



abstracts

# BİLDİRİ ÖZLERİ

16-18 Mayıs'16

A N T A L Y A

ULUSLARARASI KATILIMLI  
**7. JEOKİMYA  
SEMPOZYUMU**



Uluslararası Katılımlı

# 7. Jeokimya Sempozyumu

## 7th Geochemistry Symposium

with International Participation

### BİLDİRİ ÖZLERİ KİTABI

### ABSTRACT BOOK

*Bu organizasyon TÜBİTAK - 2223-B YURT İÇİ BİLİMSEL ETKİNLİK DÜZENLEME DESTEĞİ ile desteklenmiştir.*

2016  
Ankara

**Uluslararası Katılımlı 7. Jeokimya Sempozyumu**  
**Bildiri Özleri Kitabı**

Basım Tarihi: 09.05.2016

Yayın Türü: Elektronik Kitap

© Ankara Üniversitesi Yayınevi

Tüm hakları saklıdır. Yayınevinden yazılı izin alınmadan kısmen veya tamamen alıntı yapılamaz, hiçbir şekilde kopya edilemez, çoğaltılamaz ve yayınlanamaz.

**ISBN: 978 – 605 – 136 – 280 – 9**

**Organizasyon Komitesi / Organizing Committee**

**ONURSAL BAŐKAN / HONORARY PRESIDENT**

Ankara Üniversitesi Rektörü/ *President of Ankara University*

Prof.Dr. Erkan İBİŐ

**DÜZENLEME KURULU / ORGANIZING COMMITTEE**

Nilgün GÜLEÇ (ODTÜ)

Yılmaz SAVAŞÇIN

Yusuf Kağan KADIOĞLU (Ankara Üni.)

Halim MUTLU (Ankara Üni.)

Tamer KORALAY (Pamukkale Üni.)

Bahattin GÜLLÜ (Aksaray Üni.)

Musa Avni AKÇE (Bozok Üni.)

**SEMPOZYUM SEKRETARYASI / SECRETARIAT**

Kıymet DENİZ (Ankara Üni.)

Cumhur Özcan KILIÇ (Ankara Üni.)

Ezgi ULUSOY (MTA)

Çağrı TUNCA (Ankara Üni.)

**SAYMAN / TRESURER**

Musa Avni AKÇE (Bozok Üni.)

Serkan AKBAY (Bozok Üni.)

**SOSYAL ETKİNLİKLER / SOCIAL EVENTS**

Ayőegül ÇETİN (İller Bankası)

Tuğba VELİOĞLU (MTA)

## BİLİM HEYETİ / SCIENTIFIC COMMITTEE

- Abidin TEMEL (Hacettepe Üni.)  
Ahmet GÖKÇE (Cumhuriyet Üni.)  
Ahmet SAĞIROĞLU (Fırat Üni.)  
Ahmet YILDIZ (Afyon Kocatepe Üni.)  
Ali Engin AKSU (Memorial Univ.)  
Ali Rıza ÇOLAKOĞLU (TÜPRAG)  
Ali POLAT (University of Windsor)  
Ayşe BOZCU (Çanakkale 18 Mart Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Ayşe ORHAN (Nevşehir Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Ayten ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL (Tunceli Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Cafer ÖZKUL (Dumlupınar Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Cahit HELVACI (Dokuz Eylül Üni.)  
Chuan-Chou (River) SHEN (National Taiwan University)  
Cem SARAÇ (Hacettepe Üni.)  
Cemal BÖLÜCEK (Balıkesir Üni.)  
Cüneyt ŞEN (KTÜ)  
David R. HILTON (Scripps Institution of Oceanography)  
Dejan Prelevic (Johannes Gutenberg Üni.)  
Demet Banu KORALAY (Pamukkale Üni.)  
Elif VAROL MURATÇAY (Hacettepe Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Emel ABDİOĞLU (KTÜ) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Ender SARIFAKIOĞLU (MTA) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Ercan ALDANMAZ (Kocaeli Üni.)  
Erdin BOZKURT (ODTÜ)  
Erkan YILMAZER (Aksaray Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Erol SARI (İstanbul Üni.)  
Ersin KORALAY (Dokuz Eylül Üniv) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Faruk AYDIN (KTÜ)  
Fatma TOKSOY KÖKSAL (ODTÜ) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Ferkan SİPAHİ (Gümüşhane Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Fevzi ÖNER (Mersin Üni.)  
Finlay M. STUART (SUERC)  
Fuat ERKÜL (Akdeniz Univ)  
Gonca GENÇALIOĞLU KUŞÇU (Muğla Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Gökçe GÜRTEKİN (MTA) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Gökhan DEMİRELA (Aksaray Üni.)  
Gülcan BOZKAYA (Pamukkale Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Gürhan YALÇIN (Akdeniz Univ)  
Gürkan BACAĞ (Bülent Ecevit Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Hacı Alim BARAN (Batman Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Hakan ÇOBAN (Batman Üni.)  
Hüseyin KURT (Selçuk Üni.)  
Hüseyin SENDİR (Osmangazi Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Hüseyin YALÇIN (Cumhuriyet Üni.)  
İbrahim UYSAL (KTÜ)  
İlkay KUŞÇU (Muğla Üni.)  
Kadir SARIİZ (Osmangazi Üni.)  
Kerim KOÇAK (Selçuk Üni.)  
Kürşad ASAN (Selçuk Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Leyla KALENDER (Fırat Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Martin PALMER (University of Southampton)  
Mehmet ALTINSOY (Akdeniz Üni.)  
Mehmet ARSLAN (KTÜ)  
Mehmet KESKİN (İstanbul Üni.)  
Mehmet ÖZKUL (Pamukkale Üni.)  
Metin BAĞCI (Afyon Kocatepe Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Michele LUSTRINO (Università degli Studi di Roma La Sapienza)  
Miğraç AKÇAY (KTÜ)  
Muazzez ÇELİK KARAKAYA (Selçuk Üni.)  
Muharrem SATIR (Tübingen Univ.)  
Murat ÇİFLİKLİ (Niğde Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Mustafa AFŞİN (Aksaray Üni.)  
Mustafa AKYILDIZ (Çukurova Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Mustafa KUMRAL (İTÜ) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Mustafa KUŞCU (Süleyman Demirel Üni.)  
Mustafa YILDIZ (Aksaray Üni.)  
Münür Burhan SADIKLAR (KTÜ)  
Namık AYSAL (İstanbul Üniversitesi) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Nazan YALÇIN ERİK (Cumhuriyet Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Necati KARAKAYA (Selçuk Üni.)  
Nezihi KÖPRÜBAŞI (Kocaeli Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Nilgün GÜLEÇ (Ortaoğu Teknik Üni.)  
Nurdane İLBEYLİ (Akdeniz Üni.)  
Nurgül Çelik BALCI (İTÜ)  
Nursel ÖKSÜZ (Bozok Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Nurullah HANILÇI (İstanbul Üni.)  
Oğuz ZOROĞLU (MTA) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Orhan KARSLI (RT ERDOĞAN Üni.)  
Osman CANDAN (Dokuz Eylül Üni.)  
Osman PARLAK (Çukurova Üni.)  
Ömer BOZKAYA (Pamukkale Üni.)  
Özcan DUMANLILAR (Demir Export)  
Özcan YİĞİT (Onsekizmart Üni.)  
Özgür KARAOĞLU (Osmangazi Üni.)  
Özlem GENÇ GÜLLÜ (Aksaray Üni.)  
Piero MANETTI  
Raif KANDEMİR (RT ERDOĞAN Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Ryo ANMA (University of Tsukuba)  
Sabah YILMAZ ŞAHİN (İstanbul Üni.)  
Sadettin KORKMAZ (KTÜ)  
Samuele AGOSTINI (Istituto di Geoscienze e Georisorse -  
Consiglio Nazionale delle Ricerche)  
Selçuk TOKEL  
Selman AYDOĞAN (Balıkesir Üniversitesi)  
Sibel TATAR ERKÜL (Akdeniz Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Selahattin KADİR (Osmangazi Üni.)  
Sema TETİKER (Batman Üni.)  
Şafak ALTUNKAYNAK (İTÜ)  
Şeref GÜÇER (BUTAL)  
Şemsettin CARAN (S.Demirel Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Şengül Can GENÇ (İTÜ)  
Tamer RIZAOĞLU (K.Maraş Sütçü İmam Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Tuğbanur Özen BALABAN (Atatürk Üniv) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Vural OYAN (Yüzüncüyıl Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Yahya ÖZPINAR (Pamukkale Üni.)  
Yalçın ERSOY (Dokuz Eylül Üni.)  
Yaşar KİBİCİ (Dumlupınar Üni.)  
Yavuz ÖZDEMİR (Yüzüncüyıl Üni.)  
Yener EYÜBOĞLU (KTÜ)  
Yurdal GENÇ (Hacettepe Üni.)  
Yüksel ÖRGÜN (İTÜ)  
Zafer ASLAN (Balıkesir Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)  
Zeki HASSAN (Kerkük Üniversitesi)  
Zekiye KARACIK (İTÜ)  
Zeynep ÖZDEMİR (Mersin Üni.) (*Sempozyum Temsilcisi*)



## **İÇİNDEKİLER DİZİNİ / TABLE OF CONTENTS**

### **Arkeometri Archeometry**

- Cultural Heritage And Geological History of Ancient Hit city on the Euphrates River, West Iraq* **2**  
**Ahmed J. Ridha. Al-Heety**
- Magnesia Kazısı (Söke, Aydın) Artemision Bölgesi Şehir Surlarında Arkeometrik Çalışmalar / *Archaeometric Studies Of Magnesia Excavation (Söke, Aydın) Surrounding Walls Of Artemision* **3**  
**Ali Akın Akyol, Tamer Koralay, Kıymet Deniz, Orhan Bingöl**
- Basalt Stone Used in Some Iraqi Archeological Sites **5**  
**Aqeel A. A. Al-Zubaidi, Abbas T. Al-Azawi, Hasan K. Jasım**
- Tripolis Antik Kenti Geç Antik Çağ Unguentarium Seramikleri Arkeometrik Çalışmaları / *Archeometrical Investigations Of The Late Antiquity Unguentarium From The Archaeological Site Of Tripolis* **6**  
**Bariş Semiz ve Bahadır Duman**
- The Role of Turkish Marbles in the Ancient Roman World **8**  
**Donato Attanasio and Ali Bahadır Yavuz**
- Erken Bronz Çağında Kalay Göl Tepe (Çamardı-Niğde) İşleme Alanı: Toprak Jeokimyası ile Yaklaşım / *Göl Tepe (Çamardı-Niğde) Tin Processing Site During The Early Bronze Age: Soil Geochemistry Approach* **9**  
**Nurullah Hanilçi, Hüseyin Öztürk, Sinan Altuncu, Cemal Altaylı**

### **Bitki ve Toprak Jeokimyası Plant & Soil Geochemistry**

- İz Elementlerce Kirlenmiş Sahalarda Yetişen Karahindiba Bitkisinin (Taraxacum Officinale) Element Biriktirme Karakteri / *Investigation Of Element Accumulation Characteristics Of Plant Taraxacum Officinale (Dandelion) Growing Contaminated Regions In Trace Elements* **12**  
**Alaaddin Vural**
- Tunçbilek Termik Santrali Çevresindeki Toprakların Ağır Metal İçeriğinin Değerlendirilmesi (Kütahya, Türkiye) / *The Assessment Of Heavy Metal Content In Soils Around The Tunçbilek Thermal Power Plant (Kütahya, Turkey)* **14**  
**Cafer Özkul**
- KTÜ Merkez Yerleşkesi ve Doğu Kesimi Topraklarındaki (Trabzon) Karasal-Hidrojenetik Fe-Mn-Yumruları / *Terrestrial-Hydrogenetic Fe-Mn Nodules In The Soils Of The KTÜ Central Campus and Eastern Area (Trabzon/Turkey)* **16**  
**Münür Burhan Sadıklar**



Gümüş Üretimi ve Siyanür Paniği: Gümüşköy-Kütahya Örneği / *Silver Processing And Cyanide Panic: Case Study For Gümüşköy-Kütahya* **18**  
**Nazmi Oruç**

Doğu Pontidlerde (KD Türkiye) Karakteristik Siyah Ve Sarı Polimetallik Masif Sülfür Maden Yatakları Üzerinde Gelişmiş Toprakların Karşılaştırmalı Jeokimyasal Veri Çalışması / *Comparative Geochemical Data Study Of Soils Developed On Characteristic Black And Yellow Polymetallic Massive Sulfide Deposits In Eastern Pontides (NE Turkey)* **20**  
**Necla Köprübaşı, Emin Çiftçi, Dağhan Çelebi, Nezih Köprübaşı, Cafer Özkul, Fatma Şişman Tükel**

### **Cevher Jeokimyası** **Ore Geochemistry**

Stable S-, O- and C-Isotope Study of The Oued Amizour Zn-Deposit, NE Algeria **23**  
**Abdelmalek Lekou, Rabah Laouar, Abdellah Bouguera, Sihem Salmi-Laouar**

Davulalan (Yıldızeli-Sivas) Granitoyiti'nin Hidrotermal Alterasyon Jeokimyası / *Hydrothermal Alteration Geochemistry of The Davulalan (Yıldızeli-Sivas) Granitoid* **24**  
**Ahmet Gökce ve Oktay Canbaz**

Evaporitik Tersiyer Sivas Baseni (Türkiye) Sölestin Yataklarının İzotop ( $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}, \delta^{18}\text{O}, \delta^{34}\text{S}, \delta\text{D}$ ) Jeokimyası / *Isotope Geochemistry ( $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}, \delta^{18}\text{O}, \delta^{34}\text{S}, \delta\text{D}$ ) of Celestine Deposits From Evaporitic Tertiary Sivas Basin, Turkey* **26**  
**Ali Uçurum, Çiğdem Şahin Demir, Ahmet Efe**

Rare Earth Elements Geochemistry of The Hydrothermal Alterations Associated With The Intrusion Related Gold Deposits at Atud Area, Egypt **28**  
**Amr Abdelnasser and Mustafa Kumral**

Kozbudaklar Şeelit Cevherleşmesinin (Bursa, Batı Anadolu) Oksijen İzotop Karakteristikleri / *Oxygen Isotope Characteristics of Scheelite Mineralization (Bursa, Western Anatolia)* **29**  
**Ayşe Orhan, Halim Mutlu, Mehmet Demirbilek**

Doğu Karadeniz Bölgesindeki Cu-Pb-Zn Yataklarına Çamaş (Ordu) Örneği / *Cu-Pb-Zn Deposits in The Eastern Black Sea Region; The Example Is Çamaş (Ordu)* **31**  
**Burcu Karataş, Mustafa Akyıldız, Can Ekin Yıldız**

Erken Miyosen Kırka-Frigya Kalderesinde Genleşme Tektoniği ve Kaldera Oluşumunun Bor Çökeline Etkileri, Batı Anadolu / *The Role Of Extensional Tectonics And Caldera Formation During The Bor Mineralization Processes in Early Miocene Kırka-Phrigian Caldera, Western Anatolia* **33**  
**Cahit Helvacı ve Ioan Seghedi**



- Sisorta (Ortakent-Koyulhisar-Sivas) Yüksek Sülfidasyon Altın Yatağının İzotop ( $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ -  $\delta\text{D}$ ,  $\delta^{65}\text{Cu}$ , ve  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ) Jeokimyası / *The Isotope ( $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ -  $\delta\text{D}$ ,  $\delta^{65}\text{Cu}$ , and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ) Geochemistry of High Sulfidation Sisorta Gold Deposit (Ortakent-Koyulhisar-Sivas)* **35**  
**Çiğdem Sahin Demir, Ali Uçurum, Ryan Mathur**
- Danielle Platosu (Kamerun) Boksitlerine Ait Nadir Toprak Elementleri ve Kökensele Yorumu / *Review of The Rare Earth Elements and Source of The Danielle Bauxite Plateau, Cameroon* **37**  
**Daniel Ganyı Nyamsari, Ebru Paksu, M.Gürhan Yalçın**
- Is there an “Orogenic Gold Fluid”? Exceptional Au-Rich Fluid Inclusions from the Kola Superdeep Borehole (SG-3)  
**David A. Banks, Vsevolod Yu. Prokofiev, Konstantin V. Lobanov, Mikhail V. Chicherov, Nikolay N. Akinfiev** **39**
- Exotic Pegmatite Fluids: A Precursor For “Orogenic Gold” Mineralization?  
**David A. Banks and Gülcan Bozkaya** **40**
- Erken Miyosen Yaşlı Aşkale (Erzurum) Evaporitlerinin Jeokimyası Ve İzotopik Özellikleri, Doğu Anadolu (Türkiye) / *Geochemistry and Isotopic Features of The Early Miocene Aged Aşkale (Erzurum) Evaporites, Eastern Anatolia (Turkey)* **41**  
**Emel Abdioğlu, Mehmet Arslan, Cahit Helvacı, İbrahim Gündoğan, Didem Aydınçakır**
- Eroğlu (Kula-Manisa) Çevresindeki Plaser Rutil Cevherleşmelerinin Mineralojik Ve Jeokimyasal Özellikleri / *Mineralogical and Geochemical Properties of Placer Rutile Mineralization Around Eroğlu (Kula-Manisa)* **43**  
**Emine Kübra GÜL ve Mustafa KUŞCU**
- Epitermal Altın Yatağına Kanıt Açısından Kuvars Kristalinin Anatomisi / *Anatomy of a Quartz Crystal: Evidence for Epithermal Gold Deposition* **45**  
**Gülcan Bozkaya and David A. Banks**
- Harmancık Güneyi (Bursa, Türkiye) Kromitit Cevherleşmelerinin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri / *Petrographical and Geochemical Characteristics of Chromite Deposits, The Southern Side of Harmancık (Bursa, Turkey)* **47**  
**Gürkan BACA ve Bektaş UZ**
- Örenağil (Batman) Barit Cevherleşmesinin Jeolojisi Üzerine Ön İnceleme / *Petrochemistry of Örenağil (Batman, Se-Anatolia) Barite Mineralization* **49**  
**H. Alim Baran, Mustafa Kumral, Salih Dinç**
- An Investigation Into The Genesis Of The Zaccar Iron Deposit With Special Reference to its Fluid Inclusions **51**  
**Halima Chaa and A. Boutaleb**

- Türkiye Ofiyolitleri İle İlişkili Podiform Kromitlerin Cr-PGE İçeriklerine Genel Bir Bakış / *An Overview to the Cr-Pge Mineralization of The Podiform Chromitites From The Turkish Ophiolites* 52  
**İbrahim Uysal, Recep Melih Akmaz, Samet Saka**
- Yozgat Bölgesi Manganez Yataklarının Jeokimyasal Ve Tektonik Özellikleri, Türkiye / *Geochemical Characteristics and Tectonics Features of Manganese Deposits, Yozgat Region, Turkey* 54  
**İsmail Koçak, Nursel Öksüz, Uğur Temiz**
- Dervişli (Eşme-Uşak) Plaser Rutil Oluşumlarının Mineralojik Ve Jeokimyasal Özellikleri / *Mineralogical and Geochemical Characteristics of Placer Rutile Occurrences in the Dervişli (Eşme-Uşak) Area* 56  
**Kayhan Işık ve Oya Cengiz**
- Şaphanedağı Bölgesi (Gediz/Kütahya, Batı Anadolu, Türkiye)'nden Ni-laterit Jeokimyası / *Geochemistry of Ni-Laterite from the Şaphanedağı Region (Gediz/Kütahya, Western Anatolia), Turkey* 58  
**M.Selman Aydoğan**
- Muratdağı Bölgesi (Uşak, Batı Anadolu-Türkiye)'Ndeki Lateritik Ni Yatağının Jeokimyasal Özellikleri / *Geochemical Properties of Lateritic Ni Deposit in the Muratdağı Region(Uşak, Western Anatolia), Turkey* 60  
**M.Selman Aydoğan, Selahattin Kadir, Cahit Helvacı, Ömer Elitok**
- Bucak (Burdur) Yöresindeki Kalıntı Oluşumlarının Nadir Toprak Element (NTE) Potansiyelinin Araştırılması / *Study of Rare Earth Elements (REE) Potentialsin Residual Formations Occurring At Bucak Region, Isparta (Southwest Turkey)* 62  
**M.Sezai Kırıkioğlu, Ali Tuğcan Ünlüer, Hüseyin Kocatürk, Emin Çiftçi, Amr Abdelnasser, Zeynep Döner, Murat Budakoğlu**
- Sivas-Erzincan Yöresindeki Mağmatizmanın Zamansal Gelişimi Ve Çöpler, Karakartal Ve Fındıklıdere Maden Yataklarının Oluşumuna Etkileri: Jeokronolojik Bir Yaklaşım / *Temporal Development of Magmatism in The Region of Sivas-Erzincan and its Effects on the Occurrence of Çöpler, Karakartal and Fındıklıdere Ore Deposits: A Geochronological Approach* 64  
**Miğraç Akçay, Oğuzhan Gümrük, B. McInnes, N. Evans, F. Jourdan, S. Tessalina**
- Batı Toros Kuşağı Kükürt Oluşumlarının Kökeninin Araştırılması; Isparta, Türkiye/ *Investigations of Origin of West Taurus Belt Sulfur Occurrences; Isparta, Turkey* 66  
**Mustafa Kumral ve Zeynep Döner**
- Kütahya-Dağardı Yöresinde Antimon Jeokimyasının Prospeksiyon Süreçlerinde Kullanılması / *Geochemical Soil Prospection for Locating Burried Antimony Deposits around Dağardı (Kütahya) Region* 68  
**Mustafa Kumral, S.Burak Karabel, Hüseyin Kocatürk**

- Fakılar (Çamliyayla- Mersin) Boksit Cevherleşmelerinin Jeolojisi ve Jeokimyasal İncelenmesi / *Geochemical and Geological Investigation of the Fakılar (Çamliyayla-Mersin) Bauxite Deposition* **70**  
**Nil Yapıcı ve Nusret Nurlu**
- Kışladağ Altın Yatağının Sıvı Kapanım Karakteristikleri / *Fluid Inclusion Characteristics of the Kışladağ Gold Deposit* **72**  
**Nurullah Hanilçi, Gülcan Bozkaya, David Banks, Vsevolod Prokofiev, Yücel Öztaş**
- Karakartal (Kemaliye, Erzincan) Porfiri Au-Cu Madenindeki K-silikat Alterasyon Zonunun Gelişiminde Roy Oynayan Çözeltilerin Özellikleri / *Properties of Fluids Responsible for the K-Silicate Alteration at Karakartal (Kemaliye, Erzincan) Porhyry Au-Cu Deposit* **74**  
**Oğuzhan Gümrük ve Miğraç Akçay**
- Hacıömerderesi (Bigadiç, Balıkesir) Polimetallik Masif Sülfid Yatağı: Öncül veriler / *Hacıömerderesi (Bigadiç, Balıkesir) Polymetallic Massive Sulphide Deposits: A Preliminary Data* **76**  
**Onur Özgür, Zennure Yıldız, Zafer Aslan, M.Selman Aydoğan, Firuz Alizade**
- Tüm-Kaya Litojeokimyasının Maden Aranmasında Etkin Kullanımı: Biga Yarımadası'ndan Örnekler, Kuzeybatı Türkiye / *Effective Use of Whole-Rock Lithochemistry in Mineral Exploration: Examples from Biga Peninsula, Northwestern Turkey* **78**  
**Özcan Yiğit**
- Terziali Altın Yatağının Jeokimyasal Özellikleri / *Geochemical Features of the Terziali Gold Mineralization* **80**  
**Özgür Sapancı, Nezih Köprübaşı, Emin Çiftçi, Ufuk Demirel**
- Kaymaz (Eskişehir) Altın Yatağı'nın Oluşumuna Ait Mikrotermometrik ve İzotopik Veriler / *Microthermometric and Isotopic Data on The Kaymaz (Eskişehir) Gold Deposit* **82**  
**Özlem Toygar, Hüseyin Sendir, Halim Mutlu, Mehmet Demirbilek**
- Guleman Ofiyoliti İle İlişkili Podiform Kromititlerin Petrolojik Ve Jeokimyasal Özellikleri / *Petrological and Geochemical Investigations on Podiform Chromitites from the Guleman Ophiolite (E-Turkey)* **84**  
**Recep Melih Akmaz, İbrahim Uysal, Samet Saka**
- Mineralogy and Geochemistry of the First Discover Magnesite Rocks Belt in Ma'rib District, NW Yemen **86**  
**Sa'ad Z. A. Al-Mashaikie**

Güney Neotetisin Üst Triyas Riftleşmesiyle İlişkili VMS Yataklarında İzotop Çalışmaları (GD Türkiye/Adıyaman Bölgesi) / *Isotopic Studies in the VMS Deposits Related the Upper Triassic of South Neotethys (SE Turkey / Adiyaman Region)* 87  
**Semiha İlhan, Nail Yıldırım, Mustafa Akyıldız, Burcu Gören, Cahit Dönmez**

Attepe Bölgesindeki Prekambriyen Yaşlı Demir Yataklarının Oksijen Ve Karbon İzotop Jeokimyası (Kayseri-Adana Havzası, Türkiye) / *Oxygen and Carbon Isotope Geochemistry of The Precambrian Iron Deposits in Attepe Region (Kayseri-Adana Basin, Turkey)* 89  
**Serdar Keskin ve Taner Ünlü**

### Çevre Jeokimyası *Enviromental Geochemistry*

Adana Şehir Merkezi Ve Çevresindeki Toprakların Ağır Metal Kirliliğinin Saptanması / *Determination of Heavy Metal Pollution in Adana City Center and The Surrounding Soils* 92  
**Can Ekin Yıldız, Mustafa Akyıldız, Burcu Karataş**

Terk edilmiş kömür sahalarının yüzey ve yeraltı sularına etkisi, Edirköy sahası, Saray-Tekirdağ / *Impact of the Abandoned Coal Fields on The Surface and Groundwater, Edirköy Coal Mine Fields, Saray-Tekirdağ* 94  
**Cemile Erarslan ve Yüksel Örgün**

Balya, Balıkesir Terkedilmiş Pb-Zn Madeninin Çevresel Etkileri / *Environmental Impacts of Abandoned Pb-Zn Mine in Balya, Balıkesir* 96  
**Ece Şirin ve Esra Oruçoğlu**

Espiye Bölgesi (Giresun, KD Türkiye) Volkanojenik Masif Sülfid Yatakları Çevresindeki Cürüfların Kimyası, Mineralojisi Ve Çevresel Etkileri / *Chemistry, Mineralogy and Environmental Impact of Slags in The Vicinity of Volcanogenic Massive Sulphide Deposits Around Espiye (Giresun, Ne Turkey)* 98  
**Emine Selva Sağlam ve Miğraç Akçay**

Karaerik Madeni (Espiye-Giresun) Çevresinde Asit Maden Drenajı Oluşumunun Jeomikrobiyolojik Olarak Modellenmesi / *Geomicrobiological Modeling of Formation of Acid Mine Drainage in The Vicinity of The Karaerik Mine (Espiye-Giresun)*  
**Emine Selva Sağlam, Miğraç Akçay, Dilşat Nigar Çolak, Kadriye İnan, Ali Osman Beldüz**

Güneybatı Karadeniz Karot Sedimentlerinin Ağır Metal Kirliliğine Tarihsel Bir Yaklaşım / <i>Historical Perspective of Heavy Metals Contamination in Core Sediments From The Southwestern Black Sea</i>	102
<b>Erol Sarı, D. Acar, M.N. Çağatay, T. N. Arslan, Ö. Kılıç, A. Tutay, M. A. Kurt, M. Belivermiş</b>	
Removal of ETL Dye from Aqueous Solution by Agriculture Waste: Equilibrium and Kinetic Study	104
<b>Fouzia Ouazani, A. Iddou, A. Aziz</b>	
Effect of Oil Sites Near Kirkuk City on Air Quality in Nearby Residential Areas	105
<b>Mohamed A. Najemalden and Rehabt Ahmed</b>	
TCE Kaynak Zonların Yerinde Kimyasal Yıkama İle Islahı: Tween 80, SDS ve Etil Alkol İle Yıkama Performansı / <i>In-Situ Remediation of Tce Source Zones by Chemical Flushing: Performance of Tween 80, Sds and Ethanol</i>	106
<b>Nihat Hakan Akyol, Seda Aslan Kılavuz</b>	
Acıgöl'de Biyojeokimyasal C, S Döngüsü ve Karbonat Oluşumlarına Etkisi/ <i>Biogeochemical C and S Cycles in Lake Acıgöl and Implications for Carbonate Formation.</i>	108
<b>Nurgul Balcı, Cansu Demirel, M.Ali Kurt, A.H. Gültekin, Sena Akçer Ön</b>	
Batı Anadolu'daki bazı granitoidlerin doğal radyoaktivitesi ve jeokimyasal özelliklerinin karşılaştırılması / <i>Comparison Between Natural Radioactivity Levels and Geochemistry of Some Granitoid Rocks in Western Turkey</i>	110
<b>Sibel Tatar Erkül, Süleyman Fatih Özmen, Fuat Erkül, İsmail Boztosun</b>	
Akçaabat-Trabzon Arası Güncel Kıyı, Dere Ve Deniz Çökellerinin Ağır Metal İçerikleri / <i>Heavy Metal Concentration of The Recent Beach, Stream And Marine Sediments of The Coastal Line of Akçaabat–Trabzon Villages</i>	112
<b>Tülay Bak ve Cüneyt Şen</b>	
<b>Diğer Jeokimyasal Konular</b>	
<b><i>Non-classified Geochemical Topics</i></b>	
Study of Clay Minerals in The Late Miocene–Pliocene Sediments of Mukdadiya Formation as a Paleoenvironmental Indicators, Shoraw Area, Northeastern Iraq	115
<b>Abbas Rasheed Ali, Aomed Ahmed MOHAMMED, Diana Aziz Bayiz</b>	
Heavy Metals Distribution and Their Correlation with Clay Size Fraction in Stream Sediments of the Lesser Zab River at Northeastern Iraq	116
<b>Abbas Rasheed Ali and Mohammad Jamil Ali</b>	
Jeokimyada Kullanılan Modern Analitik Yöntemler / <i>Modern Analytical Methods in Geochemistry</i>	117
<b>Cüneyt Şen</b>	

- Leriköy (Yitirmez) –Dölek (Gümüşhane, Kd Türkiye) Yöresi Eosen Yaşlı Volkaniklerin Hidrotermal Alterasyonu Ve Kütle Değişim Hesaplamaları / *Hydrothermal Alteration and Mass Change Calculations of Eocene Lerikoy (Yitirmez)–Dolek Volcanics (Gumushane, Ne Turkey)* **119**  
**Enver Akaryalı, Furkan Kemal Aktaş, Enes Türk, Mehmet Ali Gücer, Emre Aydınçakır**
- The Use of Geographic Information Systems and Remote Sensing to Measure Ratio The Vegetation Northeast of City of Mosul Province **121**  
**Khalid A. Khalid, Khalid F. Hassan, Adel M. Saleh**
- Mineralogical and Chemical Characterization of Miocene Sands of Bou Chebka (Kasserine: South West of Tunisia) and Industrial Valorization Assessment. **122**  
**Maalla Imen, Boussem Slim, Sebei Abdelaziz**
- Application of Automated Mineralogy in the Field of Geochemistry and Petrology **123**  
**Antonin KOPRIVA**
- Tokat Agatlarının Mineralojik Petrografik Jeokimyasal İncelenmesi, Türkiye/ *Mineralogy Petrography and Geochemical Studies of Tokat Agates, Türkiye* **124**  
**Meltem Gürbüz, İlkey Kaydu Akbudak, Ümit Ulus**
- İscehisar (Afyonkarahisar) Mermerlerinin Jeolojisi, Mineralojisi ve Jeokimyasal Özelliklerinin Araştırılması / *The Investigation of Geology, Mineralogy and Geochemical Properties of The Iscehisar (Afyonkarahisar) Marbles* **126**  
**Metin Bağcı ve Mehmet Kozak**
- Determination of Different Metals in Wastewater Using New Microsensors Based on Diamond Doped With Boron **128**  
**Mohamed Larbi Hamlaoui**
- Edremit Körfezi'nin (KD Ege Denizi) Güncel Çökelleri ve Jeokimyası / *Sedimentology and Geochemistry of The Recent Sediments in the Edremit Gulf (NE Aegean Sea)* **129**  
**Mustafa Eryılmaz ve Fulya Yücesoy Eryılmaz**
- Coğrafi Bilgi Sistemi İle Skarnların Jeokimyasal Dağılım Desenlerinin Belirlenmesi: Kesikköprü (Bala-Ankara) Demir-Oksit Yatağı / *Determining The Geochemical Distribution Pattern of Skarn by Using Geographical Information System: Kesikköprü (Bala-Ankara) Iron-Oxide Deposit* **131**  
**Mustafa Haydar Terzi ve Erkan Yılmaz**

Çevre Ve Halk Sağlığı Açısından Jeokimya Atlas(Lar)ının Önemi / *The Importance of Geochemical Atlas (Ses) for The Enviroment and Public Health* **133**  
**Nuray Karapınar**

Çankırı Havzasında (Orta Anadolu) Geç Miyosen Ve Pliyosen Paleoçevre Koşulları: Duraylı İzotop,  $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$  İzotop Oranı, Polen Ve Ostrakod Analizleri / *Late Miocene and Pliocene Palaeoenvironmental Conditions in the Çankiri Basin (Central Anatolia): Stable Isotopes,  $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$  Isotope Ratio, Pollen and Ostracod Analysis* **135**  
**Nurdan Yavuz ve Gönül Culha**

Thermophilic Ammonia-Oxidizing Archaea (AOA) Along A Redox Gradient in Uzon Caldera, Kamchatka, Russia **137**  
**Paul A. Schroeder, Laura E. Fackrell, Chuanlun Zhang, Gennady Karpov**

Preparation of Improved Types of Cement Tar Used in Polishing Optics From Iraqi Raw Materials **138**  
**Waleed Y. Alubide**

Interaction Bentonite/ Concrete in the Case of The Sealing of Underground Structures **139**  
**Yasmine Rdissi**

Alkali Aktivasyonlu Malzeme Eldesinde Kullanılan Kaolenlerin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi / *Investigation of the Physical and Chemical Properties of Kaolins used in Alkali Activated Material Achievement* **140**

**Yıldız Yıldırım ve Murat Çiflikli**

Preferable Interpolation Method for Mapping Soil Properties by GIS Technique of an Area Located at Northern **142**  
**Zeki M. Hassan and Basman W. Azız**

#### **Dört Nesil İtalyanlar** ***Four Generations Italians***

Role of The Neogene Faults in Controlling the Circulation Of Fluids in Turkey: Examples from Dinar and Denizli Basins **144**  
**Cihat Alçıçek, Andrea Brogi, Enrico Capezzuoli, Anna Gandin, Domenico Liotta, Marco Meccheri, Valentina Rimondi, Giovanni Ruggieri**

Submarine Paleoseismology in the Sea of Marmara **145**  
**Luca Gasperini, Giovanni Bortoluzzi, Alina Polonia**



The Role of the Pontides for the Interpretation of the Origin and Evolution of the Black Sea <b>Mario Boccaletti and Piero Manetti</b>	<b>146</b>
The Contribution of the Italian Geologist to the Knowledge of the Pontides <b>Mario Boccaletti, Maria Alessandra Conti, Piero Manetti</b>	<b>147</b>
The Italian Contribution to the Study of the Intra-Pontide Suture Zone in Central Turkey <b>Michele Marroni, M. Cemal Göncüoğlu, Luca Pandolfi, Alessandro Ellero, Giuseppe Ottria, Kaan Sayıt, Chiara Frassi</b>	<b>148</b>
The Contribution of The First Italian Geologists to the Knowledge of the Anatolian Cenozoic Volcanism <b>Samuele Agostini, Piero Manetti</b>	<b>149</b>
Central and Eastern Anatolia Volcanism <b>Samuele Agostini, Piero Manetti, Michele Lustrino, Paolo Di Giuseppe, M. Yılmaz Savaşçın</b>	<b>150</b>
Italian-Turkish Collaboration on Western Anatolia Volcanism and Geodynamics: State of Art <b>Samuele Agostini, Piero Manetti, Mehmet Yılmaz Savaşçın</b>	<b>151</b>
Exhuming Anatolia: The Italian Contribution to the Low-Temperature Thermochronological Study of Turkey and The Surrounding Regions <b>William Cavazza and Massimiliano Zattin</b>	<b>152</b>

## **Hidrojeokimya** *Hydrogeochemistry*

Karaduvar-Davultepe (Mersin) Kıyı Şeridi Boyunca Kuyu Sularının İçilebilirlik Özelliklerinin Araştırılması / Investigation Of Drinkability Features Of Well Waters Along The Karaduvar-Davultepe Coastline, Mersin <b>Ahmet Feyyat Demir, Zeynep Özdemir, Betül Coşkun Önal ve Erkan Demir</b>	<b>154</b>
Ömer-Gecek Jeotermal Alanındaki (Afyonkarahisar) AF-24 Sondaj Kuyusunun Kuyu Jeolojisi, Alterasyon Mineralojisi Ve Jeokimyası / <i>The Borehole Geology, Alteration Mineralogy and Geochemistry of AF-24 Well in Ömer-Gecek Geothermal Area (Afyonkarahisar)</i> <b>Ahmet Yıldız, Can Başaran, Metin Bağcı, Yusuf Ulutürk, Müfit Demirkapı, Eren Sucu</b>	<b>156</b>
Tarsus Ovası (Mersin-Adana) Yeraltı Sularının Kalitesi Ve İnsani Amaçlı Tüketime Uygunluğunun Değerlendirilmesi / <i>Assessment of Groundwater Quality and its Suitability for Human Consumption in the Tarsus Plain (Mersin-Adana)</i> <b>Can Akbulut ve Cüneyt Güler</b>	<b>158</b>

- Aşağı Seyhan Ovası (Mersin–Adana) Kıyı Akiferinin Stuyfzand Hidrojeokimyasal Sınıflama Sistemine Göre Değerlendirilmesi / *Assesment of Lower Seyhan Plain (Mersin-Adana) Coastal Aquifer According to Stuyfzand Hydrochemical Classification System* **160**  
**Can Akbulut ve Cüneyt Güler**
- Heybeli (Afyonkarahisar/Türkiye) Jeotermal Sahasının Hidrojeokimyası ve İzotopik Özellikleri / *Hydrogeochemical and Isotopic Properties of Heybeli (Afyonkarahisar/Turkey) Geothermal Field* **162**  
**Can Başaran ve Ali Gökğöz**
- Farklı Kimyasal Bileşime Sahip Suların Killerin Mineralojisi, Dokusu Ve Dayanım Özelliklerine Etkisi / *Effect on Mineralogy, Structure and its Strength Properties of Clays of Waters with Different Chemical Composition* **164**  
**Davut Laçın, Levent Kuş, Ali Malik Gözübol**
- Hydrogeochemical Monitoring, Modeling and Predictions of Water Pollution in the Lower Alluvial Aquifer of The Soummam Valley, In North-East of Algeria **166**  
**Farès Kessasra, Mohamed Mesbah, Soumeya Khaled-Khodja, Nor El Houda Chetibi, Soumia Seraou**
- Hierapolis Tapınaklarındaki Zehirli Gazın Kökeni/ *Origin of the Toxic Gases in the Temples of Hierapolis* **167**  
**Galip Yüce, Hardy Pfan, Ahmet, H. Gulbay, Ali Gokgoz and Francesco D. Andria**
- Integrating Multiple Geochronological Techniques of Hydrothermal Minerals to Investigate the Evolution of Sedimentary Basins and Active Tectonics **169**  
**İ. Tonguç Uysal, Alexander W. Middleton, Sue D. Golding, Jian-xin Zhao**
- Helvadere (Aksaray) ve Dokuzpınar (Kayseri) İçme Suyu Kaynaklarının Hidrojeokimyasal Açından Karşılaştırılması, Orta Anadolu /*Hydrogeochemistry Comparison of Helvadere (Aksaray) and Dokuzpınar (Kayseri) Drinking Springs in Central Anatolia, Turkey* **170**  
**Mustafa Afşin ve Özcan Oruç**
- Reconnaissance Oxygen and Hydrogen Stable Isotope Geochemistry of Waters from The Critical Zone in The Iznik Lake Basin Region, Turkey **172**  
**Paul A. Schroeder, Ö. Isik ECE, Cansu Demirel, Adam Milewski**
- Adıyaman Yedi Oluklar-Kozan Bölgesi İçme Sularının Temel Kalite Özellikleri ve Çevresel İzotop İçerikleri /*The Investigation of Water Quality Parameters and Environmental Isotope Contents of Drinking Water Sources Located within Adıyaman Yedi Oluklar and Kozan Region* **173**  
**Yusuf Uras ve Yağmur Uysal**

**İzotop Jeokimyası ve Jeokronoloji**  
*Isotope Geochemistry and Geochronology*

- Geochemical Messages from the Asthenospheric and Lithospheric Mantle Sources Beneath The Canadian Cordillera: Revealed by Trace Elements and Nd-Sr-Pb-O Isotopes Systematics **176**  
**Ali Polat, Robert Frei, Fred Longstaffe, Eyal Friedman**
- U and Th-Series Isotope Study of Travertines from Pamukkale and Antalya Areas: A Probe into Their Deposition Rates from 105 to 10-1 yr Time-Scales **177**  
**Bassam Ghaleb, Claude Hillaire-Marcel, Erdal Koşun, Mehmet Özkul, Florent Barbecot, Koray Koç, Ferdi Demirtaş**
- Geochemical Features of Multi-Component Mantle Source Domains, Beneath Central Anatolia **178**  
**Biltan Kürkcüoğlu, Tanya Furman, Megan Pickard, Erdal Şen, Barry Hanan, Pınar Şen, Kaan Sayıt, Tekin Yürür**
- Trabzon Ve Giresun Arası Tersiyer Alkalen Volkanitlerinin  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  Jeokronolojisi Ve Sr-Nd-Pb İzotop Jeokimyası, Doğu Pontidler (KD Türkiye) /  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  Geochronology and Sr-Nd-Pb Isotope Geochemistry of Tertiary Alkaline Volcanic Rocks Between Trabzon and Giresun Areas, Eastern Pontides (NE Turkey) **179**  
**Cem Yücel, Mehmet Arslan, İrfan Temizel, Emel Abdioğlu, Gilles Ruffet**
- Sakarya Zonu Doğusundaki (KD Türkiye) Geç Kretase Yaşlı Volkanik Kayaçların Jeokronolojisi, Element ve İzotop Jeokimyası / *Geochronology, Elemental and Isotopic Geochemistry of Late Cretaceous Volcanic Rocks in the Eastern Sakarya Zone, NE Turkey* **181**  
**Faruk Aydın, Cüneyt Şen, İbrahim Uysal, Simge Oğuz, Rasim Başer, Abdurrahman Dokuz, Thomas Aiglsperger**
- Borçka ve Erenler Yöresindeki (Artvin, KD Türkiye) Geç Kretase Yaşlı Volkanik Kayaçların Jeokronolojisi ve Jeokimyası / *Geochronology and Geochemistry of Late Cretaceous Volcanic Rocks around Borçka and Erenler Area (Artvin, NE Turkey)* **183**  
**Faruk Aydın, Rasim Başer, Cüneyt Şen, İbrahim Uysal, Simge Oğuz**
- Yükselen Yöresi Neojen Yaşlı Volkanik Kayaçların  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  Jeokronolojisi, Mineral Kimyası ve Jeokimyası, (Konya-Orta Anadolu) /  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  Geochronology, Mineral Chemistry and Geochemistry of The Neogene Volcanic Rocks in The Yükselen Area, (Konya-Central Anatolia) **185**  
**Gülin Gençoğlu Korkmaz, Hüseyin Kurt, Kürşad Asan**

- Şaroluk (Gönen-Balıkesir) Sokulumunun Petrografisi ve Petrolojisi: Çarpışma Sonrası Magmatizmada Öncü Veriler / *Petrography and Petrology of The Şaroluk (Gönen-Balıkesir) Pluton: A Preliminary Data for Post-Collisional Magmatism* **187**  
**İsmail Altın ve Zafer Aslan**
- Karbonatlı Kaynak Çökellerin (Traverten-Tufa) Element ve Duraylı İzotop Kayıtları / *Element and Stable Isotope Records of Carbonate Spring Deposits (Travertine and Tufa)* **189**  
**Mehmet Özkul**
- Devrekani Masifi (K-Türkiye) Ortogneyslerinin Tüm Kayaç Jeokimyasi ve Jeokronolojisi: Orta Pontidler'de Permo-Karbonifer Magmatizması ve Jura Yüksek Sıcaklık Metamorfizmasına Genel Bir Bakış / *Whole-Rock Geochemistry and Geochronology of Orthogneisses from the Devrekani Massif (N Turkey): An Overview of Permo-Carboniferous Magmatism and Jurassic High Temperature Metamorphism in Central Pontides* **191**  
**Mehmet Ali Gücer ve Mehmet Arslan**
- Stable Isotopic Geochemistry of the Upper Cretaceous Successions, NW Iraq **193**  
**Mohammed Al-Hajj, Ali Al-Juboury, Aboosh Al-Hadidy**
- Türkiye'deki Farklı Krizoprasların Oksijen İzotop Analiz Yöntemiyle Karşılaştırılması / *Comparision of Oxygen Isotopic Compositions of Various Chrysoprases in Turkey* **194**  
**Murat Hatipoğlu, Nurdane İlbeyli, Yaşar Kibici, Alper Güneş, Yasemin Yardımcı**
- Helete Bölgesinde Yeralan Yitimle İlişkili Meydan Ofiyoliti, İlgili Volkanikler ve Diğer Birimler (Gd Anadolu, Türkiye): Yeni Jeokronolojik ve İzotop Jeokimyası (Sm-Nd-Pb) Verileri/ *Supra-Subduction Zone Meydan Ophiolite, Related Volcanics and Other Units of the Helete Region (SE Anatolia, Turkey): New Evidence from Geochronology and Sm-Nd-Pb Isotope Geochemistry* **196**  
**Nusret Nurlu, Osman Parlak, Alastair Robertson, Albrecht von Quadt**
- Fillosilikatların Duraylı İzotop (O, H) Jeokimyası: Türkiye'nin Tektonik Birliklerinden Örnekler / *Stable Isotope (O, H) Geochemistry of Phyllosilicates: Examples From Tectonic Units of Turkey* **198**  
**Ömer Bozkaya ve Hüseyin Yalçın**
- Istranca Masifindeki Kula Metagranitoyidi'nin Jeokronolojik ve Jeokimyasal İncelenmesinin İlk Sonuçları, Kb Pontidler, Türkiye / *Preliminary Results of Geochronological and Geochemical Investigations of the Kula Metagranitoids in Strandja Massif, NW Pontides, Turkey* **200**  
**Yıldırım Güngör, Sabah Yılmaz Şahin, Namık Aysal, Irena Peytcheva**

## Jeotermal Sistemler Geothermal Systems

Alaşehir Jeotermal Alanlarında (Batı Anadolu) Jeotermal Akışkanın Bor Ve Arsenik Derişimine Bağlı Gelişen Yeraltısuyu Ve Toprak Kirliliği / *Water And Soil Contamination On Account Of Boron And Arsenic Concentration Of Geothermal Fluid In Alaşehir Geothermal Fields (West Anatolia)* 203  
**Ali Bülbül, Tuğbanur Özen Balaban, Gültekin Tarcan**

Pertek Jeotermal Alanının Hidrojeokimyası ve Değerlendirilmesi / *Hydrogeochemistry and Evaluation of the Pertek Geothermal Field* 205  
**Ayten Öztüfekçi Önal ve Aysun Akkuş**

Kuzeydoğu Anadolu Jeotermal Sistemlerinin Hidrojeokimyasal Özellikleri / *Hydrogeochemical Properties of Geothermal Fields at Northeastern Anatolia* 207  
**Harun Aydın, Hüseyin Karakuş, Halim Mutlu, Nilgün Güleç, David R. Hilton**

Trakya Bölgesi'nin İlk Jeotermal Sahası: Kırklareli-Asilbeyli Sahası / *The First Geothermal Area of Thrace:Kırklareli-Asilbeyli Area* 209  
**Lütfi Taşkıran, Ünsal Turalı, Gürsel Arslan**

Orta Anadolu'da Yeni Bir Jeotermal Alanın Hidrojeokimyası: Sarıyahşi (Aksaray) / *Hydrogeochemistry of a New Geothermal Field in Central Anatolia: Sarıyahşi (Aksaray)* 211  
**Mustafa Yıldız, Mustafa Afşin, Ali Karan, Hatice Dilek Çelikkaya**

CO<sub>2</sub> Depolama Sahalarının Doğal Benzerleri Olarak Türkiye'deki Jeotermal Sistemlerin Jeokimyasal Karakterizasyonu / *Geochemical Characterization of Geothermal Systems in Turkey as Natural Analogues for Geological Storage of CO<sub>2</sub>* 213  
**Sanem Elidemir ve Nilgün Güleç**

Köprüköy (Erzurum) Jeotermal Alanın Hidrojeokimyası, Mineralojisi ve Paleontolojisi / *Hydrochemical and Mineralogical Review of Köprüköy (Erzurum) Geothermal Field* 215  
**Tuğbanur Özen Balaban, Meral Kaya, Ayten Öztüfekçi Önal, Dicle Bal Akkoca**

## Organik Jeokimya Organic Geochemistry

Edremit Körfezi Çevresinin Hidrokarbon Potansiyeli / *Hydrocarbon Potential of The Gulf of Edremit and its Surroundings* 218  
**Ayşe Bozcu**

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Eosen Yaşlı Kömürlerinin Organik Jeokimyasal Özellikleri ve Çökeltme Ortamı / *Organic Geochemical Properties and Depositional Environment in Eocene Coals from the Eastern Black Sea Region, NE Turkey* 220  
**Çiğdem Saydam Eker, Ferkan Sipahi, İbrahim Akpınar**

Yatağan (Serinhisar/Denizli/GB Türkiye) Kömürlerinin Kaynak Kaya Gelişimi Ve Hidrokarbon Potansiyeline Ait Öncül Değerlendirmeler / *Preliminary Assessment of The Source Rock Evaluation and Hydrocarbon Potential of the Yatagan (Serinhisar/Denizli/SW Turkey) Coals* 222  
**Demet Banu Koralay ve Tamer Koralay**

Unconventional Shale Reservoir Assessment in South Remada Permit: Geochemical and Mineralogical Characterizations, Burial History of Silurian Source Rock (Tannezuft Formation) 224  
**Imen Arfaoui, Najet Slim-Shimi, Anis Belhaj Mohamed, Bouazizi Brahim**

Hydrocarbon Generation Potential and Paleoenvironment of Butmah Formation in Borehole Baiji-1, Northern Iraq. 225  
**Mohamed R. Mahmood, Dler H. Baban, Amer D. Nader**

Trace Elements as an Indicator of Paleo-Depositional Environment: A Case Study of Bitumen-Bearing Rocks of Fatha Formation in Western Iraq 226  
**Salih M. Awadh and Zinah S. Al-Ankaz**

Inorganic Geochemistry and Depositional Environment of Black Shale in Sargelu Formation (M. Jurassic), Northern Iraq 227  
**Yaseen K. Elyas, H.S. Al-Jaleel, Brumsack, J Hans**

Oil Shale in Iraq 228  
**Zeki M. Hassan, Yusuf Kağan Kadioğlu, Fuad T. Sabır**

## ***Petroloji*** ***Petrology***

Kordiyerit İçeren Güçlü Peralümin Riyolitler, Doğu Pontidler, Türkiye: Variskan Orojenezi Üzerine Sınırlandırmalar / *Cordierite-Bearing Strongly Peraluminous Rhyolite From The Eastern Pontides, Turkey: Constraints On The Variscan Orogeny* 230  
**Abdurrahman Dokuz, Elif Külekçi, Emre Aydınçakır, Raif Kandemir, M. Cihat Alçiçek, Kadir Sünnetçi**

Solarya Plütönu'nun (Balıkesir) Jeokimyası Ve Sr-Nd-Pb-O İzotop Özellikleri: Kb Anadolu Yüksek Ba-Sr Granitoidlerine Bir Örnek / *Geochemistry And Sr-Nd-Pb Isotopic Characteristics Of Solarya Pluton (Balıkesir): An Example Of High Ba-Sr Granites Of Western Anatolia* 232  
**Alp Ünal ve Şafak Altunkaynak**

Meke ve Acıgöl (Karapınar-Konya) Kraterlerinin Petro-Kimyasal Özellikleri / *The Petro-Chemical Properties Of Meke And Acıgöl Craters* 234  
**Bahattin Güllü ve Yusuf Kağan Kadioğlu**

Kütahya Yöresi Miyosen Yaşlı Volkanik Kayaçların Petrokimyası Ve Sr-Nd-Pb İzotop Jeokimyası, Batı Anadolu, Türkiye / *Petrochemistry and Sr-Nd-Pb Isotope Geochemistry Of The Kütahya Area Miocene Aged Volcanic Rocks, Western Anatolia, Turkey* **236**  
**Cafer Özkul, İrfan Temizel, Muzaffer Özburan, Mehmet Arslan, Yaşar Kibici, Recep Uğur Acar**

İnteraktif Petrografi-Jeokimya Veritabanı Uygulaması: jeokimya.org / *An Interactive Application Of Petrography-Geochemistry Database Software: jeokimya.org* **238**  
**Çağrı Tunca ve Yusuf Kağan Kadioğlu**

İntrüzif Sokulumlara Bağlı Gelişen Metamorfik Kayalardaki Doku Karakteristikleri ve Kimyasal Özellikleri: Kırşehir Kaman Örneği, Orta Anadolu / *Textural Characteristics and Textural Properties of Contact Metamorphic Rocks Formed Under Influence of Intrusive Rocks: An Example From Kırşehir-Kaman, Central Anatolia* **240**  
**Cumhur Özcan Kılıç ve Yusuf Kağan Kadioğlu**

Büyük Ağrı Dağı Kuzeyi (Doğu Anadolu) Alkali Kayaçlarının Petrografik Ve Jeokimyasal Olarak İncelenmesi: Ön Değerlendirme Sonuçları / *Petrographical And Geochemical Investigation Of Alkaline Rocks From Northern Greater Ağrı (Eastern Anatolia): Preliminary Results* **242**  
**Elif Varol, Abidin Temel, Orkun Başer, İrem Ergin, Bengü Özdemir, Şule Çelik**

Taşlıyayla Volkanitlerinin (Çaykara Güneyi-Trabzon) Jeokimyasal Özellikleri / *Geochemical Features Of Taşlıyayla Volcanics (Southern Çaykara-Trabzon)* **244**  
**Emre Aydınçakır, Sinan Yılmaz, Buket Dünder, Yaser A. A. Al-Mashramah, Faruk Aydın, Abdurrahman Dokuz, Cüneyt Şen**

Ankara Mélanjına Sokulum Yapan Geç Kretase Alkalen Siyeno-Diyorit, Volkanitler ve Geç Kretase-Erken Paleosen Ultrapotasik Lamprofirlerin Petrojenezini / *Petrogenesis Of Late Cretaceous Alkaline Syeno-Diorite, Volcanites, And Late Cretaceous-Early Paleocene Ultrapotasic Lamprophyres Intruded The Ankara Mélange* **246**  
**Ender Sarıfakıoğlu, Yıldırım Dilek, Mustafa Sevin**

Istranca Masifini Kesen Mesozoyik İntrüziflerindeki Anklavların Kökeni / *Nature of Enclaves within Mesozoic Intrusives of Strandja Massif, NW Turkey* **248**  
**Ezgi Ulusoy ve Yusuf Kağan Kadioğlu**

Sekikaşı (Yozgat) Bazalt Petrolojisi Ve Jeokronolojisi / *Petrology and Geochronology Of Sekikaşı (Yozgat) Basalt* **250**  
**Ezgi Ulusoy, Ali Ekber Akçay, Metin Beyazpırınç, Kerem Sönmez**



