/kuvars monzonit ve kuvars monzodiyorit bileşimlerinde iken, ana kaya ile keskin dokanıklı ve yuvarlağımsı/elipsoidal şekilli mafik magmatik anklavlar (mma) monzonit, monzodiyorit/kuvars monzodiyorit ve diyorit bileşimindedir. Ancak Kaymaz graniti anklavı ana kaya rengine daha yakın felsik özellikte ve taşıyıcı ana kaya bileşimindedir. Mikrogranüler ve yer yer porfirik doku özelliği gösteren mafik/felsik magmatik anklavlar, ana kayalarına nazaran daha bazik bileşimlerde olup plajiyoklaz, K-feldspat, kuvars, hornblend, biyotit ile ikincil olarak gelişmiş klorit ve epidot içerirler. Tali bileşenlerden titanit, apatit, zirkon ve opak mineraller yaygın olup kloritleşme ve serizitleşme önemli bozunma türleridir.

ORG'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramlarında, mafik magmatik anklavların LİL (K, Rb, Ba, Th) elementlerce tüketildikleri ancak HFSE elementler bakımından ana kayacinkine benzer desenlere sahip oldukları görülmüştür. Kondrite göre normalize edilen nadir toprak element dağılım diyagramlarında, mafik/felsik magmatik anklavların ana kayaninkine çok yakın yönelim sundukları ancak hem hafif hem de ağır nadir toprak elementleri açısından daha zengin oldukları saptanmıştır.

Tavşanlı Zonu Granitoidleri çarpışma sonrası kökenli, kalk-alkalen, metalüminyumlu, ve I-tipi karakterlidir. Bu çalışmadan elde edilen mineralojik-petrografik ve tüm kayaç jeokimyası verileri, eş yaşlı felsik ve mafik magmaların benzer fizikokimyasal koşullar altında birbirleriyle etkileşime girmiş olduklarını ve farklı oranlarda karışım ile üretildiklerini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Tavşanlı Zonu granitoidleri, homojen ve heterojen magma karışımı, petrografi, mafik/felsik magmatik anklav



## **MINERALOGY-PETROGRAPHY AND WHOLE ROCK GEOCHEMISTRY OF MAFIC/FELSIC MAGMATIC ENCLAVES (MME) WITHIN THE EOCENE TAVŞANLI ZONE GRANITOIDS**

**Mehmet Demirbilek, Halim Mutlu**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 26480, Eskişehir  
(demirbilek@ogu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*The WNW-ESE extending, 48 to 59 Ma (Early-middle Eocene) magmatism in eastern part of Eskişehir characterizes a post collisional environment and is composed of various plutonic masses of calc-alkaline to alkaline composition. Granitoids in different structure and texture were intruded to the Paleozoic metamorphic rocks and covered with Cenozoic sedimentary units. Plutons in the region are cut by felsic and mafic dykes and contain cogenetic mafic/felsic microgranular enclaves formed by mixing between mafic and felsic magmas (magma mingling) and also some special textures formed by homogeneous mixing (magma mixing).*

*Tavşanlı Zone Granitoids are represented by granite, granodiorite, tonalite, monzonite and quartz monzodiorite compositions and whilst circular/ellipsoidal-shaped mafic magmatic enclaves (mme) having sharp contacts with their host rocks are in monzonite, monzodiorite/quartz monzodiorite and diorite composition. However, enclaves of Kaymaz granite are characterized by a felsic composition similar to that of host rock. Mafic/felsic magmatic enclaves with microgranular and locally porphyry texture have more basic composition in comparison to country rocks and contain plagioclase, K-feldspar, quartz, hornblende, biotite, chlorite and epidote. Titanite, apatite, zircon and opaque minerals comprise the accessory constituents and chloritization and sericitization are the main alteration types.*

*In ORG-normalized multi-element diagrams mafic magmatic enclaves show depletion in LIL (e.g. K, Rb, Ba, Th) elements but display HFSE element trends similar to those of host rock. In chondrite-normalized REE element diagrams enclaves and host rock are represented by parallel patterns although the former is more enriched in both light and heavy rare earth elements.*

*Tavşanlı Zone Granitoids with calc-alkaline, metaluminous and I-type character are the products of a post-collisional magmatic activity. Our mineralogic, petrographic and whole rock geochemistry data indicate that contemporaneous felsic and mafic magmas might be interacted under similar physicochemical conditions and generated by mixing at various proportions.*

**Keywords:** *Tavşanlı Zone Granitoids, magma mixing/mingling, petrography, mafic/felsic magmatic enclave*

## İKİZDERE PLÜTONU'NUN (KD-TÜRKİYE) U-Pb JEOKRONOLOJİSİ, PETROLOJİSİ VE JEODİNAMİK ÖNEMİ

Özmen Evcimen<sup>1</sup>, Orhan Karşlı<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520, Balgat, Ankara

<sup>2</sup> Gümüşhane Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane  
(ozmen@mta.gov.tr)

### ÖZ

Bu çalışmada, İkizdere Plütunu'na ait (KD, Türkiye) jeokimyasal ve jeokronolojik bulguların sunulması, plütону oluşturan magmanın kaynağı ve jeodinamik ortamın belirlenmesi amaçlanmıştır. Plütון, granit, granodiyorit, tonalit, kuvars monzonit, diyorit ve gabroyik diyorit (SiO<sub>2</sub>=55.29-74.74 %ağ.) ana kayaçları ile monzonit, monzodiyorit ve monzo gabro (SiO<sub>2</sub>=50.63-61.65 %ağ.) bileşimli anklavlardan oluşmaktadır. Kayaçlar çoklukla düşük Mg# (<22-54) içeriğine sahiptir. SHRIMP U-Pb zirkon yaşlandırması, bu kayaçların yaklaşık 75 milyon yılda kristallenmiş olabileceğine işaret etmektedir. Örnekler, yüksek-K kalk-alkalin ve kalk-alkalin bileşimsel yönseme ve I-tipi metaluminden peralumine doğru değişen özellik sunarlar. Kondrite göre normalize edilmiş NTE modelleri, örneklerin farklılaştığını [(La/Yb)<sub>n</sub>=2.43-16.40] ve zayıf Eu anomalisi sunduğunu (Eu/Eu\* = 0.46-0.99) göstermektedir. Plütóna ait kayaçlar, büyük iyon yarıçaplı elementlerce (Ba, Th, Rb, K) önemli derecede zenginleşme gösterirken, yüksek alan enerjili elementlerce (Ti, Nb) tüketilmişlerdir. Tüm jeokimyasal özellikler, plütunun çarpışma sonrası genişlemeli rejimde, saf bir kıtasal kabuk ergiyiğinden türemiş olmayacağını, bunun aksine bir yitim ortamında hibrit bir ana magmadan kaynaklanmış olabileceğini göstermektedir. Bölgede, bu tarz yüksek-K bileşimli kayaçları oluşturan ergimeye, Geç Kretase yaşlı İzmir-Ankara-Erzincan okyanus kabuğunun Avrasya Bloğu altına doğru yitmesi sırasında gelişen dinamik olaylar sebep olmuş olabilir. Böyle bir dinamik sistemde, yay gerisine yakın ekstansiyonel olaylar, litosferik mantonun ergimesine ve dolayısıyla bazik magmanın oluşumuna neden olmuş olabilir. Söz konusu bazik magma, alt kabuğun altına yerleşerek büyük ölçüde ergimeye olanak sağlar. Böyle bir modelde, litosferik manto türevli bazaltik magma ve kabuksal kaynaklı daha felsik magma alt kabuk derinliklerinde karışır. Sonra, bu hibrid ergiyik, fraksiyonel kristallenme ve bir miktarda kabuksal asimilasyona maruz kalır; kabuğun sığ derinliklerine doğru yükselir ve gabroyik diyoritten granite kadar bileşim değişimi sunan plütónu oluşturur. Jeokimyasal ve SHRIMP U-Pb zirkon yaş verileri ile bölgesel jeolojik çalışmalar birleştirildiğinde, İkizdere Plütónu'nun, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzeyinde yitimle ilişkili ekstansiyonel bir ortamda geliştiği ve yay gerisi ekstansiyonel periyodun 75-81 milyon yıllarında başlamış olacağı anlaşılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Karadeniz bölgesi, yüksek-K kalk-alkalin granitoidler, hibrid ergiyik, yay gerisi ekstansiyon, U-Pb jeokronolojisi

## **U-Pb GEOCHRONOLOGY, PETROLOGY AND GEODYNAMIC SIGNIFICANCE OF İKİZDERE PLUTON (NE-TURKEY)**

**Özmen Evcimen<sup>1</sup>, Orhan Karslı<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Mineral Research & Exploration General Directorate, 06520, Balgat, Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Department of Geological Engineering, Gümüşhane University  
TR-29000 Gümüşhane, Turkey  
(ozmen@mta.gov.tr)

### **ABSTRACT**

*We present elemental data for the magmatic suite of the İkizdere pluton, from the Eastern Black Sea region (NE Turkey), with the aim of determining its source characteristics and geodynamic evolution. The pluton is composed of granite, granodiorite, tonalite and minor diorite ( $SiO_2=55.29-74.74$  % ağ.), with only minor gabbroic diorite mafic microgranular enclaves in composition ( $SiO_2=50.63-61.65$  % ağ.), and exhibits low Mg# (<54). SHRIMP zircon U-Pb technique yielded the mean age of  $76.21 \pm 0.79$  Ma, interpreted as dating magma crystallization. All samples show a high-K calc-alkaline differentiation trend and I-type metaluminous to peraluminous features. The chondritenormalized REE patterns are fractionated  $[(La/Yb)_n=2.43-16.40]$  and display weak Eu anomalies ( $Eu/Eu^*=0.46-0.99$ ). The rocks are characterized by enrichment of LILE and depletion of HFSE. These geochemical data rule out pure crustal-derived magma genesis in a post-collision extensional stage and suggest mixed-origin magma generation in an extensional subduction setting. The melting that generated these high-K granitoidic rocks may have resulted from the upper Cretaceous subduction of the Izmir-Ankara- Erzincan oceanic slab beneath the Eurasian block in the region. The extensional events would have caused melting of the enriched subcontinental lithospheric mantle and formed mafic magma. The underplating of the lower crust by mafic magmas would have played a significant role in the generation of high-K magma. Thus, a thermal anomaly induced by underplated basic magma into a hot crust would have caused partial melting in the lower part of the crust. In this scenario, the lithospheric mantle-derived basaltic melt first mixed with granitic magma of crustal origin at depths of lower crust. Then, the melts, which subsequently underwent a fractional crystallization and crustal assimilation processes, could ascend to shallower crustal levels to generate a variety of rock types ranging from gabbroic diorite to granite. Further, geochemical data and the SHRIMP U-Pb zircon ages, combined with regional studies, imply that the İkizdere pluton formed in an extensional environment of subduction setting and the back-arc extensional period started by least 75 Ma in the Eastern Black Sea region.*

**Keywords:** Eastern Black Sea region, high-K calc-alkaline granitoids, lower crustal melting, back-arc extension, U-Pb geochronology

## ALTINTAŞ BÖLGESİNDEKİ (UŞAK-BATI ANADOLU) SİLİS OLUŞUMLARININ JEOKİMYASI VE OKSİJEN İZOTOP BİLEŞİMLERİ

**Tamer Koralay<sup>1</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>2</sup>, Tony Fallick<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20070, Denizli*

<sup>2</sup>*Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi (YEBİM) 06100, Ankara*

<sup>3</sup>*Scottish Universities Environmental Research Centre (SUERC), İskoçya  
(tkoralay@pau.edu.tr)*

### ÖZ

Çalışma alanı Geç Miyosen-Pliyosen boyunca kıtasal gerilme rejimi etkisinde gelişmiş D-B yönelimli (Büyük Menderes ve Küçük Menderes), KB-GD yönelimli (Denizli ve Soma) ve KD-GB yönelimli (Gördes ve Uşak-Güre) grabenler ile karakterize edilen Batı Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır. İnceleme alanındaki kayalar Paleozoyik yaşlı orta-yüksek dereceli metamorfik kayalar ve Neojen yaşlı sedimanter ve volkanik kayalardan oluşmaktadır. Flüviyal çökeller ile temsil edilen Kuvaterner yaşlı Asartepe formasyonu bölgedeki tüm birimlerin üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Silis oluşumları Pliyosen yaşlı Ulubey formasyonu içerisinde tabakalı ve masif kütleler şeklinde görülürler. Silisli tabakaların kalınlıkları 5 ile 30 cm arasındadır. Silis oluşumları sarı, koyu kahverengi, beyaz ve nadiren soluk mavi renklerde olup, el örneklerinde kristal şekli göstermezler ve çoğunlukla konkoidal kırık yüzeylerine sahiptirler. Silis oluşumlarında başlıca Fe (1000-24600 ppm), Ca (100-10200 ppm), Mn (8-3020 ppm), P (4-3950 ppm) elementlerinin varlığı göze çarpmaktadır. Diğer dikkat çeken elementler Ba, Na, Ti, Cr, Ni, Co, Cu, V ve As (1-500 ppm)'tir. Kondrit'e göre oranlanmış çoklu element değişim diyagramında silis örneklerinin büyük iyon yarıçaplı elementler (LILE) (Rb, Ba, Th) bakımından yüksek çekim alanlı elementlere göre (HFSE) (Nb, Ce, Zr, Ti, Y) kısmen zenginleşme göstermektedir. Silis mineralleri çoğunlukla kalsedon, nadiren opal-CT ve düşük sıcaklık kuvarısı ( $\alpha$  kuvaris) bileşiminde olup, konfokal Raman spektrometre çalışmaları ile de desteklenmektedir. Silis örneklerinin karakteristik Raman pikleri kalsedon için 472-474  $\text{cm}^{-1}$ , opal-CT için 194-197  $\text{cm}^{-1}$  ve  $\alpha$  kuvaris için 213-220  $\text{cm}^{-1}$  'de görülmektedir. Silis örneklerinin  $\text{d}^{18}\text{O}$  (‰) izotop değerleri 18.4 - 22.8 arasında değişmekte olup, manto değerlerine göre zenginleşme göstermektedir.

Konfokal Raman spektrometre ve oksijen izotop sonuçları silis oluşumlarının nispeten düşük sıcaklıkta ve bazaltik magmadan türeyen post-magmatik hidrotermal sıvılardan oluştuğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Silis oluşumları, Altıntaş-Uşak, konfokal raman spektrometresi, oksijen izotopu

## **THE GEOCHEMISTRY OF SILICA OCCURRENCES FROM ALTINTAŞ REGION (UŞAK-WESTERN ANATOLIA) AND OXYGEN ISOTOPIC COMPOSITION**

**Tamer Koralay<sup>1</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>2</sup>, Tony Fallick<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Pamukkale University, Engineering Faculty,  
Department of Geological Engineering, 20070, Denizli, Turkey

<sup>2</sup>Ankara University, Earth Sciences Research and  
Application Center (YEBİM), 06100, Ankara, Turkey

<sup>3</sup>Scottish Universities Environmental Research Centre (SUERC)-Scotland  
(tkoralay@pau.edu.tr)

### **ABSTRACT**

The studied area is located in Western Anatolia and situated on E-W-trending grabens (Büyük Menderes and Küçük Menderes) and NW-SE (Denizli and Soma) to NE-SW directed (Gördes and Uşak-Güre) cross-grabens that developed under a crustal extensional regime during the Late Miocene-Pliocene. The rocks are composed of metamorphic rocks of the Menderes Massif, Neogene sedimentary and volcanic formations. The Quaternary age Asartep formation is represented by fluvial deposits which unconformably overlie the older units in the region. Silica occurrences in the form of stratified and massive bodies are seen in the Ulubey formation. Thicknesses of silica strata are between 5 and 30 cm. They are yellow to chocolate brown - milky white and rarely pale blue in color and do not have crystal forms in hand specimen; most of the silica samples show conchoidal fracture. The silica samples have enrichment of Fe (1000-24600 ppm), Ca (100-10200 ppm), Mn (8-3020 ppm), P (4-3950 ppm). Other striking elements in lesser amounts are Ba, Na, Ti, Cr, Ni, Co, Cu, V and As. (between 1-500 ppm). In chondrite-normalized spider diagram, silica samples display partial enrichment in LIL elements (Rb, Ba, Th) with respect to neighboring HFS elements (Nb, Ce, Zr, Ti, Y). Silica minerals are mostly chalcedony, sporadically opal-CT and low-quartz ( $\alpha$  quartz) in composition, as evidenced by confocal Raman spectrometry. Characteristic bands of silica are observed at 472-474  $\text{cm}^{-1}$  in chalcedony, 194-197  $\text{cm}^{-1}$  in opal-CT and 213-220  $\text{cm}^{-1}$  of the Raman shift in  $\alpha$  quartz. The  $d^{18}\text{O}$  (‰ V-SMOW) values for silica samples vary from 18.4 to 22.8 and are characteristic of crustal and hydrothermal silica.

Confocal Raman spectrometry and oxygen isotope data may point to a formation of silica at relatively low temperatures and formed from magmatic-hydrothermal fluids derived from the basaltic magma.

**Keywords:** Silica occurrences, Altıntaş-Uşak, confocal raman spectrometer, oxygen isotopes

## GÜNEYDOĞU ANADOLU OROJENİK KUŞAĞI BOYUNCA GÖZLENEN MAGMATİK SOKULUMLARIN SOĞUMA VE YÜZEYLEME TARİHÇELERİ

**Fatih Karaoğlan<sup>1</sup>, Osman Parlak<sup>1</sup>, Ewald Hejl<sup>2</sup>,  
Franz Neubauer<sup>2</sup>, Alican Kop<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Adana

<sup>2</sup>University of Salzburg, Department of Geology and Geography, A-5020 Salzburg

<sup>3</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,

46100 Kahramanmaraş

(fkaraoglan@cukurova.edu.tr)

### ÖZ

Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı boyunca, Neotetis'in Üst Kretase'de kapanmaya başlamasına bağlı olarak farklı dönemlerde gelişen magmatik sokulumlar gözlenmektedir. Mağmatik sokulumlar batıdan doğuya Esence (Kahramanmaraş), Doğanşehir (Malatya) ve Baskil (Elazığ)'de yüzlekler vermektedir. Esence ve Baskil granitoidlerinin kristallenme yaşı Geç Kretase olup, Doğanşehir granitoidinin ise kristallenme yaşı Orta Eosen'dir. Ar-Ar mineral ve Apatit Fizyon İzi (AFI) termokronolojileri kullanılarak birimlerin soğuma ve yüzeyleme tarihçeleri incelenmiştir.

Ar-Ar mineral soğuma yaşları kristallenme yaşları ile uyum içerisinde olup Esence granitoidinde kristallenmeden ~250°C'ye 7-10 My zaman aralığında, Baskil granitoidinde ise 5-6 My zaman aralığında soğumuştur. Doğanşehir granitoidi ise kristallenmesinin hemen ardında 1 My içinde 300°C'ye soğumuştur. Apatit Fizyon İzleri Çoklu Tane Yöntemi (Populated Grain Method-PGM) kullanılarak sayılmıştır. Elde edilen yaşlar, (i) Erken-Orta Eosen ve (ii) Orta Oligosen olmak üzere iki yaş grubunda toplanmakta olup, örneklerden bir tanesinde ise 16.8±1.8 My yaşı hesaplanmıştır. Yaş verileri ve iz uzunlukları ile oluşturulan soğuma tarihçeleri yaş verilerinin, kristallenmeden yüzeylemeye geçen yaş aralığında karışık soğuma yaşları verdiğini göstermektedir. Bölgede ilk soğuma fazı Esence ve Baskil granitoidlerinde gözlenen Geç Kretase'de gerçekleşmiş ve granitoidlerin sığ yerleşimini takiben soğumanın devam etmesi olarak değerlendirilmektedir. İkinci soğuma fazı Erken-Orta Eosen'de tüm granitoidlerde gözlenmekte ve Doğanşehir granitoidinin devam eden soğuması ve Esence ve Baskil granitoidlerinin bölgede gelişen yay-gerisi ortamda açılmaya bağlı yükselimi olarak düşünülmektedir. Son soğuma fazı Erken Orta-Orta Miyosen döneminde bütün granitoidleri etkileyen Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)'nin başlangıç ve hareketlenmesi evresidir. Fay zonu üzerinden alınan 16.8±1.8 My yaşının, faylanma sonucu sürtünme ısısına bağlı sıfırlanma zamanını işaret ettiği düşünülmektedir.

Neotetis okyanusunun Geç Kretase'de kapanmasına bağlı olarak, Toros Platformu'nun altına dalan okyanusal kabuk And tipi yay mağmatizması gelişmesini sağlamıştır. Bu mağmatizma batıda Esence granitoidi ve doğuda Baskil granitoidini oluşturmuştur. Sığ yerleşimli bu mağmatizma devam eden soğumasını Geç Kretase'de sürdürmüştür. Erken-Orta Eosen döneminde (50-40 My) devam eden yitim ve yığışım yay-gerisi basen gelişimine yol açarak Doğanşehir granitoidinin çok sığ (~5-7 km) yerleşimine neden olurken, diğer granitoidler yükselmiş ve ~60°C'ye kadar soğumuşlardır. Sonuç olarak, DAFZ ve bağlı yapıların gelişimi, Orta-Geç Miyosen zaman aralığında bölgede kırıklı ve erozyonel etkiye bulunarak granitoidlerin Serravaliyen ile Messiniyen zaman aralığında yüzeylemesine neden olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Anadolu, granitoid, Ar-Ar, fizyon izi, Doğu Anadolu Fayı

## **THE COOLING AND UNROOFING HISTORIES OF THE MAGMATIC INTRUSIONS ALONG THE SOUTHEAST ANATOLIAN OROGENIC BELT**

**Fatih Karaoglan<sup>1</sup>, Osman Parlak<sup>1</sup>, Ewald Hejz<sup>2</sup>,  
Franz Neubauer<sup>2</sup>, Alican Kop<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Cukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Adana, Turkey

<sup>2</sup> University of Salzburg, Department of Geology and Geography, A-5020 Salzburg

<sup>3</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
46100 Kahramanmaraş, Turkey  
(fkaraoglan@cukurova.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Along the Southeast Anatolian Orogenic belt, magmatic intrusions, formed at various episodes depending on the initiation of closure of Neo-Tethys at Late Cretaceous, are observed. The magmatic intrusions are outcropped from west to east at Esence (Kahramanmaraş), Doğanşehir (Malatya) and Baskil (Elazığ) regions. The crystallization age of the Esence and Baskil granitoids are Late Cretaceous, whereas the crystallization age of the Doğanşehir granitoid is Middle Eocene. Ar-Ar mineral and Apatite Fission Track (AFT) thermochronology are used to study the cooling and unroofing histories of these units.*

*Ar-Ar mineral cooling ages are compatible with the crystallization ages. The Esence granitoid cooled from crystallization to ~250°C in 7-10 Ma time span, whereas the Baskil granitoid cooled to ~300°C in 5-6 Ma time span. In contrast, the Doğanşehir granitoid cooled to ~300°C in 1 Ma time span. The apatite separates were counted by populated grain method (PGM). The ages are clustered in two age groups, (i) Early-Middle Eocene and (ii) Middle Oligocene. On the other hand one distinct sample yields 16.8±1.8 Ma. The cooling models made from track length (TL) and age data indicates that these apatite FT ages yield mix ages, whereas three cooling time span from crystallization to unroofing of the granitoids occurred in the region. First cooling phase is Late Cretaceous observed in Esence and Baskil granitoids interpreted as the continuous cooling of the granitoids after a shallow emplacement. Second phase is Early to Middle Eocene time span observed in all granitoids interpreted as the continuous cooling of the Doğanşehir granitoid and uplift of the Esence & Baskil granitoids with a high uplift rate during an opening of a back arc basin in the region. The last phase is the Early - Middle to Middle Miocene time observed in all intrusions interpreted as the initiation & movement of the East Anatolian Fault Zone (EAFZ). The 16.8±1.8 Ma age data collected on the fault zone interpreted as resetting by frictional heating during faulting.*

*During the closure of the Neo-Tethyan Ocean at Late Cretaceous, the subduction under Tauride platform led to the formation of an Andean type arc magmatism. This magmatism formed the Esence granitoid to the west and Baskil granitoid to the east. The emplacements of these intrusions were shallow where the cooling was steadily continues at Late Cretaceous. During Early to Middle Eocene (50-40 Ma) continues subduction & accretion led to the opening of a back-arc basin in the region and the Doğanşehir granitoid formed to a very shallow depth (~5-7 km), whereas other granitoids uplifted and cooled through ~60 °C. As a result of development of the EAFZ and related structures, the region was tilted and denudated at the Middle to Late Miocene time span that led to the unroofing of the granitoids from Serravallian to Messinian.*

**Keywords:** Southeast Anatolia, granitoid, Ar-Ar, fission track, East Anatolian Fault

## DOĞU ANADOLU’NUN MAGMATİK VE JEODİNAMİK EVRİMİ

**Mehmet Keskin<sup>1</sup>, Vural Oyan<sup>2</sup>, Vladimir A. Lebedev<sup>3</sup>, Evgenii V. Sharkov<sup>3</sup>,  
Andrey V. Chugaev<sup>3</sup>, Esin Ünal<sup>2</sup>, Ş. Can Genç<sup>4</sup>, Namık Aysal<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
34320 Avcılar, İstanbul

<sup>2</sup> Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zeve Kampüsü, Van

<sup>3</sup> Rus Bilimler Akademisi, Maden Yatakları, Mineraloji ve Jeokimya Enstitüsü,  
Staromonetny per., 35, Moskova 119017, Rusya

<sup>4</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
34469 Maslak, İstanbul  
(keskin@istanbul.edu.tr)

### ÖZ

Doğu Anadolu, aktif bir kıtasal çarpışma kuşağı olup bölgesel bir kubbe yükselimi morfolojisine ve uzun bir volkanik tarihçeye sahiptir. Yeni radyometrik yaş analizlerimiz, bölgedeki volkanizmanın Orta Miyosen’in sonundan tarihsel dönemlere kadarki zaman aralığında (15 My önceden 19. Yüzyıl’a) hüküm sürmüş olduğunu göstermektedir. Bölge, Akdeniz çevresindeki en büyük ve yaygın volkanik merkezleri (Karacadağ, Ağrı Dağı, Nemrut, Tendürek ve Süphan gibi) ve platoları (ör. Erzurum-Kars Platosu) içermektedir. Doğu Anadolu, büyük bölümü yığılma prizması ile temsil edilen bir kıtasal kabuğun neredeyse doğrudan astenosferik manto üzerinde oturuyor olduğu (Şengör vd., 2003 ve 2008; Keskin, 2003 ve 2007) dünyadaki özgün yerlerden biridir. Bölgenin söz konusu sıra dışı jeodinamik konumunun, kıtasal çarpışmayı izleyen evrede okyanusal litosferin bölge altında dikleşerek kırılmasına (slab-steepening & breakoff) bağlı olduğu ileri sürülmüştür (Keskin, 2003 ve 2007; Şengör vd., 2003 ve 2008).

2007 yılından beri bir dizi proje kapsamında Doğu Anadolu’da Van Gölü kuzeyindeki alanlardaki volkanların ve volkanik istiflerin stratigrafisini radyometrik yaş saptaması ve jeokimyasal analiz teknikleri kullanarak çalışmaktayız. Elde ettiğimiz sonuçlar, volkanizmanın güneyde, Van Gölü’nün hemen kuzeyindeki alanlarda yaklaşık 15 My önce (Lebedev vd., 2010) belirgin bir yitim bileşeni içeren kalk-alkali lavların (Aladağ volkanik karmaşığı) püskürmesi ile başladığını ortaya çıkarmıştır. Volkanizma ~3 My bir durgunluk evresi geçirmiş ve ardından ~10 My önce alkali bazaltik ve tefritik lavların püskürmesi ile (Ercişi KD’sunda yüzeylenen Çökek volkaniti: Oyan, 2011) tekrar başlamıştır. Volkanizmanın kimyasal karakteri, tüm bölge ölçeğinde zaman içinde (Orta Miyosen’den Kuvaterner’e) ve mekân içinde (kuzeyden güneye) kalk-alkaliden alkaliye değişim gösterirken, yitim bileşeni özellikle güney alanlarda azalmıştır. Ergime modellerimiz, lavların kaynak alan bileşimlerin zaman içinde granat açısından zengin bir manto mineralojisinden spinel açısından zengin bir mineralojiye doğru değiştiğini, ergime derecesinin ise zaman içinde giderek arttığını göstermektedir. Asimilasyon modellerimiz (AFC ve EC-AFC), magma evriminde kabuksal katkının genel olarak güneye doğru arttığını göstermektedir. Bu veriler, yitken okyanusal litosferin dikleşmesinin önceden tahmin ettiğimizden çok daha hızlı bir olay şeklinde gerçekleştiğini, magma oluşumu ve kimyasının ise bölge altında yeni bir litosferik mantonun oluşumundan etkilenmiş olabileceğini göstermektedir. Bu bulgular ışığında bölgedeki ilk alkali lavların (Çökek volkaniti) 10 My önce yüzeye püskürmesinin, Doğu Anadolu altındaki dalan okyanusal litosferin kırılma tarihini belirlediğini düşünmekteyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Anadolu, çarpışma volkanizması, dalan okyanusal litosferin dikleşmesi ve kopması



## **MAGMATIC AND GEODYNAMIC EVOLUTION OF EASTERN ANATOLIA, TURKEY**

**Mehmet Keskin<sup>1</sup>, Vural Oyan<sup>2</sup>, Vladimir A. Lebedev<sup>3</sup>, Evgenii V. Sharkov<sup>3</sup>,  
Andrey V. Chugaev<sup>3</sup>, Esin Ünal<sup>2</sup>, Ş. Can Genç<sup>4</sup>, Namık Aysal<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering,  
34320 Avcılar, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup> Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of  
Geological Engineering, Zeve Campus, Van, Turkey

<sup>3</sup> Russian Academy of Sciences, Institute of the Ore Deposits Geology, Petrology,  
Mineralogy and Geochemistry, Staromonetny per., 35, Moscow 119017, Russia

<sup>4</sup> İstanbul Technical University, Faculty of Mines, Dept. of Geol. Engineering,  
34469 Maslak, İstanbul, Turkey

(keskin@istanbul.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Eastern Anatolia is an active continental collision zone with a region-wide domal uplift and a long-lasting volcanism. Our new radiometric age determinations revealed that the volcanism spanned a time interval from the end of Middle Miocene to historical times (i.e. from 15 Ma to 19<sup>th</sup> century). The region includes some of the largest volcanic centers (e.g. Karacadağ, Mt. Ağrı: Ararat, Nemrut, Tendürek and Süphan) and plateaus (e.g. Erzurum-Kars Plateau) around the Mediterranean Sea. Eastern Anatolia is a unique place in the world where the continental crust, most of which is represented by an accretionary complex, almost directly overlies the asthenospheric mantle (Şengör et al., 2003 and 2008; Keskin, 2003 and 2007). This unusual geodynamic setting has been proposed to be linked to a major slab-steepening & breakoff event (Keskin, 2003 and 2007; Şengör et al., 2003 and 2008) beneath the region, following the continental collision.

We have been carefully studying the stratigraphy of the volcanoes and the volcanic successions in the north of Lake Van, E Anatolia via a series of projects since 2007, by utilizing radiometric age determination techniques and geochemical analyses. Our results have revealed that the volcanism initiated in the south around the N of present day Lake Van at ~15 Ma (Lebedev et al., 2010) with the eruption of calc-alkaline lavas (i.e. the Aladağ volcanic complex) containing a distinct subduction signature. The volcanism had a pose period of ~3 My and then restarted around 10 Ma with the eruption of alkaline basaltic and tephritic lavas (i.e. Çökek volcanics in the NE of Erciş, Van: Oyan, 2011). The geochemical character of the volcanism changed from calc-alkaline to alkaline temporally (from Mid. Miocene to Quaternary) and spatially (from N to S) across the whole length of the region, while the subduction signature gradually diminished in the S. Our melting models suggest a region-wide temporal change from garnet- to spinel-dominated mantle mineralogy in the source composition of the collision-related lavas and an increase in the degree of melting. Our assimilation models (i.e. AFC and EC-AFC) indicate that the crustal involvement in magma genesis increased to the south. These findings may imply that the steepening of the slab has been a much faster event than we previously anticipated and the magma generation and its chemistry might have been influenced by the gradual reformation of a new lithospheric mantle from the asthenosphere beneath the region. In the light of these findings, we argue that the eruption of the earliest alkaline lavas (Çökek volcanics) at 10 Ma in the region might mark the timing of the slab breakoff event beneath E Anatolia.

**Keywords:** Eastern Anatolia, collision volcanism, slab steepening and breakoff

## KUVATERNER YAŞLI TENDÜREK KALKAN VOLKANININ MAGMA JEOKİMYASINDAKİ DEĞİŞİMLERİN PETROLOJİK ÖNEMİ, DOĞU ANADOLU ÇARPIŞMA ZONU, TÜRKİYE

**Esin Ünal<sup>1</sup>, Mehmet Keskin<sup>2</sup>, Vladimir A. Lebedev<sup>3</sup>,  
Andrey V. Chugaev<sup>3</sup>, Evgenii V. Sharkov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zeve Kampüsü, Van

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
34320 Avcılar, İstanbul

<sup>3</sup> Rus Bilimler Akademisi, Maden Yatakları, Mineraloji ve Jeokimya Enstitüsü,  
Staromonetny per., 35, Moskova 119017, Rusya  
(esinunal@yahoo.com)

### ÖZ

Neo-Tetis'in kapanmasını izleyen evrede kıta-kıta çarpışmasına bağlı olarak geliştiği kabul edilen volkanik aktivite sırasında Kuvaterner'de ortaya çıkmış olan Tendürek Volkanı, Doğu Anadolu'daki çarpışma sonrası kalk-alkali ve potasik alkali volkanizmanın bir arada görüldüğü nadir alanlara iyi bir örnek teşkil etmektedir. Tendürek Volkanı'na ait lavlar SiO<sub>2</sub>'ye karşı K<sub>2</sub>O diyagramında orta ve yüksek potasyumlu ve şoşonitik olarak sınıflanırlar. Yüksek ve orta potasyumlu volkanizmanın ürünü olan bazalt, trakibazalt, tefrit ve bazaltik trakiandezitler La karşı La/Yb diyagramında kısmi ergime trendine uygun yönelim gösterirken, şoşonitik seride yer alan trakiandezit, fonotefrit, tefrifonolit, fonolit ve trakitler fraksiyonel kristallenme trendine uygun dizilirler. Fraksiyonel kristallenme trendini izleyen yüksek SiO<sub>2</sub> içeriğine sahip şoşonitik lav serisine ait fonolitler, trakiandezit, tefrifonolit, fonotefrite ve trakite göre daha düşük TiO<sub>2</sub> (0,52 - 1,17 %), MgO (0,46 - 1,05 %) ve CaO (1,01 - 2,93 %) konsantrasyonlarına sahiptir ancak K<sub>2</sub>O (3,95-5,16 %) daha yüksektir. Yüksek silisyumlu fonolitik lavlar, Rb, Th, La ve Nb gibi ileri derecede uyumsuz elementlerce diğer şoşonitik lavlara nazaran belirgin bir zenginleşme göstermektedir. Şoşonitik kayalarda görülen bu iki farklı lav grubu, plajiyoklaz ve klinopiroksenden oluşan bir mineral grubunun farklı derecelerde fraksiyonel kristallenmesi ile kontrol edilmiş olmalıdır. Plajiyoklaz fraksiyonel kristallenmesinin önemini doğrulayan diğer bir veri ise Düşük CaO oranı ile beraber negatif Sr anomalisi ve gösteren yüksek SiO<sub>2</sub>'li şoşonitik lavların Rb/Sr (0,4 - 18) oranlarının, düşük SiO<sub>2</sub> içerikli kayaçların Rb/Sr (0,1 - 0,4) oranından daha fazla olması gösterilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Volkanizma, fraksiyonel kristallenme, kısmi ergime, potasik, şoşonitik seri,

**PETROLOGICAL IMPLICATIONS OF VARIATIONS IN MAGMA  
CHEMISTRY OF THE QUATERNARY TENDÜREK SHIELD  
VOLCANO, EASTERN ANATOLIA COLLISION ZONE, TURKEY**

**Esin Ünal<sup>1</sup>, Mehmet Keskin<sup>2</sup>, Vladimir A. Lebedev<sup>3</sup>,  
Andrey V. Chugaev<sup>3</sup>, Evgenii V. Sharkov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Engineering and Architecture,  
Department of Geological Engineering, Zeve Campus, Van, Turkey

<sup>2</sup> İstanbul University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering,  
34320 Avcılar, İstanbul, Turkey

<sup>3</sup> Russian Academy of Sciences, Institute of the Ore Deposits Geology, Petrology,  
Mineralogy and Geochemistry, Staromonetny per., 35, Moscow 119017, Russia  
(esinunal@yahoo.com)

**ABSTRACT**

The Quaternary Tendürek Volcano, which is thought to be related to the continent-continent collision after the closure of the Neo-Tethys Ocean, is one of the rare places in East Anatolian where calc-alkaline and potassic alkaline volcanism coexisted. Lavas of the Tendürek volcano are classified on the SiO<sub>2</sub> versus K<sub>2</sub>O diagram as medium K / high K and shoshonitic series. Medium to high potassic basalts, trachy-basalts, tephrites and basaltic-trachyandesites basically follow a partial melting trend on La vs. La/Yb diagram in contrast to the trachyandesites, phonotephrites, tephriphonolites, phonolites, and trachytes of the shoshonitic series aligning along a fractional crystallization trend. The high-SiO<sub>2</sub> shoshonitic rocks (i.e. phonolites) uniformly contain lower concentrations of TiO<sub>2</sub> (0,52-1,17 %), MgO (0,46-1,05 %) and CaO (1,01-2,93 %) and high values of K<sub>2</sub>O (3,95-5,16 %). The high-SiO<sub>2</sub> phonolitic lavas have a more pronounced enrichment in strongly incompatible elements, such as Rb, Th, La and Nb, with respect to those in the other shoshonitic rocks. The aforementioned differences in the chemical compositions of these two groups of shoshonitic rocks may reflect variations in the fractional crystallization process which involved clinopyroxene and plagioclase during the petrogenesis of the potassic rocks. Fractionation of plagioclase in the potassic melts seems to have been reinforced by the pronounced negative Sr anomalies coupled with low CaO contents in the high SiO<sub>2</sub> shoshonitic rock. Our high SiO<sub>2</sub> shoshonitic samples have much grater Rb/Sr ratios (i.e. between 0.4 and 18) than the other shoshonitics samples (Rb/Sr ranging from 0.1 to 0.4). These observations are consistent with a model in which fractionation of plagioclase in variable degrees from the potassic magma is of primary importance during the magma genesis.

**Keywords:** Volcanism, fractional crystallization, partial melting, potassic, shoshonitic series

## ARAP LEVHASININ EN KUZEY KESİMİNİNDE (DERİK, MARDİN) GÖZLENEN ERKEN KAMBRIYEN-GEÇ NEOPROTEROZOYİK? YAŞLI VOLKANİTLERİN PETROJENETİK ÖZELLİKLERİ, GD ANADOLU

**Semih Gürsu<sup>1</sup>, M. Cemal Göncüoğlu<sup>2</sup>, Serhat Köksal<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Muğla Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Muğla

<sup>2</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara

<sup>3</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Merkez Laboratuvarı, Ankara

(semihgursu@mu.edu.tr)

### ÖZ

Güneydoğu Anadolu Otoktonu'nda Geç Neoproterozoyik?-Erken Paleozoyik yaşlı birimlere ait önemli istiflerden biri, Arap Platformunun en kuzey kesiminin yüzeylendiği Derik (Mardin) bölgesinde yer almaktadır. Derik bölgesinde Erken Paleozoyik yaşlı kaya birimleri, alttan üste doğru Telbesmi, Sadan, Koruk, Sosink ve Bedinan Formasyonu oluşturmaktadır. Telbesmi Formasyonu, temelde riyolit ve piroklastik kayalardan meydana gelir ve çamurtaşı/tüf arakatlı andezitik bileşimli kayalarla üzerlenir ve bazaltik bileşimli day/siller ile kesilir. İstif, üste doğru agglomera/volkanik breş, flüviyal kumtaşı/çamurtaşı aralanmasıyla devam eder. Formasyonun üst kesimleri silttaşı/kumtaşı aralanması, ince çörtlü rekristalize kireçtaşı, kırmızı, vişne renkli kumtaşı/silttaşı aralanması ile devam eder. İstifin en üst kesimlerini oluşturan çamurtaşları içeren seviyelerde *Teichnus* isp., *Treptichnus rectangularis*, *Cocchlichnus* isp. olarak tanımlanan iz fosiller saptanmıştır (Demircan ve Gürsu, 2009). Arazi çalışmaları andezitik lavlar ile iz fosil içeren seviyeler arasında yaklaşık 100 metrelik bir sedimantasyonun geliştiğini göstermektedir. Andezitik lavlar ve üzerleyen sedimanter birimlerin dokanağı uyumsuzluk olarak değerlendirilmesine rağmen Telbesmi Formasyonu'nun üst kesimlerini oluşturan andezitik lavlar ile arakatlı silttaşı/çamurtaşı aralanmalarının izlenmesi, istifin bu kesiminin volkanosedimanter özellik gösterdiğini ortaya koymaktadır. İnceleme alanında andezitik lavlar ile üzerleyen sedimanter istifler arasında yersel paleorölyef oluşumlar haricinde herhangi bir uyumsuzluk öncel çalışmalarda da gözlenmiştir (Ghienne ve diğ., 2010). Telbesmi formasyonu, Erken Kambriyen yaşlı silisiklastik kayalardan oluşan Sadan formasyonu ile geçişlidir. Telbesmi ve Sadan formasyonunun geçiş aralığına yakın kesimlerde gözlenen konglomeratik merccekler, kanal-dolgu özelliğinde olup, daha önceden ifade edildiği gibi herhangi bir uyumsuzluğu göstermemektedir.

Derik Volkanikleri, jeokimyasal olarak riyolit, andezit ve bazaltik day/sill olarak sınıflandırılmıştır. Andezit ve bazaltik day/siller geçiş-kalkalkali özellik sunmakta olup, magmatik ayrışma göstermektedir. N-MORB normalize edilmiş çoklu element ve nadir toprak element diyagramları, Derik volkanitlerinin Nb, Ti, Eu elementlerinde tüketilme, Th, La, Ce ve hafif nadir toprak elementlerinde zenginleşme gösterdiklerini göstermektedir. Nb

ve Ti elementlerinde gözlenen tüketilme, Derik Volkanitlerinin oluşumunda subduction-modified ve/veya yayla ilişkili süreçlerin etken olabileceğini göstermektedir. Ayrıca Eu anomalisinin gözlenmesi, Derik volkanitlerinin oluşumunda feldspar minerallerinin fraksiyonel kristalleşme süreçlerinin etkinliğini göstermektedir. Derik volkanitleri, kondritite göre hafif nadir toprak elementlerce yaklaşık (HNTE) 85 kez, ağır nadir toprak elementlerce (ANTE) ise 25 kez zenginleşme gösterir ve olasılıkla granatın kararlılık bölgesinin dışında oluşmuş olmalıdır.  $(La/Yb)_N$ ,  $(La/Sm)_N$  ve  $(Gd/Yb)_N$  oranları, riyolitik kayalarda 5.68-5.92, 3.03-4.17, 1.00-1.07; andezitik kayalarda 3.88-6.53, 2.; 9-4.14, 1.00-1.53; bazaltik day/sillerde 3.29-3.92, 1.91-2.96, 0.85-1.51 arasında değişmektedir. Nb/Th-Zr/Th ve Y/Th-Y/Nb oranları, bazaltikdayk/siller ve andezitik kayalarda, riyolitik kayalara nazaran belirgin bir zenginleşme gösterirken, Nb/Y-Zr/Y ve Th/Y-Ti/Zr oranları riyolitik kayalarda, andezitler ve bazaltik dayk/sillere göre daha zengindir. Jeokimyasal verilere bağlı olarak andezit ve bazaltik dayk/sillerin, gerilmeli rejime bağlı olarak gelişen kıtasal riftleşme süreçlerine bağlı olarak, riyolitik bileşimli kayaların ise yay ile ilişkili tektonik ortamlarda gelişmiş olması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Jeoloji, jeokimya ve petrojenetik özelliklere bağlı olarak, Derik volkanitlerinin andezit ve bazaltik dayk/sillerin, Gondwanan karakterili Arap Platformu'nun kuzey kesimlerinde gelişen yeni bir okyanuslaşma ilişkili gerilme ve takibindeki riftleşme ürünleri olarak gelişmiş olduğu, riyolitik bileşimli kayaların ise Kadomiyen yayına bağlı olarak gelişmiş olabileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** GD Türkiye, Arap Levhası, Derik Volkanikleri

**PETROGENETIC FEATURES OF EARLY-LATE  
NEOPROTEROZOIC? VOLCANISM WITHIN THE NORTHERN  
MARGIN OF THE ARABIAN PLATE, DERİK (MARDİN),  
SE ANATOLIA**

**Semih Gürsu<sup>1</sup>, M. Cemal Göncüoğlu<sup>2</sup>, Serhat Köksal<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Muğla Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Muğla, Turkey

<sup>2</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Turkey

<sup>3</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Merkez Laboratuvarı, Ankara, Turkey

(semihgursu@mu.edu.tr)

**ABSTRACT**

*One of the important Late Neoproterozoic-Early Palaeozoic successions in Southeast Anatolian Autochthon Belt, representing the northern edge of Arabian Plate in SE Turkey, occurs in Derik (Mardin), area. Early Paleozoic rock-units in Derik area are composed of Telbesmi, Sadan, Koruk, Sosink and Bedinan formations from bottom to top, respectively. The Telbesmi Formation is made up rhyolitic carapace and pyroclastic rocks at the base and overlain by andesitic lavas interlayered with mudstones, tuffs and cut by basaltic dikes/sills and continue upwards with agglomerates/volcanic breccias, slightly metamorphosed fluvial sandstone/mudstones alternations. The upper part of the formation includes siltstone-sandstone alternations and very thin-layered cherty recrystallized limestones and red, violet sandstones/siltstone alternations. The ichno-fossils (?Teichnus isp., Treptichnus rectangularis, Cocchlichnus isp.) near the transition to the Sadan formation indicates to the Early Cambrian age for the upper part of the formation (Demircan and Gürsu, 2009). Field studies clearly indicate that approximately 100 m. of sediments occurs between the top of the andesitic lavas and trace fossil-bearing beds. The contact between the andesitic lavas and overlying sedimentary strata (between lower and upper Telbesmi formation) is a nonconformity. But dominant andesitic lavas accompanied by siltstones/mudstones alterations are important indicators for the formation of volcanosedimentary sequences in the upper part of the Telbesmi formation. Similarly, no major unconformity between volcanics and overlying sedimentary beds of the formation was observed except occurrence of local paleorelief surfaces near the top of the andesites and overlying sediments (Ghienne et al, 2010). Upwards, the formation is transitional to Early Cambrian siliclastic rock of Sadan Formation. The discontinuous conglomeratic band near the transitional between the Telbesmi and Sadan Formations represents a channel-fill and does not correspond to an unconformity, as previously suggested.*

*The Derik volcanics are geochemically grouped as rhyolites, andesites and basaltic dikes/sills. Andesites and basaltic dikes/sills display a continuous evolutionary trend from transitional to calc-alkaline affinity indicative for magmatic differentiation. N-MORB normalized multi-element and REE diagrams reveal that Derik volcanics show clear negative anomalies for*

*Nb, Ti and Eu with enrichment in Th, La, Ce and LREE. The negative Nb and Ti anomalies for all rock types imply the involvement of a subduction-modified mantle or arc-related sources, whereas the Eu anomaly clearly indicates the fractional crystallization of feldspar minerals. Derik volcanics have LREE >85 time chondrite (85-120), whereas HREE is <25 times chondrite (20-24) times, probably generated outside of the garnet stability field. The  $(La/Yb)_N$ ,  $(La/Sm)_N$  and  $(Gd/Yb)_N$  ratios vary from 5.68-5.92, 3.03-4.17, 1.00-1.07 for rhyolites; 3.88-6.53, 2.59-4.14, 1.00-1.53 for andesites and, 3.29-3.92, 1.91-2.96, 0.85-1.51 for basaltic dikes/sills, respectively. The Nb/Th-Zr/Th and Y/Th-Y/Nb ratios are more enriched in basaltic dikes/sills and andesites, whereas Nb/Y-Zr/Y and Th/Y-Ti/Zr ratios display enrichment in rhyolites than basaltic dike/sills and andesitic lavas. Tectonic discrimination of the andesites and basaltic dikes/sills display continental rifting but rhyolites show arc-related tectonic environment.*

*Based on the geology, geochemistry and petrogenesis, andesites and basaltic dikes/sills of Derik volcanics may be related to an extension and subsequent rifting in the northern edge of Gondwanan Arabia, which resulted in opening of a new oceanic branch to the north of the Gondwana. But rhyolitic rocks may be formed in relation to the Cadomian arc.*

**Keywords:** SE Turkey, Arabian Plate, Derik Volcanics

## ANKARA MELANJİNİN OLUŞUM MEKANİZMASI: OKYANUS-İÇİ YİTİM, YIĞIŞIM PRİZMASI VE ÇARPIŞMA TEKTONİĞİ

**Ender Sarıfakioğlu<sup>1</sup>, Mustafa Sevin<sup>1</sup>, Yıldırım Dilek<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü,*

*Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520 Ankara*

<sup>2</sup>*Miami University, Geology, Oxford, OH 45056 United States*

*(esarifakioglu@mta.gov.tr)*

### ÖZ

Ankara-Kırıkkale-Çankırı-Çorum dolayında gözlenen Ankara Melanjı'nın oluşum mekanizmasına bağlı olarak üç farklı iç yapıya sahip olduğu gözlenmiştir: 1. Kalecik (Ankara) ve Eldivan-Yapraklı (Çankırı) dolayında gözlenen Ankara Melanjı'nda hemen hemen hiç kıtasal platformdan (Sakarya Kıtası) kopmuş kaya blokları gözlenmemiş olup okyanusal kayalarının kaya blok ve/veya dilimleri bulunmaktadır. Bu nedenle, Ankara Melanjı, Yitim Zonu Melanjı, olarak tanımlanmıştır. 2. Haymana (Ankara)'nın güneyindeki Yeşilyurt dolayında Jura-Kretase blokları, ofiyolitli melanjın üzerine aktarılmıştır. Bu durum, Çorum'un yaklaşık 30 km güneydoğusunda da gözlenmiştir. Tetis okyanusunun içerisinde gelişmiş ofiyolitli melanj karakterini sunan yığışım prizmasının Sakarya Kıtası ile çarpışması sonucunda Sakarya Kıtası'na ait kireçtaşı bloklarının gravite etkili deformasyonun yarattığı kütle-taşınması ile ofiyolitli melanjın üzerine aktarıldığı düşünülmektedir. 3. Çorum'un yaklaşık 90 km. güneyinde bulunan Boğazkale (Hattuşa) dolayında, tektonik melanj karakterli Ankara Melanjı'nın iki farklı bölüm sunduğu tespit edilmiştir. Hitit kültürüne ait kalıntıların gözlendiği Boğazkale (Hattuşa)'de Dereköy (Ankara) Melanjı'na benzer olarak Sakarya Kıtası'na ait Jura-Kretase ve Permian yaşlı kireçtaşı megablokları yoğun olarak gözlenmiş olup matriksi serpantin ve çamurtaşı oluşturmaktadır. Gri renkli kireçtaşı megablokları, genellikle masif görümlü bazen kırıntılı karbonat kayası şeklindedir. Lütesiyen'de kıta-kıta çarpışması esnasında yitim melanjında var olan Sakarya Kıtasından kopmuş kireçtaşı bloklarının tekrar hareketlenip yeni pozisyon alırken ofiyolitik materyal melanjın matriks görevini yapmıştır.

Boğazkale'nin güneyinde, Ankara Melanjı diğer yitim zonu melanjlarında olduğu gibi okyanusal litosfere ait ultramafik-mafik ve derin denizel çökel kayaların megablok-blokları gözlenmektedir. Bunlar; diyabaz, peridotit, yastık lav ve çört bantları ile ardalı pembe renkli pelajik kireçtaşı blokları ile radyolyalı veya manganlı çört bloklardır. Bloklar arasında yer yer matriks olarak çamurtaşı gözlenmektedir. Bununla birlikte, denizaltı tepesi kaya blokları, porfirik veya afanitik dokulu yastık lavlar, volkanik breşler ve aglomeralar şeklinde izlenmiştir. Okyanusal kabuğa ait bazik kaya blokları MORB (%1.29-1.54 TiO<sub>2</sub> ve 3.4-4.6ppm Nb) ve IAT (%0.23-1.38 TiO<sub>2</sub> ve 1.1-3.7ppm Nb) jeokimyasal özellikler sunarken denizaltı volkanizmasına ait yastık lavlar OIB (%2.43-3.62 TiO<sub>2</sub> ve 28.6-49.1ppm Nb) karakterlidir. Kalecik (Ankara), Eldivan (Çankırı) ve Kiranlık (Çorum) dolayında yitim karakterli ofiyolitli melanj, yay magmatizmasına ait alkalin karakterli (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O=%2.34-8.98 ve %39.81-50.49 SiO<sub>2</sub>) bazanit, trakibazalt ve fonotefrit bileşimli dayklar tarafından kesilmektedir. 64.9±1.3Ma yaşlı şoşonitik bileşimli daykların (%4.11-6.96 K<sub>2</sub>O), Nb ve Ta içeriklerinin



negatif anomali sunması, Ba/Nb oranının 83-211 (>25) olması, yüksek  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  oranları (0.704697-0.704892) ve düşük  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  oranları (0.512674-0.512690), yitim ile ilişkili akışkanlar tarafından modifiye olmuş bir litosferik manto kaynağından oluştuğunu işaret eder. Bununla birlikte, yüksek  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (19.332-19.939),  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (15.655-15.691) ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (39.192-39.612) oranları manto kaynağının fazlasıyla kabuksal kirlenmeden etkilendiğini göstermektedir.

Ofiyolitli melanjın üzerinde krem renkli, ince-orta katmanlı, Senomaniyen-Kampaniyen yaşlı killi kireçtaşları ve kırıntılı kayalardan oluşan fişel çökel kayalar uyumsuz olarak bulunur. Kıta-kıta çarpışması ile bir araya gelen tüm tektonik birliklerin üzerinde taban konglomerası ile başlayan Orta Eosen çökelleri, türbiditik kumtaşı-şeyl ardalanmalı istif olarak gözlenir.

İzmir-Ankara-Erzincan orojenik kuşağında, incelenen bölgede, ilk önce, Kampaniyen öncesi okyanus-içi yitim melanjı gelişmiştir. Kuzeydeki Sakarya Kıtası ile güneydeki Kırşehir Masifi arasındaki sıkışma tektoniğinin etkisi ile Sakarya kıtasından kopan kireçtaşı bloklarının yığışım prizmasına aktarılması gerçekleşmiştir. Güneye doğru kireçtaşı bloklarının gözlenmemesi okyanusal litosferin geri çekilme (rollback) prosesleri ve yitim melanjının güneye doğru büyümesi ile açıklanabilir. Lütesiyen'de kıtaların çarpışması neticesinde çarpışma- ve yığışım prizması orojenik kuşağı niteliğini taşıyan İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu'nda yoğun kıtasal blokları içeren ofiyolitik melanjlar gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ankara Melanjı, İzmir-Ankara-Erzincan orojenik kuşağı, yitim-çarpışma, okyanusal kayalar, kıtasal bloklar

## **THE FORMATION MECHANISM OF ANKARA MÉLANGE: INTRA-OCEANIC SUBDUCTION, ACCRETIONARY COMPLEX, COLLISION**

**Ender Sarıfakioğlu<sup>1</sup>, Mustafa Sevin<sup>1</sup>, Yıldırım Dilek<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> The General Directorate of Mineral Research and  
Exploration (MTA), 06520 Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Miami University, Geology, Oxford, OH 45056 United States  
(esarifakioğlu@mta.gov.tr)

### **ABSTRACT**

*The Ankara Mélange has differently three internal structures according to its forming mechanism around Ankara-Kırıkkale-Çankırı-Çorum: 1. The Ankara Mélange hardly includes the continental rock blocks from Sakarya Continent around Kalecik (Ankara) and Eldivan-Yapraklı (Çankırı) but contains oceanic blocks and/or imbricate thrust sheets. Therefore, the Ankara Mélange is described as a subduction-related mélange. 2. The Jurassic-Cretaceous limestone blocks from the continental platform transferred to the ophiolitic mélange around Yeşilyurt in southern Haymana (Ankara) and also 30 km southwestern part of Çorum. It is thought that the limestone rock blocks from the Sakarya Continent in north transferred on the ophiolitic mélange due to gravity mass movements as a result of collision between accretionary prism in characteristic of ophiolitic mélange formed in Tethyan ocean and the Sakarya Continent. 3. We identify two different sections of the Ankara Mélange with tectonic mélange characteristics around Boğazkale (Hattuşa) in 90 km southern part of Çorum. In Boğazkale with remains of the Hittite Civilization, the Jurassic-Cretaceous and Permian limestone blocks are often found in the ophiolitic matrix with serpentinite and mudstone in similar to Dereköy (Ankara) mélange. The grey colored limestone megablocks are mostly massive and sometimes detrital carbonate rocks. The ophiolitic material served as a matrix of the mélange while the limestone blocks broken from the Sakarya Continent and found in the subducted-related mélange had been remobilization during continent-continent collision in Lutetian.*

*In southern part of Boğazkale, the Ankara Mélange includes megablocks-blocks of oceanic lithospheric rocks containing ultramafic-mafic and deep sea sedimentary rocks in similar to other subduction-related mélanges. These blocks are peridotite, diabase, pillow lava, pink colored pelagic limestone alternated with chert bands, and radiolaria and manganese bearing chert. The mudstone are rarely observed as a matrix between the blocks. However, the blocks of seamount rocks are pillow lavas with porphyric and aphanitic textures, volcanic breccia and agglomerates. The basic rock blocks of oceanic crust have MORB (%1.29-1.54 TiO<sub>2</sub> and 3.4-4.6ppm Nb) and IAT (%0.23-1.38 TiO<sub>2</sub> and 1.1-3.7ppm Nb) characteristics whereas the pillow lavas of seamount volcanism display OIB (%2.43-3.62 TiO<sub>2</sub> and 28.6-49.1ppm Nb) affinity. In the vicinity of Kalecik (Ankara), Eldivan (Çankırı) and Kiranlık (Çorum), the subduction-related ophiolitic mélange is cut by alkaline (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O=%2.34-8.98 and %39.81-50.49 SiO<sub>2</sub>) dykes with composition of basanite, trackybasalt and phonotephrite related arc magmatism. The shoshonitic (%4.11-6.96 K<sub>2</sub>O) dykes aged of 64.9±1.3Ma have Nb and Ta contents showing negative anomalies and Ba/Nb ratios ranging between 83-211*

(>25), and high  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (0.704697-0.704892) ratios and low  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  ratios (0.512674-0.512690) indicating lithospheric mantle source modified by fluids related subduction. However, high  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (19.332-19.939),  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (15.655-15.691) and  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (39.192-39.612) ratios display to have been undergone mantle source by highly crustal contamination.

*The Campanian-Maastrichtian aged flyschoidal sedimentary rocks containing cream colored, thin-medium layered clayey limestone and detrital sedimentary rocks cover the ophiolitic mélangé as unconformity. The turbiditic units formed by sandstone-shale alternation of the Middle Eocene beginning basement conglomerate are found onto all tectonic units came together by continent-continent collision.*

*In the investigated area in the İzmir-Ankara-Erzincan orogenic belt, the intra-oceanic subduction-related mélangé firstly formed before Campanian. The limestone blocks from the Sakarya Continent transferred to the accretionary complex due to compressional tectonism between Sakarya Continent in north and Kırşehir masif in south. The no observation of limestone blocks southward may be explained by rollback processes of oceanic lithosphere and growing mélangé southward. The ophiolitic mélangés containing mostly continental limestone blocks are observed as a result of continental collision in Lutetian in İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone with characteristics of collision- and accretionary prism orogenic belt.*

**Keywords:** *Ankara Mélangé, İzmir-Ankara-Erzincan orogenic belt, subduction-collision, oceanic rocks, continental blocks*



**MAGMATİZMA VE MAGMATİK SÜREÇLER**  
***MAGMATISM AND MAGMATIC PROCESSES***

**Posterler / *Posters***

## KARS VOLKANİK PLATOSU'NUN DOĞUSUNUN VOLKANO-STRATİGRAFİSİ VE PETROGRAFİSİ, ÇILDIR KUZEYİ, ARDAHAN

**Olgun Duru, Mehmet Keskin**

*İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar, İstanbul  
(lineasyon@gmail.com)*

### ÖZ

Çıldır kuzeyinde (Ardahan ili) Gürcistan sınırına kadar uzanan alanlarda, Erzurum-Kars Volkanik Platosu'nun (EKVP) en doğu kesimi geniş alanlarda yüzeylenmektedir. Bu alanda EKVP, Kura nehri tarafından kimi yerde 500 ila 700 m'ye ulaşan derin bir kanyon ile kesilmektedir. 'Kura Kanyonu' olarak isimlendirdiğimiz bu vadi, Erzurum-Kars Platosu üzerinde volkanik istifin tabandan tavanına kadar kesintisiz ve net bir kesit şeklinde izlenebildiği en iyi volkano-stratigrafik kesiti sunmaktadır. Kura Kanyonu'nun dik yamaçlarında sayıları 20'yi aşan lav yaygıları ve piroklastik birimler mostra vermektedir. Bu özellikleri ile Kura Kanyonu, Doğu Anadolu çarpışma zonu bu bölümünün Orta Miyosen'den Kuvaterner'e kadar neredeyse 15 milyon yıllık bir zaman aralığındaki magmatik ve jeodinamik evriminin kayıtlarını içeren harika bir arşiv niteliği taşımaktadır. Bu çalışma, Kura Kanyonu kesitinin volkano-stratigrafisi ve petrografisi konusunda ilk bulgularımızı özetlemektedir. Kura Kanyonu'nda volkanik istifin en iyi görüldüğü üç kesit seçilerek bu kesitler boyunca istif ayrıntılı çalışılmış, volkanik düzeyler ölçülerek her birinden karakteristik örnekler derlenmiş ve kompozit bir volkano-stratigrafik kesit oluşturulmuştur.

EKVP'nin temeli, araştırma alanı dışında kuzeyde Şavşat dolaylarında ve doğuda Gürcistan içlerinde yüzeylenmektedir. Bu kesimlerde EKVP'nun temelinde Eosen Oligosen yaşlı denizel fasiyesli volkano-sedimenter birimler yer almaktadır. EKVP istifi, Kura kanyonu tabanında 30 ila 50 m kalınlık sunan gri-boz-kırmızı renkte, kalın tabakalı aglomera seviyeleri ile başlamaktadır. Üste doğru, 3-5 m kalınlık sunan sarımsı beyaz ve gri renkli tüfler ve 4-10 m arasında değişen kalınlıklar gösteren ve amfibol-plajiyoklas fenokristalleri içeren mavimsi koyu gri renkli porfirik ortaç lavların ardalandığı bir düzeye geçilir. Bunları kalınlıkları 3 ila 25 m arasında değişen, daha ince kristalli veya afirik, çoğu akma bantlaşmaları içeren dasitik lav düzeyleri ve onlarla ardalanmış ince tüf arakatlıları içeren bir düzey izler. Kitasal çarpışmaya bağlı sıkışmalı tektonik deformasyonlar sonucunda kıvrımlanan ve 20°-30° eğimler kazanan bu düzeyler, olasılıkla Miyosen yaşlıdır. Kura Kanyonu istifinin daha üst düzeyleri, koyu renkli, yataya yakın konumlu, şekerseri mikro-kristalli veya afirik dokulu masif ve kimi düzeyleri vesiküllü 2 – 15 m kalınlıklarda bazaltik andezitik lav düzeylerinin ardalanmalarından oluşur. Bölgesel korelasyonlara göre olasılıkla Pliyosen yaşlı ve yataya yakın konuma sahip olan bu lavlar, en üstte platonun üst düzeyini oluşturan ve kalınlığı 50 ila 400 m arasında değişen çatlak püskürmesi ürünü lav yaygıları ve yerel dasitik-riyolitik domlar/küçük skorya ve sıçratma volkanik konileri ile örtülürler. Bölgede çarpışma-kökenli volkanizmanın son ürünleri, platoyu yerel olarak örten ve olasılıkla Kuvaterner yaşlı olan nispeten daha taze andezit ve bazaltik lav akışları ve bunlarla kökensel ilişkili püskürme konileridir. Bir sonraki aşamada bu kesit üzerindeki karakteristik lav düzeylerinin radyometrik olarak yaşlandırılması ve kimyasal bileşimde zamana bağlı değişimlerin çalışılması ve böylece bunların zaman ve mekân içindeki jeodinamik anlamının Doğu Anadolu Bölgesi'nin evrimi açısından değerlendirilmesi planlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Anadolu, çarpışma volkanizması, Erzurum-Kars Volkanik Platosu, Kura kanyonu.

## **VOLCANOSTRATIGRAPHY AND PETROGRAPHY OF THE EASTERN PART OF THE KARS VOLCANIC PLATEAU, NORTH OF THE TOWN OF ÇILDİR, ARDAHAN CITY, NORTH EASTERN TURKEY**

**Olgun Duru, Mehmet Keskin**

*Istanbul University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, 34320 Avcılar, Istanbul – Turkey (lineasyon@gmail.com, keskin@istanbul.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*In the North of Çıldır (Ardahan, E Anatolia) up to the borderline with Georgia, almost the whole area is covered by volcanic units which belongs to the eastern part of the Erzurum-Kars Volcanic Plateau (EKVP). The EKVP is deeply cut by River Kura in the north of the town of Çıldır, Ardahan, forming a canyon, called the 'Kura canyon', with a depth of 500 to 700 m in places. The aforementioned canyon offers best sections on the EKVP, along which every level of the collision-related volcanic sequences can be followed from bottom to the top. Over 20 lavas and pyroclastic units are cropped out on the steep slopes of the Kura canyon. By these features, the volcanic sequence exposed on the wall of the Kura canyon can be regarded as a spectacular archive which contains a record of almost 15 My (from Middle Miocene to Quaternary) of magmatic and geodynamic history of this part of the Eastern Anatolian collision zone. This study presents our preliminary results about the volcano-stratigraphy and petrography of the Kura canyon section. We studied the volcanic sequence of the Kura canyon through three representative transects. We measured the thicknesses of each lava and pyroclastic units in these transects, sampled almost every level of them and produced a composite volcano-stratigraphic section by combining all these data.*

*The basement of the EKVP is exposed around the town of Şavşat in the north and inside Georgia in the east away from the state border. It is represented by the Eocene to Oligocene volcano-sedimentary units, deposited in a marine environment. The base of the EKVP exposed at the bottom of the Kura canyon is represented by very thick (i.e. 30 to 50 m) agglomerate layers, displaying grayish, beige and reddish colors. This unit is conformably overlain by alternations of 3-5 m thick yellowish-white and grey tuff layers and amphibole+plagioclase-bearing porphyritic intermediate lavas with thicknesses between 4 and 10 m and bluish dark grey colors. This level is in turn overlain by a series of finer-grained or aphyric, flow-banded mostly dacitic lava flows, ranging in thickness from 3 to 25 m. These lavas are alternated with occasional and thin tuff intercalations. All these units have been folded due to compressional tectonic regime related to continental collision and therefore gained dips around 20°-30°. All these lavas are thought to be Miocene in age. The relatively coarser-grained Miocene lavas are covered by a sequence finer-grained and more compact basaltic andesitic lava flows. These range in thickness from 2 to 15 m and are dark in color with a sugary to microcrystalline or aphyric texture, containing occasional vesicles. These lavas are generally sub-horizontal and thought to be Pliocene in age, based on correlations with the nearby sequences. At the uppermost part of the Kura canyon section, there are plateau-forming lavas erupted predominantly from fissures and local dacitic-rhyolitic domes/small scoria and spatter cones. The thickness of this plateau level changes between 50 and 400 m. The final products of the collision-related volcanism in the region is represented by local and relatively fresher andesitic and basaltic lava flows and associated volcanic cones, which are presumably Quaternary in age. Further to our studies presented above, we have planned to date the key lava levels of the volcano-stratigraphic sections by utilizing radiometric techniques and conduct geochemical analyses on them for the aim of revealing a detailed temporal account of the changes in the chemistry through the volcanic sequence and better understanding the geodynamic implications of these variations in time and space for the E Anatolian collision zone.*

**Keywords:** Eastern Anatolia, collision volcanism, Erzurum-Kars Volcanic Plateau, Kura canyon.

## CİVANADAĞ BÖLGESİ (GÜĞÜ-BALIKESİR) MAGMATİK KAYAÇLARININ MİNERAL KİMYASI

**Murat Kalkan<sup>1</sup>, Yahya Özpınar<sup>2</sup>, Barış Semiz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kampüs  
68100, Aksaray

<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kınıklı Kampüs TR-20070 Denizli  
(jeo\_murat\_09@hotmail.com)

### ÖZ

Çalışma alanı, D-B uzanımlı Kuvaterner yaşlı Simav grabenin kuzeyinde, KB-GD uzanımlı Bigadiç Borat havzasının doğusunda ve Dursunbey (Balıkesir) güneyinde yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı Civanadağ bölgesindeki magmatik kayaçların jeolojik ve mineral kimyası özelliklerini belirlemektir. Bu kapsamda, çalışma alanında bulunan birimlerden 6 granit ve 6 volkanit olmak üzere toplam 12 örnek üzerinde mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanının temel kayaçlarını, Menderes Masifi'ne ait Paleozoyik yaşlı Simav Metamorfikleri ve İzmir-Ankara zonuna ait Dağardı Melanjı oluşturmaktadır. Alttaki birimler Erken Miyosen yaşlı Alaçam Graniti tarafından kesilmektedir. Erken Miyosen yaşlı Yeniköy Formasyonu alttaki tüm birimlerin üzerine aşılal uyumsuzlukla yerleşmiştir. Bu birimlerin üzerinde de riyolit, riyodasit ve dasit bileşiminde değişen piroklastik kayaçlar (Civanadağ tüfleri) ve geçişli olarak gelen lavlar (Akdağ volkanikleri) bulunmaktadır.

Mineralojik-petrografik incelemeler sonucunda, granitik ve volkanik kayaçların benzer mineralojik özelliklere sahip olduğu ve genel olarak plajiyoklas, alkali feldispat, amfibol, biyotit ve opak mineral birlikteliklerinden oluştuğu belirlenmiştir. Alaçam Graniti'nde bulunan plajiyoklasların oligoklas, andezin ve labrador bileşiminde oldukları, herhangi bir zonlanma göstermedikleri, ortoklasların ise Or<sub>74-88</sub>-Ab<sub>11-25</sub> aralığında ve yoğun bir şekilde pertitleşme gösterdikleri tespit edilmiştir. Akdağ volkanitlerinde gözlenen plajiyoklasların da benzer bileşimde oldukları, alkali feldispatların ise sanidin bileşiminde oldukları belirlenmiştir. Plajiyoklaslar üzerinde kenardan merkeze doğru yapılan ölçümler sonucu kayaçlardaki SiO<sub>2</sub> oranının artmasıyla birlikte anortit içeriklerinin azaldığı, albit içeriklerinin ise arttığı gözlenmektedir. Mika fenokristallerinin FM ((Fe/Fe+Mg)\*100) değerinin 54-60 arasında olmasından dolayı tüm mikalar biyotit olarak adlandırılmıştır. Granitlerde bulunan biyotitlerin Mg/Fe<sup>+2</sup> oranları 0.67-0.83; Mg# 40-46; volkanitlerde bulunan biyotitler ise Mg/Fe<sup>+2</sup> oranları 0.71-0.84; Mg# 41-48 aralığında değişim göstermekte olup kısmen Mg'ca zengindir. Alaçam Graniti'nde gözlenen amfibol mineralleri Leake (1978) sınıflamasına göre hornblend ve edenitik hornblend, Akdağ volkanitlerinde ise hornblend olarak isimlendirilmiştir. Örneklerde gözlenen opak minerallerinin ise manyetit ve ilmenit bileşiminde olduğu belirlenmiştir. Mineral kimyası çalışmalarında elde edilen veriler jeotermometreleri, oksijen fugasite ve basınç hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Bu veriler ışığında Alaçam Granitinin oluşum sıcaklığının 532-632 °C aralığında, basınç değerinin ~3.8 kbar ve oksijen fugasite değerlerinin ise -24.2 olduğu tahmin edilmektedir. Yapılan mineral kimyası çalışmaları sonucunda granit ve volkanit örneklerinin aynı kökenden gelen ürünler oldukları sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Mineral kimyası, jeotermometre, Mg-biyotit, Alaçam, granit



## **MINERAL CHEMISTRY OF THE MAGMATIC ROCKS IN THE CIVANADAG REGION (GÜĞÜ – BALIKESİR)**

**Murat Kalkan<sup>1</sup>, Yahya Özpınar<sup>2</sup>, Barış Semiz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Aksaray University, , Department of Geological Engineering, Campus,  
68100 Aksaray, Turkey

<sup>2</sup>Pamukkale University, Department of Geological Engineering, Kınıklı Campus  
TR-20070 Denizli, Turkey  
(jeo\_murat\_09@hotmail.com)

### **ABSTRACT**

*The study area is located in the north of the E–W-trending Plio–Quaternary aged Simav Graben, in the east of the NE–SW trending Bigadic Borate basin and in the south of Dursunbey (Balıkesir). Aim of this study determines the geological and mineral chemistry features of the magmatic rocks in the Civanadağ region. We applied mineral chemistry analyses on selected 12 samples including 6 granites and 6 volcanites. In the study area, basement rocks are formed by Paleozoic aged Simav Metamorphics and Dağardı Melange, which is a part of İzmir-Ankara zone. These units are intruded by Early Miocene aged Alaçam Granite. Early Miocene aged Yenikoy Formation overlaid all these units with angular unconformity. These units are overlaid pyroclastic rocks with rhyolite, rhyodacite, and dacite composition (Civanadag tuffs) and lavas (Akdag volcanics).*

*As a result of mineralogical-petrographic investigations, granitic and volcanic rocks have similar mineralogical characteristics and generally plagioclase, alkali feldspar, amphibole, biotite and opaque mineral associations were found. While the plagioclase minerals in the Alaçam granites have a composition of oligoclase-andesine-labradorite with no zonation, orthoclase minerals with a chemical range of  $Or_{74-88}-Ab_{11-25}$  widely show perthitic texture. Plagioclases of the Akdag volcanics observed a similar composition and alkali feldspar were found in the sanidine composition. As a result of measurements (rim to core) made on the plagioclases observed decreases in anorthite contents and increases in albite contents in the plagioclases with rise of the  $SiO_2$  ratios in the rocks. Because of FM ( $(Fe/Fe+Mg)*100$ ) values (between 54-60) of the mica phenocrysts, the examples are called biotite.  $Mg/Fe^{+2}$  (0.67-0.83) and Mg# (40-46) ratios of the biotites in the granite and  $Mg/Fe^{+2}$  (0.71-0.84) and Mg# (41-48) ratios of the biotites in the volcanics change the narrow range and is partly Mg-rich. According to the Leake (1978) classification, Amphibole minerals are edenitic hornblende and hornblende in the Alaçam granite and also hornblende in the Akdağ volcanics. Opaque minerals are magnetite and ilmenite compositions. Using the data from mineral composition analyses, amphibole-plagioclase, iron-titanium oxide, two feldspar geothermometers, oxygen fugacity and pressure calculations were performed for granites and volcanites. In light of these data, crystallization temperature (532 - 632 °C), pressure (3.8 kbar), oxygen fugacity (-24.2) of the Alaçam granite have been calculated. As a result of the mineral chemistry, granite and volcanic rock samples are product come from same origin.*

**Keywords:** Mineral chemistry, Geothermometer, Mg-biotite, Alaçam, granite

## HARPUT (ELAZIĞ) KUZEYDOĞUSUNDAKİ NEOJEN VOLKANİTLERİN PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**Melek Ural, Sevcan Kürüm, Esen Özbulut, Dicle Bal Akkoca**  
*Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ*  
([melekural@firat.edu.tr](mailto:melekural@firat.edu.tr))

### ÖZ

Harput'un kuzeydoğusu ile Keban Baraj Gölü güneyi (Elazığ) arasında Alt Pliyosen yaşlı lav akıntıları ve piroklastitler yüzeylenmektedir. Kilorik Tepe, Beşoluk, ve Beydalı köyleri çevresinde yaygın olarak yer alan bazaltik lav akıntıları sert, koyu renkli (griden yeşilimsi siyaha kadar) ve küçük yuvarlak gözeneklere sahiptirler. Karataş köyü çevresinde yüzeyleyen piroklastitler ise kahvemsî kırmızı, koyu gri renklidirler ve yoğun oksitlenme gösterirler. Çeşitli boyutlardaki ve yuvarlaklaşmış blokların soğan kabuğu yapısı göstermeleri bunların olasılıkla lakustrin ortamda çökelmiş olduğunu gösterir.