- Sakarya Zonu Doğusu'ndaki (KD Türkiye) Mafik Daykların Petrojenezi / *Petrogenesis Of Mafic Dykes in the Eastern Sakarya Zone, NE Turkey* **252**  
**Faruk Aydın, Hakan H. Kaptan, Orhan Karşlı, Simge Oğuz, İbrahim Uysal, Cüneyt Şen, Rasim Başer, Raif Kandemir**
- Okyanus Adası Bazalt Benzeri Magma Ürünlerinde Kristalokimyaya Dayalı Çoklu Akış Saptaması: Ankara Ofiyolitik Melanjından Örnek Çalışma / *Multiple Influxes In Ocean Island Basalt Like Magma Products Attained By Crystallochemistry: A Case Study Within The Ankara Ophiolitic Melange* **254**  
**Fatma Toksoy Köksal ve Aynur Atak Küçük**
- Kazdağ Masifi'ndeki Metagabrolar İçerisindeki Rutillerin İz Element Jeokimyası Ve Metagabroların Basınç-Sıcaklık Koşulları / *Trace Element Geochemistry Of Rutile in Metagabbros From The Kazdağ Massif And P-T Conditions Of Metagabbros* **256**  
**Fırat Şengün ve Thomas Zack**
- Biga Yarımadası'nda (KB Anadolu) Yer Alan Eklojitlerde Rutil Termometresi / *Zr-in-Rutile Thermometry in Eclogites From Biga Peninsula, NW Anatolia* **258**  
**Fırat Şengün ve Thomas Zack**
- Orta Menderes Çekirdek Kompleksindeki Yarı Derinlik Kayaçlarının Petrolojik, Sr-Nd İzotopik Özellikleri Ve Granitoidler İle Petrojenetik İlişkisi / *Petrologic And Sr-Nd Isotopic Characteristics Of Hypabyssal Rocks in Central Menderes Core Complex And Their Petrogenetic Implications With Granitoids* **260**  
**Fuat Erkülve Sibel Tatar Erkül**
- Balya ve Çevresindeki Volkano-Plütonik Kayaçların jeokimyasal Ve Petrojenetik Özellikleri, Balıkesir, Türkiye / *Geochemistry And Petrogenesis Of Volcano-Plutonic Rocks in Balya Area, Balıkesir, Türkiye* **262**  
**Fuat Erkül, Sibel Tatar Erkül, Namık Aysal**
- Afyon Volkanik Kayaçlarının (Batı Anadolu, Türkiye) Mineralojik-Petrografik Özellikleri Ve Klinopiroksen- Eriyik Termobarometresi / *Mineralogical-Petrographical Properties And Clinopyroxene-Liquid Thermobarometer of Afyon Volcanic Rocks (Western Anatolia, Turkey)* **264**  
**G. Deniz Doğan Külahcı, Abidin Temel, Alain Gourgau, Hünkar Demirbağ**
- Datça Yarımadası'nda (Muğla, Türkiye) Bulunan Orta-Uzaklıktaki Nisiros Tefra Düşme Birimlerinin Jeokimyasal Karakterizasyonu / *Geochemical Characterization of Nisyros Mid-Distal Tephra Fall Deposits On Datça Peninsula (Muğla, Turkey)* **266**  
**Gonca Gençalioglu Kuşcu ve Göksu Uslular**

- Batı Karadeniz Bölgesinde Yer Alan Üst Kretase Yaşlı Volkanitlerin Petrografik Ve Jeokimyasal Özellikleri / *Petrographical And Geochemical Properties of the Upper Cretaceous Volcanics in the Western Black Sea Region* 268  
**Gürkan Bacak ve Muhammet Konakçı**
- Yazır (Ağlasun, Isparta, GB Anadolu) Banakitlerinin Mineral-Kimyasal Ve  $\delta^{18}\text{O}$  İzotopik Bileşimlerinin Petrolojik İşaretleri / *Petrological Significance Of Mineral-Chemical And  $\delta^{18}\text{O}$  Isotopic Compositions Of Yazır (Ağlasun, Isparta, SW Anatolia) Banakites* 270  
**Hakan Çoban ve Behzat Gökçen Demir**
- Afyonkarahisar ve Yakın Çevresinde Yüzeyleyen Volkanik Kayaçların Mineralojik Ve Petrografik Özellikleri / *Mineralogical and Petrographical Characteristics Of The Volcanic Rocks in the Afyonkarahisar and Surrounding Area* 272  
**İrem Arat, Yaşar Kibici, Nurdane İlbeyli, Gürsel Yanık, Ahmet Yıldız**
- Havza (Samsun) ve Gököy (Ordu) Yörelerindeki (K Türkiye) Tersiyer Sokulumlarının Tüm-Kayaç Jeokimyasal Karakteristikleri / *Whole-Rock Geochemical Characteristics Of Tertiary Intrusions In The Havza (Samsun) And Gököy (Ordu) Areas (N Turkey)* 274  
**İrfan Temizel, Mehmet Arslan, Emel Abdioğlu, Abdullah Kaygusuz, Zafer Aslan**
- Akçakent Dasitlerinin Petrolojisi Ve Çiçekdağ Magmatik Kompleksi (ÇMK)'nin Oluşumundaki Önemi / *Petrology Of The Akçakent Dacites And Implications For The Formation Of The Çiçekdağ Igneous Complex (ÇİC)* 276  
**Kıymet Deniz ve Yusuf Kağan Kadioğlu**
- Diyarbakır Karacadağ Volkanizmasının Güneydoğu Bölgesindeki Hidrokarbon Üretim Seviyeye Olan Etkisi / *A Case Study: The Effects Of The Karacadağ Volcanism on the Hydrocarbon Production Zone in SE Turkey* 278  
**Lütfi Ersay ve Yusuf Kağan Kadioğlu**
- Kahramanmaraş Güneyinde Yer Alan Düşük Titanyumlu Ofiyolit İçerisindeki Mafik Kümülatların Tüm Kayaç Ve Mineral Kimyası / *Whole-Rock And Mineral Chemistry Of Mafic Cumulates From The Low-Ti Ophiolite in The South Of Kahramanmaraş, Turkey* 280  
**Mehmet Tanırlı ve Tamer Rızaoğlu**
- Doğu Anadolu'da (Elazığ-Malatya) Neotetis'in Troodos-Bitlis-Zagros Kolu İçerisinde Geç Kretase Yay İçi ve Yay -Ardı Sistemlerinin Jeokimyasal Ayrımı Geç Kretase Yay İçi Ve Yay-Ardı Sistemlerinin Jeokimyasal Ayrımı / *Geochemical discrimination of a Late Cretaceous intra-arc and back-arc system within the Troodos-Bitlis-Zagros branch of Neotethys in the Elazığ-Malatya area, East Anatolia* 282  
**Melek Ural, Mehmet Cemal Göncüoğlu, Mehmet Arslan, Uğur Kağan Tekin, Sevcan Kürüm**

- Eskişehir Kuzeyi (Hekimdağ) Metamorfik Kayaçlarının Mineral Ve Kimyasal Karakteristiklerinden Yararlanarak Fasiyes İlişkilerinin Belirlenmesi / *Determination Of Facies Relations Of Metamorphic Rocks in the North Of Eskişehir (Hekimdağ) Using Mineralogy And Chemical Characteristics* **284**  
**Meral Gürel ve Yusuf Kağan Kadioğlu**
- Kuluncak (Malatya) Ofiyolitindeki Rodenjitlerin Jeokimyası, GD Türkiye / *The Geochemistry Of Rodingites In The Kuluncak (Malatya) Ophiolite, SE Turkey* **286**  
**Murat Camuzcuoğlu ve Utku Bağcı**
- Yozgat İntruzif Kompleksi Kuzeyindeki Gabroyik Kayaçların Petrolojisi ve Jeolojisi, Orta Anadolu / *Geology and Petrology of Gabbroic Rocks Within North of Yozgat Intrusive Complex, Central Anatolia* **288**  
**Musa Avni Akçe ve Yusuf Kağan Kadioğlu**
- Karakaya Karmaşığı Kırıntılı Kayaçlarında Fillosilikat Kimyası-P-T Profili Üzerine Değerlendirmeler / *Assessments On Phyllosilicate Chemistry-P-T Profile In Clastic Rocks Of The Karakaya Complex* **290**  
**Ömer Bozkaya, Hüseyin Yalçın, Sema Tetiker**
- Erken Miyosen’de Batı Anadolu Genişleme Sistemi İçinde Bazaltik Eriyiklerin Kabuksal Magma Odalarına Nüfuzu Üzerine Deliller / *Evidence For Early Miocene Basaltic Influx into the Crustal Magma Chambers in Response to Extension in Western Anatolia* **292**  
**Ömer Kamacı ve Şafak Altunkaynak**
- Mersin Ofiyoliti Manto Peridotitleri (G-Türkiye): Ergime ve Ergiyik Etkileşim Süreçlerinin Tüm Kayaç ve Mineral Bileşimleri Üzerine Etkisi / *Mantle Peridotites From The Mersin Ophiolite (S-Turkey): Implications For Effects Of Melting And Subsequent Melt Interaction On Whole-Rock And Mineral Compositions* **294**  
**Samet Saka, İbrahim Uysal, Recep Melih Akmaz**
- Yozgat Çevresinde Yüzeyleyen Volkanik Kayaçların Mineralojik Ve Petrografik Özellikleri / *Mineralogical And Petrographic Characteristics Of Volcanic Rocks Surrounding Yozgat Region* **296**  
**Serkan Akbay ve Yusuf Kağan Kadioğlu**
- Antalya Kompleksi İçerisindeki Triyas Yaşlı Mafik Volkanik Kayaçların Tetis Evrimindeki Jeodinamik Konumu / *Geodynamic Setting Of Triassic Mafic Volcanic Rocks in Antalya Complex During Tethys Evolution* **298**  
**Sibel Tatar Erkül ve Fuat Erkül**

- Görelle Ve Tirebolu Yörelerindeki (Giresun, KD Türkiye) Geç Kretase Yaşlı Volkanik Kayaçlardaki Zonlu Plajiyoklas Kristallerinin Bileşimleri Ve Petrolojik Önemi / *Compositions And Petrological Significance Of Zoned Plagioclase Crystals in Late Cretaceous Volcanic Rocks From The Görelle And Tirebolu Areas (Giresun, NE Turkey)* **300**  
**Simge Oğuz, Faruk Aydın, İbrahim Uysal, Cüneyt Şen, Rasim Başer**
- Tepebaşı (Şavşat, Artvin) Dasitlerinin Jeolojik, Petrografik Ve Petrolojik İncelemesi / *Geological, Petrographical And Petrological Investigation of Dacites Around Tepebaşı (Şavşat-Artvin)* **302**  
**Şemsettin Caran ve Osman Tekkanat**
- Eldivan ve Ahlat Ofiyolitlerine (Çankırı/Türkiye) Ait Yastık Yapılı Bazaltların Petrografik Ve Jeokimyasal Özellikleri / *Petrographic And Geochemical Characteristics Of Pillow Basalts In Eldivan and Ahlat Ophiolite (Çankırı/Turkey)* **304**  
**Tijen Üner ve Üner Çakır**
- Doğu Pontid Granitoidik Kayaçlarında Bulunan K-Feldpatların Mineral Kimyası / *Composition Of K-Feldspar From The Eastern Pontide Granitoidic Rocks* **306**  
**Ufuk Celal Yağcıoğlu ve Cüneyt Şen**
- Mecitli Granitoidinin (Van Gölü Kuzeyi) Jeokimyası Ve Petrolojisi / *Geochemistry And Petrology Of The Mecitli Granitoid (Northeast Of Lake Van) Turkey* **308**  
**Vural Oyan ve Alper Şengül**
- Doğu Anadolu Bölgesindeki Pliyosen Yaşlı Bazaltik Volkanizmanın Evrimi / *Evolution Of Pliocene Aged Basaltic Volcanism In The Eastern Anatolia Region, Turkey* **310**  
**Vural Oyan, Yavuz Özdemir, Mehmet Keskin**
- Solhan Volkanitlerinin Jeokimyası Ve Petrolojisi / *Geochemistry And Petrology Of The Solhan Volcanics Turkey* **312**  
**Vural Oyan, Yavuz Özdemir, Mehmet Keskin, Ayhan Özdemir**
- Kıtasa Rift Zonu İlişkili Alkalen Metagabrolar: Kuzey Türkiye'nin Erken Mesozoyik Jeodinamik Gelişimi Üzerine Çıkarımlar / *Continental Rift Zone-Related Alkaline Metagabbros: Implications For The Early Mesozoic Geodynamic Evolution Of Northern Turkey* **314**  
**Yener Eyüboğlu, M. Santosh, Nilanjan Chatterjee, Zeki Billor, Francis O. Dudas, Sabire Yuva**

**ARKEOMETRİ**  
***ARCHEOMETRY***

## **CULTURAL HERITAGE AND GEOLOGICAL HISTORY OF ANCIENT HIT CITY ON THE EUPHRATES RIVER, WEST IRAQ**

**Ahmed J. Ridha. Al-Heety**

Department of Earth sciences - College of Sciences-University of Mosul, Iraq  
ahmedalheety@gmail.com

**Abstract:** As one of the oldest continuously inhabited cities in Iraq and the world, Hit (Hīt) city has long been the Religious, urban, commercial, and cultural center of Mesopotamia that began in the 2nd millennium BC. At the heart of the city is the ancient Citadel of Hit which rises 75m above sea level and dates to the 3th millennium BC (2500 BC) or earlier, The surrounding walled city dates to the same periods, with some still standing structures and architectural remains. The name of Hit or other names (Iddu, Is.Id, Aeobolis, Dākira Dākira) was mentioned in Sumerian, Babylonians, Akkadians, Assyrians and Chaldeans holy writings. One of the most well-known cultural sites in Hit is the AL-Farooq Mosque, which was founded in the caliph Omer bin Al-Khattab period with Al- Farooq minaret which dated to 636AD. The aim of this research explores the cultural heritage and geological history of the Hit city. The research focused on the natural bitumen and sulfur springs and their properties as well as their geographical distribution within the Hit Area. Geological history of the Hit city is a part of the geological history of Iraq and on the basis of stratigraphy setting the formation ages ranging from the Triassic period (Miocene E) to Quaternary period (Recent) could be established. The research also focused on the structural, tectonic setting and Paleogeography of the Hit city and surrounding area as well as on the Ancient Streams of the Euphrates river according to Neotectonic Movements, and investigated also tens of springs in the city located along the Hit-Abu Jir fault, which yielded mineralized water (sulphatic) and bitumen. In addition ancient and recently usage of bitumen not only in architecture but also in sculpture and inlay-work as a material for caulking and fuelling boats and even in thermal treatments and drug preparation. In the hope of benefiting future interdisciplinary study of the ancient Hit city.

**Keywords:** Bitumen, Mesopotamia, Citadel of Hit, Geology of Hit, Euphrates River.

## MAGNESIA KAZISI (SÖKE, AYDIN) ARTEMISION BÖLGESİ ŞEHİR SURLARINDA ARKEOMETRİK ÇALIŞMALAR

Ali Akın Akyol<sup>1</sup>, Tamer Koralay<sup>2</sup>, Kıymet Deniz<sup>3</sup>, Orhan Bingöl<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Ankara, aliakinakyol@gmail.com

<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi, Denizli, tkoralay@gmail.com

<sup>3</sup>Ankara Üniversitesi, Ankara, deniz.kiyet@gmail.com

<sup>4</sup>Karabük Üniversitesi, Karabük, orhanbingol@karabuk.edu.tr

**Özet:** Magnesia antik kenti İzmir'in 100 km kadar güneyinde, Aydın İli, Germencik İlçesi, Ortaklar beldesi yakınındaki Tekinköy'de yer almaktadır. Magnesia ad Maeandrum olarak anılan antik kentte ilk kazılar 1891 yılında Berlin müzeleri adına Carl Humann tarafından başlatılmış ve yaklaşık 2 yıl sürmüştür. Antik kentin en ünlü kalıntısı Artemis Tapınağı'dır. Magnesia Tiyatrosu da MÖ 2. yüzyıla tarihlenmektedir. Kentin agorası ve Zeus Sosipolis Tapınağı da muhtemelen MÖ/MS ilk yüzyıllara ait olmalıdır. Kentte bugün görülebilen diğer yapılar çoğunlukla Roma ve bazıları da Bizans dönemine tarihlenmektedir. Bunlar gymnasium, hamam kompleksi, odeon, stadyum, bazilika ile kent suru ve Artemision çevre surudur. Magnesia kazıları, 1985 yılından itibaren Kültür ve Turizm Bakanlığı adına Prof. Dr. Orhan Bingöl tarafından yürütülmektedir. 2015 yılında, Artemision Çevre Surları'nda gerçekleştirilen alan çalışması ve örneklemeler ile elde edilen taş, tuğla, harçlar üzerinde arkeometrik çalışmalar başlatılmıştır. Sur duvarlarına ait arkeolojik malzemeler öncelikle gruplandırılarak kodlanmış, sonrasında da fotoğraflanarak belgelenmiştir. Arkeometrik incelemeler kapsamında örneklerin fiziksel, petrografik ve kimyasal özellikleri temel fiziksel testler, ince kesit optik mikroskopi ve PED-XRF analizleri ile belirlenmiştir. Arkeometrik analizler, şehir surlarında yoğunlukla kireçtaşları ve yanında mermer ve mikaşist türü kayaçların kullanıldığını göstermiştir. Taşlar petrografik, lokasyon farkı ve fiziksel özelliklerine göre değişen özelliklere sahiptir. Kireçtaşlarında bulunan yüksek orandaki tuzlanmanın kaynağını çevresel etkilerle toprak rezervuardan nem ile taşların bünyesine ve yüzeylerine taşınan tuzlar oluşturmaktadır. Tuğlalar üç grup altında sınıflandırılmıştır. Agregat/bağlayıcı kompozisyonu açısından değerlendirilen harçlar oldukça farklı içeriğe sahiptir. Harçların içeriğini oluşturan dere yatağına ait oldukça iri ve yuvarlanmış yapıdaki agregatlar, taşlarla benzer şekilde yerel kayaç formasyonunu yansıtmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Magnesia ad Maeandrum, Arkeometri, İnce Kesit Optik Mikroskop Analizi, XRF



**ARCHAEOMETRIC STUDIES OF MAGNESIA EXCAVATION  
(SÖKE, AYDIN) SURROUNDING WALLS OF ARTEMISION****Ali Akın Akyol<sup>1</sup>, Tamer Koralay<sup>2</sup>, Kıymet Deniz<sup>3</sup>, Orhan Bingöl<sup>4</sup>**<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Ankara, aliakinakyol@gmail.com<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi, Denizli, tkoralay@gmail.com<sup>3</sup>Ankara Üniversitesi, Ankara, deniz.kiyomet@gmail.com<sup>4</sup>Karabük Üniversitesi, Karabük, orhanbingol@karabuk.edu.tr

**Abstract:** Ancient city Magnesia is located at Tekinköy, near Ortaklar district of Aydın province, about 100 km south of İzmir. First excavations in so called Magnesia ad Maeandrum started in 1891 by Carl Humann from the museums of Berlin and lasted for about 2 years. The most important ruin in ancient city is the temple of Artemis. The Magnesia Theater is dating back to the 2nd century BC. The Agora and the Temple of Zeus Sosipolis were most probably built around the first centuries of BC/AD. Other ruins that can be seen today in Magnesia are mostly from the Roman period and some from the Byzantine period. These are gymnasium, bath complex, odeon, stadion, basilica, the city walls and the walls surrounding of Artemision. The excavations at Magnesia were directed by Prof. Dr. Orhan Bingöl on behalf of the Ministry of Culture and Tourism. In 2015, archaeometric studies were started by surveying and sampling studies on the stone, ceramic, mortar and plaster samples from the walls surrounding of Artemision. Archaeological materials from city walls were firstly grouped and coded, then documented by taking their photographs. Within the archaeometrical investigations, physical, petrographical and chemical properties of the samples were determined by basic physical tests, thin section optical microscopy, and PED-XRF analyses. The archaeometrical analyses showed that the rock types of the stone samples from city walls were mainly limestones besides marble and micaschist. They have properties varying according to their petrographical characteristics, location difference and physical conditions. The origin of the high salt content of the limestones have been caused by environmental impacts that salts carried from the soil reservoir by humidity to body and surface of them. The bricks were classified into three groups with their matrix compositions. The mortar samples were examined in terms of their aggregate/binder composition that were quite different. The coarse sand sized and rounded river bed rock particles make up the aggregates in mortar and plaster that reflects the local rock formation and like stones.

**Keywords:** Magnesia ad Maeandrum, Archaeometry, Thin Section Optical Microscopy Analysis, XRF

## BASALT STONE USED IN SOME IRAQI ARCHEOLOGICAL SITES

**Aqeel A. A. Al-Zubaidi<sup>1</sup>, Abbas T. Al-Azawi<sup>2</sup>, Hasan K. Jasim<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Natural History Research Centre and Museum, University of Baghdad, Iraq

<sup>2</sup>Department of Geology, College of Science, University of Baghdad, Iraq  
aqeel.zubaidi.az@gmail.com

**Abstract:** Some basalt stone tools have been distributed on some Iraqi archaeological sites. 21 samples were collected to study them petrographically and mineralogically; 5 samples from Ga'ara, north Rutba city, 7 samples from Tarmiya, north Baghdad city, 7 samples from Dalmij, east of Diwaniya city, and 2 samples from Al-zarqa City at Jordan (for comparison). These natural stones may be used as a hand axe, grinder, hammer, and other uses, as well as for buildings, which may be related to the uses of Qasar Al- Azraq and Umm Al- Jimal archaeological site at Jordan. According to the major minerals (glass, plagioclase feldspar, olivine, pyroxene and magnetite), studied samples are classified into three groups: Group (A), Vesicular Basalt. Group (B), Olivine Dolerite. Group (C), Olivine Basalt. Minerals difference within province and archaeological sites refers that the petrography cannot use to interpret the source area. According to the archaeological sites in which basalt stones tools has been presence, basalt may be transported by ancient men from north east Jordan's basalt rocks province, or may be from north east Syria, or from north east Iraq, through trade routes connected between province and studied archaeological site.

**Keywords:** petrography, archaeology, basalt, tools, route.

**TRİPOLİS ANTİK KENTİ GEÇ ANTİK ÇAĞ UNGUENTARIUM  
SERAMİKLERİ ARKEOMETRİK ÇALIŞMALARI****Bariş Semiz<sup>1</sup> ve Bahadır Duman<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kınıklı Kampüsü, Denizli<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi, Arkeoloji Bölümü, Kınıklı Kampüsü, Denizli  
bsemiz@pau.edu.tr

**Özet:** Helenistik dönemde Lydia, Phrygia ve Karia Bölgeleri'nin sınırlarının birleştiği alan üzerinde ve Maiandros Nehri'nin hemen kıyısında kurulmuş olan Tripolis antik kenti Denizli ili, Buldan ilçesi, Yenicekent Kasabası sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu çalışma, Tripolis Antik Kenti'nde bulunan ve Geç Antik Çağ'a tarihlenen 10 adet unguentarium örneğinin arkeometrik yönden incelenmesini amaçlamaktadır. Unguentarium örneklerinin mineralojik-petrografik özellikleri, X-ışınları kırınımı (XRD) ve optik mikroskop çalışmaları ile kimyasal bileşimleri ise X-ışınları floresans spektrometresi (XRF) ile belirlenmiştir. Yapılan optik mikroskop ve XRD çalışmalarının sonucunda, örnekler içerdiği mineral bileşimleri ve dokusal özelliklerine göre üç gruba ayrılmışlardır. Grup-1 örnekleri bol kuvars, plajiyoklas gehlenit içerikli, yer yer sparikalsit dolguludur. Grup-2 örneklerinin bol plajiyoklas, kuvars, gehlenit ve kalsit içermektedir. Kuvars içeriği orta seviyede olup bol sparikalsit dolgu ile karakteristiktir. Grup-3 örnekleri ise kuvars, plajiyoklas, gehlenit ve bol boşluk oranı ile belirgindir. Belirlenen örnek gruplarının arasındaki petrografik farklılıklar kimyasal içeriklerine de yansımıştır. XRD analizlerinin yorumlanması sonucunda örneklerin pişirim sıcaklıklarının yaklaşık 900-1000°C civarında olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Unguentarium, arkeometri, gehlenit, Tripolis, Denizli.

**ARCHEOMETRICAL INVESTIGATIONS OF THE LATE  
ANTIQUITY UNGUENTARIUM FROM THE ARCHAEOLOGICAL  
SITE OF TRIPOLIS**

**Barış Semiz<sup>1</sup> and Bahadır Duman<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Pamukkale University, Department of Geological Engineering, Kınıklı Campus, Denizli

<sup>2</sup>Pamukkale University, Department of Archaeology, Kınıklı Campus, Denizli  
bsemiz@pau.edu.tr

**Abstract:** The Tripolis antique city is located in intersection area of the boundaries of Phrygia, Caria and Lydia regions in Hellenistic period at riverbank of Maiandros river in Yenicekent town (Buldan, Denizli). In this study, archeometrical investigation of 10 unguentarium samples from late antique period in Tripolis antique city is aimed. Mineralogical and petrographical properties of the unguentarium samples are determined by X-ray diffraction and optical microscopy investigations, chemical compositions are also determined by X-Ray Fluorescence analyses. As a result of optical microscopy and X-ray diffraction analyses, samples were divided into three petrographic groups in terms of mineralogical compositions and textural properties. Group 1 samples consist of abundant quartz, plagioclase, gehlenite, rarely calcite. Group 2 samples consist of plagioclase, quartz, gehlenite and sparicalcite. Quartz contents are intermediate and abundant sparicalcite contents. Group 3 samples have abundant void and rarely quartz, plagioclase, gehlenite. Petrographic differences of the sample groups are reflected in the chemical content. As a result, the firing temperatures of the samples were determined as 900 or 1000°C in the light of interpretation of XRD analyses.

**Keywords:** Unguentarium, archeometry, gehlenite, Tripolis, Denizli.

## **THE ROLE OF TURKISH MARBLES IN THE ANCIENT ROMAN WORLD**

**Donato Attanasio<sup>1</sup>, Ali Bahadır Yavuz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ISM-CNR, P.O.Box 10, 00016 Monterotondo Staz., Roma, Italy – donato.attanasio@ism.cnr.it

<sup>2</sup>D.E.Ü Engineering Faculty, Geological Engineering Dept., İzmir, Turkey -  
bahadir.yavuz@deu.edu.tr

**Abstract:** Modern Turkey, ancient Asia Minor, was one of the major sources of decorative stones used in Roman antiquity. White and colored marbles, granites, alabasters and other sedimentary stones were exploited and underwent long distance trade. Obvious examples of this richness are the polychrome pavonazzetto quarried at Iscehisar and the africano breccia from Seferhisar. The panorama of Turkish stones quarried in antiquity, however, is much richer. Several surveys under way since 2006 led to the discovery of not less than 20 new marble sites. The most striking result is the discovery of the Göktepe marble quarries (Muğla province), not far from Aphrodisias. The quarries were the major source of nero antico marble and produced the most prized and widespread sculptural white marble used in Imperial times. Other quarries include sites completely abandoned as well as others still actively exploited whose role in antiquity was unknown. Some examples are the huge bigio antico quarries near Iznik (ancient Nicea), the greco scritto quarries of Hasançavuslar near Ephesos, the pavonazzetto like marbles quarried near Kavaklıdere, known today as Milas Lilac, several breccia quarries in the Karaburun peninsula, the black layered, cipollino-like marble quarried near Euromos and many others. New unknown quarries were also discovered within sites already known such as the africano quarries near Seferhisar, reported by Ballance in 1966. Little known sites such as the white marble quarries of Stratonikeia or the Beyler breccia quarries, where a Skyros-like breccia used at Ephesos was produced, were also surveyed and sampled.

**Keywords:** Ancient Turkish marbles, white marbles, colored marbles, provenance analysis

**ERKEN BRONZ ÇAĞINDA GÖL TEPE (ÇAMARDI-NİĞDE)  
KALAY İŞLEME ALANI: TOPRAK JEOKİMYASI İLE YAKLAŞIM**

**Nurullah Hanilçi<sup>1</sup>, Hüseyin Öztürk<sup>2</sup>, Sinan Altuncu<sup>3</sup>  
ve Cemal Altaylı<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Istanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34320, Avcılar- İstanbul*

<sup>2</sup>*Istanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34320, Avcılar- İstanbul*

<sup>3</sup>*Niğde Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Niğde*

<sup>4</sup>*Kadir Has Üniversitesi, Selimpaşa, İstanbul  
nurullah@istanbul.edu.tr*

**Özet:** Anadolu’da Erken Bronz çağında kalay ergitme alanlarına yönelik arkeo-metalurjik çalışmaları Göl Tepe’ye (Çamardı- Niğde) odaklanmıştır. Göl Tepe ve civarında Paleosen-Eosen yaşlı kumtaşı ve kumlu kireçtaşları yüzlek vermektedir. Bu kayaçların kalay içerikleri 1 ppm’den düşüktür. Göl Tepe’deki toprağın Sn içeriği ise 7-244 ppm (n=48) arasında olup üzerinde bulunduğu kumtaşlarına göre 95 kat zenginleşmiştir. Ayrıca, topraktaki Cu, Au, Pb, Zn, Ni, Co, As ve Sb’nin kumtaşlarına göre zenginleşme katsayısı ise sırasıyla 3, 16.1, 5.2, 2.6, 3.11, 3.5, 20.4 ve 28.3’dür. Göl Tepe’deki toprağın, üzerinde bulunduğu kumtaşlarına ve diğer metallere (örn. Cu, Au ve Pb) göre yüksek Sn zenginleşme katsayısı göstermesi hem kalay içeren bir malzemenin Göl Tepe’ye başka bir yerden getirildiğini hem de burada Cu, Au ve Pb gibi metallere ziyade asıl olarak kalayın ergitildiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Erken Bronz Çağı, Kalay ergitme, Göl Tepe, Niğde

Bu çalışma kısmen Geology of Natural Systems – Geo Işı 2010’da sunulmuştur

**GÖL TEPE (ÇAMARDI-NİĞDE) TIN PROCESSING SITE  
DURING THE EARLY BRONZE AGE: SOIL GEOCHEMISTRY  
APPROACH**

**Nurullah HANİLÇİ<sup>1</sup>, Hüseyin ÖZTÜRK<sup>2</sup>, Sinan ALTUNCU<sup>3</sup> and  
Cemal ALTAYLI<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Istanbul University, Department of Geological Engineering, 34320, Avcılar- Istanbul*

<sup>2</sup>*Istanbul University, Department of Geological Engineering, 34320, Avcılar- Istanbul*

<sup>3</sup>*Niğde University, Department of Geological Engineering, Niğde*

<sup>4</sup>*Kadir Has University, Selimpaşa, Istanbul  
nurullah@istanbul.edu.tr*

**Abstract:** Archeo-metallurgical studies related to the tin smelting site in the Early Bronze Age in Anatolia have been focused on the Göl Tepe (Çamardı-Niğde). Paleocene – Eocene sandstone and sandy limestone crop out in and around the Göl Tepe. Tin background of these rocks is lower than 1 ppm. Tin content of soil of the Göl Tepe range from 7 to 244 ppm (n=48) and these values are at least 95 times higher than the local sandstone and sandy limestone background. Additionally, the Cu, Au, Pb, Zn, Ni, Co, As and Sb enrichment factor of the soil compared to the sandstone and sandy limestone are 3, 16.1, 5.2, 2.6, 3.11, 3.5, 20.4 and 28.3, respectively. The soil of Göl Tepe showing higher Sn enrichment factor than those of local sandstone and other metals (such as Cu, Au or Pb) indicate that the Sn-bearing material has brought in elsewhere to the Göl Tepe and the Göl Tepe was the tin smelting site rather than Cu, Au or Pb metals during the Early Bronze Age.

**Keywords:** Early Bronze Age, Tin smelting, Göl Tepe, Niğde

*This study partially presented at Geology of Natural Systems – Geo Iaşı  
2010*

**BİTKİ ve TOPRAK JEOKİMYASI**  
***PLANT & SOIL GEOCHEMISTRY***



**İZ ELEMENTLERCE KİRLENMİŞ BÖLGELERDE YETİŞEN  
TARAXACUM OFFICINALE (KARAHİNDİBA) BİTKİ TÜRÜNÜN  
ELEMENT BİRİKTİRME ÖZELLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Alaaddin Vural<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Gümüşhane, alaaddinvural@hotmail.com

**Özet:** Gümüşhane Şehir Merkezi (Türkiye)'den geçen karayolu boyunca yetişmiş olan *Taraxacum officinale* (karahindiba) bitkisindeki iz element konsantrasyonları çalışılmıştır. Bu çalışma; yoğun trafik yükü, sanayileşme, şehirleşme, ve/veya bölgenin jeolojik özelliklerinden kaynaklanan iz element birikiminin anlaşılmasını amaçlamaktadır. Bu amaçla sahadan toplanan 34 adet *T. officinale* bitkisinin dal ve köklerinde sekiz elementin konsantrasyonlarının belirlenmesi induktif eşleşmiş plazma atomik emisyon spektroskopisi (ICP-AES; Varian VISTA RL, İngiltere) ile analiz edildi. Bitkinin iz element birikimlerinin değerlendirilmesi tanımlayıcı istatistik parametreleri, istatistiksel parametrelerden yararlanılarak eşik değerlerin hesaplanması ve kirlenmemiş sahalarda yetişen bitkinin ortalama değerlerinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Bitkinin dal ve köklerindeki iz element konsantrasyonları mg/kg olarak; Al:4720 (ortanca 1061) ve 2938 (ortanca 1088); As:3.91 (ortanca 2.86) ve 4.02 (ortanca 2.54); Cd:1.46 (ortanca 0.53) ve 0.7 (ortanca 0.64); Cu: 50.40 (ortanca 11.40) ve 25.20 (ortanca 12.50); Mo: 6.96 (ortanca 3.11) ve 9.25 (ortanca 2.76); Pb: 477 (ortanca 110) ve 87.8 (ortanca 35.65); Zn: 217 (ortanca 71.80) ve 57.40 (ortanca 32.05); Mn: 147 (ortanca 53.80) ve 75.50 (ortanca 39.30). Bitki iz elementlerce kirlenmiş bir ortamda yetişmiş olduğu için aritmetik ortalama yerine ortanca değerinin kullanılması daha uygun görülmüştür. Elde edilen veriler, çalışma sahasındaki *T. officinale* bitkisinin dal ve köklerinde incelenen iz elementlerin kirlenmemiş sahalarda yetişenlerin normal değerlerinin üst sınırında olduğu veya bu değerleri aştığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır metal kirliliği, *Taraxacum officinale*, iz element, Gümüşhane

**INVESTIGATION OF ELEMENT ACCUMULATION  
CHARACTERISTICS OF PLANT TARAXACUM OFFICINALE  
(DANDELION) GROWING CONTAMINATED REGIONS IN TRACE  
ELEMENTS**

**Alaaddin Vural<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Gumushane University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Geological Engineering, Baglarbasi-Gümüşhane  
(alaaddinvural@hotmail.com)

**Abstract:** The concentrations of trace elements were studied in plants dandelion (*Taraxacum officinale*), along a highway passing through Gümüşhane City Center, Turkey. The aim of this study is to understand trace element accumulation due to dense traffic load, industrialization, urbanization, and/or geological features of the region. For this purpose, in 34 roots and stems of *Taraxacum officinale* samples collected study area were analyzed by inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-AES; Varian VISTA RL, England) for eight trace element concentrations. The assessment of the trace element accumulation of the plants is based on the descriptive statistics and computations of threshold values of plant depending on statistical parameters and average value of the plants which grows in uncontaminated areas. Concentrations of trace elements in the stems and roots of plants in the area reached 4720 mg/kg with median 1061 and 2938 with median 1088 for Al, 3.91 mg/kg with median 2.86 and 4.02 mg/kg with median 2.54 for As, 1.46 mg/kg with median 0.53 and 0.7 mg/kg with median 0.64 for Cd, 50.40 mg/kg with median 11.40 and 25.20 mg/kg with median 12.50 for Cu, 6.96 mg/kg with median 3.11 and 9.25 mg/kg with median 2.76 for Mo, 477 mg/kg with median 110 and 87.8 mg/kg with median 35.65 for Pb, 217 mg/kg with median 71.80 and 57.40 mg/kg with median 32.05 for Zn, 147 mg/kg with median 53.80 and 75.50 mg/kg with median 39.30 for Mn, respectively stems and roots of the plant. Using the median instead of the arithmetic mean for trace elements that plants have been grown in a polluted environment seems more appropriate. The data revealed that concentration levels of the examined trace elements in the stems and roots of *Taraxacum officinale* in the study area were determined as above and/or exceeded the upper limit of the normal range than no contaminated areas.

**Keywords:** Heavy metal pollution, *Taraxacum officinale*, trace element, Gümüşhane

## TUNÇBİLEK TERMİK SANTRALİ ÇEVRESİNDEKİ TOPRAKLARIN AĞIR METAL İÇERİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ (KÜTAHYA, TÜRKİYE)

**Cafer Özkul**

Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100-Kütahya, Türkiye  
cafer.ozkul@dpu.edu.tr

**Özet:** Türkiye'nin elektrik enerjisi talebinin % 29'u kömür yakıtlı termik santraller tarafından karşılanmaktadır. Kömür, enerji üretiminin ana kaynaklarından birisidir ve kullanımı elektrik enerji talebini karşılamak için sürekli artmaktadır. Türkiye'nin en önemli kömür havzalarından biri olan Tunçbilek linyit havzası, Ege bölgesinde yer almaktadır. Yıllık kömür üretimi yaklaşık 4.2 Mt'dur ve bu üretimin 2.4 Mt'u Tunçbilek Termik Santralini (TTS) beslemek için kullanılmaktadır. TTS yıllık 365 MW elektrik üretim kapasitesine sahiptir. Termik santrallerde kömürün yakılması çevre kirliliğinin en önemli kaynaklarından birini oluşturur. Çünkü yanma sonucu ortaya çıkan ürünler toksik ağır metaller ihtiva eder. Bu çalışma TTS etrafındaki topraklarda As, Cr, Hg, Ni, Pb ve Zn gibi bazı ağır metallerin dağılımını, jeo-birikim indekslerini ve zenginleşme faktörlerini irdelemektedir. İnceleme alanından 50 adet toprak örneği 0-20 cm derinlikten, TTS'ne farklı mesafelerden ve rastgele noktalardan alınmıştır. Toprak örneklerindeki ağır metal içerikleri ICP-MS ile analiz edilmiştir. TTS etrafından alınan toprak örneklerinin ağır metal içerikleri sırası ile As için 4.4 ile 317.4 mg.kg<sup>-1</sup>; Cr için, 20.3 ile 1027.6 mg.kg<sup>-1</sup>; Hg için, 0.09 ile 9.3 mg.kg<sup>-1</sup>; Ni için, 16.6 ile 2384.7 mg.kg<sup>-1</sup>; Pb için, 4.8 ile 58.6 mg.kg<sup>-1</sup> ve Zn için, 14.5 ile 249.4 mg.kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Ayrıca jeo-birikim indeksleri (Igeo) ve zenginleşme faktörleri (EF) topraklardaki ağır metal kirliliğini değerlendirmek için hesaplanmıştır. Özellikle As, Cr, Hg ve Ni ağır metal içerikleri, yerel ekosistem için sorunlara neden olabilir seviyelerde bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak kirliliği, ağır metaller, Tunçbilek termik santrali, Kütahya

**THE ASSESSMENT OF HEAVY METAL CONTENT IN SOILS  
AROUND THE TUNÇBILEK THERMAL POWER PLANT  
(KÜTAHYA, TURKEY)**

**Cafer Özkul**

Dumlupınar University, Department of Geological Engineering, 43100-Kütahya, Turkey  
cafer.ozkul@dpu.edu.tr

**Abstract:** In Turkey, currently about 29% of the total power demand is met via combustion in the thermal power plants (TPP). Coal is one of the major source of energy, and its use is predicted to increase to meet the continuous demand for electric power generation. The Tunçbilek lignite basin, which is one of the most important coal basins of Turkey, is located in the eastern Aegean. Annual coal production is about 4.2 Mt and 2.4 Mt of this production is being used to feed Tunçbilek Thermal Power Plant (TTPP). TTPP has capacity to generate 365 MW (per year) electricity. Combustion of coals in the thermal power plants is one of the major sources of environmental pollution because combustion products contain toxic heavy metals. The present study is to evaluate distribution, geoaccumulation index and enrichment factor of some heavy metals including As, Cr, Hg, Ni, Pb and Zn in soils around the TTPP. Fifty topsoil samples were collected from a depth was about 0–20 cm in the region. The samples were taken from random points and at different distances from the TTPP. The ICP-MS was employed to analyze selected elements including As, Cr, Hg, Ni, Pb and Zn concentrations in the soils. Heavy metal contents in soils around the TTPP varied from 4.4 to 317.4 mg.kg<sup>-1</sup> for As, 20.3 to 1027.6 mg.kg<sup>-1</sup> for Cr, 0.09 to 9.3 mg.kg<sup>-1</sup> for Hg, 16.6 to 2384.7 mg.kg<sup>-1</sup> for Ni, 4.8 to 58.6 mg.kg<sup>-1</sup> for Pb and 14.5 to 249.4 mg.kg<sup>-1</sup> for Zn, respectively. Geoaccumulation index (I<sub>geo</sub>) and enrichment factor (EF) has been calculated in order to evaluate heavy metal pollution in the soils around the TTPP. Especially contents of As, Cr, Hg and Ni are found to be high enough that may cause problems for the local ecosystem.

**Keywords:** Soil contamination, heavy metals, Tunçbilek thermal power plant, Kütahya

**KTÜ MERKEZ YERLEŞKESİ VE DOĞU KESİMİ  
TOPRAKLARINDAKİ (TRABZON) KARASAL-HİDROJENETİK  
FE-MN-YUMRULARI**

**Münür Burhan Sadıklar**

KTÜ, 61080 Trabzon/Türkiye, giray@ktu.edu.tr

**Özet:** İncelenen Fe-Mn-yumruları KTÜ Merkez Yerleşkesi (Trabzon) ve doğu kesiminde yüzeyleyen sarımsı-kızılımsı-kahve renkli güncel topraklardan alınmıştır. Yumrular kısmen tekli ve kısmen de birliktelik (Topak/Konkresyon) oluşturmuş olarak belli seviyelerde bulunurlar. Topaklardaki yumruların Mn içerikleri ağırlık açısından yaklaşık % 4,6 ilâ - 10,2 ve Fe içerikleri % 6,4 ilâ -11,7 arasında değişirken, tekli yumrularınkiler sırasıyla % 14,1 ilâ 16,4 ve % 33,0 ilâ -35,6 arasında bulunmaktadır. Mn'in ve Fe'in büyük kısmını amorf bileşikler oluşturmuştur; geri kalanları ise kristalli fazlar halindedir. Difraktometrik analizler nunit, braunit, holandit, jakobsit, manganit ve piroluzitin ve de Fe-oksihidratların varlığına işaret etmiştir. Kimyasal analizlere göre yumrulara düşük oranda Co, Ni, Cu ve nispeten yüksek oranda Al (% 5,43 - 7,35) ve Ti (% 0,65 - 1,07) mevcuttur. Bu Ti değerleri Atlantik ve Pasifik'in derin denizel Fe-Mn-yumrularınıninkinden (% 0,34 - 0,44) ve süperjen Mn-cevherlerinininkilerden (% 0,20 - 0,76) daha yüksektir. Bu yüksek Ti değerleri karasal bir kaynağa (bazik ve ortaç volkanitleri) işaret etmektedirler. İncelenmiş olan yumruların Co, Ni ve Cu içerikleri derin deniz yumrularınkilere oranla (>3) çok daha düşüktür. Mn/Fe oranları da (0,8) derin denizel ve de hidrotermal kökenli Mn-cevherlerinininkinden farklıdır, ancak hidrojenetik olanlarınkilerene (0,75 - 1,0) benzerlik göstermektedir. Si, Al, Ca, Mg, K vs. gibi elementlerin ve özellikle Fe ve Mn'in kaynağı, temeli oluşturan bazik ve ortaç volkanitlerin bozuşan silikat mineralleridir. Si, Al, Fe, Mn, Ti, Co, Cu ve Ni analizlerinden elde edilen değerler literatürdeki jenetik sınıflandırma diyagramlarına uygulandığında, tümünün her diyagramda, önceden tariflenmiş alanların dışına düştükleri görülmektedir. Söz konusu alanlar Sadıklar (1993) ve Sadıklar v.d. (1995) tarafından "terestrik-hidrojenetik" olarak adlandırılmıştır. Kısaca ifade etmek gerekirse, söz konusu Fe-Mn-yumrularının tabandaki volkanitlerin ayrışmasından kaynaklanan Fe, Mn ve de diğer elementlerin "hidrojenetik-karasal" şartlarda topraklar içinde birikmelerinden oluştuğu varsayılabilir. Dolayısıyla söz konusu yumruları "karasal-hidrojenetik Fe-Mn-yumruları" olarak adlandırmak mümkündür.

**Anahtar Kelimeler:** Karasal-hidrojenetik Fe-Mn-yumruları, terestrik-hidrojenetik, hidrojenetik, süperjen.

*SADIKLAR, M. B. (1993) Occurrences of Fe-Mn-nodules: As a product of "Terrestrial-Hydrogenetic Processes", in Trabzon Area, NE-Turkey. In: "International Symposium on the Geology of the Black Sea Region". Ankara.*

*SADIKLAR, M. B.; GOERG, U. & VAN, A. (1995) Mineralogical and geochemical characterization of terrestrial-hydrogenetic Fe-Mn-nodules of the Trabzon Area, NE Turkey. Chemie der Erde, 55, 177-188.*

**TERRESTRIAL-HYDROGENETIC FE-MN NODULES IN THE  
SOILS OF THE KTÜ CENTRAL CAMPUS AND EASTERN AREA  
(TRABZON/TURKEY)**

**M. Burhan Sadıklar**

KTÜ, 61080 Trabzon/Turkey, giray@ktu.edu.tr

**Abstract:** The investigated Fe-Mn nodules have been obtained from the yellowish-reddish-brown soil in the surrounding area of Karadeniz Technical University Central Campus and the eastern part of the land. These nodules are located at certain levels and found as single unit or coexistence of nodules and concretion. The Mn content in the nodules range from 4,6 wt% to 10,2 wt% and Fe content in the nodules vary from 6,4 wt % to 11,7 wt % while the Mn and Fe contents in single nodules range from 14,1 wt% to 16,4 wt% and from 33,0 wt% to 35,6 wt %, respectively. Most of the Mn and Fe form amorphous compounds; the rest is found as the form of crystalline phases. Diffractometric analyses point out to the presence of nussitite, braunite, heulandite, jacobsonite, manganite, pyrolusite and Fe-oxyhydrates. According to chemical analyses, minor amount of Co, Ni, Cu and relatively high levels of Al (5,43-7,35 wt%) and Ti (0,65-1,07 wt%) are found in lumps. The mentioned Ti levels are higher than deep marine Fe-Mn lumps in Pacific and Atlantic (0,34-0,44 wt%) and supergene Mn-ores (0,20-0,76 wt%). This high Ti contents points out to a terrestrial source (basic intermediate volcanics). The Co, Ni and Cu contents of examined nodules are lower than deep marine nodules (>3). The Mn/Fe ratio (0,8) is also different from deep marine and hydrothermal Mn ores, but shares a similarity with hydrogenetic ones (0,75-1,0). The source of elements like Si, Al, Ca, Mg, K and especially Fe and Mn is altered silicate minerals of basic and intermediate volcanic rocks forming the basement. When we apply the values obtained from Si, Al, Fe, Mn, Ti, Co, Cu and Ni data to the genetic classification diagrams in literature, they plot out of the predefined areas. The areas where the samples are plotted were named as “terrestrial-hydrogenetic” by Sadıklar (1993) and Sadıklar et al. (1995). In brief, aforementioned Fe-Mn lumps are suggested to be the products of decomposed Fe and Mn from the volcanic rocks in the subsoil. Consequently, mentioned nodules can be named/entitled as “**terrestrial-hydrogenetic Fe-Mn nodules**”.

**Keywords:** Terrestrial-hydrogenetic Fe-Mn nodules, terrestrial-hydrogenetic, hydrogenetic, supergene.

*SADIKLAR, M. B. (1993) Occurrences of Fe-Mn-nodules: As a product of "Terrestrial-Hydrogenetic Processes", in Trabzon Area, NE-Turkey. In: "International Symposium on the Geology of the Black Sea Region", Ankara.*

*SADIKLAR, M. B.; GOERG, U. & VAN, A. (1995) Mineralogical and geochemical characterization of terrestrial-hydrogenetic Fe-Mn-nodules of the Trabzon Area, NE Turkey. Chemie der Erde, 55, 177-188.*

## GÜMÜŞ ÜRETİMİ VE SIYANÜR PANİĞİ: GÜMÜŞKÖY-KÜTAHYA ÖRNEĞİ

**Nazmi Oruç**

Uluslararası Tıbbi Jeoloji Birliği Üyesi, Eskişehir, nazmioruc1937@gmail.com

**Özet:** Bu bildirinin temel amacı Kütahya Eti-Gümüş Tesisinde Mayıs 2011 başında atık havuzlardan birisinde seddenin yırtılmasıyla ortaya çıkan siyanür konusunun irdelenmesidir. Etibank Gümüş Madeni İşletmesi yılda ortalama 180 gr/ton tenörlü, 1 milyon ton tüvenan cevher işleyerek % 0,999 saflıkta 122.4 ton gümüş üretecek şekilde planlanmış ve 1987 yılında işletmeye açılmıştır. Ancak planlanan kapasiteye ulaşılamamış ve 2004 yılında özelleştirilmiştir. Tesiste kırma, eleme, öğütme, sodium siyanür- liçi, katı-sıvı ayrımı, ergitme ve külçe metal üretimi yöntemleri kullanılmaktadır. Gümüş üretimi esnasında kullanılan siyanür ve ağır metaller bakımından zenginleşmiş atıklar doğal bozundurma için sahanın kuzeyindeki atık barajında atmosfer altı atık depolama tekniğine göre biriktirilmektedir. Toplam depolama alanı 150 ha. olan atık barajında havuz setlerinden birisinin 07.05.2011 tarihinde yırtılmasıyla yaklaşık 15 milyon m<sup>3</sup> atığın son havuza akması üzerine görsel ve yazılı medyada “Kütahya’da Siyanür Paniği, Kütahya İçin Toplu Ölüm, Felaket Karadeniz’e Kadar Yayılır, Kütahya ve Eskişehir’i Büyük Tehdit Bekliyor” şeklinde haberler verilmiştir. İşletme Porsuk Çayı’nın su toplama havzası içerisinde, bu nedenle de olası bir siyanür kirliliği Porsuk Barajı canlı yaşamını ve şebeke suyunu barajdan sağlayan Eskişehir kent merkezi için büyük önem taşımıştır. Olayı takiben Kütahya’da yerleşim yerlerindeki içme ve kullanma sularında ve Eskişehir şebeke suyunda yapılan aylık analizlerde de siyanür düzeyinin yurdumuzda içme sularında izin verilen 0.05 mg/l’nin altında olduğu rapor edilmiştir. Bu durum, siyanürün olay bölgesinden çevredeki su kaynaklarına ulaşmadığını göstermiştir. Ancak çeşitli sivil toplum kuruluşları ve medyanın olayın üzerine gitmeleri ilgili resmi kurumların ve Eti-Gümüş yönetiminin siyanür kirliliği konusunda gerekli denetim ve önlemleri çok daha etkili bir şekilde almasını sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kütahya, Siyanür, Çevre

## **SILVER PROCESSING AND CYANIDE PANIC: CASE STUDY FOR GÜMÜŞKÖY-KÜTAHYA**

**Nazmi Oruç**

Member of International Medical Geology Association, nazmioruç1937@gmail.com

**Abstract:** Aim of this study is to examine the effects of cyanide on the environment, following the collapse of one of the cyanide-slurry waste ponds at Eti-Silver Mining and Refining Facility in Kütahya. The State owned facility started operations in 1987 to produce 122.4 tons of silver by processing 1 million tons of ore (Average Ag=180 ppm) annually. The facility was privatized in 2004. It was reported that some polymetallic ore deposits represented by Ag, Zn, Pb and Sb deposits and some enrichments related to them such as As, Cd, Tl, Cu, Mn, Ba and Sr were found in the region. Silver bar is obtained by using NaCN leaching following the crushing, screening and grinding processes of the ore. The waste that is rich of cyanide and heavy metals is stored in open ponds for natural degradation of cyanide, following the extraction of silver. One of the pond barrier was broken on May 7<sup>th</sup> 2011, which caused the flow of about 15 million m<sup>3</sup> of slurry to the final pond. TVs and newspapers reported this case as “Cyanide Alarm in Kütahya”, “Holocaust in Kütahya” and “The Catastrophe Attain up to Black Sea, Kütahya and Eskişehir Face Great Threat”. Eti-Silver Facility is located in the water catchment area of Porsuk Dam which supplies domestic water for Eskişehir city center. The probability of cyanide pollution of Porsuk Dam was very important for the city center and natural environment. Following this industrial accident, several surface and underground water samples which were collected from Kütahya and Eskişehir located at the downstream of the collapsed waste pond, were found to contain cyanide concentrations below the permissible level of 0.05mg/l for drinking waters in Turkey. These results indicated that cyanide did not reach even nearby environment. However, after this industrial accident the Eti-Silver Facility and government authorities were forced to take much more stringent measures to prevent any cyanide contamination on the environment in the future.

**Keywords:** Silver, Cyanide, Environment, Kütahya



**DOĞU PONTİDLERDE (KD TÜRKİYE) KARAKTERSİTİK SİYAH  
VE SARI POLİMETALİK MASİF SÜLFİT MADEN YATAKLARI  
ÜZERİNDE GELİŞMİŞ TOPRAKLARIN KARŞILAŞTIRMALI  
JEOKİMYASAL VERİ ÇALIŞMASI**

**Necla Köprübaşı<sup>1</sup>, Emin Çiftçi<sup>2</sup>, Dağhan Çelebi<sup>1</sup>, Nezihi  
Köprübaşı<sup>1</sup>, Cafer Özkul<sup>3</sup>, Fatma Şişman Tükel<sup>4</sup>**

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

<sup>2</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul,

<sup>3</sup>Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kütahya,

<sup>4</sup>İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul,

neclakop@kocaeli.edu.tr

**Özet:** Harşit-Köprübaşı (Tirebolu) ve Killik (Espiyeye) volkanojenik masif sülfür (VMS) maden yatakları Anadolu'yu oluşturan ana tektonik birliklerden biri olan Doğu Pontid Tektonik Kuşağı içinde yer alır. Bu maden yatakları, ince tabakalardan oluşan pelitik sedimentlerle örtülü Geç Kratese yaşlı litolojisi dasitik bileşimden riyalitbileşimine değişen kayalar içinde yer alır. Bu bölge, pek çok VMS tipi maden yataklarına ev sahipliği yaptığından, "metalojenik provins" olarak görülür. VMS tipi maden yatakları çoğunlukla geniş anlamda Kuroko tipinde olup, farklı boyutlarda ve rezervlere sahip ve oldukça benzer jeokimyasal ve mineralojik özellikler sunarlar. Bu çalışmada 489 toprak örneği doğal fiziksel model olarak değerlendirilen iki maden yatağının Zn, Cu, ve Pb konsantrasyon dağılımlarının ilişkilerini araştırmak için bilinen cevher mineralizasyonu alanlarından ve cevher mineralizasyonu veya alterasyonu içermeyen alanlardan sistematik bir şekilde toplanmıştır. Burada çalışmanın amacı Doğu Pontid metalojenik provinsine özgü çalışılan elementlere ait bölgesel temel değerler, yerselik değerleri ve anomali değerlerini belirlemek ve maden araştırma programlarında uygun maliyetli bir prospeksiyon metodu ortaya koymaktır. Önerilen jeokimyasal modelin uygulanabilirliği bölgede ve dünyanın başka benzer bölgelerinde oluşan potansiyel hidrotermal alterasyona uğramış alanların yüzeysel jeokimyasal prospeksiyon sonuçlarına dayanarak tartışılmaktadır. Eğer örnekleme çalışmaları ve veri değerlendirmeleri dikkatlice yapılırsa elde edilen sonuçlar oldukça tatmin edici olabilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak jeokimyası, bakır, çinko, kurşun, volkanojenik masif sülfür, Killik, Köprübaşı, doğu Pontidler

**COMPARATIVE GEOCHEMICAL DATA STUDY OF SOILS  
DEVELOPED ON CHARACTERISTIC BLACK AND YELLOW  
POLYMETALLIC MASSIVE SULFIDE DEPOSITS IN EASTERN  
PONTIDES (NE TURKEY)**

**Necla Köprübaşı<sup>1</sup>, Emin Çiftçi<sup>2</sup>, Dağhan Çelebi<sup>1</sup>, Nezihi Köprübaşı<sup>1</sup>,  
Cafer Özkul<sup>3</sup>, Fatma Şişman Tükel<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Department of Geological Engineering, Faculty of Engineering, Kocaeli University, Kocaeli,

Department of Geological Engineering, Faculty of Mines, İstanbul Technical University, İstanbul,

<sup>3</sup>Department of Geological Engineering, Faculty of Engineering, Dumlupınar University, Kütahya,

<sup>4</sup>Department of Geological Engineering, Faculty of Engineering, İstanbul University, İstanbul

neclakop@kocaeli.edu.tr

**Abstract:** The Harşit-Köprübaşı (Tirebolu) and Killik (Espiye) volcanogenic massive sulfide (VMS) deposits occur in the Eastern Pontide tectonic belt, one of the major tectonic units comprising Anatolia. They are hosted by Late Cretaceous dacitic to rhyolitic rocks overlain by thin layers of pelitic sediments. The region is considered as a metallogenic province since it is a host to significant number VMS deposits, mainly of the Kuroko type in broad sense, with varying sizes and reserves and with fairly similar geochemical and mineralogical characteristics. In this study, 489 soil samples were systematically collected from both known mineralized sites and remote areas that have no indication of ore mineralization or alteration to investigate the relationship of Zn, Cu, and Pb concentration distributions on 2 completely delineated ore deposits that are treated as natural physical models and on unmineralized distant areas in order to determine regional backgrounds, local thresholds, and anomalous values that are characteristic to the Eastern Pontide metallogenic province to use in exploration programs as a cost-effective prospecting method. Applicability of proposed geochemical modeling based on the results during surficial geochemical prospecting to potential hydrothermally altered areas occurring in the region and elsewhere in the world is discussed. The results were found to be highly convincing if sampling campaigns and data evaluations are cautiously conducted.

**Keywords:** Soil geochemistry, exploration, copper, zinc, lead, volcanogenic massive sulfide, Killik, Köprübaşı, Eastern Pontides

**CEVHER JEOKİMYASI**

***ORE GEOCHEMISTRY***

**STABLE S-, O- AND C-ISOTOPE STUDY OF THE OUED  
AMIZOUR Zn-DEPOSIT, NE ALGERIA**

**Abdelmalek LEKOUTI<sup>1</sup>, Rabah LAOUAR<sup>2</sup>, Abdellah BOUGUERA<sup>3</sup> and  
Sihem SALMI-LAOUAR<sup>2</sup>**

1. Mohamed Seddik Benyahia University – Jijel, laboratoire de génie géologie, Jijel, Algeria.  
lekouim121@gmail.com
2. LAOUAR R et SALMI-LAOUAR S: Département de géologie, Faculté des Sciences de la Terre,  
Univresité Badji Mokhtar Annaba.
3. BOUGUERA A. Département de Génie Civil, Faculté des Sciences et Technologies, Université de  
Bordj Bou Arréridj.

**Abstract:** The Oued Amizour Zn-deposit, hosted by tertiary igneous rocks, is located in NE Algeria and considered among the largest deposits in a volcanic suite. The main orebody is composed of massive Zn-Pb-Fe sulphide mineralization. Replacement texture, pseudomorphism and open-space filling texture indicate hydrothermal process during two main stages: (1) early stage characterised by rare chalcopyrite – pyrite – magnetite – hematite hosted by granodiorite pile contemporaneous to anhydrite and gypsum percolation; and (2) late riche stage represented by massive sulphides such as sphalerite pyrite – marcasite – galena – melnikovite – marcassite – schallblend. The latter are associated with calcite gangue and are hosted within kaolinitised, locally brecciated andesites. Stable isotope analyses were carried out on sulphides, sulphates and gangue calcite minerals.  $\delta^{34}\text{S}$  of sulphides (pyrite, sphalerite and chalcopyrite) varies between -7.2‰ and +4.5‰ (n=22; mean = -1.3‰). These values reflect the major influence of magmatic fluid for the origin of sulphide mineralization. Magmatic fluid is also reflected when observing  $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$  data of gangue calcite (+11.2‰ to +20.2‰ and -3.7‰ to -11.0‰ respectively).  $\delta^{34}\text{S}$  of sulphates (anhydrite) show heavier values ranging from +13.2‰ to +20.6‰ (n = 10; mean = +16.3‰) which reflect marine sulphates, more likely Miocene seawater sulphates. The isotopic data indicate that the Oued Amizour Zn-deposit was deposited from mineralized magmatic fluids within seawater environment.

**Keywords:** Massive sulphides, Miocene igneous rocks, Stable isotopes, Oued Amizour.

## DAVULALAN (YILDIZELİ-SİVAS) GRANİTOYİTİ'NİN HİDROTERMAL ALTERASYON JEOKİMYASI

**Ahmet GÖKCE<sup>1</sup> & Oktay CANBAZ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Bölümü, 58140, Sivas-Türkiye  
gokce@cumhuriyet.edu.tr

**Özet:** Davulalan (Yıldızeli-Sivas) Granitoyiti, Orta Anadolu'da, Paleozoyik yaşlı Akdağmadeni Metamorfizmi içine sokulum yapmış Üst Kretase-Paleosen yaşlı granitoidlerden birisidir. Plütonik kütlelerin kenar ve üst seviyelerinin granitik bileşimde, iç kesimlerinin siyenitik bileşimdedir. Aradaki sınırın tedrici geçişli ve çok girintili çıkıntılı olduğu, farklı evrelerde sokulumla işaret eden keskin intrüzyon dokunaklarının bulunmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, plütonik kütle içinde kuvars monzonitik bileşimli kısımlar ve koyu renkli minerallerce zengin ileri metasomatik zonlar da gözlenmektedir. Granitoidin farklı noktalarından alınan örneklerde, antipertitleşme, serizitleşme, kloritleşme, silisleşme, hematitleşme, ±albitleşme ve ±paragonitleşme türü bozunmaların yanı sıra siyenitik ve granitik kısımların geçişinde greizenleşmeyi işaret eden florit, kalsit, kuvars, topaz ve şelit damarcık birlikteliği de belirlenmiştir. Jeokimyasal veriler, granitoidin genellikle alkali bileşime sahip, plaka içi bölgelerde oluşmuş A tipi olduğunu göstermektedir. İlksel manto ve kondrite göre normalize edilmiş iz element ve nadir toprak element (NTE) örümcek diyagramlarında granitoidi oluşturan farklı bileşimdeki kayalara ait örneklerin birbirine paralellik göstermesi aynı kökenli malzemeden türediklerine ve alterasyon sonucunda kısmen farklılaştıklarına işaret etmektedir. En az altere granit örneğine göre yapılmış kütle değişim hesaplarına ait sonuçlar ortalama değer bazında karşılaştırıldığında; granitik örneklerde SiO<sub>2</sub>, CaO ve K<sub>2</sub>O değerlerinde, siyenitik örneklerde Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve K<sub>2</sub>O değerlerinde artış, kuvars monzonit örneğinde ilave olarak CaO değerinde artış diğer ana element oksit değerlerinde ise azalma olduğu, metasomatik örneklerde bu farklılaşmanın oldukça belirginleştiği görülmektedir. Ayrıca, Pb, Zn, U ve ΣNTE değerlerinde de artışlar gözlenmekte olup, hidrotermal alterasyona neden olan çözeltilerin bu elementleri de zenginleştirdiği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Davulalan Granitoidi, alkali, A-tipi, Hidrotermal Alterasyon Jeokimyası, Kütle Değişimi.

## HYDROTHERMAL ALTERATION GEOCHEMISTRY OF THE DAVULALAN (YILDIZELİ-SİVAS) GRANITOID

Ahmet GÖKCE<sup>1</sup> & Oktay CANBAZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cumhuriyet University Engineering Faculty Dept. Of Geological Engineering, 58140, Sivas-Turkey  
gokce@cumhuriyet.edu.tr

**Abstract:** Davulalan (Yıldızeli-Sivas) Granitoid is one of the Upper Cretaceous - Paleocene Granitoids intruded into Palaeozoic aged Akdağmadeni Metamorphics in Central Anatolia. The marginal parts of the granitoid are in granitic composition while the central parts are in syenitic composition, the contact between these two different parts is gradual and very irregular and it is not seen a sharp intrusion contact. In addition, quartz-monzonitic parts and metasomatic zones rich in mafic minerals are also present in various parts of the granitoid. The microscopic investigation of the collected samples from various parts of granitoid showed that antiperthites occurrences, sericization, chloritization, silification, hematitization± albization and ± paragonitization. And also, fluorite, calcite, quartz, topaz and scheelite bearing veinlets indicative for greisenitization are seen along the transition zone between syenitic and granitic parts. Geochemical data point out; alkaline, A type and within plate granitoid characteristics. The similarities of the patterns on the primitive mantle normalized trace elements and chondrite normalized REEs spider diagrams indicate a unique source for the different rock types in granitoid body and a slight differences by hydrothermal alteration. The comparison of the average values of mass changing calculations in the samples from various parts of the granitoid body versus the least altered granite sample showed that; SiO<sub>2</sub>, CaO and K<sub>2</sub>O values are increased in granitic samples, while Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and K<sub>2</sub>O values and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO and K<sub>2</sub>O values are increased in syenitic and single quartz-monzonitic sample respectively. In addition, enrichments in Pb, Zn, U and ΣNTE values indicate that hydrothermal fluids which caused to alteration enriched these elements in granitoid.

**Keywords:** Davulalan Granitoid, alkaline, A-type, Hydrothermal Alteration Geochemistry, Mass Change.

**EVAPORİTİK TERSİYER SİVAS BASENİ (TÜRKİYE)  
SÖLESTİN YATAKLARININ İZOTOP (<sup>87</sup>Sr / <sup>86</sup>Sr,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta\text{D}$ )  
JEOKİMYASI**

**Ali Uçurum, Çiğdem Şahin Demir, Ahmet Efe**

Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, aliucurum@cumhuriyet.edu.tr

**Özet:** Tersiyer Sivas Baseni içinde bulunan evaporitik Şarkışla-Celalli alt basenindeki Eosen, Oligosen ve Miyosen yaşlı 28 farklı sölestin yatağı/cevherleşmesi/oluşumu'nun 23'ü çalışılmıştır. Evaporitlerle birlikte bulunan bu yatakların tamamı jips ve anhidrit içermekte, bunlar ya sedimanter kökenli veya sedimater birliklerle evaporitlerin sınırında boşluk dolgusu (open space filling) şeklindedirler. Stronsiyum (<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr), oksijen ( $\delta^{18}\text{O}$ ) ve kükürt ( $\delta^{34}\text{S}$ ) izotop oranları 90 sölestin ve 5 jips mineralinde ölçülmüştür.  $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri ve <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr oranları sırası ile sölestinlerde; ‰20-40, ‰13-29, ve 0.70558-0.70908; jipslerde ise ‰11-25, ‰13-18, ve 0.70741-0.70782 dir.  $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^{34}\text{S}$  ve <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr- $\delta^{34}\text{S}$  arasındaki ilişkilere göre sadece 5 veya 6 sölestin yatağı ile bir kaç masif jips örneği denizel evaporitlerle benzerlik göstermektedir. Sölestinlerin yüksek  $\delta^{34}\text{S}$  değerleri, okyanusal olmayan ortamlarda sülfürün basen getirimleri içerisinde çözülmesi olarak bulunduğunu ve daha sonra kısmi indirgenmeyle sülfite dönüştüğünü belirtmektedir. Deniz suyu Sr izotop değerlerinin Paleosen de düşük iken kayaçların gençleşmesi (Oligosen-Miyosen) ile değerlerde yükselmektedir. Senozoyik deniz suyunun <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr oranlarının (Paleosen'de = 0,70773-0,70786; Eocene'de = 0,70768-0,70788; Oligosen'de = 0,70776-0,70820 ve Miyosen'de = 0,70819-0,70912) sölestin yataklarınıninkine karşılaştırıldığında, derin basen getirimlerinin dolaşımdaki diğer sıvılarla (meteorik hidrotermal) karıştığını ve lokal volkanoklastik sedimanlarla etkileşerek Sr izotop değişimi geliştiği düşünülmektedir. Sivas Basenindeki en büyük açık işletme olan Eosen yaşlı Akkaya madeninden alınan sölestin minerallerinin  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta\text{D}$  değerleri Tersiyer denizel evaporitler bölgesini işaret etmekte ve çözeltinin birincil deniz suyunun veya deniz suyu ile meteoric hidrotermal suların karışmasından itibaren oluştuğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sivas Baseni, sölestin, izotop (O, S, Sr, D) jeokimyası, Akkaya.

**ISOTOPE GEOCHEMISTRY ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta\text{D}$ ) OF  
CELESTINE DEPOSITS FROM EVAPORITIC TERTIARY  
SIVAS BASIN, TURKEY**

**Ali Uçurum, Çiğdem Şahin Demir, Ahmet Efe**

Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, aliucurum@cumhuriyet.edu.tr

**Abstract:** Twenty-three of 28 different celestine deposits/mineralization/occurrences in host rocks of Eocene, Oligocene and Miocene ages from the evaporitic Sarkisla-Celalli sub-basin in the Tertiary Sivas Basin have been studied. All of these deposits are associated with evaporites containing gypsum, and anhydrite of sedimentary origin or as open space filling in the contact zone of sedimentary units associated with evaporites. Strontium ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ), oxygen ( $\delta^{18}\text{O}$ ) and sulfur ( $\delta^{34}\text{S}$ ) isotope ratios have been measured in 90 celestine and in 5 gypsum mineral separates.  $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  values and  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratios of celestine are between 20-40‰, 13-29‰, and 0.70558 - 0.70908; gypsum values range from 11-25‰, 13-18‰, and 0.70741-0.70782 respectively. A relationship between  $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^{34}\text{S}$  and  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - $\delta^{34}\text{S}$  shows that only 5 or 6 of the celestine deposits, and a couple massive gypsum samples have signatures consistent with marine evaporites. High  $\delta^{34}\text{S}$  values of celestine indicate that the dissolved sulfur in basinal brines had undergone partial reduction to sulfide, probably in a restricted non-oceanic environment. Seawater Sr isotope values are low in the Paleocene and get higher as the rocks get younger (Oligocene-Miocene). When compared to Cenozoic seawater,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratios of celestine minerals ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,70773$ - $0,70786$  in Paleocene;  $0,70768$ - $0,70788$  in Eocene;  $0,70776$ - $0,70820$  in Oligocene and  $0,70819$ - $0,70912$  in Miocene) suggest that deep basinal brines may have mixed with other circulating fluids (meteoric hydrothermal) that had interacted with local volcanoclastic sediments and had undergone Sr isotope exchange.  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta\text{D}$  from celestine mineral separates of the largest open-pit celestine mine in the Sivas Basin (Akkaya, Eocene in age, and plotted in Tertiary Marine Evaporite area are consistent with derivation primarily from seawater or a combination of seawater and meteoric-hydrothermal fluids.

**Keywords:** Sivas Basin, celestine, isotope (O, S, Sr, D) geochemistry, Akkaya.



**RARE EARTH ELEMENTS GEOCHEMISTRY OF THE  
HYDROTHERMAL ALTERATIONS ASSOCIATED WITH THE  
INTRUSION RELATED GOLD DEPOSITS AT ATUD AREA, EGYPT**

**Amr Abdelnasser<sup>1,2,\*</sup> and Mustafa Kumral<sup>1,\*\*</sup>**

<sup>1</sup>Geological Engineering department, Faculty of Mines, Istanbul Technical University, Istanbul, <sup>2</sup>

Geology Department, Faculty of Science, Benha University, Benha, Egypt,

\* amrkhalil@itu.edu.tr, \*\* kumral@itu.edu.tr

**Abstract:** This study deals with the geochemical behavior of the rare earth elements (REE) of the hydrothermal alterations that associated with the Vein-type gold deposits at Atud area, Central Eastern Desert of Egypt. This deposit is one of the intrusion related gold deposits in Egypt that is related to the metagabbro-diorite complex of Gabal Atud. The mineralization is closely occurred in the quartz veins and intense hydrothermal alteration along the NW-SE brittle-ductile shear zone in the mine area. The accompanied hydrothermal alterations are mainly sericitization/kaolinitization and sulfidation with pervasive carbonatization, silicification, and chloritization, are distributed in three zones with gradual boundaries. The REE geochemical features of the least altered metagabbro-diorite rocks show enrichments in light REE, and practically flat heavy REE with slight positive Eu anomalies and Sr anomalies based on their chondrite-, N-type MORB, and primitive mantle-normalized REE patterns. On the other hand, the REE geochemical characteristics of the hydrothermal altered rocks from all zones of alterations reveal negative Eu and Sr anomalies suggesting that these elements (Eu and Sr) were leaching during the hydrothermal alteration processes. The relationships between  $K_2O$  index with LREE, HREE,  $Eu/Eu^*$ , and  $Sr/Sr^*$  shows that there is a positive correlation with the LREE, fair correlation with HREE, and negative with  $Eu/Eu^*$  and  $Sr/Sr^*$ . This refers to that La and K were added to the rocks from hydrothermal solution responsible for the gold mineralization, that represented by sericitization alteration.

**Keywords:** REE geochemistry, Intrusion related gold deposit, Atud area, Egypt.

## KOZBUDAKLAR ŞEELİT CEVHERLEŞMESİNİN (BURSA, BATI ANADOLU) OKSİJEN İZOTOP KARAKTERİSTİKLERİ

Ayşe Orhan<sup>1</sup>, Halim Mutlu<sup>2</sup>, Mehmet Demirbilek<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 50300, NEVŞEHİR,  
ayse.orhan@nevsehir.edu.tr

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, ANKARA, halimmutlu@ankara.edu.tr

<sup>3</sup>Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100, KÜTAHYA,  
mehmet.demirbilek@dpu.edu.tr

**Özet:** Kuzeybatı Anadolu'da Üst Eosen-Miyosen kalk-alkalin magmatizması ile ilişkili çeşitli tipte cevherleşmeler oluşmuştur. Bu cevherleşmelerden birisi olan Kozbudaklar şeelit-skarn yatağı, Eosen yaşlı Topuk Plütunu ile ilişkili olarak Tavşanlı Zonunda gelişmiştir. Topuk Plütunu granodiyorit bileşimine sahip olup granodiyorit porfir, granit aplit ve kuvars damarları tarafından kesilmiştir. Plütun ile İnönü Mermeri arasındaki skarn kuşağı ise kalsik karakterlidir. Kozbudaklar skarn yatağında mineral parajenez ilişkilerine göre skarnın oluşum süreci boyunca dört evre tanımlanmıştır. I. evrede granat (Grs<sub>65-95</sub>) + klinopiroksen (Hed<sub>61-96</sub>) ± vollastonit ± plajiyoklaz (An<sub>55-64</sub>) ± şeelit (Pov<sub>2-4</sub>) ± sfen ± pirotin ± kalkopirit ± pirit ± kuvars ve kalsit gelişmiştir. II. evrede, granat (Grs<sub>24-92</sub>) + klinopiroksen (Hed<sub>16-48</sub>) + vezüvyanit ± plajiyoklaz (An<sub>91-100</sub>) ± şeelit (Pov<sub>7-32</sub>) ± sfen ± apatit mineralleri gözlenir. III. ve IV. evrelerde ise sırasıyla kuvars + kalsit + klorit ± vezüvyanit ± epidot ± kalkopirit ± pirit ± manyetit ± hematit ± markazit ± kovellin ve kuvars + kalsit mineralleri gelişmiştir. Topuk Plütunununa ait kuvars, feldspat, biyotit ve amfibol minerallerindeki  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri 5.9-10.6‰ (VSMOW), biyotit ve amfibolde  $\delta\text{D}$  değerleri -84.8 ila -71.4‰ (VSMOW) arasında olup altere olmamış I-tipi granite işaret ederler.  $\delta^{18}\text{O}$  oranları I. evrede granat için 6.9-7.9‰, piroksen için 6.0-7.9‰, vollastonit için 7.5‰, şeelit için 3.2-4.6‰ arasında değişir. II. evrede  $\delta^{18}\text{O}$  oranları granatlarda 5.0-6.7‰, piroksenlerde 2.2-7.3‰, şeelitlerde 1.6-3.8‰, plajiyoklazda 8.5‰, vezüvyanitte 5.8‰'dir. III. ve IV. evrelerde ise  $\delta^{18}\text{O}$  oranları sırasıyla kuvars için 10.1-10.9‰, manyetit için -3.3‰ ve kuvars için 9.5-11.9‰'dir. Kozbudaklar skarn yatağında sıcaklığa bağlı  $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$  oranları I. evrede 6.3 ila 10.7‰, II. evrede 3.0 ila 14.0‰, III. evrede -6.0 ila 4.7‰ ve IV. evrede -4.8 ila -2.4‰ olarak hesaplanmıştır. Oksijen izotop sonuçları, I. evrede magmatik kökenli akışkanların, II. evrede ise magmatik, metamorfik ve meteorik akışkanların varlığını ortaya koymuştur. Buna göre, Kozbudaklar skarn yatağında şeelit mineralizasyonunun magmatik ve meteorik suların katkısının bulunduğu hidrotermal bir sistemde geliştiği söylenebilir. Bölgede düşük sıcaklık evrelerine doğru ise meteorik su içeriğinin arttığı gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Şeelit cevherleşmesi, oksijen izotopu, Topuk Plütunu, Batı Anadolu, Türkiye.

**Katkı Belirtme:** Bu çalışma finansal olarak Türkiye Bilimsel ve Teknoloji Araştırma Kurumu tarafından (Proje No: YDABAG-111Y289) desteklenmiştir.

## OXYGEN ISOTOPE CHARACTERISTICS OF SCHEELITE MINERALIZATION (BURSA, WESTERN ANATOLIA)

**Ayşe Orhan<sup>1</sup>, Halim Mutlu<sup>2</sup>, Mehmet Demirbilek<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Department of Geological Engineering, 50300, NEVŞEHİR,  
ayse.orhan@nevsehir.edu.tr

<sup>2</sup>Ankara University, Department of Geological Engineering, 06100, ANKARA,  
halimmutlu@ankara.edu.tr

<sup>3</sup>Dumlupınar University, Department of Geological Engineering, 43100, KÜTAHYA,  
mehmet.demirbilek@dpu.edu.tr

**Abstract:** In Northwest Anatolia various types of mineralizations associated with Upper Eocene-Miocene calc-alkaline magmatism occur. Among them, Kozbudaklar scheelite-skarn deposit is formed in association with Eocene aged Topuk Pluton in the Tavşanlı Zone. The intrusion is in granodiorite composition and cut by porphyritic granodiorite, granite aplite and quartz dykes. The skarn belt between Topuk Pluton and İnönü Marble is of calcic character. According to mineral paragenesis of the Kozbudaklar deposit, four different stages are identified through the skarn evolution. In stage I, garnet (Grs<sub>65-95</sub>) + clinopyroxene (Hed<sub>61-96</sub>) ± wollastonite ± plagioclase (An<sub>55-64</sub>) ± scheelite (Pov<sub>2-4</sub>) ± sphene ± pyrrhotite ± chalcopyrite ± pyrite ± quartz and calcite minerals are developed. In stage II, garnet (Grs<sub>24-92</sub>) + clinopyroxene (Hed<sub>16-48</sub>) + vesuvianite ± plagioclase (An<sub>91-100</sub>) ± scheelite (Pov<sub>7-32</sub>) ± sphene ± apatite are observed. As for the stage III and IV, quartz + calcite + chlorite ± vesuvianite ± epidote ± chalcopyrite ± pyrite ± magnetite ± hematite ± marcasite ± covellite and quartz + calcite minerals occur, respectively. In the Topuk Pluton,  $\delta^{18}\text{O}$  values of quartz, feldspar, biotite and amphibole range from 5.9 to 10.6‰ (VSMOW) and  $\delta\text{D}$  values for biotite and amphibole are from -84.8 to -71.4‰ (VSMOW) indicating that Topuk Pluton is an unaltered I-type rock. In the stage I,  $\delta^{18}\text{O}$  values vary between 6.9 and 7.9‰ for garnet, 6.0 to 7.9‰ for pyroxene, 7.5‰ for wollastonite and 3.2 to 4.6‰ for scheelite. In the stage II,  $\delta^{18}\text{O}$  values are in the range of 5.0 to 6.7‰ for garnet, 2.2 to 7.3‰ for pyroxene, 1.6 to 3.8‰ for scheelite, 8.5‰ for plagioclase and 5.8‰ for vesuvianite. Regarding stage III and IV,  $\delta^{18}\text{O}$  values are 10.1-10.9‰ for quartz, -3.3‰ for magnetite and 9.5-11.9‰ for quartz, respectively. Temperature-dependent  $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$  values are calculated varying from 6.3 to 10.7‰ for the stage I, 3.0 to 14.0‰ for the stage II, -6.0 to 4.7‰ for the stage III and -4.8 to -2.4‰ for the stage IV. Results of oxygen isotopes indicate that magmatic and magmatic-metamorphic-meteoric fluids are dominant in the stage I and stage II, respectively. Considering the oxygen values, scheelite mineralization in the Kozbudaklar skarn deposit may have been formed in a magmatic-hydrothermal system which is contributed by magmatic and meteoric fluids. In the region, meteoric fluid content is increased in the low-temperature stage.

**Keywords:** Scheelite mineralization, oxygen isotope, Topuk Pluton, Western Anatolia, Turkey.

**Acknowledgement:** Financial support for this study was provided by the Scientific and Technological Research Council of Turkey under grand no: YDABAG-111Y289.

## DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDEKİ CU-PB-ZN YATAKLARINA ÇAMAŞ (ORDU) ÖRNEĞİ

**Burcu Karataş, Mustafa Akyıldız ve Can Ekin Yıldız**

Çukurova Üniversitesi, ADANA  
bgoren@cu.edu.tr

**Özet:** Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde bulunan Doğu Karadeniz bölgesi jeolojik bakımdan Paleozoyik'ten Senozoyik'e kadar değişen yaşlarda magmatik, metamorfik ve tortul kayaç gruplarını içermektedir. Çalışma alanında (Çamaş-Ordu) içerisinde bulunduğu bu bölge çok fazla Cu-Pb-Zn yatağının bulunması ile büyük bir metalojenik provens niteliğindedir. Çamaş (Ordu) bölgesinde ise Jura'dan Kuvaterner'e kadar değişen yaşlarda volkanik, volkanotortul, tortul, granitic sokulumlar ve güncel çökeller bulunmaktadır. Çalışma alanında bulunan cevherler Geç Kretase yaşlı andezitik kayaçlar içinde, fay zonları boyunca damar tip bakır, kurşun, çinko cevherleşmeleri şeklinde bulunur. Bölgede yaklaşık 70km<sup>2</sup>'lik alanı kapsayan, kalınlıkları birkaç cm'den 2 m'ye kadar değişen çok sayıda cevher damarı bulunmaktadır. Bu mostralarda cevher duruşu KB-GD doğrultuda ve çoğunlukla güneye eğimlidir. Cevher mineralleri galen, sfelirit, kalkopirit, azurit, malakit, pirit şeklindedir. Cevherleşmeye gang olarak kuvarsın yanında daha az oranda kalsit eşlik etmektedir. Cevher mineralleri üzerinde yapılan mikroskop çalışmalarına göre bütün cevherlerin iki ayrı evrede oluşmuştur. Yaygın doku türleri ornatım, kataklastik ve ayrılım dokularıdır. Geç Kretase döneminde bölgede KD-GB yönlü açılma rejimine bağlı olarak Geç Kretase sonrasında yoğun bir magmatizmanın gelişimi sağlanmıştır. Buna göre Cu-Pb-Zn cevherleşmelerinin jeolojik ve mineralojik özellikleri ve yapılan analizler birlikte değerlendirildiğinde KB-GD doğrultulu fay zonları boyunca oluşmuş tektonik kontrollü hidrotermal damar tip cevherleşmeler olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ordu, Cu-Pb-Zn, hidrotermal, cevherleşme.

**CU-PB-ZN DEPOSITS IN THE EASTERN BLACK SEA REGION;  
THE EXAMPLE IS ÇAMAŞ (ORDU)****Burcu Karataş<sup>1</sup>, Mustafa Akyıldız<sup>1</sup> ve Can Ekin Yıldız<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Çukurova University, ADANA  
bgoren@cu.edu.tr

**Abstract:** The Eastern Black Sea Region, situated on the Alpine-Himalayan orogenic belt, contains magmatic, metamorphic, and sedimentary rocks of varying ages from the Paleozoic to Cenozoic eras. The study area (Çamaş-Ordu) situated in this region is an important metallogenic province due to the presence of copper-lead-zinc mineralization. The lithologies in the area are volcanic, volcanosedimentary, sedimentary, and granitic intrusions and include sediments of Jurassic to Quaternary age. The mineralization in the study area is within Late Cretaceous andesitic rocks along fault zones as vein-type copper, lead, and zinc deposits. There are many mineralized veins from a few centimeters to two meters wide in the study area, which covers an area of 70 km<sup>2</sup>. The mineralization in these outcrops lies in a northwest-southeast trend and generally dips to the south. The ore minerals are galena, sphalerite, chalcopyrite, azurite, malachite, and pyrite. Quartz and minor calcite are present as gangue minerals. According to microscope studies carried out on the mineralization, all the minerals were formed in two separate phases. Replacement, cataclastic, and separation textures are abundant. A NE-SW extensional regime during the Late Cretaceous epoch resulted in the development of intense magmatism subsequent to the Late Cretaceous. On the basis of the geological and mineralogical properties and analyses carried out on the Cu-Pb-Zn mineralization, it is thought that the deposits relate to tectonically controlled hydrothermal vein-type mineralization along NW-SE trending fault zones.

**Keywords:** Ordu, Cu-Pb-Zn, hydrothermal, mineralization.

## ERKEN MİYOSEN YAŞLI KIRKA-FRİGYA KALDERESİNDE GENLEŞME TEKTONİĞİ VE KALDERA OLUŞUMUNUN BOR ÇÖKELİMİNE ETKİLERİ, BATI ANADOLU

**Cahit Helvacı<sup>1</sup> and Ioan Seghedi<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup> Institute of Geodynamics, Romanian Academy, Jean-Louis Calderon 19-21, Bucharest 020032, Rom  
(cahit.helvacı@deu.edu.tr)

**Özet:** Ekonomik bir bor yatağının oluşumu, borca zengin kaynak, taşınma ve kapalı bir ortamda birikimi gerektirir. Batı Anadolu'daki sınırlı sayıda Miyosen havzası, dünya çapında bor rezervi içerir. Bor mineralleşmesi volcano-sedimanter istif içinde tabakalanmaya bağlı yataklarda oluşur. Batı Anadolu örneğinde olduğu gibi çarpışma sonrası tektonik ortamlar çok iyi bir şekilde çalışılmış ve belgelenmiştir. Bu bölgelerde genleşme tektoniği ve yaygın volkanizma güncel çalışmalar ile yeniden yorumlanmıştır. Bu gelişmeler aynı bölgelerdeki bor yataklarının oluşumu için yeni fikir ve görüşleride mümkün kılmıştır. Kırka bor yatağı bölgesi için B'un birincil kaynağının yerel ignimbiritik volkanizmanın olduğu söylenebilir. Kırka-Frigya kalderası, yeni keşfedilen kaldera sahası, Eskişehir-Afyon volkanik sahasının (EAV) en kuzey kesiminde yer alır. Kırka bor yatağının kaynağı, yersel volkanizmanın rolü, volkanik istifin haritalanması, K-Ar ve Ar-Ar yaşlandırılması ve ayrıntılı jeokimyasal analizler bu çalışma sırasındaki başlıca araştırma konularıdır. Kırkayatağı, günümüzde dünyanın en büyük bor yatağı olarak bilinir. Bugüne dek, bor yataklarının marn, çamurtaşı, kireçtaşı ve kumtaşı ile birlikte bulunan kalın volcano-sedimanter istifte ve kapalı gölsel (laküstrin) ortam içinde oluştuğu düşünülmüştür. Yeni bulgular ise bu tortul istifin kaldera çöküntüsü içinde çökeldiğini göstermektedir. Bor elementince zengin Kırka havzasındaki sedimentler aynı zamanda Li, S, Sr ve Asyönünden de zengileşmişlerdir. Zenginleşen elementlerin potansiyel kaynağını laküstrin sedimentler, yöresel temel kayaçlar ve kaldera ile ilişkili sıcak su kaynakları oluşturur. Kaldera oluşumu havzadaki önemli mineralleşme faaliyetleri, tuf içeren sedimentler, volkanoklastik kayaçlar, çakıllar, arakatman şeklinde lavlar ve dayklar ve tüm birimleri kesen geç evre travertenlerin tespit edilmesi ile belgelenmiştir. Petrolojik veriler, kaldere öncesi ve kaldere oluşumu ile ilişkili volkanizmanın Erken Miyosenyaşlı (19.0+/- and 18.5+/- 0.2 Ma), asidik kalkalkalin karakterli, buna karşın daha sonraki volkanizma Orta Miyosen'de (16.91+/- 0.05 and 16.1+/- 0.2 Ma) gelişen kalkalkalin, ortaç, alkalin ve yüksek alkalin nitelikte olduğudur. Kırka kalderasının saha verileri, asidik volkanizmanın bor cevherleşmesi öncesi ve sırasında, buna karşın ortaç alkalin volkanizma ise cevherleşme sonrası oluştuğunu gösterir. Bu sonuçlar, Erken Miyosen yaşlı yaygın ignimbiritik asidik volkanizmanın borlar ile çok yakın mekansal ve maddesel ilişkisi olduğunu gösterir. Mineralleşme ile bağlantılı olan yüksek orandaki elementlerin kaynağının yaygın asidik volkanizmanın olduğu söylenebilir. Volkanizmanın yüksek içerikli B, S, Sr, ve Li gibi elementleri kaldera alanının sedimentlerine beslemesi ile ilgili mekanizma ise, sıcak meteorik suların volkanik kayaçları yıkaması ve kaldera sonrası mağmanın gaz salması şeklinde olmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** genleşme tektoniği, kaldera oluşumu, bor cevherleşmesi, Erken Miyosen, Kırka-Frigya kalderası, Batı Anadolu.

**THE ROLE OF EXTENSIONAL TECTONICS AND CALDERA  
FORMATION DURING THE BOR MINERALIZATION  
PROCESSES IN EARLY MIOCENE KIRKA-PHRIGIAN CALDERA,  
WESTERN ANATOLIA**

**Cahit Helvacı<sup>1</sup> and Ioan Seghedi<sup>2</sup>**

1 Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe Yerleşkesi, 35160 Buca/İzmir,  
TURKEY

2 Institute of Geodynamics, Romanian Academy, Jean-Louis Calderon 19-21, Bucharest 020032, Rom  
(cahit.helvacı@deu.edu.tr)

**Abstract:** The formation of large, economic borate deposits requires a boron-rich source and a means of transporting and concentrating the boron in a restricted environment. A limited number of Miocene basins in western Turkey contain world class borate reserves, with mineralisation present as stratabound deposits in volcano-sedimentary successions. Although it has been well-documented that these conditions are most easily met in post-collisional tectonic settings, of which western Anatolia is a prime example, recent advances in the understanding extensional tectonics and extensive volcanism in this region, makes possible to gain fresh insights into the formation of borate deposits. Local ignimbritic volcanism is considered the primary source of the B for the Kırka borate deposit in this area. Kırka-Phrigian caldera, a newly discovered caldera area, is situated in the northernmost part of the Miocene Eskişehir–Afyon volcanic area (EAV). This work seeks to establish the role of local volcanism as a source for Kırka borax deposit by involving mapping of the volcanic sequences, K-Ar and Ar-Ar dating and detailed geochemical analysis. This location is known for long time ago by its borate deposits, the largest in the world. Up to now it was recognized that borates were formed in close system lacustrine environments connected with thick volcano-sedimentary successions associated with marls, mudstones, limestones and sandstones that according to our new findings represents a caldera collapse basin. The mineralised sediments in the Kırka basin, as well as being enriched in B, are variably enriched in Li, S, Sr and As. Potential sources for these elements include lacustrine sediments, local basement rocks and hot spring-caldera related activity. Post-caldera activity favoured important sedimentation in the basin, as documented by the presence of tuffaceous sediments, volcanoclastic deposits, conglomerates, interbedded and cross cutting lavas and late-stage crosscutting travertines. Preliminary petrological data show that pre and caldera-related volcanism to be acidic calc-alkaline and generated in Early Miocene (19.0± and 18.5± 0.2 Ma), whereas later volcanism is calc-alkaline intermediate and alkaline and ultra-alkaline being developed during Middle Miocene (16.91± 0.05 and 16.1± 0.2 Ma). Field evidence in the Kırka caldera-type basin indicates that the acidic volcanism occurred prior to and during borate mineralisation whilst the intermediate-alkaline volcanism occurred later. Hence, as well as having a close spatial and temporal relationship with the borates, the Early Miocene acidic volcanism with vast ignimbrite occurrences and high levels of elements associated with mineralisation it is therefore considered as a likely major source. Possible mechanisms by which volcanism might supply high content of B, S, Sr and Li (to the caldera-basin sediments include the leaching of volcanic rocks by hot meteoric waters and post-caldera degassing of magmas.

**Keywords:** extensional tectonics, caldera formation, bor mineralization, Early Miocene, Kırka-Phrigian caldera, western Anatolia.



**SİSORTA (ORTAKENT-KOYULHIŞAR-SİVAS) YÜKSEK  
SÜLFİDASYON ALTIN YATAĞININ İZOTOP  
( $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ -  $\delta\text{D}$ ,  $\delta^{65}\text{Cu}$ , ve  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ) JEOKİMYASI**

**Cigdem Sahin Demir<sup>1</sup>, Ali Ucurum<sup>1</sup>, Ryan Mathur<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dept. of Geology, Cumhuriyet University, Sivas 58140, TURKEY, csahin@cumhuriyet.edu.tr

<sup>2</sup> Juniata College 1700 Moore St, Huntingdon PA 16652, USA

**Özet:** Bu çalışma Evliya Tepe yakınında Güzelyurt köyü Sisorta bölgesindeki altın yatağının jeolojik ve jeokimyasal özelliklerini sunmaktadır. Çalışma alanı 42 km<sup>2</sup>'lik alanı kapsamakta ve Sivas'ın 200 km KB'da Sisorta'dadır.  $\delta^{34}\text{S}$  ‰ değerleri; piritlerde ‰ -0,4 ile ‰ -10,0 arasında, kalkopiritlerde ‰ 1,5 ile ‰ 2,3 arasında, K-alünitlerde ‰ 21,8 ile ‰ 22,0 arasında ve baritlerde ‰ 16,2 ile ‰ 18,6 arasında değişmektedir. Bu sonuçlarda cevherleşmenin oluşumunda etkili olan S'ün kaynağının ilk evrelerinde hafif S izotopunun etkin olduğu daha sonraki evrelerde ise ağır S izotopunun etkin olduğu (özellikle hidrotermal evrenin son saflarında baritin oluşması sırasında) gözlenmektedir. Bu da hidrotermal süreçlerin geç evrelerinde, magmatik kökenden itibaren S izotopunun değişen sıcaklıkla geliştiğini göstermektedir. Gang minerallerinde yapılan oksijen ve döteryum analizlerine göre; kuvarslarda elde edilen  $\delta^{18}\text{O}$  değeri ‰ 7,1 ile ‰ 15,6 arasında değişirken ortalama değeri ‰ 11,5 dir. K-alünitlerde elde edilen  $\delta^{18}\text{O}$  değeri ‰ 10,1 ve ‰ 11,4 dir. Na-alünitlerden elde edilen  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri ‰ 8,5 ve ‰ 12,4 tür. Kuvarslarda ölçülebilen tek  $\delta\text{D}$  değeri ‰ -77 dir. K-alünitlerden elde edilen  $\delta\text{D}$  değerleri ‰ -55,2 ve -57,6 dır. Na-alünitlerden elde edilen  $\delta\text{D}$  değerleri ‰ -25,3 ve ‰ -61'dir. Kuvars, Na-alünit ve K-alünitden elde edilen  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta\text{D}$  izotop değerleri birlikte değerlendirildiğinde meteorik sular silikat alterasyon minerallerinin oluşumunda önemli rol oynamıştır. Bu da yüksek sülfidasyon silikat alterasyon mineralleri için tipik bir özelliktir. Yapılan  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaş analizleri sonucunda K-alünit minerallerinde; plato yaşı 78,85±0,94 My ve 76,59±2,19 My, izokron yaşı 78,25±0,42 My ve 75,30±0,90 My olarak, bozunmamış andezitik volkanik kayalardan ayrılan hornblend mineralinde ise plato yaşı 80,44±0,84 My elde edilmiştir. Bu sonuçlar altının volkanik püskürmenin 3 my sonrasında oluştuğu göstermektedir. Sisorta altın yatağında bulunan bakır minerallerinde elde edilen  $\delta^{65}\text{Cu}$  izotop değerleri -5.502 ile +3.032 arasında değişim göstermektedir. Intrüzyona (sistemin derin kısmı) yakın yerlerdeki bakır izotop değerleri önemli bir izotopsal değişim göstermemektedir (‰ <1), bunun tersine sistemin üst kesimlerinde bakır izotop değerleri geniş bir değişim göstermekte ve buda ikincil süreçlerle bakır zenginleşmesini işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sisorta, Yüksek Sülfidasyon Epitermal Altın Yatağı, Duraylı izotop (S, O-D, Cu )ve Ar/Ar yaşlandırması.



**THE ISOTOPE ( $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ -  $\delta\text{D}$ ,  $\delta^{65}\text{Cu}$ , and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ )  
GEOCHEMISTRY OF HIGH SULFIDATION SISORTA GOLD  
DEPOSIT (ORTAKENT-KOYULHISAR-SIVAS)**

**Cigdem Sahin Demir<sup>1</sup>, Ali Ucurum<sup>1</sup>, Ryan Mathur<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dept. of Geology, Cumhuriyet University, Sivas 58140, TURKEY, csahin@cumhuriyet.edu.tr

<sup>2</sup>Juniata College 1700 Moore St, Huntingdon PA 16652, USA

**Abstract:** This study presents geological and geochemical features of gold deposit located in Sisorta area near EvliyaTepe, Güzelyurt village. The investigation area covers 42 km<sup>2</sup> land and located in 200 km NW of Sivas province in Sisorta.  $\delta^{34}\text{S}$  ‰ isotope values are ranging from -0,4 and ‰ -10,0 in pyrites; ‰ 1, and ‰ 2,3 in chalcopyrite; 21,8 and ‰ 22,0 in K-alunites; ‰ 16,2 and ‰ 18,6 in barites from high sulphidation epithermal gold deposits in Sisorta. At the early stage of mineralization S isotope value number is light and later S isotope value shows heavy numbers (specially during the formation of barite). This is indicating that the S isotope was originated from magma and changed due to temperature variations in the last stages of the hydrothermal process.  $\delta^{18}\text{O}$  isotope values of gangue minerals are ranging from; ‰ 7,1 to ‰ 15,6 with the average value of 11,5 ‰ in quartz, and 11,4 ‰ in K-alunite.  $\delta^{18}\text{O}$  isotope data of Na-alunite are 8,5 ‰ and 12,4 ‰. The only quartz sample yielded  $\delta\text{D}$  value of -77 ‰.  $\delta\text{D}$  value is ranging from -55,2 ‰ to -57,6 ‰ in K-alunite, -25,3 ‰ to -61 ‰ in Na-alunite samples. Combining  $\delta^{18}\text{O}$  with  $\delta\text{D}$  from quartz and K-alunite, and Na-alunite samples, demonstrates meteoric waters were important in the formation of the alteration silicate minerals analyzed. This is common in high sulfidation silicate alteration minerals.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  age dating is ranging from 78,85±0,94 Ma and 76,59±2,19 Ma as a plateau age and 78,25±0,42 Ma and 75,30±0,90 Ma as isochron age in K-alunite, 80,44±0,84 in hornblende minerals from unaltered andesitic volcanic rocks. This shows that hydrothermal gold mineralization is deposited 3 Ma later than the volcanic host rock eruption.  $\delta^{65}\text{Cu}$  ‰ values from copper-bearing minerals associated with Sisorta gold deposits are ranging from -5.502 ‰ to +3.032 ‰. The copper isotope values closest to the intrusions (deepest part of the system) do not show significant copper isotope variations (<1 per mil), in contrast the upper parts of the system show large copper isotope variations and indicate enrichment of copper due to supergene processes.

**Keywords:** Sisorta, High Sulphidation Epithermal Gold Deposit, Stable Isotopes, Fluid Inclusion, Ar/Ar Dating.

**DANIELLE PLATOSU (KAMERUN) BOKSİTLERİNE AİT NADİR  
TOPRAK ELEMENTLERİ VE KÖKENSEL YORUMU**

**Daniel Ganyi Nyamsari, EbruPaksu, M.GürhanYalçın**

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi  
Antalya, dnyamsari@yahoo.com

**Özet:** Bu çalışmada, Kamerun Adamawa Bölgesindeki Danielle Platosu Boksit Provensinde bulunan yatağın, nadir toprak elementi içerikleri incelenerek kökenel yorum yapılmıştır. Bu kapsamda bölgeden alınan numunelerin ana, iz ve nadir toprak elementi içerikleri X-Işını Floresan tekniği ile belirlenmiştir. Örneklerdeki  $\sum$ NTE konsantrasyonu aralığı 109.1 – 448.6 ppm ve ortalama konsantrasyon ise 245.8 ppm'dir. Ayrıca bu örnekler bozunma indekslerinden dolayı Ruxton Oranı (R) ve Kimyasal Alterasyon İndeksi (KAİ) kullanılarak ölçülmüşlerdir. Danielle Platosu boksit örnekleri yoğun bozunmaya işaret eden  $R < 1$  ve  $CIA > 98$  ortalama değerlerini göstermektedir. Danielle Platosu'nun öncü kayacı ortaç pH'lı granitik kayaktan çok bazaltik kayalara daha yakın mafik ortaç kayadır. Bu da lateritik boksit yatağının, alanın taban kayalarının üstündeki bölgede bulunan bazaltik-andezitten oluştuğuna işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Boksit, nadir toprak elementleri, Danielle Platosu, kimyasal ayrışma, öncü kayacık

**REVIEW OF THE RARE EARTH ELEMENTS AND SOURCE OF  
THE DANIELLE BAUXITE PLATEAU, CAMEROON****Daniel Ganyi Nyamsari, Ebru Paksu, M.Gurhan Yalcin**Akdeniz University, Faculty of Engineering, Antalya  
dnyamsari@yahoo.com

**Abstract:** This work was carried out on the Danielle Bauxite plateau found in the Minim-Martap Bauxite province in the Adamawa Region of Cameroon, during which the rare earth element content and the source of the bauxite deposit was examined. The major, trace and rare earth elements in samples collected from the study area was determined with the use of XRF techniques. The  $\Sigma$ REE concentration in the samples ranges from 109.1 – 448.6 ppm with an average of concentration of 245.8 ppm. Also the Ruxton Ration (R) and the Chemical Index of Alteration (CIA) were used in calculating the level of rock alteration due to chemical weathering. The bauxite samples from the plateau indicated intense chemical weathering with average value of  $R < 1$  and  $CIA > 98$ . Investigation shows that the precursor rock of the Danielle Plateau were mafic intermediate rocks of intermediate pH, more closely to basalts than to granites. This indicates that, the lateritic bauxite deposit had probably formed from intense weathering of a basaltic andesite rock.

**Keywords:** Bauxite, rare earth elements, Danielle Plateau, chemical weathering, precursor rock

**IS THERE ANY “OROGENIC GOLD FLUID”? EXCEPTIONAL  
AU-RICH FLUID INCLUSIONS FROM THE KOLA SUPERDEEP  
BOREHOLE (SG-3)**

**David A. Banks<sup>1</sup>, Vsevolod Yu. Prokofiev<sup>2</sup>, Konstantin V. Lobanov<sup>2</sup>,  
Mikhail V. Chicherov<sup>2</sup>, Nikolay N. Akinfiyev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds, UK. d.a.banks@leeds.ac.uk

<sup>2</sup> Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry, Russian Academy of Sciences, Staromonetnyi per. 35, Moscow, 119017 Russia, vpr@igem.ru

**Abstract:** Core from the Kola super-deep borehole (SG-3, 12262 m depth) contains Archaean age gold-enriched rocks at depths between 9.5 and 11.0 km, originally at c. 17 km. These were overprinted by Proterozoic regional epidote-amphibolite facies metamorphism at 500-650 °C and 3.5-6 kbar. Fluid inclusions (FI) in vein quartz from 9907.5 m, within the gold enriched interval, are 3 distinct types: 1) gas inclusions of dense CO<sub>2</sub>, salinity c. 4wt. %-eq, 2) L-V aqueous inclusions, with salinities of c. 28 wt. % eq. NaCl<sub>2</sub>, Th between 137-185°C and 3) L-V-S inclusions (halite) with salinities of c. 31 wt. % eq. NaCl, with Thhalite from 231-123 °C and Thvapour from 107-185 °C. Elemental ratios (LA-ICP-MS individual FI's) of the 3-FI types are reasonably consistent and confirm the major cation are Na, K and Ca, with several 100's to a few thousand ppm of Fe, Cu, Zn, Pb in the higher salinity fluids. There are extremely high concentrations of Au in all FI types, the high salinity FI's average concentration is c. 300 ppm and as high as 2000 ppm. Thermodynamic simulations indicate such high Au concentrations correspond to a saturated solution of Au as chloride complexes at temperatures above 500 °C. Metamorphic fluids are produced by releasing small amounts of volatiles from large areas of crust, and there is uncertainty if there is sufficient fluid available to produce the gold deposits. We suggest the fluids here, could be a precursor of “Orogenic gold fluids” which at these Au concentrations would reduce the requirements for large volumes of metamorphic fluids to form such ore deposits.

**Keywords:** Orogenic gold, Fluid inclusions, LA-ICP-MS, Metamorphic fluid

**EXOTIC PEGMATITE FLUIDS: A PRECURSOR FOR  
“OROGENIC GOLD” MINERALIZATION?****David A. Banks<sup>1</sup> & Gülcan Bozkaya<sup>2</sup>**<sup>1</sup> School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds, UK. d.a.banks@leeds.ac.uk<sup>2</sup> Pamukkale University, Department of Geological Engineering, TR-20020 Denizli.  
gbozkaya@pau.edu.tr

The Alto Ligonha region of Mozambique contains economically important pegmatites in a NE trending zone of over 10,000 km<sup>2</sup>. The Muiane pegmatite is the largest in the region and is currently being exploited for Li and Ta. Exceptionally large CO<sub>2</sub> inclusions, of variable L/V ratios and density, contain numerous daughter? minerals of As, Sb, Be, B and others which are probably trapped solids. LA-ICP-MS analyses of the inclusions indicates concentrations of thousands to many tens of thousand ppm of Li, B, Cs, Sb and As which would be consistent with the presence of spodumene, lepidolite, eucryptite, petallite tourmaline and pollucite in the pegmatite. The mineralogy and fluid compositions show the conditions were unusually oxidising. Inclusions may be as large as 300-400 µm and this allows the composition of the vapour (CO<sub>2</sub> bubble) to be determined independently of the aqueous phase. High concentrations of gold (10's ppm) as particulates are associated with the CO<sub>2</sub>, but no gold is detected on analysis of the aqueous part of the inclusions. In effect gold nano particles are sticking to the CO<sub>2</sub> bubble (similar to froth floatation) having precipitated most likely, as the fluid in the inclusions cooled. The composition of these pegmatite fluids show many of the characteristics associated with Orogenic Gold deposits, typical enrichments of As, Sb, B, Bi, low salinity and substantial CO<sub>2</sub> concentrations. Mineralizing fluids from oxidised granitic magmas have been considered as possible sources for this type of mineralization as they ascend to ore horizons at shallower crustal levels.