Lav akıntıları olivin, plajiyoklas, piroksen, amfibol ve opak minerallerden oluşur ve mikrolitik porfirik, hyalomikrolitik porfirik ve amigdaloidal dokular gösterir. İndingsit bu kayaçlardaki en yaygın alterasyon ürünüdür. Piroklastik kayaçlar ise kristal ve litik tüften oluşmakta ve olivin, plajiyoklas, piroksen ve opak mineraller içermektedir. Kayaç parçalarındaki plajiyoklas ve mafik minerallerin çoğu klorit, kil mineralleri ve kalsite dönüşmüşlerdir.

Petrografik ve petrokimyasal sınıflamalara göre kayaçlar alkali bazalt bileşimindedir. Kayaç örneklerindeki  $\text{SiO}_2$ 'nin  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaO}$  ile pozitif;  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  ile negatif korelasyonu fraksiyonel kristalleşmeyi yansıtmaktadır. Magma-tektonik ayırtman diyagramları bu kayaçların levha içi ortamda oluştuklarını gösterir. Okyanus ortası sırtı bazaltı (OOSB) ve kondrit normalize iz element dağılımları da bu kayaçlar için alkalin karakteri yansıtmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Elazığ, Harput, piroklastit, lav akıntısı, alkalin

**PETROGRAPHIC AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF  
NEOGENE VOLCANICS FROM NORTHEAST OF HARPUT  
(ELAZIĞ)**

**Melek Ural, Sevcan Kürüm, Esen Özbulut, Dicle Bal Akkoca**

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Turkey  
(melekural@firat.edu.tr)

**ABSTRACT**

*The study area is in the northeast of Harput to Keban Dam Lake (Elazığ). Lower Pliocene Volcanics outcropped in the study area are represented by lava flows and pyroclastics.*

*Basaltic lava flows are usually dense, dark coloured ranging from dark grey to greenish-black, and has small rounded vesicules. These lava flows exposed around Kilorik Hill, Beşoluk and Beydalı Village. Pyroclastics, widely exposed around Karataş Village, are brownish red, dark gray coloured, and display intense oxidation. Rounded blocks in various sizes which display anion-shape structure due to cooling may show that the pyroclastics were probably deposited in a lacustrine environment.*

*Lava flows contain olivine, plagioclase, pyroxene, amphibole and opaque minerals. The texture of lavas are microlitic porphyritic, hyalomicroclitic porphyritic and amigdaloidal textures. Iddingsite are found as main alteration products. On the basis of petrographic observations, pyroclastic rocks are composed of crystal and lithic tuff. These rocks contain olivine, plagioclase, pyroxene and opaque minerals. All of the mafic minerals and some of the plagioclase in the lithic fragments are replaced by chlorite, clay minerals and calcite*

*The rocks have composition as alkaline basalts on the basis of petrographic and petrochemical classifications. In the rock samples, negative correlation between  $\text{SiO}_2$  and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaO}$  and, positive correlation between  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  with  $\text{SiO}_2$  suggest fractional crystallization. Magma-tectonic discrimination diagrams indicate that most of this rocks might be formed in a within plate environment. Mid-ocean ridge basalt (MORB) and chondrite normalized trace element patterns of the rocks illustrates alkaline character.*

**Keywords:** Elazığ, Harput, pyroclastits, lava flows, alkaline

## BEYŞEHİR-HOYRAN OFİYOLİTİ İÇERİSİNDEKİ TEKTONİTLERİN DOKUSAL ÖZELLİKLERİ: BEYŞEHİR (KONYA) GÜNEYİNDEN BİR ÖRNEK

İrem Arat<sup>1</sup>, Tijen Üner<sup>2</sup>, Üner Çakır<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43270 Kütahya

<sup>2</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Van

<sup>3</sup>Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara  
(iremarat@dumlupinar.edu.tr)

### ÖZ

Toros Kuşağı içerisinde Kırkkavak ve Ecemiş fayları arasında kalan Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti, Jura sonu-Kretase başında kapanmaya başlayan Neotetis Okyanusu'na ait önemli kayıtlara sahiptir. Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti inceleme alanında tektonitler (harzburjit, dünit), kümülatlar (gabro, piroksenolit, pegmatoitik gabro) ve amfibolitten oluşan bir istif sunmaktadır. Tektonit dokulu peridotitler ofiyolit istifi içerisinde hacimsel olarak en önemli bölümünü oluşturmaktadır. Genel olarak harzburjitlerden oluşan tektonit dokulu peridotitler yer yer de dünitik ve kromitik seviyeler içermektedir. Foliyasyon-lineyasyon gösteren tektonitler, kristal içi kayma, öğütülme ve yeniden kristallenme özellikleri ile üst mantoya ait belirgin bir plastik bir deformasyonun izlerini taşımaktadır.

Beyşehir-Hoyran ofiyolitine ait tektonitlerin en önemli özellikleri plastik bir deformasyonun izlerini taşıyor olmalarıdır. Makroskobik olarak ortopiroksen ve kromit gibi minerallerdeki yassılaşıma ve uzamaya bağlı olarak kayaçta bir foliyasyon düzleminin varlığı ayırt edilebilmektedir. Birimlerde öğütülme ve yeniden kristalleşme izlerine rastlanmaktadır. İnce kesitlerde uzama gösteren olivin ve enstatit minerallerinde sıklıkla deformasyon lamellerine (kink-band) rastlanmaktadır. Genel bir kural olarak astenosferik deformasyonun granoblastik dokuyu, litosferik deformasyonun ise milonitik dokuyu meydana getirdiği söylenebilmektedir. Buna karşılık her iki deformasyon sırasında porfiroklastik dokunun oluşabileceğini göz önünde bulundurarak bu ayrımın mikrotektonik yöntemlerle yapılması gerekmektedir.

Harzburjitler genel olarak olivin, ortopiroksen, daha az oranlarda klinopiroksen ve kromit minerallerinden oluşmaktadır. Olivinler özsekilsiz, orta taneli kristaller halinde gözlenirken, ortopiroksenler olivinlere oranla daha iri kristaller şeklinde bulunur. Ortopiroksenler, tane sınırları ufalanmış ikincil olivin mineralleri tarafından çevrelemiştir. Harzburjitler genel olarak milonitik doku sunmaktadır. Bu birimin belirleyici özelliği plastik deformasyonun izlerini taşıyor olmasıdır. Diğer bir kayaç grubu olan dünitler ise harzburjitler içerisinde düzensiz bantlar ve lensler şeklinde bulunur. Bu bant ve lenslerin kalınlıkları 1-15 m arasında değişmektedir. Birimde porfiroklastik doku hakimdir. Dünitler çoğunlukla Genel olarak olivin ve az miktarda ortopiroksen-kromit minerallerinden oluşmuştur. Dünitler, harzburjitlerle birlikte yoğun bir şekilde serpantinleşmeye uğramıştır. Bozunma sonucu oluşan serpantinler, masif ve şistleşmiş olarak iki şekilde bulunmaktadır. Masif serpantinler, beyaz-açık yeşil renklere santimetrik kalınlıkta bir kabuk ile kaplanmış durumda gözlenmektedir. Şistleşmiş serpantinler ise yapraklanma gösteren, parlak koyu yeşil renkli ve kaygan yüzeylere sahiptir. İleri derecede serpantinleşmiş örneklerde, olivinler sadece elek dokusunun çekirdek kısımlarında küçük taneler şeklinde bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti, tektonit, plastik deformasyon, harzburjit, dünit

## **TEXTURAL PROPERTIES OF TECTONITE IN THE BEYŞEHİR-HOYRAN OPHIOLITE: AN EXAMPLE OF SOUTHERN OF BEYŞEHİR (KONYA)**

**İrem Arat<sup>1</sup>, Tijen Üner<sup>2</sup>, Üner Çakır<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Dumlupınar University, Department of Geological Engineering, 43270 Kütahya, Turkey

<sup>2</sup>Yüzüncü Yıl University, Department of Geological Engineering, 65080 Van, Turkey

<sup>3</sup>Hacettepe University, Department of Geological Engineering, 06800, Ankara, Turkey  
(iremarat@dumlupinar.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Beyşehir-Hoyran Ophiolite is situated between Kırkkavak and Ecemiş faults in the Taurus Belt. It has the records of Neotethyan Ocean which began to close at the Late Jurassic-Early Cretaceous. Beyşehir-Hoyran Ophiolite in the study area is represents with tectonites (harzburgite, dunite), cumulates (gabbro, pyroxenolite, pegmatitic gabbro) and amphibolite. Textured tectonite peridotites are volumetrically in the most important part of the ophiolite sequence. In general, composed of harzburgite tectonite textured peridotites also includes dunite and chromite levels. Tectonites showing foliation-lineation, in crystal slip, grind, and re-crystallization properties of the upper mantle is a significant traces of plastic deformation.*

*Beyşehir-Hoyran ophiolite tectonites of the most important properties is that traces of plastic deformation. Minerals such as orthopyroxene, and chromite in macroscopically flattening and elongation depending on the foliation plane of the presence of a rock can be distinguished. Units are found traces of grinding and re-crystallization. Elongated enstatite and olivine minerals are commonly showing deformation lamellae (kink-band) in the thin section. as a general rule asthenospheric deformation caused by a granoblastic texture, lithospheric deformation caused by mylonitic texture.*

*In general harzburgite is composed of olivine, orthopyroxene, clinopyroxene and lesser amounts of chromite. Medium-grained crystals of anhedral olivines was observed in the form of orthopyroxene minerals are larger than olivine minerals. Orthopyroxenes are surrounding by secondary crumbled grain boundaries of olivines. In general harzburgites shows mylonitic texture. This unit traces of the most distinctive feature is that the plastic deformation. The other rock groups are dunitites which stay the form of irregular bands and lenses in harzburgites. These bands and lenses thickness ranged from 1-15 meters. Porphyroclastic texture is dominant. Dunite is composed of usually olivine and small amount of orthopyroxene and chromite. Dunitites with harzburgites has undergone intensively serpentinization. Serpentinites caused by weathering there are two ways to massive and shist. Massive serpentinites observed white-light green colors and covered with a shell thickness of centimetrical. Shisty serpentinites has glossy dark green color and slippery surface and showing the shistosity. Highly serpentinized samples are the form of small grains olivines only the core parts of sieve texture.*

**Keywords:** *Beyşehir-Hoyran Ophiolite, tectonite, plastic deformation, harzburgite, dünite*

## TORUL-İKUSU (GÜMÜŞHANE) YÖRESİ VOLKANİK KAYAÇLARININ STRATİGRAFİSİ VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**Tülay Bak, Cüneyt Şen**

*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon  
(tulaybak@ktu.edu.tr)*

### ÖZ

Doğu Karadeniz’de yüzeyleyen Jura yaşlı volkanik kayaçların jeotektonik konumları tartışmalıdır. Bu çalışmada, söz konusu volkanik kayaçların en iyi yüzeylendikleri Torul-İkisü (Gümüşhane) yöresindeki stratigrafisi ile volkanik ve bunlarla ilişkili piroklastik kayaçların jeokimyasal özellikleri ayrıntılı olarak çalışılmıştır.

Torul-İkisü (Gümüşhane) Vadisi’nin tabanını kalın bir yastık lav katmanı oluşturmaktadır. Yastık lavların üzerini kırmızı silisli çökeller ile kiltası ara seviyeli tüf mercekleri içeren ve yaklaşık 200m kalınlığında koyu renkli bol boşluklu bazaltlar örter. Bu birim üzerine yer yer iri plajiyoklas porfirleri (>2cm) içeren bazaltik andezitler gelir. Serinin en üstünde bulunan kireçtaşları, koyu renkli tüffit ar dalanması ile Dogger-Malm-Alt Kretase (?) yaşlı masif platform kireçtaşlarına uyumlu bir şekilde geçiş yapar.

Volkanik kayaçlar toleyitik kalk-alkalen geçişli olup, bazalt ve bazaltik andezit bileşimindedir. Örnekler hafif nadir toprak elementlerce ve büyük iyon çaplı elementlerce zenginleşmiş, yüksek alan enerjili elementlerce fakirleşmiş olarak görülür. Kondrit normalize edilmiş nadir toprak element içerikleri (La/Lu)<sub>N</sub> 1 ila 8 arasında değişmekte olup, hafif nadir toprak elementlerinde tabandan tavana doğru zenginleşme gözlenmektedir. İz elementler n-MORB’a göre normalleştirildiklerinde tipik yay bazaltlarına benzer yönseme gösterirler.

Jeokimyasal ve mineralojik veriler bir arada yorumlandığında, İkisü Vadisi’nde yüzeyleyen Jura volkanitlerinin yitim ile ilişkili sıvıların metasomatizmaya uğrattığı bir manto kamasının bölümsel ergimesi sonucu oluştuğu ve daha sonra magma odasında diferansiyasyona uğradığı söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Karadeniz, jeokimya, Jura, volkanizma, Torul-İkisü (Gümüşhane)

## **STRATIGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF VOLCANIC ROCKS OF TORUL-İKİSU (GÜMÜŞHANE) REGION**

**Tülay Bak, Cüneyt Şen**

*Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering,  
61080, Trabzon, Turkey  
(tulaybak@ktu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*Geotectonic setting of Jurassic volcanic rocks in the Eastern Karadeniz Region is controversial. Hence, volcanic and related pyroclastic rocks of Torul-İkisü (Gümüşhane) area investigated in detail in terms of stratigraphically and geochemically.*

*A thick pillow lava sequence represents the basement in the Torul-İkisü Valley. Approximately 200m thick massive basaltic lava flows intercalated with red color volcano-silicic sediments and the tuff lenses cover the pillow lavas. These volcanics locally overlain by porphyritic basaltic andesites containing plagioclase phenocrystal up to 2cm long. Overlying epiclastic rocks with increasing carbonate platform rocks comprising thick-bedded limestones. The investigated volcanic rocks form a transitional series between tholeiitic and calc-alkaline and is dominated by basalt and basaltic andesite.*

*They are enriched LREE and LILE with pronounced depletion of HFSE. The chondrite normalised REE patterns  $(La/Lu)_N=1-8$  show more enrichment in the stratigraphically upper levels compare to the pillow lavas which in the bottom. N-MORB normalize trace element patterns show similarity with those of primary arc basalts.*

*Mineralogical and geochemical evolutions indicate that these volcanic rocks were derived the mantle that was metasomatised by subduction related fluids and further underwent a degree of fractional crystallization in magma chambers before being extruded at the surface.*

**Keywords:** *Eastern Black Sea, geochemistry, Jurassic, volcanism, Torul İkisü (Gümüşhane)*

## SUSURLUK VOLKANİTLERİNİN JEOLJİSİ VE PETROJENEZİ (KB ANADOLU)

**Alp Ünal, Ömer Kamacı, Şafak Altunkaynak**  
*İTÜ, Maden Fak., Jeoloji Müh. Böl. 34469 Maslak, İstanbul*  
(alp.unal@itu.edu.tr)

### ÖZ

İnceleme alanı, KB Anadolu Oligo-Miyosen magmatizmasının farklı evre ve ürünlerinin gözlenebildiği kritik bir bölgedir. Bu alanda yer alan magmatik kayalar birbirleriyle zamanda ve mekanda ortaklık gösteren iki farklı kaya grubundan oluşmaktadır; Çataldağ Plütonik Topluluğu ve Susurluk Volkanik Topluluğu.

Susurluk civarındaki gözlenen volkanizmanın ilk ürünleri felsik piroklastikler ve dasitik lavlardan oluşur. Volkanizma üste doğru felsikten ortaç'a değişmiş ve andezit bileşimli lav ve piroklastik kayalar gelişmiştir. Bölgedeki en yaygın volkanik kaya türleri de ortaç bileşimli olan bu kayalardır. Andezitik kayalar Alt-Orta Miyosen yaşlı volkanik toplulukta üste doğru yerini ortaç-bazik bileşimli bazaltik andezit, bazaltik trakiandezit lavlara bırakmaktadır. Bölgede gözlenen piroklastik kayalar farklı türden piroklastik yağış birimleri ve piroklastik akma birimleri ile temsil edilir. Yukarıda tanımlanan tüm kaya grupları petrografik ve jeokimyasal yönden benzerlikler sergilemektedir. Bu özellik farklı tür ve bileşimdeki magma kayalarının aynı kökenden geldiğini ve benzer bir magmatik evrim geçirdiğini göstermektedir.

Susurluk volkaniklerinin jeokimya özellikleri ve Sr-Nd-Pb izotop içerikleri bunların litosferik manto kökenli, kıta kabuğundan kirlenmiş melez nitelikli bir magmadan türediğine ve çarpışma sonrası (post- collisional) magmatik topluluklarına benzediğine işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** KB Anadolu, Susurluk Volkanitleri, magmatizma, Çataldağ, jeokimya



## **GEOLOGY AND PETROGENESIS OF SUSURLUK VOLCANITES (NW ANATOLIA)**

**Alp Ünal, Ömer Kamacı, Şafak Altunkaynak**  
İTÜ, Maden Fak., Jeoloji Müh. Böl. 34469 Maslak, İstanbul, Turkey  
(alp.unal@itu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The study area is particularly critical because it contains various products of Oligo-Miocene magmatism whose geological and geochemical features indicate post-collisional setting. The magmatic rocks in this area are formed from two different groups of rocks, which display the close relationships in time and space. These are; the Çataldağ plutonic association and the Susurluk volcanic association.*

*Volcanism began with felsic pyroclastic rocks and dacitic lavas and then, gave way to extensive intermediate volcanic rocks which are represented by andesitic lavas and associated pyroclastic rocks. They are followed by basaltic andesite, basaltic trachy-andesite toward the top of the volcanic succession. The pyroclastic rocks are represented by various type of pyroclastic fall deposits and pyroclastic flow deposits.*

*The geochemical and isotopic values of Susurluk volcanics indicate that these volcanic rocks are co-genetic and originated from a hybrid magma which was derived from the lithospheric mantle and was contaminated by the continental crustal components.*

**Keywords:** NW Anatolia, Susurluk, volcanic, magmatism, Çataldağ, geochemistry

## BİGADIÇ-SINDIRGI VOLKANİTLERİNİN İZ ELEMENT VE Sr-Nd-Pb İZOTOP JEOKİMYASI

**Gizem Atabek, Şafak Altunkaynak**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, Maslak, İstanbul  
(gizem.atabek@itu.edu.tr)*

### ÖZ

İnceleme alanı Batı Anadolu'da Bigadiç-Sındırgı yörelerini kapsamaktadır. Bu alanda Erken Miyosen yaşlı volkanik kayalar geniş alanlar kaplamaktadır. Volkanik kayalar üzerinde yapılan ayrıntılı jeolojik, petrografik ve jeokimyasal çalışmalar bunların farklı türden lavlar, epiklastik ve piroklastik kayalarla temsil edildiğini ortaya koymuştur. Volkanizmanın ilk evrelerinde üretilen volkanik gereç gölsel çökellerle girik ya da ardalanmalı olarak gelişmiştir. Felsik piroklastik kayalar egemen olarak pamis-kül, kül-blok yağış ve akma birimlerinden oluşmaktadır. İstifte üste doğru bileşimi riyolitten andezit-bazaltik andezite kadar değişen lavlar egemen olur. Gerek riyolitik gerekse bazaltik lavları üreten zayıflık zonları, Erken Miyosen gölsel çökel kayalarını da sınırlayan KD-GB gidişli fay sistemleridir.

Hem mafık hemde felsik lavlar kalk-alkali nitelikli, yüksek potasyumludur. İz elementlerin sergiledikleri örneklerle bakıldığında LIL ve LRE elementlerde belirgin bir zenginleşme ve Zr, Nb, ve Ta'da ise fakirleşme gözlenmektedir. Rb/Sr oranları ve Sr-Nd-Pb izotopik bileşimleri bu lavları oluşturan magmanın zenginleşmiş litosferik mantodan türeyip, yaşlı kıta kabuğundan kirlendiğini göstermektedir. Bigadiç-Sındırgı volkanitlerinden elde edilen ana, iz element, Sr-Nd-Pb izotop verileri Batı Anadolu'daki yaygın mostra veren diğer volkanik ürünlerle ve bölge jeolojisi ile birlikte değerlendirildiğinde, Erken Miyosen volkanizması çarpışma sonrası kalınlaşan "kıta altı litosferik mantonun kısmen giderilmesi (Partial delamination of mantle lithosphere) mekanizması ile açıklanabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Batı Anadolu, Bigadiç-Sındırgı Volkanitleri, izotop jeokimyası, iz element

## **TRACE ELEMENT AND Sr-Nd-Pb ISOTOPE GEOCHEMISTRY OF BİGADIÇ-SINDIRGI VOLCANITES**

**Gizem Atabek, Şafak Altunkaynak**

*Department of Geology, İstanbul Technical University, 34469, Maslak, İstanbul, Turkey  
(gizem.atabek@itu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*The study area is located in western Anatolia. Volcanic rocks of Bigadiç-Sındırgı area are characterized by felsic and mafic lavas and associated pyroclastic rocks intercalated with Lower to Middle Miocene lacustrine rocks. Felsic pyroclastic rocks are represented mainly by pumice-ash and ash-block fall and flow deposits. The volcanic associations of Bigadiç-Sındırgı region range in composition from basaltic andesite to rhyolites. High-K, calc-alkaline intermediate (basic) to felsic rocks consist of andesite-basaltic andesite and rhyolitic lavas and pyroclastic rocks. Both intermediate-mafic and felsic lavas are co-eval and were associated with NE-SW trending fault systems that were also bounding Early Miocene local lacustrine depocenters in the region. Early pyroclastic products of this volcanism deposited in lacustrine environment and intercalated with sedimentary rocks.*

*The trace element patterns and Sr-Nd-Pb isotopic features of the Bigadiç-Sındırgı volcanites suggest that their hybrid magmas were derived from partial melting of the enriched subcontinental lithospheric mantle and that they were contaminated by the old continental crust. Over all evaluation of major-trace element compositions, Sr-Nd-Pb geochemistry and the geology of western Anatolia suggest that the Early Miocene volcanism in Bigadiç-Sındırgı region may have been caused by partial delamination of the subcontinental lithospheric mantle beneath western Anatolia.*

**Keywords:** *Western Anatolia, Bigadiç-Sındırgı Volcanites, isotope geochemistry, trace elements*

## K-FELDİSPAT MEGAKRİSTALLERİ: ALKALEN KAYAÇLAR, SEM-EDX GÖRÜNTÜLERİ VE MİNERAL KİMYASI, KEBAN-ELAZIĞ

**Sevcan Kürüm**

*Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ  
(skurum@firat.edu.tr)*

### ÖZ

Keban çevresinde, sığ sokulumlu, alkalen özellikli, siyenit porfir ve monzonit porfir özelliğindeki kayaçlar, birbirlerinden bağımsız, dayk, sill ve dom şeklinde yüzeyleşmişlerdir. Bu kayaçlarda yoğun olarak bulunan K-feldispat megakristalleri (Kfm), kayaç içerisinde homojen bir dağılım göstermektedir. Boyutları 0.5-3.5cm arasında değişen Kfm'ler, mikroskopik olarak çok sayıda ve değişik boyutta mafik ve felsik inklüzyonlar içerirler. Bu inklüzyonlar çoğunlukla taşıyıcı mineralin ikiz düzlemleri boyunca bazen de zonlanmalar arasına dizilmişlerdir. Bu özellik Kfm'lerin çok evreli büyüme işareti olarak açıklanabilir.

Plütondan alınan dört örnek üzerinde (K-7, -12, -13, -20) taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile çalışılmıştır. Örneklerin SEM görüntülerinde genellikle benzer özellikler gözlenmiştir. Çok iyi gelişmiş levhamsı yüzeyler ve dilimimlerle beraber mikro kırık ve çatlaklar ile inklüzyon? olduğu düşünülen çok daha küçük yüzeyli bazen de sivri uçlu ve çok sık dizimli görüntüler saptanmıştır. Morfolojik farklılıkları da dikkate alarak, incelenen bu dört örnekte, olası farklı morfolojik noktalarda varsa bileşimsel farklılığı saptamak için, her örnekte 6-12 arasında değişen toplam 36 yüzey/noktada EDX analiz görüntü ve sonuçları alınmıştır. Bu dört kristalde de esas olan elementler O, Na, Al, Si ve K dur. Ancak bazı örneklerde tüm noktalarda olmak üzere Ba, diğer örneklerde de Ca elementi ölçülürken örneklerin bazı noktalarında ise Fe ve Mg elementi ölçülmüştür. Bu örneklerde esas elementlerle beraber Ba, Ca, Fe ve Mg elementinin olması, bu minerallerde; ya bu elementleri içeren inklüzyonlara ya da magma mixing'in farklı karışımları ile oluşmuş heterojen magmadaki büyüme işareti eder.

Seçilen beş örneğin (K-7,-12, -14, -20, -23), kenar-çekirdek-kenar profili boyunca, megakristal ile beraber bazı inklüzyonların (plajiyoklas, zeolit ve rutil) elektron mikroprob analizleri (EMPA) yapılmıştır. Kristalin boyutuna bağlı olarak, 23-47 arasında değişen farklı noktada yapılan mineral analiz sonucuna göre, bütün bu Kfm'lerde, benzer kimyasal özelliklerle beraber bazı inklüzyon plajiyoklaslarda K-feldispat büyüme yapıları gözlenmiştir. Bu kristallerde ana element bileşimlerinin düzensizliğine bağlı olarak %Ortoklas=75-60 arasında değişmektedir. Bütün elementler ve bunlara bağlı olarak Ortoklas'ın da düzensiz dağılım göstermesi megakristallerin dengesiz büyümesine yani heterojen magmaya işaret eder. Ayrıca Keban alkalin kayaçları örneklerinde EMPA ile de saptanan inklüzyonların, genellikle kfm'lerin uzun eksenini boyunca ve kenar zonlarda bulunmaları Kfm'lerin oluşumu sırasında magma ergiyik oranının hala yüksek olduğunu gösterir.

**Anahtar Kelimeler:** K-feldispat megakristali, SEM-EDX, EMPA, siyenit-monzonit porfir, Keban

## ***K-FELDSPAR MEGACRYSTALS: ALKALINE ROCKS, SEM-EDX IMAGING AND MINERAL CHEMICAL, KEBAN-ELAZIĞ***

**Sevcan Kürüm**

*Fırat University, Department of Geology, Elazığ, Turkey  
(skurum@firat.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*The rocks which are composed of syenite and monzonite porphyries with alkaline properties which are found in Keban. K-feldspar megacrystals (Kfm), which are found intensively in all of these separate located rocks and show a homogenous distribution. Kfms, which vary in size between 0.5-3.5 cm, microscopically include many various sized mafic and felsic inclusions. These inclusions, are often lined along the twin lamellas of the carrier minerals and sometimes among zoning. This characteristic can be explained as multi-stage growth of Kfms.*

*Four samples taken from the pluton (K-7, -12, -13, -20) are examined with SEM. In SEM images, similar characteristics are observed. In addition to well-developed plate surfaces and divisions, sometimes very small-sized surfaces, thought to be inclusions (?) with micro cleavage and cracks, and appearances of acicular and intensive lines. Taking into consideration these morphologic differences, in order to determine possible compositional differences, we took EDX-analysis and results in a total of 36 surface / points, varying between 6-12 in each sample. The main elements in these four crystals are O, Na, Al, Si and K. In some of the samples Ba were measured in all points, two other samples Ba, Ca, Fe and Mg elements were measured. The existence of Ca, Fe, and Mg elements along with the main elements signify either inclusions with these elements or the growth of heterogeneous magma formed with various combinations of magma mixing.*

*Five Kfm samples (K-7,-12, -14, -20, -23) were chosen in order to be subjected to EMPA (electron microprobe analyses). Along the longer axis of the crystals, EMPA were made along the rim-core-rim traverse, and major element ratios of megacrystals and some inclusions (plagioclase, zeolite and rutile) were determined. Depending on the size of the Kfms, the numbers of analyzed points vary between 23 and 47 and all the analysis points were photographed, all of the Kfms are the same chemical characteristic and some of those inclusion plagioclases display K-feldspar growth structures. The distribution of the orthoclase (Or) % values are 60-75 depends on unevenness in the distribution of the major elements. The fact that the inclusions contained by the Kfms of Keban alkaline rocks are usually situated along the longer axis of the crystals and in the marginal parts, indicates that the melted part of the magma was still high in proportion during the formation of Kfms.*

**Keywords:** *K-feldspar megacrystal, SEM-EDX, EMPA, syenite-monzonite porphyry, Keban*



**METALİK MADEN YATAKLARI VE ENDÜSTRİYEL  
HAMMADDELER**  
*METALLIC ORE DEPOSITS AND  
INDUSTRIAL RAW MATERIALS*

**Sözlü Sunumlar / *Oral Presentations***

## HARMANCIK-BURSA BÖLGESİNDEKİ KÜTLESEL MOR JADE'NİN GEMOLOJİK VE MİNERALOGİK İNCELEMELERİ VE OLUŞUM KÖKENİNİN BELİRLENMESİ

**Murat Hatipoğlu, Yasemin Başevirgen, H. Baki Buzlu**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, İMYO, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı,  
35380, Buca, İzmir  
(murat.hatipoglu@deu.edu.tr)*

### ÖZ

Batı Anadolu'da Harmancık-Bursa bölgesinde, Geç Mesozoyik yaşlı düzenli istifsel mavişist fasiyesinin metaklastik kayaları ile Erken Senozoyik yaşlı sokulum yapmış granodiyorit kütlelerinin sınırındaki dev boyutlu kontak metamorfik bir hale (dilim), başlıca jadeit, kuvars, ortoklaz, epidot, kloritoid ve flogopit minerallerinden meydana gelmiş bir mineral birlikteliğine sahip bir süstaşı malzemesi olarak oluşmuştur. İlâveten, kimyasal analizlere göre, bu metamorfik hale, silisçe zengin bir kalk-alkalen kimyasal içeriğe sahiptir.

Soluk mor renkli eşsiz bu malzeme Türkiye'de sadece bir bölgede bulunur. Bu nedenle, Dünya süstaşı pazarında özel olarak "Türk (ve/veya Anadolu) Mor Jade"si olarak adlandırılır. Bu jade malzemesinin jadeit mineral içeriği, malzemenin toplamının %40'ından fazlasına sahip olan ana bileşimsel öge olmasına rağmen, malzeme saf bir jadeit minerali gibi formülize edilememektedir.

Jadenin özgül ağırlık değeri aykırıdır. İyi bilinen jadeit-jadelerin  $3.24 - 3.43 \text{ g/cm}^3$  e kadar olan değerlerinin aksine, bu jade  $3.04 \text{ g/cm}^3$  lük bir ortalama özgül ağırlık değerine sahiptir.

Türk Mor Jade örnekleri, saçınımsal konfokal mikro-Raman spektroskopisi (DC $\mu$ RS) ve de diğer iyi bilinen analitiksel metotlar kullanarak karakterize etmek ve detaylı tanımlamak için incelenmişlerdir. Buna göre, 1038, 984, 697, 571, 521, 464, 430, 372, 326, 307, 264 ve 201  $\text{cm}^{-1}$ 'lerde piklenmiş güçlü mikro-Raman bandları, Türk Mor Jade'sinin karakteristikleridir. Türk Mor Jade örnekleri çok sayıda geniş ve şiddetli lüminesans bandları gösterirler. Radyasyon ışınması kullanılarak uyarılmış katadoluminesans (CL), radyoluminesans (RL) ve fotoluminesans (PL) tarafından üretilen farklı lüminesans merkezleri, termolüminesans (TL) hassasiyetinin jade örneklerinin ısıl muamelesine bağlı olarak değişmesine rağmen, üst üste binmiş sinyaller yüzünden oluşur.

Sonuç olarak, bu parametreler orijinal Türk Jade'sinin dünyadaki diğer jade oluşumlarından ayıran ve kökeniyle ilgili kesin veriler sağlamaktadır. Görülmektedir ki elde edilen saçınımsal konfokal mikro-Raman bandları, özgül ağırlık değerleri ve lüminesans grafikleri bu cins jadeit-jade türü süstaşı için özgün anahtar işaretler vermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Mor jadeit-jade, gemoloji, özgül ağırlık, saçınımsal konfokal mikro-raman spektroskopisi (DC $\mu$ RS), lüminesans, Harmancık-Bursa bölgesi.



## **GEMMOLOGICAL AND MINERALOGICAL INVESTIGATIONS AND GENESIS OF THE MASSIVE PURPLE JADE FROM THE HARMANCIK-BURSA REGION**

**Murat Hatipoğlu, Yasemin Başevirgen, H. Baki Buzlu**

Dokuz Eylül Üniversitesi, İMYO, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı,  
35380, Buca, İzmir, Turkey  
(murat.hatipoglu@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In the Harmancık-Bursa region of the western Anatolia (Turkey), an extensive contact metamorphic aureole at the border between the Late Mesozoic coherent metaclastic rocks of blueschist facies and the Early Cenozoic intrusive granodiorite stock, hosts a gem material with a mineral assemblage consisting mainly of jadeite, quartz, orthoclase, epidote, chloritoid, and phlogopite minerals. In addition, the chemical analyses show that the mass of the metamorphic aureole has a silica rich calc-alkaline chemical content.*

*This pale purple-colored material is only found in one narrow provenance in Turkey. Therefore, it is specially called "Turkish (and/or Anatolian) purple jade" on the world gem market. Even though the mineral jadeite is the principal constituent, 40% by volume, the material cannot be considered pure jadeite.*

*Specific gravity value of the jade has unusual. The measured average specific gravity of 3.04 g/cm<sup>3</sup> is significantly lower than the normal range for characterized jadeites of 3.24 to 3.43 g/cm<sup>3</sup>.*

*Dispersive confocal micro-Raman spectroscopy (DCμRS), as well as the other well-known analytical methods were used to characterize and identify in detail the Turkish purple jade samples. Accordingly, the strong micro-Raman bands that peaked at 1038, 984, 697, 571, 521, 464, 430, 372, 326, 307, 264, and 201 cm<sup>-1</sup> are characteristics of the Turkish purple jade. Turkish purple jade samples show numerous broad and intensive luminescence bands. Different luminescence centres produced by cathodoluminescence (CL), radioluminescence (RL), and photoluminescence (PL), and excited by using irradiation, are due to the overall signals, even though thermoluminescence (TL) sensitivity varies depending on the treatment of the jade samples.*

*Finally, these parameters provide positive identification of the original Turkish purple jade from other jade gemstones of the world.. It can be seen that the obtained dispersive confocal micro-Raman bands, specific gravity values and luminescence spectra provide a unique fingerprint for this kind of jadeite-jade gem materials.*

**Keywords:** Purple jadeite-jade, gemmology, specific gravity, dispersive confocal micro-raman spectroscopy (DCμRS), luminescence, Harmancık-Bursa region.

## PINARBAŞI (GEDİZ-KÜTAHYA) GRANİTOİDİ Mo±Cu, Pb-Zn CEVHERLEŞMESİ

**Fatih Pekdemir, Okan Delibaş, Cüneyt Baran, Onur Sezer**

*MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06520 Ankara  
(fpekdemir85@hotmail.com)*

### ÖZ

Mo±Cu, Pb-Zn cevherleşmeleri içeren Pınarbaşı granitoidi, Orta-Batı Anadolu'nun önemli tektonik unsurlarından biri olan Simav Fayı'nın kuzeydoğusunda mostra vermekte, Baklan ve Eğrigöz granitoidleri ile birlikte Orta-Batı Anadolu'da yüzeylenen Senozoyik yaşlı çarpışma sonrası granitik kütlelerin güneydoğu kesimini temsil etmektedir.

Granitten monzonite, kuvars-monzonite kadar değişen bileşimler sunan Pınarbaşı granitoidi, Paleozoik yaşlı metamorfik temel kayalar, temel üzerine uyumsuz olarak gelen Mezozoik yaşlı kireçtaşları ve tüm bu serileri üzerleyen Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanj birimlerini kesmektedir. Pınarbaşı granitoidi ise porfirik monzonit, diyorit, andezit dayklar ile aplit ve kuvars=kalsit damarları tarafından kesilmektedir.

Pınarbaşı granitoidine bağlı ana cevherleşme tipleri; KD doğrultulu silis damarlarına bağlı Mo±Cu, Pb-Zn ve ağsal silis damarlarına bağlı Mo, Pb±Zn cevherleşmeleridir (Mo:5-2200ppm, Cu: 5-2420ppm, Pb: 5-10000ppm, Zn: 5-4610ppm). Damarlarda saptanan ana cevher mineralleri başlıca molibdenit, galenit, sfalerit, kalkopirit, pirit, fahlerz grubu mineralleri ve ±burnonittir. Cevherleşmeye eşlik eden alterasyon tipleri başlıca killeşme, silisleşme ve serisitleşmedir. Bu alterasyon ve cevherleşmeler ile birlikte ayrıca, yan kayaç olan ofiyolitik melanj içerisinde jasperoid ve lisvenit oluşumlarına bağlı yüksek As ve Sb değerleri elde edilmiş, kireçtaşları içerisinde ise ornatma tipi Pb-Zn cevherleşmeleri gözlenmiştir. Dokanak ilişkileri, yan kayaç alterasyonları, cevherleşme tipleri, cevherleşmeye eşlik eden mineraller ile yan kayalarda gözlenen cevherleşmeler ve alterasyonlar birlikte değerlendirildiğinde Pınarbaşı Mo±Cu-Pb-Zn cevherleşmesi, KD doğrultulu kırık-çatlak hatlarına bağlı yapısal kontrollü bir cevherleşmedir. Ayrıca, daha önce sistemde var olan molibdenin, daha sonraki evrede etkin olan süreçlerle granitoid içerisinde mevcut kırık-çatlak hatları boyunca taşınarak zenginleştiği ve bölgedeki Mo, Pb-Zn cevherleşmelerini oluşturduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Gediz, Mo cevherleşmesi, Pınarbaşı granitoidi, Pb-Zn cevherleşmesi, yapısal kontrollü cevherleşme

## **Mo±Cu, Pb-Zn MINERALIZATION IN PINARBAŞI (GEDİZ-KUTAHYA) GRANITOID**

**Fatih Pekdemir, Okan Delibaş, Cüneyt Baran, Onur Sezer**

General Directorate of Mineral Research and Exploration, Mineral Research and  
Exploration Department, 06520 Ankara, Turkey  
(fpekdemir85@hotmail.com)

### **ABSTRACT**

*Pınarbaşı granitoid which contains Mo±Cu, Pb-Zn mineralization is cropped out in the northeast of Simav Fault zone - one of the major tectonic segments of mid-western Anatolia- and it represents the south eastern part of the Cenozoic, post- collisional granitic rocks cropping out in the mid-western Anatolia together with Egrigöz and Baklan granitoids.*

*Pınarbaşı granitoid ranges from granite through monzonite to quartz- monzonite in composition and it cuts the Paleozoic metamorphic basement rocks, Mesozoic limestones which unconformably overlie the basement rocks and Upper Cretaceous ophiolitic mélange units trusted onto all units. Furthermore, it is cut by porphyritic monzonite, diorite and andesite dykes and also aplite and quartz±calcite veins.*

*The main mineralization types are Mo±Cu, Pb-Zn mineralizations related to the NE oriented quartz veins and Mo, Pb±Zn mineralizations related to the stockwork quartz veins (Mo: 5-2200ppm, Cu: 5-2420ppm, Pb: 5-10000ppm, Zn: 5-4610ppm). The main ore minerals are molybdenite, galena, sphalerite, chalcocopyrite, pyrite, fahlerz group minerals and ±bournonite. The main alteration types which accompany the mineralizations are argilization, silicification and sericitization. Moreover, high As and Sb values related to jasperoid and listwanite occurrences within the ophiolitic mélange are detected. Replacement type Pb-Zn mineralizations are also observed within the limestones.*

*According to the contact relationships, wall-, host- rock alterations, ore minerals and different types of mineralizations within the wall-rocks, Pınarbaşı Mo±Cu-Pb-Zn mineralization can be classified as structurally controlled type mineralization. Furthermore, it is also thought that existing molybdenum enrichments in the system were re-mobilized along the fractures-cracks within the granitoid with the later processes and formed the Mo, Pb-Zn mineralization in the region.*

**Keywords:** Gediz, Mo mineralization, Pb-Zn mineralization, Pınarbaşı granitoid, structurally controlled mineralization

# BARİT, SÜLFİTLİ BARİT VE PB-ZN CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLJİK-MİNERALJİK ÖZELLİKLERİ VE İZ ELEMENT İÇERİKLERİ (ANTALYA VE MERSİN SAHALARI, ORTA TOROSLAR-TÜRKİYE)

Oya Cengiz<sup>1</sup>, Ali Uçurum<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Batı Kampüsü Çünür,  
32260, Isparta

<sup>2</sup> Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kampus, 58140, Sivas  
(oyacengiz@sdu.edu.tr)

## ÖZ

Barit, sülfütlü barit ve Pb-Zn cevherleşmeleri, Alanya ve Gazipaşa (Antalya) ile Anamur (Mersin) arasında KB-GD doğrultulu, yaklaşık 100 km uzunluklu ve 15km genişlikli bir zon üzerinde 11 ayrı yerde bulunur. Bazı lokasyonlar barit bakımından zengin, bazıları da galen-barit, galen-sfalerit-pirit ve barit-kalkopirit bakımından zengindir. Bu cevherleşmeler, Orta Toroslar'ın KB-GD uzanımlı ve metamorfizma geçirmiş Antalya ve Alanya Naplarında yer alan genellikle Permiyen Yüğüktepe Formasyonu'nda (şistler, rekristalize kireçtaşı, dolomit ve kalkışitte), daha az olarak da Kambriyen-Devoniyen Çakmak Formasyonu (şistlerde) ve Triyas Çamlıca Formasyonu'nda (dolomit ve kireçtaşı) bulunur. Cevher, bu birimlerdeki kırıklar ve karst boşluklarına genellikle damar, daha az olarak da stratiform, merccek, saçınım ve ağsal şekillerde yerleşmiştir. Mineral birliğini, barit, galen, pirit, kalkopirit, tetraedrit, markazit, sfalerit, dijenit ve bornit, süperjen minerallerden; kalkosin-kovellin, serüzit-anglezit, limonit, götit, hematit, malakit ve azurit ve gang minerallerinden de; kalsit, dolomit, kuvars, mika, feldspat ve apatit oluşturur. Yataktaki minerallerin oluşum sırası da; kalsit-1, dolomit, kuvars, barit-1, markazit, kalkopirit-1, pirit-1, dijenit, sfalerit, tetraedrit-1, bornit, galen, tetraedrit-2, barit-2, pirit-2, kalkopirit-2 ve kalsit-2 şeklindedir. Mineralojik incelemeler baritin iki evrede oluştuğunu gösterir. İlk evre bariti levha şekilli, belirgin dilinimli, yer yer masif yer yer de içerisinde irili ufaklı boşluklar içermektedir. İkinci evre bariti ise yarı öz şekilli-öz şekillidir ve taneler yer yer bireysel, yer yerde birbirine bir çözelti ile tutturulmuştur. İkinci evrenin öz şekilli baritleri ilk evre baritlerinin mikro kırık ve mikro çatlak aralıklarını damar şeklinde doldurmuştur.

Cevherleşmelerin iz element içeriklerinden Ba kapsamı; barit cevherleşmesinde en düşük %29,15, en yüksek de %50'nin üzerinde, Pb'lu baritlerde %4,98-50 arasında, Cu'lu baritte %50 ve üzerinde, Zn'lu baritte %44,8 olarak ve sfalerit+galen+kalkopirit birliğinde de %0,07-0,16 arasındadır. Sr içeriği; baritte en düşük %0,40, en yüksek %1 in üzerinde, Pb'lu baritte %0,13-0,74 arasında, Cu ve Zn'lu baritlerde %0,60 ve %0,45 olarak, sfalerit+galen+kalkopirit numunelerinde de %0,002-0,009 arasında gözlenmiştir. Pb; baritte %0,0005-0,008, Pb'lu baritte %0,03-1,76 arasında, Cu ve Zn'lu baritte sırasıyla %0,022 ve %0,0011 olarak ve sfalerit+galen+kalkopirit numunelerinde de %0,194-2,06 arasındadır. Zn konsantrasyonu; barit numunelerinde %0,031-0,042 arasında, Pb'lu baritlerde %0,03-0,05 arasında, Cu ve Zn içerikli baritlerde %0,034 ve %1,42 olarak ve sfalerit+galen+kalkopirit

numunelerinde de %0,94-2,51 arasında gözlenir. Cu kapsamı; barit cevherleşmesinde %0,001-0,030 ve Pb'lu baritte %0,005-0,051 arasında, Zn'lu baritte %0,002 ve Cu'lu baritte %0,2 olarak, sfalerit+galen+kalkopirit numunelerinde de %0,12-0,2 arasındadır. As; baritte 5-70 ppm, kurşunlu baritte 5-241 ppm, Cu ve Zn'lu baritte sırasıyla, 21 ve 5 ppm, sfalerit+galen+kalkopirit numunelerinde ise 82-112 ppm arasındadır. Ag içeriği; baritte 0,5-7,2 ppm ve kurşunlu baritte 0,5-42 ppm arasında, Cu'lu baritte 2,7 ppm, Zn'lu baritte 0,5 ppm altında ve sfalerit+galen+kalkopiritte 1,3-88 ppm arasında değişmektedir. Sb; baritte 0,5-19 ppm, Pb'lu baritte 1,4-95 ppm arasında, Cu'lu baritte 4 ppm, Zn'lu baritte 0,5 ppm altında, sfalerit+galen+kalkopiritte de 200 ppm üzerindedir.

Cevherleşmelerin yan kayaçları ile olan ilişkisi, yataklanma şekilleri, mineral içeriği, eksolüsyon dokuları ve mineral ayrılımları, minerallerin oluşum sırası ve iz element içeriği, cevherleşmelerin kökeninin epijenetik, orta-düşük ısı, yan kayaç etkileşimli deniz suyu ve meteorik suyun karışım sınırlarından oluştuğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Orta Toroslar, cevherleşme, yan kayaçlar, epijenetik, mineral ve element içeriği

## **GEOLOGICAL-MINERALOGICAL CHARACTERISTICS AND TRACE ELEMENT CONTENTS OF BARITE, SULFIDE BEARING BARITE AND Pb-Zn MINERALIZATIONS (ANTALYA AND MERSİN AREAS, CENTRAL TAURIDES, TURKEY)**

**Oya Cengiz<sup>1</sup>, Ali Uçurum<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Univ. Engineering-Architecture Fac. Geological Eng. Dept, West Campus Çünür, Isparta, Turkey

<sup>2</sup>Cumhuriyet Univ. Engineering Fac. Geological Eng. Dept., Campus, 58140, Sivas, Turkey (oyacengiz@sdu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Barite and sulfide bearing barite and Pb-Zn occurrences are located at eleven different locations in a NW-SE trending 100km long, and 15 km wide zone between Alanya-Gazipaşa (Antalya) and Anamur (Mersin). Whereas some locations are rich only in barite, others are rich in barite-galena, galena-sphalerite-pyrite, or barite-chalcopyrite. The mineralization occurred mainly in the rocks of the Permian Yüğüktepe formation (schist, recrystallized limestone, dolomite, and calc-schist), and locally also in the Cambrian-Devonian Çakmak formation (schist) and Triassic Çamlıca formation (dolomite and limestone). These formations were subjected to metamorphism and are now exposed along to the NW-SE trending Alanya and Antalya Nappes (Central Taurides). The ores formed mostly as veins, though stratiform lenses, disseminations, stockworks, karst fillings may occur. Mineral assemblages include barite, galena, pyrite, chalcopyrite, tetrahedrite, marcasite, sphalerite, digenite, bornite, chalcocite-covellite, cerussite-anglesite, limonite, goethite, hematite, malachite and azurite, and calcite, dolomite, quartz, mica, feldspar, and apatite. Mineral succession of the deposit is calcite-1, dolomite, quartz, barite-1, marcasite, chalcopyrite-1, pyrite, digenite, sphalerite, tetrahedrite-2, barite-2, pyrite-2, chalcopyrite-2 and calcite-2. Mineral determinations show two barite stages. First stage barite has tabular form, cleavage, and locally massive and includes locally both large and small cavities. Second stage barite has euhedral-subhedral and locally individual, locally combining with solution to each other. Second stage euhedral barite is filled as veins and veinlets to the openings of micro fractures and cracks in the first stage barite.

Ba concentrations in the mineralized zones attain over 50% and 29,15% for barite samples, between 4,98-50% for Pb bearing barite, its over and 50% for Cu bearing barite, 44,8% for Zn bearing barite, and 0,07-0,16% for sphalerite+galena+chalcopyrite assemblage. Sr values are shown over 1% and 0,40% for barite, between 0,13-0,74% for Pb-barite, 0,60% for Cu-barite and 0,45% for Zn-barite, and between 0,002% to 0,009% for sphalerite+galena+chalcopyrite samples. Pb has the values 0,0005-0,008% for barite, 0,03-1,76% for Pb-barite, 0,022% for Cu-barite, 0,0011% for Zn-barite, and 0,194-2,06% for sphalerite+galena+chalcopyrite. There are Zn concentrations such as 0,031-0,042% for barite samples, between 0,03-0,05% for Pb-barite, 0,034% for Cu-barite, 1,42% for Zn-barite, and 0,94-2,51% for sphalerite+galena+chalcopyrite samples. Cu content is 0,001-

0,030%, 0,005-0,051%, 0,002%, 0,2% and 0,12-0,2% for barite, Pb-barite, Zn-barite, Cu-barite, and sphalerite+galena+chalcopryrite, respectively. As has values between 5-70ppm for barite, between 5ppm to 241ppm for Pb-barite, 21ppm for Cu-barite, 5ppm for Zn-barite, between 82ppm and 112ppm for sphalerite+galena+chalcopryrite. Ag values vary between 0,5-7,2ppm for barite, between 0,5-7,2ppm for Pb-barite, 2,7ppm for Cu-barite sample, below 0,5ppm for Zn-barite, and 1,3-88ppm for sphalerite+galena+chalcopryrite. Sb has values between 0,5-19ppm for barite, between 1,4-95ppm Pb-barite, 4ppm for Cu-barite, below 0,5ppm for Zn-barite, and over 200ppm for sphalerite+galena+chalcopryrite samples.

*Based on the relations with host rocks of the mineralization, deposition forms, mineral paragenesis, exsolution textures and mineral blebs, forming succession of minerals and trace element contents of the mineralization, the mineralization is epigenetic and of hydrothermal origin. It occurred at medium-low temperature of probably 100 to 200°C, and formed from mixing fluids of seawater and meteoric water with interacted with host rocks.*

**Keywords:** *Central Taurides, mineralization, host rocks, epigenetic, mineral and element contents*

## BALYA (BALIKESİR) Pb-Zn KOMPLEKS SİSTEMİ – CEVHER MİNERALOGİSİ VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLER

**Orhan Yavuz, Emin Çiftçi**

*İTÜ, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak-İstanbul  
(orhan@itu.edu.tr)*

### ÖZ

Bu çalışma Balya (Balıkesir) ilçesinin KD, D ve GD kesiminde yeralan, geçmişte işletildikten sonra 1940’larda terkedilen ve yakın zamanda tekrar işletilmeye başlanan Balya Pb-Zn maden yatağının yakın civar cevherleşmesinin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini kapsamaktadır.

Arazi çalışmaları yaklaşık 50 km<sup>2</sup>lik alanda 1/1000 ölçekli jeoloji haritası kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mineralojik ve jeokimyasal incelemeler 300 ve 500 m derinliğindeki iki sondajın karot örnekleri ve kuyu logları esas alınarak yapılmıştır. Bölgede Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları içeren ve Balya Formasyonu olarak bilinen Triyas yaşlı sedimanter kayaçlar ile Tersiyer yaşlı volkanik kayaçlar yüzeyler. Balya Formasyonu ince taneli kumtaşı, iri taneli siltaşı ve pelitik şeyllerden oluşur. Bu birim içindeki kireçtaşı blokları ise feldspat, mika kıvrımlı ve yer yer kalsit damarları içeren mikrobiyosparit özelliğindedir. Pb-Zn cevherleşmesinin ilişkili olduğu volkanik kayaçlar özellikle dasit ve andezitlerdir. Bu kayaçlar petrografik olarak porfirik, hiyaloporfirik dokuda olup aşırı derecede altere olmuşlardır. Silisleşme, potasik ve arjilik alterasyon ile cevherleşme sonrası cevhersiz karbonatlaşma yaygın olarak gözlenmektedir. Andezitler dasitleri kesen dayklar şeklinde bulunur. Dasitler ile Balya Formasyonu ve bu formasyon içindeki kireçtaşı bloklarının dokanaklarında düşük oranda skarnlaşma gözlenir. Bölge, Batı Anadolu tektonik rejimi çerçevesinde Miyosen sonuna kadar sıkışma rejiminin etkisinde kalmış, Geç Miyosen - Erken Pliyosen aralığında ise gerilmeli tektonik rejim hakim olmuştur. Ana cevher mineralleri, birincil Zn-Pb-Fe-Cu sülfürler (esas olarak sfalerit, galen, pirit, markazit ve kalkopirit), sulfotuzlar ve az oranda non-sülfürler (serüzit gibi)’den oluşurken, gang mineralleri olarak kalsit, kuvars ve çeşitli filisilikat mineralleri (kaolinit ve serisit gibi) gözlenmektedir. Cevher mineral süksesyonu pirit- kalkopirit (I) – sfalerit - galen- sulfotuzlar - kalkopirit (II) – süperjen ürünlerden oluşmaktadır.

$\delta^{34}\text{S}$  izotop analizleri ana cevherleşme parajenezine ait olduğu, cevher mikroskobu çalışması ile belirlenmiş olan pirit, galen ve sfalerit üzerinde yapılmış ‰ -0.28 ile ‰ +3.89 arasında değerler bulunmuştur. Kükürt izotop bileşimleri nispeten dar aralıkta değişim göstermekte, kükürt için magmatik köken ve homojen bir kaynağı ima etmektedir. Galen cevherine ait Pb-izotop oranları  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  için 18,804-18,816;  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  için 38,959-38,968;  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  için 15,696-15,698 arasında değişmektedir. Bu değerler alt kabuk – manto kaynaklı gözükmekte ve üst kabuktan da az bir miktar katkıyı işaret etmektedir. Ana cevher oluşumu ürünlerinden biri olan sfalerit üzerinde yapılan sıvı kapanım incelemelerinde, homojenleşme sıcaklığı ( $T_H$ ) için 340-450°C ve tuzluluğu için ağı. % 1 – ağı. % 10 eşdeğer NaCl değerleri belirlenmiştir. Bu değerler cevher oluşumunda magmatik etkinliğin hakim olduğu, kontak metazomatik bir oluşumun veya yapısal kontrollü mezotermal bir sistemin ürünü olabileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Balya, Batı Anadolu, cevher mineraloji, kurşun izotopları, kükürt izotopları, sıvı kapanım



## **BALYA (BALIKESİR) Pb-Zn COMPLEX SYSTEM – ORE MINERALOGY AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS**

**Orhan Yavuz, Emin Çiftçi**

İTÜ, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Turkey  
(orhan@itu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*This study covers geological, mineralogical and geochemical characteristics of ore mineralization occurring in the immediate area of historical Balya Pb-Zn mine covering NE, E and SE of the town of Balya (Balıkesir), which was mined and closed in 1940's and is now currently re-opened.*

*Field studies were conducted in an area of about 50 km<sup>2</sup> employing a 1/1000-scaled geological map. Mineralogical and geochemical studies were based on core samples and logs representing two drilling wells, 300 m and 500 m deep, respectively. In the area, Triassic sedimentary rocks containing massive Permian limestone blocks known as the Balya Formation and Tertiary volcanics widely crop out. The Balya Formation is consisted of fine grained sandstone, coarse grained siltstone and politic shales. Limestones occurring as blocks in this formation contain feldspar, mica fragments and local calcite veins. These are of microbiosparic character. Volcanic rocks associated with the Pb-Zn ore mineralization are essentially dacites and andesites. These are of porphyritic and hyaloporphyric texture and are highly altered. Andesites occur as cross-cutting dykes within the dacites. Weak skarnization was observed along the contacts of dacites with the Balya Formation and the limestone blocks. The area, within the framework of the Western Anatolia tectonics, was subjected to compressive regime until the end of Miocene which has changed to extensional regime in the Late Miocene – Early Pliocene. While the major ore minerals observed in the study area include Zn-Pb-Fe-Cu sulfides (essentially sphalerite, galena, chalcopyrite, pyrite, and marcasite), sulfosalts and minor non-sulfides (e.g., cerussite), gangue minerals include calcite, quartz and various clays (e.g., kaolinite and sericite). Ore mineral succession is formed of pyrite-chalcopyrite (I) – sphalerite-galena-sulfosalts-chalcopyrite (II) – supergene minerals.*

*The  $d^{34}S$  values for the main stage sulfide minerals determined by reflected light microscopy study including pyrite, galena and sphalerite range from -0.28 to +3.89%. Sulfur isotope ratios vary in a fairly narrow range implying a magmatic and homogenous source for the sulfur. Lead isotope ratios of galena ore range between 18,804 and 18,816 for  $^{206}Pb/^{204}Pb$ , 38,959 and 38,968 for  $^{207}Pb/^{204}Pb$ , 15,696 and 15,698 for  $^{207}Pb/^{204}Pb$ . These data indicate that lead could be derived from the sources in the lower crust and mantle and was emplaced by igneous activities with a minimal contribution from the upper crust. In the fluid inclusion studies carried out on sphalerites, one of the main stage ore minerals, homogenization temperatures ( $T_H$ ) were found ranging from 340 °C to 450°C and salinities are from 1 wt. % to 10 wt. % NaCl equivalent. These results may indicate that magmatic activities were prevalent in the ore forming processes in that a contact metasomatic or a structurally controlled mezo-thermal system could responsible for the ore formation.*

**Keywords:** Balya, Western Anatolia, ore mineralogy, Pb-isotopes, S-isotopes, fluid inclusions

## KIRIKKALE-YOZGAT YÖRESİ GRANİTOİDLERİ İLE İLİŞKİLİ Mo-Cu CEVHERLEŞMELERİNİN Re-Os MOLİBĐENİT YAŞLARI

**Okan Delibaş<sup>1</sup>, Yurdal Genç<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06520 Ankara

<sup>2</sup>Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara  
(delibaso@gmail.com)

### ÖZ

Orta Anadolu Kristalin Kompleksi'nin (OAKK) kuzey kenarı boyunca yüzeylenen Kalk-alkalin bileşimli Karacaali (Kırıkkale), Balıseyh (Kırıkkale) ve Başnayayla (Yozgat) granitoidleri önemli Mo-Cu cevherleşmeleri içermektedir. Karacaali Mo-Cu cevherleşmesinden iki, Başnayayla Mo-Cu cevherleşmesinden iki ve Balıseyh Mo-Cu cevherleşmesinden bir adet molibdenit örneği üzerinde Re-Os yaş çalışmaları yürütülmüştür. Elde edilen yaşlar verileri sırasıyla  $73,8 \pm 0,4$ - $76,2 \pm 0,4$ ,  $77,1 \pm 0,4$ - $78,0 \pm 0,4$  ve  $73,6 \pm 0,4$  My'dir. Bu yaş verileri, Orta Anadolu, çarpışma sonrası granitoidlerinin yaşları ile uyumludur ve granitik magmaların diferansiyasyon-kristalizasyon süreçleri ile cevherleşmeler arasında yakın bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Başnayayla cevherleşmesinden elde edilen 78-77My. yaş verisi, cevherleşme süreçlerinin Orta Anadolu'nun doğusunda (Başnayayla, 78-77 My.) batısına göre (Karacaali ve Balıseyh, 76-73 my.) daha erken evrelerde geliştiğini işaret etmektedir. Bununla birlikte Karacaali'den elde edilen nispeten daha yaşlı yaş verisi (76,2My.) Başnayayla'dan elde edilen yaşlarla (78-77My.) uyumludur. Bu verilere göre, Başnayayla ve Karacaali cevherleşmelerinden elde edilen nispeten daha yaşlı molibdenit yaş verileri diferansiyasyon-kristalizasyon ile cevherleşme süreçleri arasında yakın bir ilişki olduğunu gösterirken, Karacaali'den elde edilen daha genç molibdenit yaş verileri (73,8My.) ise uzun ömürlü magmatik hidrotermal süreçlerin varlığının ve/veya sistemde varolan Mo zenginleşmelerinin remobilizasyonunun bir kanıtı olarak yorumlanabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Mo-Cu cevherleşmeleri, Orta Anadolu Kristalin Kompleksi, Orta Anadolu granitoidleri, Re-Os molibdenit yaşlandırması

## **Re-Os MOLYBDENITE AGES OF GRANITOID-HOSTED Mo-Cu MINERALIZATIONS IN THE KIRIKKALE-YOZGAT REGION**

**Okan Delibaş<sup>1</sup>, Yurdal Genç<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> General Directorate of Mineral Research and Exploration, Mineral Research and Exploration Department, 06520 Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Hacettepe University, Department of Geological Engineering, 06800, Ankara, Turkey  
(delibaso@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*The calc-alkaline Karacaali, Balıseyh and Başnayayla granitoids that form the northern granitoid belt of the Central Anatolian Crystalline Complex host important Mo-Cu mineralizations. Re-Os age determination studies were conducted on two molybdenite samples from Karacaali, two samples from Başnayayla and one molybdenite sample from Balıseyh deposits. These ages are  $73.8 \pm 0.4$ -  $76.2 \pm 0.4$  Ma,  $77.1 \pm 0.4$ -  $78.0 \pm 0.4$  Ma and  $73.6 \pm 0.4$  Ma, respectively. These ages are consistent with those of post-collisional granitoids and indicate close relationship between mineralization events and granitic magma differentiation-crystallization processes. Furthermore, the new Re-Os age data obtained from Başnayayla mineralization show that mineralization events developed earlier (78-77 Ma) in the East (Başnayayla) as compared with the West (76-73 Ma) (Karacaali and Balıseyh) of central Anatolia. At the same time, one molybdenite sample from Karacaali gives 76.2 Ma, which is very close to the Başnayayla ages (78 and 77.1 Ma). According to these data, one possible explanation is that older molybdenite ages in Karacaali and Başnayayla probably represent the mineralization period related to crystallization-differentiation processes. On the other hand, the younger molybdenite age (73.8 Ma) in the Karacaali may represent prolongation of the life of magmatic-hydrothermal processes/cycles and/or the remobilization of molybdenum within the solidified granitic system*

**Keywords:** Central Anatolia Crystalline Complex, Central Anatolian granitoids, Mo-Cu mineralizations, Re-Os molybdenite dating

## ISITILMIŞ BENTONİT BARIYERİNİN TERMAL-HİDROLİK (TH) ÖZELLİKLERİNİN NÜMERİK HESAPLAMALARLA VE ÖLÇÜMLERLE İNCELENMESİ

**Martin Herklotz, Michael Jobmann, Kemâl Yıldızdağ**

*DBE TECHNOLOGY GmbH Eschenstraße 55 D-31224 Peine, Almanya  
(kemalyildizdag@gmail.com)*

### ÖZ

Bu makalede Isı Tampon Testi (ITT) incelenmiştir. Bu test granit içinde boylamasına açılmış olan kısa bir kuyuda iki silindirik ısıtıcı üzerinde uygulanan bir ısıtma deneyidir. Alt kısımda yeralan ısıtıcı bentonit, üst kısımda yeralan ısıtıcı ise sırasıyla kum tabakası ve bentonit ile çevrelenmiştir. Test süresince meydana gelen sıcaklık, kapiler basınç, toplam basınç, poroz su basınç ve nispi nem değişimleri sensörler tarafından ölçülmüştür.

TOUGH2 adlı bilgisayar programı ile ısıtıcıların etrafında meydana gelmiş termal-hidrolik TH etkileşimli iki fazlı akış hesaplamaları yapılmıştır. TH etkileşimli akış hesaplamaları basitleştirilmiş 2 boyutlu (yarı 3 boyutlu) eksensel simetrik bir model ile gerçekleştirilmiştir. Kapiler basınç etkisi altında gelişen suya doygunluk, van Genuchten formülü ile hesaplanmış ve ısı geçirenlik sıcaklık ve su içeriğinin fonksiyonu olarak öngörülmüştür. Sadece termal hesaplamalar için kalibre edilmiş olan model başlangıç modeli olarak alınarak yaklaşık iki yüz otuz simülasyon uygulanmıştır. Sensitivite analizlerinden yararlanılarak kapiler basınç ile ilgili hidrolik parametreler, simülasyon sonuçlarının sensor verileri ile kalibre edilmesi için kullanılmıştır.

Sonuç olarak kapiler basıncın en hassas parametreleri belirlenmiştir; suya doygunluk  $S_L$ , Van Genuchten parametresi  $\lambda$  ve horizontal içsel permeabilite  $k_x$ . Isıtıcılara değişik mesafede yerleştirilmiş kapiler basınç sensörlerinin verileri ile simülasyon sonuçları arasında makul kalibrasyon değerleri istatistiksel yöntemler kullanılarak başarıyla elde edilmiştir.

Yazarlar Alman Federal Ekonomi ve Teknoloji Bakanlığı'na (BMWi = Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) bu projenin yürütülmesi aşamasında Kontrat No. FKZ 02E9743 ile temin ettikleri fondan ötürü teşekkürü borç bilir.

**Anahtar Kelimeler:** Bentonit, TH etkileşimi, modelleme, sensitivite analizleri, kapiler basınç

## **INVESTIGATION ON THE THERMAL HYDRAULIC (TH) BEHAVIOUR OF A HEATED BENTONITE BARRIER BY MEASUREMENTS AND NUMERICAL CALCULATIONS**

**Martin Herklotz, Michael Jobmann, Kemâl Yıldızdağ**

DBE TECHNOLOGY GmbH Eschenstraße 55 D-31224 Peine, Germany

(kemalyildizdag@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*The conducted works focused on the Temperature Buffer Test (TBT). The experiment is a heating session with the scale 1:1, is carried on with two cylindrical heaters deployed in a short vertical borehole in granite. The canister below is surrounded by bentonite, the upper one with sand layer and with bentonite respectively. The ongoing processes at the experiment site were extensively monitored with sensors for the measurement of temperature, capillary pressure, total pressure, pore water pressure and relative humidity et al.*

*The code TOUGH2 (Transport of Unsaturated Groundwater and Heat) was employed to calculate the TH coupled two-phase flow around two heaters. The Thermo-hydraulic coupled calculations (TH) were performed by simplified axial symmetric 2D (quasi 3D) model. Suction controlled saturation process is simulated by using van Genuchten formula and thermal conductivity is determined as a function of temperature and water content. Thermal-only calibrated model was selected as an initial model and approximately two hundred and thirty simulations were performed. With the utilizing of the sensitivity analyses, the hydraulic parameters related with capillary pressure were used in order to calibrate the results of simulations with the in-situ data.*

*Finally, the most sensitive parameters of capillary pressure were obtained, these are; saturation of the liquid phase  $SL$ , Van Genuchten's notation  $\lambda$  and intrinsic permeability in horizontal direction  $k_x$ . For different distances to the heaters, plausible fittings among the simulated and the observed capillary pressure values were obtained by using designated statistical methods.*

*We would like to thank the Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi = Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) for funding the research and development activities described in this paper under contract No. FKZ 02E9743.*

**Keywords:** Bentonite, TH coupling, modelling, sensitivity analyses, capillary pressure



**METALİK MADEN YATAKLARI VE ENDÜSTRİYEL  
HAMMADDELER**  
*METALLIC ORE DEPOSITS AND  
INDUSTRIAL RAW MATERIALS*

**Posterler / *Posters***

## DİVRİĞİ ÇEVRESİ KROMİT OLUŞUMLARININ JEOKİMYASI

**Ece Varol, Ceyda Öztürk, Taner Ünlü**

*Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Tandoğan, Ankara  
(ecee.varoll@gmail.com)*

### ÖZ

Bu çalışmada Sivas-Divriği çevresinde izlenen Güneş ofiyolitine özgü peridotit ve serpantinitlelerden derlenen örneklerde bulunan kromit minerallerinin element içerik ve değişimleri konusunda yorumlar yapılacaktır.

Kromit örneklerinde yapılan mikroprop çalışmaları sonucu iki ayrı tip kromit kimyası dikkati çekmektedir. Birinci tip Al'ca fakir, ikinci tip ise Al'ca daha zengin olup, tüm bu örnekler Fe<sup>+3</sup>'e doğru oksitlenerek yükseltgenme eğilimi göstermektedir.

Yapılan çalışmalar kromitlerde alterasyonlara işaret etmektedir. Birincil oluşumlu kromitlerde Cr azalmasına karşı Fe<sup>+3</sup>'ün arttığı gözlenmiştir. Bu, magma içerisindeki reaksiyonlar sonucu kromit kristalleştikçe ortamda Cr'un azalması biçiminde veya kristal şebekelerinde Fe<sup>+3</sup>'ün magmanın kendi oksijen fugasitesi etkisi ile artması biçiminde yorumlanabilir. Daha sonraki safhada peridotitler içerisinde serpantinleşmeye neden olan çözeltilerin etkisiyle indirgen ortam koşullarında gelişen süreçler ise, Cr'un ortamdaki uzaklaşırken bağlı olarak Fe<sup>+3</sup>'ün artması ile açıklanabilir. Aynı zamanda Fe<sup>+3</sup> açısından gözlenen bu gelişme, ortamdaki az da olsa yükseltgen koşulları da işaret etmektedir. En son safha olan granit kayaç etkileri bir önceki safhanın devamı şeklindedir. Ortamda Cr azaldıkça ferrikromitler oluşmaktadır. Ortama serpantinleşme sonucu veya diğer etmenlerle Fe element gelişleri ile daha önce oluşmuş olan kromit taneleri manyetit ve hematitler tarafından sarılmaktadır. Ayrıca, Cr elementi manyetitler içerisinde hapsolmekte, yani kromca zengin manyetitler oluşmaktadır.

Yukarıda anılan reaksiyonlar serpantinleşme sürecinde olduğu gibi yavaş biçimde geliştiği zaman difüzyon benzeri zonlu yapılar oluşmaktadır. Buna karşın granitik kayaçlara ilişkin çözeltilerin etkilerinde kalındığı hızlı gelişen süreçlerde ise resorpsiyonların (kemirilme ve çözümlerin) yoğun biçimde geliştiği gözlenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Divriği, kromit, mikroprop, alterasyon



## **GEOCHEMISTRY OF CHROMITE OCCURENCES OF DİVRİĞİ AREA**

**Ece Varol, Ceyda Öztürk, Taner Ünlü**

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Tandoğan, Ankara, Turkey  
(ecee.varoll@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*In this study, element contents and variations of chromite minerals in the samples compiled from peridotites and serpentinites representing the rocks of Güneş ophiolite around Divriği area, Sivas, will be interpreted.*

*Microprobe studies carried on chromite samples indicate two different type of chromite chemistry. First type is Al-poor and second type is Al-rich chromites both are oxidized and exhibit oxidizing trends to Fe<sup>+3</sup>.*

*Analytical results point out alterations in chromites. In first type chromites, decreasing of Cr and increasing of Fe<sup>+3</sup> is observed. This result can be interpreted as either Cr is decreased in the solution due to crystallization of chromite during the reactions occurring in magma or as a result of oxygen fugacity in magma, enrichment of Fe<sup>+3</sup> ions in crystal lattice of chromites. At the following stage, by the affect of solutions circulating in peridotites which caused serpentinitization, the processes developed under reduced conditions can be explained by, while Cr is moving away from the environment Fe<sup>+3</sup> is increasing relatively. In the meantime, this development in the name of Fe<sup>+3</sup> indicate relatively oxidation conditions in the environment. Granitic rock affects at the last stage are the continuation of previous stage. During Cr decrease in the environment ferrichromites are formed. Because of serpentinitization and other affects, Fe element increases in the environment, early formed minerals are encompassed by magnetites and hematites. In addition to, Cr elements are binded in magnetites, so chromium rich magnetites are formed.*

*If the above mentioned reactions occur slowly as in the case of serpentinitization zoned structures like diffusion form. On the contrary, fast developing processes are effective in solutions related with granitic rocks, resorption structures are widespreadly observed.*

**Keywords:** Divriği, chromite, mikroprobe, alteration

## İNÖNÜ (ESKİŞEHİR) YÖRESİ KUVAR S ÖRNEKLERİNDE TERMOLÜMINESANS ANALİZ UYGULAMASI

**Mine Tekbaş Candar**

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

### ÖZ

Yarı değerli taşlarda tanımlama açısından uygulanabilir analizlerden biride termolüminesans çalışmalarıdır. Termolüminesans, doğal taş ve minerallerin ısı işlem sonucu ışık yayma özelliğidir. Bu çalışmada amaç Eskişehir- İnönü ilçesinde bulunan kuvars örneklerinin termolüminesans hassasiyetinin belirlenmesidir.

Kuvars örnekleri maruz kaldıkları sıcaklık değerine göre hem fiziksel hem de kimyasal değişikliklere uğramaktadırlar. İnönü yöresine ait kuvars kristalinde bulunan safsızlık bileşiklerinin miktarında sıcaklığın artmasıyla belirgin bir şekilde azalma meydana geldiğini göstermiştir. Bunun sebebi oksijen içerikli bileşiklerin, yüksek sıcaklık sebebiyle buharlaşarak, difüzyon yoluyla kristalden uzaklaşmalarıdır. Bu da sıcaklığın artmasıyla TL hassasiyetinin azalacağını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Eskişehir, kuvars, termolüminesans

## ***THERMOLUMINECANCE ANALYSIS APPLICATIONS ON İNÖNÜ (ESKİŞEHİR) REGION QUARTZ SAMPLES***

***Mine Tekbaş Candar***

*Disaster and Emergency Management, Trabzon, Turkey  
(mtekbascandar@gmail.com)*

### ***ABSTRACT***

*On semi-precious stones one of the applicable analysis on the base of definition is thermoluminecance studies. Thermoluminecance is defined as the light spreading properties of natural stones and minerals exposed to heat. Aim of this study is to determine the is thermoluminecance sensitivity of quartz samples of the Eskişehir- İnönü district.*

*Quartz samples changes physically and chemically according to heat level they are exposed to. Findings has shown that the amount of pureness decreases distinctively thorough increase of heat in the quartz crystal of İnönü Region. It is because the oxygen included compounds vapour because of high heat and move away from crystal by way of diffusion. This shows that sensitivity will decrease while heat increases.*

***Keywords:*** *Eskişehir, quartz, thermoluminecance*

# DANAÇAYIR (SINDIRGI-BALIKESİR) BÖLGESİNDEKİ HİDROTERMAL ALTERASYONLA İLİŞKİLİ KAOLİN OLUŞUMLARININ MİNERALOJİK-JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE DURAYLI İZOTOP ( $\delta^{18}\text{O}$ , $\delta\text{D}$ ) DEĞERLENDİRMESİ

**Fazlı Çoban, Gökhan Büyükkahraman, Cüneyt Bircan**

*Balıkesir Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 10145 Çağış, Balıkesir  
(fcboban@balikesir.edu.tr)*

## ÖZ

Bu çalışmada Danaçayır (Sındırgı-Balıkesir) bölgesindeki Miyosen yaşlı volkanik kayalar ile ilişkili kaolin oluşumlarının mineralojik-kimyasal özellikleri belirlenerek kaolinleşme sırasındaki element hareketliliği incelenmiştir. Kaolinlerin ana kayası durumundaki volkanikler, çarpışma ile eş zamanlı olarak volkanik yay ortamında oluşmuşlardır ve kalkalkalen-toleyitik karakterlidirler. Bileşimleri riyolitten trakiandezite kadar değişmektedir.

Kaolin örneklerinin tüm kayaç kimyasal analizleri, ana kayalarıyla karşılaştırıldığında kaolinleşme sırasında  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}$  kazançları;  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{TiO}_2$  kayıpları olmuştur. Benzer olarak ana kayaktan kaoline geçişte Ba ve Sr zenginleşmesi; buna karşın Cs, Rb, Th, U, Nb, Zr, Y kayıpları meydana gelmiştir. Diğer taraftan; kaolinleşme sırasında Nadir Toprak Elementleri yönünden tamamen bir tüketilme meydana gelmiş olup, hafif NTE'deki tüketilme ağır NTE'ne göre daha fazladır.

Ana kayaçalarda süreksizliklere bağlı olarak asit sülfat tipte hidrotermal alterasyon gelişmiş ve bunun sonucunda propilitik zon, kil mineralleri zonu, kaolinit ve silis zonu ayırtlanmıştır. Alterasyona bağlı olarak kaolinit, hallosit, dikit, illit, montmorillonit, kuvars, opal-CT ve kristobalit mineralleri meydana gelmiştir. Miyosen yaşlı riyoit-riyodasit karakterli vitrik-kristal tüflerin alterasyonu sonucunda oluşan Danaçayır kaolin yatağının; hipojen-karışık tip kökenli olduğu ve kaolinitlerin hidrotermal kaolinit olduğu belirlenmiştir. Kaolinler üzerinde  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta\text{D}$  duraylı izotop analizleri yapılmıştır. Buna göre kaolinlerin  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri ‰ -4,16 ile +0,89 arasında;  $\delta\text{D}$  değerleri ise ‰ -131,53 ile -77,27 arasında değişmekte olup, izotop değerleri hidrotermal koşulları yansıtır.