**Keywords:** Pegmatite fluids, Fluid Inclusions, Arsenic, Gold, LA-ICP-MS

**ERKEN MİYOSEN YAŞLI AŞKALE (ERZURUM)  
EVAPORİTLERİNİN JEOKİMYASI VE İZOTOPIK ÖZELLİKLERİ,  
DOĞU ANADOLU (TÜRKİYE)**

**Emel Abdioğlu<sup>1,\*</sup>, Mehmet Arslan<sup>1</sup>, Cahit Helvacı<sup>2</sup>, İbrahim  
Gündoğan<sup>2</sup>, Didem Aydınçakır<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, abdioglu@ktu.edu.tr

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampusu, Buca 35160, İzmir

**Özet:** Aşkale (Erzurum) evaporitlerinin depolanma ortamları ve paleo-iklimsel koşullarının aydınlatılması için fasiyes analizi, mineralojik ve petrografik gözlemlere ek olarak tüm kayalık jeokimyası, S, O (SO<sub>4</sub>) ve Sr izotop çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Aşkale alt havzasında depolanmış bu evaporitik birimler; anhidritin hidratasyonu ile gelişmiş ikincil jips lithofasiyesleri, jips içeren kireçtaşı, kıltaşı ve marndan oluşmaktadır. Sabhka veya sık bir depolanma ortamını yansıtan masif, noduler, naduler-bantlı, laminalı, laminalı-bantlı ikincil jips litofasiyesleri, ayrıca tavuk-tel ve entrolitik yapılar da tespit edilmiştir. Ana, iz ve nadir element içerikleri evaporitik fazlara klastiklerin katkısını açık bir şekilde işaret etmektedir. Jips-anhidritce zengin örneklerin CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O ve MgO içerikleri sırasıyla %29.8-41.85, %0.01-0.13, %0.01-0.29 ve %0.02-2.55 arasında değişmektedir. MUQ'a (Queensland-Avusturalya allüvyal sediman bileşimi) normalize iz element değişimleri birbirine benzerdir. Sr ve Ba zenginleşmesi ile karakterize edilen dağılımlar denizel kökeni, epijenetik sölestin oluşumlarını ve karasal katkıyı işaret etmektedir. Kıltaşı, marn ve kireçtaşına ait MUQ'a normalize NTE yönsmeleri hafif negatif Ce (CeN/Ce\*=0.895-0.964) ve hafif negatif veya pozitif Eu (EuN/Eu\*=0.927-1.396) anomalisi ile düz bir yönseme gösterirler. Jips-anhidritce zengin evaporit örnekleri ise hafif/güçlü Ce (0.823-1.148) ve Eu (0.389-2.245) anomalileri ile değişken NTE değişimleri sunarlar. Örneklerin NTE yönsmeleri iklimsel değişimler veya tektonik aktivitelerden kaynaklanabilecek sık ve derin dönemleri işaret edebilir. Jips ve anhidrit örneklerinin  $\delta^{34}\text{S}_{\text{CDT}}$  ve  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$  değerleri, Messiniyen havzalarında gelişmiş Tersiyer denizel evaporitleri ile uyumlu olarak sırasıyla, %22.30 ile %25.62 (ortalama %23.22) ve %12.1 ile %19.1(ortalama %14.67) arasında değişir. Örneklerin Sr izotop oranları (<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr), 0.707475 ( $\Delta_{\text{SW}} = -169.8$ ) ile 0.708175 ( $\Delta_{\text{SW}} = -99.8$ ) arasındadır. Bu değerler, modern ve Messiniyen deniz suyu değerlerinden daha düşük olup havzaya taze su girdisini ifade edebilir. Sonuç olarak; sedimanter, mineralojik, petrografik, jeokimyasal ve izotopik veriler, Aşkale evaporitlerinin denizel olmayan akışkanlarla karışan bir denizel tuzlu su ortamında depolandığını ortaya koymaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Evaporit, jeokimya, oksijen, kükürt, stronsiyum izotopları

**GEOCHEMISTRY AND ISOTOPIC FEATURES OF THE EARLY  
MIOCENE AGED AŞKALE (ERZURUM) EVAPORITES, EASTERN  
ANATOLIA (TURKEY)**

**Emel Abdioglu<sup>1,\*</sup>, Mehmet Arslan<sup>1</sup>, Cahit Helvacı<sup>2</sup>, İbrahim  
Gündoğan<sup>2</sup>, Didem Aydınçakır<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Karadeniz Technical University, Department of Geology, TR-61080, Trabzon, abdioglu@ktu.edu.tr

<sup>2</sup> Dokuz Eylül University, Department of Geology, Tinaztepe Campus, Buca TR-35160, İzmir

**Abstract:** Detailed whole-rock geochemistry, S, O (SO<sub>4</sub>) and Sr isotopes in addition to facies analysis, mineralogical and petrographical determinations were provided to clarify depositional environments and paleoclimatological conditions of the Aşkale (Erzurum) evaporites. The evaporitic units deposited in the Aşkale sub-basin are comprised of secondary gypsum lithofacies formed by hydration of precursor anhydrite, gypsum-bearing limestone and claystone. The common secondary gypsum lithofacies are massive, nodular, nodular-banded, laminated and laminated-banded lithofacies as well as chicken-wire and rare entrolithic structures, suggesting a sabhka or a shallow water depositional environment. Major, trace and rare earth element contents clearly indicate contribution of clastic to evaporitic phases. CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O and MgO contents of the gypsum-anhydrite rich samples are 29.8-41.85, 0.01-0.13, 0.01-0.29 and 0.02-2.55 wt%, respectively. MUQ (alluvial sediment composition from Queensland, Australia) normalized trace element variations show some similarities with enrichment of Sr and Ba, linking with marine origin, epigenetic celestite formation and terrestrial input. MUQ normalized REE pattern of claystone, marl and limestone represent nearly flat pattern with slightly negative Ce (CeN/Ce\*=0.895-0.964) and slightly negative or positive Eu (EuN/Eu\*=0.927-1.396) anomalies while the gypsum-anhydrite rich evaporite samples show a variable REE pattern characterized fair/strong negative or positive Ce (0.823-1.148) and Eu (0.389-2.245) anomalies, that may indicate shallowing and deepening periods due to climatological changes and tectonic activity.  $\delta^{34}\text{S}_{\text{CDT}}$  and  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$  values of the gypsum-anhydrite samples range from 22.3‰ to 25.62‰ (mean 23.22‰) and from 12.1‰ to 19.1‰, respectively, similar to Tertiary marine evaporites evolved in the Messinian basins. The strontium isotope (<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr) ratios of the samples range from 0.707475 ( $\Delta_{\text{SW}} = -169.8$ ) to 0.708175 ( $\Delta_{\text{SW}} = -99.8$ ) which are similar but lower than modern and Messinian sea water composition that may refer to fresh water input to the basin. Overall, sedimentary, mineralogical, petrographical, geochemical and isotopic data indicate that the Aşkale evaporites were deposited in marine brine mixed with nonmarine fluids.

**Keywords:** Evaporite, geochemistry, oxygen, sulphur, strontium isotopes

## EROĞLU (KULA-MANİSA) ÇEVRESİNDEKİ PLASER RUTİL CEVHERLEŞMELERİNİN MİNERALOJİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**Emine Kübra Gül ve Mustafa Kuşcu**

Süleyman Demirel Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ISPARTA.  
emine\_kubra1989@windowslive.com

**Özet:** Çalışma alanı, Kula (Manisa)'nın yaklaşık 40 km güneydoğusundaki Eroğlu Köyü'nde 25 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yer almaktadır. Sahada alttan üste doğru; Neoproterozoyik yaşlı Eşme Formasyonu, bu birimi uyumsuz olarak üzerleyen Kuvaterner yaşlı güncel çökellerden oluşan dere alüvyonu, taraça ve yamaç molozları bulunmaktadır. Plaser rutil zuhurları; Gökhasanlı, Abdulağaçavuş-Kayraklı, Eroğlu-Koparanlı ve Kerimli-Çokkallar mevkiilerindeki taraça çökelleri ile dere yataklarında gözlenen alüvyonlar ve yamaçlar üzerindeki elüvyal birikintilerde gözlenmektedir. Sahadaki rutilli plaserlerin mineral parajenezlerini; kuvars, albit, biyotit, muskovit, ortoklaz, amfibol (aktinolit), garnet, kaolin, rutil, turmalin ve ilmenit oluşturmaktadır. Yamaçlarda bulunan rutilli elüvyal ve yamaç molozlarında gözlenen rutilli kuvars damarları da kuvars, rutil, ilmenit, feldispat ve muskovit minerallerini içermektedir. Çalışma sahasından derlenen rutil tanelerinin ana oksit ve iz element içerikleri; ortalama %94,22 TiO<sub>2</sub>, %1,60 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,53 SiO<sub>2</sub>, %0,26 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1308,65 ppm Nb, 969,00 ppm V, 451,55 ppm Cr, 178,90 ppm W, 87,75 ppm Ta, 77,25 ppm Zr, 67,00 ppm Sn ve 3,70 ppm Hf olarak belirlenmiştir. Jeokimyasal analiz sonuçları; rutil numunelerinin Fe, Nb, V, W, Ta, Zr, ve Sn, bakımından zengin olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, rutil içindeki Zr termometresi yöntemi ile rutilli kuvars damarları oluşumu için 505- 589 ° C aralığında bir model sıcaklık değeri elde edilmiştir. Arazi gözlemleri ile rutillerin şistleri (metapelitleri) kesen pegmatitik kuvars damarları içerisinde bulunduğu ve bu damarların parçalanıp aşınmasıyla elüvyal, taraça ve dere yataklarındaki kırıntılı tortullar içerisine geldiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Eroğlu, Manisa, Plaser Rutil, Mineraloji, Jeokimya



**MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF  
PLACER RUTILE MINERALIZATION AROUND EROĞLU (KULA-  
MANİSA)**

**Emine Kübra Gül ve Mustafa Kuşçu**

Süleyman Demirel Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ISPARTA  
emine\_kubra1989@windowslive.com

**Abstract:** The study area covers an area of about 25 km<sup>2</sup> in Eroğlu village in about 40 km from Kula, Manisa. In stratigraphic sequence the Proterozoic age Eşme formation is unconformably overlain by alluvial river, terrane and debris of Quaternary age. Placer rutile mineralization is observed in alluvial and alluvial deposits along the stream and terraces around Gökhasanlı, Abdulahçavuş-Kayraklı, Eroğlu-Koparanlı and Kerimli-Çokkallar. Mineral paragenesis of rutile bearing placers consists of quartz, albite, biotite, muscovite, orthoclase, amphibole, garnet, kaolinite, rutile, tourmaline, and ilmenite. Rutile-bearing quartz veins occurring in alluvial and debris contain quartz, rutile, ilmenite, feldspar, and muscovite minerals. The average concentrations of major oxides and trace elements of rutile grains collected from the study area were as follows 94,22% TiO<sub>2</sub>, 1,60% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,53% SiO<sub>2</sub>, 0,26% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1308,65 ppm Nb, 969,00 ppm V, 451,55 ppm Cr, 178,90 ppm W, 87,75 ppm Ta, 77,25 ppm Zr, 67,00 ppm Sn, and 3,70 ppm Hf. Geochemical analysis results indicate that rutile samples are rich in Fe, Nb, V, W, Ta, Zr, and Sn. Besides, formation temperature for rutile-bearing quartz veins were calculated using the Zr thermometer method of rutile that range from 505 to 589°C. From the field observations, it was determined that rutile is contained in the pegmatitic quartz veins cutting through the schists (metapelites) and sourced the clastic sediments in the form of both alluvial and alluvial deposits through erosion of disintegration of the pegmatitic quartz veins.

**Keywords:** Eroğlu, Manisa, Placer Rutile, Mineralogy, Geochemistry

## EPİTERMAL ALTIN YATAĞINA KANIT AÇISINDAN KUVARS KRİSTALİNİN ANATOMİSİ

Gülcan Bozkaya<sup>1</sup> ve David A. Banks<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-20020 Denizli. gbozkaya@pau.edu.tr

<sup>2</sup>School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds, LS2 9JT, UK. d.a.banks@leeds.ac.uk

**Özet:** Biga yarımadasında yer alan Arapuçandere düşük/orta sülfid (Pb-Zn-Cu) yatağı Batı Anadolu’da gözlenen diğer yataklara benzer özelliklere sahiptir. Cevherleşme büyük ölçüde magmatik kökenli cevher oluşturuvcu çözeltilerin soğumasına yol açan litostatik ve hidrostatik basınçlar arasındaki değişimler (adyabatik genişleme) sonucu oluşmuştur. Cevher damarları hidrostatik basınç nedeniyle yan kayaçtan boşluklara doğru büyümüş santimetre boyutundaki özşekilli kuvars kristalleri içermektedir. Kristallerin taramalı elektron mikroskop katodoluminesans görüntüleri, kuvars oluşumu ve ilişkili cevherleşmedeki farklılıkları ortaya koymuştur. Başlangıçta çökelim, zayıf gelişmiş dokusu, çok sayıda sıvı kapanımlar ve bazı sülfid ve altın oluşumlarıyla ilişkili olup, düzensiz (kaotik) bir karaktere sahiptir. Kristallerin büyük çoğunluğu iyi gelişmiş mikron-boyutlu büyüme bantları sergilemekte ve bazı büyüme periyotları cevherleşme içermemektedir. Bu tür dokular sıvı kapanımlarının olmadığı ve mükemmel yakın kristal büyümesine yol açan sıvıyla dengeye yakın koşullarda meydana gelen yavaş büyümeler için tipiktir. Bununla birlikte, büyüme normale döndükten sonra kuvars yüzeyleri üzerindeki 0.5-1 cm’den büyük büyüme zonlarında çok sayıda kapanlanmış onlarca mikron boyutlu büyük ölçekli periyotlar bulunmaktadır. Çözeltiler yaklaşık 300°C ve %2 NaCl eşdeğeri tuzluluğa sahip olup, kuvars üzerinde yüksek sıcaklık gaz fazının birikmesine işaret edebilir. Kapanımlar barit ve kalsit ile birlikte kız (daughter) kristaller şeklinde Au veya Au-Ag-Cu alaşımları da içermektedir. En büyük altın tanesi yaklaşık 1µm olmakla birlikte, genellikle çok daha küçük boyutlara sahiptir. Bu çalışma, epitermal sistemlerde yer alan yüksek tenörlü cevherleşme bölgelerindeki “kaynama zonlarında” basınç-sıcaklık koşullarında temel bir değişimin varlığını düşündürmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Altın, Sıvı Kapanımlar, Kuvars-Katodoluminesans, Gaz-Taşınımı

**ANATOMY OF A QUARTZ CRYSTAL: EVIDENCE FOR  
EPITHERMAL GOLD DEPOSITION****Gülcan Bozkaya<sup>1</sup> and David A. Banks<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Pamukkale University, Department of Geological Engineering, TR-20020 Denizli.<sup>2</sup>School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds, LS2 9JT, UK.  
gbozkaya@pau.edu.tr, d.a.banks@leeds.ac.uk

**Abstract:** The Arapucandere low/intermediate sulphidation (Pb-Zn-Cu) deposit, in the Biga Peninsula, has characteristics common to other deposits in the region and Western Turkey in general. Mineralization results from pressure variations between lithostatic and hydrostatic (and lower) leading to adiabatic expansion and cooling of the ore fluid, which is largely of magmatic origin. Veins contain centimeter-size euhedral quartz crystals growing from wall-rocks into free space of veins at hydrostatic pressure. Scanning electron microscope cathodoluminescence images of whole crystals show differences in quartz deposition and associated mineralization. Initial deposition was chaotic, with poorly defined textures, large numbers of fluid inclusions, and associated with some sulphides and gold. The majority of the crystals show well defined micron-scale growth banding and several distinct periods of such growth from which mineralization is absent. Such textures are typical of slow growth at close to equilibrium with the fluid leading to almost perfect crystal growth and the absence of trapped fluid inclusions. However, there are periods of trapping numerous large (several 10's of microns) fluid inclusions over 0.5 -1 cm growth zones on the leading quartz faces, after which growth returns to normal. Fluids are c. 300°C and with salinities of c. 2wt% NaCl and may represent the condensation of a higher temperature vapour phase on the quartz. The inclusions contain Au or Au-Ag-Cu alloys as daughter crystals in the inclusions along with baryte and calcite. The largest gold particles are c. 1µm but commonly are much smaller. We suggest there is a fundamental change in P-T conditions that correspond to larger scale processes in the “boiling zones” where high grade mineralization is located in epithermal systems.

**Keywords:** Gold, Fluid Inclusions, Quartz-Cathodoluminescence, Vapour-Transport

## HARMANCIK GÜNEYİ (BURSA, TÜRKİYE) KROMİT CEVHERLEŞMELERİNİN PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Gürkan BACAK<sup>1</sup>, Bektaş UZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>B. Ecevit Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl. , Zonguldak. gbacak@beun.edu.tr

<sup>2</sup>İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Müh. Böl. İstanbul

**Özet:** İnceleme konusu kromitler, Harmancık (Bursa, Türkiye) ofiyolitine ait ultrabazik birim içerisinde yer alan dunit ve harzburjitlerle ilişkili kromit cevherleşmeleridir. Kuzeybatı Anadolu'da, İzmir–Ankara Kenet kuşağı (İAKK) içerisinde yer alan inceleme alanı, kuzey Pontidlere dahil olan Sakarya Zonu ile sınırlanır, güneyinde ise Afyon Zonu ve Menderes Metamorfik Masifi bulunur. İAKK'nda, Mesozoyik'te var olan Neotetis okyanusunun kuzey kolunun kalıntıları (ofiyolit dilimleri) gözlenir. Ultrabazik birimin geçirmiş olduğu tektonik deformasyonlar sonucunda kromit cevherleşmelerinde yoğun faylanma, kırıklanma, ezilme, sürüklenme ve kıvrımlanma yapıları gelişmiştir. Bu nedenle, kromit cevherlerinde ilksel konum ve cevher kalınlığında yersel değişimler izlenebilmektedir. Kromitler, harzburjitler içerisindeki damar ve merceksi yapılı serpantinleşmiş dunitlerle ilişkilidirler. Dunit mercceklerinin boyutları 20–300 m. arasında değişmektedir. Cevherleşmeler masif, saçınımlı ve az oranda nodüler yapıdadır. Ortalama krom tenörü tüvenan cevherde %55 ağırlıkta  $Cr_2O_3$ 'den fazladır. Mikroskopik incelemelerde, kromit kristalleri, plastik deformasyonlar sonucunda gelişmiş kataklastik dokuda 0.5-2 mm. boyutlu olup, bol oranda kırıklanma, yer yer uzama, ve çek–ayırt yapılarının geliştiği izlenmiştir. Kromit kristallerinin etrafında ve çatlaklarında krizotil ve antigoritler yer almaktadır. Kromit kristallerinde açık ve net bir ayrışım izlenmemiştir. Kromit kristallerine ait mikroprob analiz sonuçlarından  $Cr_2O_3$  (%ağırlık. 55-66) ve  $Al_2O_3$  (% ağırlık. 6-6.6) içerikleri ve Alpin tipi, ferrik kromit özelliğinde oldukları tespit edilmiştir. Koca Maden kromit oluşumları, yay önü ortamı yansıtmaktadır. Yüksek krom içeriği ani sıcaklık artışıyla birlikte, okyanusal sırta yayılma hızının fazla olması ve hızlı magma yükselimini gerektirmektedir. Sonuçta, bölgedeki kromitler ofiyolit dizisinin ultramafik tektonit bölümünde yer alan, yoğun tektonik ve plastik deformasyon izleri taşıyan podiform tipi (Alpin tipi) cevherleşmelerdir. Özellikle kromitler, saha jeolojisi, mineralojik–petrografik ve jeokimyasal verilere ( $Cr \# > 0.6$ ,  $Ti < 0.1$  %) göre Neotetis okyanusunun kuzey kolunun kapanmasıyla ilişkili olarak yitim zonu üstü (YZÜ/SSZ) ortamında oluşmuşlardır.

**Anahtar Kelimeler:** İzmir–Ankara Kenet Kuşağı, Harmancık (Bursa, Türkiye) ofiyoliti, Podiform–tipi kromit, Yitim Zonu, Neotetis

**PETROGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL  
CHARACTERISTICS OF CHROMITE DEPOSITS, THE  
SOUTHERN SIDE OF HARMANCIK (BURSA, TURKEY)**

**Gürkan Bacak<sup>1</sup> & Bektaş Uz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>B. Ecevit University Eng. Faculty, Dept. of Geological Eng., Zonguldak. gbacak@beun.edu.tr

<sup>2</sup>ITÜ Faculty of Mines, Dept. of Geological Eng., Istanbul

**Abstract:** Main topic of the study is about chromite deposits associated with dunites, harzburgites within the ultrabasic unit of ophiolitic association located in the region of Harmancık–Bursa (Turkey). The region within the İzmir–Ankara Suture Zone (IASZ), located in the NW Anatolia. On the northern side of the region, the Sakarya zone, included in Pontides and on the southern side, the Afyon zone and Menderes metamorphic massif are surrounded. Moreover İzmir–Ankara Suture Zone (IASZ) is represent remnants of the Neotethys ocean. Dense faulting, fracturing, crushing, trailing and folding structures were formed on the body of the chromite deposits by the effect of tectonic and plastic deformations of the ultrabasic unit. Thus locally variations can be seen on the initial magmatic position and thickness of the chromite deposits. Chromite deposits are typically surrounded by serpentinized dunite halos beyond which the country rock is serpentinized harzburgites. Dunite lenses are 20–300 m. in size. The ore deposits are vein and lens shaped and massive, disseminated, less amount of nodular in structure. The average chromium content within the chromite ore is more than 55% wt Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. From the microscopic studies of the chromite samples, 0.5–2 mm. sized abundant fractured, locally lengthened, trailed and pull–apart structured grains were observed under the cataclastic textures. Around the grains and within the fissures chrysotiles and antigorites are found. In addition obvious alteration could not be observed on the chromite grains. According to geochemical consideration and commentary of chromite microprobe analysis it was determined that the chromite samples are of ferric chromite character, Alpine type and the average Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contents are change between 55–66% wt. Koca Maden chromite deposits are of fore-arc origin with respect to their Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (55–66 % wt) and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (6–6.6 % wt) contents. High value chromium content of chromites is require to sudden increasing of temperature, high value of spreading velocity and ascent speed of magma at the oceanic ridges. Consequently, chromite deposits are found in tectonic ultramafic section of an ophiolitic sequences and podiform type (Alpin) deposits which exhibit dense tectonic and plastic deformation trails. Especially chromites were formed at the supra-subduction zone (SSZ) according to available field geological, mineralogical–petrographical and geochemical evidences (Cr #>0.6, Ti<0.1 %), related to closing of the northern branch of the Neotethys Ocean.

**Keywords:** İzmir–Ankara Suture Zone, Harmancık (Bursa, Türkiye) ophiolite, Podiform–type chromite, SSZ, Neotethys

## ÖRENAĞIL (BATMAN, GD- ANADOLU) BARİT CEVHERLEŞMESİNİN PETROKİMYASI

H. Alim Baran<sup>1</sup>, Mustafa Kumral<sup>2</sup>, Salih Dinç<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Batman Üniversitesi, Batman. alimbaran@gmail.com

<sup>2</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

**Özet:** Örenağıl barit cevherleşmesi, ülkemizde önemli maden yataklarına ev sahipliği yapmasıyla tanınan Bitlis metamorfiklerinin Orta Devoniyen yaşlı Meydan Formasyonu içerisinde oluşmuştur. Cevherleşme genellikle yan kayaçları olan kireçtaşlarıyla uyumlu olarak görünen demirli minerallerin baskın olduğu bir zon içerisinde bulunur. Cevher içeren bu demirli zon bazen de Maden Formasyonunun diğer üyeleri olan metamorfik birimleri kesen fay zonları, kırık ve çatlaklarda gözlenmektedir. Kireçtaşları içerisinde gözlenen demirli zonu kalınlığı birkaç metreyi bulabilmekte iken metamorfik birimlerin içerisindeki zonu kalınlığı 1 santimetreden 30 santimetreye kadar değişmektedir. İnceleme alanında barit cevherleşmesine eşlik eden sülfürlü minerallerin varlığına da rastlanmıştır. Bu mineraller genellikle demirli, baritli zonda santimetre ölçeğine varan boyutlarda, nadiren de yan kayaçları kesen kırık, fay gibi süreksizlik zonlarında saçınımlı olarak gözlenmektedir. Mineral parajenezinin barit, pirit, kalkopirit, sfalerit, bornit, ±kalkozin, ±kovellin, ±malakit, ±azurit, ±manyetit, götit, hematit ve limonitten oluştuğu belirlenmiştir. Cevherleşmenin baryum konsantrasyon oranı % 25 den 61'e kadar olmasına karşın yan kayaçlarda önemli bir baryum konsantrasyonuna rastlanmamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Güney Doğu Anadolu, Barit kimyası, Bitlis Metamorfitleri, Hematit.

**PETROCHEMISTRY OF ÖRENAĞIL (BATMAN, SE-ANATOLIA) BARITE MINERALIZATION****H. Alim Baran<sup>1</sup>, Mustafa Kumral<sup>2</sup>, Salih Dinç<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Batman University, Batman. alimbaran@gmail.com<sup>2</sup>Istanbul Technical University, İstanbul

**Abstract:** Örenağil barite deposit is occurred in Middle Devonian age Meydan formation of Bitlis metamorphics that is known to have hosted significant ore deposits in Turkey. Mineralization is generally located in ironed minerals dominated zone which are seen to be concordant with limestone having host rocks. The mineralized ironed zone is sometimes seen throughout fracture and fault zone within the metamorphic rocks of Meydan Formation. While thickness of ironed zone within limestone may be a few meter and the thickness of these zones within metamorphic units varies from 1 centimeter up to 30 centimeters. Sulphured minerals are also can be seen within the barite mineralization in the investigation area. While these mineral formations are generally seen on centimeter scaled in ironed and barite bearing zone, they rarely disseminated in fracture and fault zone through the host rocks. All the geological, mineralogical and chemical investigations reveal that the mineral assemblages of the main ore formations consist of barite, pyrite, chalcopyrite, sphalerite, bornite, ±chalcocite, ±covellite, malachite, azurite, ±magnetite, gothite, hematite and limonite. Although the barium concentration ranges from 25 to 61 wt.% in mineralized veins, there is no important concentration in host rocks.

**Keywords:** South East Anatolia, Barite chemistry, Bitlis Metamorphics, Hematite.

**GEOCHEMICAL INVESTIGATION OF FE-(PB-ZN-CU-ZN-BA)  
DEPOSIT OF ZACCAR, MILIANA, AIN DEFLA, ALGERIA**

**H. Chaa and A. Boutaleb**

Metallogeny laboratory - FSTGAT - USTHB - ALGERIA  
chaahalima@yahoo.fr, abdelhak\_boutaleb@yahoo.fr

**Abstract:** Zaccar deposit is situated in tellien domain, west of Algeria, it is underlined by Paleozoic to quaternary stratigraphic sequence which forms part of stream Chélif's basin. It includes very varied features and presents significant tectonics. In Zaccar deposit we can define two types of mineralization: one contains significant iron mineralization (siderite, hematite, limonite, goethite), and the other one, it be observed minor ore of Pb-Zn-Cu and Ba (galena, sphalerite lead-gray, chalcopyrite, malachite, azurite and barite). These mineralizations are boxed in the marmoreal limestone and considered by the former authors (Mattauer, 1952) as being Mesozoic (Jurassic). The microthermometry study of primary fluid inclusion trapped in quartz shows the existence of cavities with dominant of aqueous phase, a bubble of gas and cube of halite, the temperature of homogenization fluctuates between 300°C and 330°C which suggests that the salinity of the fluids mineralization fluctuate between 38,2 and 39,8 % éq. NaCl, probably, this mineralization are associated the expulsion of hot and saline fluid of chelif's basin.

**Keywords:** Zaccar, iron polymetallic Mineralization, fluids Inclusion.



## TÜRKİYE OFİYOLİTLERİ İLE İLİŞKİLİ PODİFORM KROMİTİTLERİN Cr–PGE İÇERİKLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

**İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Recep Melih Akmaz<sup>2</sup>, Samet Saka<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 61080 Trabzon, Türkiye  
(uysal.ibrahim@gmail.com) (sakasamet61@gmail.com)

<sup>2</sup>Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Bülent Ecevit Üniversitesi, 67100 Zonguldak, Türkiye  
(rmelih.akmaz@beun.edu.tr)

**Özet:** Ofiyolitik kromititler, Plâtin Grubu Element (PGE) potansiyelleri gözönüne alınarak son otuz yıldır ilgi odağı hâline gelmiştir. Her ne kadar şu ana kadar rapor edilen PGE bollukları çoklukla yarı ekonomik IPGE'ler (Os, Ir, Ru) bakımından kısmi zenginleşmeler sunsa da, bazı lokasyonlarda daha değerli PPGE (Rh, Pt, Pd) zenginleşmelerine az da olsa rastlanılmıştır. Türkiye'deki önemli kromit üretim alanlarından derlenen yaklaşık 500 adet kromitit örneğinin toplam pge (Os, Ir, Ru, Rh, Pt, Pd) konsantrasyonları 28 ilâ 1305 ppb arasında değişir (ortalama 250-300 ppb). Cr'ca zengin kromititler toplam PGE içerikleri bakımından Al'ca zengin kromititlere göre kısmi bir zenginleşme sunmakta olup, manto peridotitleri ile ilişkili kromititler kondrit değerlerine normalleştirilmiş diyagramlarda PPGE (rh, pt, pd) içerikleri bakımından ipge (Os, Ir, Ru) içeriklerine göre kısmi bir tüketilme sunar. Buna karşılık, analiz edilen bazı kromitit örneklerinde, ofiyolitik kromititler için karakteristik olmayan Pd, nadiren de Rh ve Pt zenginleşmeleri gözlenmiştir. Şu ana kadar incelenen tüm kromitit örnekleri bünyesinde yaklaşık 700 adet oldukça küçük boyutlu plâtin grubu mineral (pgm) belirlenmiştir. Kromit kristallerinde en bol bulunan PGM fazları küçük kapanımlar (<10 µm) şeklinde Ru–Ir–Os sülfidler, sülfarsenitler ve alaşımlardır. son yıllarda yürütülen çalışmalar sırasında GD Türkiye ofiyolitleri ile ilişkili bazı lokasyonlardan elde edilen Cr'ca zengin kromitit örneklerinde toplam PGE içeriğinin 13 ppm'lere ulaştığı belirlenmiştir. IPGE/PPGE oranlarının oldukça yüksek olduğu (yaklaşık 72) kromititlere ait kromit kristalleri bünyesinde, ebatları 100 µm'akadar ulaşabilen nis fazları ile ilişkili Ru'ca zengin çok sayıda laurit kristali gözlenmiştir. Düşük PGE konsantrasyonları ve küçük ebatlı PGM'lerin varlığı, incelenen Türkiye kromititlerinin krom üretimi açısından ekonomik önem arz etmesine rağmen, PGE üretimi açısından sadece gelecek yıllarda bir potansiyel teşkil edebileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ofiyolit, Kromitit, Plâtin Grubu Element, Plâtin Grubu Mineral

*Bu çalışma kısmen TÜBİTAK 109Y219 numaralı proje ile desteklenmiştir.*

## AN OVERVIEW TO THE Cr–PGE MINERALIZATION OF THE PODIFORM CHROMITITES FROM THE TURKISH OPHIOLITES

**İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Recep Melih Akmaz<sup>2</sup>, Samet Saka<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Geological Engineering, Karadeniz Technical University, 61080 Trabzon, Turkey  
(uysal.ibrahim@gmail.com) (sakasamet61@gmail.com)

<sup>2</sup>Department of Geological Engineering, Bülent Ecevit University, 67100 Zonguldak, Turkey  
(rmelih.akmaz@beun.edu.tr)

**Abstract:** During the last three decades, ophiolitic chromitites have become a potential target for the recovery of platinum-group elements (PGE). Although so-far reported concentrations are usually sub-economic with prevalence of the low-priced IPGE (Os, Ir, Ru), enrichment in the more precious Pt, Pd and Rh has also been locally observed. About 500 pge analyses are available for the investigated chromitites from the main chromite production areas of the Turkey. The total PGE (Os, Ir, Ru, Rh, Pt, Pd) concentrations range between 28 and 1305 ppb, with an average value of 250-300 ppb. The Cr-rich chromitites have slightly elevated total PGE contents, and the majority of the mantle-hosted ophiolitic chromitites, display enrichment in Os+Ir+Ru (IPGE) relatively to Rh+Pd+Pt (PPGE), with an overall negative slope on the c1-chondrite normalized PGE patterns. However, some of the analyzed chromitites are characterized by an unusual enrichment in Pd and, in few cases in Rh and Pt. Small grains of about 700 platinum group mineral (PGM) grains have been encountered in all the investigated chromitites. The most abundant pgm are Ru-Ir-Os sulfides, sulfarsenides and alloys, occurring as minute inclusions (<10 µm) in chromite. However, recent investigations on se turkish chromitites have shown that Cr-rich podiform chromitities from few localities were characterized by extremely enriched total PGE (up to 13 ppm), showing extreme IPGE/PPGE fractionation ratio of up to 72. Consistently, these chromitites contain great number of PGM, reaching up to 100 microns in size and mostly characterized by Ru-rich laurite grains associated in most cases by nis phases. Owing to the low PGE concentration and small size of the PGM, the investigated Turkish chromitites, although economically important for chromium recovery, represent only a future potential target for PGE exploration.

**Keywords:** Ophiolite, Chromitite, Platinum Group Element, Platinum Group Mineral

*This study was partly supported by TUBITAK #109Y219 project.*

**YOZGAT BÖLGESİ MANGANEZ YATAKLARININ  
JEOKİMYASAL VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİ, TÜRKİYE****İsmail Koçak<sup>1</sup>, Nursel Öksüz<sup>2</sup>, Uğur Temiz<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup>Bozok Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yozgat  
ismail.kocak@bozok.edu.tr, nursel.oksuz@bozok.edu.tr, ugur.temiz@bozok.edu.tr

**Özet:** Çalışma alanı, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin (OAKK) kuzeyinde yer alan ve İzmir-Ankara-Erzincan süturu ile sınırlanan zon içerisinde yer almaktadır. OAKK'nin içerisinde bulunduğu Anatolid-Torid kıtası, Geç Kretase boyunca "taban blok" konumundadır. Bu kıta üzerine ofiyolitik birimler ve ofiyolitik melanj tektonik dilimleri yerleşmiştir. Çalışma alanında yüzeyleyen cevherleşmeler de bu yerleşimin kanıtlarını sunan ve Artova ofiyolitik kompleksi olarak tanımlanan ofiyolitler içerisinde yer alır. Cevherleşmeler, ofiyolitlere bağlı olarak gelişen radyolaritler içerisinde bantlı, laminalı ve mercek şeklindedir ve yoğun kırıklı, çatlaklı, kıvrımlı yapı göstermektedir. Derbent, Cihanpaşa, Baltasarlar, Büyük mahal, Eymir ve Kadışehri (Tarhana köyü) olmak üzere altı farklı bölgede yer alan cevherleşmelerde pirolusit, psilomelan, manganit, braunit, ana parajenezi oluştururken, jacobsit, manyetit, limonit ve götit minör oranda bulunur. Çalışma alanında gözlenen cevherleşmelerdeki iz element konsantrasyonları genel olarak düşük değerler sunarken Ba, Sr, V değerleri yüksek konsantrasyondadır. Bu durum hidrotermal oluşumu destekler niteliktedir. Bunun yanında yalnızca Derbent ve Tarhana bölgesindeki cevherleşmeler hem pozitif hem negatif Eu anomalisi göstererek hidrotermal akışkanın deniz suyu ile seyreltiğini (deniz suyunun karıştığını) ifade eder. Bununla birlikte diğer bölgelerdeki negatif Eu anomalisi hidrotermal oluşumu desteklemektedir. Ayrıca Cihanpaşa ve Büyük mahal cevherleşmeleri negatif Ce anomalisi ile düşük sıcaklıkta oluşmuş hidrotermal bir cevherleşmeyi işaret ederken, diğer yataklarda gözlenen hem pozitif hem negatif Ce anomalisi cevherleşmede hidrotermal ve hidrojenetik süreçlerin her ikisinin de etkili olduğunu göstermektedir. Cevherleşmelerdeki ΣHNTE değerlerinin ΣANTE' den daha yüksek değerler sunması hidrotermal bir oluşumu işaret eder. Sonuç olarak çalışma alanında yer alan manganiz cevherleşmelerinin hidrotermal ve hidrojenetik süreçler sonucunda oluştuğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Manganiz, jeokimya, hidrojenetik, hidrotermal, Yozgat (Türkiye)

**GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND TECTONICS  
FEATURES OF MANGANESE DEPOSITS, YOZGAT REGION,  
TURKEY**

**İsmail Koçak<sup>1</sup>, Nursel Öksüz<sup>2</sup>, Uğur Temiz<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>*Department of Geological Engineering, Bozok University, Yozgat*  
*ismail.kocak@bozok.edu.tr, nursel.oksuz@bozok.edu.tr, ugur.temiz@bozok.edu.tr*

**Abstract:** The study area located in the north of the Central Anatolian Crystalline Complex (CACC) is in the zone that is bounded by Izmir-Ankara-Erzincan suture zone. The CACC, part of Anatolide-Tauride terrane, is situated in footwall position during the Late Cretaceous. The ophiolite units and tectonic slices of ophiolitic mélangé are overlying on this terrane. Mineralization in the study area occurs in the ophiolitic units which are described as Artova ophiolite complex and are also the evidence of this obduction. Mineralization occurs as banded, laminated and lens-shaped within radiolarites related to the ophiolite and shows intensely fractured, fissured and curved structure. While pyrolusite, psilomelane, manganite, braunite compose the main paragenesis of the mineralizations that occurs in six regions (Derbent, Cihanpaşa, Baltasarılar, Büyükmahal, Eymir ve Kadişehri -Tarhana Village), jacobsonite, magnetite, limonite and goethite present minor amount in these regions. Trace elements concentrations of the mineralizations observed in this study are generally low whereas Ba, Sr, V shows high values. This situation supports the hydrothermal process. Besides, mineralizations only those in Derbent and Tarhana areas indicating both positive and negative Eu anomaly refer to hydrothermal fluids origin that are diluted by seawater (the mixing of sea water). However, negative Eu anomalies support hydrothermal process in those of the other regions. Also, negative Ce anomalies in Cihanpaşa and Büyükmahal mineralization point out the formation at low temperatures of hydrothermal mineralization, both positive and negative Ce anomalies observed in the other deposits show that these anomalies affect both by hydrogenetic and hydrothermal process.  $\Sigma$ LREE values in the mineralization is higher than  $\Sigma$ HREE and this indicates a hydrothermal process. In conclusion, manganese mineralizations in the study area are considered that these mineralizations occur as a result of hydrothermal and hydrogenetic processes.

**Keywords:** Manganese, geochemistry, hydrogenetic, hydrothermal, Yozgat (Turkey)

## DERVİŞLİ (EŞME-UŞAK) PLASER RUTİL OLUŞUMLARININ MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**Kayhan IŞIK ve Oya CENGİZ**

*Süleyman Demirel Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ISPARTA  
ik.kayhan@yahoo.com, oyacengiz@sdu.edu.tr*

**Özet:** Çalışma alanı, Eşme (Uşak)'nin yaklaşık 10 km kuzeybatısındaki Dervişli köyünde 30 km<sup>2</sup>lik bir alanda yer almaktadır. Sahada alttan üste doğru; Neoproterozoyik yaşlı Eşme Formasyonu, bu birimi uyumsuz olarak gelen Neojen yaşlı Ahmetler Formasyonu'nun Balçıklıdere Üyesi ve en üstte de Kuvaterner yaşlı güncel çökellerden dere alüvyonu, taraça ve yamaç molozları bulunmaktadır. Plaser rutil oluşumları; Karaöz deresi, Hacıhüseyinli, Molla Süleymanlı ve Gökhasanlı mevkiindeki taraça çökelleri ile dere yataklarında gözlenen alüvyonlar ve yamaçlar üzerindeki elüvyal birikintilerde gözlenmektedir. Sahadaki rutilli plaserlerin mineral birliğini; kuvars, albit, biyotit, muskovit, ortoklas, amfibolit (aktinolit), granat, kaolen, rutil, turmalin ve ilmenit oluşturmaktadır. Yamaçlarda bulunan rutilli elüvyal ve yamaç molozlarında gözlenen rutilli kuvars damarlarında kuvars, rutil, ilmenit, feldispat ve muskovit minerallerini içerir. Çalışma sahasından derlenen rutil tanelerinin anaoksit ve iz element içerikleri; ortalama%93,95 TiO<sub>2</sub>, %1,52 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,60 SiO<sub>2</sub>, %0,30 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1538,05 ppm Nb, 989,75 ppm V, 395,07 ppm Cr, 203,82 ppm W, 99,70 ppm Ta, 68,52 ppm Zr, 63,75ppm Sn ve 3,50 ppm Hf olarak belirlenmiştir. Jeokimyasal analiz sonuçları; rutil numunelerinin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Nb, V, W, Ta, Zr, Hf ve Sn bakımından zengin olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, rutil içindeki Zr termometresi yöntemi ile 529-535°C arasında bir sıcaklık değeri elde edilmiştir. Arazi gözlemleri ile rutilerin şistleri (metapelitleri) kesen pegmatitik kuvars damarları içerisinde bulunduğu ve bu damarların parçalanıp aşınmasıyla elüvyal taraça ve dere yataklarındaki kırıntılı tortullar içerisine geldiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Dervişli, Uşak, Plaser Rutil, Mineralojik ve Jeokimyasal İçerikleri

**MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS  
OF PLACER RUTILE OCCURRENCES IN THE DERVİŞLİ (EŞME-  
UŞAK) AREA**

**Kayhan IŞIK ve Oya CENGİZ**

Süleyman Demirel Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ISPARTA  
ik.kayhan@yahoo.com, oyacengiz@sdu.edu.tr

**Abstract:** The study area is located in an area of 30km<sup>2</sup> in Dervişli village in approximately 10 km the northwest of Eşme, Uşak. From the bottom towards to top in the field; it is located that the Proterozoic aged Eşme formation is unconformably overlain by Neogene Balçıklıdere Member of Ahmetler formation and uppermost is settled by alluvial river, terranes and slope debris deposits of Quaternary actual deposits. Placer rutile occurrences are observed in which elluvial accumulations on alluviums and slopes are located on stream deposits of to terrace sediments on sites of Karaöz stream and locations of Hacıhüseyinli, Mollasüleymanlı, and Gökhasanlı. Mineral assemblages of rutile bearing placers in the study area contain quartz, albite, biotite, muscovite, orthoclase, amphibolite (actinolite), garnet, kaolinite, rutile, tourmaline, and ilmenite. Quartz veins with rutile present in deposits of elluvial and slope debris include quartz, rutile, ilmenite, feldspar, and muscovite. The contents of major oxides and trace elements of rutile grains collected from the study area were determined as an average 93,95% TiO<sub>2</sub>, 1,52% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,60% SiO<sub>2</sub>, 0,30% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1538,05 ppm Nb, 989,75 ppm V, 395,07 ppm Cr, 203,82 ppm W, 99,70 ppm Ta, 68,52 ppm Zr, 63,75 ppm Sn and 3,50 ppm Hf. Geochemical analysis results show that rutile samples are rich in terms of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Nb, V, W, Ta, Zr, Hf, and Sn. In addition, temperature values of between 529°C and 535°C were obtained by Zr thermometer method of rutile. According to field observations, it was determined that rutile is found in pegmatitic quartz veins cutting schists (metapellites) and come into clastic sediments in elluvial terrane and stream deposits by erosion of disintegrated of these veins.

**Keywords:** Dervişli, Uşak, Placer Rutile, Mineralogical and Geochemical Contents

## ŞAPHANEDAĞIBÖLGESİ (GEDİZ/KÜTAHYA, BATIANADOLU, TÜRKİYE)'NDEN NI-LATERİTİNJEOKİMYASI

**M.Selman Aydoğan**

Balıkesir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Balıkesir. selmanbaklan@hotmail.com

**Özet:** Türkiye'deki ofiyolitlerin dağılımı doğu-batı gidişli zonlar şeklinde gözlenir. İzmir – Ankara - Erzincan kenet zonunda Torid-Anatolid platform üzerine sürüklenen çoğu ofiyolitik birimler, Ni-içeren lateritlerin oluşumu ile sonuç bulmaktadır. Önemli bir şekilde KB Anadolu'da mostra veren Ni-lateritler ultamafik kayaların tropical ayrışmalarının yaygın ürünleridir. Bununla birlikte bugüne kadar Şaphane dağı bölgesinin güney kesimindeki Ni-lateritlerinin ekonomik potansiyeli, jeokimyası, tipi, kökeni ile ilgili herhangi bir bilgi verilmemiştir. Bundan dolayı bu çalışmanın amacı literatürdeki bir boşluğu doldurmak amacı ile Şaphane dağı bölgesindeki serpantinitlerin ve peridotitlerin lateritleşmiş kısımlarının incelenmesidir. Petrografik ve XRD incelemeleri, çalışılan lateritic profil egemen olarak simektit, illit, klorit, talk and opal-CT'den meydana gelmiştir. Bu çalışmada alttan üste doğru 5 ana zon tek bir profile ayrılmıştır. 1) serpantinitik ultramafik kayaç 2) ayrılmış serpantinitik kayaç 3) saprolit 4) Fe-oksit fazları 5) Fe-içeren silisli şapka. Jeokimyasal olarak örneklenen lateritler oldukça yüksek Ni (%0.319%-5.63; ortalama %2.2), Co (277 ppm-2927 ppm; ortalama: 1238 ppm) konsantrasyonlarına sahiptir. Lateritik profiling genellikle orta düzeyinde gözlenen garnierit-içeren Fe-oksit fazları, yüksek Ni-Co içerikleriyle de karakterize olmaktadır. Buna ekolarak, ortalama Cu (26 ppm), Pb (12 ppm), Zn (178 ppm) ve As (959 ppm) konsantrasyonları, bu yüksek element değerlerinin bölgedeki hidrotermal aktivitelerin göstergesi olduğunu işaret etmektedir. Yüksek polimetallik element değerlerine sahip olan örneklerin oldukça yüksek Ni ve Co içerikleri, hidrotermal solüsyonların sirkülasyonu ile uyumludur. Dağardı Melanjı ve onun peridotitik birlikleri, Eosen'de Anatolid-Torid Bloğu'nun kuzeydoğu kenarı üzerine yerleşmiştir. Ofiyolitik üniteler Oligosen süresince lateritleşmiştir. Çalışılmış alandaki lateritik profil, Murat dağı lateritic yatağına benzer olarak magmatic intrüzyonlardan kaynaklanan hidrotermal olaylar tarafından kısmen etkilenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ni-laterit, Dağardı Melanjı, Şaphanedağı, Kütahya, Batı Anadolu

## GEOCHEMISTRY OF NI-LATERITE FROM THE ŞAPHANEDAĞI REGION (GEDİZ/KÜTAHYA, WESTERN ANATOLIA), TURKEY

**M.Selman Aydoğan**

Balıkesir University, Dept.of Geological Engineering, Balıkesir. selmanbaklan@hotmail.com

**Abstract:** Distribution of the ophiolite outcrops in Turkey display mainly east-west trending belts. Many ophiolitic bodies obducted onto the Tauride-Anatolide platform from Izmir-Ankara Suture Zone have resulted in formation of Ni-bearing laterites. Importantly, Ni-laterites exposed in NW Anatolia (e.g. Çaldağ, Gördes, Mihaliççık, Muratdağı, also Şaphanedağı) are common products of tropical weathering of ultramafic rocks. Nevertheless, there is no study on the knowledge of the potential sources, type, geochemistry and economic potential of Ni-laterites in southern part of the Şaphanedağı Region. Therefore, the aim of this study is to present a case study at filling this vacancy in the literature as an exhaustive application of geochemical signatures of the Ni-laterites, which were generated on the serpentinitic peridotites from Şaphanedağı domain. Petrographic and XRD determinations point out that studied lateritic profile consists predominantly of smectite, illite, chlorite, talc and opal-CT. In this study, 5 main zones are distinguished in a single profile in from bottom to top: (1) serpentinitic ultramafic rock, (2) altered serpentinitic rock, (3) saprolite, (4) Fe-oxide phases, (5) ferruginous silica cap. Geochemically, sampled laterites have highest Ni (range from 0.319wt% to 5.63wt% with average 2.2wt%) and Co (range 277 ppm to 2927 ppm with average 1238 ppm) concentrations. The garnierite-bearing Fe-oxide phases observed in middle level of lateritic profile are significantly characterized by high Ni-Co contents. In addition, average Cu (26 ppm), Pb (12 ppm), Zn (178 ppm) and As (959 ppm) concentrations suggest that these high values are indicative of hydrothermal activities in region. The highest Ni and Co contents of samples having high polymetallic elemental values are compatible with circulation of hydrothermal solutions. The Dağardı Melange and its peridotitic associations are obducted onto the northeastern margin of the Anatolide-Tauride Block in the Eocene time. Ophiolitic units are lateritized under the humid tropical climate conditions during the Oligocene time. Lateritic profile in studied area are partially affected by hydrothermal episodes originated from magmatic intrusions similar to the Muratdağı lateritic deposit.

**Keywords:** Ni-laterite, Dağardı Melange, Şaphanedağı, Kütahya, western Anatolia.



## MURATDAĞI BÖLGESİ (UŞAK, BATI ANADOLU- TÜRKİYE)'NDEKİ LATERİTİK Nİ YATAĞININ JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**M.Selman Aydoğan<sup>1</sup>, Selahattin Kadir<sup>2</sup>, Cahit Helvacı<sup>3</sup>,  
Ömer Elitok<sup>4</sup>**

1Balıkesir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Balıkesir (selmanbaklan@hotmail.com)

2Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir (skadir.esogu@gmail.com)

3Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir (cahit.helvacı@deu.edu.tr)

4Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta (oelitok@sdu.edu.tr)

**Özet:** Nikel-içeren lateritik yataklar işletilebilir Ni (ve Co) rezervleri açısından önemli bir rol oynamaktadır. Global Ni kaynaklarının toplam 130 milyon tonunun %60'ını Ni-lateritler temsil etmesine rağmen, Ni üretiminin sadece %42'si nikel lateritlerden gelmektedir. Yaklaşık 2500 km<sup>2</sup> alan kaplayan Muratdağı Bölgesi (Uşak), kuzeyde Afyon Metamorfik Zonu tarafından sınırlandırılan Menderes Metamorfik Masifi'nin kuzeydoğu kısmında yer almaktadır. Bu bölge metamorfikler, plütonik-volkanik üniteler, SSZ-tip ofiyolit kalıntıları, platform-tip sedimentler ve tektonik kontrollü Neojen havza ünitelerinden meydana gelmektedir. Muratdağı Bölgesinde, laterit oluşumlarındaki Ni-Co cevherleşmesi Üst Kretase yaşlı Muratdağı Ofiyolitinin serpantinleşmiş harzburjit kayaçları üzerindeki ayrılmış profil içerisinde bulunmaktadır. Bu çalışmada, 4 farklı bölgeden 18 laterit profili incelenmiştir. Genel olarak, hidrotermal olaylardan etkilenmiş olan heterolitik laterit profili alttan üste doğru şu şekildedir: 1) harzburjitik ana kaya, 2) serpantinleşmiş zon, 3) demirli saprolit, ve 4) Fe-S-zengin silisli şapka. Petrografi ve XRD incelemeleri, lateritlerin Fe-zengin simektit, Fe-oksihidroksit fazları ve opal-CT'den meydana geldiğini göstermektedir. Mikromorfolojik çalışmalar, ince dilimlerde halinde simektit ve lokal olarak Fe-zengin parçacıklar, alunit, jips ve bazı örneklerde sülfür kristallerinin bulunmasının kırık ve fay zonları boyunca hidrotermal proseslerin göstergesi olduğunu işaret etmektedir. Laterit profillerinden derlenen örneklerin Ni ve Co içerikleri sırasıyla %2.536 ve 1065 ppm'e kadar ulaşmaktadır. Yüksek element değerleri (ör: Hg: > 50 ppm, As: 2810 ppm) ve bazı profillerdeki doğal S-içeren fazlar, jips çiçeklenmeleri magmatik bir intrüzyon ile ilişkili bir hidrotermal sistemi işaret etmektedir. Ege Bölgesi'ndeki gerilmeli tektonik fazları ile ilişkili olan eğim atımlı normal faylar boyunca gözlenen hidrotermal aktivitelerden dolayı, çalışılan lateritik profiller tabandaki harzburjitik taze ana kayaktan geçişi işaret eden güçlü düşey bir zonlanma göstermemektedir. Sonuç olarak, kuzey Neotetis okyanusal litosferin kalıntıları olan Muratdağı Ofiyolitleri, (peridotit ve melanj) Eosen zamanında Menderes Platformu'nun kuzeydoğu kenarı üstüne yerleşmiştir. Bu ofiyolit peridotitik birlikleri Oligosen zamanı süresince nemli tropikal iklim ve kimyasal ayrışma şartları altında lateritlemiştir. Miyosen döneminde, bölge blok faylanmalar ile gerilme tektoniğinden yoğun olarak etkilenmiştir. Böylece, aktif tektonik olaylar ile parçalanmış olan lateritik alanlar bölgedeki Miyosen yaşlı tektonizma sonrası intrüviz ve ekstürizif sokulumlar ile ilişkili olan güçlü hidrotermal aktivite tarafından etkilenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ni-laterit, ofiyolit, Muratdağı, Uşak, Batı Anadolu

**GEOCHEMICAL PROPERTIES OF LATERITIC NI DEPOSIT IN  
THE MURATDAĞI REGION (UŞAK, WESTERN ANATOLIA),  
TURKEY**

**M.Selman Aydoğan<sup>1</sup>, Selahattin Kadir<sup>2</sup>, Cahit Helvacı<sup>3</sup>,  
Ömer Elitok<sup>4</sup>**

1Balıkesir University, Dept.of Geological Engineering, Balıkesir (selmanbaklan@hotmail.com)

2Osmangazi University, Dept.of Geological Engineering, Eskişehir (skadir.esogu@gmail.com)

3Dokuz Eylül University, Dept.of Geological Engineering, İzmir (cahit.helvacı@deu.edu.tr)

4Süleyman Demirel University, Dept.of Geological Engineering, Isparta (oelitok@sdu.edu.tr)

**Abstract:** Nickeliferous lateritic deposits have played an important role in terms of exploitable reserves of Ni (and Co). In spite of the fact that Ni-laterites comprising ~60% of the total 130 million tons of global Ni resources are generally situated in the equatorial areas of the world, only ~42% of the global annual nickel production comes from nickel laterites (Golightly, 1981). The Muratdağı region in Uşak, covering ~2500 km<sup>2</sup>, is situated in northeastern sector of the Menderes Metamorphic Massif that is surrounded by the Afyon Metamorphic Zone to the north. It is a region consisting mainly of metamorphics, plutonic-volcanic units, ‘supra-subduction zone’ SSZ-type ophiolitic remnants, platform-type sediments, and tectonic-controlled Neogene basin units. In the Muratdağı region, Ni-Co mineralization in the laterite occurrences is present within the weathering profile overlying serpentinitized harzburgitic rocks of Upper Cretaceous Muratdağı Ophiolite. In present study, 18 laterite profiles from 4 different locations investigated in detail. Generally, heterolithic laterite profile that is affected from hydrothermal events comprises from bottom to top: (1) harzburgitic bedrock, (2) serpentinitized zone, (3) ferruginous saprolite, and (4) Fe-S-rich silica cap. Petrography and XRD determinations suggest that laterites consisting mainly of Fe-rich smectite, Fe-(oxyhydr)oxide phases and opal-CT. Micromorphological images point out that flaky smectite and, locally, Fe-rich particles, alunite, gypsum, gibbsite, and sulfur crystals in some samples are indicative of hydrothermal processes along fracture and fault zones (Kadir et al., 2015). Ni and Co concentrations of compiled samples from the laterite profiles rise up to 2.536 wt.% and 1065 ppm, respectively. There is overwhelming evidence that high elemental values (e.g. Hg: > 50 ppm, As: 2810 ppm) and natural S-bearing phases, gibbsium bloomings in some profiles indicate a hydrothermal system corresponding to the intrusion of magmatic source. Due to hydrothermal activities observed along the dip-slip normal faults related extensional tectonic phases in Aegean Region, profiles have not showed a strong vertical zonation, which reflects the transition from fresh harzburgitic bedrock at the base. Consequently, the Muratdağı Ophiolites (peridotite and mélangé), remnants of the northern Neotethyan oceanic lithosphere, are emplaced onto the northeastern margin of the Menderes Platform in the Eocene time. Peridotitic associations of this ophiolite are lateritized under the humid tropical climate conditions and chemical weathering during the Oligocene. In the Miocene period, the region is strongly influenced by the extensional tectonic regime with block faulting. Hence, lateritic areas which are disintegrated with active tectonic episodes were affected by the strong hydrothermal activity associated with Miocene post-tectonic intrusive and extrusive activities in the region.

**Keywords:** Ni-laterite, ophiolite, Muratdağı, Uşak, western Anatolia.

**Acknowledgments**

*This present study was supported financially by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) in the framework of Project 110Y306.*

Golightly, J. P. (1981). Nickeliferous laterite deposits. *Economic Geology*, 75th Anniversary Volume, pp. 710-735.

Kadir, S., Aydoğan, M.S., Elitok, O., Helvacı C. (2015) Composition and genesis of nickel-chrome-bearing nontronite and montmorillonite in lateritized ultramafic rocks in the Muratdağı region (Uşak, western Anatolia), Turkey. *Clays and Clay Minerals*, 63, 163–184.

**BUCAK (BURDUR)YÖRESİNDEKİ KALINTIOLUŞUMLARININ  
NADİR TOPRAK ELEMENT (NTE)  
POTANSİYELİNİNARAŞTIRILMASI**

**M.Sezai Kırıkıoğlu<sup>1</sup>, Ali Tuğcan Ünlüer<sup>1</sup>, Hüseyin Kocatürk<sup>1</sup>  
Emin Çiftçi<sup>1</sup>, Amr Abdelnasser<sup>2</sup>, Zeynep Döner<sup>1</sup> ve Murat Budakoğlu<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Istanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Bölümü, İstanbul. unluera@itu.edu.tr

<sup>2</sup>Benha University, Faculty of Science, Department of Geology, 13518, Benha, Egypt

**Özet:** Bu çalışmada egzojenik koşullara bağlı olarak gelişen kalıntı oluşumlarda Hafif Nadir Toprak Elementleri (HNTE) ve Ağır Nadir Toprak Elementleri (ANTE) 'nin derişim ve yerinde derişim mekanizmaları incelenmiştir. Isparta Büklümü'nün iç kesimlerinde Bucak ilçesi civarında bulunan SiO<sub>2</sub>'ce fakir, Geç Pliyosen lamproyitik kayalar ve bölgedeki ultrabazik kayalar, serpantinitle, diyabaz daykları ve dolomitik kireçtaşlarının günlenme ürünleri hedef alınarak söz konusu çalışma gerçekleştirilmiştir. Çevre kayaların mineral parajenezleri incelendiğinde lamproyitik kayalar için yapılan petrografik analizlerde, trakitik dokuda gözlenen olivin, klinopiroksen, feldispat mineralleri ve daha büyük kristaller halinde filogopit ve lösit mineralleri gözlenmiştir. Ofiyolitik kayalar ise metagabrolar ve diyabaz daykları ile temsil edilmektedir. Söz konusu birimlerden türeyen kalıntı oluşumlarının gelişimi ve in-situ zenginleşmeler açısından önemli bir potansiyel teşkil ettiği öngörülmektedir. Kalıntı oluşumlar La (500-560 ppm), Ce(820-840 ppm), Nd (230-250 ppm), Sc (40-50 ppm) gibi HNTE bakımından yüksek değerler göstermektedir. Ayrıca Y (40-50 ppm) ve Th (130-150 ppm) için de nispeten yüksek değerlere rastlanılmıştır. HNTE değerlerinin lamproyitik kayak kaynaklı ve Y ve Sc değerlerinin ise ofiyolit, killi dolomitik kireçtaşları kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Th için herhangi bir kaynak önerilememiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Nadir Toprak Elementleri (NTE), kalıntı oluşum, Bucak, Isparta, Güneybatı Türkiye

**STUDY OF RARE EARTH ELEMENTS (REE) POTENTIALS IN  
RESIDUAL FORMATIONS OCCURRING AT BUCAK REGION,  
ISPARTA (SOUTHWEST TURKEY)**

**M. Sezai Kırıkioğlu<sup>1</sup>, Ali Tuğcan Ünlüer<sup>1</sup>, Hüseyin Kocatürk<sup>1</sup>  
Emin Çiftçi<sup>1</sup>, Amr Abdelnasser<sup>2</sup>, Zeynep Döner<sup>1</sup> ve Murat Budakoğlu**

1. Istanbul Technical University, Faculty of Mines, Department of Geological Engineering, Istanbul,  
Turkey (unluera@itu.edu.tr)

2 Benha University, Faculty of Science, Department of Geology, 13518, Benha, Egypt

**Abstract:** In this study, concentrations and in-situ enrichment mechanisms of both heavy and light rare earth elements in exogenic residual formations occurring in Bucak district of Isparta, SW Turkey. Late Pliocene silica undersaturated lamproites that occur at Bucak region in Isparta province (Southwest Turkey) are associated with dolomitic clayey limestone, serpentized ophiolitic rocks, diabase rocks, and their weathering products have been selected as target areas for probable REE-enrichments. The lamproites predominantly made up of large crystals of leucite and phlogopites in trachytic groundmass containing olivine, clinopyroxene, and altered feldspar. Ophiolitic rocks were represented by metagabbro and diabase rocks. Development of residual formations from these lithologies and potentially significant in-situ REE enrichments in these were considered. Results indicated high values for the LREE elements such as La (500-600 ppm), Ce (820-840 ppm), Nd (230-250 ppm), Sc (40-50 ppm), also relatively high values for Y (40-50 ppm) and Th (140-150 ppm). It is suggested that the LREE's were originated from the lamproitic rocks, while Sc and Y were considered to derive from the ophiolites and the clayey dolomitic limestones. Source of Th is uncertain.

**Keywords:** Rare earth elements (REE), residual formation, Bucak region, Isparta, Southwest Turkey

**SIVAS-ERZİNCAN YÖRESİNDEKİ MAĞMATİZMANIN  
ZAMANSAL GELİŞİMİ VE ÇÖPLER, KARAKARTAL VE  
FINDIKLIDERE MADEN YATAKLARININ OLUŞUMUNA  
ETKİLERİ: JEOKRONOLOJİK BİR YAKLAŞIM**

**Miğraç Akçay,<sup>1</sup> Oğuzhan Gümrük<sup>1</sup>, B. McInnes<sup>2</sup>, N. Evans<sup>2</sup>, F  
Jourdan<sup>2</sup>,  
S Tessalina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

<sup>2</sup>John de Laeter Centre, Curtin University, Perth, Western Australia  
akçay@ktu.edu.tr

**Özet:** Sivas-Erzincan-Tunceli zonunda, diyoritden tonalite kadar değişen bileşimde, subalkalen karakterli ve yitim zonu özelliklerini yansıtan mağmatik kütlelerle ilişkili olarak porfiriden (Çöpler, Karakartal, Fındıklidere) skarna (Yakuplu, Demirmağara, Bizmişen) ve mezothermal-epitermaldamar tip (Çöpler, Fındıklidere)sistemlere kadar farklı türlerde çok sayıda maden yatağı gelişmiştir. Bu çalışmada mağmatizmanın gelişimi ile cevher oluşum süreçleri zirkon U-Pb ve U/Th-He, biyotit ve K-feldspat Ar-Ar ve molibdenit Re-Os radyometrik yaş verileri ile Sm-Nd izotop verileriyle incelenmeye çalışılmıştır. Porfiri ve skarn tür cevherleşmeleri içeren mağmatik kütleler arasında Sr-Nd izotop sistematiği açısından belirgin farklılıklar mevcuttur. Karakartal ve Çöpler sahalarında yüzeyleyen intrüzyonlara oranla Demirmağara, Çaltı ve Yakuplu plütonları daha yüksek ilksel Sr ve daha düşük ilksel Nd değerleri gösterir. Bu durum, skarn içeren mağmatik kütlelerin muhtemelen daha fazla kabuk katkılı bir mağmanın ürünü olduklarını göstermektedir. Bu intrüzyonların bünyesinde çok daha fazla kalıntı zirkon gözlenmesi de bunu desteklemektedir. Zirkon U-Pb jeokronolojisi ile Karakartal sahasındaki mağmatik kütlelerden 50-44My; Çaltı-Bizmişen, Demirmağara ve Yakuplu plütonlarından sırasıyla 44.9-42.8 My, 43.7 My ve 43.7-43.0My; Çöpler madeni ile ilişki kayaçlardan ise 43.7-41.4 My yaş elde edilmiştir. Karakartal, Fındıklidere ve Çöpler sahaları için molibdenit içeren cevherleşmelerin oluşum yaşları Re-Os yöntemiyle sırasıyla 48.95-47.05, 45.64-44.9 ve 42.8-40.73 My olarak belirlenmiştir. K-feldspat ve biyotitler üzerinde yapılan Ar-Ar jeokronolik yaş tayinleriyle potasik alterasyonun oluşumunun Karakartal sahasında 49.86-46.83 My, Çöpler sahasında ise 44.81-44.76 My aralığında geliştiği hesaplanmıştır. Zirkon U/Th-He jeokronolojisi ile Karakartal, Fındıklidere ve Çöpler sahalarında sistemin 200 oC'nin altına soğuma yaşları sırasıyla 46.1±0.9 My, 34.6±0.6 My, 36.6±0.7 My olarak ölçülmüş olup, bu da aynı sahalar için, intrüzyon soğuma sürelerinin ≥3.7 My, ≥5.1 My ve ≥10 My; K-silikat alterasyon yaşına bağlı olarak toplam cevher oluşum sürelerinin ise sırasıyla ~3.2 My, 2.8 My ve ~5.2 My sürmüş olabileceğini ifade etmektedir. Buna göre Mağmatik-hidrotermal süreç gelişimi en uzun süreyle Çöpler sahasında olmuş, Karakartal'da kısa, Fındıklidere'de ise çok daha kısa sürmüştür. Bu en uzun süreli Çöpler plütonizması ve onunla ilişkili mağmatik-hidrotermal süreç Çöpler maden sahasının diğerlerine oranla çok daha büyük rezervli ve dolayısıyla ekonomik olmasının ana gerekçesi olarak düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Karakartal, Çöpler, Fındıklidere, Jeokronoloji, Ar-Ar, U/Th-He

**TEMPORAL DEVELOPMENT OF MAGMATISM IN THE  
REGION OF SIVAS-ERZINCAN AND ITS EFFECTS ON THE  
OCCURRENCE OF ÇÖPLER, KARAKARTAL AND  
FINDIKLIDERE ORE DEPOSITS: A GEOCHRONOLOGICAL  
APPROACH**

**Miğraç Akçay,<sup>1</sup> Oğuzhan Gümrük<sup>1</sup>, B. McInnes<sup>2</sup>, N. Evans<sup>2</sup>, F  
Jourdan<sup>2</sup>, S Tessalina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

<sup>2</sup>John de Laeter Centre, Curtin University, Perth, Western Australia  
akçay@ktu.edu.tr

**Abstract:** Sivas-Erzincan-Tunceli zone (located in central eastern Turkey) is known with the presence of many ore deposits ranging from porphyry systems (Çöpler, Karakartal, Fındıklidere) to skarns (Yakuplu, Demirmağara, Bizmişen) and to mesothermal-epithermal systems (Çöpler, Fındıklidere) formed in association with subalkaline intrusions ranging in composition from diorites to tonalites and having a subduction-related affinity. This study aims at examining the development of magmatism in the region as a whole and the occurrence of mineralising processes in association with it based on zircon U-Pb and U/Th-He, biotite and sericite Ar-Ar and molybdenite Re-Os geochronology and Sm-Nd isotope data. Sm-Nd isotopic signatures show some significant differences between intrusives associated with porphyry and skarn type deposits. In contrast to Karakartal and Çöpler intrusions hosting porphyry systems, the Demirmağara, Çaltı and Yakuplu plutons that contain skarn type deposits are more enriched in <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr and slightly more depleted in <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd. Coupled with the fact that the latter intrusions contain a lot more inherited zircons with U/pb ages around 600 Ma, this could be taken as an evidence to suggest that these intrusives, especially the Yakuplu pluton, was derived from a parental magma contaminated by crustal rocks. Based on zircon U-Pb dating, the intrusions in the Karakartal area was dated as 50-44 Ma, the Çaltı, Demirmağara and Yakuplu plutons as 44.9-42.8 Ma, 43.7 Ma and 43.7-43.0 Ma, respectively, and that associated with the Çöpler deposit as 43.7-41.4 Ma. Molybdenites obtained from the Karakartal, Fındıklidere and Çöpler deposits produced respective Re-Os ages of 48.95-47.05 Ma, 45.64-44.9 Ma and 42.8-40.73 Ma. Similarly, Ar-Ar dating on K-feldspars and biotites from the K-silicate alteration zones in the Karakartal and Çöpler deposits yielded respective plateau ages of 49.86-46.83 Ma, and 44.81-44.76 Ma. U/Th-He dating on zircons, which indicates closing temperatures of around 200°C, put forward that cooling of intrusions of the Karakartal, Fındıklidere and Çöpler below this temperature took place at 46.1±0.9 Ma, 34.6±0.6 Ma, 36.6±0.7 Ma. These data can be used to infer that the cooling process for each intrusion occurred in durations of ≥3.7 Ma, ≥5.1 Ma and ≥10 Ma, respectively, and that the mineralising processes at these respective sites continued for around ~3.2 My, 2.8 My and ~5.2 My. All the data summarised above indicate that the length of duration of mineralising process was much longer in the Çöpler area than in Karakartal and Fındıklidere, a strong evidence to explain why the Çöpler deposit has the largest resources among all.

**Keywords:** Karakartal, Çöpler, Fındıklidere, Geochronology, Ar-Ar, U/Th-He

**BATI TOROS KUŞAĞI KÜKÜRT OLUŞUMLARININ KÖKENİNİN  
ARAŞTIRILMASI; ISPARTA, TÜRKİYE****Mustafa Kumral<sup>1</sup> ve Zeynep Döner<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469, İstanbul, Türkiye  
kumral@itu.edu.tr

**Özet:** İnceleme alanı, Batı Toros kuşağının Isparta Büklümü'nde, Isparta-Burdur illeri arasında 350 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yer almaktadır. Bölgedeki otokton birimler; tabanda Üst Kretase kireçtaşları ile başlar, killi kireçtaşları, kumtaşı, kiltası, detritik dokulu kireçtaşından oluşan Üst Paleosen-Eosen Kabaktepe Formasyonu, killi kireçtaşları, kumtaşı, kiltası, detritik dokulu kireçtaşından oluşan Orta Eosen Kayıköy Formasyonu, kumtaşı-marn aralanmasından oluşan Alt Miyosen Ağlasun Formasyonu, molas türü konglomeralardan oluşan Orta-Üst Miyosen Gavurdüzü Formasyonu ile devam eder. Pliyosen ve sonrasında faaliyet gösteren Gölcük volkanizması ile bölgeye tefrifonolit, porfiri trakit, ojit trakit, andezitik-trakiandezitik dayklar, piroklastik malzemeler yerleşmiştir. Otokton birimlerin en üstünde güncel gösel tortullar, alüvyon, yamaç molozu yer alır. Allohton birimler ise bölgeye Eosen ve Miyosen sonrası iki farklı zamanda, iki ayrı hareketle yerleşen Ofiyolitik karmaşık ve Akdağ kireçtaşlarından oluşmaktadır. İnceleme alanından alınan 8 adet örneğe ait kükürt izotop verilerine ( $\delta^{34}\text{S}$ ) göre hesaplanan  $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$  [ $\delta^{34}\text{S}$  (0/00)] değerleri 0.0447165-0.0449145 arasındadır ve bu değerlerin değişim aralığı [ $\Delta(\delta^{34}\text{S})$ ] ise 7.7'dir. Bu da şeyl oluşuma uygun bir kökensel ortama işaret etmektedir. Aynı ortama ait örnek çiftlerinin izotopik fraksiyonlaşma oranı ( $\alpha$ ) 1.003332-1.007775 arasındadır. Buna göre Isparta yöresi kükürtlerinde izotopik fraksiyonlaşma zayıf olup, evrimde nispeten yüksek ısıların söz konusu olduğu düşünülmektedir. Yöredeki volkanik kayalar incelendiğinde ise, bu kayaların sülfidli cevherler bakımından oldukça fakir olduğu görülmüş, yakın çevrede Triyas bitümlü şeyllere, petrol emarelerine rastlanılmıştır. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda volkanizmanın kökeni olarak gösterildiği kükürtün, bu çalışmada yapılan izotop analizleri, jeokimya analizleri, volkanik kayaların detaylı arazi incelemeleri sonucunda, organik kökenli ve şeyl ortamında oluşmuş olabileceği ve volkanizma sonunda hidrotermal sular ve gazlarla yeryüzüne taşınmış olma ihtimalini ortaya atmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kükürt İzotopu, Bitümlü Şeyl, Batı Toros Kuşağı, Isparta, Türkiye



## INVESTIGATIONS OF ORIGIN OF WEST TAURUS BELT SULFUR OCCURENCES; ISPARTA, TURKEY

Mustafa Kumral<sup>1</sup> and Zeynep Döner<sup>1</sup>

Istanbul Technical University, Faculty of Mines, Geological Engineering Department, 34469, İstanbul, Turkey  
kumral@itu.edu.tr

**Abstract:** The study area is located in Isparta Angle of Western Taurus Belt, in an area of 350 km<sup>2</sup> between Isparta and Burdur cities. The autochthonous units, at the bottom, begin with Upper Cretaceous limestones, continue with Upper Paleocene-Eocene Kabaktepe formation consisting of clayey limestone, sandstone, claystone, limestone exhibiting detrital texture, Middle Eocene Kayıköy formation containing clayey limestone, sandstone, claystone, limestone with detrital texture, Lower Miocene Ağlasun formation consisting of sandstone-marl succession, Middle-Upper Miocene Gavurdüzü formation containing molas type of conglomerate. By the effect of Gölcük volcanism during Pliocene and later, tephryphonolite, porphyry trachyte, augite trachyte, andesitic- trachyandesitic dykes, pyroclastic material have settled in the region. Modern lacustrine sediments, alluvium and slope blocks are located at the top of the autochthonous sequence. Ophiolitic rocks and Akdağ limestones that had settled in the region by two distinct activities in two different periods and later than Eocene and Miocene constitute the allochthonous units. According to sulfur isotope data ( $\delta^{34}\text{S}$ ) of eight sample calculated  $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$  [ $\delta^{34}\text{S}$  (0/00)] values are between 0.0447165-0.0449145 and the variation range of these values [ $\Delta(\delta^{34}\text{S})$ ] is 7.7. This suggests a genetic environment that suitable for shale formation. Isotopic fractionation rate ( $\alpha$ ) of double sample of same environment is between 1.003332-1.007775. Accordingly, in sulfur isotopic fractionation is weak, it is considered to in evolution relatively high temperatures. When examined volcanic rocks in the region, it has shown that the rocks were quite poor in point of sulphide ores, it has been found Triassic bituminous shale, oil seepages in vicinity. Previous researchers asserted that the sulfur must have been originated from the volcanism. However, isotopic, geochemical analyses, detailed field surveys of volcanic rocks suggest that the sulfur has organic origin and may have occurred in shale environment. It is thought that the sulfur may have been thrust to the surface by hydrothermal water and gas in the end of the volcanism.

**Keywords:** Sulfur Isotopes, Bituminous Shale, West Taurus Belt, Isparta, Turkey



**KÜTAHYA-DAĞARDI YÖRESİNDE ANTIMON JEOKİMYASININ  
PROSPEKSİYON SÜREÇLERİNDE KULLANILMASI****Mustafa Kumral, S.Burak Karabel, Hüseyin Kocatürk**İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Bölümü, İstanbul  
(kocaturkhu@itu.edu.tr)

**Özet:** Antimonun doğada farklı ortamlarda kendine özgü jeokimyasal davranışı ekonomik yataklarının nadiren oluşmasına neden olmaktadır. Antimon birçok süreçte aşırı mobil ve jeokimyasal olarak uyumsuz davranmaktadır. Yüksek çözülebilirliği sayesinde epitermal sınırlar içerisinde çok düşük sıcaklıklarda bile taşınabilmektedir. Bu çalışma toprak jeokimyasının antimon arama ve değerlendirmeye yönelik olarak kullanılması amacıyla uygulanmıştır. Dolayısıyla gömülü oluşumları bulmak için akışkanlar tarafından taşınan çözülmüş ve mobil metal/metaloid elementlere ait katyonların bulunduğu toprak profilinin “B” zonundan 117 örnek alınmıştır. Taşınan mobil elementler bu zonda ağırlıklı olarak kil mineralleri tarafından tutulmaktadır. Alınan örnekler bölgedeki antimon cevherleşmeleri boyunca toprakta oluşan temel ve eşik değerlerin elde edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Antimon cevherleşmeleri silisifikasyonla ilişkilidir. Silisifiye olmuş bazı örnekler liç süreçleriyle birlikte cevher minerallerine ait boşluk yapılarının gelişimine işaret etmektedir. Jeokimyasal sonuçlar değerlendirildiğinde, Dağardı bölgesi için 891 ppm eşik değer elde edilmiştir. Ayrıca bölgeyi temsil eden ortalama temel tenör 70 ppm’dir. Gelecek araştırmalar için anomali gösteren bölgeler belirlenmiştir. Saha çalışmaları silisifiye zonlar ve kireçtaşı-ofiyolit tektonik dokanağı boyunca elde edilen anomalilerin bir bölgede kesiştiğini göstermektedir. Bu çalışma jeokimyasal toprak prospeksiyonunun efektif bir metod olarak gömülü maden yataklarının tespitinde kullanılabilirliğini göstermiştir. Kütahya Dağardı bölgesinin antimon potansiyelinden dolayı bu metod yardımıyla ekonomik oluşumlar araştırılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Antimon, Dağardı, Toprak Jeokimyası, “B” Zonu, Mobil Elementler

## **GEOCHEMICAL SOIL PROSPECTION FOR LOCATING BURRIED ANTIMONY DEPOSITS AROUND DAĞARDI (KÜTAHYA) REGION**

**Mustafa Kumral, S.Burak Karabel, Hüseyin Kocatürk**

Istanbul Technical University, Faculty of Mines, Department of Geological Engineering, Istanbul, Turkey  
kocaturkhu@itu.edu.tr

**Abstract:** Geochemical behaviour of antimony is very peculiar in various natural environments because of that it can rarely form economic deposits. Antimony is very mobile and geochemically incompatible in many processes. Its high solubility facilitates its transport at even lower temperatures within the epithermal range. This study has been carried out to use Sb soil geochemistry for prospecting purposes. Thus, 117 soil samples were taken from “B” zone of the soil profile to find buried deposits since this zone adsorbs cations of dissolved and mobilized metals/metaloids transported by the fluids. Transported mobilized elements are held mainly by clay minerals of this zone. These samples were used to determine local background and threshold values for region’s soils developed over antimony mineralizations. Antimony mineralization is associated with silicification. Some the silicified samples show indication of leaching in that they form boxwork like structures. Based on the geochemical results, the threshold value for Dagardı region was set as 891 ppm. It is found that the average for background population is 70 ppm. Anomalous regions was defined in the area for further investigations. Field studies indicated that anomalies which occurred by these areas overlap silicified zones and limestone-ophiolite tectonic contacts, are intersect in that region. This study proved that geochemical soil prospecting is very effective method in locating buried antimony deposits. Because of its potentials for antimony, Dagardı region can economically be explored by use of this method.

**Keywords:** Antimony, Dağardı, Soil Geochemistry, “B” Zone, Mobile Elements,

**FAKILAR (ÇAMLIYAYLA- MERSİN) BOKSİT  
CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLJİSİ VE JEOKİMYASAL  
İNCELENMESİ**

**Nil Yapıcı<sup>1</sup> ve Nusret Nurlu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana  
nyapici@cu.edu.tr

**Özet:** Bu çalışma, Mersin ili, Çamlıyayla/Fakılar Köyü mevkiinde, Orta Torosların Bolkardağı birliği içerisinde bulunan boksit cevherleşmesinin jeolojik, mineralojik, jeokimyasal özelliklerinin ortaya konması ve ekonomik olarak öneminin değerlendirilmesi amacı ile yapılmıştır. Cevherleşme, Aladağ Birliğine ait Bajosiyen-Santoniyen yaşlı kireçtaşı-dolomitik kireçtaşları (Çamlık Fm.) içerisinde yarı düzenli-düzensiz olarak yataklanmıştır. Rezistivite ve IP kesitlerine göre KB-GD doğrultusunda kireçtaşları ile uyumlu olarak yataklanmışlardır. Bölgede, cevher içeren Jura-Kretase (Bajosiyen-Santoniyen) yaşlı kireçtaşı-dolomitik kireçtaşları, Miyosen (Burdigaliyen) yaşlı çakıltası-kumtaşı-silttaşı araldanmaları ile tabanda uyumsuz, Miyosen (Langiyen) yaşlı resifal kireçtaşları ile yanal ve düşey geçişli olarak gözlenmektedir. Yapılan mineralojik ve XRD analizleri sonuçlarına göre oolitik-pizolitik yapıli cevherleşme; diyasporit, hematit, limonit, götit, lepidokrosit, rutil, kaolin minerallerinden oluşmaktadır. Boksit örneklerinden ve kaynak olabilecek karbonatlar ve terra-rosalardan ve ana ve iz element analizleri sonuçlarına göre: cevherde ortalama, % 63,8 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 4,9 SiO<sub>2</sub>, % 13,42 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 2,6 TiO<sub>2</sub> olarak tespit edilmiştir. Terra-rossa-boksit geçişi ve boksit cevherlerinden alınan örneklerde Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 4,2, TiO<sub>2</sub>; 1,18, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,92 kez artma, CaO:20,67, SiO<sub>2</sub>; 5,84 azalma söz konusudur. ΣREE ise 430-580 ppm arasında değişmekte olup bu oran La, Ce ve Nd miktarının artışı ile artmaktadır. Cevherleşme, SiO<sub>2</sub>- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> üçlü diyagramında güçlü laterizasyonu ve Cr-Ga-Zr da ise sedimanter kökeni işaret etmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Boksit, Aladağ Birliği, Fakılar/Mersin, laterizasyon

## GEOCHEMICAL AND GEOLOGICAL INVESTIGATION OF THE FAKILAR (ÇAMLIYAYLA-MERSİN) BAUXITE DEPOSITION

Nil Yapıcı<sup>1</sup> ve Nusret Nurlu<sup>2</sup>

1 Çukurova Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

2 Çukurova Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana  
nyapici@cu.edu.tr

**Abstract:** The aim of this study is to reveal of geological, mineralogical and geochemical properties of bauxite mineralization and find out economic importance of this orebody in Bolkardağ unit where is in Fakılar village (Çamlıyayla-Mersin). The mineralization is deposited a half-regular, irregular type in Bajocian-Santonian age limestone and dolomitic limestone (Çamlık form.) that belong to Aladağ unit. According to the resistivity and IP sections limestones were deposited in conformity with the NW-SE direction. In study area, Jurassic-Cretaceous (Bajocian-Santonian) limestone-dolomitic limestone that are including ore mineral, incompatible in the base with Miocene (Burdigalian) age in interbedded conglomerate-sandstone-siltstone and observed in the lateral and vertical transition with Miocene (Langhian) age reef limestone. According to the oolitic-pisolitic mineralization XRD results analysis; this mineralization were formed by diasporite, hematite, limonite, goethite, lepidocrocite, rutile and kaolin type minerals. The average ore has been identified as 63,8 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 4,9% SiO<sub>2</sub>, 13,42% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2,6 % TiO<sub>2</sub> from major and trace elements of bauxite examples, carbonates that may be resources and terra-rossa. It was determined that Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 4.2, TiO<sub>2</sub>; 1.18, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1.92 times increase and CaO: 20.67, SiO<sub>2</sub>; 5.84 times decrease in samples taken from terra-rossa- bauxite transition and bauxite. ΣREE ranges from 430 to 580 ppm and this ratio is increasing with increase quantity of La, Ce and Nd. Mineralization indicates strong lateralization in the ternary diagram of SiO<sub>2</sub>- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and exhibits sedimentary origin in ternary diagram of Cr- Ga-Zr.

**Keywords:** Bauxite, Aladağ Unit, Fakılar/Mersin, lateralization

## KIŞLADAĞ ALTIN YATAĞININ SIVI KAPANIM KARAKTERİSTİKLERİ

**Nurullah Hanilçı<sup>1</sup>, Gülcan Bozkaya<sup>2</sup>, David Banks<sup>3</sup>, Vsevolod Prokofiev<sup>4</sup> ve Yücel Öztaş<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34320, Avcılar- İstanbul.nurullah@istanbul.edu.tr

<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20020, Denizligbozkaya@pau.edu.tr

<sup>3</sup>School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds, UK.d.a.banks@leeds.ac.uk

<sup>4</sup>Department of Geology of Ore Deposits, IGEM RAS, Moscow, Russia

<sup>5</sup>Tuprag Metal Madencilik, Ovacık Mevki Gümüşkol Köyü, Ulubey Merkez/Uşakyucelo@kisladağ.com

**Özet:** Kışladağ (Eşme-Uşak) altın yatağı Türkiye’de tespit edilen ilk porfiri tip Au yatağıdır. Altın cevherleşmesi, Uşak bölgesinde yaygın olarak gözlenen Erken ve Geç Tersiyer yaşlı (17.29 my ve 12.15 my arasında) volkanik komplekse ait magmatik kayalarla (Beydağı volkanikleri) ilişkili gelişmiştir. Cevherleşme, birbirini kesen kuvars siyenit-monzonit (IN-1), siyenit-monzonit/kuvars siyenit-monzonit (IN-2/IN-2A) ve kuvars siyenit-monzonit (IN-3) olarak tanımlanan intrüzifler içerisinde gözlenmektedir (Juras ve diğ. 2010). Bu intrüziflerin Au içerikleri yaşlıdan gence doğru, Au>1.5 ppm (IN-1), Au<1 ppm (IN-2/IN-2A) ve Au<0.5 ppm (IN-3) şeklinde azalmaktadır. Sıvı kapanım çalışmaları farklı intrüziflerde cevherleşme ile ilişkili kuvars damarlarına ait kuvars mineralleri üzerinde yapılmıştır. Kuvars kristallerindeki birincil ve yalancı ikincil kapanımlar oda sıcaklığındaki faz içeriklerine göre LV-tip (sıvı-gaz), VL-tip (gaz baskın), V-tip (gaz), LVS-tip (sıvı-gaz-katı) ve LVMS-tip (sıvı-gaz-birden çok katı) şeklinde sınıflandırılmıştır. IN-1 intrüzifinde; ortalama 486°C’de (424-520°C) gaz fazında homojenleşen, düşük tuzluluğa (ort. %4.2 NaCl eşdeğeri) sahip VL-tipi kapanımlar ile ortalama 385°C’de homojenleşen yüksek tuzluluğa (>%35 NaCl eşdeğeri) sahip LVS/LVMS tipi kapanımlar gözlenmiştir. IN-2 intrüzifinde; ortalama 555°C’de (480-584°C) gaz fazında homojenleşen ve ortalama %17.8 NaCl eşdeğeri tuzluluğa sahip VL-tip kapanımlar ile ortalama 392°C’de (370-443°C) sıvı fazda homojenleşen ve ortalama %18.2 NaCl eşdeğeri tuzluluğa sahip LV-tip kapanımlar tespit edilmiştir. IN-3 intrüzifi ise; homojenleşme sıcaklığı >600°C’de gaz fazında olan düşük tuzlulukta (ort. %4.3 NaCl eşdeğeri) ve CO<sub>2</sub> içeren VL-tipi, ortalama 465°C’de sıvı fazda homojenleşen orta-yüksek tuzlulukta (ort. %28 NaCl eşdeğeri) LV-tipi kapanımlar içermektedir. Ayrıca, IN-1 ve IN-3’de ortalama 285°C’de sıvı fazda homojenleşen düşük tuzluğa sahip (%5-10 NaCl eşdeğeri) epitermal karakter sunan LV-tipi kapanımlar tespit edilmiştir. Sıvı kapanım verileri Kışladağ Au yatağının oluşumunda etkin olan çözeltilerin porfiri tip yataklara özgü karakterler (örneğin; Th>600°C, >35 %NaCl tuzluluk, faz fazında homojenleşme) sergilediği gibi aynı zamanda daha düşük sıcaklık ve tuzluluğa sahip epitermal sistemleri yansıtan sıvıların da varlığını göstermektedir. Farklı karakterlerdeki bu çözeltiler ve Au içeriğinin intrüzifin yaşına göre giderek azalması, porfiri sistemi takip eden bir epitermal sistemin olduğunu ve zamanla çözeltilerin geldiği kaynağın bazı metallerce azaldığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sıvı kapanımlar, porfiri tip, altın yatağı, Kışladağ

## FLUID INCLUSION CHARACTERISTICS OF THE KIŞLADAĞ GOLD DEPOSIT

**Nurullah Hanilçı<sup>1</sup>, Gülcan Bozkaya<sup>2</sup>, David Banks<sup>3</sup>, Vsevolod  
Prokofiev<sup>4</sup> and Yücel Öztaş<sup>5</sup>**

1Istanbul University, Department of Geological Engineering, 34320, Avcılar- İstanbul.  
nurullah@istanbul.edu.tr

2Pamukkale University, Department of Geological Engineering, 20020, Denizligbozkaya@pau.edu.tr

3School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds, UK.d.a.banks@leeds.ac.uk

4 Department of Geology of Ore Deposits, IGEM RAS, Moscow, Russia

5Tuprag Metal Mining, Ovacık Mevki Gümüşkol Köyü, Ulubey Merkez/Uşak  
yucelo@kisladag.com

**Abstract:** The Kışladağ Au deposit is the first porphyry type gold deposit discovered in Turkey. Gold mineralization occurs within the magmatic rocks (Beydağı volcanics) related to Early to Late Tertiary (17.29 my and 12.15 my) volcanics complexes that are widespread in the Uşak region. Mineralization was developed in quartz syenite-monzonite (IN-1), syenite-monzonite/quartz syenite-monzonite (IN-2/IN-2A) and quartz syenite-monzonite (IN-3) that are cross-cut one another (Juras et al. 2010). The Gold content of the intrusives are decreasing from older to younger with Au > 1.5 ppm for IN-1, Au < 1 ppm for IN-2/IN-2A and Au < 0.5 ppm for IN-3. Fluid inclusion studies were conducted on the quartz minerals that are associated with quartz veins belonging to the different intrusives. The fluid inclusions have been classified according to their phase content at room temperature as LV-type (liquid-vapour), VL-type (vapour rich), V-type (vapour), LVS-type (liquid-vapour-solid), and LVMS-type (liquid-vapour-multi-solid) inclusions. Fluid inclusions in IN-1 represented, by VL-type inclusions, that is homogenised at an avrg. 486°C (between 424 and 520°C) to the vapour phase with low salinity (avrg. 4.2% NaCleqv.), and by LVS/LVMS-type inclusions that homogenised at an avrg. 385°C to the liquid phase with high salinity (>35 % NaCl). Fluid inclusions in IN-2, represented by VL-type inclusions, that is homogenised at avrg. 555°C (between 480 and 584°C) to vapour phase with an avrg. 17.8% NaCleqv. salinity, and by LV-type inclusions that homogenised at an avrg. 392°C (between 370 and 443°C) to the liquid phase with an avrg. 18.2% NaCleqv. salinity. Fluid inclusions in IN-3 represented by VL-type inclusions that is homogenised at >600°C to the vapour phase with low salinity (avrg. 4.3% NaCleqv.) salinity containing CO<sub>2</sub>, and by LV-type inclusions that homogenised at an avrg. 465°C to the liquid phase with an avrg. 28 % NaCleqv. salinity. Furthermore, in IN-1 and IN-3 includes fluid inclusions that homogenised at an avrg. 285°C to the liquid phase with low salinity (5-10% NaCleqv.) represents fluids that are more epithermal in character of the fluids. Fluid inclusion data indicate that fluids responsible for formation of the Kışladağ Au deposit show typical characteristics of a porphyry regime (e.g., Th > 600°C, salinity > 35 % NaCleqv., homogenisation to the vapour phase) with and also an epithermal regime that have with moderate to low homogenisation temperature and low salinity fluids. Both these fluids of with different character and progressively decreasing of gold content, that is according related to the age of intrusives, indicates that repeated pulses of fluids typical of porphyry systems were followed by a change to lower temperature epithermal mineralization, and with a source reservoir that is being depleted in some critical metals.

**Keywords:** Fluid inclusions, porphyry type, Au deposit, Kışladağ

## KARAKARTAL (KEMALİYE, ERZİNCAN) PORFİRİ AU-CU MADENİNDEKİ K-SİLİKAT ALTERASYON ZONUNUN GELİŞİMİNDE ROY OYNAYAN ÇÖZELTİLERİN ÖZELLİKLERİ

**Oğuzhan Gümrük ve Miğraç Akçay**

Jeoloji Müh. Böl., KTÜ, Trabzon, Trabzon  
ogumruk@hotmail.com, akcay@ktu.edu.tr

**Özet:** Kemalîye (Erzincan) ilçesi Kabataş köyü yakınlarında bulunan Karakartal porfiri Au-Cu cevherleşmesi Sivas-Erzincan porfiri kuşağında yer alan ve birbirine keserek yerleşen en az dört mağmatik sokulum ile oluşan Eosen yaşlı intrüzif kayaların bünyesinde yer almaktadır. Jeolojik, mineralojik ve hidrotermal alterasyon çeşitliliği bakımından porfiri sistemlerin tipik özelliklerini yansıtan cevherleşmede K-silikat alterasyon zonu çok iyi gelişmiştir. Sistemin merkezinde bulunan ve özellikle kuvars damarları boyunca ortoklaz ve biyotit oluşumlarıyla karakteristik olan bu alterasyon zonu üzerinde gerçekleştirilen çalışmada, bu alterasyonu oluşturan çözeltilerin özellikleri sıvı kapanım verileri ile belirlenmeye çalışılmıştır. K-silikat alterasyon zonu içinde bir kaç mm'den bir kaç cm'ye kadar değişen kalınlıkta ve çok değişken yönlerde gelişen kuvars damarları sıvı kapanımlar açısından son derece zengin olup, tek fazlı (Tip I), iki fazlı (Tip II) ve çok fazlı (Tip III) sıvı kapanımlar ile ergiyik kapanımlar içermektedir. Mikrotermometrik çalışmalar Tip-II ve Tip-II kapanımlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Tip II tür kapanımların ötektik sıcaklıkları -22.2 ilâ -53.9°C, son buz ergime sıcaklıkları sıcaklıkları -5 ilâ -33.6°C, homojenleşme sıcaklıkları ise 195.7 ilâ 368 °C arasında değişmektedir. Buna göre, bu tür kapanımları oluşturan çözeltide NaCl'e ilave  $KCl \pm CaCl_2 \pm MgCl_2 \pm FeCl_2$  gibi tuz bileşenlerinin mevcut olduğu vetuzluluğun %7.9-23.2 arasında değiştiği belirlenmiştir. Tip III tür kapanımlar petrografik olarak tek tuzlu (Tip IIIa), iki tuzlu (Tip IIIb), üç tuzlu (Tip IIIc), hem çok tuzlu ve hem diğer katı fazlar (sülfid, sülfat, oksit gibi) içeren (Tip IIId) alt gruplara ayrılabilir. Bunlardan ilk üç alt gruptaki sıvı kapanımlarda Th sırasıyla 400 – 840°C, 380-840, 420 °C -500 °C olarak ölçülmüştür. Tip IIIa için tuz (TmHalit) ergimesi 470-600°C'de; Tip IIIb'de ilk tuz (Tmsilvit ) ergimesi 125-565°C'de, ikinci tuz (TmHalit) ergimesi 380-600 °C'de; Tip IIIc'de ilk tuz (Tm?) ergimesi 188,8-202 °C'de, ikinci tuz (TmSilvit) ergimesi 280-350 °C'de, üçüncü tuz (TmHalit) ergimesi ise 505-550 °C'de gerçekleşmiştir. Buna göre tuzluluk değerlerinin Tip IIIa'yı oluşturan çözeltiler için %35-71 (NaCl eşdeğeri), Tip IIIb'yi oluşturan çözeltiler için %68-95 arasında değiştiği hesaplanmış; ancak çok kompleks tuz bileşimi nedeniyle Tip IIIc için bir tuzluluk hesabı yapılamamıştır. Raman, LA ICP-MS ve FE-SEM analizleri sonucunda, K-silikat alterasyon zonunda bulunan tüm kapanım türlerinin oluşumunda rol oynayan çözeltilerin Na ve K bileşimli tuzlar bakımından daha zengin olduğu, ancak bunlara ilave olarak önemli miktarda Mg ve Ca da içerdiği ve Fe içeriğinin Cu ve Mn'a göre daha baskın olduğu; Na, K ve Mg'un Cl'lu (halit, silvit,  $MgCl_2$ ), Ca'un sülfat (anhidrit) ve fosfatlı (apatit), Cu'm sülfidli (kalkopirit), Fe'in sülfid (pirit, kalkopirit) ve oksitli (hematit, manyetit), Mn'm ise oksitli fazlardan geldiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, K-silikat alterasyon zonunun oluşumuna yol açan çözeltilerin tuz bakımından aşırı doygun 380-850 °C aralığında yüksek sıcaklıklı ve sığ ortamlı (<3km) mağmatik bir çözelti (tuzlu ergiyik?) olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Karakartal, porfiri Au-Cu, Raman, LA ICP-MS, FE-SEM, sıvı kapanım, halit, silvit



**PROPERTIES OF FLUIDS RESPONSIBLE FOR THE K-SILICATE  
ALTERATION AT KARAKARTAL (KEMALIYE, ERZINCAN)  
PORPHYRY AU-CU DEPOSIT**

**Oğuzhan Gümrük and Miğraç Akçay**

Jeoloji Müh. Böl., KTÜ, Trabzon, Trabzon  
ogumruk@hotmail.com, akcay@ktu.edu.tr

**Abstract:** Situated near Kabataş village (Kemaliye, Erzincan, Turkey), the Karakartal porphyry Au-Cu deposit occurs within Eocene aged multi-phase cross-cutting basic to intermediate intrusions belonging to the Sivas-Erzincan porphyry zone. With characteristic features of porphyry systems with respect to geologic, petrographic and hydrothermal alteration properties, the deposit has a well developed central K-silicate alteration zone characterised by orthoclase and biotite occurrences mainly alongside the cross-cutting quartz veins of mm to cm scale. Based on studies of abundant fluid inclusions from these quartz veins, this study aims at determining the properties of fluids responsible for the formation of the quartz veins and K-silicate alteration zone in association with them. Quartz veins are characterised by abundance of fluid inclusions of different types including monophasic- (Type I), two-phase- (Type II), multi-phase- (Type III) and melt inclusions. Microthermometric measurements were only possible on Type II and Type III inclusions. Type II inclusions have eutectic, final ice-melting and homogenisation temperatures in the ranges of -22.2 to -53.9 °C, -5 to -33.6 °C, and 195.7 ilâ 368 °C, respectively, indicating that the fluid has a salinity in the range of %7.9-23.2 wt% NaCl eq. represented by salt componets such as  $KCl \pm CaCl_2 \pm MgCl_2 \pm FeCl_2$  in addition to NaCl. Type III inclusions can be further subdivided into groups of inclusions with one salt phase (Type IIIa), with two salt phases (Type IIIb), with three salt phases (Type IIIc), and with more salts (>3, Type IIId). All of these subtypes may also contain varying amounts and numbers of other types of daughter phases. Th of the first three subtypes were measured as 400 – 840°C, 380-840, 420 °C -500 °C, respectively. Salt melting (T<sub>m</sub>halite) occurred at 470-600°C in Type IIIa inclusions. In Type IIIb, the first salt (T<sub>m</sub>sylvite) melted at 125-565°C and the second one (T<sub>m</sub>Halite) at 380-600 °C. In Type IIIc, melting temperatures of the first salt phase (unidentified, anhydrite or Ca-salt?), the second one (sylvite) and the third one (halite) were measured as 190-202 °C, 280-350 °C, 505-550 °C, respectively. Based on these data, respective salinity values for fluids of Type IIIa and Type IIIb were calculated to vary in the ranges of 35 to 71% and 68 to 95% Na Cl eq. No salinity estimates could be made from the Type IIIc inclusions due to their very complex compositions, since there is no code to make the calculation for such complex inclusions. Raman, LA ICP-MS and FE-SEM studies indicate that the fluids responsible for the formation of afore-mentioned types of fluid inclusions in the K-silicate alteration zone are more enriched in Na and K, but also contain significant amounts of Mg and Ca, and that Fe content is more abundant than Cu and Mn. They also put forward that Na, K and Mg are found as chlorides (halite, sylvite, MgCl<sub>2</sub>?, Ca as sulphate (anydrite) and phosphate (apatite), Cu as sulphide (chalcopyrite), Fe as sulphide (pyrite and chalcopyrite) and oxide (hematite and magnetite), and Mn as oxides. All of these results can be used as lines of evidence to suggest that K-silicate alteration and quartz veins in association with it formed at shallow depths (<3km) from high temperature (380-<850 °C) salt-oversaturated magmatic fluids (or salt-melt?).

**Keywords:** Karakartal, porphyry Au-Cu, Raman, LA ICP-MS, FE-SEM, fluid inclusions, halite, sylvite



**HACIÖMERDERESİ (BIGADIÇ, BALIKESİR)  
POLİMETALİK MASİF SÜLFİD YATAĞI:  
ÖNCÜLVERİLER**

**Onur Özgür<sup>1</sup>, Zennure Yıldız<sup>2</sup>, Zafer Aslan<sup>2</sup>, M.Selman Aydoğan<sup>2</sup>,  
Firuz Alizade<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Polimetal Madencilik San. ve Tic. A.Ş. Söğütözü Mah. 2176 Sk. Platin Tower İş Merkezi 06520 Ankara  
<sup>2</sup>Balıkesir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 10100 Balıkesir

**Özet:** Hacıömerderesi (Bigadiç, Balıkesir) massif sulfide yatağı, Balıkesir ilinin yaklaşık 100 km güneydoğusunda yer almaktadır. Bu yatak, kuzeyde Tavşanlı Zonu, güneyde Menderes Masifi ve Likya Napları ile sınırlandırılan Afyon Zonu içerisinde bulunmaktadır. Afyon Zonu'na ait Paleozoyik yaşlı temel kayalar ortognays, şist, mikaşist, fillit, amfibolit, mermer, kuvarsit ve metariyolitten oluşmaktadır. Triyas yaşlı kırıntılılar ve Jura yaşlı platform-tip kireçtaşları, metamorfitletler üzerinde uyumsuz olarak gözlenmektedir. Üst Kretase yaşlı ofiyolitler diğer kayaları tektonik olarak üzerlemektedir. Miyosen yaşlı Alaçam granitleri, kendinden daha yaşlı kayaları kesmektedir. Felsik karakterli volkanikler ve ignimbiritler (kalınlığı 350m'nin üzerinde) sahanın çevresinde yaygın olarak gözlenmektedir. Hacıömerderesi massif sulfide cevherleşmesi, Afyon Zonu metamorfikler içerisinde birçok mercekten yapıldır. Şistlerdeki yaygın mineral birliği aktinolit+klorit+albit+epidot'dir. Bu şistler, yeşil şist fasiyesi koşullarında metamorfizmaya uğramıştır. Cevherleşmenin tabanında kuvars porfiroblastları içeren klorit-serizit şistler, tavanında ise metariyolitler gözlenmektedir. Cevherleşmenin kırıntılılar içine sinjenetik olarak yerleştiği ve cevher oluşumu sonrasında metamorfizmaya uğradığı düşünülmektedir. Klorit-Serizit şistler içinde yer alan cevherleşmeler, sülfid ve oksit tip (gosan) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Sülfid tip cevherleşme, massif sülfid ve bantlı-saçınımlı cevher olmak üzere iki tiptir. Sülfid tip cevherleşmeler Au-Ag-Cu-Zn-Pb-Bi bakımından, oksit tip cevherleşmeler ise Au-Ag (±Pb-Bi-As) açısından zengindir. Sülfid tip cevherleşmelerin mineral parajenezi, pirit, sfalerit, kovelin, fahlerz, galenit, kalkopirit ve manyetit'dir. Pirit ve kalkopirit ana sulfide mineralleridir. Sfalerit, kovellin, fahlerz, galen ve manyetit daha az gözlenen cevher mineralleridir. Oksit tip cevherleşme rengi sarıdan kırmızıya kadar değişen, yoğun demiroksitli "gosan" olarak isimlendirilmiş liç zonları ile temsil edilmektedir. Bu tip cevherleşme Fe-oksitli fazlardan (limonit>hematit>götit) meydana gelmektedir. Sahada, sondaj çalışmaları devam etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yeşil şist fasiyesi, massif sülfid, gosan, Afyon Zonu, Hacıömerderesi

*Bu çalışma, Polimetal Madencilik tarafından desteklenmektedir.*

## HACIÖMERDERESI (BIGADIÇ, BALIKESİR) POLYMETALLIC MASSIVE SULPHIDE DEPOSITS: A PRELIMINARY DATA

Onur Özgür<sup>1</sup>, Zennure Yildiz<sup>2</sup>, Zafer Aslan<sup>2</sup>, M.Selman Aydoğan<sup>2</sup>,  
Firuz Alizade<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Polimetal Madencilik San. ve Tic. A.Ş. Söğütözü Mah. 2176 Sk. Platin Tower İşMerkezi 06520 Ankara  
<sup>2</sup>Balıkesir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 10100 Balıkesir

**Abstract:** Hacıömerderesi (Bigadiç, Balıkesir) massive sulphide deposits are situated in approximately 100 km southeastern part of Balıkesir city. This deposit is found in the Afyon Zone that is bordered by the Menredes Massif-Lycian Nappes in the south and the Tavşanlı Zone in the north. Paleozoic aged basement rocks, representing the Afyon Zone, composed mainly of orthogneiss, schist, micaschist, phyllite, amphibolite, quartzite and metarhyolite. Detrital rocks of Triassic age and Jurassic aged platform-type limestones outcrop on the metamorphites. These rocks are tectonically overlain by ophiolitic rocks of Upper Cretaceous age. Miocene Alaçam Granites cut oldest rocks. Felsic volcanics and ignimbrites (over 350 m thickness) are seen widespread region. Hacıömerderesi massive sulphide deposit composed of a number of ore lenses within the Afyon Zone metamorphics. The common mineral assemblage in the schist is actinolite + chlorite + albite + epidote. These schists metamorphosed in greenschist facies metamorphic overprint. Although quartz porphyroblast-bearing chlorite-sericite schists are observed in the basement of mineralizations, metarhyolites in uppermost parts. It is expected to be formed as syngenetic origin of mineralizations before regionally metamorphism. Mineralizations are divided into two groups: 1) sulphide 2) oxide-type (gossan). Sulphide-type mineralization is subdivided as massive sulphide and banded-disseminated types. Of these, sulphide-type mineralizations are enriched with Au-Ag-Cu-Zn-Pb-Bi though oxide-type ores with Au-Ag ( $\pm$ Pb-Bi-As). Generally, mineral paragenesis of sulphide-type mineralizations comprise pyrite, chalcopyrite, sphalerite, covellite, fahlerz, galenite, and magnetite. Pyrite and chalcopyrite are the dominant sulphide species with minor to accessory sphalerite, covellite, fahlerz, galenite, and magnetite. Oxide-type mineralizations, ranging from red to yellow in colour, are represented with leach zones (gossan). These mineralizations are made up of Fe-oxide phases (limonite > hematite > goethite). In this deposit, drilling studies have been continued.

**Keywords:** Greenschist facies, massive sulphide, gossan, Afyon Zone, Hacıömerderesi

*This study is supported by Polimetal Mining.*

**TÜM-KAYA LİTOJEOKİMYASININ MADEN ARANMASINDA  
ETKİN KULLANIMI: BIGA YARIMADASI'NDAN ÖRNEKLER,  
KUZEYBATI TÜRKİYE**

**Özcan Yiğit**

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, 17020, Türkiye  
E-posta: ozcanyigit@hotmail.com

**Özet:** Çoklu-iz element ve/veya majör oksit jeokimya verileri birçok maden arama projesinde üretilir. Çoğu zaman bu veriler çok-değişkenli istatistik ve jeostatistik analizlerde mevcut ticari CBS ve istatistik programları yardımıyla değerlendirilir. Ancak, bu değerli tüm-kaya litojeokimya verilerinin birçok durumda arama projelerinde etkin kullanımı biraz sınırlı kalmakta ya da hiç kullanılmamaktadır, özellikle mineralizasyon ve alterasyon birlikteliklerinin karakterizasyonu, örneğin genetik mineral depozit tipleri. Maden aramasının erken aşamalarındaki en büyük zorluklardan birisi takip-etme aşamasındaki kaya-yonga, el, kanal ve hatta sondaj kuyularından gelen numunelere ait jeokimya verilerinin işlenerek hedef sahaların önceliklerinin belirlenmesidir. Bu çalışmadaki litojeokimya veri seti kuzeybatı Türkiye'de bulunan Biga Yarımadası'ndan gelmektedir, yazar tarafından bölgesel metalojeni çalışması sırasında üretilmiştir. Biga Yarımadası Tetis Metalojenik Kuşağı'ndaki verimli sektörlerden birini oluşturur ve yaygın mineralizasyon ve hidrotermal alterasyon zonları içerir. Başlıca Eosen'den Miosen'e kadar değişen volkano-plütonik komplekslerle ilişkili epitermal Au-Ag ve porfiri Cu-Au-Mo depozitler ve prospektler Biga Yarımadası'nın metalojenisine hakim olur. Bu çalışma tüm-kaya litojeokimyası ve CBS'nin molar-element oranı, faktör analizi, izokon plotları, zenginleşme-tüketilme plotları, değişkenlik plotları ve alterasyon indeksi kutu plotlarını kullanarak mineral depozit ve/veya prospektlerinin genetik tiplerini ayırt etmek ve cevher kütlesi vektör etmek için etkin kullanımını gösterir. Her maden arama şirketi eğer mevcut tüm-kaya jeokimya verileri varsa bu çalışmadaki teknikleri kullanarak portfolyolarında bulunan bir bölge ya da terreyne ait maden yataklarının genetik tip ve stillerini verimli bir şekilde belirleyebilir. Ayrıca, bu çalışma maden aramacıya bölgesel çalışmalarda değerlendirdikleri maden yataklarının ve prospektlerinin öncelik ve önem sırasını belirlemede de yardımcı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Tüm-kaya jeokimyası, alterasyon indeksi, molar element oranı, altın-bakır mineralizasyonu, Tetis metalojeni

**EFFECTIVE USE OF WHOLE-ROCK LITHOGEOCHEMISTRY IN  
MINERAL EXPLORATION: EXAMPLES FROM BIGA  
PENINSULA, NORTHWESTERN TURKEY**

**Ozcan Yigit**

Department of Geological Engineering, Canakkale Onsekiz Mart University, Canakkale 17020, Turkey  
E-mail: ozcanyigit@hotmail.com

**Abstract:** Many mineral exploration programs have generated multi-trace elements and/or major oxides geochemical data. Most of the time, these data are used for multivariate statistical and geostatistical analyses using easily available statistical and GIS software packages. However, effective use of these valuable whole-rock lithogeochemical data in exploration programs is somewhat limited or absent in many cases, especially characterization of mineralization and alteration assemblages, e.g., genetic deposit types. One of the biggest challenges during the early stages of exploration is to process the data coming from follow up rock-chip, grab and channel or even drill-hole samples to prioritize selected targets. The lithogeochemical dataset used in this study is from the Biga Peninsula in northwestern Turkey, generated during a regional metallogeny study by the author. A prolific sector in Tethyan Metallogenic Belt with extensive mineralized hydrothermal alteration zones, the Biga Peninsula is dominated by epithermal Au-Ag and porphyry Cu-Au-Mo deposits and prospects, mainly related to Eocene to Miocene volcano-plutonic complexes. This study demonstrates effective use of whole-rock lithogeochemistry and GIS to discriminate genetic type of the mineral deposits and/or prospects and vector ore bodies using molar element ratio, factor analysis, isocon plots, enrichment-depletion plots, variability plots and alteration index box plots. Any mineral exploration company using these techniques can effectively determine genetic types and style of the mineral deposits or prospects in their portfolio for a district or terrane if whole-rock lithogeochemical data are available. This, furthermore, will help explorationists to rank and prioritize evaluation of the deposits and prospects in regional exploration programs.

**Keywords:** Whole-rock geochemistry, alteration index, molar element ratio, gold-copper mineralization, Tethyan metallogeny

## TERZIALİ ALTIN CEVHER OLUŞUMUNUN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Özgür Sapancı<sup>1</sup>, Nezihi Köprübaşı<sup>2</sup>, Emin Çiftçi<sup>3</sup> Ve Ufuk Demirel<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Teck Madencilik, Ankara

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kocaeli

<sup>3</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul

<sup>4</sup>Küçükasya Madencilik, Ankara

ozgur.sapanci@teck.com

**Özet:** Terziali altın cevher oluşumu, Orta Anadolu'da Kırşehir il merkezinin yaklaşık olarak 20 km kuzeyinde bulunmaktadır. Cevher oluşumu, Çayağzı Siyeniti ile kesilen metamorfik kayaların içerisinde KB-GD yönlü Demirli bindirme zonu boyunca gelişmiştir. Demirli bindirme zonunun kuzeyinde Permian yaşlı mermer ve kalk-şist araldanması, güneyinde ise Karbonifer yaşlı amfibolit, mika (biotit ve muskovit) şist ve kuvars-feldispatik gnays ile biyotit kuvarsit ve mermer mercikleri içeren metamorfik kayalar bulunmaktadır. Altın oluşumu özellikle metasedimenter şist ve gnaysların bulunduğu tavan bloğunda bulunurken, gümüş zenginleşmesi mermer kontaklarında yoğunlaşmaktadır. Cevher zonu GB'ya yaklaşık 80° ile dalan fay zonuna yerleşmiş ve kaya örneklerinde 7.5 g/t'a kadar altın değerleri içermektedir. Terziali cevherleşmesinin detay jeokimyasal arama aşamasında 2339 kaya, 1826 toprak ve 15 tüm-kaya örneği alınmıştır. Toprak örnekleme KD-GB doğrultusu boyunca 50 m x 100 m gridler ile ana cevherli zon üzerinden yapılmıştır. Küçükasya Madencilik tarafından yürütülen arama faaliyetleri cevher zonunun silisleşme, kuvars damarları ve breşlerden ibaret olduğunu, ayrıca cevher oluşumunun illit-serisit-silis alterasyonu ile çevrelendiğini ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Terziali Altın Cevher Oluşumu, Orta Anadolu, Türkiye.