Mineralojik ve jeokimyasal veriler, bölgedeki kuvarsporfir domunun yerleşiminden sonra oluşan hidrotermal minerallerin; ağırlıklı olarak volkanik cam ile hidrotermal çözeltilerin etkileşimiyle, camın çözünmesi sonucunda oluşan çözeltiden itibaren geliştiğini ortaya koymuştur. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) incelemeleri  $\text{SO}_3$  ve K yönünden zengin Al-silikat jel malzemesinden itibaren değişen pH değerlerine bağlı olarak alünit ve hallosit kristalizasyonu gerçekleştiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Danaçayır, Balıkesir, hidrotermal alterasyon, kaolin, duraylı izotop

**MINERALOGICAL-GEOCHEMICAL PROPERTIES AND STABLE ISOTOPE ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta\text{D}$ ) ASSESSMENT OF KAOLINE OCCURRENCES ASSOCIATED WITH HYDROTHERMAL ALTERATION IN DANAÇAYIR (SINDIRGI-BALIKESİR) REGION**

**Fazlı Çoban, Gökhan Büyükkahraman, Cüneyt Bircan**

Balıkesir Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 10145 Çağış, Balıkesir, Turkey  
(fcoban@balikesir.edu.tr)

**ABSTRACT**

*In this study, element mobilities during kaolinization have been investigated by determining the mineralogical-chemical properties of kaoline occurrences associated with Miocene volcanic rocks in Danaçayır (Sındırgı-Balıkesir) region. Volcanics, which are parent rocks of kaolines, were occurred in volcanic arc environment as syncollisionly and are characterized of calcalkaline-toleitic. Composition of the rocks range from riolite to trachyandesite.*

*As compared whole-rock chemical analyses of kaoline samples with those of parent rocks, during kaolinization,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}$  gainings;  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , and  $\text{TiO}_2$  losses occurred. Similarly, in transition from parent rock to kaoline, Ba and Sr enrichments; by contrast, Cs, Rb, Th, U, Nb, Zr, and Y losses occurred. On the other hand; during kaolinization, a completely depletion in terms of Rare Earth Elements was occurred and depletion in light REE is more than that in heavy REE.*

*Concerning with the discontinuities in the parent rocks, acid-sulphate type hydrothermal alteration developed, therefore, propilitic zone, clay minerals zone, kaolinite, and silica zone have been detached. Associated with the alteration, kaolinite, halloysite, dickite, illite, montmorillonite, quartz, opal-CT, and cristobalite minerals have been resulted. Being hypogene-complex-type-originated of Danaçayır kaoline deposit, which result by the alteration of Miocene aged riolite-riodacite characterized vitric-crystal tuffs, and being hydrothermal of kaolinites have been determined.  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta\text{D}$  stable isotope analyses have been performed on the kaoline samples. Accordingly,  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta\text{D}$  values of kaolines range from ‰ -4,16 to +0,89; ‰ -131,53 to -77,27 respectively, and isotope values reflect the hydrothermal conditions.*

*Mineralogical and geochemical findings introduced that hydrothermal minerals, which were formed after settling of quartzporphyry dome in the region, have been consisted mainly from the solution which was derived by dissolving of glass with the interaction of volcanic glass and hydrothermal solutions. Scanning Electron Microscope (SEM) analyses indicate that alunite and halloysite crystalizations have been occurred from Al-silica gel material which is rich in  $\text{SO}_3$  and K, concerning with varying pH values.*

**Keywords:** Danaçayır, Balıkesir, hydrothermal alteration, kaoline, stable isotope

## TÜRKMENTOKAT-GÖKÇEOĞLU YÖRESİ (ESKİŞEHİR) YUMRULU SEPIYOLİT YATAĞININ JEOLJİSİ VE REZERV HESABI

**Aysun Göçmez, Hüseyin Sendir, Kadir Sarıız**

*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Meşelik Kampüsü, 26480 Eskişehir  
(hsendir@ogu.edu.tr)*

### ÖZ

İnceleme alanı Eskişehir il sınırları içerisinde olup yaklaşık 100 km<sup>2</sup>lik bir alanı kapsamaktadır.

İnceleme alanındaki en yaşlı birim Üst Paleozoyik yaşlı Karatepe Karmaşığı'dır. Karmaşık içinde sınırları tektonik dokanıklı 3 ayrı birim ayrılabilir. Bunlar sırasıyla Sarıkavakçalı mermeri, Karakaya metamorfiti (kalkşist ve kuvarsit) ve Gökçeoğlu Formasyonu'dur (kuvarslı muskovitşist, glokofanşist, mermer, diyabaz, fillit). Bu karmaşık Triyas yaşlı Türkmentokat ofiyolitlerince (dünit, serpantinit, gabro) üzerlenmiştir. Türkmentokat ofiyoliti, Jura yaşlı Yıldıztepe formasyonu (kumtaşı) ve Yörükkaracaören kireçtaşları (çoğunlukla rekristalize) tarafından üzerlenmiştir. Bu birimin üzerinde uyumsuz olarak Pliyosen yaşlı İmişehir konglomeraları ve Koyunyatağı kireçtaşları bulunur. Bu birimler içerisinde ekonomik özelliğe sahip sepiyolit nodülleri (yumru) bulunur.

Reserv hesabı, Üçgen Prizma Yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntemde, cevheri kesmiş olan noktalar birleştirilerek üçgenler oluşturulur. Ardından her bir sondajın ortalama kalınlıkları bulunur. Her bir üçgenin alanı ve hacmi hesaplanır ve ardından toplam rezerv bulunur.

**Anahtar Kelimeler:** Eskişehir, sepiyolit, rezerv

**THE GEOLOGY AND RESERVE ACCOUNT OF TUBEROUS  
SEPIOLITE DEPOSITION IN TÜRKMENTOKAT-GÖKÇEOĞLU  
(ESKİŞEHİR) AREA**

**Aysun Göçmez, Hüseyin Sendir, Kadir Sartiz**

*Eskisehir Osmangazi University, Department of Geological Engineering,  
Meselik Campus, 26480 Eskisehir, Turkey  
(hsendir@ogu.edu.tr)*

**ABSTRACT**

*The area of investigation is inside the borders of Eskişehir province and covers 100 km<sup>2</sup> approximately.*

*The oldest rock unit in the investigation area is the Karatepe group of the Upper Paleozoic. Three different units with tectonic contact can be distinguished in the complex. These are the Sarıkavakçalı marble, the Karakaya metamorphite (calcschist and quartzschist) and Gökçeoğlu formation (quartz-bearing muscoviteschist, glaucophaneschist, marble, diabase, phyllite). This group is overlain by the Turkmentokat ophiolites (dunite, serpentinite, gabro). The Türkmentokat ophiolites are overlain by the Jurassic Yıldıztepe formation (sandstones) and Yörükkaracaören limestones (mostly recrystallized). This units is overlain by the Pliocene İmişehir conglomerates and Koyunyatağı limestones). This units contain the economically important sepiolite nodules.*

*The reserve has been calculated by using the triangle prism reserve calculation method. In this method, the ore cut the triangles created by combining the points. Then, the average thickness is calculated for each drilling. Each area of the triangle and volume is calculated and then total reserve is calculated.*

**Keywords:** *Eskişehir, sepiolite, reserve*

## SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI HANGİ MİNERALLERDE YAPILMALI VE ÖZELLİKLERİ NE OLMALIDIR?

**Gülây Sezerer Kuru<sup>1</sup>, Alper Sakıtas<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> TMA, Türkiye Mineral Arama, Balgat, Türkiye

<sup>2</sup> MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

(sezererkuru@turkeymineral.com)

### ÖZ

Sıvı kapanım çalışmalarının yapılacağı mineraller-sıvı kapanımların içinde bulunduran mineraller- çok önemlidir. Bu mineraller bünyesinde bulundurduğu sıvı kapanımlarının, kapanlandığı andaki P, T, X özelliklerini koruması veya sabit tutması gerekmektedir. Duraysız olan mineraller- evaporit mineralleri; halit, barit ve bor mineralleri, sülfür mineralleri; pirit gibi- içindeki sıvıları gerektiği kadar koruyamadığı veya değişime uğrattığı için bu tür minerallerde yapılan mikrotermometrik analizlerin doğruluğu tartışmaya açık olmalıdır.

Sıvı kapanım çalışmalarında, kuvars, fluorit ve sfalerit gibi mineraller yaygın olarak kullanılan minerallerdir. Bunların yanı sıra, diğer bazı mineraller örneğin barit gibi minerallerin kullanılabilirliği ne olmalıdır? Barit, içindeki sıvı kapanımların homojenleşme öncesinde artan iç basınç nedeniyle sıvı kapanımın duvarlarında, meydana gelen elastik olmayan bir deformasyon sonucu hacim genişlemesi meydana gelmekte ve bu nedenle de sıvı kapanımların homojenleşme sıcaklıklarında bir artış meydana gelmektedir. Bu nedenlerle baritteki sıvı kapanımlardan elde edilen homojenleşme sıcaklıkları çok geniş bir aralık sunmaktadır. Buna benzer bir şekilde sıvı kapanımları barındıran halit, barit gibi evaporit minerallerde, fiziksel özelliklerinden dolayı sıvı kapanımlarda sızmalara rastlanmaktadır. İncelenen sıvı kapanımların oda sıcaklığında genelde küçük buhar yüzdelerine sahip olmaları nedeniyle, donma deneyleri, bu tür sıvı kapanımlarda “donma-gerilmesi” kaynaklı hataları ortaya çıkarabileceği düşünülerek, tüm ısıtma deneyleri tamamlandıktan sonra gerçekleştirilmelidir. Fluorit ve sfalerit içindeki sıvı kapanımlar, sırasıyla yani önce fluorit sonrada sfalerit içindeki sıvı kapanımlar, yaklaşık 20°C-30°C arasında genişirken, kuvars içinde bulunan sadece birkaç sıvı kapanım, 100°C’ye kadar ısıtıldığında bazen genişemektedirler. Temelde baritteki sıvı kapanımların tümü (% 97’si), 60°C’nin altındaki sıcaklıkta, fluoritteki sıvı kapanımların %100’ü, 80°C’nin altındaki sıcaklıkta gerilmeye uğrarlar. Sfaleritteki sıvı kapanımların % 91’i, 80°C’lik sıcaklıkta, sıvı kapanımların % 100’ü 140°C’lik sıcaklıklar altında gerilmeye uğramaktadırlar. Her dört mineraldeki sıvı kapanımların gerilmeleri (sıcaklık miktarına bağlı olarak meydana gelen genişleme miktarı) farklıdır. Temelde kuvarstaki tüm sıvı kapanımlar, genişleme gerçekleşene kadar başlangıçtaki homojenleşme sıcaklığını korumaktadır.

Sonuçlar, yaygın olarak sıvı kapanım çalışmalarında incelenen barit, fluorit, sfalerit ve kuvars arasında baritin en az güvenilir olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sıvı kapanım çalışmaları, kuvars, sfalerit, duraylı mineraller



## **WHICH MINERALS ARE USED FOR FLUID INCLUSION STUDIES AND WHAT ARE THE CHARACTERISTICS OF THESE MINERALS?**

**Gülay Sezerer Kuru<sup>1</sup>, Alper Sakıtı<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> TMA, Turkey Mineral Expolaration, Balgat, Ankara, Turkey

<sup>2</sup> General Directorate of Mineral Research and Expolaration, Ankara, Turkey  
(sezererkuru@turkeymineral.com)

### **ABSTRACT**

*The minerals on which fluid inclusion studies are made – the minerals hosting fluid inclusions – are vitally important. Because, fluid inclusions found as hosts within these minerals should preserve same P, T, X characteristics or be constant when they were entrapped. That is to say, these minerals should be stable and the fluid inclusions which they bear should have same characteristics. Since unstable minerals, such as evaporite minerals, halite, barite and borate minerals, sulphide minerals especially pyrite, would not preserve their original fluids or modify some of them, the accuracy of microthermometric analyses conducted on such minerals is open to any debate.*

*Minerals such as quartz, fluorite and sphalerite are widely used in the studies of fluid inclusion. Besides these, which minerals as barite can be used? Fluid inclusions as hosts within the barite contribute to a volume expansion on their walls due to an internal pressure increase originated from a non-elastic deformation prior to homogenization. That's why there is an increase of homogenization temperatures in the fluid inclusions. Therefore, the homogenization temperatures obtained from fluid inclusions within the barite show a very wide range. In such a similar way, it is the most common to observe seepage from fluid inclusions in barite and evaporite minerals such as halite because of their physical characteristics. Since the studied fluid inclusions generally have a smaller vapour percentage at the room temperature, freezing experiments, considering that there are causal errors from the "freezing-tension" in such fluid inclusions, should be performed after all heating experiments are made. Fluid inclusions in the fluorite and sphalerite expand between 20°C and 30°C, only some of the fluid inclusions in the quartz may expand if they are heated up to 100°C. Nearly all of the fluid inclusions in barite (97%) expand at a temperature less than 60°C, 100% of the fluid inclusions in fluorite do less than 80°C. 91% of the fluid inclusions in sphalerite expand at nearly 80°C and 100% of the fluid inclusions do at temperatures less than 140°C. Tensions which fluid inclusions in these four minerals (the amount of tension originated from the amount of temperature) show are different. All fluid inclusions in the quartz essentially preserve their original homogenization temperature until the expansion is reached.*

*Obtained results show that of the studied four common minerals as barite, fluorite, sphalerite and quartz, barite is the most inappropriate mineral for fluid inclusion studies.*

**Keywords:** Fluid inclusion studies, quartz, sphalerite, stable minerals

## BATI ANADOLUDA OPALLER, JEOLJİK YERLEŞİMLERİ, MORFOLOJİLERİ VE KARAKTERİSTİKLERİ

**Mine TEKBAŞ CANDAR**

*İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, TRABZON*

*(mtekbascandar@gmail.com minetekbascandar@hotmail.com)*

### ÖZ

Batı Anadolu'da özellikle Eskişehir, Afyon, Kütahya illerinde opaller yaygın ve yoğun bir hat şeklinde farklı morfolojiler ve jeolojik ortamlarla karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada bu bölgelere ait opaller, karakteristikleri, makro morfolojileri ve jeolojik ortam bakımından konumları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Çalışma kapsamında Eskişehir- İnönü ve Derbent ilçeleri ile Afyon-Bayat bölgelerinde yer alan adi opaller, dendritli opaller ile Kütahya-Karamanca bölgesinde bulunan ateş opalleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Renkler; bölgeye ait Adi ve Dendritli opallerde beyaz, süt beyaz, gri, mavi, yeşil, turuncu, bal sarısı renklerde gözlenebilmektedir. Afyon bölgesinde yer alan adi opaller ise daha koyu gri renklerde, kırıklı, çatlaklı özellikte bulunmaktadır. Kütahya- Karamanca bölgesinde tüfler içinde farklı renklerde ateş opalleri bulunmaktadır. Bu opaller turuncu, kırmızı ve sarı renkler ile opal terminolojisinde janjanlı olarak tanımlanan fosforlu renkler sunabilmektedir.

Sedimanter çevrede yer alan opaller dendrit içeriği ile farklılık sunabilirler. İnceleme çevresindeki opallerde dendrit içeriği yoğun yada az olabildiği gibi hiç dendrit içermeyen opallerin varlığı gözlenmiştir.

Jeolojik bulunuş; incelemenin yapıldığı bölgelerde opaller volkanik ve sedimanter birim içerisinde bulunmaktadır. Tüf karakterindeki kayaçlarda boşluk dolguları, sedimanter birimlerde konglomeratik çakıllar içerisinde basit yumrular halinde gözlenmektedir.

Büyükük, adi opallerde bir kaç cm den 15 cm' ye kadar değişebilirken, ateş opallerinin büyükükü daha kısıtlıdır. Bunların boyutları bir kaç cm den 3-4 cm çapı kadar ile sınırlı kalmaktadır.

Bu çalışma için yapılan XRD analizleri ile sedimanter çevrede oluşan opallerin opal-A karakterinde, volkanik çevrede oluşan opallerin ise opal-CT karakterinde oldukları belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Afyon, Eskişehir, Kütahya, morfoloji, Opal, XRD

## **OPALS, THEIR GEOLOGICAL LOCATIONS, MORPHOLOGIES AND CHARACTERISTICS IN WEST ANATOLIA**

**Mine TEKBAŞ CANDAR**

Disaster and Emergency Management / TRABZON  
(mtekbascandar@gmail.com minetekbascandar@hotmail.com)

### **ABSTRACT**

*In West Anatolia especially in cities Eskişehir, Afyon and Kütahya opals are seen commonly and intensely in forms of line and different morphologies and geological environment. In this study; opals of this region is examined according to their characteristics, macro morphologies and geological environment locations comparatively.*

*Basic Opals and dendritic opals located in İnönü and Derbent districts of Eskişehir and Bayat region of Afyon and fire opals located in Karaman region of Kütahya is examined comparatively.*

*Region's Basic and dendritic opals are observed in white, milky-white, gray, blue, green, orange and honey-yellow colours. Basic opals located in Afyon region are in more dark gray colour, cracked and fractured. In region of Karaman Kütahya there are different coloured fire opals in tufa. These opals are seen in phosphorescent colours such as orange, red and yellow which is called "janjan" in opal terminology.*

*Opals in sedimentary environment may differ with their dendrite containments. In study area opals including intense dendrite, low dendrite are observed as well as opals including no dendrite containments.*

*Geologic foundation; opals of study area are in volcanic or sedimentary units. Stones in tufa character include space fills, in sedimentary units basic lump shapes in pebbles are observed.*

*Size of basic opals can change from few centimeters to 15 centimeters, while the size of fire opals is limited like few centimeters to 3-4 centimeters in diameter.*

*With XRD analyses made for this study opals formed in sedimentary areas are determined in Opal-A character and opals formed in volcanic areas are determined in Opal-CT character.*

**Keywords:** Afyon, Eskişehir, Kütahya, Morphology, Opal, XRD

## KONFOKAL MİKRO-RAMAN SPEKTROMETRESİ KULLANARAK YEŞİL RENKLİ KRİZOPRASI, YEŞİL BOYANMIŞ KUVARSTAN AYIRT ETMEDE GEMOLOJİKSEL BİR METOD

**Murat Hatipoğlu<sup>1</sup>, Hakkı Babalık<sup>2</sup>, Ufuk Ören<sup>2</sup>, M. Sezai Kırıkoğlu<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, İMYO, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı,  
35380, Buca, İzmir

<sup>2</sup> Adnan Menderes Üniversitesi, KMİMYO, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı,  
09730, Karacasu, Aydın

<sup>3</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
34469 Maslak, İstanbul  
(murat.hatipoglu@deu.edu.tr)

### ÖZ

Bu çalışma, aynı yatak içerisinde oluşmuş yeşil krizopras ve yeşil boyalı kuvars süstaşlarını birbirinden ayırt etmek için gemolojiksel bir inceleme metodunu göstermeyi amaçlamaktadır.

Süstaşı kalitesindeki koyu yeşil krizoprasın ticari boyuttaki miktarları, Biga-Çanakkale bölgesindeki bir metamorfik kuşağın sınırı boyunca silisleşmiş serpantinitlelerdeki ayrılmış bir kabukla örtülmüş çatlak dolguları olarak bulunmaktadır. Bununla beraber, yeşil boyanmış opak kuvars malzemeleri de aynı yatakta mevcuttur, ancak bu malzemeler sıradandır ve gemolojiksel önem bakımından krizoprasa göre düşük taleptedir. Bu yüzden, bu iki benzer malzemeyi tahripsiz olarak bir diğerinden ayırt etmek gereklidir. İlavenen, bu yataktaki tüm krizopras ham taşları aynı zamanda alfa-kuvars ve moganit kapanımlarına da sahiptir. Buna göre, saçınımsal (görünür bölge) konfokal mikro-Raman spektroskopisi (DCµRS), aynı yatak içerisindeki hem krizopras malzemesi içerisinde kuvars kapanımlarını hem de yeşil boyanmış kuvars malzemesinin kendisini, kalsedonik-kuvars silis fazını [lifsli kuvars (kalsedon)] kristalin-kuvars silis fazından (ince taneli alfa-kuvars) kolayca ayırt etmemize bizlere imkan sağlamaktadır.

Biga (Çanakkale) krizopras örnekleri, bu amaca çok uygundur. Bu krizoprasların bileşimsel silis yapıcı fazları çok sayıda tahripli ve tahripsiz analitiksel teknikler kullanılarak tanımlanabilir. Buna göre, polarizan mikroskopik incelemeler ortaya çıkarmaktadır ki, krizopraslar ya tümüyle kriptokristalin lifsi silis (uzun eksen sönümlü kalsedon ve kısa eksen sönümlü moganit) matrislerinden, ya da büyük oranda kriptokristalin lifsi silis (uzun eksen sönümlü kalsedon ve kısa eksen sönümlü moganit) matrislerinden ve merkezde yerleşmiş kaba kristalin silis (alfa kuvars) kapanımından meydana gelmektedirler. Bu mikroskopik silis fazlarının tanımlamaları, kıyaslamalı eşleştirme tekniği kullanarak X-ışını kırınımı verilerine dayalı sub-mikroskopik silis fazları olarak da onaylanmıştır. Bununla beraber, opallin-kuvars silis yapıcı fazlar (opal-CT ve opal-C) bu krizopras örnekleri içerisinde bulunamamıştır. Opallin-kuvars silis temel fazları (opal-CT ve opal-C) yerine kalsedonik-kuvars silis ara fazının (moganit) varlığı yüzünden, denebilir ki Biga krizoprasları göreceli daha yüksek oluşum sıcaklık koşullarında oluşturulmuş ve bu yapısal özellik Biga krizopraslarını

Polonya'nın, Kazakistan'ın, Avustralya'nın, Brezilya'nın ve Tanzanya'nın krizopraslarından ayırt eder.

Minerallerde matriks inceleme metotları (polarizan mikroskobu, X-ışını kırınımı ve X-ışını flüoresans spektroskopileri) tahripkârdır, ve bu nedenle bunlar antik ve/veya güncel süstaşı mineral objelerinin tanımlanmasında kullanılamazlar. Buna karşılık, mikro-Raman spektroskopisinin tahripsiz avantajı, bu tür süstaşı malzemeleri için çok kullanışlıdır (özellikle alfa-kuvars fazını kalsedon, opal-CT ve opal-C fazlarından ayırt etmede). İlâveten, bu metot, her tür mikrokristalin kalsedonik kuvars cinslerini (örğ. krizopras, mavi kalsedon, agat vb.), her tür kristalin kuvars cinslerinden (örğ. kaya kristali, sitrin, dumanlı kuvars, ametist vb.) ayırt etmek için bariz bir şekilde kullanılabilir.

Mikro-Raman tayfları ortaya çıkarmaktadır ki, krizoprasın özgün bandları doğrudan kendisini oluşturan silis yapıcı fazlarla ve iz element içerikleriyle ilişkilidir. Buna göre, yaklaşık 498 ve 460  $\text{cm}^{-1}$ 'de pikleşmiş en karakteristik şiddetteki ve en geniş Raman bandları,  $[\text{SiO}_4/\text{M}]$  merkezlerinin  $\nu_2$  çiftli simetrik eğilme moduna atfedilebilir. Buradaki "M", Si yerine geçen Fe, Cr, Mn, As, Ni, Pb, Sb ve Zn, ile aynı zamanda K ve Na gibi bazı katyonik yer değiştirmeleri içerir. 206  $\text{cm}^{-1}$ 'de pikleşmiş Raman bandı, tekli translasyonel (dönme yönü zıttına yer değiştirme) sallantı moduna yorulabilir. En son belirgin 139 ve 126  $\text{cm}^{-1}$ 'deki Raman bandları da, çiftli translasyonel sallantı modlarına atfedilebilir. İlâveten, 1577, 1430, 1303, 1160, 1082, 549, 394, 352 ve 259  $\text{cm}^{-1}$ 'de pikleşmiş daha zayıf Raman bandları da mevcuttur.

**Anahtar Kelimeler:** Krizopras, yeşil boyanmış kuvars, konfokal mikro-Raman spektrometresi, (DC $\mu$ RS), Biga-Çanakkale bölgesi

## **A GEMMOLOGICAL METHOD IN ORDER TO DISTINGUISH GREEN COLORED CHRYSOPRASE FROM GREEN STAINED QUARTZ, USING CONFOCAL MICRO-RAMAN SPECTROMETRE**

**Murat Hatipoğlu<sup>1</sup>, Hakkı Babalık<sup>2</sup>, Ufuk Ören<sup>2</sup>, M. Sezai Kırıkoğlu<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, İMYO, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı,  
35380, Buca, İzmir, Turkey

<sup>2</sup> Adnan Menderes Üniversitesi, KMİMYO, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı,  
09730, Karacasu, Aydın, Turkey

<sup>3</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
34469 Maslak, İstanbul, Turkey  
(murat.hatipoglu@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*This study aims to present a gemmological investigation method to distinguish from each other the green chrysoprase and green stained quartz gems, which occur in the same deposit.*

*The commercial quantities of gem-quality dark green chrysoprase are found as the fracture fillings covered with a weathering crust in the silicified serpentinites throughout the border of a metamorphic zone in the Biga-Çanakkale region of Turkey. However, the green-stained opaque quartz materials are also present in the same deposit, but these materials are common and in low-demand according to chrysoprase in terms of gemmological importance. Thus, it is necessary to distinguish these two similar materials from each other non-destructively. In addition, all chrysoprase roughs in this deposit also have alpha-quartz and moganite inclusions. Accordingly, dispersive (visible) confocal micro-Raman spectroscopy (DCµRS) allows us to distinguish clearly the chalcedonic-quartz silica phase [fibrous quartz (chalcedony)] from the crystalline-quartz silica phase (fine-grained alpha-quartz) in the case of both quartz inclusions in the chrysoprase material and itself of the green-stained quartz material in the same deposit.*

*The Biga (Çanakkale) chrysoprases are very suitable sample for this purpose. The constitutive silica building phases of these chrysoprases can be defined using several destructive and non-destructive analytical techniques. Accordingly, polarizing microscopic examination reveals that the chrysoprases consist of either fully cryptocrystalline fibrous silica (length-fast chalcedony and length-slow moganite) matrixes or mainly fully cryptocrystalline fibrous silica (length-fast chalcedony and length-slow moganite) matrixes and centrally located inclusion of coarse crystalline (alpha quartz) silica. The identifications of these microscopic silica phases were also confirmed as sub-microscopic silica phases depending on X-ray powder diffraction data using the comparative matching technique. However, opalline-quartz (opal-CT and opal-C) silica building phases are not able to exist in these chrysoprase samples. Because of the existing of the chalcedonic-quartz silica interval phase (moganite) instead of the opalline-quartz silica base phases (opal-CT and opal-C), it can be stated that the Biga chrysoprases occur in relatively higher formation temperature conditions, and*

*this structural feature distinguishes the Biga chrysoprase from the other chrysoprases from Poland, Kazakhstan, Australia, Brazil, and Tanzania.*

*The matrix investigation methods (polarizing microscopy, X-ray diffraction and X-ray fluorescence spectroscopies) in the minerals are destructive, and thus, they are not used for identifying ancient and/or actual gem-mineral objects. Conversely, the non-destructive advantage of the micro-Raman spectroscopy is very usable for these kinds of gem materials, especially in distinguishing the alpha-quartz phase from the chalcedony, opal-CT, and opal-C phases. In addition, this method can be reliably used to distinguish all kinds of microcrystalline chalcedonic-quartz varieties (i.e. chrysoprase, blue chalcedony, agate etc.) from all kinds of crystalline quartz varieties (i.e. rock crystal, citrine, smoky quartz, amethyst etc.).*

*Micro-Raman spectra reveal that individual bands of chrysoprase are directly related to its silica building phases and trace element implications. Accordingly, the most characteristic intensive and the widest Raman bands peaked at about 498 and 460  $\text{cm}^{-1}$  can be inferred to  $\nu_2$  doubly symmetric bending mode of  $[\text{SiO}_4/\text{M}]$  centres. The "M" in here includes the some cationic substitutions of Si by Fe, Cr, Mn, As, Ni, Pb, Sb, and Zn, and K and Na as well. The second characteristic Raman band peaked at about 206  $\text{cm}^{-1}$  can be inferred to single translational libration mode. The last readable Raman bands peaked at about 139 and 126  $\text{cm}^{-1}$  can be inferred to doubly translational libration modes as well. In addition, the weaker Raman bands peaked at about 1577, 1430, 1303, 1160, 1082, 549, 394, 352, and 259  $\text{cm}^{-1}$  are also present.*

**Keywords:** *Chrysoprase, green stained quartz, dispersive confocal micro-Raman spectroscopy (DCuRS), Biga-Çanakkale region*

## OLTU TAŞI JET Mİ YOKSA KARBON KARASI MI? BİR KONFOKAL MİKRO-RAMAN ÇALIŞMASI

**Murat Hatipoğlu<sup>1</sup>, Yaşar Kibici<sup>2</sup>, H. Baki Buzlu<sup>1</sup>, Gürsel Yanık<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, İMYO, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı,  
35380, Buca, İzmir

<sup>2</sup> Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
43100, Merkez, Kütahya  
([murat.hatipoglu@deu.edu.tr](mailto:murat.hatipoglu@deu.edu.tr))

### ÖZ

Bu çalışmada, Oltu (Erzurum) bölgesinden çıkartılan “Oltu taşı” yada “siyah amber” olarak bilinen karbon içerikli malzemenin kimliklendirilmesi üzerine odaklanmıştır. Bu tanımlama 532 nm yeşil lazere sahip bir saçınımsal konfokal mikro-Raman spektrometresi kullanılarak yapılmıştır. Günümüzde mikro-Raman (DC $\mu$ RS) spektroskopisi, bir malzemenin yapısını, simetrisini ve nano boyutlu kısa aralık sıralamasını incelemek için en güçlü aletlerden biridir. Bu nedenle, son otuz yılda birçok çalışma, farklı yöntemler denenerek kimyasal ve fiziksel özelliklerin belirlenmesi sürecinde karbon karasını jet ve/veya karbon benzeri malzemelerden ayırt etmek için kullanılmıştır.

Oltu taşını da kapsayan her tür karbon içerikli malzemelerin mikro-Raman grafiklerini karşılaştırıldığında, iki farklı bölgeden alınan Oltu taşı malzemelerinin grafiklerinin karbon karası grafiğine eşleştiği görülmektedir. Raman grafikleri 50 ila 3200  $\text{cm}^{-1}$  arasında kaydedilmiş olup, bu geniş saçınım aralığındaki ölçümler, benzer malzemeler bakımından etkili karakterizasyon ve tanımlama için yeterlidir. Ayrıca bu çalışmada, grafik ve yapı arasındaki ilişkiler tartışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, her ne kadar 2654 ve 2904  $\text{cm}^{-1}$ 'lerdeki zayıf olanlar Oltu taşı yüzeyindeki amorf karbon bölgelerine atfedilse bile, 1346 ve 1585  $\text{cm}^{-1}$ 'lerdeki iki yüksek enerjilik Raman pikleri, kristalin karbon bölgelerinin karakteristiğidir. İlaveeten, 250 ve 400  $\text{cm}^{-1}$ 'lerdeki yükselmiş zemin Oltu taşı içerisindeki piritin varlığı ile ilişkilendirilebilir.

Sonuç olarak, saçınımsal konfokal mikro-Raman spektrometresi her tür karbon malzemelerini tahripsiz ve zararsız olarak ayırt etmek ve tanımlamak için en uygun ve aynı zamanda en ucuz metottur. Bu durum, karbon malzemeleri üzerine çalışan araştırmacılar için çok etkilidir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal karbon karası, Oltu taşı, saçınımsal (görünür bölge) konfokal mikro-Raman spektroskopisi (DC $\mu$ RS), Oltu-Erzurum bölgesi



## **IS OLTU STONE JET OR CARBON BLACK; A CONFOCAL MICRO-RAMAN STUDY**

**Murat Hatipoğlu<sup>1</sup>, Yaşar Kibici<sup>2</sup>, H. Baki Buzlu<sup>1</sup>, Gürsel Yanık<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, İMYO, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı,  
35380, Buca, İzmir, Turkey

<sup>2</sup> Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
43100, Merkez, Kütahya, Turkey  
(murat.hatipoglu@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In this study, focuses on the identification of the carbon including material, as known “Oltu-stone” or “black-amber” extracted from the Oltu (Erzurum) region in Turkey. This identification was performed using a dispersive confocal micro-Raman spectrometer with a 532 nm green laser. Micro-Raman spectroscopy (DC $\mu$ RS) is nowadays an even more powerful tool to analyze the structure, symmetry, and short range order at the nano-scale of a material. Therefore, many studies have been performed by different methods in the last three decades to distinguish carbon black from jet and/or carbon-like materials in progress a better determination of chemical and physical properties.*

*When we compare and contrast the micro-Raman spectra of all kind of carbon including materials comprising Oltu stone too, it is seen that the spectra of two different Oltu stone materials match to carbon-black spectrum. Raman spectra were recorded between 50 and 3200  $\text{cm}^{-1}$ : measurements in a wide spectral range are the basis for effective characterization and identification with respect to analogous materials. In addition, correlations between the spectrum and the structure are discussed in this study. According to the obtained results, two higher energetic Raman peaks at 1346 and 1585  $\text{cm}^{-1}$  are characteristic of the crystalline carbon regions, whereas the weaker ones at 2654 and 2904  $\text{cm}^{-1}$  are ascribed to amorphous carbon regions on the Oltu-stone surface. In addition, the enhanced background between 250 and 400  $\text{cm}^{-1}$  could be associated with the presence of pyrite in the Oltu-stone.*

*Finally, the dispersive confocal micro-Raman spectrometer is very suitable method to distinguish and identify non-destructively and non-invasively the all kind of carbon materials as well as cheapest method. This aspect is very attractive for the researchers who are working on carbon materials.*

**Keywords:** Natural carbon black, Oltu-stone, dispersive (visible) confocal micro-Raman spectroscopy (DC $\mu$ RS), Oltu-Erzurum



**METAMORFİZMA VE METAMORFİK SÜREÇLER**  
***METAMORPHISM AND***  
***METAMORPHIC PROCESSES***

**Sözlü Sunumlar / *Oral Presentations***

# AFYON ZONU VE MENDERES MASIFI ÜST KRETASE İSTİFLERİNİN YENİ PALEONTOLOJİK VERİLERE (RUDİST VE PLANKTİK FORAMİNİFER) GÖRE KORELASYONU\*

**Sacit Özer<sup>1</sup>, İzver Özkar Öngen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe Kampüsü, Buca, TR-35160 İzmir

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar Kampüsü, TR-34320, İstanbul  
(sacit.oz@deu.edu.tr)

## ÖZ

Afyon Zonu ve Menderes Masifi, Anadolu'da Batı Türkiye'deki başlıca tektonik birimlerdir. Her ne kadar önceki çalışmalarda bu iki birimin örtü kayalarının benzerliği belirtiliyorsa da, güncel gözlemlerimiz ve rudistler ile planktik foraminiferlere dayalı paleontolojik verilerimiz, bu korelasyonun yeniden gözden geçirilmesi gerekliliğini gösterir ve bu çalışmanın ana konusunu oluşturur.

Afyon Zonu'nda Mesozoyik kalın, neritik karbonatlardan oluşur ve Afyon'un kuzeyinde platform-tipi mermerlerin en üst bölümü Santoniyen-Kampaniyen yaşını veren ve bu çalışmayla ilk kez tanımlanan rudistler içerir. Bu mermerler üste doğru pelajik, çörtlü ve rozetli mermerlere, bunları izleyen mikaşistler ve fillitler ile radyolarit, ofiyolit, mavişist, çörtlü ve rudistli mermer blokları içeren olistostromal birime geçer. Önceki çalışmalarda Geç Mastrohtiyen-Erken Paleosen yaşı önerilen olistostromal birimin matriksinin çeşitli düzeylerinde ilk kez Kampaniyen yaşını işaret eden planktik foraminiferler tanımlanmıştır. Menderes Masifi örtü kayalarının en üst bölümü, alttan üste doğru, Geç Turoniyen ve Santoniyen-Kampaniyen yaşını belirten rudist toplulukları içeren kalın, zımparalı ve rudistli mermerler, çörtlü pelajik mermerler, Geç Kampaniyen-Mastrohtiyen yaşlı kırmızı pelajik mermerler ve geç Erken Paleosen (Geç Daniyen) yaşını veren planktik foraminiferli filiş tipi kayalardan oluşur. Bu çalışma, Geç Turoniyen ve Santoniyen-Kampaniyen rudist topluluklarının Menderes Masifi'nin güney bölümünde dikkati çeken yatay süreklilikler gösterdiğini ortaya koyar. Muğla kuzeyinde ve Kavaklıdere dolayında, eski çalışmalarda bazıları Triyas yaşlı kabul edilen düzeylerde biyoerozyon yapılarıyla simgelenen yeni rudistli mermerler saptanmıştır. Köşk alanının kuzeyindeki Eğrikavak ve Akçaköy dolaylarında yüzeyleyen metamorfik istif, alttan üste doğru, zımparalı mermerler ve onları izleyen Santoniyen-Kampaniyen rudistli mermerler ve yaklaşık 1200 m kalınlığında, çörtlü ve rudist kesitli mermer blokları ve metavolkanik mercerleri içeren mikaşistler, kuvarşistler ve fillitlerden oluşur. Bu alanda, önceki çalışmalarda litolojik benzerliklere göre Eosen yaşı önerilen istifin matriksinde, Kampaniyen yaşını işaret eden planktik foraminiferler ilk kez saptanmıştır. Afyon Zonu ve Menderes Masifi örtü kayalarının korelasyonu bazı benzerliklerin, ancak ayrıcalıkların da olduğunu gösterir. Platform tipi mermerler yaklaşık benzer özellikler sunar, ancak zımparalı mermerler ve rozetli mermerler sırasıyla Afyon Zonu ve Menderes Masifi'nde bulunamamıştır. Karbonat platformunun çöküşünü işaret eden çörtlü pelajik mermerler her iki tektonik birimde gözlemlenmesine karşın, Menderes Masifi'nin aksine kırmızı pelajik mermerlerin Afyon Zonu'ndaki varlığına ilişkin hiçbir kanıt yoktur. Platform tipi mermerleri üzerleyen olistostromal birim yaklaşık benzer litolojik topluluklardan oluşur, ancak çökme yaşları Afyon Zonu'nda Kampaniyen ve Menderes Masifi'nde Geç Daniyen olmak üzere tamamen farklıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Afyon Zonu, korelasyon, Menderes Masifi, stratigrafi, Üst Kretase

\*Bu çalışma, TÜBİTAK 109Y121 nolu proje ile desteklenmiştir.

## **CORRELATION OF THE UPPER CRETACEOUS SEQUENCES BETWEEN AFYON ZONE AND MENDERES MASSIF BASED ON THE NEW PALAEOONTOLOGIC DATA (RUDIST AND PLANKTIC FORAMINIFER)\***

**Sacit Özer<sup>1</sup>, İzver Özkar Öngen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül University, Engineering Faculty, Department of Geological Engineering, Tınaztepe Campus, Buca, TR-35160 İzmir, Turkey

<sup>2</sup> İstanbul University, Engineering Faculty, Department of Geological Engineering, Avcılar Campus, TR-34320, İstanbul, Turkey

(sacit.ozer@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The Afyon Zone and Menderes Massif are the main tectonic units of the Anatolids in the western Turkey. Although the previous studies suggest the presence of similarities of cover series between these two units, our recent observations and palaeontologic data based on the rudists and planktic foraminifers show that its need to revision, which are the main subject of this study.*

*The Mesozoic of the Afyon Zone are represented by thick, neritic carbonates and in the north of Afyon the uppermost part of the platform-type marbles contains rudist sections suggesting a Santonian-Campanian age, which are firstly determined. These marbles pass upward to pelagic rosette marbles with cherty layers following micashists and phyllites and olistostromal unit consisting radiolarite, ophiolite, blueschist, chert- and rudist-bearing marble blocks. The planktic foraminifers are firstly determined from the several levels of the matrix of the olistostromal unit indicating a Campanian age, which was proposed as Late Maastrichtian-Early Paleocene age by the previous studies. In the Menderes Massif the uppermost part of the cover rocks consist of, from bottom to top, thick emery- and rudist-bearing marbles containing Late Turonian and Santonian-Campanian rudist associations, pelagic marbles with cherts, Late Campanian-Maastrichtian reddish pelagic marbles and flysh-type rocks with planktic foraminifers suggesting a late Early Paleocene (Late Danian) age. This study reveals that the Late Turonian and Santonian-Campanian rudist associations show a remarkable lateral continuities in the southern sector of the Menderes Massif. New rudist-bearing marbles characterized by the bioerosion structures are found in the northern of Muğla area and around Kavaklıdere, where some of them were accepted as Triassic age in the previous studies. In the northern of Köşk area, around Eğrikavak and Akçaköy, the metamorphic succession consists of, from bottom to top, thick, emery-bearing marbles following Santonian-Campanian rudist-bearing marbles and approximately 1200m thick micashists, quartzschists and phyllites containing metavolcanic lenses and marble blocks with cherty layers and rudist sections. The planktic foraminifers indicating a Campanian age, are firstly determined from the matrix of the sequence in this area, which was proposed an Eocene age according to the lithological similarities by the previous studies. The correlation shows that the presence of some resemblances, but also differences between the cover rocks of the Afyon Zone and Menderes Massif. The platform-type marbles display approximately similar characters, but the emery-bearing marbles and rosette marbles can not be found in the Afyon Zone and Menderes Massif, respectively. Although, the pelagic marbles with cherty layers indicating the drowning of the carbonate platform can be clearly observed in two tectonic units, but in contrast to the Menderes Massif, there is no evidence about the presence of the reddish pelagic marbles in the Afyon Zone. The olistostromal units overlying the platform-type marbles consist of approximately same lithologic associations, but the depositional age is completely different, such as Campanian in the Afyon Zone and Late Danian in the Menderes Massif.*

**Keywords:** Afyon Zone, correlation, Menderes Massif, stratigraphy, Upper Cretaceous

\*This study is financially supported by TÜBİTAK Project No. 109Y121.

# MENDERES MASİFİ, ÇİNE ASMASİFİ'NDE YER ALAN BİYOTİT- VE LÖKOKRATİK TURMALİN ORTOGNAYSLARIN PB-PB VE U-PB (LA-ICP-MS) YAŞLARI: EŞYAŞLI PAN-AFRİKAN MAGMATİZMASI VE TEMEL - ÖRTÜ SERİSİ METASEDİMENTLERİN ÇÖKELME YAŞLARINA YAKLAŞIM

**O. Ersin Koralay<sup>1</sup>, Osman Candan<sup>1</sup>, Cüneyt Akal<sup>1</sup>, Fukun Chen<sup>2</sup>, Roland Oberhänsli<sup>3</sup>, Muharrem Satır<sup>4</sup>, O. Özcan Dora<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35160 Buca, İzmir*

<sup>2</sup>*University of Science and Technology of China, School of Earth and Space Sciences, Hefei, Anhui Province, 230026, China*

<sup>3</sup>*University of Potsdam, Institut for Earth and Environmental Sciences, Karl Liebknecht Strasse 24, 14476 Potsdam, Germany*

<sup>4</sup>*University of Tübingen, Department of Geosciences, Wilhelmstraße 56, 72074 Tübingen, Germany  
(ersin.koralay@deu.edu.tr)*

## ÖZ

Menderes Masifi'nin güneyinde yer alan Çine Asmasifi'nin (Seykel bölgesi) Pan-Afrikan temel kayaları baskın olarak biyotit- ve lökokratik turmalin ortognayslardan oluşmaktadır. Çine Asmasifi'nin güney sınırı boyunca lökokratik ortognayslar, biyotit ortognaysların yanı sıra her ikisinin de çevre kayasını oluşturan granat mika şistler içerisinde sokulum yapmışlardır. Sayısız büyük plüton, stok ve damardan oluşan bu kayalar iyi korunmuş intrüzif dokanaklar sunmaktadır.

Granat mika şistlerin ilksel kayalarının zirkon yaş verilerine dayalı çökeltme yaşları 550 - 600 my (geç Neoproterozoyik) arasına sıkışmaktadır. Zirkon yaşları bu metakirintililerin olası kaynak bölgesi olarak Mozambik Kuşağı içerisinde kalan Arap-Nübye Kalkanı ve Kuzey Afrika'yı işaret etmektedir. Biyotit ortognaysların ilksel granitlerinin zirkon Pb-Pb evaporasyon sokulum yaşları  $552.1 \pm 2.4$  my olarak saptanmıştır. Benzer şekilde lökokratik turmalin ortognaysların ilksel kayalarının sokulum yaşları da zirkon Pb-Pb evaporasyon ve U-Pb LA-ICP-MS yöntemleriyle sırasıyla  $545.6 \pm 2.7$  my ve  $552.4 \pm 6.8$  my olarak bulunmuştur. Bu granitoidler Mozambik Okyanusu boyunca Doğu ve Batı Gondawana'nın çarpışma sürecinin son evresinde kıtasal kabuğun kalınlaşması sonucu gelişen Pan-Afrikan yaşlı yaygın asidik magmatik aktivitenin ayrılmış ürünleridir. Paleozoyik yaşlı örtü serilerine ait muskovit kuvars şistler içerisinde bulunan 550 my yaşlı taşınmış zirkonlar, temelde yer alan Pan-Afrikan yaşlı granitoidlerin bu sedimanter kayalar için kaynak oluşturduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Turmalin ortognays, Pan-Afrikan magmatizması, zirkon Pb-Pb, U-Pb yaşları, Menderes Masifi

**PB-PB AND U-PB (LA-ICP-MS) AGES OF BIOTITE- AND  
LEUCOCRATIC TOURMALINE ORTHOGNEISSES IN THE ÇİNE  
SUBMASSIF OF THE MENDERES MASSIF, WESTERN TURKEY:  
PAN-AFRICAN COEVAL MAGMATISM AND AN APPROACH  
TO DEPOSITION AGES OF BASEMENT AND COVER SERIES  
METASEDIMENTS**

**O. Ersin Koralay<sup>1</sup>, Osman Candan<sup>1</sup>, Cüneyt Akal<sup>1</sup>, Fukun Chen<sup>2</sup>,  
Roland Oberhänsli<sup>3</sup>, Muharrem Satur<sup>4</sup>, O. Özcan Dora<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dokuz Eylül University, Engineering Faculty, Department of Geology,  
Tinaztepe Campus, TR-35160 Buca, İzmir, Turkey

<sup>2</sup>University of Science and Technology of China, School of Earth and Space Sciences, Hefei,  
Anhui Province, 230026, China

<sup>3</sup>University of Potsdam, Institut for Earth and Environmental Sciences,  
Karl Liebknecht Strasse 24, 14476 Potsdam, Germany

<sup>4</sup>University of Tübingen, Department of Geosciences, Wilhelmstraße 56,  
72074 Tübingen, Germany  
(ersin.koralay@deu.edu.tr)

**ABSTRACT**

*Orthogneisses, biotite- and leucocratic tourmaline orthogneisses are the dominant rock types of the Pan-African basement in the Çine submassif, Seykel area, of the Menderes Massif. Along the southern flank of the Çine submassif, we recognized well-preserved primary contact relationship between biotite- and leucocratic tourmaline orthogneisses and country rocks as the orthogneisses represent numerous large plutons, stocks and vein rocks intruded into a basement of garnet mica schists.*

*Based on the radiometric data, the primary deposition age of the precursors of the country rocks, garnet mica schist, can be constrained between 600 Ma and 550 Ma (latest Neoproterozoic). The North Africa - Arabian-Nubian Shield in the Mozambique Belt can be suggested as the possible provenance of these metaclastics. Zircon Pb-Pb evaporation geochronology yielded  $552.1 \pm 2.4$  Ma ages interpreted as the crystallisation ages of the granitic precursors of the biotite orthogneisses. Similarly the intrusion ages of the protoliths of the leucocratic tourmaline orthogneisses were dated at  $545.6 \pm 2.7$  Ma and  $552.4 \pm 6.8$  Ma by zircon evaporation and U-Pb LA-ICP-MS methods, respectively. These granitoids represent the differentiated products of the same widespread Pan-African acidic magmatic activity, which can be attributed to the thickening of the continental crust during the final collision of East and West Gondwana along the Mozambique Ocean. Detrital zircon ages at about 550 Ma in the Palaeozoic muscovite quartz schists show that these Pan-African granitoids in the basement form the source rocks of the cover series of the Menderes Massif.*

**Keywords:** *tourmaline orthogneiss, Pan-African magmatism, zircon Pb-Pb, U-Pb ages, Menderes Massif*

## TÜRKİYE'DE (BATI ANADOLU) KIKLADİK MAVİ ŞİST BİRİMİNİN İLERLEYEN VE GERİLEYEN METAMORFİZMALARININ BASINÇ VE SICAKLIK KOŞULLARI

**Mete Çetinkaplan<sup>1</sup>, Roland Oberhänsli<sup>2</sup>, Osman Candan<sup>1</sup>, Romain Bosquet<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe  
Kampüsü, Buca-İzmir

<sup>2</sup> Institut für Geowissenschaften, Universität Potsdam, Postfach 601553, Potsdam  
14415, Germany

<sup>3</sup> IRCCYN Ecole Centrale de Nantes, Université de Nantes, France  
(mete.cetinkaplan@deu.edu.tr)

### ÖZ

Menderes Masifi'nin kuzeybatı kenarı boyunca, güneybatı – kuzeydoğu uzanımlı Kikladik Mavişist Birimi kesikli dilimler şeklinde Dilek Yarımadası'ndan Simav'a kadar 250 km'lik uzanım sunar. Dilek Yarımadası ve Selçuk bölgesinde Kikladik Mavişist Birimi'ne ait büyük kütleler yer alır. Torbalı, Tire, Gölarmara ve Simav'da ise küçük tektonik dilimler mevcuttur. Kikladik Mavişist Birimi alttan üste doğru, a) Düzenli seri (post-Permo-Karbonifer shelf serisi) ve b) Üst Kretase Selçuk Melanjı olarak iki tektonik birime ayrılabilir.

Düzenli seri metapelit (metabazik mercekli fillit, mika şist, granat-mika şist ve metakonglomera ardalınması) ve üzerliyen kalın, meta-boksit içerikli platform tipi neritik metakarbonatlardan yapıldır. Metakonglomeralar içerisindeki alüminyumca zengin pelitik düzeyler 'disten – kloritoid ( $X_{Mg}=0,32$ ) – fengit ( $Si^{4+}=3,14$ )' mineralleri tarafından karakterize edilen kalıntı yüksek basınç topluluğunu içerir ( $T=490 \pm 20^\circ C$  /  $P=11 \pm 1$  kbar). Metabaziklerin mineral bileşimi epidot – fengit – glaukofan' dan oluşur. Glaukofan sadece Dilek Yarımadası'nda korendon izogradının diyaspor kesiminde korunmuştur. Metapelitler en üst kesimlerinde rudist fosilleri içeren platform tipi neritik karbonatlar tarafından uyumlu olarak üzerlenir. Düzenli seri granat-fengit ( $Si^{4+}=3,42$  p.f.u) şist matrix ( $T=535 \pm 15^\circ C$  /  $P=15 \pm 2$  kbar) içerisinde bulunan çok sayıda farklı blokta yapıları Selçuk Melanjı tarafından tektonik olarak üzerlenir. Eklojit, omfasit-epidotit, omfasit metagabro, mavişist / yeşilşist metabazit, Ti-metagabro, metamorfik serpantinit ve mermer matriks içerisindeki blokları oluşturur. 'Omfasit – granat – zoisite – rutil' mineral topluluğuna sahip eklojitlerin P-T koşulları  $T=610 \pm 60^\circ C$  /  $P=19 \pm 3$  kbar olarak bulunmuştur. Omfasit metagabroların mineral topluluğu 'omfasit – zoisite – Ca-amfibolden oluşur ve  $T=525 \pm 25^\circ C$  and  $P=10 \pm 2$  kbar koşullarını verir. Yeşilşist metabazikleri  $T=490 \pm 20^\circ C$  ve  $P=15 \pm 1,5$  kbar koşullarını yansıtan 'granat – glaukofan – zoisit'den oluşan kalıntı yüksek basınç mineral topluluğuna sahiptir. Omfasit – epidotit'lere ait yüksek basınç metamorfizması P-T koşulları  $P>16$  kbar /  $T>550^\circ C$  olarak bulunmuştur. Kikladik Mavişist Birimi'nin mineral toplulukları ve P-T koşulları dalma-batma ile ilişkili Eosen (~40 My) yüksek basınç metamorfizmasını yansıtmaktadır. Kikladik Mavişist Biriminindeki yeşilşist üzerlemesi bölgedeki diyaspor – korendon izogradı ile uyum göstermektedir. İzogradın korendon kesiminde, Selçuk Melanjı ve Düzenli seri yüzeylenme sırasında eş sıcaklıkta basınç azalması koşulunda yeşilşist fasiyesi geri dönüşümü ile üzerlenmiştir (Selçuk Melanjı:  $T=500 \pm 20^\circ C$  /  $P=6$  kbar ve Düzenli seri:  $T=520 \pm 10^\circ C$  /  $P=6$  kbar). Buna karşın izogradın diyaspor kesiminde (Dilek Yarımadası), basınç azalmasına eşlik eden soğuma ile Düzenli seri yeşilşist topluluğuna kısmen ( $T=410 \pm 10^\circ C$  /  $P=6$  kbar) geri dönüşüm gösterir.

**Anahtar Kelimeler:** Kiklad, Selçuk, eklojit, mavişist



## **PROGRADE AND RETROGRADE P-T CONDITIONS OF CYCLADIC BLUESCHIST UNIT IN TURKEY, WESTERN ANATOLIA**

**Mete Çetinkaplan<sup>1</sup>, Roland Oberhänsli<sup>2</sup>, Osman Candan<sup>1</sup>, Romain Bosquet<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe  
Kampüsü, Buca, İzmir, Turkey

<sup>2</sup>Institut für Geowissenschaften, Universität Potsdam,  
Postfach 601553, Potsdam 14415, Germany

<sup>3</sup>IRCCYN Ecole Centrale de Nantes, Université de Nantes, France  
(mete.cetinkaplan@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Along the northwestern margin of the Menderes Massif, the SW-NE-trending Cycladic Blueschist Unit extends for 250 km from Dilek Peninsula to Simav as discontinuous slivers. Large bodies occur in Dilek Peninsula and Selçuk area. Small tectonic slices have been also recognized in Söke, Torbalı, Tire, Gölarmara and Simav. Cycladic Blueschist Unit can be divided into two tectonic units as, in ascending order, a) Coherent series (post-Permo-Carboniferous self-series) and b) Upper Cretaceous Selçuk Mélange.

The coherent series is made up of metapelite (phyllite, mica schist, garnet-mica schist and metaconglomerate intercalation with metabasic lenses) and overlying thick, metabauxite-bearing platform-type neritic metacarbonates. Al-rich pelitic layers in metaconglomerates contain relict high-pressure assemblage characterized by 'kyanite – chloritoide ( $X_{Mg}=0,32$ ) – phengite ( $Si^{4+}=3,14$  p.f.u)' assemblage ( $T=490 \pm 20^{\circ}C$  /  $P=11 \pm 1$  kbar). The mineral composition of the metabasites is epidote – phengite – glaucophane. Glaucophane is only preserved on the diaspore part of corundum isograde in Dilek Peninsula. Metapelites are conformably overlain by platform-type neritic carbonates with rudist fossils on the uppermost levels. Coherent series is tectonically overlain by the Selçuk Mélange made up of a wide variety of blocks embedded in a garnet-phengite ( $Si^{4+}=3,42$  p.f.u) schist matrix ( $T=535 \pm 15^{\circ}C$  /  $P=15 \pm 2$  kbar). Blocks consist of eclogite, omphacite-epidotite, omphacite metagabbro, blueschist / greenschist metabasite, Ti-metagabbro, metamorphic serpentinite and marble. P-T conditions of eclogites with a mineral assemblage of omphacite - garnet - zoisite - rutile were estimated as  $T=610 \pm 60^{\circ}C$  /  $P=19 \pm 3$  kbar. The mineral assemblage of omphacite metagabbro is omphacite – zoisite – Ca-amphibole and gives  $T=525 \pm 25^{\circ}C$  and  $P=10 \pm 2$  kbar. Greenschist metabasites contain relict high-pressure mineral assemblage composed of 'garnet – glaucophane – zoisite' reflecting conditions of  $T=490 \pm 20^{\circ}C$  and  $P=15 \pm 1,5$  kbar. P-T conditions of high-pressure metamorphism for omphacite-epidotites can be estimated as  $P>16$  kbar /  $T>550^{\circ}C$ . P-T estimations and mineral assemblages of Cycladic blueschist unit represent a subduction related Eocene (ca. 40 Ma) HP metamorphism. Greenschist overprint of Cycladic Blueschist Unit is well consistent with diaspore -corundum isograde on the region. In corundum part of isograde, both Selçuk Mélange and coherent series are overprinted by greenschist facies retrogression under isothermal decompression conditions (Selçuk Mélange:  $T=500 \pm 20^{\circ}C$  /  $P=6$  kbar and coherent series:  $T=520 \pm 10^{\circ}C$  /  $P=6$  kbar) during the exhumation. Whereas, in diaspore part of isograde (Dilek Peninsula) the coherent series is retrograded partly to greenschist assemblages ( $T=410 \pm 10^{\circ}C$  /  $P=6$  kbar) with cooling during decompression.

**Keywords:** Cyclade, Selçuk, eclogite, blueschist

## BERİT YÖRESİNDEKİ (KAHRAMAN MARAŞ) EKLOJİT – GRANAT PİROKSENİTLERE AİT ÖN BULGULAR

Osman Candan<sup>1</sup>, Mete Çetinkaplan<sup>1</sup>, Gültekin Topuz<sup>2</sup>, Ersin Koralay<sup>1</sup>,

Roland Oberhaensli<sup>3</sup>, Erdiñ Yiğitbaş<sup>4</sup>, Qiuli Li<sup>5</sup>

<sup>1</sup> DEÜ Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, Buca, İzmir

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 80626 Ayazağa, İstanbul

<sup>3</sup> Institute of Earth & Environmental Sciences, University Potsdam, Germany

<sup>4</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Rektörlüğü Terzioğlu Kampüsü, Çanakkale

<sup>5</sup> No.19 Beitucheng West Road, Chaoyang District, Beijing, 100029, China

(Osman.candan@deu.edu.tr)

### ÖZ

Bitlis, Pötürge, Keban, Malatya, Engizek, Berit ve Binboğa masiflerini oluşturan metamorfik kayalar GD Anadolu'da geniş alanlarda yüzeylemektedir. Kahramanmaraş kuzeyinde yer alan Berit bölgesi geç Eosen yaşlı nap yığını ile karakterize olmaktadır. Nap dilimleri çok düşük dereceden çok yüksek dereceliye kadar değişen metamorfizmalara sahip kayalar ve metamorfik olmayan birimlerden yapıldır. Bu çalışmada alt metagabro – amfibolit birimi olarak adlandırılan dilim içerisinde yer alan eklojit ve granat piroksenitlere ait ön bulgular sunulmaktadır.

Alt Metagabro – amfibolit birimi zayıf foliasyona sahip, orta – iri kristalli kayalardan oluşmaktadır. Bu kayalardaki plajioklaslar yaygın bir şekilde epidot ve zoisit tarafından replase edilmektedir. Eklojit – granat piroksenitler söz konusu dilim içerisinde çok sayıda budinleşmiş mercek ve damarlar şeklinde bulunmaktadır. Birkaç santimetreden 25 metreye kadar değişen boyutlara sahip eklojitler masif yapıda, orta – ince taneli kayalardır. İlksel kayalarına ait dokusal – mineralojik veriler tümüyle yeniden kristalleşme nedeniyle silinmiştir. Eklojitlerde üzerleyen orta-basınç metamorfizması ürünü granatlı amfibolitlere dönüşümler yaygındır. Eklojit – granat piroksenitler genel olarak klinopiroksen + granat + kuvars + rutil/sfen ± hornblend ± epidot/klinozoisitten yapıldır. Omfasitlerin Jadeyit bileşenleri maksimum %23 e ulaşmaktadır. Zayıf zonlanma gösterebilen granatların bileşimi Alm<sub>50-53</sub> Prp<sub>18-21</sub> Grs<sub>27-30</sub> Sps<sub>1</sub>-And<sub>0-1</sub> dır. Amfiboller ise pargazit bileşimindedir.

Yüksek-basınç metamorfizmasının koşulları granat-klinopiroksen arasındaki Fe-Mg dağılımı ve omfasitteki jadeyit içeriğine dayalı olarak 670 ± 50°C sıcaklık ve minimum 13 kbar basınç olarak belirlenmiştir. Bölgenin Geç Kretase – Eosen jeodinamik evrimi ve Bitlis Masifi'nde gözlenen Geç Kretase yaşlı yüksek-basınç metamorfizması göz önüne alındığında söz konusu yüksek-basınç olayı Bitlis Masifi ve kuzeyindeki Anatolit-Torid platform arasında yer alan bir okyanusal havzanın veya Neotetis Okyanusu'nun güney kolunun kapanması ile ilişkilendirilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Eklojit, Neotetis, GD Anadolu

## **ECLOGITES - GARNET PYROXENITES IN THE BERIT AREA (KAHRAMAN MARAŞ, TURKEY): PRELIMINARY RESULTS**

**Osman Candan<sup>1</sup>, Mete Çetinkaplan<sup>1</sup>, Gültekin Topuz<sup>2</sup>, Ersin Koralay<sup>1</sup>,  
Roland Oberhaensli<sup>3</sup>, Erdiñç Yiğitbaş<sup>4</sup>, Qiuli Li<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>DEÜ Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, Buca, İzmir, Turkey

<sup>2</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü,  
80626 Ayazağa, İstanbul, Turkey

<sup>3</sup>Institute of Earth & Environmental Sciences, University Potsdam; Germany

<sup>4</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Rektörlüğü Terzioğlu Kampüsü, Çanakkale, Turkey

<sup>5</sup>No.19 Beitucheng West Road, Chaoyang District, Beijing, 100029, China  
(Osman.candan@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Metamorphic rocks are exposed over large areas in SE Anatolia. The main bodies are represented by Bitlis, Pötürge, Keban, Malatya, Engizek, Berit and Binboğa massifs. The Berit area (N Kahramanmaraş, SE Anatolia) is characterized by late Eocene nappe stacking. The nappe sheets are made up non-metamorphic and metamorphic rocks ranging from very low- to very high-grade. Here we report our preliminary results on eclogites and garnet pyroxenites in one thrust sheet, so-called lower metagabbro-amphibolite unit.

The lower metagabbro - amphibolite unit consists of weakly foliated medium to coarse grained rocks. Plagioclases are mostly replaced by epidote and zoisite. Eclogites – garnet pyroxenites occur as numerous boudinaged lenses and veins. These lenses, a few centimeters to 25 meters in size, are massive, fine to medium-grained rocks. Primary texture and mineralogy of the protoliths were obliterated by complete recrystallization. Partial to complete retrogression to garnet amphibolites due to the medium-pressure overprint is common. Eclogites – garnet pyroxenites comprise clinopyroxene + garnet + quartz + rutile/sphene and ± epidote/clinozoisite ± hornblende. Omphacite in eclogites has a maximum of 23 mole % jadeite. The garnets show the compositional range of Alm<sub>50-53</sub>Prp<sub>18-21</sub>Grs<sub>27-30</sub>Sps<sub>1</sub>-And<sub>0,1</sub> and are slightly zoned. Calcic amphiboles are pargasite in composition.

PT conditions of high-pressure metamorphism can be estimated as 670 ± 50 °C temperatures and a minimum pressure of 13 kbar, based on the garnet-clinopyroxene Fe-Mg partitioning and the jadeite content of omphacite, respectively. Considering the late Cretaceous – Eocene geodynamic evolution of this region and late Cretaceous high-pressure metamorphism in Bitlis Massif, this high-pressure event can be attributed to the closure of the oceanic basin occurring between Bitlis Massif and Anatolide – Tauride Platform or southern branch of Neotethys.

**Keywords:** Eclogite, Neotethys, SE Anatolia

## KİL TABANLI SERAMİK ÜRETİM SÜRECİ: BİR İNSANSAL PİROMETAMORFİZMA

**Aydın Aras**

*Jeoloji mühendisliği bölümü, Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Van 65080  
(aras5549@yahoo.com)*

### ÖZ

Pirometamorfizma çok düşük basınçların hakim olduğu yüksek sıcaklıklarda çoğu zaman erime noktasına ulaşan uygun litolojiler ile gerçekleşen bir termal metamorfizmadır. Kil tabanlı seramik üretimi ve pyrometamorfizma arasında, yüksek sıcaklıklara doğru bir türlü ulaşılamayan denge sonucunda oluşmuş mineral parajenezleri bağlamında yakın bir ilişki vardır. Bu bildiride, pyrometamorfizma açısından son ürün, süreç ve hammadde özellikleri ve genel olarak üretim süreci içindeki kaşılıklı ilişkileri tartışılmıştır. Kil tabanlı seramikler alkali veya toprak alkali eriticiler içermeleri durumunda tamamen farklı iki mineral oluşum süreci oluşmaktadır. Birincisi yani toprak alkali içerenler katı hal sinterleşmesi için bir örnek modeldir. İkicisinde, yani alkali eritici içerenler ise ötektik erime ile oluşmaktadır. Literatürde pirometamorfik kayaların mineralojisi ve jeokimyası ile ilgili çok sayıda yayın bulunmaktadır. Doğal ve insansal pirometamorfik kayalar olan bukhit, porselanit tuğla ve karolar bu yayında karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır. Örneğin seramik bünyeler ve bukhitin her ikisi de cam, yeni oluşmuş (müllit) ve kalıntı (kuvars) mineralleri içermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Pirometamorfizma, kil tabanlı seramik, pişme, bukhit, tuğla

## **CLAY BASED CERAMIC PRODUCTION PROCESS: AN ANTHROPOGENIC PYROMETAMORPHISM**

**Aydın Aras**

Department of Geological Engineering, Yüzüncü Yıl University, Van 65080, Turkey  
(aras5549@yahoo.com)

### **ABSTRACT**

*Pyrometamorphism is a type of thermal metamorphism involving very high temperatures often to the point of fusion in suitable lithologies at very low pressures. There is a close relationship between pyrometamorphism and clay-based ceramic production in the sense that the two processes show a progression towards high temperature equilibria which is not ultimately attained and produce similar high temperature mineral assemblages. In terms of pyrometamorphic changes, the raw material properties, processing properties and the end products properties are discussed in this paper. During the firing of ceramic clay masses two entirely different types of reaction may occur depending on whether there is a mix of earth alkali compounds or not. In the first type of reaction, clay bodies containing earth alkali compounds are model examples of sintering by reactions in the solid state. In the second type of reaction, in contrast, clay bodies containing only alkaline compounds as flux, form eutectic melts. A number of papers on mineralogy and geochemistry of pyrometamorphic rocks have been published in literature. Examples of natural and anthropogenic pyrometamorphic rocks such as buchite, porcellanite, brick and tile products are discussed for comparison in this paper. For example clay based ceramic and buchite both contain glass, new (mullite) and residual minerals (quartz).*

**Keywords:** Pyrometamorphism, clay based ceramic production process, firing, buchite, brick

## GEYVE BOĞAZI CİVARINDA YÜZEYLEYEN KARBONATÇA ZENGİN (KARBONATİT?) KAYAÇLARIN JEOLJİK ÖZELLİKLERİ

**Mutlu Özkan<sup>1</sup>, Ömer Faruk Çelik<sup>1</sup>, Andrea Marzoli<sup>2</sup>,  
Gültekin Topuz<sup>3</sup>, İsmail Emir Altıntaş<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kocaeli Üniversitesi, 41380, Kocaeli

<sup>2</sup> Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova, 35100-Padova, Italy

<sup>3</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul  
(mutlumete88@gmail.com)

### ÖZ

Geyve Boğazı (Sakarya) ve çevresinde farklı tür ve yaştaki kayaçlar bir arada gözlenmektedir. Geyve Boğazı'ndaki metamorfik kayaçlar, başlıca amfibolit, granat amfibolit, epidot amfibolit gibi kayaçlar ile tanımlanmaktadır. Bu metamorfik kayaçlar meta-ofiyolitik kayaçlar üzerine, GD'dan KB'ya doğru, tektonik olarak gelmektedir.

Amfibolitik kayaçlar ile meta-ofiyolitik birimlerin kontağına yakın kesimlerinde kalınlıkları yaklaşık 1 ila 4 metre civarında olan karbonatça zengin dayklar yer almaktadır. Karbonatça zengin bu dayklar içerisinde amfibolitik kayaçlardan türemiş, çakıl boyutlarında anklavlar yaygın olarak gözlenmiştir. Karbonat içeriği bakımından zengin bu dayklar kaba taneli olup, arazide beyaz, gri, pembe ve sarımsı renklerle gözlemlenmiştir. Bu kayaçlar içerisinde kalsit modal bileşim olarak % 60-70 arasında olup kalsit dışında klinopiroksen ± flogopit ± ak mika ± plajiyoklas ± epidot ± pumpelleyit ± K-feldspat ± sfen ± granat ± opak mineraller tespit edilmiştir. Taneli doku gösteren bu kayaçlar içerisindeki mineraller özşekilli, yarı özşekilli ve özşekilsiz olarak gözlemlenmiştir. Mineral kimyası çalışmalarına göre, karbonatça zengin bu kayaçlar içerisindeki kalsitlerin CaO içerikleri ağırlıkça % 54-59, MgO içerikleri ise % 0.2-2.1 arasında değişmektedir. Klinopiroksen mineralleri diyopsit bileşimindedir. Plajiyoklaslar albit andezin arası bileşimler gösterirken, granat mineralleri ise grosüler bileşimlerine sahiptir. Karbonatça zengin kayaçlar içerisinde pumpelleyit minerallerin varlığı ve mafik minerallerdeki yönlü uzanımlar bu kayaçların düşük dereceli metamorfizmadan etkilendiklerini düşündürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Dayk, jeokimya, karbonatit, metamorfizma, mineral kimyası

## **GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE CARBONATE-RICH ROCKS (CARBONATITE?) EXPOSED AROUND THE GEYVE GORGE**

**Mutlu Özkan<sup>1</sup>, Ömer Faruk Çelik<sup>1</sup>, Andrea Marzoli<sup>2</sup>,  
Gültekin Topuz<sup>3</sup>, İsmail Emir Altıntaş<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kocaeli Üniversitesi, 41380, Kocaeli, Turkey

<sup>2</sup>Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova, 35100-Padova, Italy

<sup>3</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü,

34469 Maslak, İstanbul, Turkey

(mutlumete88@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Various rock types of different ages are observed around the Geyve Gorge (Sakarya). Metamorphic rocks in the Geyve Gorge are mainly characterized by amphibolite, garnet-amphibolite and epidote-amphibolite. These metamorphic rocks tectonically overly the meta-ophiolitic rocks, from southeast to northwest.*

*Carbonate-rich dykes, have a thickness of about 1 to 4 m and are located near the contact between amphibolitic rocks and the meta-ophiolite unit. Conglomerate sized enclaves which are derived from amphibolitic rocks are commonly observed within carbonate-rich dykes. Carbonate-rich dykes are coarse grained and are observed as white, grey, pink and yellowish bodies in the field. These rocks consist of calcite ± clinopyroxene ± phlogopite ± white mica ± plagioclase ± epidote ± pumpellyite ± K-feldspar ± sphene ± garnet and ± opaque minerals. The minerals in these rocks which shows granular texture are observed as idiomorphic, hypidiomorphic and xenomorphic crystals. Calcite in these rocks is 60 -70% in modal composition. According to mineral chemistry analyses, CaO content of calcite in the carbonate-rich rocks is between wt.% 54 and 59. Their MgO contents are low and show rather narrow variability (0.2 – 2.1 wt.%). Clinopyroxene minerals are diopsides, whereas plagioclase crystals have albitic to andesine compositions and garnets have dominant grossular composition. Presence of pumpellyite in the mineral association of the carbonate rich rocks and the elongation of mafic minerals in the texture suggest that these rocks were affected the low grade metamorphism.*

**Keywords:** Carbonatite, dyke, geochemistry, metamorphism, mineral chemistry

## ARMUTLU YARIMADASI'NDA (KB TÜRKİYE) ERKEN KRETASE YAŞLI METAMORFİZMA VE PONTİD-İÇİ KENEDİ'NİN EVRİMİ

Kenan Akbayram<sup>1</sup>, Aral I. Okay<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü,  
80626 Ayazağa, İstanbul

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 80626 Ayazağa, İstanbul  
(akbayram@itu.edu.tr)

### ÖZ

Armutlu Yarımadası'nda, İstanbul ile Sakarya zonları arasındaki Pontid-İçi Kenedi'ne ait metamorfik birimler yüzeyler. Armutlu Yarımadası doğusunda, Sapanca Gölü güneyinde, tektonik dokanıklı dört farklı metamorfik birim bulunur. Bu birimler Pamukova Kompleksi, Maşukiye Grubu, Sapanca Kompleksi ve Gemlik Melanjı'dır. Birimlerden ilk üçü birbirlerinden doğuya eğimli, dik açılı bindirme düzlemleri ile ayrılırlar; Pamukova Kompleksi Sapanca Kompleksi üzerine, Sapanca Kompleksi ise Maşukiye Grubu üzerine bindirmiştir. Gemlik Melanjı yalnızca Pamukova Kompleksi ile dokanıklıdır ve bu iki birim doğu-batı gidişli bindirme düzlemleri ile ayrılan imbrike bir yapı oluşturmuşlardır. Bütün bu tektonik birimler Kampaniyen ve sonrası çökel istifler tarafından örtülmektedir. Bu bildirinin amacı, bu birimlerin arazi ilişkilerini, kayaç topluluklarını, başkalaşım koşullarını tanımlamaktır. Bu veriler, jeokronolojik ve literatür verileri ile birlikte Pontid-İçi Kenedi'nin evrimi açısından tartışılmaktadır.

*Pamukova Kompleksi*, başlıca amfibolit, gnays, metaperidodit, metagranit, mermer, metakuvarsit ve kalkıştten oluşur. Amfibolitler, esas olarak hornblend, plajiyoklas ve epidot; gnayslar hornblend, plajiyoklas, biyotit, kuvars ve ikincil klorit; metaperidoditler ise ortopiroksen, diyopsitik klinopiroksen, olivin, hornblend, plajiyoklas, Cr-Al spinelden oluşur. Pamukova Kompleksi epidot-amfibolit fasiyesi koşullarında başkalaşmıştır. Bu birim İstanbul Zonu'nun Proterozoyik yaşlı temelinin bir parçadır (~ 560 Ma, Okay ve diğ. 2008; Akbayram ve diğ. 2011). Pamukova Kompleksi'nin en son epidot-amfibolit fasiyesli başkalaşımı Geç Jura-Erken Kretase'de gerçekleşmiştir (154–111 Ma, Akbayram ve diğ. 2009). *Sapanca Kompleksi*, başlıca metabazit, metaçört, sleyt ve serpantinitten oluşan bir yığılım karmaşasıdır. Başkalaşım yaşı Erken Kretase'dir (110.8 ± 3.4 Ma, Akbayram ve diğ. 2009). *Maşukiye Grubu* ise başlıca metaarkoz, sleyt, fillat, mermer ve tali oranda metabazitten oluşmaktadır. Birimin çökeli mi Triyas'ta gerçekleşmiş olup, başkalaşım yaşı ise Erken Kretase'dir (138 ± 1.5 Ma, Akbayram ve diğ. 2011). Hem Sapanca Kompleksi'nin hem de Maşukiye Grubu'nun metabazitleri klorit + albit + epidot + aktinolit içerir, bu ise yeşilşist-fasiyesi için niteleyicidir. *Gemlik Melanjı* ise ankimetamorfik fillat ve metagrovaklardan oluşan bir matrikse sahip olup, içerisinde çört, metagabro, gri renkli mermer, pelajik kireçtaşı, mikaşist, serpantinit ve bazalt blokları bulunur. Çört blokları Geç Jura-Erken Kretase radyolary faunası içerir (Kaya and Kozur, 1987).

Bütün bu veriler, Pontid-İçi Kenedi boyunca gözlenen epidot-amfibolit ve yeşilşist fasiyesli bölgesel metamorfizmanın Erken Kretase'de gerçekleştiğini, Sakarya ile İstanbul Zonlarının bu dönemde yan yana gelmiş olduğunu belgeler.

**Anahtar Kelimeler:** Pontid-İçi kenedi, epidot-amfibolit, yeşilşist, Erken Kretase



## **EARLY CRETACEOUS METAMORPHISM IN EASTERN ARMUTLU PENINSULA (NW TURKEY) AND THE IMPLICATIONS FOR THE EVOLUTION OF THE INTRA-PONTIDE SUTURE ZONE**

**Kenan Akbayram<sup>1</sup>, Aral I. Okay<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü,  
80626 Ayazağa, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 80626 Ayazağa, İstanbul, Turkey  
(akbayram@itu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Armutlu Peninsula corresponds to the suture zone between the İstanbul and Sakarya zones, so called Intra-Pontide suture zone. There are four main metamorphic units cropping out at eastern part of the Armutlu Peninsula, south of Sapanca Lake. These units are called Pamukova Complex, Sapanca Complex, Maşukiye Group and Gemlik Mélange. Three of these metamorphic units together make a steeply east dipping thrust stack; Pamukova Complex tectonically overlies the Sapanca Complex and the Sapanca Complex overlies the Maşukiye Group. Gemlik Mélange has contacts only with Pamukova Complex. Huge blocks of the Pamukova Complex have been observed as tectonic intercalations in the Gemlik Mélange. Campanian and younger sedimentary cover units unconformably overlie the metamorphic units. The main objective of this contribution is to outline lithologies, metamorphic conditions, and the field relations of these units and combine these data with previously presented geochronological data for to discuss the evolution of the Intra-Pontide suture zone.*

*Pamukova Complex mainly consists of amphibolite, gneiss, metaperidotite, metagranite, marble, metaquartzites and calc-schists. Amphibolites are mainly made up of hornblende, plagioclase and epidote; gneisses are mainly made up of hornblende, plagioclase, biotite, quartz and secondary chlorite; metaperidotites comprise orthopyroxene, diopside clinopyroxene, olivine, hornblende, plagioclase, Cr-Al spinel. These units metamorphosed in epidote-amphibolite facies conditions. The Pamukova Complex is a part of the Proterozoic basement of the İstanbul Zone (~ 560 Ma zircon ages, Okay et al., 2008; Akbayram et al., 2011) and metamorphosed at Late Jurassic-Early Cretaceous (154-111 Ma, Akbayram et al., 2009). Sapanca Complex is a subduction accretionary complex made up of metabasite, metachert, serpentinite, slate and phyllite. The age of metamorphism of the Sapanca Complex is Early Cretaceous ( $110.8 \pm 3.4$  Ma, Akbayram et al., 2009). Maşukiye Group is a metasedimentary unit made up of meta-arkose, slate, phyllite, marble and minor metabasite. The sedimentation of the group was occurred during Triassic and the age of metamorphism of the unit is Early Cretaceous ( $138 \pm 1.5$  Ma, Akbayram et al. 2011). Chlorite + albite + epidote + actinolite mineral paragenesis is typical for the metabasites of both the Sapanca Complex and the Maşukiye Group which indicates that two units metamorphosed under greenschist facies conditions. Gemlik Mélange is a tectonic mélange which has an anchimetamorphic phyllite-metagreywacke matrix and comprise chert, marble, red pelagic limestone, mica-schist, basalt, metagabbro and minor serpentinite as blocks. Kaya and Kozur (1987) reported radiolarian fauna from the cherts of the Gemlik Mélange, dated as Late Jurassic-Early Cretaceous.*

*All these data show that epidote-amphibolite and the greenschist facies metamorphism along the Intra-Pontide suture was occurred during Early Cretaceous, İstanbul and Sakarya Zones were amalgamated during Early Cretaceous.*

**Keywords:** Intra-Pontide, epidote-amphibolite, greenschist, Early Cretaceous

## ISTRANCA MASIFI'NİN (TÜRKİYE) DOĞU KESİMİNDE (VİZE-KIYIKÖY BÖLGESİ) GEÇ PALEOZOYİK YAŞLI DALMA-BATMA-BİRİKME OROJENEZİ

**Boris Natal'in<sup>1</sup>, Gürsel Sunal<sup>1</sup>, Yang Zhiqing<sup>2</sup>, Erkan Gün<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul*

<sup>2</sup> *Beijing SHRIMP Merkezi, Beijing, Çin*

<sup>3</sup> *İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul  
(natalin@itu.edu.tr)*

### ÖZ

Geleneksel olarak Istranca Masifi'nin Türkiye kesiminin yapısı, Permiyen granitoidlerinin sokulduğu Paleozoyik bir temel ve Triyas-Jura ya da Permiyen-Jura sedimanter bir örtü şeklinde yorumlanmıştır. Bütün bu birimler Jura-erken Kretase zamanında epidot-amfibolitten yeşil şist fasiyesine metamorfoze ve yoğun şekilde deforme olmuştur. Paleozoyik temel daha çok Masif'in batısında yüzeyleyen Mesozoyik örtü birimleri Masif'in doğusunu kaplar. Bu alanda Mesozoyiğe ait sekiz stratigrafik birim yapısal ilişkiler ve uzak alanlarla yapılan denetirmelere bağlı olarak tanımlanmıştır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998). Bölgede yaptığımız haritalama, yapısal ve yaşlandırma çalışmaları, Istranca Masifi'nin doğu kesiminin farklı tektonik ortamlara ait kuzeye verjanslı naplarla bir araya gelmiş kayaçlar yığını olduğunu göstermiştir. En yaşlı kayaç, bazı alanlarda üstünde kuvarsit (Çağlayan ve Yurtsever, 1998 tarafından Permo-Triyas yaşlı Şermat Kuvarsiti olarak haritalanmıştır) ve üstte doğru kuvars-serizit-klorit şistlere geçen ve uyumsuz dokanakları korunmuş K-feldispat metagranittir. Metagranitten  $536 \pm 4$  My zirkon SHRIMP yaşı elde edilmiştir. Buna karşın, kuvars-serizit-klorit şistler  $311 \pm 3$  My zirkon yaşı veren granitik bir dayk tarafından kesilmektedir. Bu kristalin temel ve sığ denizel duraylı şelf çökelleriyle temsil edilen kayaç birlikteliği yer yer pelajik ortamı işaret eden, ince bantlar halinde ardalanmalı metaçört ve mermerlerle, metaçörtler (metakuvarsit) ve metavolkanikler gibi egzotik litolojilerin tektonik merceklerini içeren kuvars-klorit-muskovit şist ve ender olarak da metakumtaşlarıyla tektonik olarak karışmışlardır. Önceki çalışmalarda bu kayaçlar Triyas yaşlı Mahya şisti olarak haritalanmıştır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998). Biz bu şistlerin birikinti kamasına ait olduğunu öngörmekteyiz. Yersel olarak yüzeylemiş yeşiltaş, plajiolklas içeren amfibolitler (veya metagabrolar,  $303 \pm 3$  My zirkon yaşı) ve metapiroksenitler aynı tektonik ortama ait olmalıdır. Göreli olarak küçük metagranit ve granit gnays ( $304 \pm 3$  My zirkon yaşı) mercekleri içeren, metatüfler ( $306 \pm 3$  My zirkon yaşı), yeşilşistler, kuvars porfiriler ve yeşiltaşlar bizim Yavuzdere Magmatik Yayılı olarak tanımladığımız üçüncü tektonik ortama atfedilebilir. Bu yayıla ait magmatizma Istranca Masifi'nin batı kesiminde tanımlanmış magmatizmayla eş zamanlıdır (Sunal ve diğ., 2006).

Bu biri birinden çok farklı üç tip tektonik ortama ait kayaç birliktelikleri yoğun bir tektonik karışma göstermektedir. Örneğin,  $546 \pm 5$  My zirkon yaşı veren K-feldispat metagranitine ait bir tektonik mercek (0.5 km kalın) Mahya Şistlerinin içinde yer alır veya Yavuzdere Magmatik Yayılı Şermat Kuvarsitleri'ne ait mercekler içermektedir. Tektonik dokanaklar milonit ve yoğun deforme olmuş kayaçlarla örtülmektedir. Foliasyon Istranca Masifi'nin batı kesiminde tanımlanmış, Jura-erken Kretase deformasyonlarının geç dönem tektonik hareketleriyle benzer olarak baskın şekilde kuzey doğu - doğu eğimli ve kuzey doğuya doğru bir hareket göstermektedirler. Geç Paleozoyik (geç Karbonifer) dalma-batma-birikme orojenezi Balkan Zonu'nda aynı dönemde gelişmiş dağ oluşumu ile denetirilebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** KB Türkiye, Istranca Masifi, tektonik, jeokronoloji, Paleozoyik

## LATE PALEOZOIC SUBDUCTION-ACCRETION OROGENY IN THE EASTERN PART OF THE TURKISH STRANDJA MASSIF (VİZE - KIYIKÖY REGION)

**Boris Natal'in<sup>1</sup>, Gürsel Sunal<sup>1</sup>, Yang Zhiqing<sup>2</sup>, Erkan Gün<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Istanbul Technical University, Department of Geology Eng., TR-34469 Istanbul, Turkey

<sup>2</sup> Beijing SHRIMP Center, Beijing, China

<sup>3</sup> Istanbul Technical Uni. Eurasian Institute of Earth Sciences, TR-34469 Istanbul, Turkey  
(natalin@itu.edu.tr)

### ABSTRACT

Traditionally the structure of the Turkish segment of the Strandja Massif was interpreted as the Paleozoic basement intruded by Permian granitoids and Triassic-Jurassic or Permo-Jurassic sedimentary cover. All of these units are metamorphosed in epidote-amphibolite to greenschist facies and strongly deformed in Jurassic-early Cretaceous times. The Paleozoic basement is more exposed in the western part of the massif while the Mesozoic cover mainly constitutes its eastern part. There, eighteen Mesozoic stratigraphic units have been recognized in accord with structural relationships and long-distance lithologic correlation (Çağlayan & Yurtsever, 1998). Our geological mapping, structural studies, and geochronological dating have shown that the eastern part of the Strandja Massif represents a stack of northeast-vergent nappes consisting of rocks originated in different tectonic settings. The oldest rocks are made up of K-fsp metagranite that in places preserve unconformable contacts with overlying quartzites (mapped as the Permo-Triassic Şermat Quartzites by Çağlayan & Yurtsever, 1998) grading up into quartz-sericite-chlorite schists. The metagranites yield SHRIMP zircon age of  $536 \pm 4$  Ma. In turn, the quartz-sericite-chlorite schists are cut by a granitic dyke yielding  $311 \pm 3$  Ma zircon age. This rock association, which represents a crystalline basement and shallow-marine stable shelf deposits, is tectonically mixed with a thick pile of quartz-chlorite-muscovite schist and rare metasediments that in places contain tectonic lenses of exotic lithologies such as metacherts (microquartzite), metavolcanics (amphibolites and greenstones) and thinly bedded alternation of metacherts and marbles indicating pelagic environments. Previously these rocks have been mapped as the Triassic Mahya Schists (Çağlayan & Yurtsever, 1998). We infer that these schists belong to an accretionary wedge. Locally exposed greenstone, plagioclase-bearing amphibolites (or metagabbro,  $303 \pm 3$  Ma zircon age) and metapyroxenites perhaps belong to the same tectonic setting. Metatuffs ( $306 \pm 3$  Ma zircon age), greenschists, quartz porphyries, and greenstones containing relatively small tectonic lenses of metagranites and granite gneisses ( $304 \pm 3$  Ma zircon age) can be assigned to the third tectonic setting, which we define as the Yavuzdere magmatic arc. Magmatism of this arc is synchronous to the arc magmatism established in the western part of the Strandja Massif (Sunal et al. 2006).

The rock assemblages belonging to these three types of very different tectonic settings reveal strong tectonic mixing. For instance, a tectonic lens (0.5 km thick) of the K-fsp metagranite yielding  $546 \pm 5$  Ma zircon age (a part the early Paleozoic basement) is embedded into the Mahya Schists or the Yavuzdere arc rocks contain tectonic lenses of the Şermat Quartzites. Tectonic contacts coincide with mylonites or strongly foliated rocks. The foliation dips dominantly to northeast and east and show northeastern tectonic transport, which is similar to the tectonic transport of the late stage of the Jurassic-early Cretaceous deformation established in the western part of the Strandja Massif. Late Paleozoic (late Carboniferous) subduction-accretion orogeny in the Strandja Massif is correlative with synchronous orogeny in the Balkan zone.

**Keywords:** NW Turkey, Strandja Massif, tectonics, geochronology, Paleozoic

## ISTRANCA MASİFİNDEKİ MESOZOYİK DEFORMASYONLARININ KİNEMATİĞİ: YAYA PARALEL TEKTONİK TAŞINMADAN ÇARPIŞMAYA GEÇİŞ

**Boris Natal'in<sup>1</sup>, Gürsel Sunal<sup>1</sup>, Erkan Toraman<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-34469 İstanbul*

<sup>2</sup> *Department of Geology and Geophysics, University of Minnesota,  
310 Pillsbury Dr. SE, Minneapolis, MN, 55455, US  
(natalin@itu.edu.tr)*

### ÖZ

Jeolojik haritalama çalışmaları, litolojik kompozisyonlar üzerine yeni veriler, fasiyesler ve taşıma ve magmatik kayalarındaki zirkon izotopik yaşları, bununla birlikte komşu alanlarla yapılan denetimler, Istranca Masifi'nin Ordovisyen'den Permien dönemine ve hatta Triyas'a kadar bir magmatik yay olarak geliştiğini düşündürmektedir. Bu evrim Paleo-Tetis'in kuzey kenarı boyunca gelişmiş İpek Yolu Yayının evrimiyle karşılaştırılabilmektedir. Geç Paleozoyik-erken Mesozoyikte bu yay, batıya doğru gençleşen, yaya paralel büyük ölçekli sağ yanal bir tektonik taşınmaya maruz kalmıştır.

Jura- erken Kretasede, Istranca Masifine ait tüm kayalar epidot- amfibolit-yeşilist fasiyesi metamorfizması ve yüksek yamulmalı bir deformasyona maruz kalmışlardır. Masifin batı kesiminde, yapraklanmayı oluşturan muskovit ve biyotitlerden yaptığımız <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar yaş belirlemeleri aynı minerallerden elde edilen Rb-Sr 162-149 My yaşlarıyla (orta-geç Jura) uyumlu olarak 165 to 157 My oluşum yaşları vermişlerdir. Bu yapraklanma pre-Permien foliasyonu ve yapıları neredeyse tamamıyla üzerlemiştir. Masifin doğu kesiminde erken Mesozoyik yapraklanması benzer <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar yaşlarına (Elmas ve diğ. 2010) sahiptir. Orta Jura- erken Kretase deformasyonları birçok milonit ve fillit zonları üretmiş ve farklı tektonik ortam ve zamanlarda oluşmuş kayaların tektonik karışmasına neden olmuştur. Yamulmaya uğramamış (dolomite ve kireçtaşı) ve yüksek yamulmalı silisiklastiklerin araldanması, deformasyonu sıkışmalı bir doğası olduğuna işaret eder. Bu deformasyonlar masifin batı kesimindeki çekme lineasyonlarının da belirttiği üzere karmaşık bir kinematik hikayeye sahiptir. Bu alanda, lineasyon güneyde KD-GB'dan orta kesimlere doğru K-G'ye kuzeyde de KB-GD'ya değişerek bir çevrim yapar (30 x 40 km). Bu değişim ortalama KD ve GB'ya eğimli KB doğrultulu baskın yapraklanmayla uyumlu değildir. Yönelim değişimlerinin aksine kinematik göstergeler tutarlı kuzey yönlü bir hareketi göstermektedirler. Masifin doğu kesimlerinde KD ve yer yer de KB-GD yönelimli çekme lineasyonları kaydedilmiş ancak geçişli yönelim değişimleri kaydedilmemiştir. Batı kısımla makaslama yönü aynıdır. Çekme lineasyonundaki bu karmaşık değişim, tarafımızdan Avrasya, Paleo-Tetis ve Mandrista yayı levhaları arasındaki üçlü eklemde kaynaklanan göreceli bir hareket olarak yorumlanmıştır. Paleo-Tetis'in verev dalma-batması (KB yönelimli) İpek Yolu yayının bir parçası olan Istranca Masifinde (İpek Yolu Yayının bir parçası) yaya paralel tektonik bir taşınmaya neden olmuştur. Daha sonradan Avrasya ve Mandrista yayı arasında sıkışmalı bir deformasyona (KD yönlü) dönmüştür. Sünek bir ortamda oluşmuş yapraklanma ve lineasyona ek olarak, sıkışmalı deformasyon geç dönem foliasyon kıvrımlanmaları, dik buruşma klivajları ve bu deformasyonların gerilmeli yorumunun (Elmas ve diğ. 2010) yapılmasını olanaksız kılan bindirmeler de üretmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Istranca Masifi, yapısal jeoloji, üçlü eklem, KB Türkiye

## **KINEMATICS OF THE MESOZOIC DEFORMATIONS IN THE STRANDJA MASSIF: TRANSITION BETWEEN ARC-PARALLEL TECTONIC TRANSPORT TO COLLISION**

**Boris Natal'in<sup>1</sup>, Gürsel Sunal<sup>1</sup>, Erkan Toraman<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul Technical University, Department of Geology Eng., TR-34469 İstanbul, Turkey

<sup>2</sup> Department of Geology and Geophysics, University of Minnesota,

310 Pillsbury Dr. SE, Minneapolis, MN, 55455, US

(natalin@itu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Geological mapping, new data on lithologic composition, facies, and isotopic ages of magmatic rocks and detrital zircons, as well as the correlation with neighboring regions allow to infer that the Strandja Massif evolved as a magmatic arc during the Ordovician to Permian and perhaps to the Triassic. This evolution is comparable with the evolution of the Silk Road arc located along the northern margin of Paleo-Tethys. In the late Paleozoic-early Mesozoic, this arc was subjected to large-scale dextral arc-parallel tectonic transport, which became younger to the west. In the Jurassic-early Cretaceous, all rocks of the Strandja Massif have been subjected to epidote-amphibolite to greenschist facies metamorphism and high-strain deformations. In the western part of the massif, our <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar age determinations of muscovite and biotite, making the pervasive foliation, constrain the age of this event to 165 to 157 Ma, which is comparable with Rb-Sr 162-149 Ma ages of the same minerals (middle to late Jurassic). This foliation almost completely reworked the pre-Permian foliations and structures. In the eastern part, this foliation has similar <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar ages (Elmas et al. 2010). The middle Jurassic - early Cretaceous deformations have produced numerous zones of mylonites and led to tectonic mixing of rocks originated in different times and in different tectonic settings. Juxtaposition of unstrained dolomite and limestone and high strain siliciclastics indicate contractional nature of deformations. These deformations have a complex kinematic history as it is evidenced from mapping of stretching lineation trends in the western part of the massif. There, they make a loop (30 x 40 km), in which NE-SW trends in the south change to N-S directions in the central parts and then to NW-SE trends in the north. These changes are not correlative with dominant NW strikes of the foliation that moderately dips to both NE and SW. Despite trend changes, the kinematic indicators show persistent motions in northern directions. In the eastern part of the massif, the stretching lineation strikes to NE but in places, NW-SE trends are also recorded albeit without gradual trend transitions. Sense of shear is the same as in the western part. We interpret these intricate changes of the lineation trends as a result of relative motion changes caused by a triple junction migration between the Eurasian, Paleo-Tethyan, and Mandritsa Arc plates. Oblique subduction of Paleo-Tethys (NW trends) led to arc-parallel tectonic transport within the Strandja Massif (a fragment of the Silk Road arc), which later was changed into convergent motions (NE trends) between the Mandritsa Arc and Eurasia. Besides the foliation and stretching lineations that were formed in ductile environments, this collisional deformations produced also later folds of the foliation, steep crenulation cleavages, and thrusts, which makes unlikely the interpretation of these deformations as extensional (Elmas et al. 2010).*

**Keywords:** Strandja Massif, structural geology, triple junction, NW Turkey

## D PONTİD KITASAL TEMELİNİN (ARTVİN-YUSUFELİ, KD ANADOLU) ANA VARİSKAN METAMORFİZMA YAŞI VE KÖKENİ: PARAGNAYS U-Pb LA-SF-ICP-MS ZİRKON YAŞLANDIRMASINDAN ELDE EDİLEN DELİLLER

Timur Ustaömer<sup>1</sup>, Alastair H.F. Robertson<sup>2</sup>,  
Axel Gerdes<sup>3</sup>, P. Ayda Ustaömer<sup>4</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar 34850, İstanbul

<sup>2</sup>Edinburgh University, School of GeoSciences,  
West Mains Road, EH9 3JW Edinburgh, UK

<sup>3</sup>Goethe Universität, Institut für Geowissenschaften, Altenhöferallee 1,  
D-60438 Frankfurt am Main, Germany

<sup>4</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi, 34349 Beşiktaş, İstanbul  
(timur@istanbul.edu.tr)

### ÖZ

Kuzeydoğu Pontidler, Türkiye'deki Variskan ve Alpin orojenezlerinin tektonik etkisini ortaya koyan kritik bir alandır. Bu alanda bir dizi KB-verjanslı bindirme dilimi D Pontid otoktonu üzerine Erken Senozoyik dönemde yerleşmiştir. Neotetis ofiyolitleri ve melanji bindirme paketinin en üst yapısal tektonik birimini oluşturur. Bunun altında bindirme paketi, Alt ve yaklaşık 250 km yanall yayılımı olan (Artvin'den Bayburt'a kadar) Üst Dilim Kompleksi olarak ikiye ayrılabilir. İki dilim kompleksi'ndeki her bir bindirme dilimi, önemli tektonik olayları yansıtan uyumsuzluklar ile ayrılan Erken Jura, Orta-Geç Jura ve Geç Kretase-Orta Eosen yaşlı düzenli stratigrafiler sergiler. Bu bindirme dilimleri ve otoktonun Palaeozoyik temeli şistler ve bunları kesen Erken Karbonifer yaşlı (~325 My) granitlerden oluşur. Bu çalışmada Alt Dilim Kompleksi'ndeki bindirme dilimlerinden birinde yüzeyleyen (Dilim 3), granülit fasiyesi paragnays, şist ve migmatitlerden oluşan Geç Paleozoyik temeli ele alınmıştır. Bu temelin Erken Jura örtüsü silisiklastik sedimentler, kondanse kırmızı Ammonitico Rosso fasiyesi pelajik kireçtaşları ve daha üstte yer alan volkanojenik fasiyesleri kapsar. Bu çalışmada tipik bir paragnays örneğinden toplam 150 zirkon tanesi ayıklanmıştır. CL görüntüleri hemen hemen tüm tanelerde çekirdek etrafında metamorfik kenarların geliştiğini göstermektedir. Az sayıda, yuvarlak zirkon taneleri ise soluk gri, düzenli yapısı olmayan veya zayıf zonlanma sergileyen ayrı taneler halinde bulunur; bunların Th/U oranları da metamorfik kökeni yansıtacak şekilde <0.1 dir. Metamorfik kenarların ve ayrı metamorfik zirkonların (89 nokta analizi) U-Pb yaşları 332±2.2 My konkordan yaşını vermiştir; bu yaş ana Variskan metamorfizmasının yaşı olarak yorumlanmıştır. Zirkonların çekirdekleri tipik mağmatik kristallenmeyi gösteren zonlu yapıya sahiptir. Çekirdeklerin Th/U oranları, mağmatik kökenle uyumlu olacak şekilde > 0.1 dir. Çekirdek yaşları 396 Ma ila 2630 My arasında değişim gösterir. 396 My yaşı (Alt-Orta Devoniyen) % 99 konkordandır ve paragnaysın maksimum çökeltme yaşı olarak yorumlanmıştır. Veri tabanında önemli zirkon toplulukları ~500-680 My ve ~900-1100 My yaşlıdır. Örnekte Orta ve Geç Mezoproterozoyik yaşlarının dikkat çekici şekilde yok olmasına karşın, az sayıda Paleoproterozoyik yaşlı (~1800 Ma and ~2600 Ma) zirkona rastlanmıştır. Elde edilen yaş dağılımı Doğu Pontid

yüksek dereceli metamorfik temelininin, benzeri yaş dağılımına sahip KD Gondwana'daki Arap-Nubiya kalkanı ile deneştirilebileceğini ortaya koymaktadır. Doğu Pontid temelinin KD Gondwana'dan riftleşen ve daha sonra Reik Okyanusu'nun kapanması sonucunda Avrasya kenarıyla çarpışarak ~332 My (geç Erken Karbonifer) önce yüksek dereceli metamorfizmaya uğrayan egzotik bir blok olduğunu düşünüyoruz. Bu temeli kesen ~325 My yaşlı çarpışma sonrası granitler delaminasyon veya yükselme süreçleri ile ilişkili olmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** U-Pb yaşlandırması, Yusufeli-Artvin, paragnays, zirkon, Variskan, KD Gondwana

**TIMING OF PEAK VARISCAN METAMORPHISM AND THE ORIGIN OF THE E PONTIDE BASEMENT (ARTVİN-YUSUFELİ, NE TURKEY): EVIDENCE FROM U-Pb LA-SF-ICP-MS ZIRCON DATING OF PARAGNEISS**

**Timur Ustaömer<sup>1</sup>, Alastair H.F. Robertson<sup>2</sup>, Axel Gerdes<sup>3</sup>, P. Ayda Ustaömer<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul University, Department of Geology, Avcılar 34850, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup>Edinburgh University, School of GeoSciences,  
West Mains Road, EH9 3JW Edinburgh, UK,

<sup>3</sup>Goethe Universität, Institut für Geowissenschaften, Altenhöferallee 1,  
D-60438 Frankfurt am Main, Germany,

<sup>4</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi,  
34349 Beşiktaş- İstanbul, Turkey  
(timur@istanbul.edu.tr)

**ABSTRACT**

The northeasternmost Pontides region is a critical area to unravel the tectonic effects of the Variscan and Alpine orogenies in Turkey. A number of NW-vergent thrust sheets were finally emplaced onto the E Pontide autochthon in this area during Early Cenozoic time. Neotethyan ophiolites and melanges form the uppermost tectonic unit of the regional thrust stack. Beneath this, the thrust stack is divisible into the Lower and Upper Slice Complexes, extending for ~250 km (from Artvin to Bayburt area). The individual thrust sheets within the two slice complexes display coherent stratigraphies of Early Jurassic, Mid-Late Jurassic and Late Cretaceous-Mid Eocene ages, separated by unconformities that record important tectonic events. The Palaeozoic basement of these thrust sheets and the autochthon is made up of schists and cross-cutting Early Carboniferous (~325 Ma) granites. Here, we focus on the Late Palaeozoic basement exposed in one of the thrust sheets (Slice 3) of the Lower Slice Complex, which is represented by granulite-facies paragneiss, schist and migmatite. The unconformable Early Jurassic cover of this basement comprises siliciclastics and condensed, red Ammonitico Rosso pelagic limestones, passing up-sequence into volcanogenic facies. A total of 150 zircon grains were separated from one typical paragneiss sample. Cathodoluminescence images display metamorphic rims surrounding inherited cores. In contrast, a few individual, rounded zircon grains appear as pale gray, structureless, or weakly zoned grains with Th/U ratios of < 0.1, suggestive of a metamorphic origin. U-Pb dating of the metamorphic rims (89 spot analyses) and individual metamorphic zircons yielded a concordant age of 332±2.2 Ma, interpreted as the age of the peak Variscan metamorphism. The inherited cores of the zircons display oscillatory zoning that is typical of an igneous origin. The Th/U ratios of these zircon cores are > 0.1, compatible with an igneous origin. The ages of the inherited cores (115 spot analyses) range from 396-2630 Ma. The age of 396 Ma (Lower to Mid-Devonian) is 99 % concordant and is interpreted as the maximum age of deposition of the protolith of the paragneiss. Large populations in the data set occur at ~500-680 Ma and ~900-1100 Ma. Mesoproterozoic ages are noticeably absent, while there are a few grains of Palaeoproterozoic age (~1800 Ma and ~2600 Ma). The recorded age distribution suggests a



*correlation of the East Pontide high-grade metamorphic basement with the Arabian-Nubian shield of NE Gondwana where a similar age distribution has been recorded. We infer that the East Pontide basement represents an exotic terrane that rifted from NE Gondwana and later collided with the Eurasian margin where it underwent high-grade metamorphism at ~332 Ma (late Early Carboniferous) in response to closure of the Rheic Ocean. Cross-cutting post-collisional granites of ~325 Ma age could reflect delamination or exhumation processes.*

**Keywords:** *U-Pb dating, Yusufeli-Artvin, paragneiss, zircon, Variscan, NE Gondwana*

## DADAY-DEVREKANI (KASTAMONU) MASİFİ GNAYS VE AMFİBOLİTLERİNİN MİNERAL PARAJENEZLERİ VE DOKUSAL ÖZELLİKLERİ: İLK BULGULAR

**Mehmet Ali Gücer<sup>1</sup>, Mehmet Arslan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Gümüşhane Üniversitesi, Müh. Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
TR-29000, Gümüşhane*

<sup>2</sup> *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Müh. Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
TR-61080, Trabzon  
(maligucer@gmail.com)*

### ÖZ

Daday-Devrekani (Kastamonu) Masifi Prekambriyen'den Alt Kretase'ye kadar değişen çeşitli metamorfik kayalardan meydana gelmiştir. Masifin KD kesiminde yüzeyleme veren ve Devrekani Metamorfiti olarak adlandırılan orta-yüksek dereceli kayalar başlıca iki alt birime ayrılmış olup, alt düzeylerini gnays ve amfibolitler (Gürleyik Gnaysı); üst düzeylerini ise kalsit mermerler (Başakpınar Metakarbonatı) oluşturur. Bu çalışmada gnays ve amfibolitik kayaların mineral parajenezleri ve dokusal özellikleri metamorfizma koşulları açısından ortaya konmuştur.

Gnaysik kayalar genel olarak biyotit-hornblend, kordiyerit-biyotit, sillimanit-biyotit, sillimanit-kordiyerit-mika, sillimnit-granat-mika, sillimanit-kordiyerit-granat-mika, mikroklin-biyotit, muskovit-mikroklin-biyotit ve sillimanit-granat-kordiyerit-mikroklin-biyotit gnayslardan meydana gelir. Bu kayalar kuvars, K-feldspat (ortoklas, mikroklin), plajiyoklas, biyotit, muskovit, sillimanit, kordiyerit, granat, hornblend, serizit, Fe-Ti oksit,  $\pm$ apatit,  $\pm$ hematit,  $\pm$ zirkon,  $\pm$ hersinit(?) mineralleri içerir. Amfibolitler ise başlıca hornblend, oligoklas-andezin, Fe-Ti oksit ve  $\pm$ ortoklas mineralleri içerir. Metamorfik kayalar dokusal olarak başlıca grano-, lepidograno-, fibrolepidograno-, nemato-, nematograno-, lepidonemato- ve porfiro- blastik doku özellikleri sergiler. Bazı gnays örneklerinde pre-kinematik ve sin-kinematik mineral büyümeleri gözlenirken, yer yer kordiyerit porfiroblastlarında sillimanit, hersinit (?) ve opak mineral ayrımlamaları ve granat inklüzyonları gözlenmiştir. Gnayslarda gelişen olası mineral reaksiyonları (1) muskovit + kuvars  $\rightarrow$  K-feld. + sillimanit + H<sub>2</sub>O, (2) klorit + muskovit (veya kloritoyid) + kuvars  $\rightarrow$  granat + biyotit + H<sub>2</sub>O, (3) granat + sillimanit + kuvars  $\rightarrow$  kordiyerit, (4) sillimanit + granat  $\rightarrow$  kordiyerit + hersinit, (5) biyotit + sillimanit + plajiyoklas + kuvars  $\rightarrow$  granat + kordiyerit + K-feld. + H<sub>2</sub>O şeklinde iken, amfibolitlerde albit + aktinolit + epidot + klorit  $\rightarrow$  plajiyoklas (An>17) + hornblend şeklindedir. Bütün bu özellikler masifin bu kesiminde gelişen metamorfizmanın, amfibolit fasiyesi P-T koşullarını yansıttığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Daday-Devrekani masifi, gürleyik gnaysı, amfibolit fasiyesi, orta-yüksek dereceli metamorfizma, mineral reaksiyonları

**MINERAL PARAGENESIS AND TEXTURAL FEATURES OF  
GNEISSES AND AMPHIBOLITES FROM DADAY-DEVREKANI  
(KASTAMONU) MASSIF: PRELIMINARY RESULTS**

**Mehmet Ali Gücer<sup>1</sup>, Mehmet Arslan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Gumushane University, Department of Geological Engineering,  
TR-29000, Gumushane, Turkey

<sup>2</sup> Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering,  
TR-61080, Trabzon, Turkey  
(maligucer@gmail.com)

**ABSTRACT**

*The Daday-Devrekani (Kastamonu, N Turkey) massif contains various metamorphic rocks ranging from Precambrian to Early Cretaceous in age. NE part of the massif contains medium to high grade metamorphic rocks, called Devrekani Metamorphics, and divided into two sub-units; gneissic and amphibolitic rocks (Gürleyik Gneiss) of the lower parts and calcite marbles (Başakpınar Metacarbonate) of the upper parts. In this study, gneissic and amphibolitic rocks of the massif were examined in terms of mineral assemblages and textural evidence of metamorphic P-T conditions.*

*The gneissic rocks are biotite-hornblend, cordierite-biotite, sillimanite-biotite, sillimanite-cordierite-mica, sillimanite-garnet-mica, sillimanite-cordierite-garnet-mica, microcline-biotite, muscovite-microcline-biotite and sillimanite-garnet-cordierite-microcline-biotite gneisses. They contain quartz, K-feldspar (orthoclase, microcline), plagioclase, biotite, muscovite, sillimanite, cordierite, garnet, hornblend, sericite, Fe-Ti oxide,  $\pm$ apatite,  $\pm$ hematite,  $\pm$ zircon,  $\pm$ hercynite (?). The amphibolitic rocks contain hornblende, oligoclase-andesine, Fe-Ti oxide and  $\pm$ orthoclase. The rocks exhibit grano-, lepidograno-, fibrolepidograno-, nemato-, nematograno-, lepidonemato- and porphyro- blastic textures. In some gneiss, there are pre-kinematic and syn-kinematic mineral growth, and cordierite porphyroblasts containing sillimanite, hercynite (?) and garnet inclusions. Possible mineral reactions in gneissic rocks are as (1) Muscovite + quartz  $\rightarrow$  K-feld. + sillimanite + H<sub>2</sub>O, (2) chlorite + muscovite (or chloritoid) + quartz  $\rightarrow$  garnet + biotite + H<sub>2</sub>O, (3) garnet + sillimanite + quartz  $\rightarrow$  cordierite, (4) sillimanite + garnet  $\rightarrow$  cordierite + hercynite, (5) biotite + sillimanite + plagioclase + quartz  $\rightarrow$  garnet + cordierite + K-feld. + H<sub>2</sub>O. Possible mineral reaction in amphibolites is albite + actinolite + epidote + chlorite  $\rightarrow$  plagioclase (An>17) + hornblende. All these features suggest amphibolite facies P-T conditions.*

**Keywords:** Daday-Devrekani massif, gürleyik gneiss, amphibolite facies, medium-high grade metamorphism, mineral reactions

## İZMİR-ANKARA-ERZİNCAN OKYANUSU İÇİNDE JURA SÜRECİNDE OKYANUSAL KABUK OLUŞUMU VE BAŞKALAŞIM OLAYLARI: ELDIVAN (ÇANKIRI) BÖLGESİNDEN BİR ÖRNEK

Ömer Faruk Çelik<sup>1</sup>, Massimo Chiaradia<sup>2</sup>,  
Andrea Marzoli<sup>3</sup>, Zeki Billor<sup>4</sup>, Robert Marschik<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli

<sup>2</sup> University of Geneva, Section des Sciences de la Terre, CH-1205 Geneva, Switzerland.

<sup>3</sup> Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova, 35100-Padova, Italy

<sup>4</sup> University of Auburn, Department of Geology and  
Geography 117 Petrie Hall, Auburn, Alabama, USA

<sup>5</sup> Department of Earth and Environmental Sciences, Ludwig-Maximilians Universität,  
80333 Munich, Germany  
(celikfrk@gmail.com)

### ÖZ

İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu içinde yer alan Eldivan ve çevresi, ofiyolit ve ofiyolitik melanj birimlerinin yüzlek verdiği alanlardandır. Ofiyolitik melanj genel olarak serpantin, serpantinize peridotitler, gabroik kayalar, volkanitler, çamurtaşları, radyolaryalı çörtler, ve metamorfiteerden meydana gelir. Melanj içinde yer alan metamorfiteerler, amfibolitik kayalar ile meta-sedimanter ve meta-volkanik kayalardan meydana gelir. Melanj içerisinde bir dilim olarak yer alan Eldivan ofiyoliti başlıca peridotitler (ör. harzburjit, dünit), piroksenitler, izotropik gabrolar, kümülat gabrolar, gabro-pegmatitler ve dolerit daykaları ile temsil edilir.

Eldivan ofiyolitine ait gabroik kayalar arazide bantlı ve masif görünümüne olup ince kesit görünümünde taneli, ofitik ve kümülat dokuları gösterirler. Plajiyoklaz ± olivin ± piroksen ± amfibol ± sfen ± opak mineral gabroik kayaların mineral topluluğunu oluşturur. Epidot, klorit, kuvars ve prehnit mineralleri çatlaklarda ve kayacın bünyesinde ikincil mineraller olarak gözlemlenmiştir. Mineral kimyası çalışmalarına göre gabro ve dolerit dayklarının amfibollerini kalsik amfiboller olup magnezyumlu-hornblend, aktinolitik-hornblend ve aktinolit ile temsil edilirler. Klino-piroksenler diopsit ve ojit bileşimlidirler (Wo<sub>26,2-48,5</sub> En<sub>43,8-58,9</sub> Fs<sub>7,0-13,6</sub>). Dolerit ve izotropik gabroların plajiyoklazları oligoklaz, andezin ve labrador bileşimleri gösterirken, kümülat gabroların plajiyoklazları daha kalsik bileşimlidirler. Kümülat gabrolara ait olivinlerin forsterit (Fo) içerikleri 79.0 ile 80.3 arasındadır.

Gabroların amfibollerinden <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar ölçümleri ile Geç Jura (~150 My) oluşum yaşları elde edilmiştir. Tüm kaya ana, iz ve nadir toprak elementleri analizleri, Eldivan ofiyolitine ait gabroik kayalar ile dolerit dayklarının toleyitik özellikte olduğunu ve yitim ile ilgili ortam koşulları içerisinde oluştuğunu göstermektedir. Ofiyolitik melanj içerisinde yer alan ofiyolitlerle ilgili amfibolitik kayaların başkalaşım yaşı Orta Jura olarak tespit edilmiştir. Bu kayalar jeokimyasal olarak okyanus adası bazaltları (OIB), okyanus ortası sırtı bazaltları benzeri (MORB-like) ve ada yayı toleyitleri gibi farklı manto kaynaklarından türemişlerdir. Dolayısıyla Orta Jura'da gerçekleşen yitim süreci ofiyolitlerle ilgili amfibolitik kayaların oluşturmuş ve devam eden süreçlerde yitim zonu üzerinde Geç Jura yaşlı Eldivan ofiyoliti meydana gelmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar yöntemi, başkalaşım, jeokimya, melanj, ofiyolit

## **THE OCEANIC CRUST OCCURENCE AND METAMORPHIC EVENTS IN THE İZMİR-ANKARA-ERZİNCAN OCEAN DURING JURASSIC TIME: AN EXAMPLE FROM ELDİVAN (ÇANKIRI) REGION**

**Ömer Faruk Çelik<sup>1</sup>, Massimo Chiaradia<sup>2</sup>, Andrea Marzoli<sup>3</sup>,  
Zeki Billor<sup>4</sup>, Robert Marschik<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli, Turkey

<sup>2</sup> University of Geneva, Section des Sciences de la Terre, CH-1205 Geneva, Switzerland

<sup>3</sup> Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova, 35100-Padova, Italy

<sup>4</sup> University of Auburn, Department of Geology and

Geography 117 Petrie Hall, Auburn, Alabama, USA

<sup>5</sup> Department of Earth and Environmental Sciences, Ludwig-Maximilians Universität,

80333 Munich, Germany

(celikfrk@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Eldivan and its surrounding are one of the areas for ophiolite and ophiolitic mélange in the İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone. The ophiolitic mélange consists mainly of serpentinite, serpentinitized peridotite, gabbroic rocks, volcanics, mudstones, radiolarian cherts and metamorphic rocks. The metamorphic rocks in the mélange are composed of amphibolitic rocks, meta-sedimentary and meta-volcanics. Eldivan ophiolite which is a slab in the mélange, is mainly represented by peridotites (e.g. harzburgite, dunite), pyroxenites, isotropic gabbros, cumulate gabbros, gabbro-pegmatites and dolerite dykes. Gabbroic rocks in the Eldivan ophiolite are seen as banded and massive (isotropic gabbro) appearances in the field. They consist of plagioclase ± olivine ± pyroxen ± amphibole ± sphene ± opaque mineral and are present a granular, ophitic and cumulate texture under the microscopic view. Epidote, chlorite, quartz, prehnite are observed both in the rock and in their fissure as secondary minerals. According to mineral chemistry all investigated amphiboles from gabbros and dolerite dyke are calcic amphiboles which are represented by magnesio-hornblende, actinolitic hornblende and actinolite. Clino-pyroxenes are diopside and augite in composition ( $Wo_{26.2-48.5}En_{43.8-58.9}Fs_{7.0-13.6}$ ). While plagioclases of dolerite and gabbroic rocks are oligoclase, andesine and labradorite compositions, those of cumulate gabbros are more calcic composition. Forsterite (Fo) composition of olivines in cumulate gabbros is between 79.0 and 80.3.*

*<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar measurements for amphiboles from gabbros yielded Late Jurassic (~150 Ma) crystallization plateau ages. Gabbroic rocks and dolerite dykes from Eldivan ophiolite are tholeiitic and they were formed in the subduction related environment, based on whole rock major, trace and rare earth element analyses. The metamorphism age of the ophiolite-related amphibolitic rocks located in the ophiolitic mélange is Middle Jurassic. The amphibolitic rocks were derived from different mantle sources such as the ocean island basalts (OIB), the mid-ocean ridge basalt-like (MORB-like) and the island arc basalt (IAT). Accordingly, the subduction in the Middle Jurassic lead to generation of ophiolite-related amphibolitic rocks and then the Eldivan ophiolite was generated as the supra-subduction zone type ophiolite in the Late Jurassic.*

**Keywords:** <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar method, geochemistry, mélange, metamorphism, ophiolite

## DOĞU AKDENİZ BÖLGESİNDE PALEO- VE NEOTETİS YIĞIŞIM KARMAŞALARININ BİRLİKTELİĞİ VE KIMMERİD KITASI SORUNU: REFAHİYE BÖLGESİ ÖRNEĞİ

**Gültekin Topuz<sup>1</sup>, Gönenç Göçmengil<sup>1</sup>, Yann Rolland<sup>2</sup>, Ö. Faruk Çelik<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 80626 Ayazağa, İstanbul

<sup>2</sup> Université de Nice-Sophia Antipolis, CNRS, Parc Valrose, 06108 Nice cedex 2, France

<sup>3</sup> Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Umuttepe Yerleşkesi, Kocaeli  
(topuzg@itu.edu.tr)

### ÖZ

Türkiye, Yunanistan ve İran'da Permo-Triyas ve Üst Kretase yaşlı yığışım karmaşaları geniş alanlarda yüzeyleyir. Bu yığışım karmaşaları, sırasıyla Paleozoyik-Erken Mesozoyik yaşlı Paleotetis ve Mesozoyik yaşlı Neotetis okyanusal alanlarının yitimiyle ilişkilendirilmektedir. Ancak, her iki okyanusal alanı Triyas döneminde birbirinden ayırmış olduğu düşünülen ve Kimmerid adı verilen kıtasal alan ikna edici bir şekilde tanımlanamamıştır. Bu tebliğde, Doğu Pontidler'de Refahiye yöresinde şu ana kadar bilinmeyen, özel tektonik konumlu Erken Jura yaşlı bir yığışım karmaşası ve ofiyoliti tanımlanmakta ve elde edilen veriler literatür verileri ile birlikte Paleo- ve Neotetis arasındaki ilişki açısından tartışılmaktadır.

Refahiye Yığışım Karmaşası, başlıca yeşilist, mermer, serpantin, fillit ve tali oranda mikaşist, granat amfibolit, eklojit ve metaçörtten oluşur ve baskın olarak manto peridotitleri ile temsil edilen Refahiye Ofiyoliti içinde tektonik bir dilim olarak bulunur. Hem yığışım karmaşası içindeki mikaşistlerden ayırtılan ak mikalar hem de ofiyolitik birim içindeki gabrolardan ayırtılan hornblendler üzerinde yapılan Ar-Ar yaş tayinleri birbirleriyle ayırt edilemeyen,  $175 \pm 5$  My yaş değerleri vermektedir. Bu hem ofiyolitin hem de yığışım karmaşasının Erken Jura yaşında olduğunu belgeler. Bölgesel stratigrafik ilişkiler ve de Üst Kretase yaşlı yığışım karmaşaları içinde Erken-Orta Jura yaşlı amfibolit blokları varlığı (Çelik vd. 2011), Erken Jura yaşlı yığışım karmaşasının, Neotetis okyanusal alanının yitimiyle ilişkili olması gerektiğine işaret eder.

Refahiye Ofiyoliti ve Yığışım Karmaşası kuzeyde Kuzey Anadolu Fayı ile ve güneyde ise Üst Kretase yaşlı okyanusal yığışım karmaşası ile sınırlanır. Kuzey Anadolu Fayı'nın hemen kuzeyinde Permo-Triyas yaşlı yığışım karmaşası (Ağvanis Masifi) yer alır. Ağvanis Masifi, Kuzey Anadolu Fayı boyunca 60-80 km'lik sağ yönlü yanal atım dikkate alındığına bile, Refahiye Yığışım Karmaşası'nın kuzeyinde konumlanır. Permo-Triyas, Erken Jura ve Geç Kretase yaşındaki okyanusal yığışım karmaşaları arasında herhangi bir kıtasal alan bulunmamaktadır. Benzer ilişki, Permo-Triyas yaşlı yığışım karmaşaları ile Üst Kretase yaşlı yığışım karmaşalarının aralarında herhangi bir kıtasal alan olmadan yana bulunması (mesela Okay vd. 2002), İzmir-Ankara-Erzincan Suturesi boyunca yaygındır. Bu arazi ilişkisi, Pontidlerin güney kenarının Mesozoyik dönemi boyunca herhangi bir kıtasal (Kimmerid gibi) çarpışma olmadan, eklenmeli büyümüş olduğuna işaret eder.

**Anahtar Kelimeler:** Jura yığışım karmaşası, Paleotetis, Neotetis, Kimmerid Kıtası, Refahiye

## COEXISTENCE OF THE PALEO- AND NEO-TETHYAN ACCRETIONARY COMPLEXES AND PROBLEM OF THE CİMMERİAN CONTINENT IN THE EASTERN MEDITERRANEAN: INSIGHTS FROM THE REFAHIYE AREA (NE TURKEY)

**Gültekin Topuz<sup>1</sup>, Gönenç Göçmengil<sup>1</sup>, Yann Rolland<sup>2</sup>, Ö. Faruk Çelik<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü,  
80626 Ayazağa, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup> Université de Nice-Sophia Antipolis, CNRS, Parc Valrose, 06108 Nice cedex 2, France

<sup>3</sup> Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Umuttepe Yerleşkesi, Kocaeli, Turkey  
(topuzg@itu.edu.tr)

### ABSTRACT

*In Eastern Mediterranean realm, Permo-Triassic and Late Cretaceous accretionary complexes, ascribed to the consumption of Paleo- and Neo-Tethys, respectively, are exposed over extensive areas. However, the Cimmerian continent which is thought to have separated both the Paleo- and Neo-Tethys during the Early Mesozoic time could not have been convincingly defined. Here, we describe so far unknown Early Jurassic accretionary complex and ophiolite with a special tectonic position, and discuss these data in terms of the relationship between Paleo- and Neo-Tethys.*

*The Refahiye accretionary complex (Erzincan, NE Turkey) comprises greenschist, marble, serpentinite, phyllite and minor micaschist, garnet amphibolite, eclogite and metachert, and is interleaved within an ophiolite body (Refahiye), which is represented by mantle peridotite with the gabbroic stocks. Both the white micas from the mica schist in the accretionary complex and hornblende from the gabbroic bodies within the peridotite yielded indistinguishable Ar-Ar ages,  $175 \pm 5$  Ma (2s), suggesting that both the accretionary complex and ophiolite are of identical age. Early Jurassic accretionary complex should be related to the Neo-Tethys, because there is no indication of an important tectonic event between the Early Jurassic and Late Cretaceous, recorded in the regional stratigraphy, and amphibolite blocks with identical ages were recently reported from the Late Cretaceous accretionary complexes (Çelik et al. 2011).*

*The Refahiye accretionary complex and ophiolite are bound by the North Anatolian Fault in the north, and by Late Cretaceous accretionary complex in the south. Immediately to the north of the North Anatolian fault, a Permo-Triassic accretionary complex (Ağvanis massif) is located. Even if the right lateral offset of 60-80 km along the North Anatolian Fault is regarded, the Ağvanis Massif is still located to the north of the Early Jurassic ophiolites and accretionary complex without the presence of a continental sliver in-between. The coexistence of Permo-Triassic and Late Cretaceous accretionary complexes without any interleaved continental sliver are common alongside the whole İzmir-Ankara-Erzincan suture, suggesting that southern margin of Pontides has grown by episodic accretion processes through the Mesozoic time without any continental collision.*

**Keywords:** Jurassic accretionary complex; Paleotethys; Neotethys; Cimmeride continent, Refahiye





**METAMORFİZMA VE METAMORFİK SÜREÇLER**  
***METAMORPHISM AND***  
***METAMORPHIC PROCESSES***

**Posterler / *Posters***

## METASOMATİK AKIŞKANLAR VE RODENJİTLEŞME

**Ayşe Didem Kılıç**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Fırat Üniversitesi, 23000 Elazığ  
(adkiloc@firat.edu.tr)*

### ÖZ

Güneybatı Anadolu’ da, Burdur gölü ve Acıgöl arasında yüzeylenen ve Batı Likya napları üzerinde yer alan Yeşilova Ofiyoliti (Jura-Üst Kretase)’nin serpantinleşmiş gabro kökenli kayaları içerisinde, lensler şeklinde ve diyabaz dayklarının kenar zonları boyunca yüzeylenen rodenjitler, farklı petrografik ve jeokimyasal özellikler sunmaktadır. Serpantinleşmiş ultramafikler içerisindeki rodenjitler, hidrogranat, ojit, klorit, sfen ve epidot, diyabaz dayklardan alınan rodenjitler ise diyopsit, hidrogrossüler, plajiyoklaz, flogopit, klorit ve opak mineraller içerir. Mikroskopik incelemelerde, plajiyoklazların, kalsilikat minerallere dönüşümünün izlenmesi, güçlü bir Ca-metasomatizmasını, yani Ca’ca zengin akışkanların varlığını işaret etmektedir. Petrolojik veriler, tektonik hatlardaki rodenjit içeren serpantinleşmiş ultramafiklerin basınç-sıcaklık koşullarının, yaklaşık 300 C ve 1 kbar P (H<sub>2</sub>O) olduğu gösterir.

İnceleme alanında, serpantinizasyonla rodenjitleşme arasındaki güçlü ilişki, rodenjitleşmede serpantinizasyon akışkanları içeren metasomatik işlevlerin, etkili olduğunu işaret etmektedir. Diyabaz dayklarının kenarları boyunca gelişen rodenjitlerde Sr, Ba, Ca, Eu’ca zenginleştiği, aksine serpantinleşmiş ultramafikler içerisindeki rodenjitlerde ise daha düşük Sr, Ba ve Eu anomalisi ve daha yüksek CaO ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> verileri elde edilmiştir. Rodenjitlerin, kondrit değerlerine oranlanmış nadir toprak element (NTE) değerlerinde, serpantinleşmiş ultramafiklerde düz bir dağılım görülürken, dayklarda güçlü pozitif Eu anomalisi görülür.

**Anahtar Kelimeler:** Rodenjit, metasomatizma, gabro, ofiyolit, nadir toprak element, izotop

## **METASOMATIC FLUIDS AND RODINGITIZATION**

**Ayşe Didem Kılıç**

Department of Geological Engineering, Fırat University, 23000 Elazığ, Turkey  
(adkiliç@firat.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Rodingites occur in serpentized gabbros and around the margins of diabase dykes in the Yeşilova ophiolite which is emplaced (Jurassic-Upper Cretaceous) in western Lycia naps and is between Burdur and Acıgöl lakes in the Southwest Anatolia. Rodingites in the serpentized ultramafics occur as lenses. The mineralogical constituents of rodingitized serpentized ultramafic rocks are hydrogarnet, augite, sphen, epidote. Rodingites in the dykes consist of plagioclase, hydrogrossular, phlogopite, chlorite, epidote and opaque minerals. Microscopic investigations reveal that the plagioclases were altered to the calc-silicate minerals. This feature suggests that the rodingites are metasomatic rocks produced by Ca-rich fluids derived from serpentization of the ultramafic rocks. Petrological dates, rodingite-bearing serpentized ultramafics in the tectonic zone have been reported to record peak P-T conditions of around 300°C ve 1 kbar P (H<sub>2</sub>O).*

*In the studied area, the strong association of the rodingite with serpentized ultramafics, suggests that they likely formed by metasomatic fluids. Rodingites through edge of dykes show enrichments Sr, Ba, Ca and Eu, whereas rodingites in the serpentized ultramafics yields lower Sr, Ba, Eu and the higher Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve CaO. Dike samples are characterized by flat trend with a strong positive Eu anomaly in chondrite-normalized diagrams.*

**Keywords:** Rodingite, metasomatism, gabbro, ophiolite, rare earth element, isotope



**MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ-JEOTEKNİK**  
***ENGINEERING GEOLOGY-GEOTECHNICS***

**Sözlü Sunumlar / *Oral Presentations***

## DEPREMLERİN KAYA ŞEVLERİNE ETKİSİ

**Ömer Aydan**

*Tokai University, Ocean Research Institute, Shizuoka, Japan  
(aydan@scc.u-tokai.ac.jp)*

### ÖZ

Son yıllarda meydana gelen 1999 Chi-chi depremi (Tayvan), 2004 Chuetsu and 2007 Iwate-Miyagi depremleri (Japonya), 2005 Kashmir depremi (Pakistan) ve 2007 Wenchuan (Tibet-Çin) depremi büyük ölçekli doğal yamaçlarda ve mühendislik kaya şevlerinde duraysızlıklara neden olmuştur. Bu şev duraysızlıkları, alt-üst yapı hasarlarının yanı sıra yerleşim bölgelerinde büyük hasarlara neden olmuştur. Zeminlerdeki şev duraysızlıkları ile karşılaştırıldığında, kaya şevi duraysızlıklarının oluşturacağı etkiler oldukça büyüktür ve kaya şevlerinde duraysızlık türleri kayanın içerdiği yapısal jeolojik unsurlara bağlıdır. Kaya şevi duraysızlıklarında aktif yenilme biçimlerinin yanı sıra, pasif yenilme türleri de söz konusu olup, bu tür duraysızlıklar yer ivmesinin oldukça yüksek olduğu durumlarda gözlenmektedir.

Bu çalışmada yazar, ilk önce kaya şevlerine depremlerin sarsma ve faylanma etkilerini incelemek üzere laboratuvar koşullarında yaptığı model deneylerini sunmuştur. Faylanmanın etkisi için geliştirilen deney düzeneğinde fayın eğiminin değiştirilmesi mümkün olup, yerçekiminden yararlanılarak deneyler yapılmaktadır. Bu deney düzeneği ile deprem faylanmasının oluşturacağı yerdeğiştirme durumununun kaya şevleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Deney sırasında yerdeğiştirmeler ve yenilme sırasındaki ivmeler otomatik olarak ölçülmüştür. Laboratuvar ortamında kaya şevleri üzerinde sarsıntının etkisini incelemek üzere yatay düzlemde hareket eden tek yönlü sarsma masası kullanılmıştır. Kaya kütlelerini oluşturan malzemeler kırılabilir veya kırılmayan bloklar kullanılarak oluşturulmuştur. Bu model deneyleri kaya şevlerinde bilinen aktif duraysızlık türlerinin yanı sıra, pasif duraysızlık türlerinin varlığı ile oluşum koşullarını göstermiştir.

Yazar, yukarıda sözü edilen depremlerde meydana gelen kaya şev yenilmeleri ile özelliklerini inceleme olanağını bulmuştur. Bu çalışmada, deprem sonucu meydana gelen kaya şevi yenilmelerinin temel özelliklerini sunmakta ve kuramsal ve görgül yöntemler yardımıyla bu yenilmeleri değerlendirmiştir. Bunun yanı sıra, literatürde şevlerin yenilme olgusu için depremin büyüklüğü ve depremin dışmerkezinden olan uzaklığa göre önerilmiş görgül ilişkiler gözlemlerle karşılaştırılmaktadır. Birkaç büyük şev duraysızlığı seçilerek, heyelan malzemesinin ulaşabileceği uzaklıklar hesaplanmış ve gözlemlerle karşılaştırılmıştır. Bu çalışmadan aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Büyük şev duraysızlıkları (heyelanlar) depremin meydana getirdiği sarsıntıların şiddetinin yanı sıra, şevi oluşturan kaya kütlelerinin jeolojik yapısına da bağlıdır. Özellikle, tabakalanma, şistozite ve fay düzlemlerinin şeve göre konumu ve makaslama özellikleri oldukça önemlidir. Dolayısıyla, doğal yamaçların ve mühendislik şevlerinin depreme karşı riski belirlenirken bu durumlar gözönüne alınmalıdır.

2. Depremden kaynaklanan sarsma ve faylanma koşulları altında yapılan model deneyleri şevlerin duraysızlık mekanizmalarının anlaşılmasında oldukça yararlı olup, aktif duraysızlık türlerinin yanı sıra pasif yenilme biçimlerinin olduğunu da göstermiştir.
3. Gözlemler, yenilen şevlerin sayısının ve büyüklüğünün fayın taban bloğundakilere nazaran tavan bloğunda daha fazla olduğunu göstermiştir. Bu gözlemsel bulguların temelinde tavan bloğundaki yüksek ivmeler ile kalıcı yerdeğıştirmelerin büyük rolü olduğu düşünülmektedir.
4. Deprem mühendisliğinde ve bölgesel deprem riskinin belirlenmesinde doğal şevlere çok az önem verilmektedir. Son yıllarda meydana gelen depremler; mühendislik şevlerindeki duraysızlıklarla karşılaştırıldığında, doğal şev duraysızlıklarının etkilerinin çok büyük olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla, 1 no.lu sonuçta da belirtilen durum düşünülerek doğal şevlere daha fazla önem verilmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kaya şev duraysızlığı, deprem, aktif ve pasif duraysızlıklar, faylanma, sarsıntı

## **EFFECTS OF EARTHQUAKES ON ROCK SLOPES**

**Ömer Aydan**

Tokai University, Ocean Research Institute, Shizuoka, Japan  
(aydan@scc.u-tokai.ac.jp)

### **ABSTRACT**

*Many recent earthquakes such as 1999 Chi-chi earthquake (Taiwan), 2004 Chuetsu and 2007 Iwate-Miyagi Intraplate earthquakes (Japan), 2005 Kashmir earthquake (Pakistan) and 2007 Wenchuan earthquake (Tibet-China) caused many large scale rock slope failures, some of which are classified as landslides. These slope failures induced tremendous damage to infra-structures as well as residential areas. Compared to soil slope failures, the scale and the impact of rock slope failures are very large and the form of failure differs depending upon the geological structures of slopes. Furthermore, the failure of the rock slope failures may involve active and passive modes. The passive modes can only be observed when the ground shaking is of quite large.*

*First the author describes some model set-ups and experiments to investigate the effects of shaking or faulting due to earthquakes on rock slopes. An experimental device for investigating the effect of faulting under gravitational field is used and the orientation of faulting is adjusted as desired. This experimental device is used to investigate the effect of forced displacement field due to faulting on rock slopes. The displacement and accelerations were measured simultaneously. To investigate the effect of shaking on rock slopes, dynamic testing of the models were performed in the laboratory by means of a one-dimensional shaking table, which moves along horizontal plane. Rock mass models consisted of either breakable or non-breakable blocks. The experiments clearly showed that passive modes of slope failure occur in addition to active mode of failure of slopes.*

*The author had some chances to investigate the characteristics of the rock slope failures caused by the earthquakes mentioned above. The author describes the fundamental characteristics of the rock slope failures induced by the earthquakes mentioned above and evaluate their modes according to some empirical and theoretical models. Furthermore, the observations for slope failures in relation to earthquake magnitude and epicenter distance were compared with several empirical relations available in literature. Some of major rock slope failures induced by earthquakes are selected and the post-failure motions are simulated and compared with observations.*

*From this study, the following conclusions are drawn:*

- 1. The major rock slope failures (landslides) are greatly influenced by the geological structure of rock mass as well as the shaking characteristics of earthquakes. Specifically, the orientation and shear strength properties of bedding planes, schistosity and existing*



*faults are of great importance. Therefore, the stability assessment of natural and cut slopes must strictly consider this fact in the risk assessments of slope failures by earthquakes.*

2. *Model experiments under shaking or faulting conditions due to earthquakes clarified the main mechanism of slope failures and they showed that there are also passive modes in addition to the active modes known in rock slope engineering.*
3. *The scale and number of slope failures are much larger on the hanging wall side of the earthquake fault as compared with those on the foot-wall side. Higher ground motions on the hanging wall side and the permanent ground movements are probably the major causes for this observational fact.*
4. *The consideration of failures of natural rock slopes has received very little attention in earthquake engineering and regional seismic risk assessments. However, the recent earthquakes reported in this study showed clearly that the scale of natural slope failures is much larger than the cut-slopes. Therefore, much attention must be given to the possibility of natural rock slopes with the due considerations of facts indicated in item 1.*

**Keywords:** *Rock slope failure, earthquake, active and passive instabilities, faulting, shaking*

## BİR AÇIK İŞLETMEDE SÜREKSİZLİK DENETİMLİ ŞEV DURAYSIZLIĞI MEKANİZMALARININ FARKLI TEKNİKLERLE ARAŞTIRILMASI

**Hakan Tanyaş<sup>1</sup>, Reşat Ulusay<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Temelsu Uluslararası Müh. Hizmetleri A.Ş., Yıldızevler  
721. Sok. No.6, 06550 Çankaya, Ankara*

<sup>2</sup> *Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara  
(htanyas@hotmail.com)*

### ÖZ

Madencilik sektöründe işletmelerin ekonomik olarak sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için, tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizdeki açık işletmelerde de ocak şevlerinin olabildiğince dik tasarlanması gerekmektedir. Dik şevlerle birlikte duraysızlık olasılığı da arttığından, işletmelerde çalışmaların güvenli bir şekilde yürütülmesine izin verecek en dik şevlerin tasarlanması, üretimin sürekli kılınabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, şev duraysızlıkları nedeniyle zaman zaman üretimin kesikliliğe uğradığı bir feldispat açık işletmesinde alınacak önlemler açısından önem taşıyan duraysızlık mekanizmaları ve bunlara etkiyen faktörler araştırılmıştır. İşletmede örtü birimini oluşturan gnayslarda gelişen süreksizlik denetimli duraysızlıklar ocaktaki başlıca sorundur. Çalışma kapsamında; (a) işletmede şev duraylılığını etkileyen jeolojik, hidrojeolojik ve jeoteknik faktörler değerlendirilmiş, (b) uzun dönemli çalışmalarla şevlerdeki hareket izlenerek hareketin yönü ile boyutları belirlenmiş ve duraysızlık mekanizmalarına ilişkin modeller oluşturulmuş, (c) süreksizlik sistemlerinin karakterizasyonu yapılmış ve duraysızlıklar üzerindeki etkileri araştırılmış ve (d) açık ocak sektörüne ayrılıp 2-boyutlu limit denge yöntemleri ile nümerik analiz tekniklerinin kullanımıyla duraysızlıkların geriye dönük analizleri yapılmış ve süreksizliklerin eğrisel yenilme zarfları dikkate alınarak duraysızlık mekanizmaları için öngörülen modellerin geçerliliği sınanmıştır. Uzun dönemli hareket izleme çalışmasının sonuçları; duraysızlıkların genel olarak basamak ölçeğinde düzlemsel kayma şeklinde gerçekleşirken, ocağın orta kesiminde gelişen kamaların birbirleriyle etkileşim içinde olduklarını ve bu nedenle şev aynası boyunca etkili olan bir hareketin oluşmasına yol açtıklarını göstermiştir. Hareket izleme verisine göre; düzlemsel kaymaların foliasyon düzlemleri, kama türü kaymaların ise foliasyon düzlemleriyle eklem takımlarından birinin keşişme hattı üzerinde meydana geldikleri sonucuna varılmıştır. Geriye dönük analizlerin sonuçlarında; ocakta ortaya konan duraysızlık mekanizmalarıyla süreksizliklerin tayin edilen dayanım parametrelerinin uyum gösteriyor olduğu görülmüş olup, süreksizlik yönelimlerinin yanı sıra, patlatma ve yeraltısuyunun da gelişen şev duraysızlıkları üzerinde önemli bir role sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Açık işletme, geriye dönük analiz, hareket izleme, nümerik analiz, şev duraylılığı.

## **INVESTIGATION OF THE MECHANISMS OF STRUCTURALLY CONTROLLED SLOPE INSTABILITIES AT AN OPEN PIT MINE USING DIFFERENT TECHNIQUES**

**Hakan Tanyaş<sup>1</sup>, Reşat Ulusay<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Temelsu International Eng. Services Inc. Yıldızevler  
721. Sok. No.6, 06550 Çankaya, Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Geological Engineering Department, Hacettepe University,  
06800 Beytepe, Ankara, Turkey  
(htanyas@hotmail.com)

### **ABSTRACT**

*In order to maintain economical sustainability for management in mining industry, as applied in the whole world, open pit mine slopes should also be designed as steep as possible in our country. Since the possibility of instability increases with steeper slopes, design of steepest slopes, which will provide safe pit operation, has prime importance in terms of the continuation of mine production. In this study, the slope instability mechanisms and the factors affecting them, which are important for the remedial measures, were investigated at a feldspar open pit mine where the production is sometimes being interrupted by slope instabilities. Discontinuity-controlled instabilities occurred on the benches excavated in the gneiss overburden are the main problem in this pit. In the study; (a) geological, hydrogeological and geotechnical factors affecting the slope stability were assessed, (b) based on the long-term movement monitoring on the slopes, the direction and dimension of the movement were determined and models associated with the instability mechanisms were considered, (c) the discontinuity sets were geotechnically characterized and their effects on the instability mechanisms were investigated, and (d) the instabilities were back-analyzed by dividing the open pit into sectors and using 2-dimensional limit equilibrium methods of analysis and numerical methods, and based on non-linear failure envelopes of the discontinuities and analysis results, the validity of the proposed failure models was verified. The results of the long-term movement monitoring data indicated that in pit benches the instabilities generally occur in the mode of planar failure, while the wedges occurring at the central part of the pit are interactive, and therefore, they cause a movement which is effective along the pit slope. The movement monitoring data also suggest that planar and wedge failures occur along schistosity planes, and the line of intersection between schistosity and one of the joint sets, respectively. The results of the back analyses show a good agreement with the proposed instability mechanisms for the open pit and strength parameters of discontinuities. In addition to orientations of the discontinuities, blasting and groundwater have also an important role in the development of these instabilities.*

**Keywords:** Open pit, back analysis, movement monitoring, numerical analysis, slope stability.

## OLASILIKLI GERİ ANALİZ YÖNTEMİ İLE HEYALANLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ŞEV MODELLEMESİ: ANKARA-İSTANBUL YHT PROJESİ T24 GİRİŞ ŞEVLERİ ÖRNEĞİ

**Altay Ertin<sup>1</sup>, Evren Poşluk<sup>2</sup>, Elif Apaydın Poşluk<sup>3</sup>, R. Yücel Pilatin<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> *Fugro Sial Yerbilimleri Müh ve Müş. Ltd., Ankara*

<sup>2</sup> *TCDD 2. Demiryolu Yapım Grup Müdürlüğü, Bozüyük / Bilecik*

<sup>3</sup> *İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34320 İstanbul*

<sup>4</sup> *M. Kenan Kaya Müş. Müh. Ltd., Ankara*

*(a.ertin@fugrosial.com.tr)*

### ÖZ

Yüksek Hızlı Tren Projesi, Ankara-İstanbul arasındaki mevcut hattın bağımsız 250 km/saat hızına uygun, tamamı elektrikli, sinyalli yeni çift hatlı hızlı demiryolu yapımını içermektedir. Projenin amacı; doğası ve zengin kültür mirası ile dünyanın sayılı şehirlerinden İstanbul'u başkentimiz Ankara'ya hızlı, konforlu, güvenli bir ulaşım imkânı yaratarak bağlamak, yolcu taşımacılığında yaklaşık % 10 olan demiryolu payını % 78'e çıkartmak ve yine iki şehir arası seyahat süresinin azaltmaktır. Bu Projenin 2. etabı olan, Köseköy-İnönü arası yapım çalışmaları devam etmektedir.

Köseköy – İnönü arasında oldukça sert bir topoğrafyadan geçen güzergah 150 kilometre olarak projelendirilmiştir. Bu sert topoğrafyada toplam 33 adet tünel ve 31 adet viyadük bulunmasına rağmen tünel ve/veya viyadük ile geçilemeyecek kesimlerde yer yer yüksek yarma ve dolgular projelendirilmiştir. Projelendirilen bu yüksek şevlerden birisi de T24 no'lu tünelin giriş portalından öncedir. Toplam uzunluğu 400 metreyi bulan bu yüksek yarma da yapım esnasında büyük ölçekte bir heyelan meydana gelmiştir. Yapım süreci hemen durdurulmuş fakat heyelan mevsimsel yağmurların da etkisi ile bir süre daha akmaya devam etmiştir. Bu çalışma da ilksel topoğrafyası bilinen ve Pazarcık Karmaşığı üyesi olan Klorit şistler de meydana gelen heyelanın sınırları harita üzerine işlenmiş, gerekli jeoteknik amaçlı sondajlar ve buna bağlı olarak laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Bahsedilen çalışmaların ışığı altında heyelanın jeolojik modeli çıkartılmış ve olasılıklı geri analiz yöntemi (yaklaşık 1200 olasılık denenmiş ve modelin konverjans'ı sağlanmıştır) ile rezidüel parametreler tespit edilmiştir. Elde edilen rezidüel parametreler ve diğer tasarım parametreleri daha sonra yaklaşık 65 metre yüksekliğinde oluşan heyelanın yeniden projelendirilmesinde kullanılmıştır. Şev yüksekliğinin 65metre olması ve topoğrafyanın yükselerek devam etmesinden dolayı birkaç farklı şev modeli önerilmiştir. Önerilen şev modellerinin hepsinde heyelan malzemesi tamamen kaldırılarak farklı destek sistemleri denenmiştir. Öncelikle kazı yukarıdan aşağıya doğru olacağı için kaya bulunu ve veya öngermeli ankrajlar denenmiş fakat klorit şistler içerisinde yapılacak uzun delgilerde kuyunun çökme tehlikesinde karşılık kendinden delen bulon/ankraj sistemlerine yönelinmiştir.

Phase<sup>2</sup> ve Slide bilgisayar yazılımları yardımı ile stabilite analizleri yapılırken topuğa istifli taş dolgu konularak ve şev eğimleri değiştirerek farklı modellemelerde yapılmıştır. Bununla birlikte tasarlanan 3 farklı proje de heyelan önlemede en çok başvurulan drenaj hendekleri, şev yüzeyine barbakan uygulaması ile bitkilendirme-ağaçlandırma yöntemleri önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Heyelan, geri analiz, stabilite, olasılık, Phase<sup>2</sup>

## **LANDSLIDE HAZARD EVALUATION WITH PROBABILISTIC BACK ANALYSIS AND SLOPE MODELLING: ANKARA-İSTANBUL HSR PROJECT TUNNEL NO 24 INLET PORTAL SLOPES**

**Altay Ertin<sup>1</sup>, Evren Poşluk<sup>2</sup>, Elif Apaydın Poşluk<sup>3</sup>, R. Yücel Pilatin<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Fugro Sial Geosciences Consulting and Engineering, Ltd., Ankara, Turkey

<sup>2</sup> TCDD 2. Demiryolu Yapım Grup Müdürlüğü, Bozüyük / Bilecik, Turkey

<sup>3</sup> İstanbul University, Geological Engineering Department, 34320 İstanbul, Turkey

<sup>4</sup> M. Kenan Kaya Consulting and Engineering Ltd., Ankara, Turkey

(altayertin@yahoo.com)

### **ABSTRACT**

High-speed Railway Project consists of the construction of 250 km/hour speed compatible, fully electrical, signalled, new double lane railway independent of the present Ankara-Istanbul railway. The aim of the project is to connect Istanbul, which is one of the notable world metropolises with its rich cultural background and distinguished nature, to our capital Ankara in a fast, safe, and comfortable way, as well as increasing the 10% share of railway transportation to 78%, and reduce the travel time between the two cities. The second phase of this project, which is the construction between Köseköy and İnönü currently, continues.

The alignment between Köseköy and İnönü is projected in a total length of 150 km which passes a rigid topography. In this rigid topography 33 tunnels and 31 viaducts were projected, however in some parts which are not suitable for tunnels and viaducts high slopes and fills are projected. One of the projected high slopes is just before the tunnel no 24 inlet portal. In this 400 m width high slope a quite big landslide occurred during the construction. Construction activities immediately stopped but the landslide continuous for a while because of the seasonal rains. In this study, in slopes of which their preliminary topography is known, the landslide boundary which occurred during the construction-phase in the chlorite schists of Pazarçık complex is mapped, the necessary geotechnical drillings and related laboratory tests are carried out. In the light of the mentioned studies, geological model of the landslide is designed and with the probabilistic back analysis method (approximately 1200 probabilities were tested and the model was converged) residual parameters are designated. The determined residual parameters and other design parameters are later used for the re-projecting of the approximately 65 meter high landslide. Because of the 65 meter slope and the continuously ascending topography, multiple different models are proposed. In all the proposed slope models, landslide material is removed and different support measures are tried. Initially, as the excavation would be top-down, rock bolt and/or pre-stressed anchorages are tried, however in the face of the threat of the collapse of the hole during long drillings within chlorite schist, self-drilling bolt/anchorage systems are preferred.