## GEOCHEMICAL FEATURES OF THE TERZIALI GOLD MINERALIZATION

Özgür Sapancı<sup>1</sup>, Nezih Köprübaşı<sup>2</sup>, Emin Çiftçi<sup>3</sup> ve Ufuk Demirel<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Teck Resources Ltd, Ankara

<sup>2</sup>Kocaeli University, Department of Geological Engineering, Faculty of Engineering, Kocaeli

<sup>3</sup>Istanbul Technical University, Faculty of Mines, Department of Geological Engineering, Istanbul

<sup>4</sup>Küçükasya Madencilik, Ankara

ozgur.sapanci@teck.com

**Abstract:** The Terziali gold mineralization is located at 20 km northwest of Kırşehir city center, Central Anatolia. Terziali gold mineralization occurred along the NE-SW oriented Demirli thrust zone, and is hosted by a sequence of metamorphic rocks that was intruded by the Çayağzı Syenite. The metamorphic rocks consist of two compositionally distinct packages. The northern part of the thrust zone is composed mainly of marble, whereas the southern part consists of schist and gneiss of sedimentary origins, containing amphibolites, micaceous (biotite and (or) muscovite) schist and quartz-feldspathic gneiss, biotite quartzite, and minor marble horizons. Most of the gold mineralization appears to be associated with metasedimentary schist and gneiss in the hanging-wall, while significant silver lode is found at marble contact. The mineralized zone that contains high grade gold up to 7.5 g/t, occurred in and along the thrust ramp that dips steeply about 80° to the southwest. A total of 2339 rock, 1826 soil and 15 whole-rock samples were collected from the Terziali occurrence. Soil sampling survey was conducted on the NE-SW trends which are almost perpendicular to the silica veins. Samples were collected on a 50x100 m spaced grid over the main mineralized zone. Exploration activities that carried out by Küçükasya Madencilik demonstrated that mineralized zone consists of quartz veins; quartz replaced or silicified rocks, and breccia. In addition, mineralization is encircled by illite-sericite-silicic alteration.

**Keywords:** Terziali Gold Property, Central Anatolia, Turkey.

**KAYMAZ (ESKİŞEHİR) ALTINYATAĞI'NIN OLUŞUMUNA AİT  
MİKROTERMOMETRİK VE İZOTOPİKVERİLER****Özlem Toygar<sup>1</sup>, Hüseyin Sendir<sup>1</sup>, Halim Mutlu<sup>2</sup>, Mehmet  
Demirbilek<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir (toygaro@ogu.edu.tr)<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Ankara<sup>3</sup>Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya

**Özet:** Eskişehir'in yaklaşık 65 km güneydoğusunda yer alan Kaymaz altın yatağı listvenitlere bağlı oluşmuş orojenik tipte bir altın yatağıdır. Altın oluşumu bölgedeki yoğun silisleşme ile yakın ilişki içerisinde. Topkaya Tepe, İşaret Tepe ve Körpınar Tepe'de yaklaşık KB-GD uzanımlı listvenitler yüksek SiO<sub>2</sub> ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, düşük CaO ve MgO içeriği sergilemektedir. Au, Ag ve çeşitli metaller açısından farklı oranlarda zenginleşen listvenitlerde, altın ve gümüşün diğer iz elementlerle olan ilişkileri bölgesel olarak değişiklik göstermektedir. Kuvarslar üzerinde yürütülen mikrotermometrik çalışmalara göre Kaymaz altın yatağı 200°C-420°C arasında değişen sıcaklıklarla ve %3,9-%9,6 arasında değişen NaCl eşdeğeri tuzluluklarına göre epitermal-mezotermal cevherleşme özelliği göstermektedir. Yatağın duraylı izotop jeokimyasına bakıldığında, δ<sup>34</sup>S değerleri sistemdeki kükürtün lokal granitten ötürü magmatik kökenli olabileceğini göstermektedir. Kuvarslar üzerinde gerçekleştirilen δ<sup>18</sup>O izotop çalışmaları ve hesaplanan δ<sup>18</sup>O<sub>H<sub>2</sub>O</sub> değerleri, sistemi etkileyen birden fazla evreli hidrotermal akışkanların varlığı ve/veya kaynama süreci ile açıklanabilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kaymaz, Eskişehir, altın, duraylı izotoplar, sıvı kapanım

**MICROTHERMOMETRIC AND ISOTOPIC DATA ON THE  
KAYMAZ (ESKISEHIR) GOLD DEPOSIT**

**Özlem TOYGAR<sup>1</sup>, Hüseyin SENDİR<sup>1</sup>, Halim MUTLU<sup>2</sup>, Mehmet  
DEMİRBILEK<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir (toygara@ogu.edu.tr)

<sup>2</sup>Ankara University, Ankara

<sup>3</sup>Dumlupınar University, Kutahya

**Abstract:** The Kaymaz gold deposit approximately 65 km southeast of Eskişehir is an orogenic gold deposit which formed in association in listwaenites. The gold occurrences is closely related to silicification. NW-SE extending listwaenites in Topkaya Hill, Isaret Hill and Korpınar Hill are characterized by high SiO<sub>2</sub> and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, low CaO and MgO contents. Listwaenites are enriched in Au, Ag and several metals in varying levels which are also variably correlated with other trace elements. According to microthermometric data conducted on quartz samples, the temperature of mineralization between 200°C-420°C and ve 3.9%-9.6% NaCl eq., Kaymaz gold deposit is an epithermal-mezothermal type mineralization.  $\delta^{34}\text{S}$  compositions of pyrite samples show a magmatic source for sulfur in the system probably originating from local granite intrusion.  $\delta^{18}\text{O}$  compositions of quartz samples and calculated  $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$  values at homogenization temperatures indicate that boiling process and/or hydrothermal fluids affected the system at more than one stage in the area.

**Keywords:** Kaymaz, Eskişehir, gold, stable isotopes, fluid inclusion



## GULEMAN OFİYOLİTİ İLE İLİŞKİLİ PODİFORM KROMİTİTLERİN PETROLOJİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**Recep Melih AKMAZ<sup>1</sup>, İbrahim UYSAL<sup>2</sup>, Samet SAKA<sup>2</sup>**

1Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Bülent Ecevit Üniversitesi, 67100 Zonguldak, Türkiye  
(rmelih.akmaz@beun.edu.tr)

2Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 61080 Trabzon, Türkiye  
(uysal.ibrahim@gmail.com) (sakasamet61@gmail.com)

**Özet:** Guleman ofiyoliti ile ilişkili masif, saçınımlı ve bantlı yapıdaki kromititler çoklukla farklı kalınlıklarda dunitik zarflar ile çevrelenmiş olup, tüketilmiş harzburjitler içerisinde yer almaktadır. Ofiyolitik kromititlere ait kromit kristallerinin Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (46.70–62.66 %ağ) ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (4.97–19.98 %ağ.) içerikleri geniş bir aralık sunar ve ilişkili Cr# [Cr/(Cr+Al)] değerleri 0.61–0.89 ve Mg# [Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>)] değerleri ise 0.56–0.72 arasında değişir. Kimyasal olarak Mg–kromit bileşiminde olduğu belirlenen kromit kristallerinin TiO<sub>2</sub> içerikleri 0.5 %ağ.’tan düşük olup, söz konusu kromititlerin ofiyolitik kökenli podiform kromititler olduklarını desteklemektedir. Guleman kromititleri ortaç (Cr# = 60–70) ve yüksek–Cr (Cr# = >70) bileşimli olmak üzere iki kısma ayrılmakta olup, ortalama TiO<sub>2</sub> içerikleri sırasıyla 0.28 %ağ. ve 0.13 %ağ.’tır. Ortaç bileşimli kromititler, Sc dışında iz element (Ni, Mn, Ti, V, Zn, Co ve Ga) konsantrasyonları bakımından yüksek–Cr bileşimli kromititlere kıyasla daha çok zenginleşmiştir. Tüm kayaç toplam plâtin grubu element (PGE) içerikleri 44–255 ppb arasında (ortalama 168 ppb) değişmekte olup, aralarında belirgin bir fark olmamakla birlikte yüksek–Cr bileşimli kromititler (ortalama 175 ppb) ortaç bileşimli kromititlere (ortalama 161 ppb) kıyasla toplam PGE içerikleri bakımından çok hafif bir zenginleşme sunarlar. Kromititlere ait Mg–kromit kristalleri, çoklukla birincil, küçük ebatlı (< 30 µm), öz şekilli–yarı öz şekilli, tek ya da çok fazlı yapıda bulunan plâtin grubu mineral (PGM), baz metal mineral (BMM) ve silikat kapanımları içerirler. Laurit [(Ru,Os)S<sub>2</sub>], erlichmanit [(Os, Ru)S<sub>2</sub>], irarsit [(Ir,Rh)SAs] ve Os–Ir alaşımları kromititlerde en yaygın gözlenen PGM’ler olup, millerit (NiS) ve pentlandit (Fe,Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub> türü mineraller ise BMM fazlarını oluşturmaktadır. Forsteritik olivin, Mg–kromit kristallerinde en bol gözlenen silikat kapanımıdır. Guleman ofiyolitik kromititlerine ait ana oksit ve iz element bileşimleri ve kromitleri oluşturan ilksel ergiyiklerin hesaplanan bileşimlerinin yanı sıra PGE jeokimyası ve Mg–kromit kristalleri bünyesindeki birincil kapanımlara ait dokusal ve morfolojik özellikler, söz konusu kromititlerin bir yitim zonunda boninitik bir ergiyikten itibaren oluştuğuna, bunun yanısıra oluşumlarında farklılaşma süreçlerinin önemli bir rol oynadığına işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Mg–kromit, plâtin grubu element, ana–iz element, ada yayı, boninit

*Bu çalışma TÜBİTAK (109Y219#) tarafından desteklenmiştir.*

**PETROLOGICAL AND GEOCHEMICAL INVESTIGATIONS ON  
PODIFORM CHROMITITES FROM THE GULEMAN OPHIOLITE  
(E-TURKEY)**

**Recep Melih AKMAZ<sup>1</sup>, İbrahim UYSAL<sup>2</sup>, Samet SAKA<sup>2</sup>**

1Department of Geological Engineering, Bülent Ecevit University, 67100  
Zonguldak, Turkey (rmelih.akmaz@beun.edu.tr)

2 Department of Geological Engineering, Karadeniz Teknik University, 61080  
Trabzon, Turkey (uysal.ibrahim@gmail.com) (sakasamet61@gmail.com)

**Abstract:** Massive, disseminated and banded chromitites, surrounded by various thicknesses of dunitic envelopes, are mostly found within the depleted harzburgites of the mantle section from the Guleman ophiolite. Chromite shows a wide range of Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (46.70–62.66 wt.%) and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (4.97–19.98 wt.%) concentrations, and calculated Cr# [Cr/(Cr+Al)] and Mg# [Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>)] values vary between 0.61–0.89 and 0.56–0.72, respectively. Chromite, chemically defined as Mg–chromite, has low TiO<sub>2</sub> contents (< 0.5 %wt) and supports that these chromitites are ophiolitic in origin. Guleman chromitites are divided into two compositional groups, such as intermediate (Cr# = 60–70) and high–Cr (Cr# = >70) chromitites of which the average TiO<sub>2</sub> contents are 0.28 wt.% and 0.13 wt.%, respectively. Except for Sc, intermediate chromitites are more enriched in trace elements (Ni, Mn, Ti, V, Zn, Co and Ga) contents compared to those of high–Cr chromitites. The contents of platinum group element (PGE) in whole-rock range between 44 and 255 ppb (average 168 ppb), and the high–Cr chromitites show a slight enrichment in total PGE (average 175 ppb) compared to those of intermediate ones (average 161 ppb). Mg–chromite grains in chromitites contain mostly primary, small sized (<30 µm), euhedral–subhedral in shape, single or polyphase platinum group mineral (PGM), base metal mineral (BMM) and silicate inclusions. Laurite [(Ru,Os)S<sub>2</sub>], erlichmanite [(Os, Ru)S<sub>2</sub>], irarsite [(Ir,Rh)SAs] and Os–Ir alloys are the most abundant PGM detected in Mg–chromite crystals. Millerite (NiS) and pentlandite (Fe,Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub> represent the most common BMM phases whereas forsteritic olivine is found as the most common of silicate inclusions. The major and trace element composition of Mg–chromite in Guleman ophiolitic chromitites and the calculated parental compositions of the melts that crystallize the chromitites, as well as the PGE geochemistry and the textural and morphological properties of the primary inclusions within the Mg–chromite grains suggest that the chromitites were crystallized out of boninitic melt in supra subduction environment. We suggest that differentiation process played an important role in their formation.

**Keywords:** Mg–chromite, platinum group element, major–trace element, island arc, boninite

*This study was supported by TUBITAK (109Y219).*

**MINERALOGY AND GEOCHEMISTRY OF THE FIRST DISCOVER  
MAGNESITE ROCKS BELT IN MA'RIB DISTRICT, NW YEMEN****Sa'ad Z. A. AL-MASHAIKIE**Dept. of Geology, Collage of Sciences, Baghdad Univ., Al-Jadriyah, Baghdad, IRAQ  
geozakee13@yahoo.com

**Abstract:** Pure magnesite mineral was firstly discovered and described from intense metamorphic folded belt from Al-Thanyiah locality in Rub'Al-Khali sector, northwest Yemen. The magnesite-metamorphic belt is belonging to the Precambrian/Neoproterozoic age?, comprising thrust belt, which is generally trending N-S direction. Magnesite mineral was identified in an extended carbonate-metamorphic belt for several tens of kilometers c. 31 km and represented by six stratigraphic units. The thicknesses of pure magnesite bearing units are variable cf. 20 to 60 m. Geochemical, mineralogical and petrographical analysis show that the magnesite concentrations in the stratigraphic units are ranging from 78% up to high purity of 99.6% cf. 35 to 48.9% MgO, with minor dolomite and calcite respectively. Little to rare content of Talc and Brucite were also recognized. Two thick, productive and high purity magnesite beds attain 100 m thick c. 40 and 60 m, which reveals more than 95% MgCO<sub>3</sub> and considered of economic value. The suggested origin of the magnesite rocks is coming from high stress regional metamorphism associated with ultra-mafic intrusions c. amphibolite and Herzburgite, and large quantities of hydrothermal solutions rich in Mg<sup>2+</sup> through metasomatic process. These processes were carried out several alteration phases to transform calcite to dolomite and later magnesite.

**Keywords:** magnesite, dolomite, metamorphic belt, Al-Thanyiah, Yemen.

**GÜNEY NEOTETİSİN ÜST TRİYAS RİFTLEŞMESİYLE  
İLİŞKİLİ VMS YATAKLARINDA İZOTOP ÇALIŞMALARI (GD  
TÜRKİYE/ADİYAMAN BÖLGESİ)**

**Semiha İlhan<sup>1</sup>, Nail Yıldırım<sup>2</sup>, Mustafa Akyıldız<sup>3</sup>, Burcu Gören<sup>3</sup>,  
Cahit Dönmez<sup>4</sup>**

1Niğde Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, NİĞDE,  
2Türkiye MTA Orta Anadolu 4. Bölge Müdürlüğü, MALATYA,  
3Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ADANA,  
4Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, ANKARA  
(e-mail: ilhansemiha@gmail.com)

**Özet:** Bölgede izlenen VMS yatakları Alp-Himalaya orojenik sistemi içerisinde önemli bir yere sahip olan Güney Neotetisin, Geç Triyas'taki kıtasal kırılma ve gelişen riftleşme ile oluşmuş Koçalı Karmaşığına ait bazaltlar ile bunlarla ilişkili derin deniz pelajik sedimanları içerisinde yer alır. Bu bazaltlar; kabuksal kirlenme ve/veya fraksiyonlanmanın etkisi ile oluşmuş E-MORB tipi manto kaynaklı kayalar ve Okyanus Adası Bazaltlarıdır. Cevherleşmeler farklı alanlarda izlenen, deniz tabanı oksidasyon ürünü olan gossan (proksimal) ile sülfür breşi (proksimal), sülfür kumtaşı (distal), ve stokvork cevher yapısıyla kendine özgü bir fasiyes sunar. Cevher mineral birlikteliği massif ve stokvork cevherde benzer olup pirit, kalkopirit, sfalerit, pirotin ve bornit birincil cevher mineralleri olup; idait, dijenit, spekülait, kalkozin, kovellin, fahlerzile hematit, götit ve limonit oksidasyon zonunda gelişen ikincil minerallerdir. Cevher minerallerinin oluşumunu sağlayan hidrotermal çözeltiler içindeki kükürtün; pirit-kalkopirit minerallerine ait  $\delta^{34}\text{S}$  izotop analizleri (‰ 0,03–‰ 7,6) sonucunda magmatic kökenli oldukları belirlenmiştir. Ayrıca izotop çalışmaları, pirit-kalkopirit mineral çifti arasında izotopik dengenin sağlandığını ve bu minerallerin oluşum sıcaklığının 355 °C-401 °C arasında değiştiği belirlenmiştir. Cevherleşmelerin tavan kayacı konumundaki bazaltlarda yapılan  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop analizlerinde değerlerin 0,703-0,706 aralığında olduğu E-MORB ve OIB bileşimli oldukları belirlenmiştir ki bu durum bazaltların jeokimyasal özellikleriyle ilgili çalışmalarla da uyum içindedir.  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  izotopsal geniş bir aralıkta değişiyor olması Pb'un farklı kaynaklardan türediğinin göstergesi olmakla birlikte Pb'un, hem kabuk hem de manto kökenli olduğu belirlenmiştir. Cevherleşmeler ve yan kayalar örnekleri üzerinde yapılan izotop analizleri, riftleşme ürünü olan ve yavaş yayılan okyanus ortası sırt ortamlarındaki VMS yataklarıyla benzerlik göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bazalt, izotop, rift, VMS, GD Türkiye.

**ISOTOPIC STUDIES IN THE VMS DEPOSITS RELATED THE  
UPPER TRIASSIC OF SOUTH NEOTETHYS (SE TURKEY /  
ADIYAMAN REGION)**

**Semiha İlhan<sup>1</sup>, Nail Yıldırım<sup>2</sup>, Mustafa Akyıldız<sup>3</sup>, Burcu Gören<sup>3</sup>,  
Cahit Dönmez<sup>4</sup>**

1Niğde University, Geology Engineering Department, NIĞDE,

2Geology Survey, Central Anatolia. District, MALATYA,

3Çukurova University, Geology Engineering Department, ADANA,

4Geology Survey, ANKARA

(e-mail: ilhansemiha@gmail.com)

**Abstract:** VMS deposits in the region is located basalts in Koçali Complex that formed by continental breaking and rifting in the Late Triassic in age of the South Neotethys which has an important place within the Alpine-Himalayan orogenic system and related in pelagic sediments. These basalts; crustal contamination and/or fractionation was caused by the effect of E-MORB-type sourced mantle and Ocean Island Basalt. Mineralization observed in different areas presents unique structure with gossan (proximal) of product seabed oxidation, sulphide breccia (proximal), sulphite sandstone (distal), and stockwork ore. The ore mineral assemblages of massive and stockwork ores similar and consist of primary pyrite, chalcopyrite, sphalerite, bornite, pyrrotite, specularite, chalcocite, covellite, tetrahedrite with hematite, goethite and limonite are secondary minerals growing in oxidation zones. The sulfur in the hydrothermal solutions which supply of ore formation has a magmatic affinity according to the  $\delta^{34}\text{S}$  isotope analyses (‰ 0,03 – ‰ 7,6) belonging to pyrite-chalcopyrite. In addition, isotopic analysis results indicates that achieved pyrite-chalcopyrite isotopic equilibrium and these minerals is determined that the temperature range between 355 °C -401 °C. According to  $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$  isotope analysis at basalts in position host rock of mineralizations, in which the values are in the .703-.706 range, basalt determined E-MORB and OIB composition that this case in full harmony with studies the geochemistry characteristic of basalt. Pb is derived from different sources due to  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  and  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  isotope release a widerange of changing, Pb was determined to have originated from both crust and mantle as well. Mineralization and host rocks isotope analysis shows that this study is similar VMS deposits products with rifting and slow spreading mid-ocean ridges.

**Keywords:** Basalt, isotope, rift, VMS, SE Turkey.

**ATTEPE BÖLGESİNDEKİ PREKAMBRIYEN YAŞLI DEMİR  
YATAKLARININ OKSİJEN VE CARBON İZOTOP JEOKİMYASI  
(KAYSERİ-ADANA HAVZASI, TÜRKİYE)**

**Serdar Keskin<sup>1,2</sup> ve Taner ÜNLÜ<sup>2</sup>**

1MTA Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, 61010, Trabzon (serdar.keskin@mta.gov.tr)  
2Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Ankara

**Özet:** Bu çalışma, Doğu Toroslar'ın batısında yer alan Attepe ve civarındaki demir yataklarından alınan siderit örneklerindeki Karbon (C) ve Oksijen (O) izotop çalışmalarını kapsamaktadır. Çalışma alanında gözlenen ana litostratigrafik birimler, Geyikdağı allokton birliğine ait Prekambriyen-Alt Kambriyen yaşlı Emirgazi, Alt Kambriyen yaşlı Zabuk, Orta-Üst Kambriyen yaşlı Değirmentaş, Ordovisyen yaşlı Armutlu formasyonları ile Görbiyes para-otokton birimine ait Jura-Kretase yaşlı Kızlarsekisi formasyonudur. Birincil demir oluşumları, Emirgazi Formasyonu içerisinde yer alan bitümlü metapelitik kayalar ile uyumlu syn-sedimanter oluşumlu sideritlerden oluşur. Siderit örneklerinin  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri, bir gaz-oranı kütle spektrometrisine (Finnigan MAT 252) bağlı otomatik bir karbonat hazırlayıcısı (Kiel-III) kullanılarak ölçülmüştür. Toz numuneler  $70^\circ\text{C}$ 'de vakum altında kurutulmuş fosforik asit ile reaksiyona sokulmuştur. İzotop oranı ölçümü, NBS-18 ve NBS-19'un tekrarlanan ölçümlere dayalı olarak (hassasiyet  $\delta^{18}\text{O}$  için  $\pm 0.10$  ‰ ve  $\delta^{13}\text{C}$  (1 sigma) için  $\pm 0.08$  ‰) kalibre edilmektedir. Sideritlerdeki  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri  $-6.57$  ‰ ile  $-7.94$  ‰ ve  $-0.71$  ‰ ile  $-1.62$  ‰ arasında,  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri ise  $-9.95$  ‰ ile  $-12.03$  ‰ arasındadır. Siderit örneklerinden elde edilen  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop sonuçlarına göre; birincil kökenli demir cevherleşmeleri, diyajenetik veya syn-sedimanter siderit oluşumlarını, ikincil kökenli geç-evre demir cevherleşmelerimiz ise demirce-zengin hidrotermal kökeni ve Mn-Mg siderit oluşumlarını göstermektedir. Birincil kökenli siderit cevherleşmeleri içindeki volkanik kökenli minerallerin varlığı, bu demir oluşumlarının bu zamanda bir volkanik aktiviteyle ilişkili olabileceğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Demir yatağı, İzotop, Siderit, Prekambriyen, Emirgazi Formasyonu.

**OXYGEN AND CARBON ISOTOPE GEOCHEMISTRY OF THE  
PRECAMBRIAN IRON DEPOSITS IN ATTEPE REGION  
(KAYSERİ-ADANA BASIN, TURKEY)**

**Serdar Keskin<sup>1,2</sup> ve Taner ÜNLÜ<sup>2</sup>**

1MTA Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, 61010, Trabzon (serdar.keskin@mta.gov.tr)  
2Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Ankara

**Abstract:** This study includes Carbon (C) and Oxygen (O) isotope studies in the siderite samples taken from iron deposits in Attepe and its surrounding area, located on the western part of Eastern Taurus. The main lithostratigraphic units exposed in the study area are; Precambrian-Early Cambrian Emirgazi, Early Cambrian Zabuk, Middle-Late Cambrian Değirmentaş and Ordovisian Armutlu formations belonging to Geyikdağı allochthonous unit, and Jurassic-Cretaceous aged Kızılarselikisi formation belonging to Görbiyesdağı para-autochthonous unit. The primary iron-formations are derived from syn-sedimentary siderites conformable with bituminous metapelitic rocks of Emirgazi Formation.  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  values of siderite samples were measured using an automated carbonate preparation device (KIEL-III) coupled to a gas-ratio mass spectrometer (Finnigan MAT 252). Powdered samples were reacted with dehydrated phosphoric acid under vacuum at 70°C. The isotope ratio measurement is calibrated based on repeated measurements of NBS-19 and NBS-18 and (precision is  $\pm 0.10$  ‰ for  $\delta^{18}\text{O}$  and (1 sigma)  $\pm 0.08$  ‰ for  $\delta^{13}\text{C}$ ). The  $\delta^{13}\text{C}$  values of siderites range from  $-6.57$  ‰ to  $-7.94$  ‰, and from  $-0.71$  ‰ to  $-1.62$  ‰, and of the  $\delta^{18}\text{O}$  values between  $-9.95$  ‰ and  $-12.03$  ‰. According to  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  isotope results obtained from siderite samples; the primary origins of iron mineralizations show the diagenetic or syn-sedimentary siderite formations, and late-stages of secondary iron mineralizations show the iron-rich hydrothermal origin and Mn-Mg siderite occurrences. The presence of mineralization of volcanic origin in the primary siderite mineralizations present the volcanic activity may be related to these iron-formations in this time.

**Keywords:** Iron deposit, Isotope, Siderite, Precambrian, Emirgazi Formation.

**ÇEVRE JEOKİMYASI**

***ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY***



**ADANA ŞEHİR MERKEZİ VE ÇEVRESİNDEKİ TOPRAKLARIN  
AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN SAPTANMASI****Can Ekin Yıldız<sup>1</sup>, Mustafa Akyıldız<sup>1</sup>, Burcu Karataş<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01130 Balcalı, ADANA  
canekin3@gmail.com

**Özet:** Çalışma alanı Adana ili merkez ve yakın çevresini kapsamakta olup, temeli Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kırıntılı ve karbonatlı otokton birimleri ile bölgeye Üst Maastrichtiyen ve sonrasında tektonik olarak yerleşen allohton konumlu ofiyolitik kayalardan oluşan Adana Baseni içerisinde yer almaktadır. Adana Baseni'nin en üst Neojen birimi olarak ayrılan ve başlıca çakıltaş, çakıllı kumtaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltası ve çamurtaşından oluşan Handere Formasyonu inceleme alanı içerisinde geniş alanlarda yüzlek vermektedir. Adana şehir merkezi ve çevresi yoğun yerleşim, sanayi ve tarımsal faaliyetlerin bulunduğu alandır. Bu nedenle toprak örnekleri üzerinde ağır metal içeriklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Belirlenen lokasyonlardan toprak numuneleri alınmış ve ağır metal konsantrasyonları Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazı ile tespit edilmiştir. Elde edilen değerler çeşitli standartlar ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre 104,60-216,40 arasında değişen Ni değerleri tüm örneklerde standartların üzerinde çıkmıştır. 14,89-78,50 arasında değişen Cu değerleri ise bazı örneklerde standartların üzerinde bulunmuştur. Ni ve Cu değerlerinin standartların üzerinde olmasının, seçilen lokasyonların havaalanı, sanayi, atölye, tamirhane gibi iş sahalarının yakınında bulunması nedeniyle olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada elde edilen tüm veriler bir Coğrafi Bilgi Sistemi (C.B.S.) veritabanına aktararak çeşitli dağılım haritaları oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Adana Baseni, Toprak, Ağır Metal Kirliliği, AAS, CBS.

## DETERMINATION OF HEAVY METAL POLLUTION IN ADANA CITY CENTER AND THE SURROUNDING SOILS

Can Ekin Yıldız<sup>1</sup>, Mustafa Akyıldız<sup>1</sup>, Burcu Karataş<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çukurova University, Department of Geological Engineering, 01130 Balcalı, ADANA  
canekin3@gmail.com

**Abstract:** The study area in the Adana Basin covers Adana city center and the near surroundings. The basement of the basin is made up of Paleozoic and Mesozoic aged clastic and carbonate autochthonous units and allochthonous ophiolitic rocks from the Upper Maestrichtian, that were brought to the area by tectonic movements. The uppermost Neogene unit of the Adana Basin is composed mainly of gravel, gravelly sandstone, sandstone, siltstone, claystone and mudstone of the Handere Formation and outcrops over wide areas. Adana city center and the surroundings are heavily populated and are home to many industrial and agricultural activities. For this reason, the aim of the study is an investigation into the heavy metal content of soil samples. Soil samples were collected from specified locations and heavy metal concentrations were measured with an Atomic Absorption Spectrometer (AAS). The results were compared to various standards. According to these comparisons, Ni values range between 104.60 and 216.40 and are all above the standards. Cu values, ranging from 14.89 to 78.50, are above the standards in some samples. The reason that Ni and Cu values are above the standard values is thought to be that the specified locations were near the airport, industrial area, workshops, garages, and other work areas. All the results of this study were transferred to a Geographic Information System, (GIS) and various distribution maps were made.

**Keywords:** Adana Basin, Soil, Heavy Metal Pollution, AAS, GIS

## TERK EDİLMİŞ KÖMÜR SAHALARININ YÜZEY VE YERALTI SULARINA ETKİSİ, EDİRKÖY SAHASI, SARAY-TEKİRDAĞ

**Cemile Erarslan ve Yüksel Örgün**

<sup>1</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul  
erarslanc@itu.edu.tr

**Özet:** Trakya Havzası'nın en önemli kömür sahalarından biri olan Edirköy sahasında (Saray-Tekirdağ) kömür üretimine 1970'li yıllarda başlanmıştır. Halen aktif olarak işletilmekte olan sahada kömür üretimi tamamlanmış alanlarda yapay göletler oluşmuştur. Çalışmanın amacı Edirköy kömür sahasındaki kömür üretimi tamamlanmış sahaların yüzey ve yeraltı sularına olası etkisinin araştırılmasıdır. Bu amaçla sahada kurak (Ağustos, 2014) ve yağışlı (Nisan, 2015) dönemde arazide ölçümler (pH, Eh, EC, tuzluluk, çözünmüş oksijen ve alkalinite) yapılmış; suların anyon, kation ve iz element içeriklerinin belirlenmesi için sahadan örnekler alınmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu Edirköy sahasında göletlerin pH ve EC değerlerinin kurak dönemde sırasıyla 7,75-8,2 ve 2920-5090  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aralığında; yağışlı dönemde ise 7,9-8,22 ve 2390-3910  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aralığında değiştiği gözlenmiştir. Yeraltı sularında ise bu değerler sırasıyla kurak dönemde 6,84-8,59 ve 191-2610  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; yağışlı dönemde 6,92-8,26 ve 462-3180  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aralığında değişmektedir. Yeraltı sularının EC değerlerinin kömür sahasından uzaklaştıkça düştüğü görülmüştür. Sularda sağlık açısından risk teşkil eden elementler (As, B, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, Th, U, V vb.) ICP-MS yöntemi ile analiz edilmiştir. Gölet sularında As (<3000ppb), Cd (<700ppb), Cr (<300ppb), Cu (<80ppb), Ni (<300ppb) ve Pb (<4000ppb) başta olmak üzere sağlık açısından risk teşkil eden elementler dedeksiyon limitini aşmıştır. İçme ve kullanma amaçlı olarak kullanılan yeraltı sularında ise As (<0,5-16ppb aralığında), B (59-617ppb aralığında), Ba (32,84-260ppb aralığında), Cr (1,3-10,1ppb aralığında), Cu (0,5-7,7ppb aralığında), Ni (<0,2-9,7ppb aralığında) ve U (0,8-6,4ppb aralığında) elementlerinin WHO ve EPA tarafından belirtilen içme suyu limit değerlerini aştığı görülmüş olup; sularının iz element konsantrasyonlarının kömür sahasından uzaklaştıkça düştüğü gözlemlenmiştir. Çalışmadan elde edilen tüm veriler birlikte değerlendirilerek Edirköy kömür sahasının yüzey ve yeraltı sularına olası çevresel etkileri ele alınıp tartışılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Kömür sahası, gölet, yeraltı suyu, Edirköy, Trakya Havzası

**IMPACT OF THE ABANDONED COAL FIELDS ON THE  
SURFACE AND GROUNDWATER, EDIRKÖY COAL MINE  
FIELDS, SARAY-TEKİRDAĞ**

**Cemile Erarslan and Yüksel Örgün**

<sup>1</sup>Istanbul Technical University Faculty of Mines Geological Engineering Department, İstanbul  
erarslan@itu.edu.tr

**Abstract:** The coal production in the Edirköy coal mines (Sarayı-Tekirdağ) has been started at 1970s. The coal mines production is finished some part of this area and also the coal mines are still active. There are some artificial lakes have been occurred in the abandoned coal area. The aim of this study is researching the effects of abandoned coal fields on surface and groundwater. For this purpose the in-situ measurements (pH, Eh, EC, salinity, dissolved oxygen and alkalinity) were done in dry (August, 2014) and wet (April, 2015) seasons at the surface and groundwater. The surface and groundwater were collected for anion, cation and trace element analysis. In the surface waters pH and EC values range from 7,75-8,2 and 2920-5090  $\mu\text{S}/\text{cm}$  in dry season; 7,9-8,22 and 2390-3910  $\mu\text{S}/\text{cm}$  in wet season, respectively. In the groundwater these values range from 6,84-8,59 and 191-2610  $\mu\text{S}/\text{cm}$  in dry season; 6,92-8,26 and 462-3180  $\mu\text{S}/\text{cm}$  in wet season, respectively. The EC values are lower out of the coal mines. The potentially harmful elements (As, B, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, Th, U, V etc.) were analyzed by ICP-MS method. The As (<3000ppb), Cd (<700ppb), Cr (<300ppb), Cu (<80ppb), Ni (<300ppb) and Pb (<4000ppb) are up to the detection limits in the surface waters. The groundwater's As (<0,5-16ppb), B (59-617ppb), Ba (32,84-260ppb), Cr (1,3-10,1ppb), Cu (0,5-7,7ppb) Ni (<0,2-9,7ppb) and U (0,8-6,4ppb) values are above from WHO's and EPA's drinking water standards. The trace element concentrations of the groundwater are lower out of the coal mines. The whole data will be evaluated for Edirköy coal mines effect on surface and groundwater, together.

**Keywords:** Coal mines, artificial lake, groundwater, Edirköy, Thrace Basin

## BALYA, BALIKESİR TERKEDİLMİŞ Pb-Zn MADENİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİ

Ece Şirin<sup>1</sup>, Esra Oruçoğlu<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Istanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, 34469, Maslak-İstanbul, Türkiye (sirinece@gmail.com)

<sup>2</sup>BRGM, French Geological Survey, 45000, Orléans, France

**Özet:** Madencilik ve cevher hazırlama faaliyetleri oldukça yüksek miktarlarda oluşabilen atık malzemenin açığa çıkmasına yol açmaktadır. Bu atıkların bertarafının fiziksel ve kimyasal özelliklerine uygun olarak yapılmaması durumunda oldukça ciddi çevresel etkiler ile karşılaşabilmektedir. Bu çevresel etkilerden biri galen, pirit, kalkopirit gibi sülfürlü minerallerin varlığında ortaya çıkabilen Asit Kaya (Maden) Drenajıdır (AKD/AMD). Söz konusu minerallerin su ve hava ile etkileşimi sülfürik asit oluşumuna sebep vermektedir ve kontrolsüz şartlar altında sülfürik asit atık malzeme içerisindeki bakır, kurşun, cıva gibi ağır metalleri çözebilmekte ve çevresel ortamda hareketli hale getirebilmektedir. Ortamda bulunan bakteriyel aktiviteler ile prosesin hızlanması da söz konusudur. Asit Maden Drenajının birincil etkisi olan su kirliliği ise ekolojik ve çevresel sorunlara yol açabilmektedir. Bu çalışmada, Balıkesir Balya'da bulunan terk edilmiş Pb-Zn madeninin potansiyel çevresel etkileri incelenmiştir. Terk edilmiş alanda bulunan pasa atıkları bölgesinden iki örnek Ağustos, 2015 tarihinde alınmıştır. Toplam ağır metal (Pb, Zn, Cu, Fe, Al, As, Se, Mn, Cd) miktarları ile bunların ortamdaki hareketliliği EPA 1310 ve EPA 1312 deney prosedürleri gereğince araştırılmıştır. Örneklerin sülfür içerikleri %7,4 ve % 10,25 olarak bulunmuş olup, organik madde içeriği %9,12 ve % 3,49 ve su içeriği de %8,85 ve %2,68 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar en hareketli metalin Cd olduğunu ve toplam Cd miktarının %50,41'inin zayıf asidik olan ortamda hareketli halde bulunduğunu göstermektedir. Bu durumun ortaya çıkması ortamda bulunan mineral ve metaller ile organik madde içeriği ile ortama ait pH & Eh değerleri ile ilişkilidir.

**Anahtar Kelimeler:** Asit Maden Drenajı, Maden Atıkları, Çevresel Kirlilik, Pb-Zn Madeni

## ENVIRONMENTAL IMPACTS OF ABANDONED Pb-Zn MINE IN BALYA, BALIKESIR

Ece Şirin<sup>1</sup>, Esra Oruçoğlu<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Istanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, 34469, Maslak-İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>BRGM, French Geological Survey, 45000, Orléans, France  
sirinece@gmail.com

**Abstract:** Mining and mineral processing operations produce large amounts of waste material which can be none-economic ores and rocks, mineral processing wastes or tailings. These wastes may cause serious environmental impacts, if they are not disposed of properly according to their physical and chemical characteristics. Acid Rock (Mine) Drainage (ARD/AMD) is one of these environmental impacts and may occur in existence of sulphuric minerals like galena, pyrite, chalcopyrite in mines. Their exposure to water and air cause sulphuric acid formation and under uncontrolled conditions this sulphuric acid can dissolve heavy metals such as copper, lead, mercury in the waste material and mobilise them in the environment, where bacterial activity may accelerate the process. The primary impact of the ARD, water pollution, is leading to ecological and environmental concerns. In this study, the potential environmental impacts of the abandoned Pb-Zn mine in Balya, Balıkesir, Turkey was examined. Two samples were collected from the spoil dump site on August, 2015. Total heavy metals and mobility behavior of the metals (Pb, Zn, Cu, Fe, Al, As, Se, Mn, Cd) were investigated according to EPA 1310 and EPA 1312 procedures. The sulphur content of these samples was found as 7.4% and 10.25%, the organic matter content was found as 9.12% and 3.49% and the moisture content was found as 8.85% and 2.68% respectively. Results show that Cd had the maximum mobility and 50.41% of the total Cd leaked at slightly acidic conditions. This might be related to the available minerals, existing metals, organic matter content and pH & Eh of the medium.

**Keywords:** Acid Mine Drainage, Mine Waste, Environmental Pollution, Pb-Zn Mine

**ESPIYE BÖLGESİ (GİRESUN, KD TÜRKİYE) VOLKANOJENİK  
MASİF SÜLFİT YATAKLARI ÇEVRESİNDEKİ CÜRUFLARIN KİMYASI,  
MİNERALOGİSİ ve ÇEVRESEL ETKİLERİ**

**Emine Selva Sağlam ve Miğraç Akçay**

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon  
ssaglam@ktu.edu.tr akcay@ktu.edu.tr

**Özet:** Espiye yöresi (Giresun) Doğu Karadeniz Bölgesinde Kuroko tip masif sülfür maden yataklarının en yoğun olduğu bölgelerden biridir. Bu madenlerin (Lahanos, Killik, Kızılkaya, Karaerik, Ağalık ve Karılar) çevresinde önemli hacimlere erişen cüruf yığınları yer almaktadır. Bu çalışmada, tüm bu maden işletmeleri çevresinde yer alan cürufların kimyasal ve mineralojik bileşimleri incelenerek, potansiyel çevresel etkileri ortaya konulmaya çalışılacaktır. Cüruf örnekleri başlıca SiO<sub>2</sub> (% 20.53- % 26.71), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (% 50.24- % 66.53), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (% 1.84- 7.23) ve CaO (% 0.21- % 3.69) içermektedir. Bu dört oksitin genel bileşim içindeki toplam ağırlığı %77.52-%92.26 arasında değişmektedir. Bu ana oksitlere ilave olarak cüruflarda önemli oranlarda S (%0.76- %5.05), Ba (% 2.48- % >5), Cu (% 0.31- % >1), Zn (% 0.18- %>1) ve Pb (% 0.02- %>1) da bulunmaktadır. Bu elementler başlıca silikat, oksit, sülfür mineralleri ile metalik alaşımların yapısında yer almaktadır. Farklı maden sahalarını temsil eden cüruf örnekleri genel olarak benzer bir kimyasal bileşime sahiptir. FeO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> ve CaO-FeO-SiO<sub>2</sub> üçgen diyagramlarındaki dağılımları, tüm cüruf oluşturma işlemlerinin (ergitme sıcaklığının) yaklaşık 1200°C olduğunu göstermektedir. Başlıca silikatlar, oksitler ve sülfidlerden oluşan cüruflarda ana silikatlı faz fayalittir. Andremeyerit, selsiyan ve simrit diğer silikatlı fazlardır. Dendritik oluşumlu wüstit başta olmak üzere manyetit, titanomanyetit, götit- lepidokrozit, hematit, limonit ve kuprit cüruflarda belirlenen oksitli minerallerdir. Genel olarak daha az oranda olsa da, silikat ve oksitlerin yanı sıra tüm cüruflarda çok farklı sülfürlü bileşenler bulunmaktadır. Sülfürlü bileşenler bornit, idayit, kalkopirit, kovellin ve pirotin ile daha az miktarda galen, sfalerit ve pirit içermektedir. Nabit altın ve nabit bakır bazı sahalarında iz olarak gözlenmektedir. Buna göre, tüm sahalarından elde edilen cüruf örneklerinde bazı bileşimsel farklılıklar belirlenmiştir. Fayalit Karaerik sahasında, andremeyerit Karılar ve Ağalık sahaslarında, selsiyan Killik sahasında en baskın mineraldir. Lahanos, Kızılkaya ve Killik sahaslarında en baskın bileşen ise wüstittir. Beklendiği üzere hiç bir sahada sülfidler baskın mineral değildir. Ancak yer yer önemli oranlara ulaşabilmektedirler. Yöredeki tüm maden işletmeleri çevresinde önemli yığınlar oluşturan cüruflar yıllardan beri atmosferik koşullar altında oksitlenmekte ve asit maden drenajı oluşumuna katkı yapmaktadır. Her ne kadar çok yoğun sülfid içerikleri olmasa da, cüruf yığınları içinde ve yüzeylerinde oluştuğu belirlenmiş olan kalkantit, bonatit, halotrikrit, jarosit, götit ve brokantit gibi ikincil mineraller cürufların asit maden drenajı oluşturma kapasitelerinin olduğunu göstermektedir. Sertlik ve dayanıklılıkları nedeniyle, özellikle yol ıslah çalışmalarında yüzey malzemesi olarak kullanılan cüruflar, su-kayaç etkileşimiyle gelişen oksidasyona bağlı olarak ağır metallerin çevreye yayılmasına katkı yapmaktadır. Bu bağlamda çalışılan tüm sahalar arasında hacim bakımından en fazla cüruf yığına sahip olması dolayısıyla Karaerik sahası cürufların varlığından en yoğun etkilenen maden işletmesidir.

**Anahtar Kelimeler:** Espiye, Karaerik, cüruf, fayalit, selsiyan, andremeyerit, wüstit

**CHEMISTRY, MINERALOGY AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF  
SLAGS IN THE VICINITY OF VOLCANOGENIC MASSIVE SULPHIDE  
DEPOSITS AROUND ESPIYE (GİRESUN, NE TURKEY)**

**Emine Selva Sağlam and Miğraç Akçay**

Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering, 61080, Trabzon  
ssaglam@ktu.edu.tr akcay@ktu.edu.tr

**Abstract:** Espiye region (Giresun) is one of the places in the Eastern Black Sea Province well known for the abundance of Kuroko type VMS mineral deposits. These deposits include Lahanos, Killik, Kızılkaya, Karaerik, Ağalık and Karılar, all having significant volumes of slag occurrences nearby. This study aims at deciphering potential environmental impact of these slags based on their chemical and mineralogical compositions. Slags in the studied deposits are composed mainly of SiO<sub>2</sub> (20.53%- 26.71%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (50.24%- 66.53%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1.84%- 7.23%) and CaO (0.21%- 3.69%). These four oxides make up to 77.52%- 92.26% of the total components of slags. They also contain significant amounts of S (0.76%- 5.05%), Ba (2.48%- >5%), Cu (0.31%- >1%), Zn (0.18%- >1%) and Pb (0.02%- >1%). All these components are found in the structures of silicates, oxides, sulphides, and lesser metal alloys. Slags from different mine sites have usually similar chemical compositions. The FeO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> and CaO-FeO-SiO<sub>2</sub> ternary diagrams produced for the slags indicate temperatures up to 1200 °C for their formation. Fayalite is the major silicate component in slags, with andremeyerite, celsian and cymrite being other significant silicate phases. Dendritic wustite, magnetite, titanomagnetite, goethite-lepidocrocite, hematite, limonite and cuprite are oxide minerals found in slags. Sulphide components include bornite, idaite, chalcopyrite, covellite, and pyrrhotite, with lesser galena, sphalerite and pyrite. Native Au and native Cu are also present in trace amounts in some slag deposits. Comparison of slags from all studied occurrences has put forward some compositional differences. Fayalite, andremeyerite, and celsian are the most abundant minerals in Karaerik, Karılar and Ağalık, respectively. Wustite is dominant in slags from Lahanos, Kızılkaya and Killik. As expected, in no deposit site are the sulphides dominant phases, even though they may reach significant levels. Slags, produced during the mining activities in the past years and disposed mainly of into nearby valleys and on to slopes, have been exposed to atmospheric conditions for long and contributing to the formation of acidic mine drainage along valleys draining them. Despite their low sulphide contents, the occurrence of secondary efflorescent salts such as chalcantite, bonatite, halotrichite, jarosite, goethite and brochantite within and on the surfaces of these slag deposits indicate that they have the capacity to form acidic mine drainages. The use of slags as aggregate on dirt roads around the mine sites contributes heavily to their oxidation due to increased surface area during water-rock interaction and resulting distribution of heavy metals into the environment. In this regard, the Karaerik mine, that has the most voluminous slag occurrence, is the most widely affected site among all other studied deposits.

**Keywords:** Espiye, Karaerik, slag, fayalite, celsian, andremeyerit, wustite



## KARAERİK MADENİ (ESPIYE-GİRESUN)ÇEVRESİNDE ASİT MADEN DRENAJİ OLUŞUMUNUN JEOMİKROBİYOLOJİK OLARAK MODELLENMESİ

**Emine Selva Sağlam<sup>1</sup>, Miğraç Akçay<sup>1</sup>, Dilşat Nigar Çolak<sup>2</sup>, Kadriye İnan<sup>3</sup> ve Ali Osman Beldüz<sup>4</sup>**

1: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon, ssaglam@ktu.edu.tr  
akcay@ktu.edu.tr

2: Giresun Üniversitesi, Bulancak Kadir Karabaş Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, dilsat.nigar@giresun.edu.tr

3: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, 61080 Trabzon, inank@ktu.edu.tr

4: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 61080 Trabzon, belduz@ktu.edu.tr

**Özet:** Giresun Espiye bölgesi terk edilmiş volkanojenik masif sülfür yatakları ile karakteristiktir. Karaerik madeni bu bölgede yüzeyde en fazla cürufa sahip madendir. Bu sebeple çevresinde yoğun bir şekilde asit maden drenajı gelişmiştir. Bu çalışmada, 16S rRNA çalışmaları yardımıyla, asit maden drenajının oluşumu jeomikrobiyolojik olarak modellenmiştir. Karaerik Madeni galeri girişinde şartlar daha az oksitleyici olup, çözülmüş oksijen içeriği (0.56 mg/l) oldukça düşüktür. Bu noktadan sonra vadi boyunca kuzeye doğru gerek Eh ve gerekse çözülmüş oksijen içeriği artmaktadır. Bunun sonucunda, ferrik demir içeriği de yükselmektedir. Yapılan ölçümlerde, galeri ağzında 470 mV olarak ölçülen Eh'in vadi boyunca bir km'lik bir zon boyunca önce 572 mV'a, sonra 680 mV'a ve daha sonra da 686 mV'a kadar yükseldiği görülmüştür. Bu aşamada oluşan schwertmannit ve/veya jarosit çökeline bağlı olarak son ölçüm noktasında Eh 644 mV'a düşmektedir. Bu değişim vadi suyunun fiziksel özellikleriyle de izlenebilmektedir. Çözülti içindeki toplam demirin ( $Fe^{+2}$ : 1116 mg/l ve  $Fe^{+3}$ : 13.8 mg/l) baskın olarak (~%99) indirgenmiş olduğu galeri girişinden itibaren örnekleme hattı boyunca su şeffaf yeşilimsi renkten önce turuncu renge, daha sonra da kırmızı renge dönüşür. Bu süreçte oksitlenmiş demir içeriği ( $Fe^{+2}$ : 44.4mg/l ve  $Fe^{+3}$ : 528.6mg/l) artarak %92.3'e kadar ulaşmaktadır. Maden atık suyunun boşaldığı vadi (Acısu dere) boyunca oluşan düşük pH ve yüksek ağır metal konsantrasyonu ortamda gelişen mikrobiyolojik topluluğun sınırlı kalmasına yol açmıştır. Yapılan 16S rRNA çalışmaları yardımıyla söz konusu yörede demir oksitleyici bakteriler olarak *Leptospirillum ferrooxidans*, *Ferrovum myxofaciens*, *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrivorans*; demir indirgeyici bakteriler olarak da *Acidocella facilis*, *Acidocella aluminidurans*, *Acidiphilium cryptum* ve *Acidiphilium multivorumbelirlenmiştir*. Bu demir oksitleyici bakterilerden bazıları (*Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrivorans*) aynı zamanda demir indirgeyici özelliğe sahiptir ve ortamın oksijen potansiyeline göre davranış göstermektedir. Bunlara ilave olarak, ortamda sülfür oksitleyici bakteriler de (*Acidithiobacillus ferrivorans*, *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus thiooxidans* ve *Acidiphilium cryptum*) tespit edilmiştir. Bu bakteriyolojik birliktelik Karaerik sahası asit maden drenaj ortamında demir döngüsü ile sülfür döngüsünün eş zamanlı olarak gerçekleştiğini göstermektedir. Sonuç olarak indirgen demir ve kükürt bileşikleri (başlıca pirit), baskın olarak ortamda varlığı belirlenmiş olan *Acidithiobacillus ferrivorans* (ve belirlenen diğer bakteriler) tarafından oksitlenmekte ve jarosit ile schwertmannit gibi ikincil sülfatların oluşumu sağlanmaktadır. Bu esnada çözeltide hâlâ indirgen demirin kalması muhtemelen demir indirgeyici bakterilerin de faaliyetlerini sürdürdüğünü göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** 16S rRNA, Asit maden drenajı, *Ferrovum myxofaciens*, *Acidithiobacillus ferrivorans*, *Acidocella facilis*, *Acidiphilium cryptum*.

**GEOMICROBIOLOGICAL MODELING OF FORMATION OF ACID  
MINE DRAINAGE IN THE VICINITY OF THE KARAERİK MINE  
(ESPIYE-GİRESUN)**

**Emine Selva Sağlam<sup>1</sup>, Miğraç Akçay<sup>1</sup>, Dilşat Nigar Çolak<sup>2</sup>, Kadriye İnan<sup>3</sup>  
Ve Ali Osman Beldüz<sup>4</sup>**

1: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon, ssaglam@ktu.edu.tr  
akcay@ktu.edu.tr

2: Giresun Üniversitesi, Bulancak Kadir Karabaş Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu Bitkisel Üretim  
ve Teknolojileri Bölümü, dilsat.nigar@giresun.edu.tr

3: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, 61080 Trabzon,  
inank@ktu.edu.tr

4: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 61080 Trabzon, belduz@ktu.edu.tr

**Abstract:** Espiye (Giresun) region is characterized by abundant worked-out VMS type deposits. Among them, Karaerik mine has the most voluminous slag deposit with intensive acid mine drainage in its immediate vicinity. In this study, the occurrence of acid mine drainage has been modelled using geomicrobiological techniques through 16S rRNA studies. The dissolved oxygen content of the water at the Karaerik mine entrance is rather low (0.56 mg/l). From this point towards north along the creek, both Eh and dissolved oxygen content increase steadily, giving rise to an increase in also ferric iron content in the water. Along this 1 km long valley, Eh starts off with a value of 470 mV, and goes up to values of first 572 mV, then to 680 mV, and finally to a 686 mV. These changes in oxidation potential result in the formation of schwertmannite and/or jarosite, which in turn causes a drop in Eh to 644 mv. These changes are also reflected in the physical properties of the water in the valley. Total iron of the water at the mine entrance is dominantly (~%99) made up of reduced iron (1116 mg/l Fe<sup>+2</sup> and 13.8 mg/l Fe<sup>+3</sup>), giving the water a greenish colour. With distance from the entrance, water turns first into an orange colour and then finally to a reddish colour due to intense oxidation of iron (44.4 mg/l Fe<sup>+2</sup> and 528.6 mg/l Fe<sup>+3</sup>). Low pH and high heavy metal content of the water along the valley draining the Karaerik mine effluent played a significant role in hindering the occurrence of an enriched microbiological population determined through 16S rRNA studies, which helped identify various bacteria populations. Iron-oxidizing bacteria are found to be represented by *Leptospirillum ferrooxidans*, *Ferroplasma myxofaciens*, *Acidithiobacillus ferrooxidans* and *Acidithiobacillus ferrivorans*, iron-reducing bacteria by *Acidocella facilis*, *Acidocella aluminidurans*, *Acidiphilium cryptum* and *Acidiphilium multivorum*. Some of the iron oxidizing bacteria (*Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrivorans*) also have the capacity to reduce iron and show varying behaviours based on the oxygen level of the environment. In addition, Sulphur-oxidizing bacteria were also determined, that include *Acidithiobacillus ferrivorans*, *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus thiooxidans* and *Acidiphilium cryptum*. This microbiological association can be used as an evidence to suggest that iron and sulphur cycling at the Karaerik mine site took place simultaneously. As a result, it was found that reduced iron and sulphur compounds (mainly pyrite) present in the vicinity of the mine were oxidized mainly by *Acidithiobacillus ferrivorans*, which were determined to be the dominant species in the area, and all other iron and sulphur oxidizing bacteria to a lesser degree, which gave rise to the deposition of secondary efflorescent salts such as schwertmannite and jarosite. The fact that reduced iron is still present at the last sampling point where these secondary minerals were deposited shows that iron-reducing bacteria are also active in this environment.

**Key words:** 16S rRNA, Acid mine drainage, *Ferroplasma myxofaciens*, *Acidithiobacillus ferrivorans*, *Acidocella facilis*, *Acidiphilium cryptum*.