During the stability analyses, different models are designed with installed buttress and altered slope geometry with using computer softwares, Phase2 and Slide. In addition, the most commonly used drainage ditches, weep-holes (drain holes) and vegetation applications are proposed in the 3 different Project designs,

**Keywords:** Landslide, back analysis, stability, probabilistic, Phase<sup>2</sup>

## İSTANBUL-AMBARLI HEYELANININ İZLENMESİ VE ANALİZİ

**Emre Mermutlu, Yılmaz Mahmutoğlu, Gökhan Şans**

*İTÜ Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak 34469, İstanbul  
(yilmazm@itu.edu.tr)*

### ÖZ

Ambarlı Liman Tesisleri (ALTAŞ Limanı) Türkiye'nin en önemli sanayi kenti olan İstanbul'un Avrupa yakasında Büyükçekmece ilçesi, Yakuplu mevkiinde bulunmaktadır. Liman yerleşim alanı içinde çalışmakta olan 7 ayrı terminalin ortak kullandıkları alanların genel yönetim, altyapı, planlama, güvenlik ve çevre düzenlemesiyle önemli bir sanayi bölgesidir. Limanın yerleştiği alanının büyük bir bölümü yapılanma öncesinde aktif heyelanlardan etkilenmiş durumdadır. Limana ait tesisler yapıldıktan sonra da hareketler devam etmiş ve limanı tehdit eder düzeye erişmiştir. Bu nedenle, Limanın yerleştiği alan ve kuzeyindeki yamaç etkileyen hareketin geometrisi, hızı ve gelişimi 1999'dan itibaren planlı ve programlı olarak sürdürülen jeoteknik ölçümlerle izlenmektedir. İzleme çalışmalarının sonuçlarından hareketle limanda yer alan ve hareketten etkilenen tesislerin güvenliğinin sağlanmak için yamaçta derinliği farklı, birbirinden bağımsız fore-kazıklarla destekleme yoluna gidilmiştir. Ancak, günümüzde de devam eden denetleme ölçümleri hareketin devam ettiğini ve alınan önlemlerin yetersiz olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada bölgede geçerli jeolojik (doğal) ve yapay sınır koşulları belirlenmiş ve yaklaşık on yıllık bir dönemde, çok sayıda noktada yapılan ve kayda geçirilen periyodik izleme verileri değerlendirilmiştir. Çalışmada, Ambarlı limanını tehdit eden hareketin türü, mekanizması, hızı ve geometrisinin anlaşılmasına yönelik ayrıntılı bir değerlendirme yapılmıştır. Yapılan değerlendirmede bölgedeki yamaç hareketinin dönel türde (heyelan) olduğu ve hareketin yüzeyden derinliği birbirinden farklı yüzeyler üzerinde olduğu saptanmıştır. Yer altı hareketi izleme verileri kullanılarak en derinde bulunan ana kayma yüzeyi haritalanmıştır. Ana kayma yüzeyinin yüzeyden derinliğinin yer yer 35 m ye ulaştığı, hareket yönünün belirli noktalarda değiştiği ve hareket hızının mevsimsel koşullara bağlı olduğu saptanmıştır. Sonuçta bölgedeki sınır koşulları dikkate alınarak yamaç hareketi Slide 2 programı kullanılarak analiz edilmiş, hareket yüzeyinin maksimum derinliği dikkate alınarak hareketin önlenmesine yönelik en uygun çözüm tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Heyelan, jeoteknik izleme, Ambarlı Limanı

## **MONITORING AND ANALYSIS OF İSTANBUL AMBARLI LANDSLIDE**

**Emre Mermutlu, Yılmaz Mahmutoğlu, Gökhan Şans**

*İTÜ Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak 34469, İstanbul, Turkey  
(yilmazm@itu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*Ambarlı Port Facilities were established in Ambarlı, Büyükçekmece province, at the European side of İstanbul the most developed city of Turkey. This port is remarkable since 7 different terminals are utilizing the general administration, infrastructure, planning, security and environmental arrangements of this port. Before settled down, port had been affected by the active landslides. After then, landslides have continued and threat has reached more critical levels. Because of that, the rate of displacement and the geometry of this landslide affecting port region and its north side have been monitored from the year of 1999 on. As a result of this monitoring works, it was shown to take precaution for stabilizing the northern slope by means of using fore pile walls independent from each other. However, later measurements have revealed that these precautions are inadequate. In this study, boundary conditions of the port have been determined and the data of geotechnical measurements carried out, about 10 years period at different locations have been evaluated. To find out the rate and geometry and the type of movement, detailed evaluations have been made. It is shown that there are different rotational movements having deep irregular surfaces. By using geotechnical measurements data, the depth map of main slide surface has been mapped. It is also determined that the movement depth reaches up to 35 meters, the direction of movement changes at different locations and it is observed that there is a good correlation between velocity and seasonal conditions in the region. As a result, hillside movement have been analyzed via Slide 2 software concerning boundary conditions at the region and made discussions about what the most suitable solutions are in technical terms considering maximum depth of movement surface.*

**Keywords:** *Landslide, geotechnical monitoring, Ambarlı Port*

## DENİZLİ-GÖKPINAR BARAJININ SOL SAHİLİNDE MEYDANA GELEN KÜTLE HAREKETLERİNİN OLUŞUM NEDENLERİNİN İNCELENMESİ

**Halil Kumsar<sup>1</sup>, Ömer Aydan<sup>2</sup>, İbrahim Çobanoğlu<sup>1</sup>,  
Sefer B. Çelik<sup>1</sup>, Mehmet Akgün<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli

<sup>2</sup>Tokai Üniversitesi, Ocean Research Institute, Shizuoka, Japan

<sup>3</sup>DSİ 212. Şube Müdürlüğü, Denizli

(hkumsar@pau.edu.tr)

### ÖZ

Gökpinar Barajı, Denizli ilinin sulama ve içme suyunun karşılanması amacı ile DSİ tarafından inşa edilmiştir. Baraj 43 m yüksekliğinde olup, kil çekirdekli toprak dolgu türü bir barajdır. Baraj yeri altta marn ve üstte çakıltaşı birimlerinden oluşur. Barajın sol sahili boyunca maksimum su seviyesinin üzerinde baraja gelen sanayi atıklarını içeren kirli suların baraj gölü suyuna karışmaması için kanal inşa edilmiştir. Kanal kazısı, marn birimi içinde yapılmış ve kazıdan çıkarılan marn, baraj gölü yamacına dökülmüş, üzeri istifli kaya blokları ile kaplanarak yamaç yüzeyi desteklenmiştir. 2011 yılı Haziran ayına kadar devam eden yoğun yağışlar sonrası baraj rezervuarı 41 m olan maksimum su seviyesine kadar dolmuştur. 22 Haziran 2011 tarihinde baraj rezervuarı maksimum su seviyesi altında kalan marn içinde dairesel kayma yüzeyi üzerinde gelişen bir kütle hareketi ve buna bağlı olarak aynı yamacın gerisinde, baraj göl seviyesi üzerinde kalan kesiminde ikinci dairesel kayma meydana gelmiştir. Marn biriminin tabaka yüzeyi eğimleri şev yüzeyi eğiminin ters yönünde olduğu için kayma yüzeyinin gelişmesinde belirleyici etkisi olmamıştır. Bu çalışmada limit denge analiz yöntemleri kullanılarak meydana gelen kütle hareketlerinin duraylılık analizleri yapılmıştır. Bu amaçla DSİ tarafından alınan araziye ait topoğrafik kesitler kullanılmıştır. Baraj gölü seviyesindeki suda aşırı ıslanmış marn ve göl seviyesi üzerindeki kısmen nemli marn biriminden bozulmamış örnekler alınarak bunların fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Suda aşırı ıslanmış marn biriminin su içeriği %30.82, birim hacim ağırlığı 16.1 kN/m<sup>3</sup>, kohezyonu 27 kPa ve içsel sürtünme açısı 21° likit limiti % 36.18, plastik limiti %22.25, plastisite indisi %13.93 ve zemin sınıfı CL olarak belirlenmiştir. Göl seviyesi üzerindeki marn biriminin su içeriği %10.4, birim hacim ağırlığı 17.5 kN/m<sup>3</sup>, kohezyonu 50 kPa ve içsel sürtünme açısı 27°, likit limiti % 37.17, plastik limiti %24, plastisite indisi %13.17 ve zemin sınıfı CL olarak belirlenmiştir. Örneklerin makaslama deneylerinde doruk ve artık makaslama gerilmeleri birbirine eşit çıkmıştır. Yapılan duraylılık analizlerinde ıslanmış marn birimi içinde meydana gelen dairesel kayma sonucu, şev gerisinde su seviyesi üzerinde kalan şevin topuk kısmının yer değiştirdiği ve atık su kanalının gerisindeki duraylı kütlelerin de duraylılığını yitirdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Gökpinar barajı, kütle hareketi, duraylılık analizi



## **INVESTIGATION OF THE FACTORS CAUSING SLOPE INSTABILITIES OCCURRED ON THE LEFT ABUTMENT OF DENİZLİ-GÖKPINAR DAM**

**Halil Kumsar<sup>1</sup>, Ömer Aydan<sup>2</sup>, İbrahim Çobanoğlu<sup>1</sup>,  
Sefer B. Çelik<sup>1</sup>, Mehmet Akgün<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Pamukkale University, Department of Geological Engineering, Denizli, Turkey

<sup>2</sup>Tokai University, Ocean Research Institute, Shizuoka, Japan

<sup>3</sup>DSİ Directorate of 212 Branches, Denizli, Turkey  
(hkumsar@pau.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Gökpinar dam was constructed to supply drinking and irrigation water for Denizli city. Height of the dam is 43m. It is an earth fill dam with impermeable clay filling in its core. Geology of the dam site consists of marl and overlying conglomerates. There was also a by-pass water drainage channel on the left side abutment of the dam to prevent mixing industrial waste water into clean water in the dam reservoir. The channel was built on marl and excavated marl was dumped on the slope of the reservoir and supported and covered by hard rock blocks. After a rainy season continued until June in 2011, the reservoir of the Gökpinar dam was filled up to the maximum level of 41m. A circular slope failure took place on the left abutment of Gökpinar dam reservoir in Denizli city on 22nd June, 2011. As a result of this, a second circular slope failure occurred within marl deposit outside part of reservoir water on the same slope. As the dipping direction of marl deposit is opposite of the dipping angle of the slope, discontinuities have no effect on determining the failure surface. In this study, stability assessment of slopes was carried out by using limiting equilibrium methods. Topographic cross-sections of the field, taken by DSI, were used in this study. Undisturbed samples from saturated marl under water and from partly saturated marl outside of water were taken and their physical and mechanical properties were determined by carrying out soil mechanics laboratory tests. Saturated marl deposit has water content 30.82 (%), unit weight 16.1 kN/m<sup>3</sup>, cohesion 27 kPa, internal friction angle 21°, liquid limit 36.18 (%), plastic limit 22.25 (%), plasticity index 13.93 (%) and soil group of CL. Partly saturated marl deposit has water content 10.4 (%), unit weight 17.5 kN/m<sup>3</sup>, cohesion 50 kPa, internal friction angle 27°, liquid limit 37.17 (%), plastic limit 24 (%), plasticity index 13.17 (%) and soil group of CL. Peak and residual shear strengths on each test are equal. After carrying out the stability analyses, it has been found that a circular slope failure occurred within saturated marl, and the toe of the same slope out side of water was displaced. As a result, the stable part of the slope behind the waste water channel failed as well.

**Keywords:** Gökpinar dam, slope instability, stability analysis

## KESTANBOL GRANİTLERİNİN BOZUNMA DERECESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**M. Celal Tunusluoğlu, Ő. Özge Dinç, Ayten Çalık, Öznur Karaca**

*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,*

*Terzioğlu Kampüsü, 17020-Çanakkale*

*(ctonoz@gmail.com)*

### ÖZ

Kestanbol Plütonu, Çanakkale ilinin güneyinde, Ezine ilçesinin güneybatısında, Gökçebayır-Yaylacık-Tavaklı köyleri arasında yüzeylemektedir. Kestanbol Plüton'unun hakim litolojisi kuvars monzonit ve granit bileşimindedir. Bu çalışmanın amacı Kültür ve Turizm Bakanlığı'ndan alınmış izinle Kestanbol Plütonu'nda işletilme tarihi MS 1. yüzyıla kadar dayanan antik taş ocağından alınan blok örnekler ile halen işletilmekte olan granit ocaklarından alınan blok örneklerden alınan karot örnekleri (AX karot boyutu) üzerinde bozunma derecesinin belirlenmesidir. Ocaklardan alınan karot örnekler mineralojik inceleme için ortadan ikiye ayrılırken, kimyasal inceleme için ise antik ocaktan alınan karot örnekler yüzeyden iç kısma doğru (0-2mm), (2-10mm), (10-25mm) ve (25-50mm) olmak üzere 50 mm derinliğe kadar incelenmiştir. Her bir örneğin sekiz farklı kimyasal bozunma indeksleri bulunmuştur. Ayrıca, örneklerin özgül ağırlığı, kuru ve doymun birim hacim ağırlığı, görünür gözenekliliği (porozite), boşluk oranı tayini, ağırlıkça ve hacimce su emme oranı, Schmidt çekici sertlik indeksi, P-dalga hızı, tek eksenli sıkışma dayanımı deneyleri yapılmış, deney sonuçları istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir.

Yapılan mineralojik ve petrografik incelemeler sonucunda Kestanbol granitlerinde yüzeysel bir bozunma olduğu görülmüştür. Jeokimyasal analiz sonuçları ise kimyasal bozunma indisleriyle karşılaştırılmış ve bu indislerden yalnızca bozunma potansiyeli indeksi (WPI) ve ateşte kayıp içeriği (LoI) anlamlı sonuçlar vermiştir. Antik ocak örneklerinin gözeneklilik oranının güncel ocaklardan alınan örneklerle göre daha fazla olduğu görülmüş, tek eksenli sıkışma dayanımları ise daha düşük olarak belirlenmiştir. Ayrıca antik ocaktan alınan karot örneklerinin P-dalga hızları güncel ocaklardan alınan karot örneklerindekiinden daha düşük çıkmıştır. Bu sonuçlar 1900 yıl içinde Kestanbol antik granit ocağından alınan örneklerde güncel örneklerle göre yüzeysel bir bozunmanın olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bozunma, granit, Kestanbol, mekanik özellikler

## **DETERMINATION OF WEATHERING DEGREE OF THE KESTANBOL GRANITES**

**M. Celal Tunusluoğlu, Ş. Özge Dinç, Ayten Çalık, Öznur Karaca**  
Çanakkale Onsekiz Mart University, Geological Engineering Department,  
Terzioğlu Campus, Çanakkale, Turkey  
(ctnoz@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Kestanbol Pluton is surfaced at south of Çanakkale, southwest of Ezine town, between Gokcebayir-Yaylacık-Tavakli village. Dominant lithologies of the pluton are quartzmonzonite and granite. The aim of this study is to determine the weathering degree on core samples (AX core size) taken from the block samples of the archaic stone quarry operated since AC 1th century to current operate stone quarries of the Kestanbol Pluton. In this study, working permit was taken from Ministry of Culture and Tourism. The aim of this study is to determine the weathering degree on core samples (AX core size) taken from the block samples of the archaic stone quarry operated since AC 1th century to current operate stone quarries of the Kestanbol Pluton. In this study, working permit was taken from Ministry of Culture and Tourism. For the mineralogical analyses, longitudinal saw of the core in two half cores, thin sections were prepared on the two half cores. In addition, cylindrical samples were taken from core samples at four different depths for chemical properties and quantitative chemical indices of the core samples taken from archaic stone quarry. Chemical weathering indices are determined each cylindrical samples. Furthermore, apperent porosity, specific gravity, total pore volume, water absorption, Schmidt hardness, P-wave velocity, uniaxial compressive strength tests were performed. Afterwards, results of these tests were assessed by statistical analyses.*

*As a result of this study, a surface weathering was identified on the Kestanbol granites. Geochemical analyses results were compared with chemical weathering indices, and only significant results were obtained from weathering potential index (WPI) and loss of ignition (LoI). Porosity degree of the antique samples are more than that of the recent quarry samples, besides their uniaxial compressive strengths are lower than that of the recent granites. Also, P-wave velocity test values of the core samples from the archaic stone quarry are lower than the current operate stone quarry of the Kestanbol Pluton. According to results of analyses and tests, the archaic stone quarry samples surface which are exposed to atmospheric condition about 1900 years has slightly weathered.*

**Keywords:** *Weathering, granites, Kestanbol, mechanical properties*

## MİLAS MERMER VE KARABURUN KİREÇTAŞI OCAKLARINDA YERİNDE VE ÜRETİLEN BLOK BOYUTLARININ MUKAYESESİ

**Necdet Türk<sup>1</sup>, A. Bahadır Yavuz<sup>1</sup>, Hakan Elçi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> DEÜ., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160, İzmir

<sup>2</sup> DEÜ., Torbalı Meslek Yüksekokulu, Torbalı, İzmir  
(necdet.turk@deu.edu.tr)

### ÖZ

Bir kayacın yapıtaşı kaynağı olarak kullanılabilmesi için renk-desen ve malzeme özelliklerinin aranılan niteliklerde olmasının yanı sıra ondan ekonomik boyutlarda blokların üretilebileceği kütle özelliğine de sahip olması gerekmektedir. Taş ocaklarından genelde büyük hacimli bloklarının (3-10m<sup>3</sup>) üretilmesi arzu edilmektedir. Kayaçlardan üretilebilecek olan blokların boyutları, içerdikleri süreksizlik düzlemlerinin özelliklerine göre değişim sunmaktadır. Dolayısıyla bir kaya kütesinde ocak açılarak blok taş üretime başlamadan önce o kayacın içerdiği süreksizliklerin analiz edilmesi ve bu kayaçtan alınabilecek olan ortalama blok boyutunun önceden tespit edilmesi son derece önemlidir.

Muğla-Milas Mermer ve Karaburun kireçtaşlarında blok üretimi yapılan ocakların kayıt olunan süreksizlik ölçümlerinden yararlanılarak, ocaklarda elde edilebilecek (yerindeki) ortalama blok hacimleri, aynı ocaklardan elde edilmiş olan 22 000 adet düzgün şekilli kaya bloğunun hacimleriyle mukayese edilmiştir. Düzensiz ve düzenli şekilli blokların hacimleri arasındaki oran (2.61±0.08), kayaç bloklarının traşlama kaybı katsayısı olarak tanımlanmıştır. Araştırılan ocaklardan düzgün şekilli bloklar elde edilmesi esnasında oluşan hacim kayıplarının yüksek olması (% 50), bu ocakların verimliliklerinin düşük olmalarının nedenlerinden bir tanesini oluşturmaktadır. Yukarıda belirtilen hususlar blok üretimi yapılan Milas Mermer ve Karaburun Kireçtaşı ocaklarından örnekler verilerek sunulacaktır.

**Anahtar Kelimeler :** Blok boyutu, Karaburun kireçtaşı, Milas mermeri, süreksizlikler, taş ocağı

## **COMPARISON OF THE INSITU AND PRODUCED BLOCK DIMENSION IN MILAS MARBLE AND KARABURUN LIMESTONES**

**Necdet Türk<sup>1</sup>, A. Bahadır Yavuz<sup>1</sup>, Hakan Elçi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> DEÜ., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160, İzmir, Turkey

<sup>2</sup> DEÜ., Torbalı Meslek Yüksekokulu, Torbalı, İzmir, Turkey  
(necdet.turk@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*A stone should have favourable rock mass properties to produce economical blocks in addition to colour-pattern and material properties, in order to be used as a source of dimension stone. Generally, large sized blocks are desired to be produced (3-10 m<sup>3</sup>) in the dimension stone quarries. Dimensions of the blocks to be produced from the rock mass varies depending on their discontinuity properties. Thus, it is very important to analysis the properties of the discontinuities to estimate the mean block size to be obtained from the rock mass before a dimension stone quarry is opened.*

*In situ mean block volumes estimated from the discontinuity measurements carried out in the block producing Muğla-Milas marble and Karaburun limestone quarries are compared with the 22000 trimmed marble and limestones blocks volumes obtained from the same quarries. The ratio between the rough and trimmed blocks volumes is defined as the trimming loss coefficient (2.61±0.08). They are found to be high in the studied quarries. High trimming loss coefficient values are one of the reasons causing low production efficiency of the studied quarries (50%). The above mentioned points will be presented with examples from block producing Milas marble and Karaburun limestone quarries.*

**Keywords :** Block size, discontinuities, Karaburun limestone, Milas marble, stone quarr

## GÖKTEPE (MUĞLA) SİYAH VE BEYAZ MERMERLERİNİN JEOLJİSİ, MALZEME ÖZELLİKLERİ VE ANTİK ROMA DÖNEMİNDEKİ YAYGIN KULLANIMI

**A. Bahadır Yavuz<sup>1</sup>, Donato Attanasio<sup>2</sup>, Matthias Bruno<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, 35160, İzmir

<sup>2</sup> ISM-CNR, P.O. Box 10, 00016 Monterotondo Stazione, Rome, Italy

<sup>3</sup> Via del Pellegrino 130, 00186, Rome, Italy

(bahadir.yavuz@deu.edu.tr)

### ÖZ

Batı Anadolu, Roma İmparatorluğu'nun gerek mimari gerekse de sanatsal amaçlarla blok taş ihtiyacının karşılandığı birçok mermer ocağının bulunduğu ve halen keşfedildiği, mermer açısından zengin bir bölgedir. Bu ocakların çoğu sınırlı öneme sahiptir ve sadece yerel ya da bölgesel amaçlara hizmet etmiştir. Bir kısmından ise uzak noktalara ihraç edilen çok değerli ince kristalli beyaz ve renkli mermerler üretilmiştir. Günümüzde bu mermerlerden yapılmış değişik sanat eserleri, Batı Anadolu'da bulunan Antik Roma kentleri dışında Avrupa'da bulunan diğer Antik Roma kentlerinde de bulunmaktadır.

Muğla İli'nin 50 km kuzeydoğusunda ve Afrodisias Antik Kenti'nin 70 km güney batısında bulunan, yaklaşık 0.4 km<sup>2</sup> lik bir alan içerisinde yayılım sunan 4 ayrı üretim bölgesinde olmak üzere, toplam 19 antik mermer ocağının bulunduğu, ince kristalli süt beyaz ve siyah renkli mermerlerin üretildiği Göktepe mermer sahasının keşfinden önce, Antik Roma döneminde özellikle heykel yapımında kullanılmış, olan ince kristalli kaliteli beyaz ve renkli mermerlerin üretim alanlarının Afyon (İsçehisar), Afyon (Altıntaş), Afrodisyas, Carrara (İtalya), Hymetos (Yunanistan), Pentelikon (Yunanistan) olduğu düşünülmekteydi. Göktepe mermer sahasının bilinmemesi nedeniyle, mermerden yapılmış sanat eserlerinin kökenlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmaların bir kısmı eksik ya da hatalıydı. Bu çalışma sonucunda Afrodisias Müzesi, Roma Vatican Müzesi, Roma Capitoline Müzesi, Naples National Müzesi, Danimarka Copenhagen Müzesi, Yunanistan Atina Müzesi ve Roma Ostia Antik Kenti'nde sergilenmekte olan, üretildiği mermer türü bilinmeyen ya da yanlış tespit edilmiş olan, siyah ve beyaz mermerlerden yapılmış 100'den fazla sanat eserinin Muğla Göktepe siyah ve beyaz mermerlerinden yapıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada Göktepe siyah ve beyaz mermerlerinin jeolojisi, malzeme özellikleri ve Antik Roma dönemindeki yaygın kullanımını araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Antik mermer ocağı, beyaz mermer, Göktepe, Muğla, siyah mermer

## **GEOLOGICAL AND THE MATERIAL PROPERTIES OF GÖKTEPE (MUĞLA) BLACK AND WHITE MARBLES AND THEIR WIDELY USAGE IN ANCIENT ROMAN TIME**

**A. Bahadır Yavuz<sup>1</sup>, Donato Attanasio<sup>2</sup>, Matthias Bruno<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Engineering Faculty Department of Geology, 35160, İzmir, Turkey

<sup>2</sup> ISM-CNR, P.O. Box 10, 00016 Monterotondo Stazione, Rome, Italy

<sup>3</sup> Via del Pellegrino 130, 00186, Rome, Italy

(bahadir.yavuz@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Western Anatolia is a marble rich region where there are a great number of modern and ancient marble quarries. Marbles known to have been exploited in the area for a long time. Most of the quarries generally have limited reserves, importance and have been exploited for purely local uses. Others, however, produced highly valued white or colored materials which were exploited and exported to long distances and are commonly found in widely spread regions of the Roman Empire. Göktepe marble district spreads over an area of approximately 0.4 km<sup>2</sup> area, having 4 different production areas and 19 ancient marble quarries 50 km northeast of the Muğla city and 70 km south west of the ancient city of Aphrodisias. Before the discovery of the ancient quarries, the marbles from Göktepe were frequently mistaken as have come from Afyon (İsçehisar), Afyon (Altıntaş), Afrodisyas, Carrara (İtaly), Hymetos (Greece) and Pentelikon (Greece). Göktepe marbles has been widely used in Roman times for producing sculptures because of their fine grain size or attractive colors. As the ancient Göktepe quarries were not known until recently, marble works of art made from black and white marbles coming from this area incorrectly identified or not thought to have come from different location.

Based on the results of the present study, more than 100 arts objects made up of black and white marbles on display in the Museum of Aphrodisias, the Vatican Museum in Rome, the Capitoline Museum in Rome, Naples National Museum, Denmark Copenhagen Museum, the Museum of Athens Greece and Rome and Ostia ancient city have been determined to be made from Muğla Göktepe black and white marbles. In this study geological and the material properties of Göktepe black and white marbles and their widely usage in Ancient Roman time were investigated.

**Keywords:** Ancient marble quarry, black marble, Göktepe, Muğla, white marble

## CEYHAN HİDROELEKTRİK SANTRALİ PROJESİ (CEVDETIYE-OSMANIYE) REGÜLATÖR YAPILARINDAKİ GEÇİRİMSİZLEŞTİRME UYGULAMALARI

**Aykut Püsküllüoğlu<sup>1</sup>, Sedat Türkmen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Ceyhan HES, Projesi, Osmaniye,

<sup>2</sup> Jeoloji Mühendisliği Böl. Çukurova Üniversitesi, 01330 Balcalı, Adana  
(sturkmen@cu.edu.tr)

### ÖZ

Baraj temellerinde geçirimsiz perde duvar olarak Jet Grout uygulamaları yaygın olmamakla birlikte, son yıllarda yapımı artan nehir tipi santral projelerinde, baraj gövdesi altındaki kalın alüvyon zeminlerde Jet Grout yöntemi ile geçirimsiz perde oluşturma yaygınlaşmıştır. Bu çalışmada Ceyhan HES projesinde Jet Grout yöntemi ile perde oluşturma başarısı ve Slurry Trench ile karşılaştırması ele alınmıştır. Ceyhan HES Projesi, Osmaniye ilinin 11 km kuzeybatısında Aslantaş Barajı ile Cevdetiye regülatörü arasında kalan düşü farkının değerlendirilmesi amacıyla, Ceyhan nehri üzerinde, iki regülatörü yapısı ve iki hidroelektrik santrali olarak projelendirilmiştir.

Ceyhan Hidroelektrik Santrali (HES) Projeleri, enerji üretimine yönelik Oşkan ve Berkman adı altında iki baraj ve iki santral yeri olarak projelendirilmiştir. Proje alanında temel kayayı Miyosen yaşlı kumtaşı – kıltaşı, Pliyosen yaşlı çakıltaşı ve bunların üzerinde kalınlığı 25 m olan alüvyon birimler oluşturmaktadır.

Oşkan HES yerinde alüvyon gerecin geçirimsizliği  $10^{-2}$ - $10^{-3}$  m/s, Berkman HES yerindeki ise  $10^{-3}$ - $10^{-5}$  cm/s değerlerinde olup, çok geçirimlidir. HES tesislerinin inşaatlarında alüvyon zeminde oluşacak sızmanın kontrolü için kazı aşamasında inşaat alanının çevresinde Jet Groute yöntemiyle geçirimsiz perde oluşturulmaya çalışılmıştır. Ayrıca gövde ekseni ve dolusavak üzerinde projelendirilen hat üzerinde ise geçirimsizleştirme çalışması Slurry Trench yöntemi ve plastik beton duvar uygulaması ile gerçekleştirilmiştir. Yapı temellerinde yapılan kazılarda Jet groute perdenin geçirimsizleşmeyi tam olarak sağlamadığı ve su sızdırdığı belirlenmiştir. Yapılan test çalışmalarında da bu durum saptanmıştır. Büyük pompaj maliyetine neden olan bu durumda gövde dolgusu altında geçirimsizleştirme Slurry Trench uygulaması ile sağlanmıştır. Sonuç olarak geçirimsiz perde olarak Jet Grout uygulaması başarı oarmı düşük olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Jetenjeksiyonu, perde duvar, bulamaç hendeği



**DEWATERING APPLICATIONS ON THE SITE OF REGULATOR  
STRUCTURES OF CEYHAN HEPP PROJECT  
(OSMANIYE-CEVDETIYE)**

**Aykut Püsküllüoğlu<sup>1</sup>, Sedat Türkmen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Ceyhan HES, Projesi, Osmaniye, Turkey

<sup>2</sup> Jeoloji Mühendisliği Böl. Çukurova Üniversitesi, 01330 Balcalı, Adana, Turkey  
(sturkmen@cu.edu.tr)

**ABSTRACT**

*The foundations of the dam are not a very common application of jet grouting to ensure impermeability. But recently the river type small dams began to be very thick alluvial grounds jet grout application. The study is based on two dams in the Ceyhan project HEPP applied jet grouting methods and compares the slurry trench. Ceyhan project HEPP designed between Aslantaş Dam and Cevdetiye Regulator on Ceyhan River is located 11 km NW of Osmaniye.*

*Ceyhan Hydroelectric Power Plant (HEPP) Project consists of two dam and plants named Oşkan and Berkman for energy generating purposes. Miocene age sandstone - claystone alternations and Pliocene age conglomerate form the base rock, at the project area. Alluvium 25 m thick covers the base units at the dam site.*

*The permeability of alluvium material covering the base rocks at Oşkan HEPP is  $10^{-2}$ - $10^{-3}$  m/s, which is high, permeable and at Berkman HEPP is around  $10^{-3}$ - $10^{-5}$  cm/s values. For the control of the possible leakage on the alluvium soil around the construction zone, Jet Grouting process involving concrete columns to make barrier was applied. It was seen that, the application didn't achieve the desired permeation levels. This result has been determined in situ test. For the Dam axis and at the spillway, plastic concrete was applied by Slurry Trench process to form an impermeable layer.*

**Keywords:** *Jet grouting , diaphragm wall, slurry trench*

## KÜTAHYA ZEMİNLERİNİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

**Enes Zengin, Zeynal Abiddin Ergüler**

*Dumlupınar Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kütahya  
(eneszengin@dumlupinar.edu.tr)*

### ÖZ

Ülkemizde şehirleşme için seçilmiş yerleşim alanlarının önemli bir kısmı deprem bölgelerinde yer almaktadır. Kütahya yerleşim alanı ve çevresi, Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'na göre 2. derecede deprem bölgesinde yer almaktadır. Kütahya fay zonu şehrin güney kısmında Yellice Dağı eteklerinde bulunmakta ve yerleşime paralel olarak uzanmaktadır. Ayrıca, Kütahya'nın 100 km güney batısındaki Simav ilçesinin 1. Derecede deprem bölgesinde bulunması ve sık sık önemli büyüklüklere sahip depremlerin bu bölgede gerçekleşmesi, Kütahya yerleşim alanı için büyük risk oluşturmaktadır. Bu çalışmada, Kütahya'daki nüfus artışına bağlı olarak gelişen yapılaşma sürecindeki artış göz önünde bulundurularak, bu ilde daha güvenli ve planlı bir kentleşme sağlamak ve yaşanılabilir yerleşim alanlarının oluşturulmasında katkıda bulunmak için, Kütahya yerleşim alanı zeminlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini konu alan kapsamlı bir araştırılmanın gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla, Kütahya yerleşim alanı sınırları içinde daha önce yapılan 283 sondaja ait verileri içeren raporlar incelenmiştir. Değerlendirilen toplam sondaj derinliği 2140 metredir. Yerleşim alanının önemli bir kısmı alüvyondan oluşmaktadır. İnce taneli zeminlerin önemli bir kısmı CL ve ML, iri taneli zeminler ise genel olarak GM ve GC türü zeminlerden oluşmaktadır. Zeminlerin su içeriği % 2 ile 35 arasında değişmektedir. İncelenen bu raporların yanı sıra, özellikle mevcut jeoteknik sorunların tespiti ve farklı amaçlarla alınacak örneklerin yerlerinin belirlenmesi için çalışma alanı olarak seçilen bölgede arazi çalışmaları da gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında yer yer şişme, oturma ve yerel ölçekte şev duraysızlıkları gibi bazı mühendislik sorunları gözlenmiştir. Raporlardan elde edilen bu veriler kullanılarak zemin birimlerinin fiziksel ve mekanik özellikleri ile bu özelliklerin dağılımını içeren farklı haritalar hazırlanmıştır. Sığ temellerin taşıma kapasiteleri ile ilgili yapılan ilk gözlemler ve hesaplamalara göre, su içeriğinin yüksek olduğu yerlerde zeminlerin taşıma gücünde önemli oranlarda azalmalar saptanmıştır. Sıvılaşma analizlerinde kullanılmak üzere sondajlardan elde edilen SPT verileri gözden geçirilmiş, daha güvenilir sonuçların sağlanması amacıyla bu verilerde ihtiyaç duyulan düzeltmeler yapılmıştır. Bölgede muhtemel bir deprem sonrası zemin davranışı ve oluşabilecek oturma miktarının tahmini için, konu ile ilgili uluslararası çalışmalarda önerilen güncel analiz yöntemleri dikkate alınmış ve gerekli hesaplamalar bu yöntemler temel alınarak yapılmıştır. Sıvılaşma analizleri sonucunda, Kütahya yerleşim alanı zeminlerinin uygun fiziksel özelliklere sahip olduğu, özellikle yeraltı suyu seviyesinin yüzeye yakın yerlerde orta-yüksek sıvılaşma potansiyeli tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Coğrafi bilgi sistemi, Kütahya, sıvılaşma, şişme, SPT

## **INVESTIGATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF KÜTAHYA SOILS**

**Enes Zengin, Zeynal Abiddin Ergüler**

Dumlupınar University, Dept. of Geological Engineering, Kütahya  
(eneszengin@dumlupinar.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*An important part of the selected residential areas for urbanization in Turkey is located in the earthquake prone region. The residential area of Kütahya and its vicinity is located in second degree earthquake zone according to earthquake zoning map of Turkey published by General Directorate of Disaster Affairs. Kütahya fault zone is situated in the southern part of the city at the foot of Yellice Mountain and extends parallel to the city settlement. In addition, the presence of Simav district in first degree earthquake zone, which is located in 100 km. away from the south-west part of Kütahya, and frequently occurring of earthquakes having significant magnitudes in this region, constitutes a major risk for Kütahya. Considering the increase of construction process in Kütahya, in order to provide more secure and planned urbanization in this province, and to contribute to the creation of livable residential areas, performing a comprehensive research based on physical mechanical properties of Kütahya soils is aimed in this study.*

*For this purpose, the existing reports contain data of 283 drillings implemented within the residential area of Kütahya were evaluated. The total assessed drilling depth is 2140 m. A crucial part of the settlement area is made up of the alluvium. A significant portion of fine-grained soils composes of CL and ML soils and coarse-grained soils are generally formed from GM and GC soils. The water content of the soils ranges from approximately 2 to 35 %. In addition to these reports evaluated, field investigations were also made in the region selected as research area to define particularly geotechnical problems and determine sampling locations for different purposes. During field investigation, some engineering problems such as swelling, settlement and slope instability at local scale have been observed. The different maps based on physical and mechanical properties of soil units and the distribution of these properties were prepared by using this data base which obtained from reports. According to first observations and calculation related to bearing capacity of shallow foundations, significant decreases were identified in bearing capacity of soils at locations in which water content is high. In order to use in liquefaction analysis, all SPT data viewed and the required corrections were applied to these data for performing the more accurate analysis. For prediction soil behaviour and the amount of settlements after a possible earthquake in the region, international studies on the subject to date analysis of the proposed methods have been made. As a result of liquefaction analysis, medium-high liquefaction potential has been identified for locations where Kütahya soils have appropriate physical properties, particularly in locations of the ground water table near the surface.*

**Keywords:** Geographic information system, Kütahya, liquefaction, swelling, SPT

## ATAKUM İLÇESİNİN SIVILAŞMA POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ

**Cem Kılıçoğlu<sup>1</sup>, Halil Akıncı<sup>2</sup>, Sedat Doğan<sup>3</sup>, Sertaç Tuhta<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kavak Meslek Yüksek Okulu, Kavak, Samsun

<sup>2</sup>Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Harita Müh. Bölümü, 08000, Artvin

<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Harita Müh. Bölümü, 55139, Samsun

<sup>4</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü, 55139, Samsun  
(cemopanpe@hotmail.com)

### ÖZ

Sıvılaşma, deprem sırasında zemin hasarlarına neden olan en önemli faktörlerden biridir. Sıvılaşma, suya doygun kumlu, siltli zeminlerin deprem tarafından üretilen tekrarlı dinamik gerilmelerin etkisiyle, suyla birlikte viskoz bir sıvı gibi yüzeye doğru yükselmesi olayıdır. Zemin sıvılaşması, yapılarda büyük oturmalar, büyük genlikli yer hareketleri, taşıma gücü kaybı, kalıcı yatay deformasyonlar yaratır. Sıvılaşma durumunda, zeminin yapısı küçük bir dirençle bozulabilmekte hatta meydana gelen deformasyonlar, binaları veya diğer yapıları hasara uğratacak kadar büyük olabilmektedir. Yapılarda meydana gelen büyük hasarlar bölgedeki ekonomiyi önemli oranda sarsacak etkilerinin yanında can kayıplarına da neden olmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, Samsun ili Atakum ilçesinin sıvılaşma potansiyelinin değerlendirilmesidir. Atakum, 2010 yılı TÜİK verilerine göre 123904 nüfusu ile Samsun'un en büyük ilçelerinden biridir. Göçün ve nüfus artışının Samsun'da en fazla yaşandığı ilçe, son 25 yılda hızla yapılaşmıştır. KAF (Kuzey Anadolu Fay) hattına yaklaşık 55 km uzaklıkta olan ilçenin yapılaşması, genel olarak kentin Batı-Doğu aksında gelişmesi nedeniyle, çoğunlukla sahile yakın yerlerde gerçekleşmektedir. Çalışma bölgesinde, konut alanlarının yanı sıra Ondokuz Mayıs Üniversitesi'ne ait eğitim binaları, yurtlar, ilköğretim okulları ve çok sayıda hastane bulunmaktadır. Çalışma sahasında 3 farklı litolojiye sahip formasyon mevcuttur. Sahanın güneyindeki yüksek bölgeleri Tekkeköy ve Samsun formasyonu, kıyı kesimini ise alüvyon (kum, çakıl, kil, silt) oluşturmaktadır.

Çalışmada sırasıyla şu işlemler gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, MTA'dan bölgenin jeoloji haritası sayısal formatta temin edilmiş, 1/25.000 ölçekli standart topoğrafik haritadan eşyükseklik eğrileri sayısallaştırılarak çalışma alanının Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) üretilmiştir. Çalışma bölgesinde yapılan 100 adet sondajlı zemin etüdündeki statik su seviyeleri dikkate alınarak alanın yeraltı suyu haritası üretilmiştir. Sondajlardan elde edilen sınıflandırmalar ile 5 metre aralıklarla Atakum'un zemin sınıfları ortaya çıkartılmıştır. Çalışma alanındaki silt ve kil zeminlerdeki doğal su muhtevası ( $W_n$ ), likit limit ( $W_L$ ), plastik limit ( $W_p$ ), sıvılık indisi ( $I_L$ ), zemin davranış tipi indeksi ( $I_c$ ) ve ortalama dane çapı ( $D_{50}$ ) kullanılarak plastisiteyi dikkate alan Adapazarı ve Çin kriterleri uygulanmış ve CBS ortamında alanın sıvılaşma potansiyeli haritası üretilmiştir. Bu analizlerin sonucuna göre, çalışma alanının yaklaşık %50'inde sıvılaşmanın mümkün ve olası olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sıvılaşma, sıvılaşma potansiyeli, Atakum, CBS

## **INVESTIGATION OF LIQUEFACTION POTENTIAL OF ATAKUM**

**Cem Kılıçoğlu<sup>1</sup>, Halil Akıncı<sup>2</sup>, Sedat Doğan<sup>3</sup>, Sertaç Tuhta<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs University, Kavak Vocational School, Kavak, Samsun, Turkey

<sup>2</sup> Artvin Çoruh University, Faculty of Engineering, Department of Geomatics Engineering, 08000, Artvin, Turkey

<sup>3</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Department of Geomatics Engineering, 55139, Samsun, Turkey

<sup>4</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 55139, Samsun, Turkey  
(cemopanpe@hotmail.com)

### **ABSTRACT**

Liquefaction is one of the most important factors which cause damages during earthquake. Liquefaction is the event where waterlogged, silty soil emerges to the surface together with water like viscous liquid, with the effect of repetitive dynamic stress. Ground liquefaction causes great settlements of structures, high-amplitude ground motions, loss of bearing power, permanent horizontal deformations. In the event of liquefaction, the structure of soil may be disrupted with a little resistance; moreover deformations can be as great as to damage buildings and other structures. Great damages that occur in the buildings may cause loss of lives apart from the effect that substantially unsettles economy in the region.

The main purpose of this study is to evaluate liquefaction potential of Atakum – Samsun. According to TUIK data of the year 2010, Atakum is one of the most populated counties of Samsun with the population of 123904. The county where the utmost migration and population growth was experienced has been structured speedily in the last 25 years. The structure of the county which is 55 km far from NAF (North Anatolian Fault) line is generally in the littoral zone due to development in West-East axis. In the study field, apart from housing zone, there are education buildings of Ondokuz Mayıs University, dormitories, elementary schools and a large number of hospitals. There are formations of three different lithology in the study area. High areas in the south of field are composed of Tekkeköy and Samsun Formation, the coast is composed of alluvium (sand, gravel, clay, silt). In this project, the following workflow has been performed. At first, the geological map of the project region has been obtained in digital format from MTA. Then the DTM model of the region has been created from the contour-lines after digitization from the 1/25 000 scaled topographic map of the region. The map of the underground water of the region has been produced by considering the static water levels obtained from the ground etudes with 100 drills. The ground classes of Atakum have been extracted within 5m intervals from the classifications obtained from the drills. The map of the region which shows the liquefaction potentials has been produced in GIS environment. For this purpose, Adapazarı and China criterions which take in to account of plasticity, have been applied by using the data related to natural water contents of the silt and clay ground ( $W_n$ ), liquid limit ( $W_L$ ), plasticity limit ( $W_p$ ), liquidity index ( $I_L$ ), index of ground behaviour type ( $I_G$ ), and average aggregate radius ( $D_{50}$ ). According to the results of these analyses, it was concluded that the liquefaction is possible and probable in the 50% of the project region.

**Keywords:** Liquefaction, liquefaction potential, Atakum, GIS.

## MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ESASLI KENT PLANLAMA İÇİN KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

**Şule Tüdeş**

*Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dekanlığı, Maltepe, Ankara  
(studes@gazi.edu.tr)*

### ÖZ

Kent planlama, insanların sosyal ve kültürel ihtiyaçlarına cevap verebilen, sağlıklı, sağlam, güvenli ve sürdürülebilir yaşam alanları oluşturmayı ve eşzamanlı olarak ekonomik büyüme ve refahı hedefleyen bir süreçtir. Geçmişten günümüze planlama anlayışlarını irdeleyecek olursak, ekonominin temel değer olduğu insan merkezli yaklaşımdan, doğa ile uyumlu yaşam perspektifine doğru bir geçiş vardır. Ekonomi endeksli planlama yaklaşımlarında doğa, insanların refah ve mutlu yaşamları ve ekonomik gelişmeleri için bir araçtır ve korumacı bir hedefi yoktur; Çevre duyarlı planlama yaklaşımlarında; ekonomik gelişme gözetilmekle birlikte ekolojik denge üzerindeki negatif etkilerde minimum düzeyde tutulmaya çalışılmaktadır; Doğal kaynak yönetimini benimseyen planlama yaklaşımları, sürdürülebilir planlamayı esas kabul etmekte ve bu bağlamda kaynakların gelecek nesillere aktarılmasını görev bilmektedir. Kentsel büyüme ve gelişmenin doğa ve bileşenleriyle barıştığı planlama yaklaşımında; insan ve doğa eşit haklara sahiptir. Ekolojik planlama sürecinde; ekonomik büyüme ve teknolojik gelişme etki kriterleri minimum düzeydedir ve asıl olan ekolojik dengenin korunmasıdır. Afet duyarlı planlama, deprem duyarlı planlama anlayışları, doğal kaynak yönetimi ve doğal koruma amaçlı yaklaşımlar da ise mühendislik jeolojisi başta olmak üzere jeoloji disiplinin bütün dalları, temel planlama girdilerini oluşturan parametrelerdir. Görüldüğü üzere geçmişten günümüze bakıldığında da planlama sürecinde yaşanan gelişmeler ve tecrübeler sürdürülebilir planlama için doğayı dolayısıyla onun sınırlarını çözen jeolojiyi zorunlu kılıyor. Dolayısıyla günümüzde yer bilimlerinin tanımladığı doğal yapı eşikleri şehir ve bölge planlarının yönlendirilmesinde ve karar mekanizmasında baş aktördür. Bununla birlikte jeolojik bilgiyi planlamada ölçme ve değerlendirme arayışları ortaya çıkmıştır. Çünkü jeolojik özellik ve eşikler her yerleşim alanının yerel doğal karakteristiklerine göre çeşitlenmekte, öncelikleri ve ağırlıkları değişmektedir. Bu noktada karar sürecini etkileyen kent jeolojisi kriterleri karar vermeyi zorlaştırmakta ve karmaşıklaştırmakta ve güçlü karar destek mekanizmalarının geliştirilmesini gerektirmektedir. Son yıllarda, Coğrafi Bilgi sistemlerinin mekansal analiz yetenekleri, uygun istatistik yöntemlerle birleştirilerek farklı planlama amaçları ve arazi kullanımları için karar destek sistemleri ve analitik modeller geliştirilmektedir. 1970'lerde ortaya çıkan ve karar verme sürecini desteklemesi uygun görülen metodoloji çoklu kriter analizidir. Çoklu kriter analizinin önemli nitelikleri, nisbeten basitliği ve seçenek olasılıklarının ölçülebildiği ve verilerin kantitatif ve/veya kalitatif karakter taşıdığı zorlu karar verme durumlarını ele alabilme yeteneğidir (Jankowski, 1989). Yang vd. (2008) kentsel arazi yönetimi için, gri ilişkisel analizi (Grey relational analysis), analitik hiyerarşi süreci (Analytical Hierarchy Process) ile birleştirerek, CBS ve çoklu kriter değerlendirme modeline dayalı mekansal analiz sistemi oluşturmuşlardır. Cummins ve arkadaşları ise çoklu kriter tekniklerini ve CBS'yi entegre ederek atık depolama alanlarının seçimine yeni bir yaklaşım getirmişlerdir. Chulmin (2000), sanayi alanları yer seçim analizinde

çoklu kriter yer seçim analizleriyle CBS'ni entegre ederek model çalışma yapmıştır. Knudsen (2005), arazi kullanım uygunluk analizini çoklu kriter karar verme teknikleri ve GIS'den yararlanarak hazırlamıştır. Kojima vd. (2002) arazi kullanım konsept planlaması için GIS'i kullanarak matris tabanlı destek sistemi geliştirmişlerdir. Marinoni (2006), arazi kullanım uygunluğu açısından, çoklu kriter karar verme süreci için bir karar destek sistemi olan, Promethee üst düzey yaklaşımı ile örnekleme yapmıştır. Yukarıda örneklendirilen Çoklu Kriter Karar Destek Sistemleri , son yıllarda bir çok araştırmacı tarafından yer seçiminde ve arazi kullanım planlamasında başarıyla uygulanmaktadır Bu çalışmada, planlama amacına ve senaryosuna göre çeşitlenen bu modeller uygulama örnekleri üzerinden tanıtılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Kent planlama, mühendislik jeolojisi, karar destek sistemleri

## **DECISION SUPPORT SYSTEMS FOR URBAN PLANNING BASED ON ENGINEERING GEOLOGY**

**Şule Tüdeş**

Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dekanlığı, Maltepe, Ankara, Turkey  
(studes@gazi.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Urban planning is a process that aims at economic growth, prosperity while meeting the social and cultural needs of people. Urban planning creates healthy, robust, secure and sustainable living spaces. When the understanding of planning is considered in a historical context up to present, it can be observed that there is a transition from the human-centered perspective based on economy to a perspective in which the life is in harmony with nature. In the economy based planning approach, the nature is a tool for reaching prosperity and happiness. It serves merely for economical developments and use in humans' lives. Therefore the planning approach does not aspire to protect nature. In the environmental sensitive planning approaches, it is aimed to have a minimum level of negative effects on the ecological balance while supporting economical developments. Planning approaches adopting the natural resource management are based on sustainable planning and serve to the transfer of resources to future generations. The planning approach that makes a balance between urban growth and development, and natural components has two roles, giving both people and nature equal rights. In the ecological planning process, the effects of economic growth and technological development are minimum and the protection of the ecological balance is essential. Urban planning focused on disaster-sensitive planning, like earthquake-sensitive planning, should use natural resource management as well as taking into account the protection of nature. It is important to use a base layer of data from the discipline of geology, using the branch of engineering geology as the main source of data. As it is seen, the developments and experiences in the planning process from past to present make geology, which reveals the secrets of nature, mandatory for sustainable planning. Accordingly, nowadays the natural structure thresholds defined by earth sciences are the main actors in the orientation of city and regional plans and in accurate decision-making. With this role, there emerged the searches to use geologic data in the processes of measurement and evaluation in planning. Geological features and thresholds are diversified and their priorities and weights vary according to the characteristics of the local nature in every settlement area. At this point, urban geology criteria that affect the process of decision obstruct and complicate the decision making. They require development of decision support systems. In recent years, capabilities of spatial analysis of geographic information systems are combined with appropriate statistical methods. In this way, decision support systems and analytical models are developed for different planning purposes and land uses. The methodology that came out in 1970s and was thought to be appropriate for supporting decision making process is multi criteria analysis. The significant features of the multi criteria analysis is its relative easiness and its ability to consider the measurement of the probabilities of the options and the cases where the data have the quantitative and/or qualitative character (Jankowski 1989). Yang et al (2008) formed spatial analysis system that is based on CBS and multi criteria*



*evaluation model by combining Grey Relational Analysis and Analytical Hierarchy Process while Cummins et al proposed a new approach to the selection of waste storage areas by integrating multi criteria techniques and CBS. Chulmin (2000) made a modal study in the selection of industrial areas by integrating multi criteria site selection analysis and CBS. Knudsen (2005) prepared the land use suitability analysis by drawing from multi criteria decision making techniques and GIS. Kojima et al. (2002) for land use conceptual planning developed matrix based support system by using GIS. Marinoni (2006) made sampling with Promethee high level approach which is a decision support system for multi criteria site selection for land use suitability analysis. Multi Criteria Decision Support Systems exemplified above are successfully used in site selection and land use planning by several researchers. In this study, those models that diversify according to the aim of planning and scenarios will be described on the application examples.*

*In this study, these models vary according to the planning purposes and scenarios that are introduced will be given as application examples.*

**Keywords:** *Urban planning, engineering geology, decision support systems*

## KAYA ORTAMINDA DÜZENLİ DEPOLAMA; TRABZON (KD TÜRKİYE) ÖRNEĞİ

**Hakan Ersoy, Fikri Bulut**

*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon*

### ÖZ

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde (KD Türkiye) günde yaklaşık 400 ton katı atık üretilmektedir ve bu atıkların % 65'i derelere, denizlere ve açık alanlara kontrolsüz olarak atılmaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin en büyük şehri olan Trabzon'da ise yaklaşık 200-300 ton katı atık 2007 yılına kadar Karadeniz sahiline ve derelere dökülmüş, 2007 yılında il merkezine yaklaşık 40 km uzaklıkta inşa edilen bir düzenli depolama sahasının faaliyete geçmesiyle bu kontrolsüz vahşi depolama son bulmuştur.

Bununla birlikte geçen 4 yıl ile birlikte mevcut düzenli depolama sahasının hacimsel olarak yarısına yakını dolmuş, bu nedenle yeni alternatif düzenli depolama sahaları araştırılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, Trabzon iline yaklaşık 8 km uzaklıkta olan eski bir taş ocağının düzenli depolama için uygun olup olmadığı araştırılmıştır.

Alternatif düzenli depolama alanında bulunan jeoteknik birimleri tanımlamak ve bu birimlerin yanal ve düşey yönde farklı özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla sondaj uygulamaları ve yerinde arazi deneyleri yapılmıştır. Kaya kütlelerinin süreksizlik özellikleri belirlemek amacıyla hat etüdü çalışmaları yapılmış, kaya kütlelerinin geçirimsizliğini belirlemek amacıyla yerinde basınçlı su testleri gerçekleştirilmiştir. Proje aşamasında kazı yapılacak yerleri belirlemek ve bunun için uygun ekipmanı seçmek amacıyla kaya kütlelerinin kazılabilirlik özellikleri sismik ölçümler yardımıyla araştırılmıştır. Çalışmalar sonucunda genellikle kireçtaşı, kiltası, siltaşı ve marnlardan oluşan kaya kütlelerinin geçirimsizliği  $10^{-8}$  m/sn, kazılabilirlik özellikleri ise orta derecede kazılabilir olarak belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda bu sahanın Trabzon ilinin 20 yıl için gerekli olacak depolama ihtiyacını karşılayacağı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yer seçimi, katı atık, düzenli depolama, Trabzon

**LANDFILL IN ROCK ENVIRONMENT:  
A CASE STUDY OF TRABZON CITY (NE TURKEY)**

**Hakan Ersoy, Fikri Bulut**

*Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering,  
61080, Trabzon, Turkey  
(ersoy@ktu.edu.tr)*

**ABSTRACT**

*In the Eastern Black Sea Region (NE Turkey) about 400 tons solid waste is generated in a day and 65 percent of solid waste is disposed to the open dumps, land, sea and the rivers. In Trabzon, as the major city in the Black Sea Region, about 200-300 tons/day solid waste was disposed to the sea coast and rivers until 2007. This uncontrolled wild disposal came to an end with the operation of the sanitary landfill at 40 km away from the city center in 2007.*

*However, with the last 4 years, about half of the present sanitary landfill volume has been filled, and thus alternative landfill sites have been investigated. In this study, the investigations were carried out about whether this site is suitable for a landfill*

*In this study, borehole applications and in-situ testing were conducted for description of geotechnical units and determination of vertical and horizontal homogeneity of these units in the alternative landfill site. Scan-line surveys were performed to determine discontinuity properties of rock masses and in-situ lugeon tests were applied for determination of bedrock permeability. During the project of proposed landfill site, to describe the area to be excavated and to select suitable excavating equipments, excavatability properties of the rock mass was determined using the seismic reflection methods. Water absorption tests indicated permeability of rock masses consisting of limestone, claystone, siltstone and marl in the order of  $10^{-8}$  m/sec. However units would be a moderately hard rip using a heavy duty excavator. Thus, volumetric capacity of proposed landfill site was calculated as 20 years disposal of the city's solid wastes.*

**Keywords:** *Site selection, solid waste, landfill, Trabzon*



**MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ-JEOTEKNİK**  
***ENGINEERING GEOLOGY-GEOTECHNICS***

**Posterler / *Posters***

## KAHRAMANMARAŞ İLİNİN YERLEŞİM ALANININ JEOTEKNİK DEĞERLENDİRİLMESİ

**Bülent Akıl, Buket Ecemiş, Candan Üçkardeşler, Fikri Öztürk,  
Müjgan Yılmaz, İsmail Bozöyük**

*İller Bankası Anonim Şirketi Yer Altı Etütleri Dairesi Başkanlığı 06110 Dışkapı, Ankara  
(bakil@ilbank.gov.tr)*

### ÖZ

Kahramanmaraş, Türkiye tektoniğinde önemli bir yeri olan Doğu Anadolu ve Ölü Deniz aktif fay zonlarının etkisi altındadır. Yoğun yerleşme ve aktif faylar nedeniyle, deprem riski altında olan ilin, zemin özelliklerinin yapılaşmaya uygunluk açısından değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma, Kahramanmaraş il merkezi ve mücavir alanları içerisinde kalan alanlarda yapılan jeolojik-jeofizik etütler ve jeoteknik çalışmaların sonuçlarını kapsamaktadır.

Çalışma alanında Arap Platformu'na ait Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları, Kretase yaşlı Koçali Karmaşığı, Ordovisyen yaşlı Tut formasyonu, orta Eosen-Oligosen yaşlı Ahırdağı formasyonu, üst Miyosen yaşlı Döngüle formasyonu, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Pınarbaşı ve Gölbaşı formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyon yelpaze, eski alüvyon ile alüvyon çökellerine ait birimler yüzeylenmektedir. Bu alanda, arazi çalışmaları kapsamında litolojik sınırların çizilmesi; tektonik hatların belirlenmesi ve jeolojik birimlerin stratigrafik ilişkilerinin ortaya konulması amacıyla 1/2000 ölçekli jeolojik haritalama yapılmıştır.

Zeminlerin mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla, derinlikleri 4.5 m ile 15.45 m arasında değişen 287 adet jeoteknik sondaj yapılmıştır. Sondajlar sırasında standart penetrasyon deneyleri her 1.5 m de yapılarak zeminlerin penetrasyon direnci belirlenerek 1073 adet örselenmiş ve 75 adet örselenmemiş numune alınmıştır. Bunların yanı sıra, çalışma alanında zeminlerin enine (S) ve boyuna (P) dalga hızları ve zemin parametrelerinin belirlenmesi amacıyla 88 noktada sismik kırılma ve elektrik özdirenç çalışmaları yapılmıştır.

Elde edilen jeoteknik parametreler taşıma gücü, şişme, sıvılaşma ve oturma analizlerinde kullanılarak, sonuçta çalışma alanı yerleşime uygunluk açısından, uygun alanlar ve mühendislik önlemleri alınması zorunlu alanlar olarak bölgelere ayrılmıştır.

Ayrıca çalışma alanının 1. derecede deprem bölgesinde yer alması ve Doğu Anadolu ve Ölü Deniz aktif fay zonlarının etkisi altında olması nedeniyle yapılacak çalışmalarda bu riskin her zaman göz önünde tutulması gerekir. Çalışma alanında zemin litolojisine sahip bütün birimlerde, Doğu Anadolu Fay Zonu ve Ölü Deniz Fay zonu üzerinde meydana gelebilecek olası depremin, çalışma alanı üzerindeki yıkıcı etkisini artıracakını düşündürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Anadolu Fay Zonu, Ölü Deniz Fay Zonu, jeoteknik özellikler, jeoteknik sondaj, yerleşime uygunluk, Kahramanmaraş

## **GEOTECHNICAL ASSESMENT OF KAHRAMANMARAŞ SETTLEMENT AREA**

**Bülent Akıl, Buket Ecemiş, Candan Üçkardeşler, Fikri Öztürk,  
Müjgan Yılmaz, İsmail Bozöyük**

*İller Bankası Anonim Şirketi Yer Altı Etütleri Dairesi Başkanlığı,  
06110 Dışkapı, Ankara, Turkey  
(bakil@ilbank.gov.tr)*

### **ABSTRACT**

*Kahramanmaraş is under the influence of the East Anatolian and Dead Sea active faulty zone that has a significant place in Turkey's tectonic structure. Due to its high population and high earthquake risk that will be caused by active faults, soil properties of Kahramanmaraş city have to be evaluated for its suitability for the construction. This study includes the results of the geological-geophysical investigations and geotechnical studies in Kahramanmaraş city center and adjacent areas.*

*Jurassic-Cretaceous limestones of the Arabian platform, Cretaceous aged Tut formation, middle Eocene-Oligocene aged Ahırdağı formation, upper Miocene aged Döngüle formation, Plio-Quaternary aged Pınarbaşı and Gölbaşı formation and Quaternary aged units of alluvium, alluvial fan and old alluvium sediments outcrop in the study area.*

*The aim of field investigation was to determine the lithologic borders and tectonic lines to bring up the stratigraphic relations of geological units. Thus, a 1/2000 scaled map was drawn. In order to determine engineering characteristics of the lithologic units, a total of 287 geotechnical boreholes with a depths ranging between 4.50 and 15.45 m were drilled. Standard penetration tests were carried out at each 1.5 m and penetration resistance of the ground was determined, and disturbed samples of 1073 and undisturbed samples of 75 were taken from the boreholes. In addition, seismic refraction and electricity resistivity measurements at 88 points were examined to determine the velocity of P and S waves and soil parameters in the investigated area.*

*Based on the geotechnical parameters obtained from the study area have been used to assess bearing capacity, swelling, liquefaction and analysis of settlement, as a result, the study area was divided into suitable areas and different measured areas in terms of its suitability for settlement*

*Because study area takes place in 1. degree of seismic zone and under the influence of the East Anatolian and Dead Sea active faulty zone, in the studies, this risk must always be kept in mind. In all units that have the lithology of ground, potential earthquake Which may occur on the Dead Sea Fault zone and East Anatolian Fault zone, suggest that the devastating effects on the study area would increase.*

**Keywords:** *East Anatolian Fault Zone, Dead Sea Fault Zone, geotechnical properties, geotechnical borehole, settlement suitability, Kahramanmaraş*

## OPTİMAL SU MUHTEVASINDA SIKIŞTIRILMIŞ ORTA PLASTİSELİ KİLLERİN YAPI TEMELLERİNİN DEPREME KARŞI DAYANIKLILIGINDAKİ ÖNEMİNE DAİR BİR ARAŞTIRMA ÇALIŞMASI

**Tevfik İsmailov<sup>1</sup>, Ermeddin Totić<sup>2</sup>, Yusuf Ateş<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeotermal Enerji, Yeraltısu ve Mineral Kaynakları  
Araştırma ve Uygulama Merkezi Isparta

<sup>2</sup> Bartın Üniversitesi, İnşaat Bölümü, Bartın  
(tevfikismailov@sdu.edu.tr)

### ÖZ

Dünyanın çeşitli deprem bölgelerinde yapılan araştırma çalışmaları aynı arazide yapılan binaların aynı depreme karşı farklı dayanıklılıkta olabildiğini göstermektedir. Kocaeli ve Van deprem bölgelerinde de karşılaşılan bu durumun başlıca nedeni, binaların temelleri ile ilgili parametrelerin (temelin kazı derinliği, temelin alanını) farklı seçilmiş olmasıdır. Binaların temel tipleri ve temellerin boyutları doğal zeminin özelliklerine göre seçilir. Deprem sırasında meydana gelen dinamik yüklerin etkisiyle zeminin bu doğal özellikleri bozulur ve bina yıkılabilir. Teorik ön çalışmalarımıza göre, toplam 12-ölçekli MSK (Medvediyerin, Sponhojerin, Karnikin) skalası üzerinden 7- 8 ölçekte (Richter magnitud = 6.0-6.5) meydana gelmiş depremlerin etkisini engellemek için söz konusu yapının temel parametrelerinin 1,5— 2,0 kat arttırılması gerekmektedir. Bu çalışmadaki amacımız sadece temelin parametrelerini değil, temel altı kil zemininin özelliklerini de değiştirerek yapıyı 8- 9 ölçekli (Richter magnitud = 6.5-7.0) depremlere karşı da dayanıklı duruma getirebilmektir. Bunun için temel altı zemindeki orta plastisiteli kilin sıkıştırılması önermekteyiz. Optimal su muhtevasında doğal yapıya sahip olan orta plastisiteli killerin sıklaştırılması belli yüksekliklerden belli bir noktaya çeşitli (10–12) sayıda darbe indirmeyi içeren bir yöntemdir. Bu yöntemi kullanmakla kalınlığı 1,5-2,0m, sıklığı  $(1,0 \gamma_{\max} - 0,95\gamma_{\max})$  arasında değişen sıkıştırılmış tabakanın oluşturulması pratik olarak mümkündür. Bu şekilde sıklaştırılmış bir zemin için  $\gamma_{\max} = 1,75-1,8t / m^3$ , optimum su muhtevası %12–15, iç sürtünme açısı 26- 28<sup>o</sup>, ve kohezyon 2,5–3,0 t/m<sup>2</sup> olabilmektedir. Bu çalışmada, örnek olarak, kazı derinliği 3-4m, alanı (3,0\*2,0m) olan dikdörtgen bir temele 1000 kN'luk bir yük aktarılacağı kabul edilmiştir. Daha evvel yapılan çalışmalarda bu boyutta bir temelin 6.5 magnitudundeki bir depreme karşı dayanıklı olduğunu hesaplamıştık. Aynı temelin depreme karşı daha da dayanıklı olması için temelin altında bulunan ve kalınlığı 1,5–2,0m olan yukarıda belirtilen özelliklerdeki kil tabakası sıklaştırılmıştır. Bina fay hattı üzerinde olmayıp, yer altı suyu seviyesi 10m den daha derindedir. Ayrıca, yapı temelinin titreşim periyodu temel altı zeminin titreşim periyodundan farklıdır. Bu şartlar altında söz konusu yapının 7 magnitud (Richter) kadarki bir depreme karşı dayanıklılığını belirlemek üzere Rusya Bilimler Akademisi'nin bilim adamı olan Prof. Dr Stavniserin deprem bölgelerinde yapıların temellerinin depreme karşı dayanıklılığını belirlemek için tavsiye ettiği tahmini bir teorik yöntem kullanılarak yapının depreme dayanıklılığı araştırılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonuçlarına göre, temel altında bulunan orta plastisiteli kil tabakasının sıklaştırılması, daha evvel ancak 6.5 magnitudteki (Richter) bir depreme karşı dayanıklı olabilen bu yapıyı 7 magnitud (Richter) kadarki depremlere karşı da dayanıklı hale getirebilmektedir. Söz konusu metodun pratikte uygulanması ve alınan sonuçlar konusu ise ancak gelecek zaman içinde açıklığa kavuşabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Kil, bina, temel, deprem, zarar



## **AN INVESTIGATION ON THE IMPORTANCE OF MEDIUM-PLASTICITY CLAY, COMPACTED AT OPTIMAL WATER CONTENT, IN THE STABILITY OF FOUNDATIONS DURING EARTHQUAKES**

**Tevfik İsmailov<sup>1</sup>, Ermeddin Totić<sup>2</sup>, Yusuf Ateş<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi Isparta, Turkey

<sup>2</sup> Bartın Üniversitesi, İnşaat Bölümü, Bartın, Turkey  
(tevfikismailov@sdu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

The research studies undertaken in various regions of the globe where earthquakes occurred show that buildings constructed in similar places can show variable degree of survivability when subjected to the same earthquake. Such differences were observed after Kocaeli and Van earthquakes as well. The main reason for this is related to selection of building foundation parameters (depth of excavation, area of foundation) differently. The type of foundation and the foundation dimensions are normally selected based on natural properties of the foundation. The natural properties of foundations are altered under the influence of dynamic loads generated by earthquakes, and may cause collapse of buildings. According to our previous theoretical estimates, by increasing the structure's foundation geometry 1.5 to 2 times, it could be made to survive the earthquakes measuring 7 to 8 on the 12-degree MSK (Medvediyerin, Sponhojerin, Karnikin) scale (.6.0-6.5 on Richter magnitude scale). The purpose in undertaking this study is to make the structure survivable after an earthquake measuring 8-9 on the MKS scale (.6.5-7 on Richter magnitude); by changing not only the foundation geometry, but also the properties of clay underlying the structure's foundation. For this, we are proposing compacting the medium plasticity clay in the material under the foundation. The best method to compact a naturally formed medium-plasticity clay layer at an optimal water content is to drop a 3-5 ton weight with its compaction area of 1,2-1,5m<sup>2</sup> from various heights (2-5m) to a point a number of times (10-12). It has been demonstrated several times in practice that, by using this method, it is possible to obtain 1.5 – 2.0m-thick clay layers with density varying between 1,0 to 0,95 times the  $\gamma_{max}$ : A foundation compacted in this way can have  $\gamma_{max}=1,75-1,8t/m^3$ , optimum water content 12–15%, internal friction angle 26– 28°, and cohesion 2,5–3,0 t/m<sup>2</sup>. In this study, as an example, a 1000 kN load is transferred to a rectangular foundation having depth of 3-4m and area of 3.0\*2.0m. A 1.5-2.0m clay layer, compacted as described above, underlies this foundation. In our previous studies, we have calculated that a foundation with these dimensions can withstand earthquakes up to 6.5 magnitudes. In order to make the same foundation to withstand earthquakes of even higher magnitudes, a 1.5-2.0m-thick compacted clay layer with these properties is installed beneath the foundation. The building is not on a fault zone, and the water table is lower than 10m below the building. Also the shaking periods of the building foundation is different than that of the underlying geological formation. Under these conditions, to determine the survivability of this structure under the influence of an earthquake of up to 7 Richter magnitudes, an empirical -theoretical method recommended by Prof. Dr Stavniserin from Science Academy of Russia for determination of survivability of foundations under earthquake loads is used. The results show that a naturally formed medium-plasticity clay layer compacted at optimal water content underlying a foundation can play an important role in the survivability of structures subjected to earthquakes with up to 7 Richter magnitudes. Our studies relating to the theoretical aspects of this topic are ongoing. The practical use and results from its use will be tested in future events.

**Keywords:** Clay, building, foundation, earthquake, damage

## ZAYIF KAYA KÜTLELERİNDE AÇILAN TÜNEL GİRİŞ ŞEVLERİNİN DURAYLILIK VE KAZILABİLİRLİK ANALİZLERİ

**Ayberk Kaya<sup>1</sup>, Fikri Bulut<sup>2</sup>, Selçuk Alemdağ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane Üniversitesi, 29100, Gümüşhane

<sup>2</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 61080, Trabzon  
(ayberkkaya@hotmail.com)

### ÖZ

Zayıf kaya kütlelerinde açılacak tünel giriş şevlerinin tasarımı, mühendislik jeolojisi açısından bazı zorluklar sunmaktadır. Tasarım aşamasında yapılacak küçük bir hata, kazı aşamasında maliyetli ve zaman alıcı sorunlara yol açabilmektedir. Bu tür ciddi problemlerle karşılaşmamak için tünel girişlerinin tasarım aşamasında en uygun ve ekonomik kazı yöntemine göre projelendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, Karadeniz Sahil Yolu Projesi kapsamında Esosen yaşlı Kabaköy Formasyonu'na ait orta derecece ayrıışmış bazaltik tüflerde açılan Konakönü (Araklı-Trabzon) Tüneli'nin giriş bölümü pilot çalışma alanı olarak seçilmiştir. Açılacak giriş ve yarma şevlerinin duraylılığını belirlemek için kinematik, limit denge ve sayısal analizlerden yararlanılmıştır. İlk önce, ana süreksizlik setleri göz önüne alınarak şevler için kinematik analizler yapılmıştır. Yapılan kinematik analizler sonucunda giriş şevinde düzlemsel ve kama türü kaymaların gerçekleşebileceği, yarma şevinde ise süreksizliklere bağlı bir yenilmenin gerçekleşmeyeceği belirlenmiştir. Daha sonra, yapılan limit denge analizlerinde yalnızca düzlemsel kaymanın gelişebileceği saptanmıştır. Şevlerde herhangi bir dairesel kaymanın gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini belirlemek için de, tasarlanan şev geometrisi esas alınarak sayısal analizler yapılmıştır. Sayısal analizlerde Phase<sup>2</sup> programı kullanılmış ve oluşturulacak şevlere ait SRF (Strength Reduction Factor) değerleri belirlenmiştir. Sayısal analizlerin sonucuna göre giriş şevi için SRF değeri 1.4, yarma şevi için ise 1.29 olup, şevlerde dairesel kayma olasılığı vardır. Giriş ve yarma şevlerinin stabilesini sağlamak amacıyla Phase<sup>2</sup> programı kullanılarak gerekli destek tasarımı yapılmıştır. Destek uygulamasından sonra giriş ve yarma şevlerine ait SRF değerleri sırasıyla 1.74 ve 1.53'e yükselmiştir.

Ayrıca, tünel girişindeki kaya kütlesi Pettifer ve Fookes ile Tsiambaos ve Saroglou tarafından önerilen kazılabilirlik sınıflandırma sistemlerine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflamalara göre orta derecece ayrıışmış bazaltik tüfler hidrolik kırıcı kullanılarak "sökülebilir" özelliktedir.

**Anahtar Kelimeler:** Destek tasarımı, kazılabilirlik, şev duraylılığı, tünel girişi, zayıf kaya kütlesi

## **SLOPE STABILITY AND EXCAVATABILITY ANALYSES OF TUNNEL PORTALS IN WEAK ROCK**

**Ayberk Kaya<sup>1</sup>, Fikri Bulut<sup>2</sup>, Selçuk Alemdağ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department of Geological Engineering, Gümüşhane University,  
29100, Gümüşhane, Turkey

<sup>2</sup> Department of Geological Engineering, Karadeniz Technical University,  
61080, Trabzon, Turkey  
(ayberkkaya@hotmail.com)

### **ABSTRACT**

*In terms of geological engineering, tunnel portal design in weak rock presents some challenges. A small misinterpretation in the design stages can lead to costly and time-consuming problems at the construction phases. To avoid serious problems of this kind, tunnel portals should be projected with most suitable and economical excavation method in design stage.*

*In this study, the entrance portal of the Konakönü (Araklı-Trabzon) Tunnel was selected as the pilot study area, excavated in moderately weathered basaltic tuff for the Blacksea Coastal Highway Project. The kinematical, limit equilibrium and numerical analyses were performed to determine the stability of the portal and cut slopes, will be opened. Firstly, the kinematical analyses were performed taking into account the main discontinuity sets for the slopes. The results of the kinematical analyses showed that wedge and planar failures were possible on the portal face slope and no failure is expected on the cut slope. After performing the limit equilibrium analyses, it was determined that only planar failure was expected on the portal face slope. The numerical analyses were performed to determine if rotational failure is to occur in the designed slopes. The Phase<sup>2</sup> programme was used in numerical analyses and SRF (Strength Reduction Factor) value of the slopes were determined. According to the numerical analyses, for the portal face slope SRF value is 1.4, for the cut slope is 1.29 and rotational failure is possible. Following the slope stability analyses, recommendations were made regarding the required support systems using the Phase<sup>2</sup> programme. After support installation, the SRF values for the portal and cut slopes increased to 1.74 and 1.53, respectively.*

*The rock mass at the entrance portal section was classified according to the excavatability classification systems of Pettifer and Fookes and Tsiambaos and Saroglou. The results of excavatability analyses show that moderately weathered basaltic tuff is rippable by using hydraulic breaker.*

**Keywords:** *Excavatability, slope stability, support design, tunnel portal, weak rock*

## ADİLCEVAZ ESKİ (ULU) CAMİİ'NDE KULLANILAN AHLAT TAŞI DEĞERLENDİRİLMESİ

**A. Esin Kuleli<sup>1</sup>, Muhterem Demiroğlu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Turan Emeksiz Sk. No: 12/ 3 Gaziosmanpaşa, Çankaya, Ankara

<sup>2</sup>İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, Maslak, İstanbul  
([ae\\_kuleli@gmail.com](mailto:ae_kuleli@gmail.com))

### ÖZ

Ulu Camii ya da Eski Cami olarak bilinen tarihi yapı, Doğu Anadolu'da Bitlis iline bağlı Adilcevaz ilçesinin batı yönünde, tarihi kalenin güney yamacında yer almaktadır. Van gölüne uzanan meyilli bir arazinin yamacında kaba yonu taşı ve kesme taş kullanılarak inşa edilen cami, doğu-batı doğrultusunda uzanan kütleli bir yapıya sahiptir. Bitlis ve çevresindeki yapıların hemen hemen hepsinin inşasında muntazam yontulmuş blok taş ve kireç harç kullanılmıştır. Taşlar sıkı ve muntazam bir şekilde birleştirilmiş, harç ince çizgiler halinde kalmıştır. Eski Camide de aynı yapı tekniği karşımıza çıkmaktadır. Van Gölü çevresinin coğrafi yapısı ve taş ocaklarının bolluğu yöre mimarisini şekillendirmiş ve standart diyebileceğimiz bir inşaat tarzını ortaya çıkartmıştır. Kireçtaşının yanı sıra yörede Ahlat taşı olarak bilinen andezit ve andezitik tüf kullanılmıştır.

Camii, doğu- batı doğrultusunda enine dikdörtgen planlı olup, beş adet tonozlu bölüm üzerinde yükselmektedir. Camii genel olarak incelenirse, yapının gerek beden duvarlarında, gerekse iç mekânında yer alan kemer, tonoz gibi yapı öğelerinde iki tip yapı malzemesi kullanıldığı tespit edilmiştir. Orijinal yapım sürecinde genel olarak gri renkli olan taşlar kaba yonu taş olarak kullanılmış olmasına rağmen, onarımlar sırasında ise pembe, kahverengi, gri renklerde kesme taşların kullanımı tercih edilmiştir.

Bu araştırmada, camiden orijinal yapımında sonradan onarımlarda kullanıldığı düşünölen iki ayrı örnek grubunun ince kesitleri incelenmiş ve fizikomekanik deneyler yapılarak kuru birim ağırlığı, doğgun birim ağırlığı, porozite, su emme ve basınç dayanım değerleri belirlenmiştir. İki örneğinde andezitik tüf olduğu ancak ikinci örneğin daha uzun süre atmosferik koşullarda ayrıştığı anlaşılmıştır. 1 no' lu örnek, düşük dayanımlı, orta derecede ayrışmış kaya grubunda, 2 no' lu örnek, çok düşük dayanımlı ve oldukça ayrışmış kaya grubunda yer almıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Eski (Ulu) Cami, ahlat taşı, ayrışma.

## **THE EVALUATION OF AHLAT STONE USED ADİLCEVAZ ESKİ (ULU) MOSQUE**

**A. Esin Kuleli<sup>1</sup>, Muhterem Demiroğlu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Turan Emeksiz Sk. No: 12/ 3 Gaziosmanpaşa, Çankaya, Ankara, Turkey

<sup>2</sup>İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, Maslak, İstanbul, Turkey  
(aekuleli@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Historic structure known as the Great Mosque or the Old Mosque, is situated in Adilcevaz which is takes place in the province of Bitlis in Eastern Anatolia. The mosque was built using rough cut stone and cut stone on the land extending to the lake of Van, on the east-west orientation and it has a massive structure. Almost all of the historic structures in Bitlis and its surrounding are used regularly hewn blocks of stone and lime mortar, stones. The stones were combined with strict and uniform manner, so that mortar remains as thin lines. The same building technique can be seen also at the Old Mosque. Geographical structure of the region around Lake Van and abundance of stone quarries had shaped the local architecture and a building style had been revealed. Andesite and andesitic tuff used known in the region as the stone of Ahlat as well as limestone.*

*Mosque has an transverse rectangular shape on the east-west direction and it is extended over the five vaulted sections. If the mosque are generally examined, two types of stones are determined to be used as building material both outer walls of the structure and elements such as the arches, the vaults existing in the interior of it. Although gray stones were mainly used as rough cut stone in the original construction process, the pink, brown, and gray colors of cut stones were preferred to be used during repair works.*

*In this study, two type of samples were taken from the mosque and thin sections examined. The dry unit weight, saturated unit weight, porosity, water absorption and compressive strength values were determined with physico-mechanical experiments. One type presumably is the original building material and another was used for repairs. Both are Andesitic tuff but it is estimated that the second example should have exposed more long-term atmospheric conditions. First sample took place in low strength, moderately weathered rock group. Second sample entered in very low strength and highly weathered rock group.*

**Keywords:** *The Eski (Ulu) Mosque, ahlat stones, decomposition*

## FAY ZONLARINDA BULUNAN GENÇ ÇÖKELLER ÜZERİNDEKİ YERLEŞİM ALANLARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKLİ KONULAR: GEZİN (ELAZIĞ)

Ali Yalçın<sup>1</sup>, Aydın Öztürk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniv, Müh-Mim Fak, Jeo Müh Böl, 32260, Isparta

<sup>2</sup>Jeoteknik Mühendislik İnşaat Turizm San. Tic. Lim. Şti, Adıyaman  
(aliyalcin@sdu.edu.tr)

### ÖZ

Bilindiği üzere ülkemizde yerleşim birimlerinde yapılaşma düzlük alanlar olan ovalarda yoğunlaşmaktadır. Aynı zamanda inşaat sektöründeki hızlı gelişmeler ve artan ihtiyaçlara bağlı olarak çok katlı yapılaşmada artmaktadır. Bu uygulamalar sonucu yapının zemini ile ilgili önemli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Tüm yerleşim alanlarında olduğu gibi küçük yerleşim birimlerinde de farklı nedenlerle, yapılar ya yeterli mühendislik hizmetleri olmadan ya da eksikli yetersiz mühendislik verileri kullanılarak inşa edilmektedir. Bunun sonucunda büyüklüğü fazla olmayan depremlerde dahi mal ve can kayıpları olmaktadır. Söz konusu kayıpların bir süre nedeni niçini tartışılmakta ve kısa süre sonra unutulmaktadır. 23 Ekim 2011 tarihinde Van'da olan 7,2 büyüklüğündeki deprem sonrası yine, yerleşim alanlarında yanlış yer seçimi ve binalarda eksik malzeme kullanımı tartışılmaktadır. Son zamanlarda ilgili kurum, kuruluş ve meslek odalarının çabaları ile kağıt üzerinde gerekli mühendislik çalışmalarının yapıldığı görülmektedir. Uygulamada ise çoğunlukla söz konusu uyarılar dikkate alınmamaktadır.

Deprem bölgelerinde yapılacak yapılar hakkındaki yönetmelik gereği, imar planına esas jeolojik-jeoteknik etüd raporları zorunlu hale getirilmiştir. Hazırlanacak bu raporlarda daha sağlıklı yapılaşma için, zemini sorunlu olan bölgenin önlemleri alan 1 (ÖA1) ve önlemleri alan 2 (ÖA2) olarak belirlenen bölgelerde bazı nedenlerle ÖA2 olarak değerlendirilen bölgeler daha detay araştırılarak bazı alanların yapılaşmaya uygun olmadığı belirtilmelidir.

Bu çalışmada doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde bulunan Hazar Gölü doğu kıyısındaki, Gezin (Elazığ) beldesi yerleşim alanı örnek olarak sunulmuştur. Yerleşim alanı zeminini oluşturan birimlerin taşıma gücü, şişme-oturma özellikleri ve sıvılaşma riski dikkate alınmıştır. Eldeki bulgulara göre, ÖA2 olarak belirtilen bölgelerde bazı uygun olmayan alanlar belirlenmiştir. Belirlenen bu alanların haritalarda gösterilmesinin gerekliliği ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Fay zonu, yerleşim alanı, yapı, jeoteknik, sıvılaşma

## **POINTS TO CONSIDER IN THE RESIDENTIAL AREAS ON THE YOUNG DEPOSITS IN THE FAULT ZONES: GEZİN (ELAZIĞ)**

**Ali Yalçın<sup>1</sup>, Aydın Öztürk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Architecture,  
Department of Geological Engineering, 32260, Isparta, Turkey

<sup>2</sup>Geotechnical Engineering, Construction, Tourism, Industry Trade Co. Ltd.,  
Adıyaman, Turkey  
(aliyalcin@sdu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*As is known, the structuring in the residential areas in our country becomes dense on the plain areas. At the same time, multi storey structuring and rapid developments in the construction sector related to the increasing demands also increase. As a result of these applications, important problems occur regarding to the surface of the structure. As is in all the residential areas, constructions are made by using missing or insufficient engineering data or without having any engineering services with different reasons also in the villages. Thus, even so the small magnitudes of earthquake can result with loss of life and property. For a while, the reasons of the said losses are discussed and they are forgotten after a short period of time. After the earthquake with a magnitude of 7.2 in Van on October 23, 2011; the wrong location selection in the residential areas and usage of missing materials in the buildings were discussed. Recently by the efforts of the relevant establishments, associations and trade associations; it is seen that required engineering studies are being performed on paper. In application, normally the said warnings are not taken into consideration.*

*By force of the directive about the structures to be constructed on the earthquake regions; it is necessary to have the geological-geotechnical investigation reports based on the zoning plan. In these reports to be prepared; the regions with problematic surfaces should be distinguished as prevented area 1 (PA1) and prevented area 2 (PA2) and in these determined regions, the areas specified as PA2 should be examined in detail and it should be notified that some of the areas are not suitable for structuring.*

*In this study, the Gezin (Elazığ) town residential area, along with the east side of Hazar Lake on the east Anatolian fault zone is submitted as a sample. The bearing capacity, inflation-set properties and liquefaction risk of the units creating the surface of the residential area are taken into consideration. According to the obtained data, some unsuitable areas were determined from the regions indicated as PA2. It is also brought out that there areas should be shown the maps.*

**Keywords:** *Fault zone, residential area, structure, geotechnics, liquefaction*





**PALEONTOLOJİ-BİYOSTRATİGRAFİ**  
***PALEONTOLOGY-BIOSTRATIGRAPHY***

**Sözlü Sunumlar / *Oral Presentations***

## KORKUTELİ (ANTALYA) GÜNEYBATISINDAKİ EOSEN İSTİFİNİN PLANKTONİK FORAMİNİFER FAUNASI

**Deniz İbiliöğlu**

*Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Merkez Kampüs, 43270, Kütahya  
(denizi@dpu.edu.tr)*

### ÖZ

Batı Toroslar'da, Korkuteli (Antalya) bölgesinde, Beydağları otoktonuna ait Eosen-Erken Oligosen yaşı, marn, kıltaşı ve kireçtaşından oluşan Küçükköy Formasyonu, Geç Kretase yaşı platform-tipi kireçtaşlarını uyumsuz olarak üstler ve Geç Oligosen-Miyosen yaşı kireçtaşları ve kıltaşları tarafından uyumsuz olarak üzerlenir. Bu çalışmada, Küçükköy Formasyonu'nun Eosen yaşı marnlı düzeylerindeki planktonik foraminifer faunası tanımlanmıştır.

Korkuteli'nin 5 km güneybatısındaki Fedil Deresi'nde 55m kalınlık gösteren stratigrafi kesiti ölçülmüş ve 33 adet örnek derlenmiştir. Yıkama örneklerinden yapılan tayinler zengin planktonik foraminifer içeriğinin varlığını ortaya koymuştur: Acarinina echinata, Acarinina medizai, Catapsydrax globiformis, Catapsydrax howei, Catapsydrax unicavus, Globigerina officinalis, Globoturborotalita martini, Globoturborotalita ouachitaensis, Globigerinatheka index, Globigerinatheka korotkovi, Globigerinatheka lutherbacheri, Globigerinatheka mexicana, Globigerinatheka semiinvoluta, Hantkenina compressa, Hantkenina alabamensis, Hantkenina primitiva, Subbotina angiporoides, Subbotina corpulenta, Subbotina eocaena, Subbotina hagni, Subbotina linaperta, Subbotina gortanii, Subbotina yeguaensis, Turborotalia cerroazulensis, Turborotalia cocoaensis, Turborotalia pomeroli, Turborotalia increbscens.

Tanımlanan türler, Küçükköy Formasyonu'nun marnlı düzeylerinin Priyaboniyen yaşı olduğunu işaret etmektedir. Önceki çalışmalarda, bu düzeylere Geç Lütésiyen yaşı öngörülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Batı Toroslar, Beydağları otoktonu, Eosen, Korkuteli, planktonik foraminifer

## **PLANKTONIC FORAMINIFERAL FAUNA OF THE EOCENE SEQUENCE IN SOUTHWEST OF KORKUTELİ (ANTALYA)**

**Deniz İbiliöğlü**

Dumlupınar University, Engineering Faculty, Department of Geological Engineering,  
Main Campus, 43270, Kütahya, Turkey  
(denizi@dpu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In the Korkuteli (Antalya) area (western Taurides), The Küçükköy Formation including Eocene-Early Oligocene marl, claystone and limestone of the Beydağları autochthonous unconformably rests on Late Cretaceous platform-type limestones, and is overlaid by Late Oligocene-Miocene limestones and claystones with an unconformity. In this study, planktonic foraminifera fauna in the Eocene marly levels of the Küçükköy Formation was described.*

*Fedil stream stratigraphic section located at 5 km southwest of Korkuteli showing 55 metres total thickness was measured and collected 33 samples. Determination of washing samples indicates a rich planktonic foraminifera fauna: Acarinina echinata, Acarinina medizai, Catapsydrax globiformis, Catapsydrax howei, Catapsydrax unicavus, Globigerina officinalis, Globoturborotalita martini, Globoturborotalita ouachitaensis, Globigerinatheka index, Globigerinatheka korotkovi, Globigerinatheka lutherbacheri, Globigerinatheka mexicana, Globigerinatheka semiinvoluta, Hantkenina compressa, Hantkenina alabamensis, Subbotina angiporoides, Subbotina corpulenta, Subbotina eocaena, Subbotina hagni, Subbotina linaperta, Subbotina gortanii, Subbotina yeguaensis, Turborotalia cerroazulensis, Turborotalia cocoaensis, Turborotalia pomeroli, Turborotalia incresbescens.*

*The species determined point out that the marly levels of the Küçükköy Formation are Priabonian age. In the previous records, these levels were dated as the Late Lutetian.*

**Keywords:** *Western Taurides, Beydağları autochthonous, Eocene, Korkuteli, planktonic foraminifera*

# ISPARTA YÖRESİNDE ORTA-GEÇ MAASTRİHTİYEN YAŞLI BİLİNE ÇİĞDEMTEPE FORMASYONUNUN YENİ NANNOFOSİL KAYITLARI VE KEŞFEDİLEN STRATİGRAFİK-SEDİMANTOLOJİK SIRLARI

**Enis Kemal Sagular**

*S.D.Ü., Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta  
(eniskemal@gmail.com)*

## ÖZ

Bu çalışma, Isparta yöresinde daha önce Orta-Geç Maastrichtiyen yaşlı olarak nitelenen Çiğdemtepe Formasyonu'na ait plakete kireçtaşlarındaki nannofosil kayıtlarını ele almakta; ayrıca, birim içerisindeki Kretase-Tersiyer geçişine ilişkin yeni stratigrafik-sedimantolojik bulguları ve üzerine gelen Geç Tanesiyen-İpreziyen yaşlı Koçtepe Formasyonu (denizel karbonat ve kırıntılılar) ile sınırına ilişkin yeni yorumları tartışmaya açmaktadır. Yapısal bakımdan uyumlu görünüşleri nedeniyle bazı çalışmalarda stratigrafik uyumlu olarak kabul edilseler de, önceki çalışmaların çoğunda her iki birime ait kayalarda belirlenen farklı bentik ve planktik foraminifer içeriklerine göre, Çiğdemtepe ve Koçtepe Formasyonları arasında bir stratigrafik boşluğun bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca, karbonat kayaç çökeliminden kırıntılı kayaç çökelimine dönüşümü gösteren litostratigrafik ve sedimantolojik farklılıklar nedeniyle, iki formasyonun sınırı aşınmalı paralel uyumsuz (hiyatüs) olarak yorumlanmıştır. Ancak, bu çalışmada, açık ve derin deniz (açık shelf) ortamını yansıtan bir karbonat çökelimini temsil eden Çiğdemtepe Formasyonu'nun ait pelajik kireçtaşlarının üst seviyelerinde, önceki çalışmalarda gözlerden kaçan ve Koçtepe Formasyonu'nun kırıntılı kayaçlarının renklerine uyan bir kırmızı-yeşil renkli bantlaşmanın bulunduğu saptanmıştır. Orta-Geç Maastrichtiyen yaşlı olarak bilinen Çiğdemtepe Formasyonu'nun bu seviyelerden alınan kayaç örneklerinden hazırlanan preparatlarda ve ince kesitlerde yapılan ayrıntılı nannofosil incelemelerinde, CC26 *Micula murus* Zonu'nu temsil eden Geç Maastrichtiyen formları ile birlikte NP5 *Fasciculithus tympaniformis* Zonu'nu temsil eden bir Geç Tanesiyen nannofosil topluluğunun da bulunduğu belirlenmiştir. Nannofosil kayıtları, birimin üst seviyelerinde (~1-2 m) bulunan ve olasılıkla Geç Maastrichtiyen'den Erken Tanesiyen'e kadar (~ 4 my) süren bir su altı uyumsuzluğunun (lakün) oluştuğuna işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hemipelajik kireçtaşı, Isparta, Kretase-Tersiyer geçişi, lakün, nannofosil.

**NEW NANNOFOSSIL RECORDS AND REALIZED STRATIGRAPHIC-  
SEDIMANTOLOGIC SECRETS OF THE ÇİĞDEMTEPE FORMATION  
REFERRED TO MIDDLE-LATE MAASTRICHTIAN AGE IN THE  
ISPARTA DISTRICT**

**Enis Kemal Sagular**

*S.D.U., Faculty of Engineering and Architecture,  
Department of Geological Engineering, Isparta, Turkey  
(eniskemal@gmail.com)*

**ABSTRACT**

*This study deals with nannofossil records in the platelette limestones of Çiğdemtepe Formation which has been formerly described as Late Maastrichtian in age, in addition, puts forward a discussion on new interpretations related to its boundary with Koçtepe Formation (marine carbonates and clastic rocks) of Late Thanetian-Ypresian and new stratigraphical and sedimentological findings related to Cretaceous-Tertiary transition events in the succession. Even if regarded as being stratigraphically conformable due to their compatible structural appearance in some previous studies, in the most of the studies, in the boundary of Çiğdemtepe and Koçtepe Formations having a stratigraphic unconformity based on their benthic and planktic foraminiferal contents recognized in the rocks of both successions. Additionally, the boundary of two successions was interpreted as an erosional parallel unconformity (hiatus) due to their lithostratigraphical and sedimentological differences indicating to an alteration from carbonate rock sedimentation to clastic rock deposition. However, in the upper levels of the pelagic limestones of Çiğdemtepe Formation that reflects a carbonate sedimentation representing open and deep marine environment (open shelf), a red-green banding structure which were overlooked in previous studies and corresponding to colours in clastic rocks of the Koçtepe Formation was recognized in this study. In detailed nannofossil determinations that have been done in smear-slides and thin-sections prepared from the rock samples derived from these levels of the Çiğdemtepe Formation known as being of the Middle-Late Maastrichtian age, Late Thanetian nannofossil assemblage represented to NP5 Fasciculithus tympaniformis Zone were also detected in addition to Late Maastrichtian forms represented to CC26 Micula murus Zone. The nannofossil records indicate to occurring a submarine disconformity (lacun) that probably continued from Late Maastrichtian to Late Thanetian (~4 my) and taking place in the upper levels (~1-2 m) of the unit.*

**Keywords:** *Cretaceous-Tertiary transition, Isparta, hemipelagic limestone, lacun, nannofossil.*

## İNCESU (ISPARTA KB'SI) ÇEVRESİNDEKİ EOSEN TORTULLARIN PLANKTONİK FORAMİNİFER BİYOSTRATİGRAFİSİ

**Deniz İbilioğlu**

*Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Merkez Kampüs, 43270, Kütahya  
(denizi@dpu.edu.tr)*

### ÖZ

Isparta KB'sında (Batı Toroslar) fliş fasiyesinde çökelmiş Eosen Yaşlı Kırdagları Serisi, Geç Kretase yaşlı neritik platform-tipi karbonatları uyumsuz olarak üstler, alt bölümlerinde çoğunlukla karbonatlı çamurtaşı ve kireçtaşından oluşur ve üste doğru kumtaşı, kıltaşı ve marn aralanmasından oluşan düzeyele geçişler gösterir. Bu çalışmada, Kırdaglar Serisi'ndeki Eosen yaşlı planktonik foraminiferlerin dağılımı ve biyostratigrafisi incelenmiştir.

İncesu köyü yakın çevresinde yüzeleyen Eosen çökellerinden ölçülen stratigrafik kesit boyunca 45 adet örnek toplanmıştır. Yıkama yöntemi ile hazırlanmış bu örnekler, bol miktarda ve iyi korunmuş planktonik foraminifer topluluğu içermektedir. Planktonik foraminifer topluluğu 8 cins ve 29 türden meydana gelmekte ve tropikal ve subtropikal bölgelerin zonal yerlerini belirten formları içermektedir. Türlerin biyostratigrafik dağılımından Lütesiyen-Priyaboniyen arasında 4 planktonik foraminifer biyozonu tanımlanmıştır. Bunlar; Lütesiyen-Erken Bartoniyen'de *Morozovella lehneri* Kısmi Menzil Zonu (P12); Bartoniyen'de *Orbulinoides beckmanni* Takson Menzil Zonu (P13); Geç Bartoniyen'de *Truncorotaloides rohri-Morozovella spinulosa* Kısmi Menzil Zonu (P14) ve Geç Bartoniyen-Erken Priyaboniyen'de *Globigerinatheka semiinvoluta* Ara Zonu (P15). Önceki çalışmalarla yaşlar uyumlu olmasına karşılık, bu çalışmada en zengin planktonik foraminifer topluluğu ve zonları tanımlanmıştır.

Planktonik foraminiferlerin biyostratigrafisi İncesu çevresindeki Kırdagları Serisi'nin Orta-erken Geç Eosen'de çökeldiğini işaret eder.

**Anahtar Kelimeler:** Batı Toroslar, biyostratigrafi, Eosen, Kırdagları Serisi, planktonik foraminifer

## **PLANKTONIC FORAMINIFERAL BIOSTRATIGRAPHY OF THE EOCENE SEDIMENTS SURROUNDING OF İNCESU (NORTHWEST OF ISPARTA)**

**Deniz İbiliöğlu**

*Dumlupınar University, Engineering Faculty, Department of Geological Engineering,  
Main Kampüs, 43270, Kütahya, Turkey  
(denizi@dpu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*The Eocene Kırdağları Series deposited in flysch facies located at northwest Isparta (western Taurides) unconformably overlies the Late Cretaceous neritic platform type carbonates. Mostly calcareous mudstone and limestone occur at the lower sides of the succession, and indicate transitions sandstone, claystone and marl alternation through the upward. In this study, distribution and biostratigraphy of the Eocene planktonic foraminifera in the Kırdağları Series were investigated.*

*For this study, 45 samples were collected along the stratigraphic section which was measured from the Eocene sediments surrounding of İncesu. The samples, which have been prepared by using washing methods, contain abundant and well-preserved planktonic foraminiferal assemblages. The planktonic foraminiferal assemblages are composed of 29 species of 8 different genera, including zonal markers of tropical to subtropical regions. Biostratigraphic distribution of species have been identified 4 biostratigraphic zones in order from Lutetian to Priabonian. These are Morozovella lehneri Partial Range Zone (P12) in Lutetian-early Bartonian; Orbulinoides beckmanni Total Range Zone (P13) in Bartonian; Truncorotaloides rohri-Morozovella spinulosa Partial Range Zone (P14) in late Bartonian and Globigerinatheka semiinvoluta Interval Zone (P15) in late Bartonian- early Priabonian in ascending order. Although the ages obtained from previous studies are similar to ages defined, the richest planktonic foraminiferal assemblage and their detailed biostratigraphy have firstly been determined in this study.*

*The biostratigraphy of planktonic foraminifera indicate that the Kırdağları Series around İncesu village deposited during the Middle-early Late Eocene.*

**Keywords:** *Western Taurides, biostratigraphy, Eocene, Kırdağları Series, planktonic foraminifera*

## BALÇIKHİSAR (ŞUHUT/AFYONKARAHİSAR) JURA İSTİFİNİN FORAMİNİFER, ALG İÇERİĞİ VE YAŞI

**Ashlı Özkaymak, İsmail İşintek, Bilal Sarı**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160 Buca, İzmir  
(asli.ozkaymak@deu.edu.tr)*

### ÖZ

Balçıkhisar Kocaçaldağı çevresinde (Şuhut/Afyonkarahisar) Jura kayaları yaygın olarak yüzeyler. Kocaçal tip kesitinde Jura kayaları üç kronostratigrafik bölüme ayrılabilir. Bunlar alttan üste i) çamurtaşı arakatkılı ooidli intra-biyosparitik kireçtaşlarından oluşan Dogger, ii) algi, süngerli, mercanlı, biyomikritik ve biyosparitik killi kireçtaşlarından yapıllı Dogger-Malm ve iii) bazaltik lav düzeyleri içeren, algi, süngerli, mercanlı biyostromal kireçtaşları ve intra-biyosparitik kireçtaşlarıyla temsil edilen Malm bölümleridir. Bu krono-stratigrafik bölümler Dogger bölümünde yokuştan derin şelf kenarına, Dogger-Malm bölümünde resiften resif önü ve yokuşa, Malm bölümünde resiften yokuş ve derin şelfe değişen ortamlarda çökelmiştir.

Tip kesitin Dogger bölümü 340 m kalınlığındadır ve *Callorbis minor*, *Sievoides kocyigiti*, *Nautiloculina oolithica*, *N. circularis*, *Freixialina* sp., *Mesoendothyra croatica*, *M. altineriana*, *Amijiella amiji*, *Cymbriaella lorigae*, *Spiraloconulus giganteus*, *S. perconigi*, *Redmondoides rotundatus*, *Gutnicella cayeuxi*, *G. cf. minoricensis*, *G. cf. bizonorum*, *Pseudodictyopsella jurassica*, *Meandrovoluta cf. asiagoensis*, *Placopsilina* sp., *Everticyclammina* sp., *Pseudocyclammina* sp., *Rectocyclammina* sp. ve *Alzonella* sp.'den oluşan bir foraminifer topluluğu ile temsil edilir. Bu fosil topluluğu istifin Dogger bölümünü Bajosiyen yaşıyla sınırlandırmaya izin verir.

Tip kesitin Dogger-Malm bölümü 85 m kalınlıktadır ve *S. kocyigiti*, *N. circularis*, *Mesoendothyra croatica*, *M. altineriana*, *Riyadhella cf. inflata*, *Riyadhella* sp., *Pseudodictyopsella jurassica*, *Protopeneloplis striata*, *Placopsilina* sp., *Everticyclammina* sp., *Pseudocyclammina* sp., *Kurnubia* sp., *Karaisella* sp. ve *Neotrocholina* sp.'den oluşan bir foraminifer topluluğunu içerir. Bu foraminifer topluluğu Bajosiyen'den Erken Malm'e değişen bir zaman aralığını işaret eder ancak Dogger-Malm sınırını belirlemeye izin vermez. Bununla birlikte topluluğun tümüyle Erken Malm'e ait olması durumunda Batoniyen-Kallovien aralığında bir gapın varlığını yansıtabilir.

Tip kesitin Malm bölümü ise 320 m kalınlıktadır ve *S. kocyigiti*, *Labyrinthina mirabilis*, *M. altineriana*, *Redmondoides lugeoni*, *Protopeneloplis striata*, *Subdelloidina luterbacheri*, *Nautiloculina* sp., *Everticyclammina* sp., *Rectocyclammina* sp., *Andersenolina* sp., *Neotrocholina* sp., *Trocholina* sp., *Lenticulina* sp., foraminiferleri, *Lithocodium agregatum*, *Clypeina cf. jurassica* algerinden ve *Cladocoropsis mirabilis* süngerinden oluşan bir fosil topluluğu içerir. Bu fosil topluluğu istifin ilk 120 m için Oksfordiyen-Kimmerisiyen, kalan bölümü için ise Malm yaşını kullanmamıza izin verir.

**Anahtar Kelimeler:** Balçıkhisar, Dogger, Malm, foraminifera, karbonatlar



## FORAMINIFERAL, ALGAL CONTENTS AND AGE OF THE JURASSIC SEQUENCE IN BALÇIKHİSAR (ŞUHUT-AFYONKARAHİSAR)

**Aslı Özkaymak, İsmail İşintek, Bilal Sarı**

Dokuz Eylül University, Department of Geological Engineering, 35160 Buca, İzmir, Turkey  
(asli.ozkaymak@deu.edu.tr)

### ABSTRACT

In the surroundings of the Kocaçaldağ-Balçıkhisar (Şuhut-Afyonkarahisar) the Jurassic rocks are widely exposed. In the Kocaçal type section the Jurassic rocks can be divided into three chrono-stratigraphic parts. These are from bottom to top i) a Dogger part consisting of mudstone intercalating ooid-bearing intra-biosparitic limestone, ii) a Dogger-Malm part which is made up of algae, sponge and coral-bearing biomicritic and biosparitic limestones and iii) a Malm part represented by algae, sponge and coral-bearing biostromal and intra-biosparitic limestones with basaltic lava intervals. These chrono-stratigraphic parts are precipitated in an environments changing from slope to deep shelf margin in the Dogger part, reef, fore reef to slope in the Dogger-Malm part and reef to slope and deep shelf in the Malm part.

The Dogger part of the type section is 350 m in thickness and is represented by a foraminiferal assemblage consisting of *Callorbis minor*, *Sievoides kocyigiti*, *Nautiloculina oolithica*, *N. circularis*, *Freixialina* sp., *Mesoendothyra croatica*, *M. altineriana*, *Amijiella amiji*, *Cymbriaella lorigae*, *Spiraloculus giganteus*, *S. perconigi*, *Redmondoides rotundatus*, *Gutnicella cayeuxi*, *G. cf. minoricensis*, *G. cf. bizonorum*, *Pseudodictyopsella jurassica*, *Meandrovoluta cf. asiagoensis*, *Placopsilina* sp., *Everticyclammina* sp., *Pseudocyclammina* sp., *Rectocyclammina* sp. and *Alzonella* sp. This assemblage allows to delimit of the Dogger part as Bajotian age.

The Dogger part of the type section is 85 m in thickness and contains a foraminiferal assemblage consisting of *S. kocyigiti*, *N. circularis*, *M. croatica*, *M. altineriana*, *Riyadhella cf. inflata*, *Riyadhella* sp., *Pseudodictyopsella jurassica*, *Protopeneloplis striata*, *Placopsilina* sp., *Everticyclammina* sp., *Pseudocyclammina* sp., *Kurnubia* sp., *Karaisella* sp. and *Neotrocholina* sp. This assemblage indicates an age interval from the Bajotian to Early Malm but it does not allow to define the Dogger-Malm contact. However, in case of the assemblage entirely belong to Early Malm, it reflects existence a time gap in Bathonian-Bajotian interval.

The Malm part of the section is 320 m in thickness and includes a fossil assemblage consisting of *S. kocyigiti*, *Labyrinthina mirabilis*, *M. altineriana*, *Redmondoides lugeoni*, *Protopeneloplis striata*, *Subdelloidina luterbacheri*, *Nautiloculina* sp., *Everticyclammina* sp., *Rectocyclammina* sp., *Andersenolina* sp., *Neotrocholina* sp., *Trocholina* sp., *Lenticulina* sp., foraminifers, *Lithocodium agregatum*, *Clypeina cf. jurassica* algae and *Cladocoropsis mirabilis* sponge. This assemblage allows us to use an Oxfordian-Kimmeridgian age for the first 120 m of the sequence and a Malm age for the rest.

**Keywords:** Balçıkhisar, Dogger, Malm, foraminifera, carbonates

## BORNOVA FLİŞ ZONU'NUN MATRİKSİNİN GEÇ MASTRİHTİYEN-GEÇ PALEOSEN PLANKTONİK FORAMİNİFER BİYOSTRATİGRAFİSİ (BORNOVA-İZMİR, BATI ANADOLU)

**Bilal Sarı**

*Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
Tınaztepe Yerleşkesi 35160 Buca, İzmir  
(bilal.sari@deu.edu.tr)*

### ÖZ

Batı Anadolu'da (Türkiye), Menderes Masifi ile İzmir-Ankara Kenedi arasında yer alan Bornova Fliş Zonu (BFZ) Anatolid-Torid'lerin en batı bölümüne karşılık gelir. BFZ şiddetli şekilde deforme olmuş Geç Kretase-Paleosen yaşlı bir matriks ve çeşitli kökene sahip bloklardan yapıldır. BFZ'nin matriksi baskın olarak fosil içermeyen fliş türü kayalardan (kumtaşı-şeyl ardalanması) yapıldır. Bu kırıntılılar, Bornova (İzmir) ve çevresinde yerel olarak, planktonik foraminifer içeren pelajik mikritik kireçtaşı ve kalkerli şeyl merccekleri ve aradüzeyleri (Beytitepe Kireçtaşı) içerir. Bornova çevresinde yer alan üç alanda (Gökdere, Işıklar ve Kocaçay), planktonik foraminifer içeren bu pelajik arakatlılara odaklanan bu çalışma sonucunda, birimlerin ayrıntılı planktonik foraminifer biyostratigrafisi ilk kez ortaya konmuştur.

Laminalı mikritik kireçtaşlarının kalınlığı Gökdere Alanı'nda 360 metreye ulaşır. Üç alanda yüzlek veren laminalı mikritik kireçtaşları ve kırmızı kalkerli şeyllerden elde edilen planktonik foraminifer topluluklarında *Abathomphalus mayaroensis*, *Contusotruncana contusa*, *Globotruncanina conica* ve *Racemiguembelina fructicosa* gibi türlerinin bulunması, bu seviyelerin Geç Mاستrihtiyen yaşlı olduğunu gösterir. Işıklar Alanı'nda yüzleyen kalkerli şeyllerde *Globanomalina*, *Morozovella*, *Igorina* ve *Parasubbotina* cinslerine ait çeşitli türlerin varlığı Geç Paleosen yaşını işaret eder. Karmaşık bir jeolojiye sahip olan Kocaçay Alanı, matriksin stratigrafisine ışık tutacak iyi korunmuş yüzlekler içerir. Geç Mاستrihtiyen yaşlı laminalı mikritik kireçtaşları, yine Geç Mاستrihtiyen yaşlı kalkerli şeyller tarafından geçişli olarak üzerlenir. 5 metre kalınlığındaki kalkerli şeyller, zengin planktonik foraminifer toplulukları ile temsil edilir ve laminalı mikritik kireçtaşlarından türeme bloklar içerir. Üst Mاستrihtiyen kalkerli şeylleri, 34 metre kalınlığa ulaşan kırmızı Paleosen kalkerli şeylleri tarafından üzerlenir. *Parasubbotina varianta*, *Subbotina triangularis*, *Subbotina cf. velascoensis*, *Globanomalina compressa* ve *Globanomalina planoconica*'nın tanımlandığı fakir planktonik foraminifer topluluğu, kalkerli şeyl istifinin alt bölümünün Geç Paleosen, üst bölümünün ise en geç Paleosen yaşlı olduğunu gösterir. Bu nedenle, Kocaçay Alanı'nda, kalkerli şeylleri üzerleyen çakıltaşları ve fişin yaşı Paleosen veya daha genç olmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Planktonik foraminifer, Geç Mاستrihtiyen-Geç Paleosen, biyostratigrafi, Bornova Fliş Zonu, Batı Anadolu

**LATE MAASTRICHTIAN-LATE PALEOCENE PLANKTONIC  
FORAMINIFERAL BIOSTRATIGRAPHY OF THE MATRIX OF THE  
BORNOVA FLYSCH ZONE  
(BORNOVA-İZMİR, WESTERN ANATOLIA)**

**Bilal Sari**

*Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
Tınaztepe Yerleşkesi 35160 Buca, İzmir, Turkey  
(bilal.sari@deu.edu.tr)*

**ABSTRACT**

*The Bornova Flysch Zone (BFZ) located between the Menderes Massif and the İzmir-Ankara Suture in westernmost Anatolia (Turkey) corresponds to the westernmost part of the Anatolide-Taurides. The BFZ comprises intensely-sheared Upper Cretaceous-Paleocene matrix and blocks of various origin. The matrix of the BFZ comprises mainly of unfossiliferous flysch-type rocks (alternation of sandstones and shales). In Bornova (İzmir) and surroundings, these clastics locally include planktonic foraminifera-bearing pelagic micritic limestone and calcareous shale lenses and interbeds (Beytitepe Limestone). As a result of studies focusing on these planktonic foraminifera-bearing pelagic interlayers in three areas (Gökdere, Işıklar and Kocaçay) around Bornova, detailed planktonic foraminifera biostratigraphy of the units are firstly documented.*

*Thickness of the laminated micritic limestones reaches up to 360 m in the Gökdere Area. Occurrences of *Abathomphalus mayaroensis*, *Contusotruncana contusa*, *Globotruncanita conica* and *Racemiguembelina fructicosa* within planktonic foraminifera assemblages obtained from the laminated micritic limestones and red calcareous shales in the three areas suggest a Late Maastrichtian age for these levels. Occurrences of various species of *Globanomalina*, *Morozovella*, *Igorina* and *Parasubbotina* within the calcareous shales in the Işıklar Area suggest a Late Paleocene age. Having more complicated geology, the Kocaçay Area presents well-preserved outcrops for stratigraphy of the matrix. The Upper Maastrichtian laminated micritic limestones are gradually overlain by the Upper Maastrichtian calcareous shales. The 5-m-thick calcareous shales are represented by rich planktonic foraminifera assemblages and include blocks derived from laminated micritic limestones. The Upper Maastrichtian calcareous shales are overlain by 34-m-thick red Paleocene calcareous shales. Poor assemblages including *Parasubbotina varianta*, *Subbotina triangularis*, *Subbotina cf. velascoensis*, *Globanomalina compressa* and *Globanomalina planoconica* indicate a Late Paleocene age for the lower part and a latest Paleocene age for the upper part of the calcareous shale sequence. Therefore, age of conglomerates and flysch overlying the calcareous shales should be of Paleocene or younger in the Kocaçay Area.*

**Keywords:** *Planktonic foraminifera, Late Maastrichtian-Late Paleocene, biostratigraphy, Bornova Flysch Zone, Western Anatolia*

## BEYLERDERESİ FORMASYONUNUN SEDİMANTOLOJİSİ VE YENİ PALEONTOLOJİK BULGULAR: MALATYA (DOĞU ANADOLU) GRABEN HAVZASI

**Semih Ercan<sup>1</sup>, Niyazi Avşar<sup>1</sup>, Atike Nazik<sup>1</sup>, Calibe Koç Taşgın<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
01330 Balcalı, Adana

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ  
(jeosemih@hotmail.com)

### ÖZ

Malatya (Doğu Anadolu) graben havzasının güneyinde Permo-Karbonifer yaşlı temel üzerinde birbirleriyle uyumlu, yanal ve düşey ilişkili Neojen birimleri yer almaktadır. Bu çalışmada; Neojen birimleri içinde gözlenen Beylerderesi formasyonunun sedimantolojik ve stratigrafik incelemesi yapılmış ve ilk kez fosil bulgular elde edilmiştir.

Beylerderesi formasyonunda yapılan sedimantolojik çalışmalar sonucunda; 6 litofasiyes ve 3 litofasiyes topluluğu belirlenmiştir. Buna göre istifin alt seviyelerinin alüvyon yelpazelerin iraksak (distal) yelpaze bölümünde, istifin orta ve üst seviyelerinin ise sırasıyla ortaç (medial) ve yakınsak (proximal) yelpaze bölümünde geliştiği belirlenmiştir.

Ayrıca, mikropaleontolojik incelemeler sonucunda, Beylerderesi formasyonu çökellerinde ilk kez ostrakodlardan *Ilyocypris gibba*, *I. angulata slavonica*, *Prionocypris zenkeri*, *Schellencandona ? sp.* Krstic, 2006, *Heterocypris salina*, *Candona (Candona) parallela pannonica*, *C. (C.) xanthica*, *C. (C.) burdurensis*, *C. (Neglecandona) decimai*, *C. (Typhlocypris) eremita*, *Pseudocandona compressa* türleri bulunmuştur. Beylerderesi formasyonunun stratigrafik konumu ve istifin içerdiği ostrakod türlerinin değerlendirilmesi ile yaşının Ponsiyen (Geç Miyosen) - Pliyosen olduğu, kırmızı renkli çamurtaşları ve kalış yumrularının varlığı ile de bölgede yarı kurak ve nemli iklimin etkili olduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Alüvyal yelpaze, Beylerderesi formasyonu, ostrakod, sedimantoloji, Malatya/Türkiye.

**NEW PALEONTOLOGICAL FINDINGS AND SEDIMANTOLOGICAL  
PROPERTIES OF BEYLERDERESI FORMATION: MALATYA  
(EASTERN ANATOLIA) GRABEN BASIN**

**Semih Ercan<sup>1</sup>, Niyazi Avcı<sup>1</sup>, Atike Nazik<sup>1</sup>, Calibe Koç Taşgın<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
01330 Balcalı, Adana, Turkey

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
23119 Elazığ, Turkey  
(jeosemih@hotmail.com)

**ABSTRACT**

*The Neogene units, related to lateral and vertical, and compatible with each other on the Permo-Carboniferous basement, are located at the southern part of Malatya (Eastern Anatolia) graben basin. In this study; the sedimentological and stratigraphical properties of Beylerderesi formation which is observed in the Neogene units was investigated and obtained the first time fossils findings.*

*6 lithofacies and 3 lithofacies associations were determined with the sedimentological investigation at the Beylerderesi formation. According to this, the lower levels of the stratigraphical sequence of the alluvial fans represent distal fan, where as medium and upper parts are characterized correspond by medial and proximal fan deposits, respectively.*

*In addition, at the result of the micropaleontological investigations, from the ostracod species finding in the deposits of the Beylerderesi formation *Ilyocypris gibba*, *I. angulata slavonica*, *Prionocypris zenkeri*, *Schellencandona ? sp.* Krstic, 2006, *Heterocypris salina*, *Candona (Candona) paralella pannonica*, *C. (C.) xanthica*, *C. (C.) burdurensis*, *C. (Neglecandona) decimai*, *C. (Typhlocypris) eremita*, *Pseudocandona compressa* were respectively described the age of Beylerderesi formation, with the evaluation of the stratigraphical position and the content of the ostracod species, is Pontian (Late Miocene) – Pliocene, and the climate of the region, with the red – colored mudstones and the calich nodules, is approximately semi – arid and humid.*

**Keywords:** *Alluvial fan, Beylerderesi formation, ostracod, sedimentology, Malatya/Turkey*

## KÖŞK (AYDIN) KUZEYİ, KÖMÜRLÜ ERKEN-ORTA MİYÖSEN TORTULLARININ PALİNOLOJİSİ, BÜYÜK MENDERES GRABENİ-BATI ANADOLU

**Mine Sezgül Kayseri-Özer, Tahir Emre**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Tınaztepe Yerleşkesi Buca, İzmir  
(sezgul.kayseri@ogr.deu.edu.tr)*

### ÖZ

Batı Anadolu'da geniş yayılım gösteren kömür içerikli tortul kayalar, Büyük Menderes Grabeni içerisinde birçok bölgede gözlenir. Bu çalışmada, Büyük Menderes Grabeni kuzey kenarı orta kesiminde, Köşk (Aydın) kuzeyinde yer alan kömür içerikli tortulların palinoflorası tanımlanmış, istifin depolanması sırasındaki paleoklim koşulları ve bitki örtüsü belirlenmiştir. Köşk-Başçayır ve Kızılçayır Köyleri çevresindeki kömür, kilitaşı ve çamurtaşlarından derlenen 75 adet örnekten tanımlanmış palinofloraya göre, bu istif Burdigaliyen-erken Langiyen zaman aralığında depolanmış olmalıdır.

Tanımlanan Burdigaliyen-erken Langiyen palinoflorası ılık subtropikal iklim koşullarını işaret eder. Özellikle sıcak iklim koşullarında gelişebilen bitkilerin yüksek yüzdeli varlığı gözlenir. Pteridophytic sporlar bataklık ortamında gelişmiştir. Hemen her örneğin içerdiği *Alnus*, *Nyssa* ve Sparganiaceae formalarının varlığı, bataklık gerisinde bir ova-akarsu kenarı ortamının bulunduğunu gösterir. Örneklerde Pinaceae formlarının yüksek yüzdeli olarak bulunması ve *Cathaya* formunun gözlenmesi, Başçayır ve Kızılçayır tortullarının depolanması sırasında ovaların varlığını belirtir. Otsul formaların varlığı, Burdigaliyen-erken Langiyen zaman aralığı boyunca, Başçayır ve Kızılçayır bölgelerinde, açık alanların varlığını göstermektedir. Palinolojik bulgulara uygulanan "coexistence approach" analizine dayalı sayısal iklimsel parametre değerleri; yıllık ortalama sıcaklık: 15,6–24,2°C, en soğuk ayın sıcaklığı: 5,0–16,7°C, en sıcak ayın sıcaklığı: 24,7–28,3°C ve yıllık ortalama yağış miktarı: 1122,0–1613,0 mm olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, Avrupa'da Burdigaliyen-Langhian döneminde gözlenen Orta Miyosen ısı artış döneminin, Başçayır ve Kızılçayır tortul istiflerine etkileri tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Aydın-Köşk, Büyük Menderes Grabeni, Miyosen, palinoloji, paleoklim.

\* Bu çalışma 110Y065 nolu Tübitak projesi tarafından desteklenmiştir.

**NORTH OF KÖŞK (AYDIN), EARLY-MIDDLE MIOCENE  
PALYNOLOGY OF THE COAL-BEARING SEDIMENTS, BÜYÜK  
MENDERES GRABEN-WESTERN ANATOLIA**

**Mine Sezgül Kayseri-Özer, Tahir Emre**

*Dokuz Eylül University, Engineering Faculty, Department of Geological Engineering,  
Tınaztepe Campus, Buca, İzmir, Turkey  
(sezgul.kayseri@ogr.deu.edu.tr)*

**ABSTRACT**

*In the western Anatolia, coal bearing sediments are widespread and these sediments are observed in the lost of regions. In this study, the age evaluation of the coal bearing sediments in the north of Köşk (Başçayır and Kızılçayır) is realized. In these sediments, totally 75 coal, claystones and mudstones samples are collected and palynoflora of these samples are defined. Moreover, palaeoclimatic condition and palaeovegetation are determinate during the deposition of this sedimentary sequence. According to the defining palynoflora of the Köşk-Başçayır and Kızılçayır samples, sediments of coal bearing sediments in surround of Başçayır and Kızılçayır villages could be deposited in the Burdigalian-early Langhian time interval.*

*The Burdigalian-early Langhian palynoflora defined in the Başçayır and Kızılçayır regions points out the warm subtropical palaeoclimatic condition. Especially plants growing in the warm palaeoclimatic condition are observed in high percentage. Pteridophytic spores are grown in the swamp environment. A presence of the *Alnus*, *Nyssa* and *Sparganiaceae* in almost every sample indicates a plain-river edge environment behind the marsh. In the samples, abundances of *Pinaceae* and presences of the *Cathaya* point out the lowland areas during the deposition of Başçayır and Kızılçayır sediments. Presence of the grassland species indicates the open land areas in the Başçayır and Kızılçayır regions during the Burdigalian-early Langhian time interval. Values of the numerical climatic parameter derived from the "coexistence approach" analysis, which applies on the palynological data; the mean annual temperature: 15.6–24.2°C, the mean temperature of coldest month: 5.2–16.7°C, the mean temperature of warmest month: 24.7–28.3°C and the mean annual precipitation: 1122.0–1613.0 mm are calculated. Moreover in this study effects of the Middle Miocene climatic optimum period which is observed in Europe during the Burdigalian-early Langhian on the widespread coal bearing sediments in the Başçayır and Kızılçayır regions.*

**Keywords:** *Aydın-Köşk, Büyük Menderes Graben, Miocene, palynology, palaeoclimate*

\* This study is supported by the TUBITAK project (110Y065).

**BENTİK FORAMİNİFERLERDEN PENEROPLİDLERDE  
ANORMAL GELİŞMELER İLE İLGİLİ YENİ BİR BULGU:  
*PENEROPLİS PERTUSUS-PENEROPLİS PLANATUS*  
BİRLİKTELİĞİ**

**Engin Meriç<sup>1</sup>, M. Baki Yokeş<sup>2</sup>, Niyazi Avşar<sup>3</sup>, İpek F. Barut<sup>4</sup>, Feyza Dinçer<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4 34710 Kadıköy, İstanbul

<sup>2</sup> Haliç Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü,  
Siracevizler Caddesi No:29, 34381 Bomonti, Şişli, İstanbul

<sup>3</sup> Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
01330 Balcalı, Adana

<sup>4</sup> İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Müşküle Sokak No:1,  
34116 Vefa, İstanbul

<sup>5</sup> Nevşehir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
50300 Nevşehir

(bakiyokes@halic.edu.tr)

**ÖZ**

İzmir iline bağlı Çeşme KD'sunda, Ilıca Koyu'nda, 2.50 m derinlikte bulunan 28.4 °C sıcaklıktaki su kaynağı çevresinde 06.11.2008 tarihinde serbest dalış yöntemi ile üç yönde 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100 m olmak üzere toplam 38 adet güncel çökel örneği alınmıştır. Her üç hatta da renkli kavkılara sahip foraminiferler ile morfolojik bozukluk gösteren bireylerin bolluğu dikkat çekicidir. Dolayısı ile kaynak suyu/sularının içermiş olduğu ağır metaller ile radyoaktivitenin bu konuda etken olabileceği düşünülmüştür.

Türkiye'nin Ege Denizi ve Akdeniz kıyılarında yapılan çalışmalarda normal özelliklerine göre farklı birliktelikler sunan peneroplid örneklerine rastlanılmıştır. Bu örneklerde genellikle *Peneroplis pertusus-Coscinospira hemprichii* ve *Pereroplis planatus coscinospira hemprichii* birlikteliği söz konusudur. Kuşadasında kaynak çevresinden alınan 39 no'lu örnekte *Vertebralina striata* d'Orbigny ve *Coscinospira hemprichii* Ehrenberg birlikteliğini gösteren bir örnek bulunmuştur. Çeşme Ilıca Koyu'nda C hattında 90.00 m'den alınan örnek ise ilk kez iki *Peneroplis* türünün birlikteliğini ortaya koymaktadır. Çeşme Ilıca Koyu'ndan derlenen A5, A10, A15, A30, A40, B5, B20, B30 ve C10 nolu örneklerdeki *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll) kavkılarında yapılan mikroprob analiz sonuçları değerlendirildiğinde kendi aralarında Mg, Si, Fe, Zn, Rb, Y, Tc ve Mo dağılımının yüksek olduğu görülmektedir. A5 ve B20'de Mg ile Tc, A30'da Si, Fe, ve Rb, A40 da ise Mo en yüksek değerdedir. Sonuç olarak, Ilıca Koyu'nda da kısa süreli ani değişimler nedeni ile oluşan farklı ekolojik koşullar sırasında bir cins'e ait farklı iki türün bireyleri arasındaki birleşmenin, sıra dışı anormal koşullar nedeni ile gerçekleşebileceğini bir varsayım olarak düşünebiliriz. Fakat, benzer oluşumlarla ilgili örneklerin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle konu dikkate alınmalı ve tartışmaya açılmalıdır. İleride bentik foraminiferler üzerinde yapılacak çalışmalar sırasında yine benzer durumlar ile oldukça sık olarak karşılaşılacağı kesindir.

**Anahtar Kelimeler:** Çeşme-İzmir, Ilıca Koyu, *Peneroplis pertusus*, *Peneroplis planatus*, termal kaynak



## A NEW FINDING ON THE ABNORMAL DEVELOPMENT IN BENTHIC PENEROPLID FORAMINIFERS: *PENEROPLIS PERTUSUS-PENEROPLIS PLANATUS* TOGETHERNESS

**Engin Meriç<sup>1</sup>, M. Baki Yokeş<sup>2</sup>, Niyazi Aşar<sup>3</sup>, İpek F. Barut<sup>4</sup>, Feyza Dinçer<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4 34710 Kadıköy, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup> Halic Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Stracevizler Caddesi No:29, 34381 Bomonti, Şişli, İstanbul, Turkey

<sup>3</sup> Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana, Turkey

<sup>4</sup> İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Müşküle Sokak No:1, 34116 Vefa, İstanbul, Turkey

<sup>5</sup> Nevşehir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 50300 Nevşehir, Turkey  
(bakiyokes@halic.edu.tr)

### ABSTRACT

Recent sediment samples were collected around a submarine spring located at 2.50m of depth off the coast of Ilica Cove (NE Çeşme-İzmir) by skin diving on 06.11.2008. The temperature of the spring was 28.4 °C. There transect lines were set and 38 samples were collected at each 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100m. Abundance of colored tests and morphologically aberrant specimens on all the transects attracts attention. Heavy metal and radioactivity composition of the spring waters may play a role in these abnormal developments.

In previous studies which have been conducted on the Aegean and Mediterranean coasts of Turkey, peneroplids with abnormal togetherness such as *Peneroplis pertusus-Coscinospira hemprichii* and *Peneroplis planatus coscinospira hemprichii* have been documented. An individual showing *Vertebralina striata d'Orbigny* and *Coscinospira hemprichii* Ehrenberg togetherness has been reported from spring in Kuşadası. The specimen collected at 90m on C transect in Ilica Cove constitutes the first observation of two *Peneroplis* species. Microprobe analysis revealed that Mg, Si, Fe, Zn, Rb, Y, Tc and Mo compositions were high in the *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll) tests which were collected from A5, A10, A15, A30, A40, B5, B20, B30 and C10 samples. Mg and Tc values were the highest in A5 and B20, Si, Fe and Rb were found to be highest in A30, Mo value was the highest in A40. In conclusion, alternating ecological conditions in Ilica Cove might have result in the attachment two individuals of different species at an early stage of life. But, the number of similar observations are increasing everyday. Thus the subject should be taken into consideration and should be discussed. It is evident that more samples will be found in future studies.

**Keywords:** Çeşme-İzmir, Ilica Cove, *Peneroplis pertusus*, *Peneroplis planatus*, thermal spring

## ADIYAMAN DOLAYLARINDAKİ (GÜNEYDOĞU TÜRKİYE) GEÇ MİYOSEN MEMELİ FOSİLLERİ

**Tanju Kaya<sup>1</sup>, Şevket Şen<sup>2</sup>, Serdar Mayda<sup>1</sup>, Gerçek Saraç<sup>3</sup>, Gregoire Metais<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi Tabiat Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi, 35100 Bornova, İzmir

<sup>2</sup>Laboratoire de Paléontologie du Muséum, CNRS-UMR 7207, 8 rue Buffon,  
75005 Paris, France

<sup>3</sup>Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Ankara  
(tanju.kaya@ege.edu.tr)

### ÖZ

Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu’da çok geniş yayılımı olan Şelmo Formasyonu içerisinde Erikdere Köyü (Kahta-Adıyaman) yöresinde yeni memeli fosil bulgu yerleri betimlenmiştir. Memeli fosilleri Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ne ait ilk bulgular olup, bu formasyonda memeli fosillerinin varlığına ilk kez Meriç (1965) tarafından değinilmiştir. Şelmo formasyonu üç birimden yapılab olup, bunlar: altta alüvyal yelpaze çökellerinden oluşan Tırpal, ortada delta-göl çökellerinden oluşan Alut ve üstte alüvyal yelpaze çökellerinden oluşan Kahta birimleridir. Memeli fosillerini içeren çökel istif Kahta birimi içindedir. Bu birimde, çalışma ekibi tarafından yaklaşık 2 km<sup>2</sup> lik bir alanda büyük memeli fosil kalıntıları içeren üç fosilli düzey saptanmıştır. Bulgu yerleri Erikdere-1 den 5 e kadar numaralandırılmış olup, Erikdere Köyü’nün 1 ve 3 km kuzeybatısında ve Kahta’nın 10 ve 11 km kuzeyinde yer almaktadır. Bulunan fosiller üç farklı seviyede ve birbirlerinden farklı ceplerde yataklanmıştır. Fosillerin yığılım özelliği akarsu çökeltme ortamları için tipiktir. Eklemliskeleton kalıntılarının yanı sıra özellikle uzun kemikler bolca bulunmakta olup, tekçe kemikler, alt ve üst çenelere ait dişlerde elde edilen diğer fosil verileri oluşturur. Erikdere-4 bulgu yerinden yıkama için alınan çökel örneklerde küçük memeli fosiller rastlanılmamıştır. İstif içinde üç farklı seviyeden alınan fauna bileşenleri aşağıdadır: *Amphiorcyteropus gaudryi*, *Hipparion* sp. I (orta boyutta form), *Hipparion* sp. II (küçük boyutlu form), *Ancylotherium pentelicum*, *Gazella* sp., *Pachytragus* sp., *Prostrepsiceros* sp. ve Giraffidae indet. (iri form). Erikdere faunası, Kemiklitepe-A ve B (Eşme-Uşak), Akkaşdağı (Keskin-Kırıkkale) ve Türkiye’deki birçok memeli faunaları ve aynı zamanda Sisam Adası faunası (Yunanistan) ile benzerlik taşımaktadır. Faunaların yaşları çeşitli metodlarla Orta Turoliyen’e karşılık gelen, 7,5 ve 6,7 milyon yıl öncesi olarak önerilmektedir. Erikdere faunasında, hipparionine atlar ve ruminantların baskın olarak bulunması, otçul formların bolluğunu ve seyrek olarak daha yumuşak yaprakla beslenen formların varlığını yansıtır. Faunanın çeşitliliği ve ana bileşenleri kalın otsu örtünün yoğun olduğu, oldukça açık ağaçlık alanları - çalılık alanları yansıtır. Erikdere memeli faunası Güneydoğu Avrupa ve Batı Asya’nın orta enlemindeki memeli faunalarıyla palaeocoğrafik olarak yakından ilişkilidir. Ayrıca güneyinde yer aldığı “Yunanistan-İran-Afganistan” bioprovensindeki Turoliyen faunaları ile de son derece uyumludur.

**Anahtar Kelimeler:** Adıyaman, Geç Miyosen, memeli fosilleri, Şelmo Formasyonu

## **THE EASTERNMOST RECORD OF A LATE MIOCENE MAMMALIAN FAUNA NEAR ADIYAMAN, SOUTHEAST TURKEY**

**Tanju Kaya<sup>1</sup>, Şevket Şen<sup>2</sup>, Serdar Mayda<sup>1</sup>, Gerçek Saraç<sup>3</sup>, Gregoire Metais<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi Tabiat Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi,  
35100 Bornova, İzmir, Turkey

<sup>2</sup>Laboratoire de Paléontologie du Muséum, CNRS-UMR 7207, 8 rue Buffon,  
75005 Paris, France

<sup>3</sup>Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, Turkey  
(tanju.kaya@ege.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In this study, new mammal localities near Erikdere village (Kahta, Adiyaman), which yielded well documented and divers mammal faunas are described. These localities are included in the Selmo Formation. The Selmo Formation covers large areas in southeast Turkey between the cities of Adiyaman and Batman. In this formation, the lower Tirpal Member composed of alluvial deposits, the middle Alut Member mainly formed of lacustrine deposits and the upper Kahta Member also formed of alluvial deposits. The mammal bearing horizons are included in the Kahta Member. In the Kahta member, about two km we excavated three horizons bearing large mammalian remains. The localities, numbered as Erikdere 1 to 5, are situated at about one to three km northwest to Erikdere village, at some 10 to 11 km north of Kahya city. The bones are accumulated in pockets that appear scattered in these three horizons. The accumulation mode is typical for fluvial depositional environment. Still articulated skeletal remains, mainly limb bones are frequent, but often bones and jaws are fragmented. We also tried to concentrate the matrix from the Erikdere 4 locality to seek for small mammals. We did not successful. The fauna elements from three horizons, although catalogued separately, do not display any apparent difference from one horizon to another. The preliminary list of all taxa we identified from the Erikdere localities is as follow: Amphiorcyteropus gaudryi, Hipparion sp. I (middle form), Hipparion sp. II (small form), Ancylotherium pentelicum, Gazella sp., Pachytragus sp., Prostrepsiceros sp. and Giraffidae indet. (large form). This fauna is similar to that of Kemiklitepe A-B (Esme-Usak) or Akkasdağı (Keskin-Kırıkkale) and many others in Turkey, and also to that of Samos Main Bone Beds, all dated by various methods to the Middle Turolian, ca. 7.5 to 6.7 Ma. The Erikdere fauna is dominated by hipparionine horses and ruminants, which are mainly grazers or occasional browsers. The diversity of the fauna and its main components indicate a rather open woodland-bushland with thick herbaceous layer. Paleogeographic affinities of the Erikdere mammal fauna is particularly strong with those of the middle latitudes western Asian and southeastern European mammal faunas. "Greco-Iranian-Afghan bioprovince" was defined based on the similarities of their Turolian mammal faunas. Despite its slightly southern position, the Erikdere fauna is in total agreement with this mammalian bioprovince.*

**Keywords:** Adiyaman, Late Miocene, mammalian fossils, Şelmo Formation

## TÜRKİYE’NİN FOSİL FİLLERİ

**Ebru Albayrak**

*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Tabiat Tarihi Müzesi, Ankara  
(ebrualbayrak@mta.gov.tr)*

### ÖZ

Günümüzde yaşayan 3 türle temsil edilen, filler ve mamutların içinde bulunduğu Elephantidae ailesi, yüksek evrim ve türleşme hızı ve grup içerisindeki filogenetik ilişkiler açısından oldukça önemli bir gruptur. Ayrıca, hızlı evrimleri nedeniyle Kuvaterner çalışmalarında indeks fosil olarak büyük öneme sahiptir. Anadolu, Elephantidae ailesinin, Afrika, Asya ve Avrupa arasındaki göçü açısından önemli bir konuma sahip olmasına karşın, bugüne kadar bu konuda ayrıntılı bir çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışmada beş farklı lokaliteden üç tür tanımlanmıştır: *Mammuthus meridionalis*, *M. trogontherii* ve *Elephas maximus*.

*M. meridionalis*, Eskişehir-Yukarısöğütünü ve Konya-Zengen’den teşhis edilmiştir. Her iki lokaliteden teşhis edilen dişler bazı ilkel özellikleri ile dikkat çekicidir. Özellikle Yukarısöğütünü’nden bulunmuş olan oldukça düşük lamel sayısına sahip azı dişi, daha ilkel olan *M. rumanus* ile *M. meridionalis* arasında geçişe bir kanıt olabilir.

*M. trogontherii*, Amasya-Suluova ve Konya-Dursunlu lokalitelerinden tanımlanmıştır. Suluova’ya ait tek bir azı dişi, lokalitenin yaşıyla uyumlu olarak türün tipik özelliklerine sahiptir. Dursunlu’dan *M. trogontherii* olarak teşhis edilen üçüncü azı dişleri ve bazı diş parçaları dışında, ölçüm açısından *M. meridionalis* ve *M. primigenius* arasında bir özellik gösteren küçük bir dp2 ve *meridionalis/trogontherii* arasında bazı ara özelliklere sahip bir dp4 de buluntular arasındadır. Dursunlu’dan tanımlanmış olan *M. trogontherii* fosilleri, kökeni Asya’da olan türün Avrupa’ya göçü için bir kanıt ve *meridionalis/trogontherii* geçişi için iyi bir örnek olabilir.

Günümüzde yaşayan Asya fili olan *Elephas maximus*’a ait kalıntılar ise Kahramanmaraş-Gavur Gölü Bataklığı’nda tanımlanmıştır. Bu bölgeden çok sayıda izole diş, kafatası, alt çene ve iskelete ait kemikler bulunmuş olmasına karşın, bu çalışmada yalnızca dişler üzerinde incelemeler yapılmıştır. Bu lokaliteden bulunan dişler üzerinde yapılan radyokarbon yaş analizine göre günümüzden yaklaşık 3500 yıl önce Asya fili, batıda Anadolu’nun güneydoğusuna kadar yayılmıştır. Çok sayıda *E. maximus* kalıntısıyla, Gavur Gölü Bataklığı Asya filinin geçmişteki dağılımı açısından büyük önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye, *Mammuthus meridionalis*, *M. trogontherii*, *Elephas maximus*

## FOSSIL ELEPHANTS OF TURKEY

**Ebru Albayrak**

General Directorate of Mineral Research and Exploration, Natural History Museum,  
Ankara, Turkey  
(ebrualbayrak@mta.gov.tr)

### ABSTRACT

The Elephantidae family which is represented by three living species and includes elephants and mammoths is an important group because of high evolution and speciation speed and phylogenetic relations within the family. They also have importance as an index fossil in Quaternary studies. Although Turkey occupies a very important position for the migration of Elephantidae between Africa, Asia and Europe, until now there has been no detailed study of its fossil elephants.

In this study three species were identified from five different localities: *Mammuthus meridionalis*, *M. trogontherii* and *Elephas maximus*.

*M. meridionalis* was identified from Eskişehir-Yukarısöğütönü and Konya-Zengen. Some primitive features of molar teeth from these localities are interesting. Especially a molar tooth with very low number of plates from Yukarısöğütönü could be an evidence of the transition between primitive *M. rumanus* and *M. meridionalis*.

*M. trogontherii* was identified from Amasya-Suluova and Konya-Dursunlu. The only molar tooth from Suluova has typical features of the species which is very consistent with the age of the locality. Apart from the third molar teeth and some fragments of teeth identified as *M. trogontherii*, there are small dp2 which is intermediate in metrics between known *meridionalis* and *primigenius* and also a dp4 with some intermediate features between *meridionalis* and *trogontherii* from Dursunlu. *M. trogontherii* remains from Dursunlu may be an evidence for the migration of the species from Asia to Europe and an example for the transition between *meridionalis* and *trogontherii*.

The remains of living Asian elephant, *Elephas maximus*, was identified from Kahramanmaraş-Gavur Lake Swamp. Although very rich remains from Gavur Lake Swamp include isolated teeth, skulls, mandibles and post-cranial bones, this study focused on dental materials only. According to the radiocarbon analysis undertaken on fragments of roots from the molar teeth, approximately 3500 BP the range of Asian elephant extended as far west as south-east of Turkey. With large number of *E. maximus* remains, Gavur Lake Swamp is now has an important position on the past distribution of the recent Asian elephant.

**Keywords:** Turkey, *Mammuthus meridionalis*, *M. trogontherii*, *Elephas maximus*

## GÖKÇEADA KUZEYDOĞUSUNDAKİ SAKLI KOY'DA PALEONTOLOJİK VERİLERE DAYALI YENİ BİR BULGU: BÜYÜK DERE KOYU

**Engin Meriç<sup>1</sup>, Ertuğ Öner<sup>2</sup>, Niyazi Avcı<sup>3</sup>, Atike Nazik<sup>3</sup>, M. Baki Yokeş<sup>4</sup>,  
Sevinç Kapan-Yeşilyurt<sup>5</sup>, Yeter Göksu<sup>6</sup>, Osman Candan<sup>7</sup>, Feyza Dinçer<sup>8</sup>**

<sup>1</sup>*Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4 34710 Kadıköy, İstanbul*

<sup>2</sup>*Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 35100 Bornova, İzmir*

<sup>3</sup>*Ç.Ü., Müh.-Mim. Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana*

<sup>4</sup>*Haliç Ü., Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Sıracıvizler  
Caddesi No:29, 34381 Bomonti, Şişli, İstanbul*

<sup>5</sup>*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Müh.-Mim. Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Terzioğlu kampüsü, 17100, Çanakkale*

<sup>6</sup>*Ankara Üniversitesi, Nükleer Araştırma Enstitüsü, 06100 Tandoğan, Ankara*

<sup>7</sup>*D. E.Ü., Müh.Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35160 Buca, İzmir*

<sup>8</sup>*Nevşehir Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 50300, Nevşehir  
(bakiyokes@halic.edu.tr)*

### ÖZ

Gökçeada kuzeydoğusunda yer alan Kaleköy güneybatısındaki Büyük Dere vadisinde en fazla 35.00 m derinliğe ulaşılan 5 sondaja ait 115 örnek incelenmiştir. Taban düzeylerinde foraminiferlerden; *Adelosina cliarensis*, *Spiroloculina antillarum*, *Siphonaperta aspera*, *Triloculina marioni*, *Sigmoilinita costata*, *Amphicoryna scalaris*, *Neoconorbina terquemi*, *Conorbella imperatoria*, *Ammonia compacta*, *A. parkinsoniana*, *Elphidium aculeatum*, *E. complanatum*, ostrakodlardan; *Pontocythere turbida*, *Loxoconcha bairdi*, *Aurila convexa*, *Semicytherura incongruens*, *S. inversa*, *Cytheridea acuminata*, *Hiltermannicythere turbida*, *Carinocythereis rhombica* ile Scaphopoda grubundan *Dentalium dentalis*, Pelecipoda sınıfına ait *Glycymeris glycymeris*, *Lucinella divaricata*, *Cardium (Papillicardium) papillosum*, *Cerastoderma edule*, *Spisula (Spisula) subtruncata*, *Tellina (Moerella) donacina*, *Scrobicularia plana*, *Abra alba*, *Clausinella fasciata*, *Dosinia lupinus*, *Gafrarium (Circe) minimum*, Gastropoda sınıfına ait, *Gibbula adansoni*, *Tricolia (Tricolietta) azorica*, *Hydrobia neglecta*, *Rissoa splendida*, *R. variabilis*, *Turritella communis*, *Pirenella conica*, *Bittium latreilli*, *B. reticulatum*, *Cyclope donovania*, *Retusa truncatula* mollusk cins ve türleri bulunmuştur. Bu topluluk, günümüzden yaklaşık 5.000 yıl önce, Büyük Dere Koyu olarak bilinen KD-GB yönlü dar ve uzun bir koyun varlığını kanıtlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Ege Denizi, foraminifer, Gökçeada, mollusk, ostrakod

## OBSERVED NEW FINDINGS BY PALEONTOLOGICAL DATA IN HIDDEN COVE ON THE NORTHEAST OF GÖKÇEADA: BÜYÜK DERE COVE

**Engin Meriç<sup>1</sup>, Ertuğ Öner<sup>2</sup>, Niyazi Avsar<sup>3</sup>, Atike Nazik<sup>3</sup>, M. Baki Yokes<sup>4</sup>,  
Sevinç Kapan-Yeşilyurt<sup>5</sup>, Yeter Göksu<sup>6</sup>, Osman Candan<sup>7</sup>, Feyza Dinçer<sup>8</sup>**

<sup>1</sup>Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4 34710 Kadıköy, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 35100 Bornova, İzmir, Turkey

<sup>3</sup>Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
01330 Balcalı, Adana, Turkey

<sup>4</sup>Haliç Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü,  
Siracevizler Caddesi No:29, 34381 Bomonti, Şişli, İstanbul, Turkey

<sup>5</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji  
Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu kampüsü, 17100, Çanakkale, Turkey

<sup>6</sup>Ankara Üniversitesi, Nükleer Araştırma Enstitüsü, 06100 Tandoğan, Ankara, Turkey

<sup>7</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe  
Yerleşkesi, 35160 Buca, İzmir, Turkey

<sup>8</sup>Nevşehir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
50300, Nevşehir, Turkey  
(bakiyokes@halic.edu.tr)

### ABSTRACT

Five drill-hole were collected from a depth of 35.00 m at Büyük Dere Valley on the southwest of Kaleköy (NE Gökçeada). 115 samples were investigated. In the bottom layer the observed species were: Foraminifera; *Adelosina cliarensis*, *Spiroloculina antillarum*, *Siphonaperta aspera*, *Triloculina marioni*, *Sigmoilinita costata*, *Amphicoryna scalaris*, *Neoconorbina terquemi*, *Conorbella imperatoria*, *Ammonia compacta*, *A. parkinsoniana*, *Elphidium aculeatum*, *E. complanatum*, Ostracoda; *Pontocythere turbida*, *Loxoconcha bairdi*, *Aurila convexa*, *Semicytherura incongruens*, *S. inversa*, *Cytheridea acuminata*, *Hiltermannicythere turbida*, *Carinocythereis rhombica* Scaphopoda; *Dentalium dentalis*, Pelecipoda; *Glycymeris glycymeris*, *Lucinella divaricata*, *Cardium (Papillicardium) papillosum*, *Cerastoderma edule*, *Spisula (Spisula) subtruncata*, *Tellina (Moerella) donacina*, *Scrobicularia plana*, *Abra alba*, *Clausinella fasciata*, *Dosinia lupinus*, *Gafrarium (Circe) minimum*, Gastropoda; *Gibbula adansonii*, *Tricolia (Tricolietta) azorica*, *Hydrobia neglecta*, *Rissoa splendida*, *R. variabilis*, *Turritella communis*, *Pirenella conica*, *Bittium latreilli*, *B. reticulatum*, *Cyclope donovania*, *Retusa truncatula*. These findings indicate the presence of a narrow and long cove, Büyük Dere Cove, which located in NE-SW direction 5000 years before present.

**Keywords:** Aegean Sea, foraminifer, Gökçeada, mollusc, ostracod

## SAMANDAĞ (HATAY) KIYILARINA GELEN BEKLENMEYEN BİR MİSAFİR: *PARAROTALIA CALCARIFORMATA* MCCULLOCH

Engin Meriç<sup>1</sup>, M. Baki Yokeş<sup>2</sup>, Niyazi Avcı<sup>3</sup>, Elmas Kırıcı-Elmas<sup>4</sup>,  
FeYZa Dinçer<sup>5</sup>, S. Ünsal Karhan<sup>6</sup>, Evrim Kalkan<sup>7</sup>, Volkan Demir<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4 34710 Kadıköy, İstanbul

<sup>2</sup>Haliç Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü,  
Sıracevizler Caddesi No:29, 34381 Bomonti, Şişli, İstanbul

<sup>3</sup>Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
01330, Balcalı, Adana

<sup>4</sup>İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Müşküle Sokak No:1,  
34116, Vefa, İstanbul

<sup>5</sup>Nevşehir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
50300, Nevşehir

<sup>6</sup>İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü 34134, Vezneciler, İstanbul

<sup>7</sup>Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, Hisar Kampüsü, 34342, Bebek, İstanbul  
(bakiyokes@halic.edu.tr)

### ÖZ

Asi Nehri deltası kıyı hattı boyunca farklı derinliklerdeki 8 değişik noktadan alınan genç çökel örnekleri ile 3 noktada kayalık alanlardan elde edilen örneklerde foraminiferlerden *Textularia bocki*, *Adelosina cliarensis*, *A. mediterranea*, *Spiroloculina antillarum*, *S. ornata*, *Siphonaperta aspera*, *Cycloforina contorta*, *C. villafranca*, *Hauerina diversa*, *Massilina gualteriana*, *Quinqueloculina bidentata*, *Q. lamarckiana*, *Miliolinella elongata*, *M. subrotunda*, *Pseudotriloculina laevigata*, *Triloculina marioni*, *T. tricarinata*, *Sigmoilinita costata*, *Peneroplis arietinus*, *P. pertusus*, *P. planatus*, *Sorites orbiculus*, *Lenticulina cultrata*, *Brizalina spatulata*, *Cassidulina carinata*, *Rectuvigerina phlegeri*, *Protoglobobulimina pupoides*, *Euvigerina reineri*, *Uvigerina mediterranea*, *Eponides concameratus*, *Neoeponides bradyi*, *Neoconorbina terquemi*, *Siphonina reticulata*, *Cibicidoides pachyderma*, *C. pseudoungerianus*, *Discorbinella bertheloti*, *Planulina ariminensis*, *Planorbulina mediterranea*, *Cymbaloporeta plana*, *Amphistegina lessonii*, *A. lobifera*, *Gyroidinoides soldanii*, *Pararotalia calcariformata*, *Ammonia compacta*, *A. parkinsoniana*, *Challengerella bradyi*, *Elphidium advenum*, *E. crispum*, *Heterostegina depressa* gözlenmiştir.

İsimlendirilen bentik foraminiferler arasında gözlenen *Spiroloculina antillarum*, *Hauerina diversa*, *Peneroplis arietinus*, *Euvigerina reineri*, *Cymbaloporeta plana*, *Amphistegina lessonii*, *A. lobifera*, *Pararotalia calcariformata*, *Heterostegina depressa* bölgedeki Pasifik Okyanusu ve Kızıldeniz kökenli cins ve türlerin yaygınlığını kanıtlar. *Pararotalia calcariformata* McCulloch tarafından 1977'de doğu Pasifik Okyanusu'nda bulunmuştur. Avustralya'nın güneydoğusunda, Voolgoolga Beach, Queensland'da çok sayıda bireyleri gözlenmiştir. Söz konusu cins ve türün Hint Okyanusu ile Kızıldeniz'deki varlığı henüz bilinmemektedir. Dolayısı ile bu türün, gemilerin balast sularında doğu Akdeniz'deki çalışılan bölgeye ulaştığı ve bu alandaki uygun ekolojik koşullar nedeniyle çoğalıp geliştiği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hatay, *Pararotalia calcariformata*, Pasifik Okyanusu, Samandağ



## AN UNEXPECTED GUEST ON SAMANDAĞ (HATAY) COASTS: PARAROTALIA CALCARIFORMATA MCCULLOCH

**Engin Meriç<sup>1</sup>, M. Baki Yokeş<sup>2</sup>, Niyazi Avşar<sup>3</sup>, Elmas Kırıcı-Elmas<sup>4</sup>,  
Feyza Dinçer<sup>5</sup>, S. Ünsal Karhan<sup>6</sup>, Evrim Kalkan<sup>7</sup>, Volkan Demir<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4 34710 Kadıköy, İstanbul

<sup>2</sup>Haliç Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü,  
Sıracevizler Caddesi No:29, 34381 Bomonti, Şişli, İstanbul

<sup>3</sup>Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
01330 Balcalı, Adana

<sup>4</sup>İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Müşküle Sokak No:1,  
34116 Vefa, İstanbul

<sup>5</sup>Nevşehir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
50300, Nevşehir

<sup>6</sup>İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü 34134 Vezneciler İstanbul

<sup>7</sup>Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, Hisar Kampüsü, 34342, Bebek, İstanbul  
(bakiyokes@halic.edu.tr)

### ABSTRACT

Recent sediment samples were collected from 8 different stations and 3 rocky zones on the coasts of Asi River Delta. The observed species were: *Textularia bocki*, *Adelosina cliarensis*, *A. mediterraneensis*, *Spiroloculina antillarum*, *S. ornata*, *Siphonaperta aspera*, *Cycloforina contorta*, *C. villafranca*, *Hauerina diversa*, *Massilina gualteriana*, *Quinqueloculina bidentata*, *Q. lamarckiana*, *Miliolinella elongata*, *M. subrotunda*, *Pseudotriloculina laevigata*, *Triloculina marioni*, *T. tricarinata*, *Sigmoilinita costata*, *Peneroplis arietinus*, *P. pertusus*, *P. planatus*, *Sorites orbiculus*, *Lenticulina cultrata*, *Brizalina spatulata*, *Cassidulina carinata*, *Rectuvigerina phlegeri*, *Protoglobbulimina pupoides*, *Euuvigerina reineri*, *Uvigerina mediterranea*, *Eponides concameratus*, *Neoepionides bradyi*, *Neoconorbina terquemi*, *Siphonina reticulata*, *Cibicidoides pachyderma*, *C. pseudoungerianus*, *Discorbinella bertheloti*, *Planulina ariminensis*, *Planorbulina mediterraneensis*, *Cymbaloporetta plana*, *Amphistegina lessonii*, *A. lobifera*, *Gyroidinoides soldanii*, *Pararotalia calcariformata*, *Ammonia compacta*, *A. parkinsoniana*, *Challengerella bradyi*, *Elphidium advenum*, *E. crispum*, and *Heterostegina depressa*.

Presence of the alien benthic foraminifer species such as *Spiroloculina antillarum*, *Hauerina diversa*, *Peneroplis arietinus*, *Euuvigerina reineri*, *Cymbaloporetta plana*, *Amphistegina lessonii*, *A. lobifera*, *Pararotalia calcariformata*, *Heterostegina depressa* indicates the abundance of Indo-Pacific and Red Sea originated species in the study area. *Pararotalia calcariformata* was first described by McCulloch in 1977 from Eastern Pacific. It is known to be abundant in Southeastern Australia (Voolgoolga Beach, Queensland). This species might have been introduced to the Eastern Mediterranean via Suez Canal. There is no record of this species or genus from Red Sea and Indian Ocean. Thus transportation via ballast waters is the most likely the way of introduction for this species.

**Keywords:** Hatay, *Pararotalia calcariformata*, Pacific Ocean, Samandağ

## BELEK KIYI BÖLGESİ (ANTALYA DOĞUSU) PLİYO-KUVATERNER FORAMİNİFERLERİNİN PALEOBİYOÇEŞİTLİLİK ANALİZLERİ

Şeyda Parlar<sup>1</sup>, Muhittin Görmüş<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta  
(sparlar@selcuk.edu.tr)

### ÖZ

Serik İlçesi'nin (Antalya doğusu) güneyinde yer alan Belek, Kadriyeköy ve Kumköy yerleşim çevrelerinde kıyı boyunca yüzeyleyen, Pliyo-Kuvaterner yaşlı denizel çökellerdeki foraminiferlerin incelemelerini kapsayan bu çalışmada, 28 familyaya ait toplam 52 cins ve 105 tür tanımlanmıştır.

Foraminiferlerin yanal ya da düşey yöndeki çeşitlilik değişimlerini gözlemleyebilmek için paleobiyoçeşitlilik analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda, Pliyo-Kuvaterner yaşlı denizel çökellere ait 86 adet karotlu sondaj örneği ve 55 adet yüzey örneği değerlendirilmiştir. Foraminifer içeren her bir çökel örneğinde, toplam tür sayıları ile her bir türün birey sayısı belirlenmiştir. Ayrıca, bu örneğin, bir sonraki seviyedeki örnekle ortak tür sayıları karşılaştırılmıştır. Bu sayısal veriler üzerinde biyoçeşitlilik formülleri kullanılmış ve tür çeşitliliği, tür zenginliği, tür tekdüzeliği, benzerlik ve dominantlık parametreleri elde edilmiştir.

Biyoçeşitlilik analizleri sonucunda, belirlenen tür zenginliği, tür çeşitliliği, tür tekdüzeliği gibi biyoçeşitlilik indekslerinin, Kuvaterner yaşlı deniz çökelleri için yüksek, Pliyo-Kuvaterner yaşlı deniz çökelleri için ise nispeten düşük olduğu gözlenmiştir. Benzerlik indeksi, türlerin, birbirini takip eden seviyelerde dereceli olarak değiştiğini göstermiştir. Pliyo-Kuvaterner yaşlı deniz çökellerine ait düşük tür zenginliği ve tür çeşitliliği değerleri, ortamın sığ ortamdan nispeten daha derin ortama doğru değiştiğini göstermektedir. Tür tekdüzeliği indeksine göre ise, her bir türe düşen birey sayısı eşit değildir.