**GÜNEYBATI KARADENİZ KAROT SEDİMENTLERİNİN AĞIR METAL KİRLİLİĞİNE TARİHSEL BİR YAKLAŞIM****Erol Sarı<sup>1</sup>, D. Acar<sup>2,3</sup>, M.N. Çağatay<sup>2,3</sup>, T. N. Arslan<sup>1</sup>, Ö. Kılıç<sup>4</sup>, A. Tutay<sup>5</sup>, M. A. Kurt<sup>6</sup>, M. Belivermiş<sup>4</sup>**

1 İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul  
(erolsari@istanbul.edu.tr, tugcenagihan.arslan@gmail.com)

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

3 İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul  
(cagatay@itu.edu.tr)

4 İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, İstanbul  
(okilic@istanbul.edu.tr, belmurat@istanbul.edu.tr)

5 İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü, İstanbul  
(tutayali@gmail.com)

6 Mersin University, Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Mersin  
(mehmetalikurt@gmail.com)

**Özet:** Metallerin toplam sediment konsantrasyonlarının belirlenmesi kirlilik izleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, Çalışma alanının son yıllardaki metal kirliliğinin tarihçesi ve derecesini ortaya çıkarmak için sediment karotlarındaki metallerin dikey konsantrasyon dağılımı kullanılmaktadır. Bu çalışmada Karadeniz’de örneklenmiş, karot örneklerinde ağır metal girişlerinin tarihini değerlendirmek ve Tuna Nehri’nin Türkiye kıyılarına olan kirlilik etkisini belirlemek için karot profili boyunca jeokimyasal ve sedimentolojik analizler yapılacaktır. Güneybatı Karadeniz’deki kirlilik seviyesi karot sediment örneklerindeki toplam organik karbon (TOK), toplam inorganik karbon (TİK), tane boyutu ve ağır metal dağılımları incelenerek araştırılmıştır. Elde edilen metal verileri zenginleşme faktörü (EF), kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yükü indeksi (PLI) gibi jeo-istatistik metotlarla değerlendirilmiştir. Karot sedimentleri çoğunlukla kil, silt ve az miktarda kum içermektedir. Ortalama metal değerleri As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V ve Zn için sırasıyla 55710, 30, 1.1, 14, 79, 32, 1472, 60, 41, 122 and 120 mg/kg dir. Genellikle, bütün ağır metaller (Co, Cr, Cu, Pb, Mn, Ni, V ve Zn) ve arsenik karotun 50 cm’sinden karot yüzeyine doğru genel artış eğilimi göstermektedir. Ağır metaller ve onların EF, CF ve PLI değerlerinin dikey dağılımına dayanarak, Güneybatı Karadeniz şelf çökellerinin Tuna, Dinyeper, Dinyester, Don ve Kuban nehirlerine verilen arıtılmamış endüstriyel atık sular, tarımsal ve kanalizasyon faaliyetleriyle kirletilmiş olabileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Karadeniz, kor sediment, ağır metal, zenginleşme faktörü.

*Bu çalışmanın sonuçları, TÜBİTAK projesi 114Y240 desteği ile elde edilmiştir.*

**HISTORICAL PERSPECTIVE OF HEAVY METALS  
CONTAMINATION IN CORE SEDIMENTS FROM THE  
SOUTHWESTERN BLACK SEA**

**Erol Sari<sup>1</sup>, D Acar<sup>2,3</sup>, M.N Çağatay<sup>2,3</sup>, T N Arslan<sup>1</sup>, Ö Kılıç<sup>4</sup>, A  
Tutay<sup>5</sup>, M AKurt<sup>6</sup>, M Belivermiş<sup>4</sup>**

1 Istanbul University, Institute of Marine Science and Management Istanbul  
(erolsari@istanbul.edu.tr, tugcenagihan.arslan@gmail.com )

2 Istanbul Technical University EMCOL Research Center, Istanbul  
(dursunacaracar@hotmail.com)

3 Istanbul Technical University, Faculty of Mine, Department of Geological Engineering, Istanbul  
(cagatay@itu.edu.tr )

4 Istanbul University, Faculty of Sciences, Department of Biology, Istanbul  
(okilic@istanbul.edu.tr, belmurat@istanbul.edu.tr

5 Istanbul University, Faculty of Sciences, Department of Physics, Istanbul  
(tutayali@gmail.com)

6 Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Mersin,  
(mehmetalikurt@gmail.com)

**Abstract:** The determination of total sediment concentrations of metals has been extensively used for purposes of pollution monitoring. Furthermore, the vertical concentration profile of metals in sediment cores can be used to reveal the degree of metal pollution history in recent decades. In this work, geochemical and sedimentological analysis of the sediment cores, sampled from the Black Sea, will be conducted in order to assess the history of heavy metal inputs on Turkey's coastal sediments. The pollution level in the south-western Black Sea was determined by investigating total organic carbon (TOC), Total inorganic carbon (TIC), grain size and heavy metals distributions. The heavy metal data was evaluated using geo-statistical methods such as enrichment factor (EF), contamination factor (CF) and pollution load Index (PLI). The core sediments consist mainly of clay and silt with small amounts of sand. The average values of heavy metals are 55710, 30, 1.1, 14, 79, 32, 1472, 60, 41, 122 and 120 mg/kg for Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V and Zn respectively. Generally, all heavy metals (Co, Cr, Cu, Pb, Mn, Ni, V and Zn) and arsenic show an overall increasing trend from 50 cm to top of the sediment cores. Based on the vertical distribution of trace metals and their EF, CF and PLI values indicated anthropogenic influence caused by the input of untreated industrial wastewater, agricultural activities and domestic sewage from the Danube, Dnieper, Dniester, Don and Kuban rivers.

**Keywords:** Black Sea, core sediment, heavy metal, enrichment factor.

*The results of the present study were obtained with the support of the TUBITAK project 114Y240.*

**REMOVAL OF ETL DYE FROM AQUEOUS SOLUTION BY AGRICULTURE WASTE: EQUILIBRIUM AND KINETIC STUDY****F. Ouazani, A. Iddou, A. Aziz**

Laboratory of recovery materials. Faculty of Science and Technology  
University of Mostaganem Bp 27, 27000 Mostaganem. Algeria.  
Ouazanifouzia@yahoo.fr

**Abstract:** This present study is investigates to the batch ETL dye sorption by Arundo-donax. The sorbent was synthesized and characterized by scanning electron microscope (SEM) and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). The effects of pH, initial dye concentration, contact time and mass sorbent in the efficiency of ETL sorption were investigated. Furthermore, pseudo-first and second-order kinetic models were also used to analyze sorption kinetics. The equilibrium adsorption results were fitted by the Langmuir and Freundlich isotherms. Maximum amount ETL removal 56.49 mg/g was observed at pH 2, sorbent weight 50mg and contact time 60min. The Langmuir model feted well the experiments data.

**Keywords:** waste water, biosorbant, isotherms, modeling

**EFFECT OF OIL SITES NEAR KIRKUK CITY ON AIR QUALITY  
IN NEARBY RESIDENTIAL AREAS**

**Mohamed A. Najemalden&Rehabt. Ahmed**

*Ministry of environment*

mohamednajemalden@yahoo.com

**Abstract:** Petroleum industries is one of the majors pollutants for all environmental resources (air, water and soil), from other hand, air pollution due to petroleum industries is representing one of the most important sources for air pollution especially in urban areas near petroleum and industrial sites. The city of Kirkuk (North East Iraq) is affected by North oil company pollutants that emitted to air, in this research (9) nine sampling sites was chosen to measure and monitor major air pollutants (TSP, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, O<sub>3</sub>) for (6) six months measuring periods continually. The results showed that TSP magnitude was higher than standard limits with range of (135-434) µg/m<sup>3</sup>, SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> results were over limits also with mean value of (0.3,0.45) ppm respectively. Urgent actions must be taken by North Oil Company to control their emissions.

**Keywords:** Air Pollution, Kirkuk, TSP, Petroleum industries

## TCE KAYNAK ZONLARIN YERİNDE KİMYASAL YIKAMA İLE İSLAHI: TWEEN 80, SDS VE ETİL ALKOL İLE YIKAMA PERFORMANSI

**Nihat Hakan Akyol<sup>1</sup>, Seda Aslan Kılavuz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Kocaeli (hakan.akyol@kou.edu.tr)

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi, Çevre Müh. Bölümü, Kocaeli (sedaaslan@kocaeli.edu.tr)

**Özet:** Klorlu solventler genellikle yeraltında saf faz (DNAPL) olarak bulunup uzun vadede yeraltı suyu kirliliğine neden olurlar. Etkili bir ıslah performansı için, kaynak zonlarındaki saf faz kütlelerin tamamıyla uzaklaştırılması ya da kontrol edilmesi gerekmektedir. Trikloroetilen önemli saf faz (DNAPL) kirletici gruplarından olup yer altı sularında sıkça karşılaşılmaktadır. Çalışma kapsamında, heterojen jeolojik sistemlerde hapsolmuş olan TCE kaynak zonlarının Tween 80, SDS, etil alkol ve su ile yerinde ıslah performansının başarısı incelenmiştir. Heterojen jeolojik ortamın yansıtılması amacıyla farklı tane boyundaki kuvars kumları kullanılmıştır. Bu kapsamda bir seri 2 boyutlu reaktör deneyleri yürütülerek hedeflenen sonuçlara ulaşılması planlanmıştır. Çalışma sonucunda; matriks ve düşük geçirgenlikteki havuzcularda bulunan saf faz TCE kütlesi yıkama ajanlarının etkisiyle tamamıyla ıslah edilmiştir. Kullanılan yıkama solüsyonları içerisinde en iyi ıslah performans sıralaması, Tween 80>SDS>etil alkol> su ile yıkama olarak belirlenmiştir. Teknolojinin başarısı özellikle DNAPL dağılımı ve yoğunluğu, yıkama solüsyonu türü ve derişimi ve fiziksel ortam heterojenliğinden önemli oranda etkilenmektedir. Sonuç olarak, arazi çalışmalarında teknolojinin başarısı sahaya özgü olup, bu durum kirlenmiş sahalarda etkili DNAPL ıslah teknolojilerini karakterize etmede oldukça önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** DNAPL, Trikloroetilen, Tween 80, Sodyum dodeksil sülfat, Etil alkol

**IN-SITU REMEDIATION OF TCE SOURCE ZONES BY  
CHEMICAL FLUSHING: PERFORMANCE OF TWEEN 80, SDS  
AND ETHANOL**

**Nihat Hakan Akyol<sup>1</sup>, Seda Aslan Kılavuz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kocaeli University, Dept. Of Geological Engineering, Kocaeli (hakan.akyol@kou.edu.tr)

<sup>2</sup>Kocaeli University, Dept. Of Environmental Engineering, Kocaeli (sedaaslan@kocaeli.edu.tr)

**Abstract:** Chlorinated solvents exist as dense non-aqueous phase liquids (DNAPL) in the subsurface and generally lead to long term groundwater contamination. For effective remediation performance, DNAPL mass in the source zone must be controlled or eliminated. Trichloroethylene is one of the most important DNAPL phase and widespread groundwater contaminant. In this study, reagent enhanced remediation of residual TCE resided in heterogeneous geological setting using Tween 80, SDS, ethanol and water was examined. Silica sand media with different median particle diameters were used to represent physical heterogeneity. 2-D Flow-cell experiments were conducted for the objectives. Results showed that residual TCE sources resided in matrix and low-K pool were completely removed due to the effects of solubilization agents. Performance of reagents on TCE source zone remediation was found to be in the following order: Tween 80> SDS>Ethanol>Water. The performance of remediation technology was affected by distribution and saturation of DNAPLs, type and concentration of reagent and the presence of physical heterogeneity. As a result, the performance of technology depends on the site characteristics which are critical to characterize effective DNAPL remediation strategies for contaminated sites.

**Keywords:** DNAPL, Trichloroethylene, Tween 80, Sodium dodecyl sulfate, ethanol



## ACIGÖL'DE BİYOJEOKİMYASAL C,S DÖNGÜSÜ VE KARBONAT OLUŞUMLARINA ETKİSİ

**Nurgul Balcı<sup>1</sup>, Cansu Demirel<sup>1</sup>, M.Ali Kurt<sup>2</sup>, A.H. Gültekin<sup>1</sup>,  
Sena Akçer Ön<sup>3</sup>**

1. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), İstanbul  
(ncelik@itu.edu.tr; cns\_demirel@hotmail.com)

2. Çevre Mühendisliği Bölümü, Mersin Üniversitesi, Mersin (malikurt@mersin.edu.tr)

3. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Muğla Sıtkı Kocaman Üniversitesi, Muğla, (akcer@mu.edu.tr)

**Özet:** Bu çalışmada Türkiye'nin güneyinde yer alan hipersalin Acıgöl'ün mikrobiyal çeşitliliğine ve karbonat oluşumlarına etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, gölün değişik kesimlerinden izole edilen kültürler ile gölün fizikokimyasal koşullarına benzerlik sergileyen farklı deneysel koşullar altında (sıcaklık, Mg/Ca oranı, tuzluluk) karbonat çökeltim deneyleri yapılmıştır. Gölden alınan yüzey (n=10) ve sığ karot (n=2) sedimentleri üzerinde O, S ve C izotop analizleri yanısıra SEM-EDX ve jeokimyasal çalışmalar yürütülmüştür. İlk defa gölün prokaryotik çeşitliliği yeni nesil sekanslama tekniği ile detaylı olarak ortaya konmuştur. Buna göre, Acıgöl'ün çok farklı türleri içerdiği ve en yaygın arkea türlerin Methanosphaera sp. (% 51.5), halarchaeum (% 14.9), Natronomonas sp. (% 12.6) Halorhabdus sp. (% 8.4) ve Halobacterium sp. (% 6.9) cinsine, en yaygın bakteri türlerinin ise methylobacterium (% 47.35), halospirulina (% 9.3) rhizobium (% 6.5) brochothrix (% 3.9) ve streptococcus (% 3.4) cinsine ait olduğu saptanmıştır. Deneylerde gölde varolan mikroorganizmaların büyük çoğunluğunun monohidroksit, aragonit, hidromanyezit, dipinjit ve huntit oluşumlarına neden olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca, ortamdaki sülfat konsantrasyonunun bu çökelimlere etkisi olmadığı saptanmıştır. Petrografik mikroskop ile yapılan incelemelerde deneylerde çökelen Mg 'ca zengin karbonatların sferikal yapıda, struvit mineralinin ise polihedral kristal yapısında olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar SEM-EDX verileri ile uyumludur. Çökelimlerin  $\delta^{13}\text{C}$  izotop değerleri deneysel koşullara göre farklılık göstermiş; Mg'ca zengin karbonatların, Ca zengin eşleniklerine göre  $^{13}\text{C}$  açısından ‰ 7 oranında zenginleştiği tespit edilmiştir. Yüzey sedimanlarının  $\delta^{13}\text{C}$  izotop değerleri ‰ -2.29 ile +5.9 arasında değişmekte ve atmosferik kökene işaret etmektedir. Sığ karot örneklerinin  $\delta^{13}\text{C}$  izotop değerleri 0-10 cm arasında ‰ -10.2, 10-15 cm arası ‰ -11.2, 15-20 cm arası ‰ -12.6 olarak derinlikle birlikte değişmekte ve deneysel Ca zengin biyokarbonatların  $\delta^{13}\text{C}$  izotop değerleri ile uyumludur. Deneysel veriler gölde ki mikroorganizmaların C, N, Ca ve Mg döngülerini regüle ederek mineralizasyon işlemlerini etkilediklerini ve biyominerallerin paleolimnolojik çalışmalar için önemli veriler içerebileceğini önermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Acıgöl, izotop, biyojeokimya, hipersalin, arkea

## BIOGEOCHEMICAL C AND S CYLES IN LAKE ACIGÖL AND IMPLICATIONS FOR CARBONATE FORMATION

Nurgul Balcı<sup>1</sup>, Cansu Demirel<sup>1</sup>, M.Ali Kurt<sup>2</sup>, A.H. Gültekin<sup>1</sup>,  
Sena Akçer Ön<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Geological Engineering, Istanbul Technical University (ITU), Istanbul, Turkey  
(ncelik@itu.edu.tr; cns\_demirel@hotmail.com)

<sup>2</sup>Department of Environmental Engineering, Mersin University, Mersin, Istanbul  
(malikurt@mersin.edu.tr),

<sup>3</sup>Department of Geological Engineering, Mugla Sıtkı Kocaman University, Mugla  
(akcer@mu.edu.tr)

**Abstract:** We studied microbial diversity of the lake Acıgöl, a hypersaline lake in the southwestern part of Turkey, and their influences on carbonate formation. Carbonate precipitation experiments were conducted under various conditions (temperature, Mg/Ca ratio and salinity) with the microorganisms isolated from different part of the lake. O, S and C isotopes and Mg/Ca ratio from surface sediments and shallow core samples were examined in the lake along with SEM-EDX and geochemical analysis. For the first time prokaryotic diversity of Lake Acıgöl was determined by Next-Generation Sequencing (NGS) and the results revealed that Lake Acıgöl are mostly dominated by Methanosphaera sp. (51.5%), Natronomonas sp. (12.6%) Halorhabdus sp. (8.4%) and Halobacterium sp. (6.6). We have confirmed that a high percentage of these bacteria are able to precipitate carbonates. Mineral precipitation monitored via petrographic microscope showed two types of precipitated minerals: Mg rich -carbonates, which have a morphology of spherical particles, and struvite, with a morphology of large polyhedral crystals. Our results also indicate that presence of sulfate does not affect carbonate mineralogy. Carbonates rich in Mg enriched in <sup>13</sup>C ‰ relative to carbonates rich in Ca. The <sup>13</sup>C isotope values of the surface sediments (n=10) ranged from -2.29 - +5.9 ‰. The <sup>13</sup>C isotope values of the shallow core sediment at (0-10 cm), (10-15 cm) and (15-20 cm) are -10.2 ‰, -11.2 ‰ and -12.6 ‰, respectively and correlated well with δ<sup>13</sup>C values of Ca rich carbonates from liquid culture experiments. The experimental results suggest that microorganism may contribute to mineralization processes in the lake by regulating C, N, Ca and Mg cycles and biominerals may hold important implications for paleolimnological studies.

**Keywords:** Acıgöl, isotopes, biogeochemistry, hypersaline, arkea

## BATI ANADOLU'DAKI BAZI GRANİTOYİTLERİN DOĞAL RADYOAKTİVİTESİ VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Sibel Tatar Erkül<sup>1</sup>, Süleyman Fatih Özmen<sup>2,3</sup>, Fuat Erkül<sup>4</sup>, İsmail Boztosun<sup>3,5</sup>

1Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07058, Antalya

2Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Nükleer Fizik Programı, 07058, Antalya

3 Akdeniz Üniversitesi, Nükleer Bilimler Uygulama ve Araştırma Merkezi, 07058, Antalya

4Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 07058, Antalya

5Akdeniz Üniversitesi, Fizik Bölümü, 07058, Antalya  
sibel582@gmail.com

**Özet:** Granitoidler yaygın bir şekilde radyoaktif elementlerce zengin monazit, zirkon ve titanit gibi aksesuar mineraller içerirler. U, Th ve K elementleri artan doz nedeniyle insan sağlığı için zararlı olabilirler ve iç/dış kaplama amacıyla kullanılan kayaçların uygunluğunun araştırılmasında radyoaktivite seviyeleri tayin edilmesi gereklidir. Bu çalışmada, Batı Anadolu'da yedi bölgede yüzlek veren ve bileşimleri granitten diyorite kadar değişen granitoidik kayaçların doğal radyoaktivite seviyeleri ve jeokimyasal özellikleri birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Karaburun, Eğrigöz, Koyunoba, Alaçamdağ, Salihli, Turgutlu ve Buldan granitoidlerinin 226Ra, 228Ac ve 40K değerleri sırası ile  $5.6 \pm 1.5$ – $139.7 \pm 11.2$ ,  $12.0 \pm 1.1$ – $93.4 \pm 9.0$ , ve  $297.5 \pm 15.5$ – $880.2 \pm 47.5$  Bq/kg olarak ölçülmüştür. Ölçülen doğal radyoaktivite değerleri ve jeokimyasal özellikleri birlikte değerlendirildiğinde, yüksek doğal radyoaktivite özelliklerinin granitoid plütonlarının yerleşiminden sonra veya yerleşimi sırasında radyoaktif elementlerin ve bu elementlerce zengin minerallerin geç fazda zenginleşmesi/oluşması ile ortaya çıkan yüksek silika, potasyum ve eser element içerikleri ile ilişkili olduğu ortaya çıkmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal radyoaktivite, jeokimya, gama-ışınları spektrometresi, granitoidler, Batı Anadolu

**COMPARISON BETWEEN NATURAL RADIOACTIVITY  
LEVELS AND GEOCHEMISTRY OF SOME GRANITOID ROCKS  
IN WESTERN TURKEY**

**Sibel Tatar Erkül<sup>1</sup>, Süleyman Fatih Özmen<sup>2,3</sup>, Fuat Erkül<sup>4</sup>, İsmail  
Boztosun<sup>3,5</sup>**

1Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, 07058, Antalya

2Akdeniz University, Vocational School of Technical Sciences, Nuclear Physics Programme, 07058,  
Antalya

3 Akdeniz University, Nuclear Science Application and Research Center, 07058, Antalya

4Akdeniz University, Vocational School of Technical Sciences, 07058, Antalya

5Akdeniz University, Department of Physics, 07058, Antalya  
sibel582@gmail.com

**Abstract:** Granitoids commonly include monazite, zircon and titanite minerals as the accessory phase that is known to contain common radioactive elements. U, Th and K can be harmful to human health with increasing dosage and their quantification should be well defined to assess the suitability of wall-rock granitoids for indoor and outdoor purposes. In this study, it is aimed to correlate the possible relationship between natural radioactivity levels and stable elements to provide a basic approach for the compatibility of geochemical data with natural radioactivity levels in the Western Anatolian granitoid rocks that have variable compositions from granite to diorite.  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ac}$  and  $^{40}\text{K}$  values measured from seven granitoid locations in western Turkey range between  $15.6 \pm 1.5$ – $139.7 \pm 11.2$ ,  $12.0 \pm 1.1$ – $93.4 \pm 9.0$ , and  $297.5 \pm 15.5$ – $880.2 \pm 47.5$  Bq/kg, respectively. The results obtained from the granitoids indicate that high natural radioactivity has been mainly controlled by high silica, potassium and trace element contents, which may be linked to the late-phase enrichment of radioactive elements during or after emplacement of granitoid plutons.

**Anahtar Kelimeler:** Natural radioactivity, geochemistry, gamma-ray spectrometry, granitoids, western Anatolia

**AKÇAABAT-TRABZON ARASI GÜNCEL KIYI, DERE VE DENİZ ÇÖKELLERİNİN AĞIR METAL İÇERİKLERİ****Tülay BAK ve Cüneyt ŞEN**Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü-Trabzon  
(tulaybak@ktu.edu.tr)

**Özet:** Trabzon ili yerleşimi çoğunlukla kıyı bölgesinde yoğunlaşmıştır. Dolayısıyla, Karadeniz, kıyı bölgesindeki yaşamın kaçınılmaz olarak atık deposu görevini görmüştür. Çalışma alanında, Trabzon Belediyesi'nin yaptırmış olduğu derin deşarj hattı dışında bir çok yerleşim alanı evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklarını hiçbir işleme tabi tutmadan Karadeniz'e bırakmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Trabzon'un en büyük ilçeleri olan Trabzon (Ortahisar) ile Akçaabat arasında kalan kıyı şeridindeki plajlar ile bu plajları keserek denize akan derelerde bulunan sediment örneklerinin ağır metal kirliliğini, aynı bölgede deniz tabanından alınan sediment örnekle karşılaştırarak ortaya koymaktır. Çalışılan plaj sedimentleri sırasıyla Yoros, Akçakale ve Salacık plajlarından, dere sedimentleri Akçakale ve Salacık Derelerinden, deniz tabanı sedimentleri yine bölgeden 4.5 ila 82 m su derinliğinden alınmıştır. Kum ve kil boyutundaki örnekler kurutulduktan sonra -100 mesh boyutundaki malzemenin analizleri ICP-MS yöntemiyle ACME (Kanada) laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, yerleşim ve nüfus yoğunluğunun fazla olduğu ve evsel atıkların denize deşarj olduğu lokasyonlarda Co, Pb, Hg, Mn, V, P ve Ag değerleri kirlilik anomalisi olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Karadeniz, Trabzon, ağır metal, kirlilik, güncel sediment

**HEAVY METAL CONCENTRATION OF THE RECENT BEACH,  
STREAM AND MARINE SEDIMENTS OF THE COASTAL LINE OF  
AKÇAABAT – TRABZON VILLAGES**

**Tülay Bak ve Cüneyt Şen**

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü-Trabzon  
(tulaybak@ktu.edu.tr)

**Abstract:** The population of Trabzon region is densely located on the seashore. Therefore, Karadeniz unavoidably became a final discharge location at the region. Besides to Trabzon municipality deep-sea discharge collector, most of the residential area discharge household, industrial and agricultural wastes to Karadeniz without any treatment. The main purpose of this study is to determine the extent of heavy metal pollution in the beach, stream sediments comparing with the sediments of the sea in the same area. Samples were collected from beaches of Yoros, Akçakale and Salacık and streams of Akçakale and Salacık and the sea floor from depths of 4.5 to 82 meters. After drying sand and clay size samples are sieved under 100 mesh and are sent to ACME laboratories to analyzed by ICP-MS method. According to determinations, concentration values of Co, Pb, Hg, Mn, V, P and Ag in sediments that were collected from front of the densely populated urban discharge areas are given anomaly of pollution.

**Keywords:** Karadeniz, Trabzon, heavy metal, pollution, recent sediments

**DIĐER JEOKİMYASAL KONULAR*****NON-CLASSIFIED GEOCHEMICAL TOPICS***

**STUDY OF CLAY MINERALS IN THE LATE MIOCENE –  
PLIOCENE SEDIMENTS OF MUKDADIYA FORMATION AS A  
PALEOENVIRONMENTAL INDICATORS, SHORAW AREA,  
NORTHEASTERN IRAQ**

**Abbas Rasheed Ali<sup>1</sup>, Aomed Ahmed Mohammed<sup>3</sup> and Diana Aziz  
Bayiz<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Department of Applied Geology, Faculty of Science, University of Kirkuk,  
Iraq.arkervanci@yahoo.com*

**Abstract:** Fourteen mudstone samples were collected within the sedimentary succession of Mukdadiya Formation (Late Miocene – Pliocene) from Soraw area at Northeastern Iraq. The samples were subjected to laboratory studies including mineralogical analysis (using X-ray Diffraction technique) in order to identify the clay mineralogy of Mukdadiya Formation. Montmorillonite, kaolinite, chlorite, and illite are common minerals in the Late Miocene – Pliocene sediments. The study indicated that these minerals have been most probably formed in detrital origin in such continental sediments.

**Keywords:** Mukdadiya Formation, paleoenvironmental, mudstone, Clay Minerals, Soraw.



## **HEAVY METALS DISTRIBUTION AND THEIR CORRELATION WITH CLAY SIZE FRACTION IN STREAM SEDIMENTS OF THE LESSER ZAB RIVER AT NORTHEASTERN IRAQ**

**Abbas Rasheed Ali<sup>1</sup> and Mohammad Jamil Ali<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Applied Geology, Faculty of Science, University of Kirkuk, Iraq  
arkervanci@yahoo.com

**Abstract:** Heavy metals (Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Ba, Pb, V and Ga in ppm) distribution and their correlation with clay fraction were investigated using fifteen stream sediments samples collected from the lesser Zab River, which represents one of three major tributaries of the Tigris River at northeastern Iraq. Grain size distributions and textural composition indicate that these sediments are mainly characterized by clayey silt and silty sand as texture. This indicates a fluctuation in the relative variation of the grain size distribution of the studied sediments because of local contrast in the hydrological conditions, like stream speed, energy of transportation and geological, geomorphological and climatic natures that affected properties of these sediments. Mineralogically, the clay mineral assemblages consist mainly of palygorskite, kaolinite, illite, chlorite and smectite, which reveal that these sediments were derived from rocks of similar mineralogical and chemical composition. The clay mineral assemblages proved that the major phase transformations were not observed in these sediments with the exception of new formation of palygorskite from layer transformation of smectite, since the mineral pairs exhibit good negative correlation (-0.598) in the Lesser Zab River sediments. In order to determine interrelation among the heavy metals and clay fractions in the sediments, multiple regression (Correlation Coefficients and Factor) analysis was performed. Heavy metals show significant positive correlation with themselves and with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and MnO. Also the results of factor analysis extracted two major factors, the first factor loading with the highest percent of variation (60%) from major (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and MnO in weight %) and heavy (Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Ba, Pb, V and Ga in ppm) elements and clay fraction. The second factor with the (14%) of variance included (Cr ppm) and silt fraction, which indicates the affinity of heavy metals being adsorbed onto solid phase like clay particles. These observations suggest that a common mechanism regulates their abundance and the heavy metal concentrations are significantly controlled mainly by fine clay fractions including clay mineral abundances and those of Ferro manganese oxides - hydroxides.

**Keywords:** Heavy metal, Lesser Zab River, Northeastern Iraq, clay mineral, size fraction.

## JEOKİMYADA KULLANILAN MODERN ANALİTİK YÖNTEMLER

**Cüneyt Şen**

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TRABZON 61080  
csen@ktu.edu.tr

**Özet:** Son yıllarda ilgi alanları biraz farklılaşsa da jeokimya ve kimya neredeyse aynı zamanlarda doğmuş ve yakın zamana kadar aynı çizgide ilerlemişlerdir. Günümüzde jeokimyanın ilgi alanına, yer yuvarında bulunan elementlerin ve izotoplarının bolluklarının saptanması, elementlerin minerallerde ve kayalarda dağılımları ve petrolojik olaylardaki (yüksek ve düşük sıcaklık ve basınç koşullarındaki) elementlerin hareketlilikleri ve bu gibi konular girer. Jeokimya söz konusu konuları analitik kimyayı araç olarak kullanarak irdelerken yer bilimciler de jeokimyasal çalışmalarını araç olarak kullanarak yer yuvarının gelişimini anlamaya çalışırlar. Günümüzde, minerallerin ve kayaların bünyesinde bulunan elementlerin analizleri için spektrokimyasal metotlar sıkça kullanılmaktadır. Bu metotlar, elementleri oluşturan atomların çekirdek, iç yörünge (K veya L) veya dış yörünge elektronlarından yararlanan yöntemler kullanılır. X-ışınları floresans (XRF), X-ışınları difraktometresi (XRD), elektron, iyon ve nötron probalar atomun iç yörünge elektronlarından yararlanan analitik metotlar, alev fotometresi, emisyon spektrometresi, indüktif çift plazma (ICP)-atomik emisyon spektrometresi (AES), atomik absorpsiyon spektrometresi atomun dış yörünge elektronlarından yararlanan analitik metotlardır. Kütle spektrometreleri (MS), atomun çekirdek özelliklerinden yararlanır ve gelişen teknoloji ile bazı diğer yöntemlerle birlikte kullanılır (ICP-MS veya Lazer Ablasyon-MS gibi). Modern yöntemlerde, analizlerdeki hassasiyet ve sonuçların yinelenebilirliği ve doğruluğu elektronik gelişime paralel olarak artmış, ppb seviyesinde analiz sonuçlarına ulaşmak veya birkaç mikron kare alanı analiz etmek mümkün olmuştur. Ancak, elde edilen sonuçların yine de yerbilimciler tarafından anlamlandırıldığı unutulmamalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Analitik yöntemler, jeokimya

**MODERN ANALYTICAL METHODS IN GEOCHEMISTRY****Cüneyt Şen**Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering, TRABZON 61080  
(csen@ktu.edu.tr)

**Abstract:** Although areas of interest differentiated in recently, geochemistry and chemistry are born almost to same time and grow together. Today, interest areas of geochemistry are the determination of the abundances of the elements and of the isotopes in the Earth, element distributions in minerals and rocks, migration of elements in petrological processes (high and low temperature, pressure conditions) and such. While geochemistry is using analytical chemistry as a tool investigating such problems, earth scientists also uses geochemistry as a tool in order to understand evolution of the earth. Spectrochemical methods use frequently to analyzed elements in minerals and rocks. All these methods use features of inner electrons (K or L), outer electrons or core of atoms. While, the methods of X-ray florescence spectrometry, X-ray diffractometry, electron, ion and neutron probes are using features of inner electrons, the methods of flame photometry, emission spectrometry, inductively couple plasma (ICP)-atomic emission spectrometry (AES), atomic absorption spectrometry use features of outer electrons. The mass spectrometers take advantage of features of the core of atoms. Improving technology make possible to attached mass spectrometers to different systems like ICP-MS or laser ablation-MS. As a parallel to electronic developments, modern methods make possible high accuracy, sensitivity and reproducibility in analytical results, therefore analyzing in ppb level or analyzing a few micron square are possible for now. However, it should be kept in mind that the results are still needed to be interpreted by earth scientists.

**Keywords:** Analytical methods, geochemistry

**LERİKÖY (YİTİRMEZ) –DÖLEK (GÜMÜŞHANE, KD TÜRKİYE)  
YÖRESİ EOSEN YAŞLI VOLKANİKLERİN HİDROTHERMAL  
ALTERASYONU VE KÜTLE DEĞİŞİM HESAPLAMALARI**

**Enver Akaryalı<sup>1</sup>, Furkan Kemal Aktaş<sup>2</sup>, Enes Türk<sup>2</sup>, Mehmet Ali Gücer<sup>1</sup>, Emre Aydınçakır<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup>Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı  
(eakaryali@gmail.com)

**Özet:** Leriköy (Yitirmez) –Dölek (Gümüşhane) yöresinde taban konglomerası ile başlayan ve andezit – bazalt ve piroklastlarıyla devam eden Erken Eosen yaşlı Alibaba Formasyonu’nu ve bu birimi keserek yerleşen Geç Eosen yaşlı granit ve granodiyoritten oluşan Dölek Granitoyidi yer almaktadır. Alibaba Formasyonu’nun içinde kırık zonlarının bulunduğu alanlarda andezitlerde gözlenen alterasyon türleri genel olarak hematitleşme, kloritleşme, kükürtleşme, piritleşme, silisleşme ve killeşme şeklindedir. Eosen yaşlı andezitik kayalardan alınan örneklerin mineralojik incelemesi sonucu andezitlerde en sık gözlenen alterasyon türü olarak serizitleşme ve silisleşmenin yanı sıra kalsitleşmeye rastlanılmıştır. MINSQ hesaplamaları, yaygın alterasyon minerallerinin propilitik zonda albite ilaveten, Mg’lu klorit ± epidot cevherli zonda ise kuvars ± kaolen mineralleri olduğunu ortaya koyar. Hareketsiz elementlerden (Zr-Hf) yararlanılarak yapılan nispi (%) ve net (g/100g) kütle değişim hesaplamaları, propilitik, cevherli ve tüm hat zonlarında kütle kaybı olduğunu ( $m > 1$ ) gösterir. Cevherli zonda nispi kütle değişim hesaplamalarına göre; Cu, Zn, Pb elementlerindeki nispi azalmaya karşın Au (%473) ve Mo (%478) elementlerindeki nispi artış dikkate değerdir. Net kütle değişim hesaplamalarına göre ise cevherli zonda Au (41 g/100g) ve Mo (54 g/100g) elementlerince kütle artışı, Cu (-3 g/100g), Zn (-2 g/100g) ve Pb (-1 g/100g) elementlerince ise net kütle azalması tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Gümüşhane, Alterasyon, Nispi kütle değişim, Net kütle değişim

*Bu çalışma 113Y186 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir*

**HYDROTHERMAL ALTERATION AND MASS CHANGE  
CALCULATIONS OF EOCENE LERIKOY (YITIRMEZ) –DOLEK  
VOLCANICS (GUMUSHANE, NE TURKEY)**

**Enver Akaryalı<sup>1</sup>, Furkan Kemal Aktaş<sup>2</sup>, Enes Türk<sup>2</sup>, Mehmet Ali  
Gücer<sup>1</sup>, Emre Aydınçakır<sup>1</sup>**

1Gumushane University Department of Geology Engineering  
2Gumushane University Institute of Science Natural Geology Engineering  
(eakaryali@gmail.com)

**Abstract:** In the Lerikoy (Yitirmez) –Dolek (Gumushane) area, the early Eocene Alibaba Formation that starts with basal conglomerates and grades upward basaltic-andesitic volcanic and associated pyroclastic rocks and cutting this unit Dolek Granitoid that consisting mainly of granite and granodiorite. Alterations which are in fracture zones within the andesitic lithologies of Alibaba Formation observed silicic, argillic, hematitic, sulfidic and limonite. As a result of mineralogical studies of samples taken from andesite the most common type of alteration are observed sericitic, silicic and carbonate in the Eocene andesitic rocks. MINSQ calculations suggest that the most commonly alteration minerals are albite-Mg-chlorite-epidote in propylitic zone and quartz-kaolin in the mineralization zone. Zr and Hf is defined as immobile elements in the calculation of the mass changes. The relative (%) and net (g/100g) mass changes calculated using these immobile elements indicate that there is mass loss ( $m > 1$ ) in propylitic, ore zone and all line zone. According to the mineralized zone relative mass change calculation the increase of concentration in Au and Mo are noteworthy. Despite the relative decline in copper, lead and zinc. According to the mineralized zone net mass change calculation the increase of concentration in Au (41 g/100g) and Mo (54 g/100g) and the decrease of concentration in Cu (-3 g/100g), Zn (-2 g/100g) and Pb (-1 g/100g) are determined in the mineralized zone.

**Keywords:** Gumushane, Alteration, Relative mass change, Net mass change

*This study is supported by the TUBITAK (Project no: 113Y186)*

**THE USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND  
REMOTE SENSING TO MEASURE RATIO THE VEGETATION  
NORTHEAST OF CITY OF MOSUL PROVINCE**

**Khalid A. Khalid, Khalid F. Hassan and Adel M. Saleh**

*Department of Soil Science and Water Resources, College of Agriculture and Forestry, Mosul  
University, IRAQ  
khalid.anwar31@yahoo.com*

**Abstract:** This research aims to evaluate the vegetation ratio in North Eastern region of Mosul city located at Northern Iraq by using remote sensing and GIS techniques. The techniques were applied using satellite data for artificial satellite Landsat-7 which has been deducted from the study area to determine the visualizations vegetative cover ratio using natural vegetation guide (NDVI). The study relied on two scenes aliens satellite Landsat 7 TM on 2005 and 2007 and on 2010 Using vegetation practical guide tool for monitoring agricultural land in the province of Nineveh. The values of the NDVI were calculated and found to be nearest to number (1) in the image of 2005, then followed by the image of 2007, the results showed that the highest value of NDVI was in 2005 for the site Klkja 1 (0.400). These results coincide with the induction field as exploiting the area planted crop with okra in mostly soil which mostly keep the dense vegetation. The results showed that there are a strong relation between the density of vegetation cover and the evaluation of deterioration state with the reflection values with the red spectral band. It has also been found that there is a strong correlation between the values of (NDVI) and the density of vegetation cover and the degradation of range lands, in addition to the influence of sloping degree and direction in kalakji 1 on the (NDVI) calculated values.

**Keywords:** GIS, Mosul, NDVI, remote sensing, vegetation Index.

**MINERALOGICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION  
OF MIOCENE SANDS OF BOU CHEBKA (KASSERINE: SOUTH  
WEST OF TUNISIA) AND INDUSTRIAL VALORIZATION  
ASSESSMENT**

**Maalla Imen<sup>1</sup>, Boussen Slim<sup>2</sup> and Sebei Abdelaziz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Geology Department Mineral Resources and Environment Laboratory, Faculty of Sciences of  
Tunis, imenmaala@gmail.com

<sup>2</sup> Senior Engineers for the National Office of Mines

**Abstract:** The study area is located in the Kasserine region to the end of western-central part of Tunisia, named “Bou Chebka” region. It is characterized by the largest sand deposits extra-siliceous in Tunisia: sands and sandstones of Beglia formation, extending into the region of Jebel Chaambi- Jebel Semmama- Bou Chebka. They are considered in quantity and quality as the best silica sand deposit. It is typified by its high silica content, to very low levels of impurities and by their remarkable granularity. The research was interested in a multidisciplinary study to investigate the potential of extra siliceous, Serravallian – Tortonian, sands of Bou Chebka region, and estimate its use in industrial field, mainly in glassware. The morphoscopic analysis of detrital series shows that the useful fraction (100-630 microns) consists essentially of transparent quartz grains, translucent to opaque. The densimetric separation identified very small quantities of some heavy minerals: tourmaline, staurolite and Zircon. The mineralogical study of the total rock, by X-ray diffraction, shows that the sands are rich in quartz with low levels of feldspars. Chemical analysis of sand shows very high levels of SiO<sub>2</sub> corresponding to an extra siliceous sand (SiO<sub>2</sub> » 98%). Other major elements show low levels. However, contents of iron (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), and coloring elements (TiO<sub>2</sub>) are slightly higher. By setting attrition sand processing parameters, the results demonstrated a decrease of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0, 04%) and an increase in the SiO<sub>2</sub> content of about 99, 5%. Geological sand reserves identified in Bou Chebka field are very important. It can be used in the manufacture of certain types of semi-white glass, colored glassware and glass wool. The sustainability of the operation can be provided by the reservations contained in the immediate and natural extensions of these industrial sands. This site contains an ideal sand deposit, which is amenable to exploitation by quarry to produce multiple industrial use, in particular the manufacture of glass.

**Keywords:** The sands, Mineralogy, Chemistry, Attrition, Glassware.

## APPLICATION OF AUTOMATED MINERALOGY IN THE FIELD OF GEOCHEMISTRY AND PETROLOGY

**Antonin KOPRIVA**

TESCAN ORSAY HOLDING, Libusina trida 21, 623 00 Brno, Czech Republic,

**Abstract:** Automated mineralogy is a well-established technique which fully exploits both the analytical and imaging capabilities of a scanning electron microscope. Automated mineralogical analyzers such as TIMA can automatically identify mineral phases as well as provide information on their distribution, grain size and association. Automated mineralogy is a widely used tool in the field of ore processing, however, it can also be applied in virtually any branch of mineralogy and petrology. Apart from the standard modal analysis the capability to search for a specific mineral is a key feature of the TIMA system. The search relies on the backscattered electron signal of a particular phase or phases. This is the aspect which makes the technique dramatically more efficient than the traditional optical microscopy approach. The increased efficiency is even more evident when searching for micron or even sub-micron sized grains. The procedure can be applied when searching for accessory minerals suitable for geochronology. The association of accessory minerals can be obtained just as independently as of the rock type. Finding heavy mineral association of sedimentary rock for provenance studies is for automated mineralogy a simple and fast task. Thanks to the geometry of multiple EDS detectors which enables fast evaluation of heavy mineral concentrates even without mounting in epoxy, the TIMA system is less sensitive to sample topography. The TIMA system is compatible with other analytical techniques such as WDS,  $\mu$ -XRF, CL, EBSD or even SEM-based Raman spectrometry which enables precise chemical analysis as well as polymorph identification. All these factors make TIMA the ultimate mineralogical platform.

**Keywords:** geochemistry, petrology, automated mineralogy, TIMA, electron microscopy, mineral search



**TOKAT AGATLARININ MİNERALOGİK PETROGRAFİK  
JEOKİMYASAL İNCELENMESİ, TÜRKİYE****Meltem Gürbüz<sup>1</sup>, İlkay Kaydu Akbudak<sup>2</sup>, Ümit Ulus<sup>3</sup>**<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi, Taki Teknolojisi ve Tasarımı Yüksekokulu, Çiftlikköy, MERSİN<sup>2</sup> Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bağbaşı, KIRŞEHİR<sup>3</sup> Ulus Lapidery, GOP Caddesi, No: 96, Turhal, TOKAT

mgurbuz@mersin.edu.tr

**Özet:** Tokat ili sınırları içerisinde bulunan inceleme alanında en eski birimler Paleozoik yaşlı Tokat ve Akdağmaden grubu olan metamorfikler ve içerisinde yer alan kireçtaşlarıdır. Üzerine gelen ofiyolitik kayaçlar ve onları örten kumtaşı, kıltaşı, şeyl, kireçtaşı ve yastık yapılı volkanitler Mesozoik yaşlıdır. Bunların üzerinde ise Eosen yaşlı tortullar ve volkanikler, Miosen ve Pliosen yaşlı karasal ve denizel oluşuklarla en üstte Senozoik yaşlı Alüvyonlar gelir. Kuzeyden güneye doğru birbiri üzerine bindirmeli tektonik dokanıklar yaygın olarak görülmektedir. Jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanan Tokat agatları arazide sarı, kırmızı ve kahverenginin farklı tonlarında, kriptokristalen yapıda ve nodüller halinde volkanik kayaların boşluk ve kırık çatlaklarında gözlenmektedir. Agatların boyutları birkaç cm'den 25-30 cm'ye kadar değişmektedir. Araziden alınan örneklerde yapılan petrografik incelemeler sonucunda yan kayacın andezit bileşiminde olduğu tespit edilmiştir. Mikrolitik porfirik ve akma (trakitik) dokunun gözlemlendiği yan kayaç kesitlerinde ortoklaz, plajiyoklaz mikrolitleri, amfibol ve opak mineraller ayırt edilmiştir. Yan kayaçta yapılan XRD analizinde Ortoklazın ( $KAlSi_3O_8$ ) karakteristik pikleri; Tokat agatlarda yapılan XRD analizinde ise Kuvars'ın ( $SiO_2$ ) karakteristik pikleri tespit edilmiştir. XRF analiz sonuçlarına göre; yan kayaçta (andezit) % 59.38  $SiO_2$ , % 18.11  $Al_2O_3$ , % 7.68  $K_2O$ , % 5.60  $Fe_2O_3$ , % 4.61  $Na_2O$  ve % 2.61  $CaO$  oranı dikkati çekerken; Tokat agatlarında ise % 98.22  $SiO_2$ , % 1.42  $Fe_2O_3$ , % 0.17  $Cr_2O_3$ , % 0.095  $Al_2O_3$  ve % 0.039  $CaO$  oranında olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tokat agatı, Süstaşı, Jeokimya, Tokat

**MINERALOGY PETROGRAPHY AND GEOCHEMICAL  
STUDIES OF TOKAT AGATES, TURKIYE**

**Meltem Gürbüz<sup>1</sup>, İlkey Kaydu Akbudak<sup>2</sup>, Ümit Ulus<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi, Taki Teknolojisi ve Tasarımı Yüksekokulu, Çiftlikköy, MERSİN

<sup>2</sup> Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bağbaşı, KIRŞEHİR

<sup>3</sup> Ulus Lapidery, GOP Caddesi, No: 96, Turhal, TOKAT

mgurbuz@mersin.edu.tr

**Abstract:** In the study area in Tokat, old estunitsare Paleozoic metamorphic sand limestones in Tokat Groupand Akdağmaden Group. Up on arriving ultramafic rocks and sand Stone overlying them, silt stone, shale, limestone and volcanic rocks as pillow lavas are Mesozoic. There of on, There are the Eocene sedimentary, magmatic and volcanic rocks, Miocene and Pliocene terrestrial and marine formation sand top Cenozoic alluvium on the top. Overlap each other from North to south on the tectonic contacts are common. We aim determination of geochemical characteristics of Esadulus agate which are yellow, redan different tones of brown, it is observed as cryptocrystalline structure and nodules in the study area. The sizes of agate varies from a few centimeters upto 25-30 cm. After the petrographic examination of the samples taken from the field, it is identified that wallrock is andesite. The thin sections of wallrock which have Microlitic porphyritic and (trachytic) texture, orthoclase, plagioclase microlite, amphibole and opaque minerals are distinguished. The XRD analysis of wallrock, reveal the typical peak for orthoclase (KAl Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) and the XRD analysis the agate, show peaks of quartz (SiO<sub>2</sub>). According to the XRF analysis results; the wallrocks (andesite) have 59.38% SiO<sub>2</sub>, 18.11% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 7.68% K<sub>2</sub>O, 5.60% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 4.61% Na<sub>2</sub>O and 2.61% CaO in compositions. The Tokat agate have 98.22% SiO<sub>2</sub>, 1.42% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.17% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.095% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and 0.039 % CaO.

**Keywords:** Tokatagate, Gemstone, Geochemistry, Tokat

**İSCEHISAR (AFYONKARAHISAR) MERMERLERİNİN  
JEOLOJISI, MINERALOJISI VE JEOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI****Metin Bağcı<sup>1</sup>, Mehmet Kozak<sup>2</sup>**

1Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar,  
2Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar,  
mbagci@aku.edu.tr

**Özet:** İscehisar (Afyonkarahisar) mermerleri M.Ö. 300’ yılında mermer üretim faaliyetlerinin başladığı bilinmektedir. Mermerler saf karbonatlı kristalin kayalardır. Ocaktan ilk çıkarıldığında, fazla ilgi çekmeyen bu kayalar, değişik teknikler kullanılarak şekillendirilip işlendiğinde, yüksek albeniye sahip sanat eserlerine dönüşebilmektedir. İscehisar mermerleri, İscehisar ilçesinin 1 km kuzeydoğusunda yaklaşık 6 km<sup>2</sup> lik alanda 2 farklı mercede 30 mermer ocağında üretim yapılmaktadır. Çalışma alanında en yaygın bulunan kayaç tipleri mermer, kuvarsit, şist ve fillit türünde olup genel olarak ince tanelidirler. Çalışma kapsamında renk ve dokusal olarak farklılıklar gösteren mermer seviyelerinin mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri belirlenecektir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar bölgedeki mermer fabrikalarına önemli ölçüde katkı yapacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** İscehisar, Mermer, Kalsit, Afyonkarahisar.

**THE INVESTIGATION OF GEOLOGY, MINERALOGY AND  
GEOCHEMICAL PROPERTIES OF THE ISCEHISAR  
(AFYONKARAHISAR) MARBLES.**

**Metin Bağcı<sup>1</sup>, Mehmet Kozak<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

<sup>2</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar  
mbagci@aku.edu.tr

**Abstract:** Since B.C. 300 years Iscehisar (Afyonkarahisar) where is known the marble production. Marbles are pure carbonate crystalline rocks. When first removed from the quarry, the more uninteresting rocks, when processed and shaped using different techniques, can be transformed into works of art with high allure. Iscehisar marble district spreads over an area of approximately 6 km<sup>2</sup> area, having 2 different production lenses and 30 marble quarries 1 km northeast of the Iscehisar town. Marble, pure to impure quartzite, and mica schist that is commonly fine grained and contains phyllite are the most common rock types in the study area. In the scope of this study, the geological properties of the research area and the mineralogical, petrographical, geochemical properties of the marble have been analysed. Results of this study will contribute significantly to the marble factories in the region.

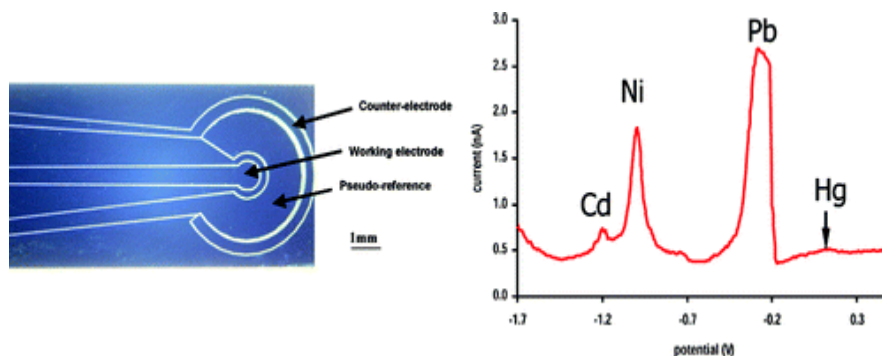
**Keywords:** Iscehisar, Marbles, Calcite, Afyonkarahisar.

## DETERMINATION OF DIFFERENT METALS IN WASTEWATER USING NEW MICROSENSORS BASED ON DIAMOND DOPED WITH BORON

Mohamed Larbi Hamlaoui

University of Annaba, Laboratoire EPEV, BP 12, El Hadjar, 23000 Annaba, Algeria  
l\_hamlaoui@hotmail.fr

**Abstract:** Different methods of analysis and speciation of heavy metals can be used alone or in combination, including the techniques of anodic stripping voltametry (DPASV) and the square wave (SWV). The Principle of these methods, there is an accumulation of electro-active substances on the surface of the electrode, which allows us to analyze the elements to trace. For our analyzes, we used electrodes Boosted Boron Diamond (BDD) in the first place for the detection of metals using stripping voltametry (DPASV) than the detection of uranium (SWV). For the detection of metals, conditions standard measurements are performed in a buffer solution of potassium citrate in 0.1 M pH 2; potential and deposition time respectively -1.7 V and 20 s, and early potential end are -1.7 and 0.5 V. we have shown that these microcells allow simultaneous detection of heavy metals in water, with detection limits of 0.4, 6.8, 5.5, and 2.3 nM, and linearity up to 35, 97, 48 and 5 nM, respectively, Cd (II), Ni (II) Pb (II) and Hg (II) .



**Keywords:** Room temperature ionic liquid, Liquid–liquid, extraction, DPASV, BDD, Electrochemical microcell

## EDREMIT KÖRFEZİ'NİN (KD EGE DENİZİ) GÜNCEL ÇÖKELLERİ VE JEOKİMYASI

**Mustafa Eryılmaz<sup>1</sup>, Fulya Yücesoy Eryılmaz<sup>1</sup>**

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, D Blok, Çiftlikköy Kampusu,  
33343, Yenişehir - MERSİN, ( e-mail:meryilmaz@ mersin.edu.tr; fyucesoy@mersin.edu.tr)

**Özet:** Edremit Körfezi, Anadolu'nun en batı ucu olan Baba Burnu ile Çıplakadaarasında yer alır. Maksimum derinliği 113 metredir. Bu çalışmada, Edremit Körfezi'nden, 126 adet yüzey çökel örneği alınmıştır. Örneklerinde, sedimantolojik ve jeokimyasal analizler yapılarak inceleme sahasının 1:75.000 ölçekli çökel dağılım haritası hazırlanmıştır. Baba Burnu'ndan doğuya doğru Midilli ile Anadolu karasının en dar yerinde Müsellim kayalıkları Edremit Körfezi'nin açık deniz ile bağlantısını önemli oranda engellemektedir. Edremit Körfezi çamur, Dikili Kanalı kum ağırlıklı zemin türüne sahiptir. Sığ kesimlerde çakıl, kum; derin kesimlerde çamur yaygındır. Litojenik taneler bölgenin jeolojik birimlerini temsil etmektedir. Ayvalık'ın kuzeydoğusunda, Dikili Kanalı'nın sığ kesimlerinde gözlenen kavkı zenginleşmesi ve alg yayılımı yerel faktörlerin etkisindedir. Kuvars, kum ve çakıl boyutlu malzemenin başlıca mineralidir. Silt boyutlu malzemede plajiolaz önemli oranlardadır. Magmatik ve volkanik kayaç parçaları, mika, klorit belirgindir. Çökel örneklerinin birbirlerine göre oranlarında farklılıklar olmasına karşın, homojen mineralojik bileşime sahiptir. 34 yüzey çökel örneğinde yapılan jeokimyasal analizlerde, toplam karbonat ortalaması %15; organik karbon ortalaması % 1.16 bulunmuştur. Fe %3,84, Mn 441 ppm; Cu 13 ppm; Co 14 ppm; Zn 85 ppm; Ni 52 ppm ortalama konsantrasyona sahiptir. Edremit Körfezi örneklerinden bazılarında Fe, Zn, ve Ni değerleri, şeyl ortalamasının üstünde konsantrasyona sahiptir. Bunun nedeni bölgenin kuzey, kuzeydoğu ve doğusunda yer alan demir, kurşun çinko yataklarıdır.