**Anahtar Kelimeler:** Antalya, Belek, biyoçeşitlilik indeksleri, foraminifer, Pliyo-Kuvaterner

**PALEOBIODIVERSITY ANALYSIS OF PLIO-QUATERNARY  
FORAMINIFERA FROM THE BELEK COASTAL AREA  
(EAST ANTALYA)**

**Şeyda Parlar<sup>1</sup>, Muhittin Görmüş<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Selcuk University, Faculty of Engineering and Architecture,  
Department of Geological Engineering, Konya, Turkey

<sup>2</sup> Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Architecture,  
Department of Geological Engineering, Isparta, Turkey  
(sparlar@selcuk.edu.tr)

**ABSTRACT**

*A total of 52 genus and 105 species belong to 28 families were determined in this study which includes the investigations of foraminifera in Plio-Quaternary aged marine sediments outcropping along the coasts around the Belek, Kadriyeköy and Kumköy settlement places in the south of the Serik (east of Antalya).*

*Biodiversity analysis were realized to observe the differentiation of the diversities of foraminifera on lateral and vertical directions. For this purpose, 86 core drilling samples and 55 surface samples of Plio-Quaternary aged marine sediments were evaluated. Total invidual number and invidual number of each species were determined in each sediment sample which includes foraminifera. Also, common species number of this sample and the sample in next level were compared. Biodiversity formulas were used on these numerical data and species diversity, species richness, similarity and dominance parameters were obtained.*

*The biodiversity indices as species diversity, species richness, species evenness, are high for Quaternary aged marine sediments and relatively low for Plio-Quaternary aged marine sediment. The similarity index indicate that the species diversify gradually in the consecutive levels. The low species diversity and species richness values of Plio-Quaternary aged marine sediments indicates that the environment has changed from shallow environment to relatively deeper environment. According to species evenness index, the invidual number for each species is not equal.*

**Keywords:** Antalya, Belek, biodiversity indices, foraminifera, Plio-Quaternary

## ÖLÜ DENİZ FAY HATTI BOYUNCA GERÇEKLEŞEN KIZILDENİZ-AKDENİZ BAĞLANTISI GEÇ PLİYÖSEN'DE SONA ERDİ Mİ?

Engin Meriç<sup>1</sup>, Ertuğ Öner<sup>2</sup>, Niyazi Avcı<sup>3</sup>, Atike Nazik<sup>3</sup>,  
Baki Yokeş<sup>4</sup>, Yeter Göksu<sup>5</sup>, Yeşim İslamoğlu<sup>6</sup>,  
Hakan Güneyl<sup>3</sup>, Osman Candan<sup>7</sup>, Feyza Dinçer<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4 34710 Kadıköy, İstanbul

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 35100 Bornova, İzmir

<sup>3</sup> Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana

<sup>4</sup> Haliç Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü,  
Sıracevizler Caddesi No:29, 34381 Bomonti, Şişli, İstanbul

<sup>5</sup> Ankara Üniversitesi, Nükleer Araştırma Enstitüsü, 06100 Tandoğan, Ankara

<sup>6</sup> Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Maden-Etüd Dairesi, 06520 Balgat, Ankara

<sup>7</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35160 Buca, İzmir

<sup>8</sup> Nevşehir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,

Jeoloji Mühendisliği Bölümü 50300 Nevşehir

(bakiyokes@halic.edu.tr)

### ÖZ

Asi Delta Ovası, Kızıldeniz'den Antakya'ya uzanan Ölü Deniz Fay Zonu ve Karlıova'dan Antakya'ya uzanan Doğu Anadolu Fay Zonu'nun etkisi altındaki alanda yer almaktadır. Hatay, Samandağ kıyısında Asi Delta Ovası'nda gerçekleştirilen sondajların farklı düzeylerinden alınmış örneklerde bentik foraminiferlerden; *Siphonaperta aspera*, *Quinqueloculina seminula*, *Lenticulina cultrata*, *L. gibba*, *L. orbicularis*, *L. rotulatus*, *Amphicoryna scalaris*, *Marginulina hirsuta*, *Hoeglundina elegans*, *Brizalina spathulata*, *Cassidulina carinata*, *Euuvigerina reineri*, *Uvigerina mediterranea*, *Neoconorbina terquemi*, *Siphonina tubulosa*, *S. reticulata*, *Cibicidoides pachyderma*, *C. pseudoungerianus*, *Planulina ariminensis*, *Cibicides advenum*, *Amphistegina lessonii*, *Gyroidinoides soldanii*, *Ammonia compacta*, *A. parkinsoniana*, *Elphidium crispum* yaygın olarak tanımlanmıştır. Ostrakodlardan, *Candona neglecta* Sars ve *Ilyocypris bradyi*, *Cyprideis torosa*, *Xestoleberis communis*, *Cytheretta adriatica*, *Grinioneis haidingeri*, *Carinocythereis carinata*, *Aurila convexa*, *Semicytherura incongruens*, *Bairdoppilata* (B.) *supradentata*, *Henryhowella asperrima* ve *Pontocythere turbida* ile mollusklerden *Melanopsis nodosa*, *M. praemorsa*, *M. costata*, *Theodoxus* (T.) *aff. syriacus*, *T. (Neritaea) anatolicus*, *T. (N.) jordani*, *T. (N.) aff. euphraticus*, *Nassarius circumcinctus*, *Donax venustus*, *D. trunculus* bulunmuştur. İncelenen foraminifer topluluğu içinde ve 70.000 yıl yaşlı, çalışılan alanın kuzeyinde Mağaracık köyü yüzey örneğinde günümüz Akdeniz foraminiferleri dışında, Pasifik Okyanusu kökenli *Euuvigerina reineri* bireyleri saptanmıştır. *Euuvigerina reineri*'nin Akdeniz ve çevresi'nde şimdiye kadar yapılan çalışmalarda gözlenmemesi, Asi Delta Ovası'nda 70.000 yıl olarak yaşlandırılan birimde bulunması, Orta-Geç Pliyosen'de Kızıl Deniz ile Akdeniz arasındaki sığ denizel bağlantının Geç Pleistosen'e kadar sürdüğünü ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Asi Deltası, *Euuvigerina reineri*, Geç Pleistosen, Kızıldeniz-Akdeniz bağlantısı, paleocoğrafya

## HAS THE RED SEA - MEDITERRANEAN CONNECTION OVER DEAD SEA FAULT LINE ENDED IN LATE PLIOCENE?

**Engin Meriç<sup>1</sup>, Ertuğ Öner<sup>2</sup>, Niyazi Avsar<sup>3</sup>, Atike Nazik<sup>3</sup>,  
Baki Yokeş<sup>4</sup>, Yeter Göksu<sup>5</sup>, Yeşim İslamoğlu<sup>6</sup>,  
Hakan Güneyl<sup>3</sup>, Osman Candan<sup>7</sup>, Feyza Dinçer<sup>8</sup>**

<sup>1</sup> Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4 34710 Kadıköy, İstanbul

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 35100 Bornova, İzmir

<sup>3</sup> Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana

<sup>4</sup> Halic Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü,  
Sıracevizler Caddesi No:29, 34381 Bomonti, Şişli, İstanbul

<sup>5</sup> Ankara Üniversitesi, Nükleer Araştırma Enstitüsü, 06100 Tandoğan, Ankara

<sup>6</sup> Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Maden-Etüd Dairesi, 06520 Balgat, Ankara

<sup>7</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35160 Buca, İzmir

<sup>8</sup> Nevşehir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,

Jeoloji Mühendisliği Bölümü 50300 Nevşehir

(bakiyokes@halic.edu.tr)

### ABSTRACT

Asi Delta Plain is under the influence of Dead Sea Fault Line which is extended from Red Sea to Antakya and the Eastern Anatolian Fault Line extended from Karlıova to Antakya. The drill samples obtained from Asi Delta Plain on the Samandağ coast (Hatay) were investigated. Of the observed foraminifer species, *Siphonaperta aspera*, *Quinqueloculina seminula*, *Lenticulina cultrata*, *L. gibba*, *L. orbicularis*, *L. rotulatus*, *Amphicoryna scalaris*, *Marginulina hirsuta*, *Hoeglundina elegans*, *Brizalina spathulata*, *Cassidulina carinata*, *Euuvigerina reineri*, *Uvigerina mediterranea*, *Neoconorbina terquemi*, *Siphonina tubulosa*, *S. reticulata*, *Cibicidoides pachyderma*, *C. pseudoungarianus*, *Planulina ariminensis*, *Cibicides advenum*, *Amphistegina lessonii*, *Gyroidinoides soldanii*, *Ammonia compacta*, *A. parkinsoniana*, *Elphidium crispum* were found to be abundant. the observed ostracode species were *Candona neglecta* Sars, *Ilyocypris bradyi*, *Cyprideis torosa*, *Xestoleberis communis*, *Cytheretta adriatica*, *Grinioneis haidingeri*, *Carinocythereis carinata*, *Aurila convexa*, *Semicytherura incongruens*, *Bairdoppilata (B.) supradentata*, *Henryhowella asperrima* and *Pontocythere turbida*, the observed molluscs species were *Melanopsis nodosa*, *M. praemorsa*, *M. costata*, *Theodoxus (T.) aff. syriacus*, *T. (Neritaea) anatolicus*, *T. (N.) jordani*, *T. (N.) aff. euphraticus*, *Nassarius circumcinctus*, *Donax venustus*, *D. trunculus*. Pacific originated *Euuvigerina reineri* individuals were found in the study area, as well as in 70.000 years old sediment samples collected from Mağaracık Village which is located on the north of the study area, indicating that the Mid-Late Pliocene shallow water connection between Red Sea and Mediterranean might have continued until Late Pleistocene

**Keywords:** Asi Delta, *Euuvigerina reineri*, Late Pleistocene, paleogeography, Red Sea-Mediterranean connection



**SEDİMANTOLOJİ VE SEDİMANTER SÜREÇLER**  
***SEDIMENTOLOGY AND***  
***SEDIMENTARY PROCESSES***

**Sözlü Sunumlar / *Oral Presentations***

## FEVZİPAŞA FORMASYONU: SÖKE-MİLET HAVZASI KUZEYBATI KENARINDA PLEYİSTOSEN SİĞ DENİZEL YELPAZE DELTASI İSTİFİ, BATI TÜRKİYE

**Uğur İnci, Ökmen Sümer**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Tınaztepe Kampüsü, Buca, İzmir  
(ugur.inci@deu.edu.tr)*

### ÖZ

Söke-Milet havzasının Söke yakınındaki kuzeybatı kenarında gözlenen Pleyistosen yaşlı Fevzipaşa Formasyonu sığ denizel yelpaze deltasında çökelmiş kırıntılı tortul kayalar içerir. Bu kaya biriminden on sekiz sedimanter fasiyes ayrıtarılarak aşağıdaki alüvyon yelpazesi ve sığ denizel yelpaze deltası önü (fan-delta front) fasiyes toplulukları (FA) tanımlanmıştır : (FA 1) üst alüvyon yelpazeleri, (FA 2) kıyı yakını (nearshore) kumtaşları : (FA 2a) set gerisi ve (FA 2b) kum seti, (FA 3) sığ denizel yelpaze deltası yamacı (fan-delta slope) kumtaşları / kıyı önü (shoreface) kumtaşları, (FA 4) yelpaze deltası önü (prodelta) çamurtaşları / kıyı açığı (offshore) geçiş zonu ve (FA 5) alt alüvyon yelpazeleri. FA 1, aşırı tortul yüklü taşkın akmaları ile birbirine bitişik alüvyon yelpazeleri olarak biriktirilmiş egemen olarak som ve yatay katmanlı çakıltaşı, çakıllı kumtaşı ve som kumtaşı fasiyeslerinden oluşur. FA 2a, paralel laminalı kumtaşı ve dalga kırışığı çapraz laminalı kumtaşı fasiyesleri ile temsil edilir; 3-5 m kalınlıktadır. FA 2b, 1-8 m kalınlıkta kum setidir. Kaba taneli, büyük ölçekli düzlemsel çapraz katmanlı kumtaşlarından oluşur. FA 3 ile yanal geçişlidir. FA 3 çok ince ile kaba taneli arası değişik kumtaşı fasiyeslerinden oluşur; düzlemsel laminalı kumtaşı, dalgalı ve düşük açılı çapraz laminalı kumtaşı, akıntı kırışığı çapraz laminalı kumtaşı, dalga kırışığı çapraz laminalı kumtaşı, tümsek biçimli (hummocky) çapraz katmanlı kumtaşı ve som kumtaşı. Tüm kumtaşı fasiyesleri bol mikalıdır. Som kumtaşları *Cardium* (*Cerastoderna*) *edule* Linné, *Didacna* sp. kavkıları içerir. Katmanlanmaya paralel aşınma yüzeyleri, normal ve ters derecelenme ve laminalanma olağan tortul yapılarıdır. FA 3'ün yaklaşık toplam kalınlığı 40 metredir. FA 4, denizel ostrakod, planktonik diyatom ve sideritik yumrular içeren som çamurtaşı ve laminalı çamurtaşı fasiyeslerinin ardalanmasından oluşur ve kalınlığı 20 metredir. FA 5, FA 1 ile benzerlikler taşır. Farklı olarak FA 5, alüvyon yelpazelerinin iraksak bölümlerinde çökelmiş tatlı su karbonat fasiyesleri içerir.

Fevzipaşa Formasyonu'nun birikimi, KD-GB gidişli, sağ yanal bileşeni olan verev atımlı normal fay karakterindeki Yamaçköy fayı tarafından kontrol edilmiştir. Formasyonun tektonosedimanter özellikleri, Pleyistosen süresince çökelme ile yaşıt duraksamalı transtansiyonel tektonik rejim etkinliğini yansıtır.

**Anahtar Kelimeler:** Yelpaze deltası, Pleyistosen, *Cardium*, Söke



## **THE FEVZİPAŞA FORMATION: THE PLEISTOCENE SHALLOW MARINE FAN-DELTAIC SEQUENCE IN THE NORTHWESTERN MARGIN OF THE SÖKE-MİLET BASIN, WESTERN TURKEY**

**Uğur İnci, Ökmen Sümer**

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Tınaztepe Kampüsü, Buca, İzmir, Turkey  
(ugur.inci@deu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The Pleistocene Fevzipaşa Formation that outcrops in the northwestern margin of the Söke-Milet basin around Söke comprises shallow marine fan-deltaic clastic sedimentary rocks. Eighteen sedimentary facies have been distinguished and recognized following alluvial fan and shallow marine fan-delta front facies associations (FA) from this unit : (FA 1) upper alluvial fans, (FA 2) nearshore sandstones, (FA 2a) backbarrier and (FA 2b) sandbarrier, (FA 3) shallow marine fan-delta slope sandstones / shoreface sandstones, (FA 4) prodelta mudstones / offshore transition zone and, (FA 5) lower alluvial fans. FA 1 is made of dominantly massive to horizontally stratified conglomerates, gravelly sandstones and massive sandstone facies deposited by hyperconcentrated streams or floods in the coalesced alluvial fans. FA 2a is represented with plane parallel laminated sandstones and wave ripple-cross laminated sandstones with 3-5 m thickness. FA 2b is probably a linear sand bar deposit with 1-8 m thickness. FA 2b is represented with coarse-grained large-scale planar cross-stratified sandstones. It is laterally transitional with FA 3. FA 3 is composed of very fine to coarse-grained sandstones facies, plane parallel laminated sandstone, wavy and low-angle cross-laminated sandstone, current ripple cross-laminated sandstone, wave ripple cross-laminated sandstone, hummocky cross-stratified sandstone and massive sandstone facies. All sandstone facies are micaceous. Massive sandstone facies contains *Cardium* (*Cerastoderna*) *edule* Linné, *Didacna* sp. shells. The erosional discontinuity surfaces, normal and inverse grading and lamination are common sedimentary structures. Total thickness of the FA 3 is approximately 40 m. FA 4 is composed of massive mudstone and laminated mudstone facies alternation with marine ostracods, planktonic diatoms and sideritic concretions. Thickness of the FA 4 is 20 m. FA 5 resembles to the FA 1, but additionally contains stratified freshwater lacustrine carbonate facies deposited on the distal parts of the alluvial fans.*

*The deposition of the Fevzipaşa Formation was controlled by Yamaçköy Fault. The fault is characterized by NE-SW trending normal fault with sinistral oblique slip component. The tectonosedimentary features of the formation indicate the activity of the syndepositional episodic transtensional tectonic regime within the Pleistocene.*

**Keywords:** Fan-delta, Pleistocene, *Cardium*, Söke.

## TRABZON VE ÇEVRESİNDE (KD TÜRKİYE) GÖZLENEN KALSİTKLASTİK DENİZALTI YELPAZE ÇÖKELLERİNİN FASİYESLERİ VE KONTROL MEKANİZMALARI

**Dilek Sofracıoğlu<sup>1</sup>, Raif Kandemir<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>MTA, Tabiat Tarihi Müzesi, Ankara

<sup>2</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane  
(dlksofracioglu@gmail.com)

### ÖZ

Doğu Pontidler'in kuzeyinde yer alan Trabzon ve yakın çevresinde Mesozoyik istifi kalsitürbiditlerden oluşan Tonya Formasyonu ile sonlanmaktadır. Tonya Formasyonu'nun yayılım, dağılım, kaya türü, çökel yapı-doku, mikro ve makro fauna karakteristikleri ve fosil içeriğini ortaya koymak amacıyla Hacımehmet ve Gürbulak yörelerinden iki adet ölçülü stratigrafik kesit alınmıştır. Çalışma sahalarındaki Üst Kretase istifi, altta Çağlayan Formasyonu ile başlamakta, yukarıya doğru Kampaniyen yaşlı kalsitürbiditlerden oluşan Tonya Formasyonu ile devam etmektedir. Tonya Formasyonu, üzerine Kabaköy Formasyonu'nun volkanitleri uyumsuz olarak gelmektedir. Çağlayan Formasyonu'nda yapılan öncel çalışmalarda Kampaniyen-Maastrichtiyen yaş aralığını veren kırmızı-bordo renkli kireçtaşlarının yaşı, bu çalışmayla birlikte Kampaniyen olarak sınırlandırılmıştır. Tonya Formasyonu her iki kesitte de tabanda kalkarenit ve kalkruditlerle başlamakta, istiflerin üst seviyelerine doğru ise kalkarenit araseviyeli çamurtaşı, killi kireçtaşı ve kiltası araldanmasıyla devam etmektedir. İncelenen istiflerin taban seviyelerinin kaynağa yakın, üst seviyelerinin ise kaynaktan daha uzak/ıraksak bir ortamda çökelmiş oldukları belirlenmiştir. İstifler içerisinde ara seviyelerde malzeme getirimini sağlayan kanallar, yelpaze üstü lobları ve kayma yapıları tanımlanmıştır. İstiflerin içerdikleri çökellerin tane boyutuna göre orta boyutlu-orta taneli bir karbonat kırıntılı denizaltı yelpaze sisteminde oluştuğu belirlenmiştir. İncelenen çökellerdeki baskın karbonat dokusu moloztaşı, tanetaşı ve istiftaşlarıdır. İncelenen kalkarenit ve kalkruditlerdeki biyojen parçaları (büyük ve küçük bentik foraminiferler, kırmızı algler ve diğer alge benzeyen parçalar, ekinit plakaları, rudist kavkı parçaları, bryozoa parçaları, çeşitli kalın kavkı parçaları) ve bunların kırıklı, parçalı durumları, kalsitürbiditlerle eş yaşlı çökeltme alanına yakın bir karbonat çökeltme alanını işaret etmektedir. Kalsitürbiditlerde yer alan taban altı yapılarından alınan paleoakıntı ölçümleri kalsitürbiditleri oluşturan bileşenlerin D, GD'daki sığ bir ortamdan kaynaklandığını göstermektedir. İncelenen kesitlerde, litoloji değişimlerinin temel alındığı morfolojik olarak basit, yatay, düşey formlarının baskın olduğu sığ-derin denizel ortamı ifade eden 10 iknocins-iknotür? tanımlanmıştır.

Her iki kesitten tanımlanan planktik foraminifer ve bentik foraminifer toplulukları, Tonya Formasyonu'ndaki önceki çalışmalarda Kampaniyen-Maastrichtiyen olarak verilen çökeltme zamanı, Kampaniyen olarak sınırlandırılmış, Maastrichtiyen zamanını karakterize eden formlara rastlanılmamıştır. Bu çalışmayla Doğu Pontidler'de Kampaniyen zaman aralığında karbonat çökeltiminin olduğu sığ denizel ortamların varlığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Pontidler, Tonya Formasyonu, Geç Kretase, Kampaniyen, kalsitürbidit, mikrofasiyes

## **FACIES ARCHITECTURE AND CONTROLLING FACTORS OF THE CALCICLASTIC SUBMARINE FAN DEPOSITS IN TRABZON AND SURROUNDING AREA, NE TURKEY**

**Dilek Sofracioğlu<sup>1</sup>, Raif Kandemir<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>MTA, Natural History Museum, Ankara, Turkey

<sup>2</sup>Gümüşhane University, Department of Geology, Gümüşhane, Turkey  
(dlksofracioglu@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Tonya Formation, which is the uppermost unit of the Mesozoic sequences, is composed of calciturbidites in Trabzon and its surrounding regions. Two measured stratigraphic sections were taken from the Tonya Formation (Hacimehmet and Gürbulak) to show the distribution of rock types, sediment textures, micro and macro fauna characteristics and fossil contents. In the study areas, Late Cretaceous sequence starts with Çağlayan Formation at the bottom and continues upward with Campanian aged calciturbidites of the Tonya Formation. Volcanic rocks of the Kabaköy Formation unconformably overly the Tonya Formation. By this work, the age of the red-limestones that were dated as Campanian-Maastrichtian in previous works, was constrained to Campanian. In both of the measured sections, the Tonya Formation starts with calcarenites and calcrudites and towards the upper levels of the sequences passes to mudstone, argillaceous limestone and claystone alternations. Our data suggest a proximal environment for the deposition of bottom levels of the sections and a distal depositional environment for the upper level of the sections. Channels, suprafan lobes and slump structures were identified within the sequences. According to grain size of sediments included in the sequences, it can be suggested that carbonates were accumulated in a submarine fan system of medium size-medium grain. Rudstone, grainstone and packstone are the dominant carbonate textures in the investigated thin sections. Biogene parts in calcarenites and calcrudites (small and large benthic foraminifers, red algals and undifferentiated algal fragments, echinoid fragments, and rudist and bryozoan fragments) and their fractured structure point to the presence of a close contemporaneous carbonate depositional environment during their deposition. Paleocurrent measurements from the base of the calciturbidites show that the components of the calciturbidites were derived from a shallow environment from E or SE. Also, based on lithological changes, 10 ichnogenus-ichnospecies indicative for shallow-deep marine environments were identified where vertical forms dominate with basic and flat morphologies.*

*Defined communities of planktonic and benthonic foraminiferas from the both sections constrained the time of deposition to Campanian, which was given as Campanian-Maastrichtian in previous studies. Forms which characterize the Maastrichtian time are not determined. Our study also proves the presence of shallow marine carbonate environments of Campanian age in the Eastern Pontides.*

**Keywords:** Eastern Pontides, Tonya Formation, Late Cretaceous, Campanian, calciturbidite, microfacies.

## DASKYLEİON ANTİK KENTİ (BALIKESİR) CİVARINDAKİ GÖL VE AKARSU TORTULLARININ SEDİMANTOLOJİK İNCELENMESİ

**Zeynep Ergun<sup>1,2</sup>, Nizamettin Kazancı<sup>1,2</sup>, Sonay Boyraz<sup>1,2</sup>, Koray Koç<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara Üniversitesi, 06100, Tandoğan, Ankara*

<sup>2</sup>*Kuvaterner Araştırma Grubu, 06100, Tandoğan, Ankara*

*(zergun@ankara.edu.tr)*

### ÖZ

Daskyleion Manyas Gölü'nün güneydoğu kıyısında, Neojen kireçtaşları üzerine (Hisartep) kurulu antik bir yerleşim yeridir. Pers İmparatorluğu'nun Anadolu bölgesi idare merkezi (satraplık) olan bu kentin bulunma yeri, çağdaşı şehirlerin korunaklı dağ eteklerine kurulma geleneğine aykırı olup, büyük olasılıkla Manyas Gölü'nün sağladığı avantajları esas alınmıştır. Bu avantajların neler olabileceğini ortaya koymak ve Manyas Gölü'nün paleocoğrafik evrimini belirlemek amacıyla çevredeki eski-yeni göl ve akarsu tortulları incelenmiştir. Bunun için Ergili köyü yakınlarında ve Manyas Gölü kıyılarında 20-65 m arası uzunluklarda yedi adet sondaj yapılmıştır. Tortulların karotlar boyunca manyetik duyunlukları, organik madde kapsamları, tane boyu değişimleri, kil mineralleri ve kimyasal bileşimleri belirlenmiştir. Sonuçlar Manyas Gölü'nün hiçbir zaman bugünkünden daha geniş ve daha derin olmadığını, su seviyesinin alçalıp yükseldiğini, zaman zaman bataklaştığını göstermektedir. Bölge coğrafyasındaki asıl değişim göle ilerleyen Kocaçay deltası ile gölden çıkan Karadere tarafından sağlanmıştır. Karadere Manyas Gölü su seviyesinin yükselmesini engellemiş, geniş taşkın alanları yaratarak arazinin bugünkü ova görünümünün oluşmasına yardım etmiştir. Daskyleion antik kentinin merkezi küçük bir yarımada üzerindedir ve çevresi sonradan taşkın düzlüğü tortulları ile örtülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Daskyleion, Manyas Gölü, manyetik duyunluk, sedimantoloji

## **SEDIMENTOLOGICAL INVESTIGATION OF LACUSTRINE AND FLUVIAL SEDIMENTS AROUND THE DASKYLEION ANCIENT SETTLEMENT (BALIKESİR, TURKEY)**

**Zeynep Ergun<sup>1,2</sup>, Nizamettin Kazancı<sup>1,2</sup>, Sonay Boyraz<sup>1,2</sup>, Koray Koç<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara Üniversitesi, 06100, Tandoğan, Ankara, Turkey

<sup>2</sup>Kuvaterner Araştırma Grubu, 06100, Tandoğan, Ankara, Turkey

(ergun@ankara.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Daskyleion, the capital of Anatolian satrapy of the Persian Emperor was located on Neogene limestones (called Hisartepe) at the southeast coasts of Lake Manyas. This area must be preferred for some specific advantages, while other towns were settled traditionally on mountainous regions or aprons because of safety at that time. Palaeogeography of the region, particularly geological evolution of Lake Manyas could provide data on understanding of possible reasons of the settlement, and thus lacustrine and fluvial deposits of Neogene and Quaternary were studied. To achieve it, seven drillings 20-65 m long were realized near the Ergili village and core sediments were examined. Magnetic susceptibility, organic matter content, grain size, clay mineral and chemical composition of sediments were searched systematically along the cores. We concluded that Lake Manyas has never been wider and deeper than today. Its water level fluctuated and sometimes lake changed into marsh. Main palaeogeographic elements of the region were the stream Karadere, an outlet from the lake and the Kocaçay delta in the lake. The latter caused to enlarge lake areas filling the reservoir or pushing lake water toward the north. The stream Karadere prevented rising of the water level forming large flood plains. The city centre of Daskyleion was situated at a small peninsula and the town itself was encountered by a river and its marshy area.*

**Keywords:** *Daskyleion, Lake Manyas, magnetic susceptibility, sedimentology*

## MARMARA BÖLGESİ KUVATERNER ÇÖKELLERİNİN MANYETİK DUYGUNLUK ÖZELLİKLERİ

**Koray Koç<sup>1,2</sup>, Nizamettin Kazancı<sup>1,2</sup>, Zeynep Ergun<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
06100 Tandoğan, Ankara

<sup>2</sup>Kuvaterner Araştırma Grubu, 06100, Ankara  
(Nizamettin.Kazanci@eng.ankara.edu.tr)

### ÖZ

Manyetik duygunluk (md), manyetik alan tesirine bırakılmış bir maddenin mıknatıslanabilme özelliğidir. Uygulamada kabaca 'yerkürenin manyetik alan etkisine ilave olarak tortullardaki manyetik özelliğe sahip tanelerin teşkil ettiği toplam manyetizma' olarak tarif edilebilir. Bu tür taneler ve/veya parçacıklar diyajenez yoluyla oluşabildikleri gibi depolanma ortamlarında biyojenik süreçlerle de meydana gelebilirler. Kırıntılarda taşınma ile birikim olağandır. Güncel ortamlarda, özellikle metal kirlenmesinin olan yerlerde md çok belirgindir. Tortullardaki md'nin tespiti ile ortamların ve litofasiyeslerin ayrılması mümkündür. Özellikle karotlarda düşey yönlü md değişimleri bilgi vericidir. Bu çalışmada Manyas ve Ulubat gölü tortullarındaki md kayıtları ile Marmara Denizi çevresindeki Kuvaterner yaşlı tortullara ait md değerleri karşılaştırılmış ve ortam yorumlarındaki güvenilirlikleri irdelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre kireçtaşlarında kalsit oranı arttıkça md değerleri düşmektedir. Tane boyu md değerini etkilemekte, heterojen tane boyu yüksek değerler vermektedir. Organik maddenin yoğunlaştığı düzeylerde md yüksektir. Manyetik duygunluk Kuvaterner tortullarında yaşlara göre değişme göstermez, ancak denizel ince taneli kırıntıların gölsel olanlardan daha yüksek değerlere sahip oldukları belirlenmiştir. Bulgular, md incelemesinin karotlu çalışmalarda, karotları açmadan tortullar hakkında bilgi edinmek için çok yararlı araç olduğunu ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Manyetik duygunluk, Manyas Gölü, Ulubat Gölü, Marmara Denizi, Kuvaterner

## **MAGNETIC SUSCEPTIBILITY CHARACTERISTICS OF THE QUATERNARY SEDIMENTS IN THE MARMARA REGION, TURKEY**

**Koray Koç<sup>1,2</sup>, Nizamettin Kazancı<sup>1,2</sup>, Zeynep Ergun<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
06100 Tandoğan, Ankara, Turkey

<sup>2</sup>Kuvaterner Araştırma Grubu, 06100, Ankara, Turkey  
(Nizamettin.Kazanci@eng.ankara.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Magnetic susceptibility (ms) is the magnetization characteristics of a matter in magnetic fields. In practice it is the total magnetism of a sediment body thanks to magnetic particles and effects of global magnetic field of the Earth. Magnetic particles and/or grains could be formed by biogenic processes during the deposition and geochemical processes during the diagenesis. Transportation is the usual mechanism for clastic deposition. Ms is high in sediments of modern environments, particularly in polluted areas by metal ions. Experiences show that ms could help to describe the different environments and lithofacies, particularly in cores by vertical changes. Here, we present and discuss ms values of the lacustrine and marine sediments from lake Ulubat and Manyas and the Sea of Marmara. Results indicate that ms decreases dramatically in limestones by increasing pure calcite ratio. Grain-size is an important agent and the ms increases within unsorted sediments. Ms values are relatively high at layers enriched by organic matter. The magnetic susceptibility does not differentiate to age of the sediments, however ms values of marine sediments are higher than those of lacustrine or fluvial ones even though textural and compositional features are same. Last but not least, ms is a very useful tool for pre-description and/or logging core sediments without dissecting the cores.*

**Keywords:** Magnetic susceptibility, Lake Manyas, Lake Ulubat, Sea of Marmara, Quaternary

## KARAIŞALI FORMASYONU'NUN (ADANA BASENİ-TÜRKİYE) OLUŞUMUNU KONTROL EDEN FAKTÖRLER

**Fatma Taraf, Kemal Gürbüz**

*Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Adana  
(fatmataraf@hotmail.com)*

### ÖZ

Neojen yaşlı Adana Baseni'nin kuzey, kuzeybatı kesimlerinde yüzeylenen Karaisali Formasyonu; beyaz-krem renkli, alglı, mercanlı, gastropodlu, lamelli branşlı, ekinidli, çoğunlukla masif görümlü resifal özellikle kireçtaşlarından oluşmaktadır. Petrografik açıdan genel olarak; istiftaşı, çamurtaşı, yer yer bağlamtaşı ve vaketaşı ile temsil edilmektedir. Karaisali Formasyonu Burdigaliyen'de güneyden kuzeye doğru gelişen transgresyon sonucunda iki tip dokanak sınırına sahiptir: 1-Paleozoyik veya Mesozoyik yaşlı temel kayalar üzerine diskordan olarak, 2- Konkordan ve geçişli olarak karasal ve sığ denizel birimler üzerine gelmektedir.

İnceleme alanında sedimanter istif; en altta temel kayaları üzerinde diskordan olarak gelişmiş karasal özellikteki Gildirli Formasyonu ile başlamaktadır. Gildirli Formasyonu üzerine ise ilk denizel transgresyon ürünü sığ denizel özellikteki Kaplankaya Formasyonu geçişli olarak gelmektedir. Kaplankaya Formasyonu kırıntılı istifi; deniz seviyesinin yükselmesi ve karbonat miktarındaki artma sonucunda Karaisali Formasyonuna geçiş göstermektedir. Temel kayalarını ve bunların oluşturduğu topografik yükseltileri de örtecek şekilde kuzeye doğru bir çok üzerleme düzeyi (onlaps) bu transgresyonu açık bir şekilde tanımlamaktadır. Basenin bazı kesimlerinde ise farklı seviyelerde oluşan resifal oluşumlara sedimantasyonla yaşıt tektonizma eşlik etmektedir. Karaisali Formasyonu en üst seviyelere doğru daha belirgin ve yaygın alanları kapsamaktadır. Bu aşamada resifal ortamın karakteristiklerine sahip olmakta ve resif gerisi, resif tepesi, resif önü ve ilerisi gibi alt ortamlara ait verileri sunmaktadır.

Basenin kuzey kenarında kıta sahanlığının dar olması, yersel tektonizma ve deniz seviyesi değişimlerinin etkisi çok ani ve kısa mesafede fasiyes değişimlerine neden olmaktadır. Bu nedenden dolayı birim güney kesimde yanal olarak kısa mesafede kıta yokuşu (Kaplankaya Formasyonu) ve deniz altı yelpaze (Cingöz Formasyonu) sedimanlarına geçiş göstermektedir.

Bütün bu veriler Karaisali Formasyonu'nun oluşumunda deniz seviyesi değişimlerinin yanısıra yersel tektonizmanın da etkili olduğu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Transgresyon, yersel tektonizma, deniz seviyesi değişimleri, resif, Karaisali Formasyonu, Adana Baseni, Adana



## **THE FACTORS CONTROLLING THE EVOLUTION OF KARAIŞALI FORMATION (ADANA BASIN-TURKEY)**

**Fatma Taraf, Kemal Gürbüz**

Çukurova University, Department of Geological Engineering, 01330, Adana, Turkey  
(fatmataraf@hotmail.com)

### **ABSTRACT**

*Karaisali formation which is cropping out in the northern and northwestern parts of Neogene aged Adana Basin; is mostly composed of white-cream colored massive reefal limestones with algae, corals, gastropod, lamellibranch, and echinid. Petrographically; Karaisali formation generally represented by packstone, mudstone, and boundstone and wackestone at some places. Karaisali formation has two types of boundary with underlying units due to south-north transgression at Burdigalian time: 1- is discordantly overlies Paleozoic or Mesozoic aged basement rocks, 2- is conformably and transitionally overlies terrestrial and shallow marine units.*

*The sedimentary sequence in the study area; starts with terrestrial Gildirli formation discordantly overlies basement rocks. The first marine transgression product, is shallow marine Kaplankaya formation, transitionally overlies the Gildirli formation. Clastic sequence of Kaplankaya formation passes up into Karaisali formation as a result of increasing carbonate production and sea level rise. Many onlap features seen in the study area, showing northwards transgression are covering topographic highs and basement rocks is clearly describes this transgression. In some parts of the basin, occurrences of reefal carbonates accompanied by syndimentary tectonism. Karaisali formation covers more noticeable and widespread areas towards the uppermost levels. At this stage, this formation has general characteristics of reef environment and presents data for sub-environments such as back reef, reef crest, and reef front.*

*The narrow shelf in the northern border of the basin, the effects of tectonics and sea-level changes cause very sudden, short-distance facies changes. For this reason; sequence shows a lateral transition to slope sediments (Kaplankaya formation), and submarine fan (Cingöz formation) within a very short distance.*

*All these data indicate that local tectonism effected the evolution of Karaisali formation as well as sea level changes in the area.*

**Keywords:** *Transgression, terrestrial tectonism, changes in sea level, reef, Karaisali Formation, Adana Basin, Adana*

## GEÇ JURA-ERKEN KRETASE YAŞLI İNALTI FORMASYONUNUN LİTOFASİYES ÖZELLİKLERİ, BOYABAT YÖRESİ (SİNOP, ORTA PONTİDLER)

**Tuğba Eroğlu, M. Ziya Kırmacı**

*KTÜ, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon  
(teroglu@ktu.edu.tr)*

### ÖZ

Boyabat (Sinop) yöresinde (Orta Pontidler, K Türkiye) geniş bir yayılım alanına sahip olan Geç Jura-Eken Kretase yaşlı İnalıtı Formasyonu platform karbonatlarından oluşur. Düşey ve yanal yönde farklı litofasiyes özelliklerine sahip olan formasyon, gel-git arasından resif önüne kadar değişen ortamlarda çökelmiştir. Geç Jura-Eken Kretase yaşlı İnalıtı Formasyonu'nun Boyabat (Sinop) yöresindeki stratigrafik gelişimini ve litofasiyes özelliklerini belirlemeye yönelik olarak en iyi yüzeylenme verdiği Akkaya Tepe yöresinde kesit ölçümü yapılmış ve sistematik örnek alımı gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanında, İnalıtı Formasyonu'nu oluşturan platform karbonatları orta-kalın katmanlıdır ve gri, bej renkli bir görünüme sahiptir. Alınan örneklerin incekesitlerinde genel fauna topluluğunu bentik foraminiferler, algler, mercanlar, mollusklar, brachiopoda, gastropoda, ekinit plakası ve dikenleri oluşturur. Bentik foraminiferler (*Anchispirocyclina*, *Alveosepta*, *Rectocyclamina chouberti*, *Trocholina*) ve algler (Codiacean alg veya sifonlu yeşil algler) en bol görülen fauna tipi olup, birimin yaşının ve litofasiyes gelişiminin ortaya konulmasında oldukça önemlidirler. İnceleme alanında, Geç Jura-Erken Kretase yaşlı İnalıtı Formasyonu'nu oluşturan platform karbonatları bileşen içeriğine ve dokusal özelliklerine göre temel olarak beş farklı litofasiyeste gelişmiştir. Bu fasiyesler tabandan tavana doğru şu şekildedir:

- 1) Onkoidli istiftaşı litofasiyesi: İnceleme alanında birimin en alt seviyesini oluşturur. Litofasiyeste gözlenen karbonat bileşenlerinin büyük çoğunluğunu onkoidler ve bentik foraminiferler oluşturur. Onkoidler yaklaşık 500 mikron boyutunda olup, çoğunlukla asimetric büyüme gösterirler. Litofasiyesin fauna içeriği ve dokusal gelişimi düşük enerjili lagüner bir ortamdaki çökelişi işaret eder.
- 2) İtraklastlı ooidli tanetaşı litofasiyesi: Litofasiyeste gözlenen karbonat bileşenlerinin çoğunluğunu ooid, fosil ve intraklastlar oluşturur. Daha az oranda ise karbonatlı bileşen olarak peloid ve onkoidler mevcuttur. Baskın bileşen olan ooidler normal ve superficial olmak üzere iki ayrı türde görülmüştür. Ooidler genelde mikritik yapıda olup, radyal ve tanjansiyal sınırlımlı ooidlerde mevcuttur. Karbonat bileşenleri ve dokusal özelliklere göre çökelleme ortamı yüksek enerjili ooid sıklığı ortamdır.
- 3) *Alveosepta*'lı onkoidli istiftaşı litofasiyesi: Litofasiyeste gözlenen karbonat bileşenlerinin büyük çoğunluğunu onkoidler ve bentik foraminiferler oluşturur. Daha az oranda ooid ve peloidler mevcuttur. Litofasiyesin fauna içeriği ve dokusal gelişimi düşük enerjili lagüner bir ortamdaki çökelişi işaret eder.
- 4) Oolitik tanetaşı litofasiyesi: Litofasiyeste gözlenen karbonat bileşenlerinin çoğunluğunu ooid, peloid ve onkoidler oluşturur. Daha az oranda ise intraklast ve fosil mevcuttur. Baskın

bileşen olan ooidler normal ve superficial olmak üzere iki ayrı türde görülmüştür. Ooidler radyal ve tanjansiyal sarıllıdır. Karbonat bileşenleri ve dokusal özelliklere göre çökelme ortamı yüksek enerjili ooid sığığı ortamıdır.

5) Algli istiftaşı litofasiyesi: Litofasiyeste gözlenen karbonat bileşenlerinin çoğunluğunu onkoidler ve fosiller oluşturur. Daha az olarak ise ooid ve intraklastlar bulunmaktadır. Karbonat bileşenleri ve dokusal özelliklere göre çökelme ortamı düşük enerjili lagüner ortamıdır.

İnaltı Formasyonu litolojik ve paleontolojik özelliklerine göre sığı denizel ortamda çökelmiştir. Fasiyes gelişimi düşey olarak düşük enerjili lagün ortamı ile yüksek enerjili ooid sığığı ortamı arasında değışim göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Boyabat, Orta Pontidler, karbonat platformu, Litofasiyes

## **LITHOFACIES FEATURES OF UPPER JURASIC-LOWER CRETACEOUS INALTI FORMATION, BOYABAT AREA (SİNOP, MIDDLE PONTIDES)**

**Tuğba Eroğlu, M. Ziya Kırmacı**

*KTU, Department of Geological Engineering, 61080 Trabzon, Turkey  
(teroglu@ktu.edu.tr)*

### **ABSTRACT**

*Upper Jurassic-Lower Cretaceous Inalti Formation crops out widely in Boyabat (Sinop) area (Middle Pontides, N Turkey). Inalti Formation consists of platform carbonates. This formation has laterally and vertically different lithofacies features. Inalti Formation was deposited on tidal and reef areas. In order to determine the lithofacies features of this formation, a detailed stratigraphic section was measured at Akkaya Hill.*

*In study area, the platform carbonates is medium-thick bedded and grey-beige coloured. General fauna community consists of benthic foraminifera, algae, coral, mollusc, brachiopoda, gastropoda, echinoid plate and spurs. The most abundant types of fauna are benthic foraminiferas (Anchispirocyclus, Alveosepta, Rectocyclamina chouberti, Trocholina) and algae (Codiacean algae). These fossils are very important because they demonstrate age of the formation and development of lithofacies. According to the carbonate components and textural features of the platform carbonates:*

*1) Oncoidal packstone lithofacies: This lithofacies is the lowermost section of the platform carbonates in the study area. The majority of carbonate components are oncoids and benthic foraminiferas. The size of oncoids are about 500 micron and oncoids show asymmetric growth. The fauna component and textural development of lithofacies show low-energy lagoonal depositional environment.*

*2) Intraclast-oolitic grainstone lithofacies: The majority of carbonate components are ooids, fossils and, intraclasts and lesser peloids and oncoids. The ooids was determined as normal and superficial ooids. The ooids are generally micritic and lesser there are radial and tangential layers ooids. The carbonate components and textural features show high-energy shallow depositional environment (ooid shallowness).*

*3) Alveosepta-oncoidal packstone lithofacies: The majority of carbonate components are oncoids and benthic foraminiferas and lesser ooids and peloids. The fauna component and textural development of lithofacies show low-energy lagoonal depositional environment.*

*4) Oolitic grainstone lithofacies: The majority of carbonate components are ooids, peloids, oncoids and lesser intraclasts, fossils. The ooids was determined as normal and superficial ooids. The ooids radial and tangential layers. The carbonate components and textural features show high-energy shallow depositional environment (ooid shallowness).*

5) *Algea packstone lithofacies: The majority of carbonate components are oncoids, fossils and lesser ooids, intraclasts. The fauna component and textural development of lithofacies show low-energy lagoonal depositional environment.*

*Inaltı Formation was deposited on shallow depositional environment according to the lithological and paleontological features. The development of facies vertically varies between low-energy lagoonal depositional environment and high energy ooid shallowness.*

**Keywords:** *Boyabat, Middle Pontides, platform carbonates, lithofacies*

## PINARBAŞI TUFALARINDA (D KAYSERİ) FASIYES VE MANYETİK SUSSEPTİBİLİTE İLE ORTA PLİYOSEN İKLİMİNE ÖN YAKLAŞIMLAR

**Faruk Ocakoğlu<sup>1</sup>, İsmail Ö. Yılmaz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

<sup>2</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara  
(focak@ogu.edu.tr)

### ÖZ

Pınarbaşı ilçesi batısında önceki bazı çalışmalarda gösel ortam ürünü olarak yorumlanan ince yaygın bir Pliyosen karbonat istifi yüzeylemektedir. Bu istif Samağır köyü civarındaki bir kesitte yeniden ziyaret edilerek ayrıntılı loglanmış ve manyetik susseptibilite (MS) ölçümleri yapılmıştır; elde edilen sonuçlar iklimsel açıdan yorumlanmıştır. MS ölçümleri yüksek duraylılıklı bir arazi sensörüne sahip MS2 Manyetik Susseptibilite Sistemi ile hacimsel olarak ( $10^{-6}$ CGS) yapılmıştır.

Göl kıyısı tufası olarak yorumlanan 25 m kalınlığındaki bu karbonat istifi iç mimari olarak 100'lerce m yanal devamlılığa sahip iki temel yapıtaşından oluşur. İlkini fitoherm çatıtaşı, fitoherm bağlamtaşı ve bunlarla yanal ve düşey geçişli iri taneli fitoklastik/intraklastik tufalar oluşturur. Fitoherm çatıtaşı kamış ve resif benzeri küresel geometriye sahip bitkilerin karbonat sarımlarından oluşur ve bol gözeneklidir. Fitoherm bağlamtaşı beyaz renkli, lamine ve da masif tıkkız kireçtaşıdır. İkinci yapıtaşı 80-100 cm kalınlıkta sarımsı renkli, ince taneli fitoklastik tufalardan oluşur. Bunlar içinde elipsoidal onkoidlerle yatay konumlu bitkisel tüpler yaygındır. Akıntılı bir ortamı anlatan çapraz tabakalar ve reaktivasyon yüzeyleri de mevcuttur. İki yapıtaşı genellikle keskin dokanaklarla birbirini üzerleyerek ikililer oluştururlar.

Kesit boyunca sık aralıklarla gerçekleştirilen MS ölçümleri farklı hiyerarşide çevrimlerin varlığını göstermektedir. MS değerlerinin salınım genliğine dayanarak incelenen istif 4 bölüme ayrılabilir. 0-5 m ve 20-25 m arasında MS değerleri  $0-1 \times 10^{-6}$  arasında iken 5-10 m arasında değerler  $0-0.5 \times 10^{-6}$  arasındadır. 10-20 m arasında ise salınım aralığı oldukça geniştir ( $0-3 \times 10^{-6}$  arası). Öte yandan birinci yapıtaşını oluşturan biyoherm çatıtaşı ve biyoherm bağlamtaşı düşük ( $<0.5 \times 10^{-6}$ ) MS değerleri ölçülürken ikinci yapıtaşını oluşturan fasiyeslerde MS değerleri daha yüksektir ( $1 \times 10^{-6}$  civarında).

Fasiyes özellikleri ve MS ölçümleri, tufa istifinin oluştuğu iklimsel koşullar için izotopik ve kimyasal/mineralojik analizlerle test edilmesi gereken bir çalışma hipotezinin ileri sürülmesine olanak sağlamaktadır. Buna göre, nemli koşullar baskın olarak fitohermal fasiyeslerden ibaret birinci yapıtaşına yol açarken, daha kurak koşullar önceki tufaların suüstü olmasıyla gelişmiş kırıntılı tufaları üretmektedir. Kırıntılı tufalarda, hava yoluyla ya da yüzeysel ayrışmayla gelen daha fazla miktarda kırıntılı mineral (MS anomalisi) söz konusudur.

**Anahtar Kelimeler:** Orta Pliyosen, gösel tufa, manyetik susseptibilite, paleo-iklim

**PRELIMINARY VIEWS ON MID-PLIOCENE CLIMATE BASED ON FACIES AND MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF PINARBAŞI TUFAS (E KAYSERİ)**

**Faruk Ocakoğlu<sup>1</sup>, İsmail Ö. Yılmaz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Turkey

<sup>2</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Turkey  
(focak@ogu.edu.tr)

**ABSTRACT**

*A widespread, thin carbonate succession which was interpreted in some previous works having a lacustrine origin crops out to the southwest of Pınarbaşı town. This succession is revisited for detailed sedimentological logging and magnetic susceptibility (MS) measurements, and the results are evaluated in terms of Pliocene climatic conditions. MS measurements are done volumetrically ( $\times 10^{-6}$ CGS) by an MS2 Magnetic Susceptibility System with a high stability field sensor.*

*The investigated 25 m thick lacustrine succession interpreted as palludal tufa, consists of two internal architectural packages of laterally hundreds of meters persistence. First package is formed from phytoherm framestone, phytoherm boundstone and laterally and vertically interfingering minor coarse phytoclastic/intraclastic tufa. Phytoherm framestone consist of in situ highly porous carbonate encrusted reeds and spherical aquatic plants. Phytoherm boundstone is whitish, laminated or massive and quite dense. Second building package consists of 80-100 cm thick yellow fine-grained phytoclastic tufa. It contains ellipsoidal oncoids and horizontal plant tube remains, as well as cross bedding and reactivation surfaces all explaining an agitated environment. This two architectural elements abruptly overly each other by forming couplets.*

*Highly frequent MS measurements through the section revealed many cycles of varying hierarchy. Based on the MS range, the section can be divided into 4 parts. The intervals 0-5 m and 20-25 m are typical with MS values between 0 and  $1 \times 10^{-6}$  while in the interval 5-10 m, the MS values range 0- $0,5 \times 10^{-6}$ . Contrarily, 10-20 m interval is characterized with a wide MS range ( $0-3 \times 10^{-6}$ ). On the other hand, phytoherm framestone facies are generally of low MS values ( $< 0,5 \times 10^{-6}$ ) while phytoclastic /intraclastic facies has higher MS values ( $1 \times 10^{-6}$ ).*

*Facies and MS measurements of the studied tufa section allowed postulation of a working climate hypothesis that should be tested by further isotopic and chemical/mineralogical analysis. Accordingly, wetter conditions allowed formation of in situ phytohermal facies, while drier conditions caused mainly reworked phytoclastic tufa on subareal exposure of older tufas. In the latter, the airborne and chemically altered detrital minerals (i.e. higher MS values) are expected.*

**Keywords:** Mid-Pliocene, magnetic susceptibility, paleoclimate, palludal tufa

## ADANA (GÜNEY TÜRKİYE) YÖRESİ SERT LAMİNALI KARBONAT KABUK (KALIŞ KABUK) YÜZEY ŞEKİLLERİNİN KÖKENİ

**Meryem Yeşilot Kaplan<sup>1</sup>, Muhsin Eren<sup>1</sup>, Selahattin Kadir<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik, TR-26480 Eskişehir  
(meryemyesilot@mersin.edu.tr)

### ÖZ

Adana yöresinde iklim koşullarının ve litolojinin uygunluğu nedeniyle farklı oluşum şekillerindeki Kuvaterner yaşlı kaliş oluşumları yaygındır. Yöredeki kaliş oluşumları sert laminalı kabuk (kaliş kabuk), konglomeratik kabuk, yumru, tüp ve çatlak dolgusu şeklindedir. Karbonat kabuk, tipik olarak krem renkli, sürekli ve kesikli laminalı, sertleşmiş, ortalama 1-1.5 m kalınlığındaki dalgalı karbonat seviyesiyle temsil edilmektedir. Karbonat kabuk altta dereceli olarak kaliş yumru ve tüplerinin bulunduğu zona geçiş göstermektedir. Sert laminalı kabuk üst yüzeyi dom, hafifçe uzamış dom ve nadiren sırta benzer karakteristik yüzey şekilleri göstermektedir. Bu domsu yüzey şekilleri kaliş çadır yapıları olarak yorumlanmaktadır. Çadır yapıları 2-8 m genişliğinde, 6-8 m uzunluğunda ve 20-50 cm yüksekliğinde değişen boyut değerlerine sahiptir. Kaliş çadır yapılarının enine kesitleri yukarı doğru bükümlü (yalancı antiklinal) veya yüzey dalgalanması şeklinde görülmektedir. Dom şekilleri arasında nadiren düşey ve yaklaşık düşey çatlaklarla birlikte gözlenen çukurluklar bulunur. Petrografik ve duraylı izotop ( $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^{13}\text{C}$ ) verileri günlenme koşulları altında vadoz zonda bir oluşumu önermektedir. Isı ve nem ilişkili genleşme ve büzülme kaliş çadır yapılarının oluşumu için en uygun mekanizma olarak görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Adana, Kuvaterner, kaliş, sert kabuk, çadır yapısı



**GENESIS OF SURFACE MORPHOLOGIES OF THE HARD  
LAMINATED CARBONATE CRUST (CALCRETE HARDPAN)  
WITHIN THE ADANA (SOUTHERN TURKEY) AREA**

**Meryem Yeşilot Kaplan<sup>1</sup>, Muhsin Eren<sup>1</sup>, Selahattin Kadir<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik, TR-26480 Eskişehir, Turkey  
(meryemyesilot@mersin.edu.tr)

**ABSTRACT**

*In the Adana region, the Quaternary calcrete occurrences in a variety of forms are widespread because of favorable climatic conditions and lithology. In the region, the calcrete forms are hard laminated crust (calcrete hardpan), conglomeratic crust, nodule, tube and fracture-infill. The calcrete hardpan is represented by a typically cream coloured, evenly and discontinuously laminated, indurated, wavy horizon of calcium carbonate with an average thickness of 1-1.5 m. It grades down into the nodular and tubular calcrete horizon. Upper surface of the hard laminated crust represents a distinctive surface morphology of dome-like or slightly elongated dome-like and rarely ridge-like morphologies. These antiformal surface morphologies are interpreted as calcrete tepee-structures. The tepee-structures have dimensions ranging from 2 to 8 m in width, from 6 to 8 m in length and from 20 to 50 cm in height. The cross-sections of the calcrete tepee-structures appear as upward crust buckling (pseudo-anticline) or surface undulation. Troughs are present among the dome-like morphologies, and rarely associated with vertical and subvertical fractures. Petrographic and stable isotope ( $\delta^{18}O$  and  $\delta^{13}C$ ) data suggest an occurrence in a vadose zone under the subaerial conditions. Thermal and moisture related expansion and contraction seem to be the most likely main mechanism for formation of the calcrete tepee-structures.*

**Keywords:** Adana, Quaternary, calcrete, hardpan, tepee-structure

## ÇAL-BEKİLLİ YÖRESİNDEKİ PEDOJENİK KALIŞLERİN SEDİMANTOLOJİK, MİNERALOJİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**Sonay Boyraz, Baki Varol**

*Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Tandoğan, 06100, Ankara  
(sonayboyraz@hotmail.com)*

### ÖZ

Pedojenik kaliş Çal-Bekilli (GB Türkiye) bölgesindeki Pliyosen yaşlı Çağlayan formasyonunun üst seviyelerini oluşturan menderesli sistemlerin taşkın düzlüklerinde çökelmiş fluvial kırmızı çamurtaşları içerisinde gelişmiştir. Kalişler genelde toprakların Bk veya Bk/Cr horizonlarında yumrular, tüp, çatlak dolguları ve az da olsa masif şekillerde oluşmuşlardır. Bu toprak seviyelerinde kalsitleşmiş kökler veya kalıpları yaygındır. Kalişlerin bu farklı tiplerinin mineralojik bileşimi ise benzer olup düşük Mg kalsit tek karbonat mineralidir. Buna ilaveten, pedojenik karbonatlar kuvars ve az da olsa feldispat minerali içerirler. Bunların kil mineralojisi ise çoğunlukla illit, kısmen simektit, kaolinit ve çok az miktarda da klorit şeklindedir.

Pedojenik kalişlerin mikroskobik incelemelerinde, yüzen tortul/detritik taneler, biyolojik materyalin olmaması, yoğun mikritik/mikrosparitik matris, mikritik/mikrosparitik giysili taneler, ve boşluklu doku, bunların alfa tip özelliklere sahip olduklarını belirtir. Buna ilaveten pedojenik karbonatlardaki mikroskobik özellikler, toprakların oluşum ortamlarındaki kurak-ıslak iklimsel dalgalanmaların olduğunu gösterir. Pedojenik karbonatların ağır mineral içerikleri turmalin, sfen, kyanit (disten) ve piroksen egemen köken kayanın metamorfik ve ofiyolitik özellikte olduğunu işaretler. Kalişlerin  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri sırasıyla -5.81‰, -8.85‰, ve -4.46‰, -10.13‰ (PDB) arasında değişir. Negatif duraylı izotop değerleri ve alfa özelliklerin varlığı yüzeyden sızan meteorik suların oksitleyici toprak zonunda  $\text{CaCO}_3$  çökelişi ile gelişen pedojenik kökeni destekler. Bütün bu analizler ışığında, pedojenik karbonatlar Pliyosen'de mevsimsel kuraklık-ıslaklığın olduğu yarı kurak iklimsel koşullar altında oluşmuşlardır.

**Anahtar Kelimeler:** Pedojenik kaliş, alfa özellikler, paleoklimatoloji, Çal-Bekilli.

**THE SEDIMENTOLOGICAL, MINERALOGICAL AND  
GEOCHEMICAL PROPERTIES OF PEDOGENIC CALICHES IN  
ÇAL-BEKİLLİ REGION (DENİZLİ)**

**Sonay Boyraz, Baki Varol**

Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering,  
06100, Tandoğan, Ankara, Turkey  
(sonayboyraz@hotmail.com)

**ABSTRACT**

*Pedogenic caliches have developed in fluvial red mudstones deposited on a floodplain from meandering system of the upper level of Pliocene aged Çağlayan formation within the Çal-Bekilli region, SW Turkey. The caliches are usually form as nodules, tubes, fracture infillings and less massive in soil Bk or Bk/Cr horizons. The root cast and calcified roots (rhizoliths) are also common in these soil layers. The mineralogical composition of these different type of caliche is similar and low Mg calcite is unique carbonate mineral. In addition of this, the pedogenic carbonates contain quartz and minor amount of feldspar. The clay mineralogy of them are composed of predominantly illite, partially smectite, kaolinite, and very small amount of chlorite.*

*Microscopic investigations show that pedogenic carbonates have alpha type characteristic with floating sediments (detritic) grains, no biogenic materials, dense micritic/microsparitic groundmass, micritic/microsparitic coated grains and alveolar texture . In addition this, microscopic characteristics of pedogenic carbonates indicate that the soils have been through climatic fluctuations ranging from dry-wet periods in the soil forming environment. The heavy mineral contents of pedogenic carbonates are thourmaline, sphene, kyanit and pyroxene, suggesting the dominant source rocks are ophiolitic and methamorphic. The  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  isotope values of caliches vary between -5.81‰ and -8.85‰ and -4.46‰ and -10.13‰ (PDB), respectively. The negative (light) stable isotopes values and presence of alpha characteristic, caliches confirm the pedogenic origin that  $\text{CaCO}_3$  was precipitated by atmospheric surface water in oxidized soil profile. In the light of these all analysis, pedogenic carbonates have occurred under the semi-arid climatic conditions with seasonal dry-wet during the Pliocene.*

**Keywords:** *Pedogenic caliche, alpha characteristics, stable isotopes, Çal-Bekilli*

## ULUKIŞLA STROMATOLİTLERİNİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**Şeref Keskin, Mehmet Şener, Mehmet Furkan Şener**  
*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Niğde Üniversitesi, 51200 Niğde*  
(skeskin@nigde.edu.tr)

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Orta Anadolu'nun güneybatısında yer alan Ulukışla Havzası'ndaki biyohermlerin oluşumu, yapısı, jeokimyası ve çökelme ortamlarının araştırılmasıdır. Bu amaçla 17 sediman örneği derlenmiş ve analiz edilmiştir.

Ulukışla Havzası'ndaki stromatolitler, üst Eosen-Oligosen Kabaktepe Formasyonu'nda düzensiz bir şekilde oluşmuşlardır. Stromatolitlerin çatı yapısı ve jipslerle birlikte oluşmuş olması, Kabaktepe Formasyonu'nun stromatolitleri, oldukça sığ bir ortamda depolandığına işaret eder. İnceleme alanındaki stromatolitler morfolojik olarak düz, breşli ve sütunsu olmak üzere üç farklı tipte gözlenmektedir. XRD analizlerine göre bu üç tip stromatolitler kalsit (> % 95) ve kuvars (< % 0-5) olmak üzere aynı mineralojik bileşime sahiptir. Düz tipli stromatolitler, 5-10 cm kalınlığa sahip tabakalar şeklinde olup üst kısımlarında çatı yapısı gelişmiştir. Breşli tiptekiler çok çeşitli boyutta olup, sütunsu tiptekiler ise, büyümeyle genişleyen şekilli, çok iyi gelişmiş laminalara sahiptirler. Stromatolitlerin Ca içeriği % 24.6 – 35, Mg içeriği % 0.23 – 1.01, Fe % 0.04 – 0.53 arasında, Al % 0.03 – 0.35, Sr içeriği 210 – > 1000 ppm ve Ba içeriği 22 – 305 ppm arasında değişmektedir. Fe/Ca oranı (ortalama 50), Na/Ca oranı (ortalama 4), Sr/Ca oranı (ortalama 9) ve Ba/Ca oranı (ortalama 6) deniz suyundan yüksektir. Eser element ve element oranları, stromatolitler (Kabaktepe Formasyonu) tatlı suyun karıştığı denizel ortamda çökeldiğine işaret eder.

**Anahtar Kelimeler:** Ulukışla havzası, stromatolit, jeokimya, sığ denizel ortam

**GEOCHEMICAL FEATURES OF THE ULUKIŞLA STROMATOLITES****Şeref Keskin, Mehmet Şener, Mehmet Furkan Şener***Geological Engineering Department, Niğde University, 51200 Niğde, Turkey  
(skeskin@nigde.edu.tr)***ABSTRACT**

*The occurrence, structure, geochemistry, and depositional environment of bioherms in the Ulukışla Basin of southwestern central Anatolia are investigated. For that purpose, a total of 17 sediment samples were collected and analysed.*

*Stromatolites irregularly occur in the upper Eocene –Oligocene Kabaktepe Formation in the Ulukışla Basin. The associated tepee structure and gypsum occurrences suggest that the stromatolites of the Kabaktepe Formation deposited in extremely shallow-water environments. The studied stromatolites comprise three distinct morphotypes: flat, brecciated, and columnar. According to XRD analysis of these three stromatolites types calcite (> 95%) and quartz (< 0-5%) have the same mineralogical compositions. Flat type occurred as 5-10 cm thick beds with small scale tepee structures at the top. Brecciated type stromatolites have various grain sizes and columnar type shows well-developed lamination that defines an upward-widening morphology during growth. Ca content of samples collected from stromatolites is between 24.6 – 35 %, and Mg ranged from 0.23 – 1.01 %, Fe ranged from 0.04 – 0.53 %, Al ranged from 0.03 – 0.35 %, Sr ranged from 210 – > 1000 ppm, and Ba ranged from 22 – 305 ppm. Fe/Ca ratio (average 50), Na/Ca ratio (average 4), Sr/Ca ratio (average 9), and Ba/Ca ratio (average 6) are higher than seawater. Trace element and element ratios indicate that the stromatolites in Kabaktepe Formation deposited in the marine water mixed with fresh continental water.*

**Keywords:** *Ulukışla basin, stromatolites, geochemistry, shallow marine environment*



**SEDİMANTOLOJİ VE SEDİMANTER SÜREÇLER**  
***SEDIMENTOLOGY AND***  
***SEDIMENTARY PROCESSES***

**Posterler / *Posters***

## MESSİNYEN TUZLULUK KRİZİNİN MARMARA DENİZİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

**Burcu Barın<sup>1</sup>, Günay Çifçi<sup>1</sup>, Christopher C. Sorlien<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Haydar Aliyev Bulvarı  
No:100 PK:35340 İnciraltı, İzmir

<sup>2</sup> Earth Research Institute, University of California Santa Barbara, Santa Barbara,  
California, 93106, United States  
(barin\_burcu@windowslive.com)

### ÖZ

Marmara Denizi, Karadeniz ve Ege Deniz'leri arasında geçiş görevi gördüğünden, bu bölgedeki deniz seviyesi değişimlerini ve bölge üzerindeki etkilerini öğrenmek için meydana gelen iklimsel olaylar ve Messiniyen dönemindeki olası Tuzluluk Krizi'nin varlığının araştırılması önemlidir. Messiniyen Tuzluluk Krizi ile ilgili birçok çalışma olmasına karşın Marmara Denizi'nin Messiniyen dönemdeki durumuna çok fazla değinilmemiştir.

İnceleme alanı, Marmara Denizi'nin güney şelfi olup, Çanakkale Boğazı'ndan İmralı Adası'nın güney kesimine kadar olan bu alanda, toplanan yüksek ayrımlı çok kanallı sismik yansıma verilerinin yardımı ile stratigrafik yoruma gidilmiştir. Eldeki verilerin ışığında, bu kesimde akustik temel kayayı kesen ve Messiniyen dönemine ait olduğu düşünülen gömülü bir kanal yapısının varlığına rastlanmış ve çalışma bu veriler üzerine yoğunlaştırılmıştır. Kanal yapısına ait erozyonun doğası ile ilgili yorumlamada akustik temel kayanın ve buradaki büyük ölçekli açısız uyumsuzluğun üzerinde durulmuştur.

Bu çalışmada, Marmara Denizi güney şelfinin Messiniyen dönemindeki durumu, yüksek ayrımlı çok kanallı sismik yansıma verilerinin yardımı ile detaylı olarak ortaya konulmuştur. Bu verilere dayanarak stratigrafik yoruma gidilmiş olup, bu alanda bulunan kanal yapısının olası Messiniyen Tuzluluk Krizi'nin etkisi altında kalmış olabileceği söylenilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Marmara Denizi, Messiniyen tuzluluk krizi



## **IMPACT OF THE MESSINIAN SALINITY CRISIS IN THE REGION OF THE MARMARA SEA**

**Burcu Barın<sup>1</sup>, Günay Çiğçi<sup>1</sup>, Christopher C. Sorlien<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül University Institute of Marine Sciences and Technology Haydar Aliyev Boulevard No:100 Zip Code:35340 Inciraltı, İzmir, Turkey

<sup>2</sup> Earth Research Institute, University of California Santa Barbara, Santa Barbara, California, 93106, United States  
(barin\_burcu@windowslive.com)

### **ABSTRACT**

*The Sea of Marmara region is a gateway between the Black Sea and the Aegean Sea. For this reason, it is a very important location for paleoclimate research including the sea level change associated with the Messinian Salinity Crisis in the region of the Marmara Sea. Although considerable work has been carried out on Messinian salinity crisis, very little has been reported on Status of the Marmara Sea during the Messinian.*

*The case study includes the southern shelf and North Imrali basin of the Marmara Sea, which is in the region located from Canakkale Strait through Imrali Island; stratigraphic interpretation is made using high resolution multi-channel seismic reflection (MCS) data. A buried East-West channel cut into acoustic basement that may belong to the Messinian period was interpreted on the MCS data. Interpretation is focused on the nature of erosion related to this acoustic basement and to a major angular unconformity that may merge with it.*

*In this study, impact of the Messinian Salinity Crisis in the region of the Marmara Sea was investigated with high resolution multi-channel seismic reflection data. For instance, based on interpreted of this data, the channel could come into existence at the Messinian.*

**Keywords:** *Sea of Marmara, Messinian salinity crisis*

## ŞENKÖY FORMASYONU'NA AİT KUMTAŞLARININ PETROGRAFİSİ VE JEOKİMYASI, ESKİ GÜMÜŞHANE: TEKTONİK ORTAM VE KAYNAK ALAN İÇİN BULGULAR

**Levent Duygu<sup>1</sup>, Raif Kandemir<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> MTA, Jeoloji Etüdleri Dairesi, Ankara

<sup>2</sup> Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane,  
(lduygu@mta.gov.tr)

### ÖZ

Eski Gümüşhane yöresinde yüzeyleme veren Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'nda yer alan kumtaşıları, kaynak alan karakteristikleri ve tektonik ortamları açısından petrografik ve jeokimyasal olarak incelenmişlerdir. Şenköy Formasyonu inceleme alanında taban seviyelerinde konglomeralar, üstlere doğru kömür ara seviyeleri içeren kumtaşıları ve volkaniklastik kayalardan oluşmaktadır. Şenköy Formasyonu içerisindeki bu kumtaşıları Jura öncesinde yer almış olan kaynak alanlarının petrografisi ve jeokimyası üzerinde önemli bilgiler saklamaktadırlar. İncelenen kumtaşılarında çatıyı oluşturan bileşenler kuvars, feldspat ve kayaç parçalarıdır. İncelenen kumtaşılarındaki kayaç parçaları asidik ve bazik kökenli olmak üzere iki ana grupta toplanabilirler. Bu kayaç parçalarının hem Jura öncesi temelde bulunması gereken volkanik kayalar hem de Erken Jura'da bölgede etkin olan bazik yay volkanizmasının ürünleri olabileceği belirlenmiştir. İncelenen kumtaşılarında felsik bileşenlerin oranını temsil eden Th ve U gibi iz elementler ile, mafik bileşenlerin oranını temsil eden Sc, Cr gibi iz elementler geniş aralıklar sunmaktadırlar. Bu durum kayaların kaynak alanlarında felsik kayaların yanı sıra önemli oranlarda mafik kayaların da bulunduğunu işaret etmektedir. Kaynak alan ayrım diyagramları kumtaşılarındaki kayaç kırıntılarının bazikten asidiğe kadar değişen geniş bir magmatik kaynaktan türediğini göstermektedir. İncelenen kumtaşılarının tüm kayaç jeokimyası ada yayı, aktif kıtasal kenar ve pasif kıtasal kenar gibi birden çok alana düşmektedir. Nadir Toprak Element diyagramları da kumtaşılarının kıtasal yay ortamında oluşan magmatik kayalara ait dağılımlar ile benzerlik göstermektedir. Çalışılan kumtaşıları Erken Jura'da yay gerisi konumda oldukları dikkate alındığında, kırıntılı kayaların hem aktif volkanik yaydan hem de kıtadan malzeme alabilecek havzalarda çökeldikleri belirgindir.

**Anahtar Kelimeler:** Gümüşhane, Erken-Orta Jura, Şenköy Formasyonu, kumtaşı, jeokimya, kaynak alan

## **PETROLOGY AND GEOCHEMISTRY OF SANDSTONES FROM THE ŞENKÖY FORMATION, ESKİ GÜMÜŞHANE: IMPLICATIONS FOR PROVENANCE AND TECTONIC SETTING**

**Levent Duygu<sup>1</sup>, Raif Kandemir<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> MTA, Geological Research Department, Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Gümüşhane University, Department of Geology, Gümüşhane, Turkey  
(lduygu@mta.gov.tr)

### **ABSTRACT**

*Sandstones of Early to Middle Jurassic Şenköy Formation in the Eski Gümüşhane area were petrographically and geochemically investigated to determine the source area characteristics and their tectonic environments. The Şenköy Formation starts with basal conglomerate at the bottom and upward coal bearing sandstone and volcanoclastic rocks form the main components of the formation. Substantial information on the composition of provenance of these sandstones can be deduced from the petrographical and geochemical investigation of these sandstones. Rock fragments, feldspar and quartz are the main components of the investigated sandstones. Rock fragments can also be divided into two sub-groups: acidic fragments, and basic fragments. These rock fragments might be derived from both previous basement volcanic rocks and contemporaneous basic arc volcanism in the early Jurassic time. Trace elements, such as Th and U which represent the proportion of felsic components and Sc and Cr which measure the abundance of mafic components in the clastic rocks, display large variations in contents. This may suggest that the felsic rocks, as well as mafic rocks in significant proportions, in the source area might be found. Whole-rock geochemistry of these rocks defines more than one tectonic environment, e.g., island arc, active continental margin and passive margin, rather than a specific tectonic environment during their accumulation. Also, in rare earth element (REE) spider diagrams of the samples, REE patterns are similar to those of magmatic rocks formed in a continental arc environment. Taking into account that the deposition of investigated sandstones was in a back arc setting during the Early Jurassic, it is obvious that the components of sandstones would have been derived from both the continental arc and active arc volcanism.*

**Keywords:** Gümüşhane, Early-Middle Jurassic, Şenköy Formation, sandstone, geochemistry, provenance

## FIRAT VE DICLE NEHİRLERİ'NİN SEDİMAN TAŞINIM MİKTARLARI ÜZERİNDE JEOMORFOLOJİK, İKLİMSEL VE ANTROPOJENİK ETKİLER

**Zeynep Ergun<sup>1,2</sup>, Alper Gürbüz<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
06100, Tandoğan, Ankara

<sup>2</sup> Kuvaterner Araştırma Grubu, 06100, Ankara  
(zergun@ankara.edu.tr)

### ÖZ

Fırat ve Dicle nehirleri Türkiye'nin en verimli ve su potansiyeli en yüksek nehirlerinden ikisidir. Bu sınıraşan nehirler, Türkiye'de doğup, Suriye, İran ve Irak'ı katedip Şatt-ül-Arab olarak bilinen tek bir kol halinde Basra körfezine dökülmektedir. Fırat Nehri'nin toplam uzunluğu 2.800 km, su toplama alanı, 720.000 km<sup>2</sup> olup Erzurum'un 30 km doğusunda Dumlubaba Dağı'ndaki kaynağından doğar. Dicle Nehri'nin toplam uzunluğu ise 1.900 km, su toplama alanı 258.000 km<sup>2</sup> olup Güneydoğu Toroslar'da Maden Dağları kesiminde, Hazarbaba Dağı'nın güney tarafında, Yıldızhan yanındaki bir kaynaktan doğar. Fırat'ın sularının % 95'lik kısmı, Dicle'nin % 45'lik kısmı Türkiye'den beslenmektedir. Bununla beraber bu iki nehir Türkiye'nin su ihtiyacının %28'lik kısmını oluşturarak ülkemiz su ihtiyacı için önem teşkil eden kaynaklar arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Son yıllarda önemi giderek artan iklim değişimi ve su kaynaklarının geleceği konusunda yapılan tahminler için en önemli ve güvenilir veri kaynağını geçmişteki veriler oluşturmaktadır. Bu çalışmada Fırat ve Dicle nehirlerine ait güncel sediman taşınım miktarları ile Türkiye sınırları dışında bu akarsuların Geç Kuvaterner dönemindeki depolanma verileri esas alınarak Fırat ve Dicle nehirlerinin drenaj alanlarına ait jeolojinin, şekillendirdikleri jeomorfolojinin ve bu morfolojinin kontrol ettiği iklimsel çeşitliliğin Holosen dönemimdeki etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Ayrıca son yüzyıl içerisindeki iklimsel değişimlerin ve bu akarsular üzerinde inşa edilen barajların sebep olduğu sediman taşınım miktarlarındaki değişimler ile geçmişteki doğal süreçler sonucunda meydana gelmiş değişimler kıyaslanarak antropojenik etkilerin boyutu tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Fırat, Dicle, drenaj havzası, sediment taşınımı, Geç Kuvaterner

## **GEOMORPHOLOGICAL, CLIMATIC AND ANTHROPOGENIC AFFECTS ON THE SEDIMENT TRANSPORT AMOUNTS OF THE EUPHRATES AND TIGRIS RIVERS**

**Zeynep Ergun<sup>1,2</sup>, Alper Gürbüz<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
06100, Tandoğan, Ankara, Turkey

<sup>2</sup> Kuvaterner Araştırma Grubu, 06100, Ankara, Turkey  
(zergun@ankara.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*The Euphrates and Tigris Rivers are the most fertile rivers in Turkey and have high water potentials. These transboundary water sources born in Turkey and flow through Iraq, Syria and Iran pour out to the Persian Gulf as a single branch that is known as Shatt-al-Arab. The total length of the Euphrates River is 2.800 km with a catchment area of 720.000 km<sup>2</sup> and rise from its spring at the Dumlubaba Mountain located in 30 km east of Erzurum. The Tigris River has a total length of 1.900 km and a catchment area of 258.000 km<sup>2</sup> and rise from its spring that situated in the southeastern part of the Taurus Mountains around the Maden Mountain, to the south side of Hazarbaba Mountain near Yıldızhan. 95 per cent of the Euphrates and 45 per cent of the Tigris have fed from Turkey. At the same time, these two rivers constitute 28 percent of Turkey's water supply and they are important for our country's water requirements. Because of the increasing importance of climate change and forecasting about future of water resources in recent years, the most important and reliable data come from the past. In this study, we investigated the effects of Holocene climatic variations that was controlled by the geology and geomorphology in the drainage areas of the Euphrates and Tigris Rivers, using the recent sediment transport amounts and Late Quaternary depositional data collected from outside Turkey. Furthermore, the variations of the sediment transport amounts that resulted by the climatic changes and constructed dams, and the variations due to natural processes in the past were compared to discuss the magnitude of the anthropogenic affects.*

**Keywords:** *Euphrates, Tigris, catchment area, sediment transport, Late Quaternary*

## ÇÖKEL PRİZMA VE GELİŞİMİ, GÜMÜŞHANE, KD TÜRKİYE

**Cemil Yılmaz<sup>1</sup>, Raif Kandemir<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon

<sup>2</sup> Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane  
([cyilmaz@ktu.edu.tr](mailto:cyilmaz@ktu.edu.tr))

### ÖZ

Karbonat platformları çöklükla sakin tektonik koşullarda oluşurlar. Bu koşulların sonlanmasını sağlayan gerilmeli rejimler platformların parçalanmasını ve derin ortamlara ani geçişleri sağlarlar. Normal faylara bağlı olarak derinleşen ortamlarda biriken taşınmış çökeller ise prizma geometrisinde şekillenirler. Metre ölçeğinden kilometre ölçeğine varan farklı boyutlarda gelişen çökel prizmalar rift havzalarında sıklıkla izlenirler.

Gümüşhane yakın yöresinde Kretase dönemi başlıca sığ platformdan derin deniz ortamına kadar değişen koşullarda birikmiş olan, toplam kalınlıkları 2500 m'yi geçen Berdiga, Kındıralıkdere, Elmalıdere ve Tepeköy formasyonları ile tanınır. Genişlemeli ve duraylı/sakin tektonik koşulların şekillendirdiği bu birimlere işlenmiş tektono-sedimanter kayıtlar başlıca şunlardır: hızlı ve dar alanlardaki fasiyes ve kalınlık değişimleri, platform karbonatları, pelajik çökeller, neptüniyen dayklar, graben ve yarı grabenler, çökel prizmalar, istif içindeki tane boyu ve katman kalınlığındaki belirgin incelmeler, türbiditik çökel ve yapılar, kondanse istifler, karışık fosil toplulukları, monojenik breşler, kalsitürbiditler ve bloklu yapılar.

Geç Kretase riftleşme fazı karbonat platformunun parçalanması ve çökmesi ile ilişkilidir. Gümüşhane yöresindeki Geç Kretase çökelleri, bir karbonat platformu ortamından, pelajik bir fasiyese geçişi yansıtır. Yeniden işlenen çökellerin litolojik gelişimi esas olarak karbonat platformunu etkileyen blok-faylanma tarafından oluşturulan aktif sübidans (riftleşme) tarafından kontrol edilir. Yeniden işlenen çökeller bu riftleşmeye bağlı gelişen bir fay yamacı veya önündeki çökel prizmalar şeklinde, yukarıya doğru tane boyu ve tabaka kalınlığı incelen çökel paketleri şeklinde oluşmuşlardır.

**Anahtar Kelimeler:** Çökel prizma, Kretase havzaları, çökel kayıtlar, Gümüşhane

## **SEDIMENTARY PRISMS AND THEIR FORMATION, GÜMÜŞHANE, NE TURKEY**

**Cemil Yılmaz<sup>1</sup>, Raif Kandemir<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Karadeniz Technical University, Department of Geology, Trabzon, Turkey

<sup>2</sup> Gümüşhane University, Department of Geology, Gümüşhane, Turkey  
(cyilmaz@ktu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Carbonate platforms mostly form at quiet tectonic conditions. These conditions are finished by extensive tectonic regime providing break-up of platform carbonates and abrupt transition to deeper environments. Re-sedimented deposits accumulated in deepening basins depending on the normal faults form in prism geometry. Sedimentary prisms developing from meters to kilometers scale are mostly followed in the rift basins.*

*The Cretaceous period in the Gümüşhane region is characterized by Berdiga, Kındıralıkdere, Elmalidere and Tepeköy formations. These formations represent platform and slope-to-basin environments, respectively. These formations are developed by extensional and quiet tectonic periods and their total thickness reached up to 2500 meters. Tectono-sedimentary records in the sequences are: laterally and vertically rapid changes of the thickness and facies, sedimentary prisms, neptunian dykes in different levels, micro-turbiditic structures, platform carbonates, pelagic limestones, calciturbidites, monogenic breccias, mixed fauna assemblages, graben and half-graben, thinning and fining upward sequences.*

*The Cretaceous rifting phase is related to the break-up and drowning of the carbonate platform and is reflected in a rapid transition from a platform carbonate environment to pelagic facies. The lithological development of re-deposited sediments (monogenic breccias, calciturbidites) was controlled mainly by active subsidence due to block-faulting affecting carbonate platform. Re-deposited sequences, which were formed as a fault slope-apron sedimentary prism related to this rifting, were deposited during thinning-and-fining upward megacycles.*

**Keywords:** *Sedimentary prism, Cretaceous basin, sedimentary record, Gümüşhane*

## ÇAL-BEKİLLİ (DENİZLİ, GB ANADOLU) BÖLGESİNDEKİ PLİYOSEN PALEOSOLLERİNİN MANYETİK DUYARLILIK VE RENKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN İNCELENMESİ

Sonay Boyraz<sup>1</sup>, Özlem Makaroğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Tandoğan, Ankara

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü,  
Avcılar, İstanbul

(sonayboyraz@hotmail.com)

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Çal-Bekilli havzasındaki Pliyosen yaşlı çamurtaşı-paleosol aralanmaları ile pedojenik karbonat içeren paleosollerin manyetik duyarlılıklarının ölçülmesidir. Buna ilaveten, manyetik duyarlılık değerleri aynı seviyelerdeki mineralojik ve jeokimyasal özellikler ile de karşılaştırılmıştır.

Çalışma alanındaki üç farklı toprak horizonundan alınan örnekler, laboratuvarında Bartington MS2B aleti ile düşük ( $c_{LF}$ ) ve yüksek ( $c_{HF}$ ) frekansta ölçülmüştür. Manyetik duyarlılık değerleri genelde çamurtaşları ( $c_{LF}$ :  $35-90 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ) ve pedojenik karbonat ( $c_{LF}$ :  $35-65 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ) seviyelerinde düşük, koyu kırmızı-kahverenkli toprak seviyelerinde ise yüksektir ( $c_{LF}$ :  $155-200 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ). Manyetik duyarlılık pikleri bütünüyle kırmızı ve okside olmuş paleosoller için önemli bilgiler sağlamıştır.

Manyetik duyarlılık ölçümleri ile elde edilen bulgular, jeokimyasal ve ağır mineral analizleri ile de desteklenmiştir. Jeokimyasal incelemelerde toprak seviyelerinde  $\%Fe_2O_3$  ile  $\%TiO_2$  içeriklerinin arttığı, buna karşılık çamurtaşında ise görece daha az olduğu belirlenmiştir. Pedojenez gelişimiyle çamurtaşlarındaki minerallerin ayrışması sonucunda toprak seviyelerinde element zenginleşmeleri gerçekleşmiştir. Toprak seviyelerinde Fe ve Ti taşıyan ağır minerallerin varlığı da manyetik duyarlılığı artırmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Manyetik duyarlılık, paleosol, renk, çamurtaşı



## **THE INVESTIGATION OF RELATIONSHIP BETWEEN MAGNETIC SUSCEPTIBILITY AND COLOR OF PLIOCENE PALEOSOLS IN ÇAL-BEKİLLİ REGION (DENİZLİ, SW ANATOLIA)**

**Sonay Boyraz<sup>1</sup>, Özlem Makaroğlu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Ankara University, Fac. of Eng., Dept. of Geological Eng. Tandoğan, Ankara, Turkey

<sup>2</sup> İstanbul University, Fac. of Eng., Dept. of Geophysics Eng., Avcılar, İstanbul, Turkey  
(sonayboyraz@hotmail.com)

### **ABSTRACT**

*The aim of this study is to measure the magnetic susceptibility of Pliocene aged mudstone-paleosol intercalations and paleosols containing pedogenic carbonates in the Çal-Bekilli basin in Denizli, SW Anatolia. Furthermore, the magnetic susceptibility values were compared to mineralogical and geochemical properties of the same levels.*

*Samples taken from three different soil horizons in the study area were measured with Bartington MS2B as low field ( $c_{LF}$ ) and high field ( $c_{HF}$ ) frequency in the laboratory. While magnetic susceptibility values are low in mudstones ( $c_{LF}$ :  $35-90 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ) and pedogenic carbonates ( $c_{LF}$ :  $35-65 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ), dark red-reddish brown colored soil layers have higher values ( $c_{LF}$ :  $155-200 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ). Magnetic susceptibility peaks provide useful information on red and oxidized paleosols.*

*Magnetic susceptibility results were supported by geochemical and heavy mineral analysis. Our geochemical results indicate an increase of, %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  and %  $\text{TiO}_2$  content in the soil layers and a relative decrease in the mudstones. With developing of pedogenesis, as a result of mineral alterations in mudstones, element enrichments occurred in the soils. The presence of Fe and Ti-bearing heavy minerals also enhanced the magnetic susceptibility in the soil layers.*

**Keywords:** Magnetic susceptibility, paleosol, color, mudstone

## KONYA HAVZASI'NDA KUVATERNER YAŞLI ALÜVYAL YELPAZELERİN ZAMANSAL VE MEKANSAL ÖZELLİKLERİ: TEKTONİK VE İKLİMSEL ÇIKARIMLAR

Esra Önde<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup> Kuvaterner Araştırma Grubu, Ankara  
(eonde@hotmail.com )

### ÖZ

Alüvyal yelpazeler baskın olarak tektonizma ve iklime bağlı olarak gelişen, karasal ortamlardaki önemli morfo-sedimenter oluşumlardır. Orta anadolu'da yer alan Konya havzası, yüksek sismik aktiviteye sahip olan ülkemizde düşük tektonik aktivitesi ve yarı kurak iklimiyle oldukça karakteristik bir alandır. Oluşumlarındaki temel faktörlerin ortaya konması amacıyla bölgedeki alüvyal yelpazelerin zamansal ve mekansal ilişkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, yelpazeler ve drenaj alanları arasındaki morfolojik ve morfometrik özellikler incelenmiştir. Bunun sonucunda çalışma alanı içerisinde daha geniş alan kaplayan (maksimum ~600 km<sup>2</sup>) ve daha çok flüviyal kontrollü olarak gelişen Pleyistosen yelpazeleri ile moloz akmasının baskın etkisiyle oluşan ve daha küçük alanlara sahip (011 km<sup>2</sup>) Holosen yelpazeleri tespit edilmiştir. Alüvyal yelpazelerin mekansal dağılımları havzanın aktif tektoniğini yansıtmaktadır. Yüksek yağış değerlerine sahip Pleyistosen dönemi boyunca havzanın güney kesimindeki faylar yüksek aktiviteye sahipken, kurak Holosen döneminde ise kuzeydeki faylar daha fazla aktivite göstermiştir. Alüvyal yelpazelerin yüzey alan-drenaj alan ilişkilerinin sayısal analizleri Holosen yaşlı olanların boyut olarak büyüyemediklerine işaret etmektedir. Neojen yaşlı karbonat kayaların bulunduğu kaynak alan litolojisi önemli miktarda sediman gelimine uygun değilken, Pleyistosen yaşlı yelpazelerin kaynak alanları yoğun olarak kırılmış Mesozoyik yaşlı metamorfik ve karbonat kayalardan oluşmakta ve önemli miktarda sediman gelimi için belirgin bir potansiyele sahiptirler.

**Anahtar Kelimeler:** Alüvyal yelpaze, Kuvaterner, Konya havzası, sedimantoloji, tektonik, iklim

## **SPATIAL AND TEMPORAL FEATURES OF THE QUATERNARY ALLUVIAL FANS IN THE KONYA BASIN: TECTONIC AND CLIMATIC IMPLICATIONS**

**Esra Önde<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Aksaray, Turkey

<sup>2</sup> Kuvaterner Araştırma Grubu, Ankara, Turkey  
(eonde@hotmail.com)

### **ABSTRACT**

*Alluvial fans are one of the morpho-sedimentary units that can be found in almost all terrestrial settings. In all of the settings, the primary driving forces control alluvial fans are the tectonic activity and climate. The Konya basin is located in Central Anatolia where is characteristic with lowest precipitation ratio in semi-arid, and lowest tectonic activity in the seismically high active framework of Turkey. In order to understand the controls and their relative influences on spatial and temporal variations of alluvial fans in this region, we have studied the morphology and the morphometric relations between alluvial fans and drainage basins. Two distinct types of these morpho-sedimentary units developed in the Konya basin; fluviially dominated Pleistocene fans and debris flow dominated Holocene fans. Their spatial and temporal variations represent a good differentiation in the same time. The Pleistocene aged large alluvial fans (max. area ~600 km<sup>2</sup>) are mainly located along the southern boundary of the basin, whereas the Holocene aged fans are situated along the northern edge of the basin with small areas (0.11 km<sup>2</sup>). Their spatial variations represent the active tectonics of the basin. While during the Pleistocene the southern mountain front faults represented high activity in an environment with high precipitation ratios, during the Holocene the northern rim represents more activity in an arid environment. Quantitative analysis of alluvial fan area-drainage basin area relationships indicate that the Holocene fans do not increase in size. The lithology of the source area, where intensely Neogene carbonate rocks are found, is not responsible for an important sediment supply, whereas the source area of the Pleistocene fans have significant potential due to intensely fractured Mesozoic metamorphic and carbonate rocks in the source area.*

**Keywords:** *Alluvial fan, Quaternary, Konya basin, sedimentology, tectonics, climate*



**YER BİLGİ SİSTEMLERİ VE  
UZAKTAN ALGILAMA  
*EARTH INFORMATION SYSTEMS AND  
REMOTE SENSING***

**Sözlü Sunumlar / *Oral Presentations***

## KARSTLAŞMA VE İLİŞKİLİ JEOLOJİK RİSKLERİN CBS YARDIMIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ: KANLIDIVANE ÖREN YERİ (ERDEMLİ, MERSİN)

**Hidayet Tağa, Cüneyt Güler**

*Mersin Üniversitesi, Çiftlikköy Kampüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343 Mersin  
(htaga@mersin.edu.tr)*

### ÖZ

Antik Olba Krallığı'ndan günümüze kadar yerleşim alanı olma özelliğini uzun yıllar boyunca korumuş olan Kanlıdivane (Canytellis, Kanytella) ören yerinin merkezinde yer alan Kanlıdivane Obruğu, Ayaş beldesi (Mersin, Erdemli) sınırları içerisinde bulunmaktadır. Resifal nitelikli Miyosen yaşlı Karaisalı Formasyonu içerisinde gelişen obruk, süreksizliklerin kontrolünde oluşmuş KD-GB uzanımlı bir karstik çöküntü alanıdır. Sahip olduğu jeolojik yapısıyla doğal jeopark niteliğindeki Kanlıdivane Obruğu, elipsoidal şekilli olup 142 m boyunda, 95 m eninde ve 50 m derinliğindedir.

“Kanlıdivane Ören Yeri Çevre Düzenleme Projesi” çerçevesinde gerçekleştirilen bu çalışma ile obruk çevresinde ve özellikle obruğun güney kesimlerinde, jeolojik kökenli riskler değerlendirilmiş ve bu risklere yönelik alınması gereken koruma-iyileştirme önlemleri belirlenmiştir. Bu çalışmada; Kanlıdivane Obruğu'nun oluşumunda etkili olan jeolojik süreksizlikler, Schmidt çekici deneyi sonuçları, GPS verileri, Quickbird uydu görüntüsü ve Düşey Elektrik Sondajı (DES) verileri ArcGIS 9.3 coğrafi bilgi sistemi (CBS) yazılımı yardımıyla değerlendirilmiştir. Ayrıca; obruk çevresinde 100 farklı noktada uygulanan Schmidt çekici deney sonuçları kullanılarak, kaya dayanımı ve obruk oluşumu arasındaki ilişki irdelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kanlıdivane ören yeri, obruk, karstlaşma, Schmidt deneyi, CBS

## ***EVALUATION OF KARSTIFICATION AND RELATED GEOLOGICAL RISKS USING GIS: KANLIDIVANE RUINS (ERDEMLİ, MERSİN)***

***Hidayet Tağa, Cüneyt Güler***

*Mersin Üniversitesi, Çiftlikköy Kampüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
33343 Mersin, Turkey  
(htaga@mersin.edu.tr)*

### ***ABSTRACT***

*Kanlıdivane obruk, situated in the center of Kanlıdivane (Canytellis, Kanytella) ruins, is located within the limits of Ayaş town (Mersin, Erdemli), which has maintained the status of a settlement area from the antique Olba Kingdom up until late 1980s. The NE-SW extending obruk has been formed under the control of geologic discontinuities developed within Miocene reefal limestone, locally known as Karaisali formation. Kanlıdivane obruk is an ellipsoidal feature with dimensions measuring 142 m in length, 95 m in width, and 50 m in depth and it can be described as a unique natural geopark feature.*

*This study was conducted in the vicinity of the obruk area and especially in its southern part, within the framework of the “Kanlıdivane Ruins Landscape Project” and with an aim to evaluate geologic risks and to determine the protection-improvement measures that needs to be taken in the future. In this study, geologic discontinuities important in the formation of the Kanlıdivane obruk, Schmidt impact test results, GPS data, Quickbird satellite image and Vertical Electrical Sounding (VES) data were integrated and evaluated with the help of the ArcGIS 9.3 Geographic Information Systems (GIS) software package. Furthermore, the relationship between the rock strength and obruk formation was assessed by using the data from in-situ Schmidt impact hammer tests, which were obtained from 100 different points scattered around the obruk.*

***Keywords:*** *Kanlıdivane ruins, obruk, karstification, Schmidt test, GIS*

## YENİŞEHİR (BURSA) YERLEŞİMİ İÇİN SIVILAŞMA POTANSİYELİNİN ÜÇ-BOYUTLU (3-B) DEĞERLENDİRİLMESİ

Çağıl Kolat<sup>1</sup>, M. Lütfi Süzen<sup>2</sup>, Reşat Ulusay<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Verisis A.Ş., AR-GE Şubesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi - Teknokent, 06531, Ankara

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

<sup>3</sup>Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Beytepe, Ankara  
(ckolat@verisis.com.tr)

### ÖZ

Yenişehir (Bursa) yerleşim merkezinin sismik olarak aktif olan ve sürekli gelişen bir bölgedeki gevşek çökeller üzerinde yer alması nedeniyle, alanın sıvılaşma potansiyeli açısından değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Yenişehir’de daha önce Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi ve Yenişehir Belediyesi tarafından yapılmış olan çalışmalara ait sondaj verileri, girdi değerleri olarak kullanılmış ve çalışma alanının sıvılaşma potansiyeli, hem iki boyutlu (2-B) plansal, hem de üç boyutlu (3-B) hacimsel olarak incelenerek değerlendirilmiştir. 3-B sıvılaşma potansiyeli değerlendirmelerinde, yaklaşık 8 km<sup>2</sup>’lik çalışma alanında, toplam 75 kuyu verisi kullanılmıştır. Bu çalışma alanı, kuzeybatı köşesinde 4463601 K ve 723341 D, güneydoğu köşesinde ise 4459434 K ve 727023 D koordinatları (Projeksiyon: UTM, Dilim: 35 K, Datum: ED50) ile sınırlıdır. 2-B ve 3-B sıvılaşma potansiyeli değerlendirme sonuçları, birbiriyle uyumlu bulunmuştur. 2-B analizlerde, sıvılaşma potansiyelinin incelenmesi sadece her bir kuyu göz önünde bulundurulurken yapılmakta, kuyu çevresi dahil edilmemektedir. 3-B analizlerde ise, sıvılaşma potansiyelinin üç boyutlu mekansal dağılımını dikkate almak ve böylece bu olgunun derinlik bazındaki yanal dağılımını da değerlendirmek mümkün olmaktadır. Yenişehir’in 3-B sıvılaşma potansiyelinin değerlendirilmesinde, her kuyunun farklı derinliklerinde hesaplanan sıvılaşmaya karşı güvenlik katsayısı ( $F_L$ ) değerlerinin sınıflandırma sonuçları kullanılmıştır. 3-B Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) değerlendirmeleriyle çalışma alanının 3-B sıvılaşma potansiyeli modelinin oluşturulması, Petrel (Schlumberger) yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Petrel yazılımı kullanımında gerçekleştirilen ana adımlar; sınır tanımlanması, kuyuların tanımlanması ve en üst ile en alt yüzeylerin oluşturulması, katmanlama - gridleme ve ölçeğe göre kalibre edilme işlemlerinin yapılması, veri analizi ve modellemedir. Çalışma sahasının 3-B sıvılaşma potansiyelinin değerlendirilmesiyle, sıvılaşabilir alanların 3-B mekansal dağılımı tanımlanmış ve çalışma sahasının güney kesiminin sıvılaşmaya daha yatkın olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sıvılaşma, üç-boyutlu (3-B) değerlendirme, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Yenişehir (Bursa)



## **THREE-DIMENSIONAL (3-D) EVALUATION OF LIQUEFACTION POTENTIAL FOR YENİŞEHİR (BURSA) SETTLEMENT**

**Çağıl Kolat<sup>1</sup>, M. Lütfi Süzen<sup>2</sup>, Reşat Ulusay<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Verisis Co. R&D Department, Middle East Technical University - Technopolis, 06531, Ankara, Turkey

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

<sup>3</sup> Hacettepe University, Department of Geological Engineering, 06800, Beytepe, Ankara, Turkey  
(ckolat@verisis.com.tr)

### **ABSTRACT**

Yenişehir (Bursa) is currently developing settlement located on loose sediments in a seismically active region, hence it is important to assess the liquefaction potential of the area. In this study, borehole data obtained from the previous studies performed by Middle East Technical University, Hacettepe University and Yenişehir Municipality, was used as input data in the evaluation of the liquefaction potential both in two-dimensional (2-D) planimetric and three-dimensional (3-D) volumetric assessments. In 3-D liquefaction potential assessments, 75 borehole data were used within the area covering approximately 8 km<sup>2</sup>. The study area is bounded by the coordinates 4463601 N and 723341 E in the northwestern edge, 4459434 N and 727023 E in the southeastern edge in Universal Transverse Mercator (UTM) projection (Zone 35 N, European Mean Datum 1950). The results obtained from the 2-D and 3-D liquefaction potential assessments were found to be consistent with each other. In 2-D analyses, evaluation of the liquefaction potential is being assessed only considering each borehole, excluding its vicinity. The 3-D analyses consider the spatial distribution of liquefaction potential in three dimensions and hence evaluate the lateral distributions in depth. Liquefaction potential of Yenişehir was assessed in 3-D by using the classification results obtained from the calculated values of factor of safety against liquefaction ( $F_L$ ) for various depths of each borehole. In the production of the 3-D liquefaction potential model of the study area through 3-D Geographical Information Systems (GIS) evaluations, Petrel (Schlumberger) software was used. The main steps performed using Petrel software are; definitions of boundary and boreholes, preparation of top and bottom surfaces, layering - gridding and scale-up processes, data analysis, and modeling. With the 3-D evaluation of the liquefaction potential of the study area, the 3-D spatial distribution of the liquefiable areas was identified, and as a result, southern part of the study area was found to be much prone to liquefaction.

**Keywords:** Liquefaction, three-dimensional (3-D) assessment, Geographical Information Systems (GIS), Yenişehir (Bursa)

# DERİN-KOMPLEKS HEYELAN HAREKETLERİNİN RADAR İNTERFEROMETRİ YÖNTEMİ KULLANILARAK İZLENMESİ

**Muhterem Küçükönder, Tolga Çan**

*Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana  
(mhtrmkckndr@gmail.com)*

## ÖZ

Mersin ve Erdemli bölgesinde yapılan çok zamanlı heyelan envanter haritalama çalışmalarına göre Kuvaterner'den günümüze kadarki süreçte farklı zaman aralıklarında oluştuğu düşünülen çok sayıda eski büyük ölçekli ve güncel küçük ölçekli heyelan belirlenmiştir. Güncel heyelanlar, hazırlayıcı çevresel faktörlerin yanısıra, aşırı yağışların tetiklemesi sonucu bölgesel ölçekte gelişirken, eski heyelanların vadi oluşum süreçleri sonucu meydana geldiği tahmin edilmektedir. Eski heyelanların dağılımları değerlendirildiğinde bunların vadi yarılımlarına bağlı olarak genelde ofiyolit, ofiyolitik melanaj ile birlikte bu birimleri üzerleyen resifal kireçtaşlarını da içine alacak şekilde yamaç yukarı yönde gerileyen, kompleks ve dairesel mekanizmaya sahip, derin kaymalar şeklinde oluştuğu gözlenmiştir. Çalışma alanındaki havzaların mevcut erozyonel süreçlerini belirlemek amacıyla hipsometrik analizler gerçekleştirilmiştir. Buna göre heyelanlardan bazıları olgun alt havzalarda kalık heyelan morfolojisi sunmakta iken dengeye ulaşmamış göreceli olarak daha genç havzalarda vadi yamaçlarında aktif, kompleks ve derin heyelan aktiviteleri gözlenmektedir. Bu çalışmada Karaoğlan (52.8 km<sup>2</sup>) ve Sinap (23.2 km<sup>2</sup>) dere havzalarının, 41 km<sup>2</sup>lik bölümünde belirli bir zaman dilimi içerisinde heyelanlardan kaynaklanan yüzey deformasyonları radar interferometri tekniği kullanılarak değerlendirilmiştir. Heyelanlara bağlı gelişen deformasyonlar, L band ALOS-PALSAR algılayıcısının 2007, 2008 ve 2009 yıllarına ait görüntüleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. PALSAR algılayıcısının 34.3 derecelik bakış açısına sahip görüntüleme geometrisi, yüksek kritik baz mesafesi, 20 m'lik mekansal çözünürlüğü ve 236 mm dalgaboyu gibi özelliklere sahip olması bakımından heyelanlardan kaynaklanan yüzey deformasyonlarının izlenmesinde kullanışlı olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada kullanılan interferometri çiftleri arasındaki dikey baz mesafesi 524 ve 719m, zamansal baz farkları ise sırasıyla 276 ve 368 gündür. Fark interferogramları ile 2007 ve 2008 yılları arasında eğik mesafede yaklaşık 6cm ve 2008 ve 2009 yılları arasında ise 8cm civarında maksimum değişimler hesaplanmıştır. Heyelan geometrisine ve mekanizmalarına uyumlu olarak ana heyelan kütleleri içinde ikincil gelişen hareketleri de temsil eden yerdeğiştirmeler belirlenmiştir. Üç yıla ait fark radar interferometri sonuçlarına göre 10 mm/yıl gibi oldukça yavaş bir hız değeri elde edilmiştir. Bu hız değeri, 1955 tarihli hava fotoğraflarında gözlenen gerilme çatlaklarının günümüz durumu ile karşılaştırıldığında uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Dağlık bölgelerde heyelanların yol açtığı sürekli defomasyonların izlenmesi maliyet artırıcı ve zaman alıcı nedenlerden dolayı her zaman geleneksel yöntemler ile mümkün olmamaktadır. Bu nedenle yapay açıklıklı radar interferometri tekniği yeryüzünde meydana gelen görece yerdeğiştirmelerin hesaplanmasında potansiyel olarak en uygun yöntemlerden biri olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Deformasyon, heyelan, PALSAR, radar interferometri

## **MONITORING OF DEEP-SEATED COMPLEX LANDSLIDE MOVEMENTS USING RADAR INTERFEROMETRY TECHNIQUES**

**Muhterem Küçükönder, Tolga Çan**

Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana, Turkey  
(mhtrmkckndr@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Multi-temporal landslide inventory mapping studies around Mersin and Erdemli regions revealed that numerous old large scale and recent small scale landslides were presumably aroused in different time intervals since Quaternary till today. While the recent active landslides have been mostly triggered by excessive rainfall besides the other preparatory environmental conditions, old landslides are considered to be occurred by geomorphologic valley incision processes. The evaluation of the spatial distribution of old landslides present retrogressive, deep-seated with complex and rotational slides in the ophiolites and ophiolitic mélange units comprising also overlying reefal limestones. Hypsometric analyses were performed in different catchments around the study area in order to identify their erosion proneness. As a consequence some of the landslides reveal relict morphological features in mature stage catchments while active deep-seated complex landslides prevail in watersheds having relatively inequilibrium stage. In this study, surface deformations caused by landslides were evaluated using radar interferometry techniques for a specified time period in a division of 41km<sup>2</sup> area of Karaoğlan (52.8km<sup>2</sup>) and Sinap (23.2 km<sup>2</sup>) river watersheds. Landslide related deformations were detected over radar images of L-band ALOS-PALSAR sensor for the years 2007, 2008 and 2009. It is known that PALSAR images data with 236 mm wavelength, 20m spatial resolution, high critical baseline and 34.3 degree look angle are convenient for monitoring landslide related displacements. The first and second interferometric image pairs used in this study have 524 and 719m of perpendicular baselines with 276 and 368 days of temporal baselines, respectively. The maximum displacements from differential interferograms for the years between 2007-2008 and 2008-2009 were measured 6 and 8cm, respectively. In accordance with the landslide geometry and mechanism identical displacements were measured in the main landslide bodies with indications of the secondary movements. Differential SAR interferometry for a three years period depicts that average rate of movement for the entire area is extremely slow with a rate of 10mm/yr. The amount of velocity obtained in this study seems logic when compared with the present status of a tension crack extending behind the crown of one of the landslide on an aerial photograph taken in 1955. Continuous deformation in mountainous region caused by landslides cannot always monitored by conventional methods in terms of cost and time consuming reasons. Thus, synthetic aperture radar interferometry techniques for measuring relative displacements on the earth surface could be considered as a potentially ideal tool.*

**Keywords:** Deformation, landslide, PALSAR, radar Interferometry

## ENVISAT ASAR/ALOS PALSAR VE LANDSAT VERİLERİ'NİN BİRLEŞTİRİLMESİ VE ÇİZGİSELLİKLERİ BELİRLEME POTANSİYELLERİNİN İNCELENMESİ

**Önder Kayadibi<sup>1</sup>, Doğan Aydal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>MTA Genel Müdürlüğü, Uzaktan Algılama ve CBS Koordinatörlüğü

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
(okayadibi@gmail.com)

### ÖZ

Uzaktan algılama verileri kullanarak jeolojik ve topografik özellikleri haritalamak ve yorumlamak çeşitli çalışmalar için oldukça yararlı bilgiler sağlayabilir. Fay ve kırık gibi çizgisel unsurların belirlenmesi, bölgesel yapı açısından birçok jeolojik uygulama için önemlidir. Bu çalışmanın amacı, bitki örtüsü fazla ve az olan alanlarda, farklı dalga boylarındaki Envisat Asar (C-bant) ve ALOS Palsar (L-bant) Suni Açıklıklı Radar (SAR) görüntülerinin çizgisellikleri haritalamak, yorumlamak ve analiz etmek için potansiyellerini incelemektir. Çalışma alanı, Doğu Pontid Orojenik (KD Türkiye) kuşağında yer alır. Bu kuşağın kuzeyi bitki örtüsü bakımından yoğundur. Güney kesimlerinde ise bitki örtüsü daha azdır. Çalışmada kullanılan Envisat ASAR görüntüsü, Görüntü Modta, 5.6 cm dalga boyunda (5.3 GHz frekans) ve DD (dikey-dikey) polarizasyondadır. ALOS Palsar görüntüsü ise Hassas Çiftli modda, 23.6 cm dalga boyunda (1.27 GHz frekans) ve YY/YD (yatay-yatay/yatay-dikey) polarizasyondadır.

İlk olarak SAR görüntülerindeki, yörüngesel hatalarını düzeltmek için hassas yörünge verileri kullanılmıştır. Bu görüntülerin kantitatif kullanımı için radyometrik olarak kalibrasyonları yapılmıştır. SAR görüntülerinin jeo-referanslanması için yer düzeltmesi, GDEM kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Görüntülerdeki benekleri azaltmak için Gamma Map (5x5) filtre uygulanmıştır. Daha sonra her iki SAR görüntüsü, Landsat 7 ETM+ görüntüsünün spektral bantları ile ayrı ayrı birleştirilmiştir. Bu görüntülerin tüm veri setlerine, çizgisel unsurları zenginleştirmek için birçok alansal zenginleştirme filtreleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, ALOS Palsar görüntüsünün bitki örtülü alanlarda çizgiselliklerin belirlenmesi ve haritalanmasında oldukça iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. SAR görüntülerinin Landsat 7 ETM+ ile birleştirilmesi ve onların filtrelenmiş görüntüleri, yapısal ve tektonik bilginin görüntülerden elde edilmesi ve yorumlanmasını kolaylaştırmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Envisat ASAR, ALOS Palsar, Landsat 7 ETM+, çizgisellik, Suni Aralık Radar (SAR), görüntü birleştirme

## **IMAGE FUSION OF ENVISAT ASAR/ALOS PALSAR AND LANDSAT DATA AND ASSESSMENT OF LINEAMENTS DETERMINATION POTENTIALS**

**Önder Kayadibi<sup>1</sup>, Doğan Aydal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>General Directorate of Mineral Research and Exploration,  
Remote Sensing and GIS Division

<sup>2</sup>Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering  
(okayadibi@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Mapping and interpretation of the geological and topographical features by using remotely sensed data can provide quite useful information for various studies. The determination of lineaments such as faults and fractures is important for many geological applications in terms of regional structure and tectonics. The purpose of this study is to examine their potential to map, interpret and analyze the lineaments by using Envisat ASAR (C-band) and ALOS Palsar (L-band) Synthetic Aperture Radar (SAR) imagery at different wavelengths in a region with varying degree of canopy closure. The study area is located at the Eastern Pontides Orogenic (NE Turkey) zone. The vegetation is dense in the northern of this belt, while it is sparse in the southern parts. Envisat ASAR image is in Image Mode (IM) with a wavelength of 5.6 cm (the frequency of 5.3 GHz) and VV polarization. ALOS PALSAR image is in Fine Dual mode with a wavelength of 23.6 cm (the frequency of 1.27 GHz) and HH/HV polarization.*

*First, the precise orbit data were used in order to correct the orbital errors of SAR images. These images were radiometrically calibrated in order to use quantitatively. The terrain correction of SAR images were achieved by using GDEM in geocoding process. The Gamma Map (5x5) filter was applied to reduce the speckle in SAR images. Then, both SAR images were separately combined with the spectral bands of Landsat 7 ETM+ data. Different spatial enhancement filters were applied to all data set to enhance the lineament features. When the obtained results were assessed, it was seen that ALOS Palsar image provide quite good results for determination and mapping of the lineaments in vegetation covered areas. The image fusion of SAR of Landsat 7 ETM+ data and their filtered images facilitated the extraction and interpretation of the structural and tectonic information from images.*

**Keywords:** Envisat ASAR, ALOS Palsar, Landsat 7 ETM+, lineament, Synthetic Aperture Radar (SAR), image fusion

## BAYES OLASILIK TEOREMİ KULLANILARAK SAMSUN İL MERKEZİNİN HEYELAN DUYARLILIK HARİTASININ ÜRETİLMESİ

**Sedat Doğan<sup>1</sup>, Halil Akıncı<sup>2</sup>, Cem Kılıçoğlu<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Müh. Bölümü 55139 Samsun

<sup>2</sup>Artvin Çoruh Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Müh. Bölümü 08000 Artvin

<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Kavak Meslek Yüksek Okulu, Kavak, Samsun

(sedatdo@omu.edu.tr)

### ÖZ

Bayes teoremi, bir olayın gerçekleşme olasılığı ile ilgili öncül olasılık beklentilerinin, olayın gerçekleşmesi durumunda elde edilen yeni bilgilerle güncelleştirilerek, soncul olasılıkların bulunmasını sağlayan bir olasılık teoremidir. Buna göre, bir bölgede heyelan riskinin tahmin edilmesi istendiğinde, bazı olası durumların belirlenmesi gerekir. Bunun için, seçilen bir çalışma alanında heyelan olayıyla ilgili şu durumların var olabileceği açıktır. Seçilen alan gerçekten heyelan alanı olabilir ve bu alanla ilgili iki tahmin yapılabilir. Gelecekte burada tekrar heyelan olacağı ya da olmayacağı söylenebilir. Seçilen alan, gerçekte heyelan alanı olmayabilir ve bu alan için de gelecekle ilgili iki tahmin söz konusudur. Bu durumları olasılık önermeleri şeklinde ifade etmek gerekir. Bunun için koşullar kullanılır. Seçilen alanın, geçmiş deneyimlere göre heyelan alanı olması durumunda, gelecekte de heyelan olma olasılığı  $P(A|H)$  nedir? Seçilen alanın geçmiş deneyimlere göre heyelan alanı olmaması durumunda, gelecekte heyelan olma olasılığı  $P(A|\text{not}H)$  nedir? Seçilen alanın geçmiş deneyimlere göre heyelan alanı olması durumunda, gelecekte heyelan olmama olasılığı  $P(\text{not}A|H)$  ve benzer şekilde  $P(\text{not}A|\text{not}H)$  olasılıklarının sonuç kararda etkili olması gerektiği açıktır. Bu olasılıkları, olasılık aksiyomlarına uygun olarak birlikte değerlendirerek soncul olasılık değerleri Bayes Teoremi ile hesaplanabilmektedir. Seçilen alanın gelecekte heyelanla karşılaşacağını öngören tahminler pozitif bir ağırlıkla, tersi ise negatif bir ağırlıkla ifade edilebilir. Bu yaklaşıma “weights of evidence” model adı verilir. Bu çalışmada, söz konusu model kullanılarak Samsun il merkezinin heyelan duyarlılık haritası üretilmiştir. Değerlendirmelerde bölgeye ait jeolojik formasyon, yükseklik, eğim, bakı, eğrilik, plan ve profil eğriligi, yola ve akarsuya yakınlık parametreleri dikkate alınmıştır. Üretilen duyarlılık haritası, “duyarsız, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek derecede duyarlı” alanlar olmak üzere 5 şekilde sınıflandırılmıştır. Üretilen heyelan duyarlılık haritasının güvenilirliğini test etmek için heyelan envanter haritası ile heyelan duyarlılık haritası karşılaştırılmış ve mevcut heyelan alanlarının duyarlılık sınıflarına göre dağılımları alansal ve yüzde olarak belirlenmiştir. Bu amaçla, MTA’dan temin edilen heyelan envanter haritasında yer alan ve kontrol amacıyla analizlere dahil edilmeyen 16 adet heyelan duyarlılık haritası ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, üretilen heyelan duyarlılık haritasının kontrol heyelanları ile çok yüksek ve yüksek derecede duyarlı bölgeler bazında toplamda %78,9 oranında uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Heyelan, CBS, Bayes teoremi, duyarlılık haritası, Samsun

## **PRODUCTION OF LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY MAP OF SAMSUN CITY CENTER USING BAYESIAN PROBABILITY THEOREM**

**Sedat Doğan<sup>1</sup>, Halil Akıncı<sup>2</sup>, Cem Kılıçoğlu<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Department of Geomatics Engineering, Samsun, Turkey

<sup>2</sup>Artvin Çoruh University, Faculty of Engineering, Department of Geomatics Engineering, 08000, Artvin, Turkey

<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs University, Kavak Vocational School, Kavak, Samsun, Turkey  
(sedatdo@omu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Bayes' theorem is a probability model which provides posterior probabilities of an event by updating the prior probabilistic expectations of that event. According to this definition, when the risk of any landslide event is desired to be found, some probable situations must be defined accordingly. Suppose that a field is chosen for the landslide risk assessment, and then two distinct situations may exist. The chosen field may actually be a landslide region or not a landslide region based on the past experiences. For each of these two distinct cases one may propose only two independent guesses. These probable situations including independent guesses should be expressed by means of valid probability propositions. Conditional structures may be used for expression of the propositions as follows: "If the chosen field be assessed is from an actual landslide region, what is the probability of the future landslide occurrence for this field  $P(A|L)$ ?". "If the chosen field is not from an actual landslide area, what is the probability of the future landslide occurrence for it  $P(A|notL)$ ?". "If the chosen field is from actual landslide region, what is the probability of non-occurrence of the landslide for this field  $P(notA|L)$ ? And in the similar fashion what is the probability  $P(notA|notH)$ ?". It is clear that the answers of these questions namely the corresponding probabilities must be effective on the final decision. These probabilities may be evaluated with the probability axioms and the posterior probabilities required for the final decision may be computed with Bayes' theorem by inserting the evaluated probabilities into the Bayes' model as being variables. The positive guesses which strongly expects a landslide for the future may be expressed by a positive weight factor and the negative guesses by a negative weight factor. This approach is called the weights of evidence model. The landslide susceptibility map presented in the paper has been developed with the mentioned methods. The details of the models are given in the full manuscript. The geological formation of the region, altitude, slope, aspect, curvature, plan and profile curvature, road and stream distance parameters have been considered in the landslide susceptibility evaluation. The susceptibility map has been classified into 5 risky areas: the "non-susceptible, low, moderate, high and very high susceptible" areas. The landslide inventory map and the landslide susceptibility map have been compared to each other, in order to test the reliability of the produced landslide susceptibility map. For this, the distributions of the current landslide areas with respect to the susceptibility classes have been determined as percentile and as area. 16 landslides shown in the landslide inventory map have not been included into the prediction computations. These 16 landslides have been used for the accuracy test of the produced susceptibility map. As a result, it has been ascertained that the produced landslide susceptibility map is consistent with the control landslides on the basis of the very high and the high susceptible areas with 78.9% percentage in total.

**Keywords:** Landslide, GIS, Bayes' theorem, susceptibility map, Samsun

## OPTİK İMAJLAR VE ASTER GDEM VERİLERİ KULLANILARAK KİTLE HAREKETİ DUYARLILIK HARİTALAMASI: THREE GORGES BÖLGESİ, ÇİN

**Cem Kıncal<sup>1</sup>, Zhenhong Li<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Tınaztepe Kampüsü, 35160, Buca, İzmir

<sup>2</sup> Glasgow University, School of Geographical & Earth Sciences, Glasgow, U.K.  
(cemkincal@gmail.com)

### ÖZ

Çin'in Three Gorges bölgesinde yaşayan insanların yerleşim yerlerinin yüksek eğimli yamaçlar üzerine kurulu olması nedeniyle heyelan gibi kitle hareketlerine sıklıkla uğramaktadırlar. Günümüz ve gelecekteki arazi kullanım planlaması açısından kitle hareketi duyarlılık haritalarının oluşturulması önem taşımaktadır. Landsat TM / ETM+ ve ASTER optik görüntüleri ve ASTER GDEM verisi kullanarak kitle hareketi duyarlılığı belirlenmiş ve doğruluğu ENVISAT ASAR radar verileri ile karşılaştırılmıştır. StaMPS yazılımı kullanılarak Kasım 2003 ile Mayıs 2008 tarihleri arasında kaydedilen 13 ENVISAT görüntüsünün analizi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, optik uydu görüntüleriyle 15 metre çözünürlüklü ASTER GDEM verileri kullanılarak elde edilen jeoloji, yamaç eğim açısı ve eğim yönü, drenaj ağına yakınlık ve çizgiselliklere yakınlık gibi parametreler kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı bir kitle hareketi duyarlılık haritası hazırlanmıştır. Bu harita, sonraki aşamada oldukça hassas deformasyon sinyallerinin elde edildiği PS InSAR tekniği kullanılarak hazırlanmış deformasyon haritası ile karşılaştırılmıştır. Persistent Scatterer (PS) InSAR gerçekçi deformasyon sinyalleri ile bir seri interferogram kullanarak, atmosferik sinyalleri tahmin ederek ve tutarlı pikselleri tanımlayarak kullanıcıları destekler. Böylelikle, hazırlanmış olan Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı modelde kullanılan parametrelerin ve onların ağırlıklarının modelde nasıl çalıştığı ve gerçekte meydana gelen deformasyonlarla olan ilişkileri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kitle hareketi, duyarlılık, ASTER, InSAR, Three Gorges (Çin)



## **MASS MOVEMENT SUSCEPTIBILITY MAPPING USING OPTICAL IMAGES AND ASTER GDEM DATA COMPARED WITH INSAR MONITORING: THREE GORGES REGION, CHINA**

**Cem Kincal<sup>1</sup>, Zhenhong Li<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, 35160, Buca, İzmir, Turkey

<sup>2</sup> Glasgow University, School of Geographical & Earth Sciences, Glasgow, U.K. (cemkincal@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Landslides generally termed mass movements on steep slopes are a major hazard to communities in the Three Gorges region, China. Developing susceptibility maps of mass movements is therefore very important in both current and future land use planning. Landsat TM/ETM+ and ASTER optical images and ASTER GDEM data were used in this study to prepare mass movement susceptibility map and compared with deformation signals obtained from ENVISAT ASAR images. The StaMPS package was used to process 13 ENVISAT images from descending track 075 collected between November 2003 and March 2008. Geology, slope gradient, slope angle, proximity to drainage networks and proximity to lineaments data obtained from satellite optical imagery and an ASTER GDEM (15 m) used to create a GIS-based map of mass movement susceptibility. This map was then evaluated using highly accurate deformation signals processed using the Persistent Scatterer (PS) InSAR technique. Persistent Scatterer (PS) InSAR supports users with reliable deformation measurements by identifying single coherent pixels using a long temporal series of interferograms and estimating atmospheric signals. How all parameters and their weights used in the GIS-based model and relationships between deformations signals, were determined.*

**Keywords:** Mass movement, susceptibility, ASTER imagery, InSAR, Three Gorges (China)

# HYPERION GÖRÜNTÜSÜNÜN FİZİK ESASLI METODLAR KULLANARAK ATMOSFERİK DÜZELTMESİ VE SPEKTRAL HARİTALAMA UYGULAMALARI

**Önder Kayadibi<sup>1</sup>, Doğan Aydal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> MTA Genel Müdürlüğü, Uzaktan Algılama ve CBS Koordinatörlüğü

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
(okayadibi@gmail.com)

## ÖZ

Görüntüleme spektrometre verileri (hiperspektral görüntüler) kullanarak tanımlayıcı soğurma özelliğine sahip birçok materyal haritalanabilir. Bu görüntüler, çok sayıda spektral banda sahip olması sebebiyle materyalleri ve özellikle hidrotermal alterasyon minerallerini haritalama çalışmalarında oldukça avantajlar sağlamaktadır. Ancak, bu görüntüleri kantitatif mineral haritalama çalışmalarında kullanmadan önce bu görüntülerde bazı ön işlemlerin ve atmosferik düzeltmelerinin yapılması gereklidir. Çünkü uydu algılayıcıları, yerin atmosferinden etkilenmiş ışınımını kayıt eder. Ayrıca spektral haritalama uygulamaları için görüntünün sayısal rakam değerlerinin yansıma değerlerine dönüştürülmesi gereklidir. Bu çalışmada, ilk olarak Hyperion görüntüsünde, veri olmayan ve üst üste çakışan bantların çıkarılması, dikey şerit hatalarının tamir edilmesi, gülümseme etkisinin düzeltilmesi gibi ön işlemler yapılmıştır. Daha sonra bu görüntüdeki atmosferik etkiler, kesin yansıma değerleri üreten fizik esaslı Işınım Transfer Modelleme metodlarından Flaash, Atcor-2 ve Atcor-3 kullanılarak düzeltilmiştir.

Çalışılan bölgede (Doğu Pontid, KD Türkiye), cevher oluşumları ile ilişkili yaygın demiroksitleşme, killeleşme, silisleşme vb. hidrotermal alterasyon kuşakları bulunmaktadır. Atmosferik düzeltme sonucunda elde edilen yansıma verileri, bu hidrotermal alterasyon zonlarındaki mineralleri belirlemek amacıyla spektral (mineral) haritalama uygulamalarında kullanılmıştır. Bu çalışmada, spektral haritalama için tüm-piksel analiz metodlarından Spektral Açık Haritalama (SAM) ve Spektral Özellik Eşleştirme (SFF) ile alt-piksel analiz metodlarından Doğrusal Spektral Ayırıştırma (LSU) ve Karışım Ayarlı Eşlenen Filtreleme (MTMF) uygulanmıştır. Bu metodlarda, referans (endmember) spektra olarak çalışma alanındaki hidrotermal alterasyon alanlarından alınan örneklerin ASD FieldSpec Pro spektrometre ile ölçülen spektraları kullanılmıştır. Spektral haritalama uygulamalarının sonuçları, arazi çalışmalarında kontrol edilmiştir. Özellikle MTFM ve SFF metodlarının oldukça iyi sonuçlar ürettiği gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hyperion, atmosferik düzeltme, görüntüleme spektroskopisi, spektral haritalama

## **ATMOSPHERIC CORRECTIONS BY USING PHYSIC-BASED METHODS OF HYPERION IMAGE AND THE APPLICATIONS OF SPECTRAL MAPPING**

**Önder Kayadibi<sup>1</sup>, Doğan Aydal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> General Directorate of Mineral Research and Exploration, Remote Sensing and GIS Division

<sup>2</sup> Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering (okayadibi@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*A lot of materials having diagnostic absorption features can be mapped by using imaging spectrometer data (hyperspectral images). These images have a great number of spectral band, providing many advantages at surface materials, mapping studies of the materials, especially hydrothermal alteration minerals. However, before using these images for quantitative mineral mapping studies, some preprocessing and atmospheric correction of images are required. The satellite sensors record the radiation affected by the earth's atmosphere. Hence, the digital number (DN) values of the image must be transformed into radiance values for spectral mapping applications. In this study, firstly the preprocessing of Hyperion image was performed. These are removal of non-information and overlapping bands, repairment of vertical strip errors, correction of smiling effect, etc. Then, the atmospheric effects on Hyperion image were compensated by using Flaash, Atcor-2 and Atcor-3 of Physics based Radiative Transfer Modelling (RTM) methods, which produced the absolute radiance values.*

*The hydrothermal alteration zones such as argillation, silicification and iron oxidation associated with ore formations were extensively occurred in the studied area (Eastern Pontides, NE Turkey). The reflectance data obtained by using atmospheric corrections methods were used at spectral (mineral) mapping applications in order to determine the minerals at hydrothermal alteration zones. In this study, Spectral Angle Mapper (SAM) and Spectral Feature Fitting (SFF) of the whole-pixel analysis methods, and also Linear Spectral Unmixing (LSU) and Mixture Tuned Matched Filtering (MTMF) of the sub-pixel analysis methods were applied as spectral mapping methods. In these methods, the spectra of alteration minerals collected from hydrothermal alteration zones and measured with the ASD FieldSpec Pro spectrometer were used as endmember spectra. The results of spectral mapping applications were controlled in field studies. Especially, it is notable that MTMF and SFF produced the quite good results.*

**Keywords:** Hyperion, atmospheric correction, imaging spectroscopy, spectral mapping



**YER BİLGİ SİSTEMLERİ VE  
UZAKTAN ALGILAMA  
*EARTH INFORMATION SYSTEMS AND  
REMOTE SENSING***

**Posterler / *Posters***

## BİGA YARIMADASI HAVADAN MANYETİK VERİLERİNİN İNCELENMESİ VE YÜZEY JEOLJİSİ İLE KORELASYONU

**Yunus Levent Ekinci<sup>1</sup>, Erdinç Yiğitbaş<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,  
Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 17020, Çanakkale

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji  
Mühendisliği Bölümü, 17020, Çanakkale  
(ylekinci@comu.edu.tr)

### ÖZ

Biga Yarımadası'na ait havadan manyetik veriler, potansiyel alan verilerinin analizi ve modellenmesi amacıyla kullanılan kullanıcı arayüzüne sahip MATLAB tabanlı bir yazılım ile incelenmiştir. GMinterp adı verilen yazılım bu çalışma kapsamında geliştirilmiştir. Havadan manyetik veriler MTA tarafından 625 m uçuş mesafesi ile 1-2 km profil aralıklarında yaklaşık 70 m de bir toplanmıştır. Veri seti 120 x 180 km lik bir alanı kapsamaktadır ve 2 km örnekleme aralığı ile gridlenmiştir. Belirti haritasında bölgesel (rejyonel) etkiler sonlu elemanlar yönteminde kullanılan şekil fonksiyonları yardımı ile hesaplanmış ve yerel (rezidüel) etkilerin sunulduğu manyetik belirti haritası oluşturulmuştur. Litolojik değişimlerin belirlenebilmesi amacıyla hesaplanan rezidüel verilere sınır analizi yöntemi uygulanmıştır. Bu amaçla önce manyetik veriler yapay-gravite verilerine dönüştürülmüştür. Bu doğrusal dönüşümde, eğim ve sapma açıları sırasıyla 55<sup>0</sup> ve 4<sup>0</sup> olarak alınmıştır. Yapay-gravite verilerinden, basit sonlu farklar yardımıyla toplam yatay türev belirti haritası elde edilmiştir. Son aşamada ise toplam yatay türev grid düzlemi üzerinde en yüksek değerli belirti noktaları belirlenmiş ve bu grid noktalarına ait genlik değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen genlik haritası ve 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası birlikte incelendiğinde, en yüksek genlik değerlerinin konumlarının mıknatıslanma şiddeti yüksek olan plütonik kayaç sınırlarını işaret ettiği gözlenmiştir. Bu sonuçlar geliştirilen GMinterp paket programında yer alan belirti ayırımı (rejyonel rezidüel ayırımı) ve sınır analizi modüllerinin en azından bu nitelikteki litolojilerde kullanılabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biga Yarımadası, Gminterp, havadan manyetik veriler, plütonik kayaçlar

## **INVESTIGATION OF AIRBORNE MAGNETIC ANOMALIES OF BIGA PENINSULA AND ITS CORRELATION WITH SURFACE GEOLOGY**

**Yunus Levent Ekinci<sup>1</sup>, Erdinç Yiğitbaşı<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Geophysical Engineering, 17020, Çanakkale, Turkey

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Geological Engineering, 17020, Çanakkale, Turkey  
(ylekinci@comu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Airborne magnetic anomalies of Biga Peninsula were investigated by using GMinterp software which is MATLAB based consisting of a series of linked functions along with a graphical user interface and is developed for data processing and modeling of potential field data. Airborne magnetic data were collected with 1-2 km profile intervals and with about 70 m sampling from 625 m above the ground surface by MTA. The data covers an area of 120 x 180 km and were gridded with 2 km sampling interval. Regional anomaly map was approximated by means of element shape functions used in finite element method and then residuals were computed. In order to determine the lithological changes, boundary analysis technique was performed to residual magnetic anomalies. Firstly magnetic data were transformed to pseudo-gravity data by using 55° and 4° for inclination and declination angles, respectively. Then, the total horizontal derivatives of pseudo-gravity data were estimated by using simple finite difference method. Finally the locations and magnitudes of the maximum horizontal gradients of pseudo-gravity data were determined. Analyzing the resulting maxima map together with the geological map (1/500.000) showed that the locations of maxima indicate the boundaries of plutonic rocks having high magnetization intensity. The results also point out that anomaly separation (regional residual separation) and boundary analysis modules in GMinterp software can be used for this kind of lithologies.

**Keywords:** Biga Peninsula, airborne magnetic data, GMinterp, plutonic rocks





## YAZAR DİZİNİ / *AUTHOUR INDEX*

### A

Abdioğlu, Emel	354	Akyüz, H. Serdar	30
Acar, Dursun	38, 190, 202, 218	Alan, Hüseyin	22
Açıkalm, Sanem	192, 194, 276	Alania, Victor	62
Açikel, Şükran	260	Albayrak, Ebru	534
Adamia, Shota	62, 68	Alçıçek, M. Cihat	188, 190
Agdejam Öğrenci Grubu	198	Alemdağ, Selçuk	508
Akal, Cüneyt	440	Alp, Hakan	174, 176
Akan, Gülşen	46	Alpar, Bedri	246
Akbayram, Kenan	450	Alpaslan, Musa	144
Akbulut, Aydın	192, 194, 276	Altaş, Levent	186
Akçakoca, Hamdi	124	Altiner, Demir	58
Akçer Ön, Sena	190	Altınok, Yıldız	246
Akçer, Sena	218	Altıntaş, İsmail Emir	348, 448
Akdağ, Cihan Taylan	148	Altunkaynak, Şafak	396, 398
Akgöz, Murat	240	Amrouche, F.	318
Akgün, Funda	286	Anbaran, S. H. M.	114
Akgün, Mehmet	482	Anselmetti, Flavio S.	184
Akıl, Bülent	504	Apak, Reşat	142
Akın, Canan	164	Apaydın Poşluk, Elif	478
Akın, Taylan	308	Apaydın, Ahmet	256, 268
Akıncı, Halil	228, 494, 592	Ara, İrem	392
Akkiraz, Mehmet S.	286	Aras, Aydın	328, 446
Akkuş, İbrahim	306	Ardestani, V. E.	114
Akmaz, Recep Melih	350, 352	Arslan, Mehmet	354, 460
Aktaş, Esra Diğdem	256	Arslan, Şükrü	126
Akyıldız, Mustafa	156	Asatryan, Gayané	116
Akyol, Nihat H.	254	Aşık, Süleyman	180
		Atabek, Gizem	398
		Atalar, Müge	182

Ateş, Özkan	14	Baran, Cüneyt	406
Ateş, Şerafettin	238	Barın, Burcu	178, 570
Ateş, Yusuf	506	Barut, İpek F.	530
Atgın, Orhan	42, 178, 208, 212	Başbuğ-Erkan, B. B.	226
Atmaca, Eyüp	262	Başevirgen, Yasemin	404
Attanasio, Donato	488	Batuk, Fatma Gül	174, 176
Avagyan, Ara	62, 64, 66, 68, 116	Beard, K. Christopher	98
Avcı, Kerem	238	Bekaroğlu, Erdem	274
Avşar, Niyazi	230, 526, 530, 536, 538, 542	Bekler, Tolga	12
Aydal, Doğan	590, 596	Bensakhria, Ammar	318
Aydan, Ömer	2, 472, 482	Bergman, Eric A.	34
Aydınçakır, Emre	356	Berkompas, Justin	254
Aygül, Mesut	54	Billor, Zeki	462
Aysal, Namık	372	Bircan, Cüneyt	424
Ayyıldız, Turhan	104	Borden, Andrew K.	254
Azaz, Direnç	322, 326	Bosquet, Romain	442
<b>B</b>		Boyraz, Sonay	108, 550, 564, 578
Baba, Alper	122, 136, 146, 250	Bozcu, Mustafa	358
Babalık, Hakkı	430	Bozkurt, Erdin	22
Bae, Sung-Ho	314	Bozöyük, İsmail	504
Bağcı, Utku	344, 350, 352	Brauns, Michael	344
Bak, Tülay	394	Bruch, Angela	286
Bakar, Coşkun	136, 138, 250	Brunet, Marie-Françoise	114
Bal Akkoca, Dicle	218, 390	Bruno, Matthias	488
Balcı, Nurgül	120	Brusseau, Mark L.	254
		Bulut, Ayla	238
		Bulut, Fikri	500, 508
		Buzlu, H. Baki	404, 434
		Büyükkahraman, G.	424

**C**

Candan, Osman	84, 86, 440, 442, 444, 536, 542
Catanzariti, Rita	50, 52
Cengiz, Oya	408
Chaouchi, Rabah	318
Chen, Fukun	440
Chiaradia, Massimo	462
Chugaev, Andrey V.	372, 374
Cirilli, Simonetta	76, 78

**Ç**

Çağatay, Mehmet Namık	282
Çağlan, Dündar	22
Çağnan, Zehra	4
Çakır, Ayse	250
Çakır, Üner	392
Çalık, Ayten	484
Çalışkan, Kıvanç	244
Çan, Tolga	156, 232, 588
Çelebi, Güvenç	306
Çelik Balcı, Nurgül	142
Çelik, Ömer Faruk	64, 112, 384, 448, 462
Çelik, Sefer B.	482
Çelik, Sevgin Görkem	130
Çelik, Yakup	326
Çetinkaplan, Mete	86, 442, 444
Çınar, Aslan	238
Çifçi, Günay	36, 42, 178, 200,

	204, 206, 208, 212, 214, 314, 570
Çiftçi, Emin	130, 412
Çil, Engin	232
Çimen, Okay	140
Çoban, Fazlı	424
Çobanoğlu, İbrahim	482
Çoşkun, Dilek	124
Çoşkun, S. Deniz Akhun	208
Çoşkunlu, Emre	244

**D**

Damcı, Emre	184, 202, 218, 282
Danelian, Taniel	116
Davraz, Ayşen	132, 166, 252
Değirmenci, Emre	306
Değirmenci, Mustafa	262
Delibaş, Okan	406, 414
Demir Altunkale, Selma	160
Demir, Ahmet	234
Demir, Mustafa	20
Demir, Volkan	538
Demiray, Zeynep	156
Demirbaş, Şevket	238
Demirbilek, Mehmet	364
Demirci Aktaş, Sibel	268
Demirci, Alper	12, 210
Demiroğlu, Muhterem	264, 510
Dilek, Yıldırım	380

Dinç, Ş. Özge	484		212, 214
Dinçer, Feyza	530, 536, 538,	Erayık, Celal	192, 194, 276
	542	Ercan, Semih	526
Dirik, Kadir	22	Erdem, Zeynep	184
Doğan, Ahmet	10	Erdoğan, Sevsin	228
Doğan, Sedat	494, 592	Erduran, Barbaros	238
Dondurur, Derman	36, 178, 200,	Eren, Muhsin	562
	204, 206, 212,	Ergin, Mustafa	174, 180, 198
	214, 314	Erginal, Ahmet Evren	210
Dora, O. Özcan	440	Ergun, Zeynep	550, 552, 574
Duman, Muhammet	182	Ergüler, Zeynal Abiddin	492
Duman, Tamer Y.	10	Eriş, K. Kadir	184, 218
Duru, Olgun	386	Erkoç, Haydar	324
Duygu, Levent	572	Eroğlu, Tuğba	556
		Ersan, Aytek	244
<b>E</b>		Ersoy, E. Yalçın	340, 344, 352
Ecemiş, Buket	504	Ersoy, Hakan	242, 500
Ekercin, Semih	186	Ertin, Altay	478
Ekibi, Seislab	178	Erturaç, Korhan	8, 98
Ekinci, Yunus Levent	210, 600	Espurt, Nicolas	60
Ekmeççi, Mehmet	260, 262	Evcimen, Özmen	366
Elçi, Alper	136, 148, 250		
Elçi, Hakan	148, 486	<b>F</b>	
Elicki, Olaf	72	Fallick, Tony	368
Ellero, Alessandro	50, 52	Fehr, Thomas	350
Emem, Ozan	174	Fikir, Erdem	178
Emre, Tahir	528	Franz, Sven Oliver	282
Emre, Ömer	10		
Enukidze, Onise	62		
Er, Murat	178, 200, 204,		

**G**

Galoyan, Ghazar	62, 64, 66, 116
Gasparon, Massimo	310
Geli, Louis	208
Gemici, Ünsal	188
Genç, Ş. Can	372
Genç, Yurdal	414
Gerdes, Axel	456
Göçmengil, Gönenç	348, 464
Göçmez, Aysun	426
Göktaşan, Erkan	172, 174, 176
Gökçe, Oktay	224, 234
Gökçeoğlu, Candan	176
Göksu, Yeter	536, 542
Gökten, Yaşar Ergun	6
Göncüoğlu, M. Cemal	50, 52, 72, 376
Gönlügür, Uğur	138
Görendağlı, N. Avşin	280
Görmüş, Muhittin	540
Görüm, Tolga	174, 176
Grigoryan, Araik	68
Gutsuz, Pınar	8
Gücer, Mehmet Ali	460
Gülen, Levent	4
Güler, Bahadır	306
Güler, Cüneyt	584
Gülyüz, Erhan	100, 102
Gün, Erkan	452
Gündoğan, İbrahim	188, 362
Gündüz, Orhan	136, 148, 250
Güner, İ. Noyan	238

Güney, Aygün	308
Güneyli, Hakan	542
Güngör, Bayram	322
Güngör, Talip	362
Güngör, Yıldırım	322, 326
Gürbüz, Alper	16, 108, 574
Gürbüz, Kemal	554
Gürçay, Savaş	36, 178, 200, 204, 212, 214, 314
Gürleyük, Hakan	136, 250
Gürocak, Zülfü	218
Gürsu, Semih	72, 376

**H**

Hafid, S.	318
Hässig, Marc	62, 64, 66
Hatipoğlu, Murat	404, 430, 434
Hejl, Ewald	370
Helvacı, Cahit	188, 190, 316, 360, 362
Herklotz, Martin	416
Hippolyte, Jean-Claude	60
Hochleitner, Rupert	350
Hüryılmaz, Halime	230

**I**

Ismailov, Tefik	506
Işık, Ayhan	224, 234
Italiano, Francesco	213

**İ**

İbilioglu, Deniz	516, 520
İde, Aslı	20
İlgen, H. Gürhan	224, 234
İnan, Nurdan	332, 80
İnan, Selim	332
İnceöz, Murat	218
İnci, Uğur	546
İskenderoğlu, Levent	322
İslamoğlu, Yeşim	542
İşbil, Duygu	40
İşintek, İsmail	522

**J**

Jobmann, Michael	416
Jordan, Fiona	254

**K**

Kabaca, Burak	336
Kadioğlu, Yusuf Kağan	324
Kadir, Selahattin	562
Kadirağaç, Zekiye	158
Kadirioglu, Filiz Tuba	20
Kahyaoğlu, Şahin	138
Kahyaoğlu, Ümmühan	138
Kalafat, Doğan	4, 18
Kalwoda, Melanie	344, 352
Kalkan, Evrim	538

Kalkan, Murat	388
Kalyoncu Ergüler, G.	124, 128
Kamacı, Ömer	396
Kandemir, Raif	548, 572, 576
Kapan Yeşilyurt, Sevinç	536
Kaplan, Mehmet	20
Kaplan, Meryem Yeşilot	562
Karaağaç, Derya	20
Karabacak, Banu	124
Karaca, Öznur	484
Karagüler, Nevin Gül	120
Karakaş, Zehra	180, 198
Karaman, Erkan	46
Karamanderesi, İ. Hakkı	316
Karaoğlu, Fatih	88, 370
Karaoğlu, Özgür	360
Karapınar, Nuray	128
Karhan, S. Ünsal	538
Karim, Kamal Haji	94
Karlı, Orhan	340, 366
Kartal, Recai F.	20
Kavak, Orhan	300
Kavurmacı, Murat	186
Kaya, Ayberk	508
Kaya, Cemal	306
Kaya, Selin	268
Kaya, Tanju	532
Kayadibi, Önder	590, 596
Kaymakçı, Nuretdin	28, 60, 92, 100, 102, 106
Kayseri-Özer, Mine S.	284, 294, 528

Kazancı, Nizamettin	44, 108, 324, 334, 550, 552	Köksal, Serhat	376
Keleş, Sinan	238	Köprübaşı, Necla	344, 350
Keskin, Mehmet	372, 374, 386	Köse, Onur	46
Keskin, Şeref 5	66	Krastel, Sebastian	184
Khazaei, Ahmad Reza	94	Kul, Bilgehan	242
Kılıç, Ali Murat	76, 78	Kuleli, A. Esin	510
Kılıç, Ayşe Didem	468	Kumral, Mustafa	158
Kılıç, Tuğbay	20	Kumsar, Halil	482
Kılıçoğlu, Cem	494, 592	Kurmaç, Yakup	186
Kır, Osman	192, 194, 276	Kurt, Hülya	42
Kırcı Elmas, Elmas	538	Kurt, Mehmet Ali	144
Kırkoğlu, M. Sezai	430	Kurttaş, Türker	260
Kırmacı, M. Ziya	556	Küçük, Hilmi Mert	178
Kıbar, Mümtaz	324	Küçükönder, Muhterem	156, 232, 588
Kibici, Yaşar	434	Kürçer, Akın	240
Kim, Dae Choul	314	Kürüm, Sevcan	390, 400
Koç Taşgın, Calibe	526		
Koç, Ayten	100, 106	<b>L</b>	
Koç, Koray	334, 550, 552	Langerreis, Cor	28
Koçak, Ali	302	Lebedev, Vladimir A.	372, 374
Kolat, Çağıl	586	Lefebvre, Côme	92
Koldemir, Birsen	142	Litt, Thomas	184, 282
Koller, Friedrich	88	Livaoğlu, Salih	244
Koopman, Marijn	106		
Kop, Alican	370	<b>M</b>	
Koparmal, Erkan	244	Mahmutoğlu, Yılmaz	480
Koral, Hayrettin	40	Makaroğlu, Özlem	578
Koralay, O. Ersin	362, 440	Marroni, Michele	50, 52
Koralay, Tamer	368	Marschik, Robert	462
Korkmaz, Melek	204, 212, 214		

Marsset, Bruno	208	Natal'in, Boris	452, 454
Martini, Rossana	448	Nazik, Atike	230, 526, 536, 542
Marzoli, Andrea	462	Neubauer, Franz	370
Mayda, Serdar	532	Nikishin, Anatoly M.	56
Mazman, Tolga	232		
Mcmillan, Andrew	254	<b>O</b>	
Meisel, Thomas	340	Oberhänsli, Roland	440
Meijers, Maud J.M.	68	Ocakoğlu, Faruk	192, 194, 276, 288, 560
Melkonyan, Rafik	62	Okay, Aral I.	88, 450
Melles, Martin	282	Okay, Nilgün	222
Memiş, Ümit	160	Okay, Seda	36, 42, 178, 200, 214, 314
Mensink, Marily	68	Oktay, Fazlı Yılmaz	172
Meriç, Engin	230, 530, 536, 542	Orszag-Sperber, F.	96
Mermutlu, Emre	480	Ottley, Chris J.	344, 352
Métais, Grégoire	98, 104	Ottria, Giuseppe	50, 52
Metin, Yüksel	80	Oyan, Vural	372
Miao, Ziheng	254	Oybak Dönmez, Emel	192, 194, 276
Mirici, Arzu	138		
Morelli, Guia	310	<b>Ö</b>	
Mosbrugger, Volker	286	Öğretmen, Nazik	184
Mutlu, Göksel	238	Önde, Esra	44, 580
Mutlu, Halim	364	Öner, Ertuğ	536, 542
Mutlu, Merdiye	136, 250	Öngen, İzver Özkar	438
Muttoni, Giovanni	76, 78	Ören, Ufuk	430
Müller, Carla	60, 62, 68	Örgün, Yüksel	140
		Özalp, Selim	10
<b>N</b>			
Nalbantçılar, M. Tahir	126		
Namkhai, Otgonbayar	262		



Özbek, Deniz	260
Özbulut, Esen	390
Özdemir, Selda	218
Özden, Süha	12, 14
Özel, Özkan	178, 200, 204, 212, 214
Özel, Sevinç	178, 314
Özer, Sacit	94, 438
Özerk, Cem	238
Özgür, Cahit	238
Özgür, Nevzat	160
Özkan, Mutlu	348, 448
Özkaptan, Murat	100, 102
Özkara, Ayşe	124
Özkaymak, Aslı	522
Özkaymak, Çağlar	22, 28, 32
Özkul, Mehmet	284, 294
Özmen, Bülent	226
Özpınar, Yahya	388
Öztekin Okan, Özlem	216, 258
Öztüfekçi Önal, Ayten	140
Öztürk, Aydın	512
Öztürk, Ceyda	420
Öztürk, Fikri	504

**P**

Pandolfi, Luca	50, 52
Parlak, Osman	70, 80, 82, 86, 88, 370
Parlar, Şeyda	540

Pekdemir, Fatih	406
Perinçek, Doğan	24, 230
Pilatin, R. Yücel	478
Poisson, Andre	96
Poşluk, Evren	478
Pourteau, Amaury	84
Püsküllüoğlu, Aykut	490

**R**

Rastgeldi Doğan, Tuba	158
Remichi, Larbi	318
Rızaoğlu, Tamer	344, 350
Robertson, A.H. F.	70, 80
Rochat, Alexis	208
Roeser, Patricia A.	282
Rolland, Yann	62, 66, 68, 112, 464
Ruffet, Gillet	354

**S**

Sadaoui, Moussa	318
Sadıklar, M. Burhan	340
Sadradze, Nino	62, 68
Sagular, Enis Kemal	518
Sağcı, Nurcan	174
Sahakyan, Lilit	62, 66, 68, 116
Saka, Samet	344, 350, 352
Sakitaş, Alper	428
Sangu, Ercan	60

Saraç, Gerçek	532	Sümer, Ökmen	546
Sarı, Bilal	522, 524	Süzen, M. Lütfi	586
Sarı, Erol	120, 142		
Sarıfakıoğlu, Ender	380		
Sarız, Kadir	426	<b>Ş</b>	
Sarıkaya, Mehmet Akif	272	Şahin, Erdem	162
Sarıtaş, Hakan	178, 208	Şahinkaya, Erkan	158
Satır, Muharrem	440	Şanlıyüksel Yücel, D.	122, 146
Sayit, Kaan	51	Şans, Gökhan	480
Scardia, Giancarlo	76, 78	Şaroğlu, Fuat	306
Selçuk, Azad Sağlam	8	Şaşmaz, Ahmet	152
Selçuk, Levent	8	Şen, A. Dünder	344
Semiz, Barış	388	Şen, Cüneyt	356, 394
Sendir, Hüseyin	426	Şen, Şevket	98, 104, 532
Sertel, Nurdoğan	238	Şener, Erhan	132, 166
Sevin, Mustafa	380	Şener, Mehmet	566
Seyitoğlu, Gürol	44	Şener, Mehmet Furkan	566
Sezer, Onur	406	Şener, Şehnaz	132
Sezerer Kuru, Gülay	428	Şengül, M. Alper	40
Sharkov, Evgenii V.	372, 374	Şengün, Fırat	122, 138
Smith, Brigitte	69	Şengün, Raziye	316
Sofracıoğlu, Dilek	548	Şimşek, Celalettin	134, 136, 148,
Sorlien, Christopher C.	42		250
Sosson, Marc	62, 68, 112, 116		
Soycan, Havva	80		
Sönmez, M. Şeref	120	<b>T</b>	
Sözbilir, Hasan	22, 28, 32, 36	Tağa, Hidayet	584
Sözeri, Koray	98, 104, 180,	Tanyaş, Hakan	476
198		Taraf, Fatma	554
Suludere, Yaşar	336	Tarancı, Kadir Anıl	334
Sunal, Gürsel	452, 454	Taşlı, Kemal	80

Taşkın, Nurcihan	148	Tüdeş, Şule	496
Tekbaş Candar, Mine	422	Tüfekçi, M. Kemal	234
Tekin, Erkin	244	Türk, Necdet	496
Tekin, U. Kağan	50, 76, 78	Türkdönmez, Oya	358
Temiz, Haluk	96	Türkelli, Niyazi	34
Temizel, İrfan	354	Türkmen, Sedat	490
Tetik, Çiğdem	236	Türkoğlu, Meltem	20
Tezcan, Levent	260, 262	Tüysüz, Okan	56
Thomas, Yannich	208		
Thöni, Martin	88	<b>U</b>	
Tiepolo, Massimo	340	Uçurum, Ali	408
Tickw, Geoff	254	Ulusay, Reşat	476, 586
Tiryaki, Onur	144	Ural, Melek	390
Toker, Ezher	284, 294	Ustaömer, P. Ayda	456
Toksoy Köksal, Fatma	140	Ustaömer, Timur	70, 174, 456
Toksoy, Tolga	238	Utescher, Torsten	286
Topal, Tamer	22	Uysal, I. Tonguç	310
Toprak, Selami	300	Uzel, Bora	28
Topuz, Gültekin	64, 112, 348, 444, 448, 464	Uzun, Ayşe	308
Toraman, Erkan	454		
Totic, Ermeddin	506	<b>Ü</b>	
Törk, Koray	238, 240	Üçbaş, Sariye Duygu	286
Tuhta, Sertaç	494	Üçkardeşler, Candan	504
Tuncer, Alaettin	276	Ülgen, Umut Barış	184, 190, 218
Tunç, İ. Onur	138	Ünal, Alp	396
Tunoğlu, Cemal	192, 194, 276	Ünal, Esin	372, 374
Tunusluoğlu, M. Celal	484	Üner, Serkan	8
Tur, Hüseyin	174, 176	Üner, Tijen	392
Tut Haklıdır, Füsün S.	308	Ünlü, Selma	142, 246
Tutkun, Salih Zeki	14	Ünlü, Taner	420

**V**

Van Hinsbergen, D. J.J.	92
Varol, Baki	104, 564
Varol, Ece	420
Varol, Simge	132, 252
Vergili, Özden	80
Viehberg, Finn Andreas	282
Vissers, Reinoud L.M.	92, 106
Vrielynck, Bruno	96
Vural, Alaaddin	162
Wagner, Bernd	282
Wagreich, Michael	288
Waleed Mohammed, M.	168
Waugh, Jody	254
Wilde, Volker	286
Wulf, Sabine	282

**Y**

Yalçın, M. Namık	326
Yalçın, Ali	512
Yalçın, Hilal	4
Yanık, Gürsel	434
Yanık, Kenan	20
Yavuz, A. Bahadır	486, 488
Yavuz, Orhan	412
Yavuz, Sultan	238
Yedek, Özgür	336
Yeleser, Levent	6, 238

Yeşilnacar, M. İrfan	158
Yetiş, Cengiz	216
Yıldırım, Derya	152
Yıldırım, Nail	82
Yıldızdağ, Kemâl	417
Yılmaz, Cemil	576
Yılmaz, Hatice Esra	30
Yılmaz, İsmail Ömer	58, 192, 194, 288
Yılmaz, Müjgan	504
Yılmaz, N. Pınar	238
Yiğitbaş, Erdinç	138, 444, 600
Yokeş, M. Baki	530, 536, 538
Yolcubal, İrfan	130
Yüce, Galip	310
Yücel Öztürk, Yeşim	362
Yücel, Cem	354
Yücel, Mehmet Ali	146
Yücel, Tahsin Onur	334, 336

**Z**

Zabcı, Cengiz	30
Zaccarini, Federica	350
Zengin, Enes	492
Zeyen, Hermann	114
Zeynalov, Gasham	298
Zhiqing, Yang	452
Zünbül, Sami	20





***65. Türkiye Jeoloji Kurultayı'na katkıda bulunan  
tüm kurum ve kuruluşlara teşekkür ederiz...***