**Anahtar Sözcükler:** Edremit Körfezi, güncel çökel, tane boyu, organik karbon, toplam karbonat, ağır metal, mineraloji

**SEDIMENTOLOGY AND GEOCHEMISTRY OF THE RECENT  
SEDIMENTS IN THE EDREMIT GULF (NE AEGEAN SEA)****Mustafa Eryılmaz<sup>1</sup>, Fulya Yücesoy Eryılmaz<sup>1</sup>**<sup>1</sup> *Mersin University, Faculty of Engineering, Geological Engineering Department, Cifilikkoy Campus,  
Mersin-TURKEY**e-mail:meryilmaz@mersin.edu.tr; fyucesoy@mersin.edu.tr*

**Abstract:** Gulf of Edremit is located between the Baba Cape and Çıplak Island with maximum depth of 113 m. In this study, had been taken 126 units of sediment samples in Edremit Bay. 126 surface sediment samples have been taken from study area. Sedimentologic and geochemical analysis had been made and 1:75.000 scaled sediment distribution map is prepared. Musellim rocks are situated between Midilli Island and Anatolia. These rocks seriously cut the connection of sediments of Edremit Gulf and Aegean Sea. Sediments on the floor of the Edremit Gulf are mainly mud sized. Dikili Canal surface samples contain mainly sand sized materials. The high gravel and sand percentages found in shallow waters. Deeper waters are covered by sediments with high mud contents. Benthic organisms and algae are dominant in shallow water in Ayvalık and Dikili Canal. The terrigenous components are generally consistent with the geological sources on land and coast. Quartz and feldspars are frequent contributors to coarse sediments. The fragments of igneous rock, mica, and chlorite are dominantly composed of fine sediments. The samples show similar mineralogical composition. The average total carbonate contents of the bulk sediment samples is 15%; the average organic carbon contents of the sediments is 1,16%. Heavy metal distribution in surface sediments was investigated. The results obtained in average concentration are Fe %3,84, Mn 441 ppm; Cu 13 ppm; Co 14 ppm; Zn 85 ppm; Ni 52 ppm. The metal concentration at some samples are higher than seyl concentration as a result iron, lead, zinc and nickel ores which are found in north-northeast and east of the studying area.

**Keywords:** Edremit Gulf, recent sediment, grain size, organic carbon, total carbonate, heavy metal, mineralogy

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ İLE SKARNLARIN JEOKİMYASAL DAĞILIM DESENLERİNİN BELİRLENMESİ: KESİKKÖPRÜ (BALA-ANKARA) DEMİR-OKSİT YATAĞI**

**Mustafa Haydar Terzi<sup>1</sup>, Erkan Yılmaz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Aksaray  
mhaydarterzi@aksaray.edu.tr

**Özet:** Kesikköprü demir-oksit yatağı, Orta Anadolu’da yer alan önemli demir-oksit cevherleşmelerinden biri olup, %32-%54 arasında değişen tenör ve 13,6 milyon ton rezerve sahip farklı boyutlardaki bir kaç ocaktan oluşmaktadır. Cevherleşmeyi oluşturduğu düşünülen granitoidlerin içerisinde dar oluşumlu endoskarnlar bulunurken, yan kayaçların (kristalize kireçtaşları ve mafik-ultramafik kayaçlar) içerisinde de daha geniş yayımlı ekzoskarnlar yer almaktadır. Skarn zonlarında hakim olarak granat, piroksen ve epidot mineralleri bulunmaktadır. Bu çalışma ile skarn zonlarına ait jeokimyasal verilerin, coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak konumsal dağılımlarının belirlenmesi, skarnlaşma süreçlerinde skarnların oluştuğu ilksel kayaçlarına göre geçirdiği jeokimyasal değişimlerin ve skarn mineralojisinin arasındaki ilişkilerin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Endoskarn ve ekzoskarn zonlarının jeokimyası, orijinal (protolith) kayaçlarına (granitoid ve kristalize kireçtaşı) göre birtakım değişimler sunmaktadır. Endoskarnların içerisine yerleştikleri granitoidlerin bileşimine göre SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O içerikleri açısından fakirleştiği, MnO, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve MgO açısından zenginleştiği belirlenmiştir. Ekzoskarnlar ise, içerisine yerleştikleri kristalize kireçtaşlarına göre MnO, CaO ve MgO içerikleri açısından fakirleştiği, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri açısından zenginleştiği belirlenmiştir. Endoskarnlardan ekzoskarnlara doğru ise SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, MgO fakirleşirken, MnO, CaO ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zenginleşmektedir. Gerçekleştirilen mineralojik-petrografik çalışmalara göre, skarn zonlarında görülen bu jeokimyasal değişimin endoskarn ve ekzoskarn zonlarındaki mineral parajenezleri ile, ve bu mineral parajenezlerinin bollukları ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte Kesikköprü demir yatağı kayaç örneklerinden elde edilen jeokimyasal verilerin konumsal dağılım haritaları, Kriging enterpolasyon yöntemi kullanılarak hazırlanmış ve skarnlaşma süreçlerinde skarnların içerisine yerleştikleri ilksel kayaçlara göre gerçekleşen jeokimyasal değişimler ile skarn mineralojisi arasındaki ilişkilerin uyumlu olduğu ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Kesikköprü, Skarn, Jeokimya, Demir-Oksit, CBS.



**DETERMINING THE GEOCHEMICAL DISTRIBUTION  
PATTERN OF SKARN BY USING GEOGRAPHICAL  
INFORMATION SYSTEM: KESIKKÖPRÜ (BALA-ANKARA) IRON-  
OXIDE DEPOSIT**

**Mustafa Haydar Terzi<sup>1</sup>, Erkan Yilmazer<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Aksaray University, Engineering Faculty, Department of Geological Engineering, Aksaray,  
(mhaydarterzi@aksaray.edu.tr)

**Abstract:** The Kesikköprü iron-oxide deposit, is comprised of several mineralization in different sizes, is one of the important iron-oxide deposits in Central Anatolia with grades of 32-54 % Fe and total reserve of 13,6 million tones. Granitoids which is considered to be responsible for Kesikköprü mineralization have limited endoskarn zones, while wall rocks (crystallized limestones and mafic-ultramafic rocks) includes widespread exoskarn zones. Garnet, pyroxene and epidote minerals are dominant minerals in the skarn zones. In this study, the aim is to reveal the spatial distribution of geochemical data in skarn zones and relationship between skarn mineralogy and geochemical changes in skarn zones formed skarnization process. The geochemistries of endoskarn and exoskarn show changes to original (protolith) rocks (granitoid and crystallized limestone). The endoskarn zones are depleted in SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, and enriched in MnO, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, compared to host the granitoid rocks. The exoskarn zones are depleted in MnO, CaO, MgO, and enriched in SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, compared to host the crystallized limestone. From endoskarn to exoskarn zones, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, MgO values are depleted, while MnO, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> values are enriched. According to mineralogic-petrographic studies, the geochemical changes in skarn zones are directly associated with mineral assemblages, and abundance of this mineral assemblages in endoskarn and exoskarn zones. In addition, the spatial distribution maps acquired from rock samples in Kesikköprü iron-oxide deposit, prepared by using Kriging interpolation method, seems to have consistent relationships between skarn mineralogy and geochemical changes in skarn zones hosted by protolith rocks during skarnization process.

**Keywords:** Kesikköprü, Skarn, Geochemistry, Iron-Oxide, GIS

## ÇEVRE VE HALK SAĞLIĞI AÇISINDAN JEOKİMYA ATLAS(LAR)ININ ÖNEMİ

**Nuray Karapınar**

Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü  
(nuray.karapinar@mta.gov.tr)

**Özet:**İnsanoğlu en geniş anlamda biyolojik, kimyasal, fiziksel, sosyal, ekonomik ve kültürel ortam olarak tanımlanan çevresi ile yaşamı boyunca ilişki ve karşılıklı etkileşim içerisinde bulunur. Bunlar arasından fiziksel ve kimyasal çevre (fizikokimyasal çevre) jeolojik çevre ile bütünleşik olup jeoloji ile doğrudan ilişkilidir. Fizikokimyasal çevrenin birer ögesi olan su, hava ve toprak gibi alıcı ortamların kalite durumu yerkürenin yer kimyası ile yani jeokimya ile doğrudan ilişkilidir. Ayrıca, nüfus artışı, sanayileşme ve kentleşme ile birlikte çevre üzerinde artan baskı hava, su ve toprak gibi alıcı ortamların kalitesini sürekli değiştirir. Dolayısıyla hem çevre ve halk sağlığının korunması, iyileştirilmesi ve geliştirilmesi çalışmalarında hem de karar verme mekanizmalarında kullanılacak doğru, güvenilir, ulusal ve uluslararası ölçekte karşılaştırılabilir ve kabul gören çevresel veri ve bilgiye ihtiyaç vardır. Bu bağlamda, elementlerin farklı çevre bileşenlerindeki (toprak, sediman, yüzey ve yeraltı suyu gibi) bolluk ve mekânsal dağılım bilgisini içeren jeokimya atlasları, ülkelerin “çevresel veri ve bilgi” temelini oluşturur. Jeokimyasal veri elementlerin arkaplan (background) derişimleri, bunların dağılım özellikleri, birliktelikleri ve potansiyel kaynak ve yerleşimi hakkında bilgi sağlayarak kirliliğin önlenmesi, azaltılması ve kirlenmiş alanların rehabilitasyonu için uygun stratejilerin geliştirilmesine imkan sağlar. Ayrıca, insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek jeokimyasal anomalilerin tanımlanması ile çevresel faktörlerin bilinen sağlık problemlerinin coğrafik dağılımına etkilerinin belirlenmesi, sağlık problemlerinin ortadan kaldırılması ve önlenmesi için uygun stratejilerin geliştirilmesine de imkân sunar. Özetle, çevre kirliliği ve tıbbi jeoloji konularında yapılacak çalışmalar öncelikli olarak elementlerin farklı çevre bileşenlerindeki bolluk ve mekânsal dağılım bilgisine dayanır. Elementlerin jeokimyasal arka plan derişimleri hakkında detaylı bilgi aynı zamanda çok sayıdaki idari ve hukuki konuyla da ilgilidir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeokimya, jeokimya atlası, çevre kirliliği, tıbbi jeoloji

**THE IMPORTANCE OF GEOCHEMICAL ATLAS(S) FOR  
THE ENVIRONMENT AND PUBLIC HEALTH****Nuray Karapınar**General Directorate of Mineral Research and Exploration  
(nuray.karapinar@mta.gov.tr)

**Abstract:** Human being has an interaction and relationship with the environment which is in the widest sense biological, chemical, physical, social, economic and cultural throughout the life. The physical and chemical environment (physicochemical environment) among them are integrated with the geological environment and directly related with the geology. Quality of the receiving environments such as water, air and soil, which are one of the elements of the physicochemical environment, is directly related to the chemistry of the earth and the geochemistry as well. In addition, the status of air, water and soil quality has been continuously changed by the gradually rising pressure on the environment caused by the population growth, industrialization and urbanization. Therefore, there is a need of the environmental data and information which is accurate, reliable and also comparable and recognized at the national and international level both for the protection, improvement and development of environmental and public health and for decision-making process. In this point of view, geochemical atlases containing the abundance and the spatial distribution of elements in various environmental components (soil, sediments, and surface and groundwater etc.) construct the basis of “environmental data and information”. Providing information on background concentration of elements and their distribution characteristics and potential source and settlements, geochemical data provide the development of appropriate strategies both for the pollution prevention and mitigation and rehabilitation of contaminated sites. In addition, diagnosing geochemical anomalies which adversely affect the human health, geochemical data will also provide the determination of the effect of environmental factors on the geographical distribution of known human health problems and elimination and prevention of those health problems. Briefly, the studies on the environmental pollution and medical geology are primarily based on the knowledge of amount and spatial distribution of elements in different environmental components. Detailed information about the geochemical background concentrations of elements is also related to the large number of administrative and legal issues.

**Keywords:** Geochemistry, geochemical atlas, environmental pollution, medical geology

**ÇANKIRI HAVZASINDA (ORTA ANADOLU) GEÇ MİYOSEN VE PLİYÖSEN PALEOÇEVRE KOŞULLARI: DURAYLI İZOTOP, <sup>86</sup>Sr/<sup>87</sup>Sr İZOTOP ORANI, POLEN VE OSTRAKOD ANALİZLERİ****Nurdan Yavuz<sup>1</sup>, Gönül Culha<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Üniversiteler Mahallesi  
Dumlupınar Bulvarı No:139, 06800 Çankaya/ANKARA, TURKEY  
nurdanyavuz@hotmail.com

**Özet:** Orta Anadolu'nun kalın Neojen çökelleri içeren büyük havzalarından biri olan Çankırı Havzası, kuzeyde Sakarya Kıtası ve güneyde Kırşehir Bloğu arasında yer alır. Çankırı Havzasının gelişimi, Orta Eosen'de denizel koşulların sona ermesi ile karasal koşullar altında devam etmiş ve, klastikler ve yaygın evaporitik çökellerin oluşumu ile son bulmuştur. Bu çalışma, havzanın kuzey kesimlerinde yer alan üst Miyosen ve Pliyosen evaporit-kil ardalanmaları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Palinolojik incelemeler, *Pinus* baskın olmak üzere, örneklerde kozalaklı ağaç polenlerinin bol miktarda bulunduğunu göstermektedir. Tanımlanan bu palinoflora geç Miyosende bir çam ormanının varlığına işaret etmektedir. Pliyosen döneminde, otsul bitkilerdeki göze çarpan artış ve yapraklı ağaçların mevcudiyeti ile vejetasyon değişmiştir. Otsul bitkiler baskın olarak Poaceae, Asteraceae ve az sayıda Dipsacaceae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Caryophyllaceae, Apiaceae ve Valerianaceae ile temsil edilmektedir. Bu palinoflora, otsul bitkiler ile kaplanmış yaygın açık alanlar içerisinde seyrek olarak ağaçların mevcut olduğunu göstermektedir. Palinoflora üzerinde yapılan Coexistence Approach analizi ile Pliyosen döneminde döngüsel yağış değişimlerinin bulunduğu ve iklimsel koşulların günümüzden daha sıcak olduğu belirlenmiştir.  $\delta^{13}\text{C}$  analizleri istifin çökelimi sırasında bitki örtüsünde C3 bitkilerinin hakim olduğunu göstermektedir.

Örneklerde tanımlanan ostrakod topluluğu, erken geç Miyosen'de tatlı su koşullarının ve geç geç Miyosen ve Pliyosen'de acı su koşullarının baskın olduğunu göstermektedir. Ayrıca incelenen ölçülü stratigrafik kesitler boyunca çok sayıda küçük tuzluluk değişimleri mevcuttur.  $\delta^{18}\text{O}_{\text{sulfate}}$  değerleri (10.9-16.4‰) ve karasal jips örneklerine ait <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr izotop oranı değerleri ((0.707406-0.707734) denizel evaporitlerden ayırt edilemez değerlerdir. Bu izotop değerleri daha derinlerde bulunan yaşlı denizel evaporitlerin çözünerek yeniden depolandığını düşündürmektedir. Jips örneklerine ait oksijen izotopu değerlerindeki değişimler muhtemelen nemli ve kurak dönemler arasındaki dalgalanmaları yansıtmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Polen, duraylı izotoplar, <sup>86</sup>Sr/<sup>87</sup>Sr izotop oranı, ostrakod, Neojen, Orta Anadolu

**LATE MIOCENE AND PLIOCENE PALAEOENVIRONMENTAL  
CONDITIONS IN THE ÇANKIRI BASIN (CENTRAL ANATOLIA):  
STABLE ISOTOPES, <sup>86</sup>Sr/<sup>87</sup>Sr ISOTOPE RATIO, POLLEN AND  
OSTRACOD ANALYSIS**

**Nurdan Yavuz<sup>1</sup>, Gönül Culha<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>General Directorate of Mineral Research and Exploration, Department of Geological Research,  
Üniversiteler Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No:139, 06800 Çankaya/ANKARA, TURKEY  
nurdanyavuz@hotmail.com

**Abstract:** The Çankırı Basin, located between the Sakarya Continent in the north and the Kırşehir Block in the south, is one of the largest basins within the central Anatolia with thick Neogene sediments. After termination of marine conditions in the Middle Eocene the evolution of the Çankırı Basin continued under continental settings and resulted in clastics and widespread evaporites. This investigation focuses on the upper Miocene and Pliocene evaporite-clastic alternations in the southern part of the basin. Palynological analysis show that samples are rich in coniferous pollen with dominance of *Pinus*. The identified palynoflora indicates the presence of a temperate coniferous forest during the late Miocene. In the Pliocene the vegetation changed with a sharp increase in herbs and the presence of broadleaf trees. Herbs are represented by high amounts of Poaceae, Asteraceae and minor amounts of Dipsacaceae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Caryophyllaceae, Apiaceae and Valerianaceae. This palynoflora indicates presence of widespread open areas covered by herbaceous plants which were sparsely interspersed with trees. The results of Coexistence Approach analysis indicate cyclic precipitation changes within the Pliocene and presence of warmer climatic conditions than present. <sup>13</sup>C analysis show that vegetation was dominated by C3 plants. The identified ostracod assemblage indicates dominance of fresh water conditions during the early late Miocene and of brackish water conditions during the late late Miocene and Pliocene. Additionally there were also many small salinity variations throughout the studied sections. The  $\delta^{18}\text{O}_{\text{sulfate}}$  (10.9-16.4‰) and <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr isotopic ratios (0.707406-0.707734) of non-marine gypsum are indistinguishable from the marine evaporites. This suggest recycling of older marine evaporites. The changes in oxygen isotope ratios of the gypsum samples show possible fluctuations of relatively wet and arid periods.

**Keywords:** Pollen, stable isotopes, <sup>86</sup>Sr/<sup>87</sup>Sr isotope ratio, ostracod, Neogene, Central Anatolia

**THERMOPHILIC AMMONIA-OXIDIZING ARCHAEA (AOA)  
ALONG A REDOX GRADIENT IN UZONCALDERA,  
KAMCHATKA, RUSSIA**

**Paul A. Schroeder<sup>1</sup>, Laura E. Fackrell<sup>1</sup>, Chuanlun Zhang<sup>2</sup>, and  
Gennady Karpov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>University of Georgia, Department of Geology, Athens, GA, 30602-2501 USA

<sup>2</sup>Tongji University, State Key Laboratory of Marine Geology, Shanghai, 200092, P.R China

<sup>3</sup>Institute of Volcanology and Seismology, RAS-FEB, 9 Boulevard Piip, Petropavlovsk-Kamchatsky,  
683006, Russia

**Abstract:** The discovery of ammonia-oxidizing archaea (AOA) has caused a major reevaluation of the role that microbial communities play in the global nitrogen cycle. Thermophilic AOA are of particular interest because they are thought to utilize redox sensitive metals such as Cu. The Orange thermal field (OTF) in the Uzon Caldera, Kamchatka, Russia exhibits strong redox gradients and bears metaliferous sediments and waters. The OTF is therefore an ideal location to gain greater understanding of the relationships between AOA and various trace metals in the environment. We hypothesized that crenarchaeol would be more abundant where terminal electron acceptors (e.g., O<sup>2</sup> and Fe<sup>3+</sup>) and nutrients of NH<sup>4+</sup> and metals (e.g., Cu) are more abundant. To test this hypothesis, we collected and preserved surface and subsurface (~20 cm) sediments and pore waters along a redox gradient in the OTF. Sediments were tested for mineralogy, lipids, and chemistry. Waters were tested for elemental major/trace and stable oxygen/hydrogen isotope chemistry. Our hypothesis was falsified. Instead, a higher abundance of crenarchaeol lipid was observed in more reducing conditions, where sulfide and Fe-bearing smectite-rich sediments were common. In oxidizing sediments, kaolin-group and goethite were common. Smectites have a greater potential to bind NH<sup>4+</sup> than kaolin-group minerals due to redox coupling between structural Fe and interlayer cation sites. Under reducing conditions, smectites act as an NH<sup>4+</sup> sink, while under oxidizing conditions they act as an NH<sup>4+</sup> source. Other factors in the dynamics of nitrogen cycling in these environments include, sediment texture, temperature, and the modification of water chemistry due to evaporative processes. Although not examined in this study, it is likely that other microbial redox reactions involving C and S are important to these thermophilic ecosystems. Understanding these linkages are fundamental to nitrogen cycling and may give insights to geochemical cycling in other thermal systems, as well as a better awareness of mineral evolution on early Earth and on extraterrestrial planets.

*\*This study was funded by CRDF Global RUG1-7086-PK-13, NSF PIRE 1511818, the Clay Minerals Society, GSA student grant program, and the UGA Watts-Wheeler endowment.*

**PREPARATION OF IMPROVED TYPES OF CEMENT TAR USED  
IN POLISHING OPTICS FROM IRAQI RAW MATERIALS****Waleed Y. ALUBIDE**Mining Engineering department, College of Petroleum and Mining, Mosul University, Iraq  
waleed\_1960@hotmail.com

**Abstract:** The main aim of the current research is providing a number of industrial materials (polishing tar) from local raw materials. It has been used as polishing cement for optic industry, and it included three basic stages; the laboratory stage included the selection of suitable raw materials to prepare a special polish tar as a cement molding of the optics and according to the specifications of standard sample of this material. After the original components of the standard polish tar have been identified, some of the Iraqi Tar, special organic polymers and wax have been used to prepare several mixtures and laboratory samples. The second stage included the practical and laboratory testing of the prepared samples and mixtures and compared with those of standard specifications that include the extent of homogeneity with polishing powders under various temperatures and velocities of the refine machines of optics. All the laboratory tests were carried out in one of the industrial sectors in Iraq, the final results showed highly successful of the three Iraqi tars which were taken from one of the Iraqi refineries after the addition of a special hardened resin and enhancement polymers. The final stage included the design, and manufacture of a mini-pilot unit for the preparation of this type of polishing tar 10 Kg/day.

**Keywords:** Optic glass, polishing tar, Refining, Resin, Waxes.

## INTERACTION BENTONITE/ CONCRETE IN THE CASE OF THE SEALING OF UNDERGROUNDSTRUCTURES

**Yasmine RDISSI**

PhD student on environmental geology ( National School of Engineers ofSfax-Tunisia)

**Abstract:** It is clear that urban areas are constantly changing and the reconquest of these areas occurs most often with the primary objective to maximize the floor space under construction. Thus many Works have underground constructions. This configuration can result in a direct interaction between the structure and the water table. It is then necessary to control the water inflow into the building but also to limit the possible transfer of pollutants to the book's table. In this context, one of the strategies adopted is to implement bentonite sandwiched between two geotextiles. This material has a very low permeability (<10-11m/s) and very good adsorption capacity to capture any possible trace metals dissolved. The hyperalkaline solutions formed in contact with the concrete can cause intense ion exchanges leading to the disintegration of clay materials. These altered materials see their hydraulic properties highly degraded but to date, no study is available to quantify this effect. The planned work aims to be simulated by laboratory tests the fate of the geotextile bentonite immersed in a water table and in contact with a concrete foundation. In some configurations, the bentonite geotextile is confined by casting concrete. In this context arises the question of hydration by water transfer from the concrete. The objective of this laboratory study is to contribute to understanding phenomena of inhibition bentonite hydration with hyperalkaline solutions. Various bentonites studied will be compared by free swelling tests. The standardized test using mineralized water is used as a reference and compared to the behavior observed with a hydration solution of KOH and CaCl<sub>2</sub> at different concentration for controlling the ionic charge, pH and conductivity. Secondly, characteristics solutions in equilibrium with the cements studied will be used to simulate the hydration of the dry bentonite with water in equilibrium with the concrete. In situ aging problem will also be addressed by the material permeability tests to Oedo permeameter.

**Keywords:** Hyperalkaline solution, bentonite, geotextile, swelling test



## ALKALİ AKTİVASYONLU MALZEME ELDESİNDE KULLANILAN KAOLENLERİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Yıldız Yıldırım<sup>1</sup>, Murat Çiflikli<sup>2</sup>

1 Kaleseramik Arge Merkezi ÇAN/ÇANAKKALE,

2 Niğde Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, NİĞDE

e-posta: yildizyildirim@kale.com.tr, muratc@nigde.edu.tr.

**Özet:** Günümüzde hammadde kaynaklarının azalması ve çevresel faktörler yeni malzeme arayışlarını hızlandırmıştır. “Alkali Aktivasyonlu Malzemeler” doğal malzemelerle cüruf, uçucu kül gibi atıkların veya ısıtma işlemiyle reaksiyona girme kabiliyetleri artırılan kaolenlerinsodyum veya potasyum hidroksit, sodyum silikat gibi kimyasallarla yapıların değişmesi ile elde edilir. Bu şekilde elde edilen malzemeler yalıtım, yangın geciktirici, radyoaktif malzeme depolanmasında, çimento ve seramik sektöründe kullanılabilir. Bu çalışmada 3 farklı kaolen seçilmiştir: Ukrayna kaoleni, Fransa Kaoleni ve Balıkesir Bölgesi Kaoleni. Kaolenlerin mineralojik ve yapısal değişimleri XRD – FTIR - DTA / TG ile test edilmiş ve kimyasal bileşimi, partikül büyüklüğü dağılımı, parçacıkların morfolojisinin, spesifik yüzey alanı ve alüminyum koordinasyon sayısı değişimleri incelenmiştir. Kaolenlerin farklı bir yapıya geçmesi için yapılarındaki  $Al_2O_3 / SiO_2$  dengesi ve eser elementlerin buna etkileri araştırılmıştır. Yapısındaki  $Fe_2O_3$  gibi oksitler reaksiyon kabiliyetini etkilediği gözlenmiştir. Kaolenlerdeki kuvars ve hidromika oranının ve kristal boyutundaki farklılıkların reaksiyona girme kabiliyetleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hammadde, Kaolen, XRD, FTIR, çimento, seramik.

## INVESTIGATION OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF KAOLINS USED IN ALKALI ACTIVATED MATERIAL ACHIEVEMENT

Yıldız YILDIRIM<sup>1</sup>, Murat ÇİFLİKLİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kaleseramik R & D Center ÇAN/ÇANAKKALE,

<sup>2</sup> Niğde University, Department of Geological Engineering, NIĞDE

e-posta: yildizyildirim@kale.com.tr, muratc@nigde.edu.tr.

**Abstract:** Today, due to reduction of raw material resources and environmental factors, the searching for new materials has accelerated. "Alkali Activated Materials" are obtained by natural materials, such as the wastes like clinker and fly ash, or obtained by the reaction of the heat treatment capabilities increased kaolin with sodium or potassium hydroxide, or sodium silicate. The materials that achieved by this way, can be used in isolation, fire retardant, radioactive material storing, cement and ceramic industries. In this study, three different group kaolins were selected: the Ukrainian kaolin, French kaolin and Balıkesir region kaolin. Mineralogical and structural changes of the kaolins examined by XRD-FTIR-DTA/TGA, and chemical compositions, particle size distribution, particle morphology, specific surface area and the aluminium coordination number changes analysed. To take the kaolins into a different structure, the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> balance in their structure and the effects of the rare elements to them investigated. It was observed that the oxides in the structure of kaolin like Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> affect the reaction ability. The effect of the quartz and hydromica ratios in kaolins and the differences in the crystal sizes on the ability to react investigated.

**Keywords:** Rawmaterial, Kaolin, XRD, FTIR, cement, ceramic.

**PREFERABLE INTERPOLATION METHOD FOR MAPPING SOIL PROPERTIES BY GIS TECHNIQUE OF AN AREA LOCATED AT NORTHERN IRAQ**

**Zeki M. Hassan and Basman W. Aziz**

*Soil Sciences and Water Resources Department, College of Agriculture and Forestry, University of Mosul, Iraq*  
zekigeologist@yahoo.com

**Abstract:** Soil Protection from causes of all types of degradation is a strategic goal in all nations. Properties of the soil are characterized by spatial distributions. A GIS program is able to process and integrate spatial data into a multiple maps, and giving the opportunity to compare them for detecting the internal correlations among the variables under consideration. Founding the relationships between soil properties to location gives us the opportunity for making correct decisions about the land use. The study is highlighted the problem which is how to choose the appropriate spatial interpolation method for mapping processes and representation of a specific soil data? The study area was located in Northern part of Iraq, and surface soil samples from 21 locations were taken for interpolation of local maps purposes. Texture (sand, silt and clay), pH, EC, organic matter, Calcium Carbonate, Soluble Potassium and Soluble Sodium values were measured for each sample. The chosen interpolation methods were Kriging, Inverse Distance Weighted (IDW), Radial Basis Functions (RBF), Global Polynomial (GP) and Local Polynomial (LP). The performance of the interpolation methods was done using geostatistics analyses by the Mean Absolute Error (MAE), Mean Bias Error (MBE) and Root Mean Square Error (RMSE). The results showed that the IDW and kriging were the best methods for most of the studied variables, while the RBF, GB and LP were inappropriate. This study is a forward step towards more accurate results.

**Keywords:** GIS, Interpolation, Iraq, Soil properties.

**Dört Nesil İtalyanlar**

***Four Generations Italians***

**ROLE OF THE NEOGENE FAULTS IN CONTROLLING THE  
CIRCULATION OF FLUIDS IN TURKEY: EXAMPLES FROM  
DINAR AND DENIZLI BASINS**

**Cihat Alçiçek<sup>1</sup>, Andrea Brogi<sup>2</sup>, Enrico Capezzuoli<sup>3</sup>, Anna Gandin<sup>4</sup>,  
Domenico Liotta<sup>2</sup>, Marco Meccheri<sup>4</sup>, Valentina Rimondi<sup>5</sup>, Giovanni  
Ruggieri<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> University of Pamukkale, Department of Geology, 20070, Denizli, Turkey

<sup>2</sup> University of Bari, Department of Earth and Geoenvironmental Sciences, 70125, Bari, Italy

<sup>3</sup> University of Perugia, Department of Physics and Geology, 06123, Perugia, Italy

<sup>4</sup> University of Siena, Department of Physics, Earth and Environmental Sciences, 53100, Siena, Italy

<sup>5</sup> IGG-CNR, Institute of Geosciences and Earth Resources, Via G. La Pira, 4 - 50121 Firenze, Italy.

**Abstract:** Faults and associated structures may have a primary impact on fluid migration in the upper crustal levels providing permeable pathways for fluids, from the surface down to deeper crustal levels and vice-versa, as it is occurring in volcanic and geothermal areas. We report examples from two Neogene-Quaternary basins of western Anatolia (Dinar and Denizli) where volcanism, widespread hydrothermal circulation and travertine deposition, representing the superficial expression of deep geothermal reservoirs partially exploited for electricity production, are controlled by still active faults. Our examples focused on the relationships among volcanism, geothermal fluids migration, travertine deposition and tectonic activity, with particular emphasis on the role of the faults in controlling fluids upwelling, eruptive centres and thermal springs location, as well as deposition of travertine masses. New field mapping and structural/kinematics analyses allowed us to recognise that the two main faults systems (NW- and NE-trending), characterizing the Neogene-Quaternary extensional tectonic evolution of western Anatolia, can be framed in the same tectonic regime, with the faults NW-trending playing the role of transfer faults during Miocene-Pliocene extensional event. The main results of our studies are that the location of significant hydrothermal manifestations (i.e. Pamukkale and Kamara in the Denizli Basin) and volcanism (i.e. Gölcük in the southern part of the Dinar Basin) appears to be mainly controlled by the intersection between NE- and NW-trending faults, thus defining important structurally-driven conduits, able to channel a large volume of fluids from depth to the surface.

**Keywords:** Faults, fluids, travertine, volcanism, extensional basins

## SUBMARINE PALEOSEISMOLOGY IN THE SEA OF MARMARA

**Luca Gasperini<sup>1</sup>, Giovanni Bortoluzzi<sup>1</sup>, Alina Polonia<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Istituto di Scienze Marine, ISMAR-CNR, Marine Geology section, Bologna (alina.polonia@ismar.cnr.it)

**Abstract:** Paleoseismology is the investigation of individual earthquakes from their geological signatures, those produced directly along the rupture plane, and those produced in the vicinity of faults by seismic shaking (landslides and mass flows). If dateable material is recovered from stratigraphic horizons that experienced successive ruptures, slip rate and time separation between large earthquakes can be reconstructed. Earthquake geology has been widely applied to major seismogenic faults on land, and has become a primary tool for seismic hazard evaluation, but is still a pioneering technique offshore. We present here some results of marine geology researches carried out in the Sea of Marmara onboard of R/V *Urania* from 2001 to 2013, in an attempt of applying submarine paleoseismological techniques to this complex geological setting developing along the principal deformation zone of the North-Anatolian Fault system. High-resolution geophysical data were used to define location and geometry of seismogenic faults, fault ruptures and slip-rates. Sediment samples were collected to study the interplay between seismic shaking, margin instability and sedimentation in different tectonically controlled basins, and to provide a chronostratigraphic framework to slip-rate estimate. The earthquake records are represented by turbidite–homogenite mass-flow units, which commonly contain a basal coarse layer, a middle laminated silt layer and an overlying homogeneous mud layer. Recent high-energy sedimentary layers observed in the İzmit Gulf can be confidently correlated with major historical earthquakes through radionuclide and radiometric dating methods, providing the average repeat time of mass flow events which is ca. 300 a. This method can be applied backwards in time, at least in the Holocene, to include a number of seismic cycles, which is fundamental for a reliable seismic hazard assessment.

**Keywords:** Submarine Paleoseismology; North Anatolian Fault; Sea of Marmara; slip-rate; mass wasting.

**THE ROLE OF THE PONTIDES FOR THE INTERPRETATION OF  
THE ORIGIN AND EVOLUTION OF THE BLACK SEA****Mario Boccaletti<sup>1</sup>, Piero Manetti<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup>Istituto di Geoscienze e Georisorse-CNR-Pisa<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra- Università di Firenze

**Abstract:** The evolution and the origin of the Black Sea were the object of several hypothesis based mainly on the geological knowledge of its surrounding margins. During the 80's of the last century a cooperation of the Bulgarian, Italian and Russian scientists permitted to obtain more than 100000 km of seismic lines. The geological and volcanological data on the Pontides collected during several field missions made by the Italian researchers are utilized for reconstruction the geophysical stratigraphy of the Black Sea. The main phase of opening of the Black Sea was believed to occur during the Lower Jurassic, while the best documented main phase of Black Sea opening, dates back to the Upper Cretaceous when an impressive magmatic arc developed as a result of Vardar Ocean subduction processes. The subduction processes generated the opening of a back-arc basin (Black Sea) that is wider in the west probably due to a different inclination of the northward dipping subduction plan. After a time interval estimated at about 20 Ma, since the Eocene another magmatic arc, slightly southward shifted, developed, and contributed to generate a new extension back arc which determines the final opening of the Black Sea. A complete change in the evolution of the Black Sea took place in the Neogene, when the Pontides are now fully structured and the major deformations are represented by the North Anatolian Trascurrent Fault (NATF) set along the old oceanic suture.

## THE CONTRIBUTION OF THE ITALIAN GEOLOGIST TO THE KNOWLEDGE OF THE PONTIDES

**Mario Boccaletti<sup>1</sup>, Maria Alessandra Conti<sup>2</sup>, Piero Manetti<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Istituto di Geoscienze e Georisorse U.O Firenze Via G. La Pira 4 Florence, Italy

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Piazzale delle Scienze 8, Università La Sapienza, Roma, Italy

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze della Terra Via G. La Pira 4 University of Florence Italy

**Abstract:** Since the late 60s of the last century researchers of different Italian universities (e.g. Florence, Parma, Padua) gave rise to several studies on the Pontic chain that led to the publication of data on metamorphic massifs, on clastic and carbonate deposits that allowed to outline the geological evolution of the studied area. Several data collected on the Cretaceous sediments allowed to define the main events related to the formation of sedimentary basins formed in the external and internal areas with respect to a ridge that separated the North and South of this part of the Pontides. They also studied the volcanic products of the Cretaceous and Eocene formations interbedded with the sedimentary Cretaceous-Eocene flysch formations largely outcropping in the studied area. In the mid-80s of the twentieth century a study of the Mesozoic formations in the Western part of the Pontic chain between the edge of the Aegean Sea and the area of Ankara was started. Based on the extensive data collected it was possible to set up a paleogeographic reconstruction of the area for the Jurassic and the Early Cretaceous.



**THE ITALIAN CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE INTRA-PONTIDE SUTURE ZONE IN CENTRAL TURKEY****Michele Marroni<sup>1</sup>, M. Cemal Göncüoğlu<sup>2</sup>, Luca Pandolfi<sup>1</sup>, Alessandro Ellero<sup>3</sup>, Giuseppe Ottria<sup>3</sup>, Kaan Sayıt<sup>2</sup>, Chiara Frassi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Italy (marroni@dst.unipi.it-  
pandolfi@dst.unipi.it- chiarafrassi@yahoo.it)

<sup>2</sup> Department of Geological Engineering, Middle East Technical University, Turkey  
(mcgoncu@metu.edu.tr-kaansayit@gmail.com)

<sup>3</sup> Istituto di Geologia e Georisorse, CNR, Italy (ellero@igg.cnr.it-ottria@igg.cnr.it)

**Abstract:** Since 2010, an Italian-Turkish research group has involved in researches on the Intra-Pontide suture (IPS) zone, one of the most puzzling suture zone of Turkey. These researches have been funded by Italian PRIN project (2008 and 2010-11) and by the Darius Programme. The IPS zone, located between the Sakarya and Istanbul-Zonguldak terranes, is characterized by ophiolites, ophiolite-bearing mélanges and HP metamorphic complexes. In the last five years, the data collected on the IPS zone have provided valuable insights on the tectonic history of this important element of the Turkish geology. This suture zone derived from the closure of a Neo-Tethyan oceanic basin, probably opened during the Middle Triassic, as suggested by the occurrence of radiolarites of Middle to Late Triassic age in the ophiolite-bearing mélange. Starting from Late Jurassic and during the Early Cretaceous, the oceanic basin was affected by convergence with development of a subduction zone. The record of this stage is preserved in the HP metamorphic complexes where oceanic rocks affected by a metamorphism ranging from blueschist to amphibolite and eclogite facies have been identified. The available ages indicate that this metamorphism ranges from Late Jurassic to Early Cretaceous. The final closure of the oceanic basin occurred in the Middle Paleocene. The tectonic setting of the IPS zone has been strongly modified in the Miocene by the North Anatolian shear zone, a transform fault whose trend is parallel to the IPS zone. On the whole, the resulting picture provides new suggestions about the geodynamics of the Eastern Mediterranean.

**Keywords:** Ophiolites, deformation, metamorphism, geodynamics, Intra-Pontide suture zone, Turkey.

**THE CONTRIBUTION OF THE FIRST ITALIAN GEOLOGISTS TO  
THE KNOWLEDGE OF THE ANATOLIAN CENOZOIC  
VOLCANISM**

**Samuele Agostini, Piero Manetti**

Istituto di Geoscienze e Georisorse –CNR-Pisa, Italy

**Abstract:** The history of researches on Anatolia volcanism began in the early 60s of the last century and continued up to now. Early researches were published in 1966 and had as main topics the Central Anatolia. Subsequently, researchers from the University of Pisa studied the link between the volcanism of Western Anatolia and Aegean Sea region. Later researches shifted again towards the Central Anatolia and moved to the north-eastern region of Lake Van and the Kars plateau. All the collected data were merged in a review paper in 1982 (Innocenti et al., 1982b), which summarized the evolution of Cenozoic Volcanism in Anatolia that constitutes a milestone and, mainly from a stratigraphic point of view, is largely still valid.

**CENTRAL AND EASTERN ANATOLIA VOLCANISM****Samuele Agostini<sup>1</sup>, Piero Manetti, Michele Lustrino<sup>2</sup>, Paolo Di Giuseppe<sup>1</sup>, M. Yılmaz Savaşçın<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, Italy<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra Università La Sapienza, Roma, Italy<sup>3</sup>Department of Earth Sciences, Tunceli University, Tunceli, Turkey

**Abstract:** A diffuse Neogene volcanic belt crops out in Central and Eastern Anatolia. After the pioneering papers of Italian geologists dating back to early '60s, Pasquaré et al. (1988) were among the first to present a detailed description of Cappadocian ignimbrites. In the last 15 years, after a gap lasted about 20 years, Italian and Turkish geologists joined their efforts again to carry out more detailed studies all over Central, South Eastern and Eastern Anatolia, aiming at better constraining the time-space distribution of the Neogene volcanic rocks, as well as in constraining their mantle sources in terms of local and global-scale geology. These latest studies were first targeted on the Karacadag shield volcano (SE Anatolia), the biggest volcanic edifice of the whole circum-Mediterranean area, occupying an area in the order of  $10^4$  km<sup>2</sup>, on the Arabian plate foreland, characterized by alkali basaltic products with OIB-HIMU geochemical signature. Other studies, still in progress, highlight the occurrence of both orogenic and anorogenic products in three areas: Central Anatolia (from Konya to Sivas, including Cappadocia), SE Anatolia (around Sanliurfa and Gaziantep), and the westernmost sector of Eastern Anatolia (between Elazig and Bingöl). According to these preliminary studies, there is an almost continuous shift from calcalkaline igneous activity to mildly sodic alkali basaltic compositions, with some products with transitional affinity. In Central and S-E Anatolia a clear temporal evolution of the erupted magmas in terms of important changes in major oxides, trace elements as well as Sr-Nd-Pb isotopic ratios are not recorded. Indeed, a largely overlapping (both in terms of space and time) “orogenic” and “anorogenic” products are recorded. On the other hand, calcalkaline lavas clearly predate alkali basalts (with transitional products showing intermediate age) in Eastern Anatolia.

**ITALIAN-TURKISH COLLABORATION ON WESTERN ANATOLIA VOLCANISM AND GEODYNAMICS: STATE OF ART**

**Samuele Agostini<sup>1</sup>, Piero Manetti<sup>1</sup>, Mehmet Yılmaz Savaşçın<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup>Department of Earth Sciences, Tunceli University, Tunceli, Turkey

**Abstract:** After the studies of the '60s and '70s, a new collaboration between Turkish and Italian researchers started in 1995, which is still active. From 1995 to 2010 main target of this collaboration was Western Anatolian region. Main results were the setting up of a new geodynamic model for the Western Anatolian and Aegean Regions, and a detailed description of the volcanic products outcropping all over Western Anatolia, where seven magmatic association with different geochemical characters were recognized, both with subduction-related or with intraplate-type affinity. Further studies, involving radiogenic isotope geochemistry as well as B-Li stable isotopes, allowed to better define the evolution of the mantle source of magmas, and to put further constraints on the geodynamic evolution of the region.

**EXHUMING ANATOLIA: THE ITALIAN CONTRIBUTION TO THE LOW-TEMPERATURE THERMOCHRONOLOGICAL STUDY OF TURKEY AND THE SURROUNDING REGIONS****William CAVAZZA<sup>1</sup>, Massimiliano ZATTIN<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Department of Biological, Geological and Environmental Sciences  
University of Bologna (Italy) (william.cavazza@unibo.it);<sup>2</sup> Department of Geosciences, University of Padua (Italy)

**Abstract:** This paper chronicles and summarizes the main results of the cooperation between Turkish and Italian geoscientists in the low-temperature thermochronological study [fission-track analysis, (U-Th)/He, clay mineralogy, vitrinite reflectance, Raman spectroscopy of carbonaceous material] of Anatolia and the adjoining regions. Such methods have been applied to a variety of geological provinces/structures and lithostratigraphic units comprising -west to east- the Thrace Basin, the North Anatolian Fault at Ganos Mt., the İstanbul terrane, Kazdağ, Uludağ, the Karakaya Complex, the Menderes and Alanya massifs, the Pontides, the Bitlis -Pütürge massif, the Eastern Anatolian Plateau, and the Lesser Caucasus. This line of cooperation –active since 2003- has involved chiefly faculty and students from the Universities of Bologna and Padua in Italy and Istanbul Technical University, although experts from other institutions have been involved from time to time (CNR Pisa, CNRS-IMPIC Paris, ETH Zürich, Geological Institute of Tbilisi, Institute of Geophysics of Tbilisi, National Academy of Armenia, and the Universities of Arizona, Baku, Calabria, Florence, Göttingen, Miskolc, Rome 3, and Tübingen). Among the several results obtained during this cooperation and discussed in the paper, of particular significance are (i) the identification of a mid-Miocene episode of cooling/exhumation along the Arabia-Eurasia collision zone (arguably the phase of maximum indentation and mechanical coupling) and (ii) the existence of an Oligocene (but likely older) precursor of the North Anatolian Fault in the western Marmara region.

**Keywords:** thermochronometry, cooling, exhumation, Northern Anatolian Fault, Arabia-Eurasia collision.

**HIDROJEOKIMYA**

***HYDROGEOCHEMISTRY***

**KARADUVAR-DAVULTEPE (MERSİN) KIYI ŞERİDİ BOYUNCA  
KUYU SULARININ İÇİLEBİLİRLİK ÖZELLİKLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Ahmet Feyyat Demir<sup>1</sup>, Zeynep Özdemir<sup>1</sup>, Betül Coşkun Önal<sup>1</sup> ve  
Erkan Demir<sup>2</sup>**

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

<sup>4</sup> TMMOB Jeoloji Mühendisliği Odası, Mersin İl Temsilciliği, MERSİN  
(cbetul86@gmail.com )

**Özet:** Hücrelerin yaşamsal faaliyetlerinin ve vücut fonksiyonlarının yerine getirilmesini sağlayan su, insan vücuduna sadece içme suyu olarak değil, kullanma amaçlı olarak da girebilmektedir. Ancak, içme ve kullanma amaçlı tüketilen suların kalitesindeki bozulmalar çeşitli hastalıklara yol açabilmekte, bu nedenle de özellikle içme sularının belirli standartlara sahip olması gerekmektedir. Bu çalışma ile Karaduvar-Davultepe (Mersin) sahil şeridi boyunca 34 adet kuyu suyu örneğinin içilebilirlik özellikleri yanında kimyasal ve fiziksel parametreleri incelenmiştir. Bölgeden alınan kuyu suyu örneklerinin element düzeyleri ICP-MS ile (Na: 10.35-393.32, Mg: 16.06-130.30 ve Si: 3.43-42.98 ppm), anyon düzeyleri ise iyon kromatografisi ile (Cl<sup>-</sup>: 17.47-712.83 ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 23.52-479.11 ppm) belirlenmiştir. TSE 266 (1997-2013) standardına göre bu elementler için müsaade edilen sınır değerler ise; Na: 200, Mg: 20-50 ve Si: 1-30 ppm; anyonlar için Cl<sup>-</sup>: 250 ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 50 ppm' dir. İncelenen kuyu suyu örneklerinde Na, Mg, Si, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerinin müsaade edilen sınır değerlerin üzerinde, Li, B, K, Ca, Cr, Se, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Ba, Pb, F<sup>-</sup> düzeyleri ve pH, elektrik iletkenlik (E.İ.) değerlerinin ise sınır değerler aralığında olduğu belirlenmiştir. İncelenen kuyu suyu örneklerinde bazı elementlerin ve anyonların anomali göstermesi, bu suların içme suyu olarak kullanılmasında risk oluşturacağından, kirliliğin nedenlerinin (evsel atık, deniz suyu karışımı, formasyon kaynaklı vb.) araştırılarak gerekli önlemlerin alınması önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Mersin, İçilebilirlik, Kıyısal Yeraltısuyu, Element, Anyon

**INVESTIGATION OF DRINKABILITY FEATURES OF WELL  
WATERS ALONG THE KARADUVAR-DAVULTEPE COASTLINE,  
MERSİN**

**Ahmet Feyyat Demir<sup>1</sup>, Zeynep Özdemir<sup>1</sup>, Betül Önal<sup>1</sup> and Erkan Demir<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mersin University, Faculty of Engineering, Dept of Geological Engineering, Çiflikköy, Mersin

<sup>2</sup>TMMOB Chamber of Geological Engineering, Mersin Representative, Mersin  
(cbetul86@gmail.com )

**Abstract:** Water that provides the vital functions of cells and the fulfillment of bodily functions, may enter to the human body not only as drinking water but also as the using water. However, deterioration in the quality of water consumed for drinking and utility purposes can lead to various diseases. Therefore especially drinking water should have certain standards. In this study, a total of 34 well water samples consumed in Karaduvar-Davultepe (Mersin) along the coastline were evaluated. In addition to their drinkability characteristics, chemical and physical parameters were determined. Element contents of drinking water samples taken from the area by ICP-MS (Na: 10.35-393.32, Mg: 16.06-130.30 and Si: 3.43-42.98 ppm), anion levels by the ion chromatography (Cl<sup>-</sup>: 17.47-712.83 and NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 23.52-479.11 ppm) were determined. According to TSE 266 (1997-2013) standard limits values permitted for these elements (Na: 200, Mg: 20-50 and Si: 1-30 ppm) and for anions (Cl<sup>-</sup>: 250 and NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 50 ppm). The well water samples analyzed Na, Mg, Si, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> contents are above the permissible level. Li, B, K, Ca, Cr, Se, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Ba, Pb, F<sup>-</sup> contents and pH, electrical conductivity (E.C.) values were determined in the range of limit values. Investigation of well water samples show abnormality of some elements and anions, would pose a risk in using this water as drinking water. It is recommended to investigate the causes of the pollution (household waste, sea water mix, induced formation etc.) and take the necessary measures.

**Keyword:** Mersin, Drinkability, Coastal groundwater, Element, Anion



**ÖMER-GECEK JEOTERMAL ALANINDAKİ  
(AFYONKARAHİSAR) AF-24 SONDAJ KUYUSUNUN KUYU  
JEOLOJİSİ, ALTERASYON MİNERALOGİSİ VE JEOKİMYASI**

**Ahmet Yıldız<sup>1</sup>, Can Başaran<sup>1</sup>, Metin Bağcı<sup>1</sup>, Yusuf Ulutürk<sup>2</sup>,  
Müfit Demirkapı<sup>1</sup> Ve Eren Sucu<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

<sup>2</sup>AFJET, Afyon Jeotermal Tesisleri Turizm, Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi, Afyonkarahisar  
ayildiz@aku.edu.tr

**Özet:** Ömer-Gecek Bölgesi, Afyonkarahisar ve Batı-Anadolu'nun en önemli jeotermal bölgelerinden biri olup, Afyonkarahisar ilinin 20 km kuzeybatısında yer almaktadır. Bölgeden boşalan jeotermal sular, seralar ve il merkezindeki konutların ısıtılmasında ve birçok turistik tesiste sağlık ve turizm amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bölgenin jeotermal modelinde, Paleozoyik yaşlı şistler geçirimsiz temeli, Paleozoik yaşlı mermerler rezervuar kayacı ve Miyosen yaşlı sedimanter kayalar ise örtü kayacı oluşturmaktadır. Bölgede hakim olan genişlemeli tektoniğin etkisi ile KB-GD yönlü normal fay sistemi ve bunu verevine kesen tali faylar oluşmuştur. Meteorik sular bu fay hatları boyunca daha derinlere inerek ısıtıcı kayalar ve jeotermik gradyanın etkisiyle ısınmış, yine aynı faylar boyunca yükselerek jeotermal kaynakları oluşturmuştur. Çalışmada, Ömer-Gecek jeotermal alanındaki AF-24 sondajının kuyu jeolojisi ve hidrotermal alterasyon mineralojisi ve jeokimyasının belirlenmesi amaçlanmıştır. Afyon Jeotermal Tesisleri Turizm, San. ve Tic. (AFJET) A.Ş.'e ait ruhsatlı sahada yer alan ve 2011 yılında açılan 680 m derinliğindeki AF-24 kuyusunda 125 °C sıcaklığında jeotermal akışkan boşalmaktadır. Kuyuda alüvyon, volkanosedimanter birim, taban konglomerası, mermer ve şist seviyeleri kesilmiştir. Bunlardan volkanosedimanter birim ile şist seviyelerinde alterasyon gözlenmiştir. AF-24 kuyusuna ait kırıntılı örnekler üzerinde stereo mikroskop, polarizan mikroskop, x-ışınları difraktometresi (XRD) ve taramalı elektron mikroskop (SEM) gibi yöntemler kullanılarak örneklerin mineralojik ve petrografik özellikleri ve ana, iz ve nadir toprak element analizleri yardımıyla jeokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda sondaj kuyusuna ait örneklerin hidrotermal alterasyon mineralojisi ve jeokimyasal özelliklerindeki farklılıklar yardımıyla Ömer-Gecek bölgesindeki jeotermal sistemin gelişiminin ortaya konması hedeflenmiştir. Volkanosedimanter istifin piroklastik türündeki kayalarda en önemli fenokristalleri feldispat, kuvars, illit-mika ve hornblend mineralleri oluşturmaktadır. Kuvars, illit-mika, feldispat, kalsit ve dolomit şistlerdeki kayaç oluşturan minerallerdir. Piroklastik kayalarda simektit ve kaolinit; şistlerde ise kaolinit en önemli alterasyon mineralleri olarak saptanmıştır. Piroklastik kayalarda derinlikle doğru orantılı olarak kaolinit miktarı artış göstermektedir. Şistlerde kaolinit mineraline talk eşlik etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Alterasyon mineralojisi, kuyu jeolojisi, jeotermal, Ömer-Gecek, Afyonkarahisar

**THE BOREHOLE GEOLOGY, ALTERATION MINERALOGY AND  
GEOCHEMISTRY OF AF-24 WELL IN ÖMER-GECEK  
GEOTHERMAL AREA (AFYONKARAHİSAR)**

**Ahmet Yıldız<sup>1</sup>, Can Başaran<sup>1</sup>, Metin Bağcı<sup>1</sup>, Yusuf Ulutürk<sup>2</sup>,  
Müfit Demirkapı<sup>1</sup> and Eren Sucu<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe University Engineering Faculty Department of Geological Engineering,  
Afyonkarahisar, Turkey

<sup>2</sup>AFJET, Afyon Geothermal and Tourism Incorporated Company, Afyonkarahisar, Turkey  
ayildiz@aku.edu.tr

**Abstract:** Ömer-Gecek geothermal area is one of the most important region in West Anatolia and Afyonkarahisar and located in 20km NW of Afyonkarahisar. The geothermal waters in the region are used for greenhouse, district heating and thermal tourism. According to geothermal model, the impermeable basement, reservoir and cover rocks are consist of the Paleozoic schist, the Paleozoic marbles the Miocene sedimentary rocks, respectively. The is mainly controlled by NW-SE trending normal faults and secondary faults cutting across them. Meteoric waters percolate through the permeable rocks in the recharge area, they are heated by geothermal gradient and ascends to the surface along these major faults. The aim of this study is determining the AF-24 well's geology and hydrothermal alteration mineralogy and geochemistry in Ömer-Gecek geothermal area. The AF-24 well in Afyon Geothermal and Tourism Incorporated Company's licenced area was drilled in 2011 with depth of 680 meters and 125 °C geothermal liquid is produced. The lithology of this well is consist of alluvium, volcano-sedimentary units, basal conglomerate, marble and schist. The volcano-sedimentary, schist and marble units are affected from hydrothermal alteration. The mineralogical and petrographic properties of the detrial samples from AF-24 well, were determined by using stereo microscope, polarized microscope, X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM). With the help of the differences in the mineralogy and geochemical properties of hydrothermal alteration, it is aimed to demonstrate the development of the geothermal system. The most important phenocrystals are feldspar, quartz, illite-mica and hornblende in pyroclastic rocks of the volcano sedimentary sequences. The rock forming minerals of schists are quartz, feldspar, illite-mica, calcite and dolomite. Smectite and kaolin are both the alteration minerals in pyroclastic rocks and kaolin content increases with increasing depth. On the other hand, kaolinite is the alteration mineral in schists and talc is observed with kaolinite.

**Keywords:** Alteration mineralogy, borehole geology, geothermal, Ömer-Gecek, Afyonkarahisar.

## TARSUS OVASI (MERSİN-ADANA) YERALTI SULARININ KALİTESİ VE İNSANİ AMAÇLI TÜKETİME UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Can Akbulut<sup>1</sup> ve Cüneyt Güler<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy Kampüsü,  
33343, Yenişehir, Mersin, akbulutcn@gmail.com

**Özet:** Bu çalışmada, Türkiye'nin doğu Akdeniz kıyısında yer alan Çukurova Deltası'nın yaklaşık 625 km<sup>2</sup>'lik bir kısmını kaplayan Tarsus Ovası'nda, yeraltı sularının insani amaçlı tüketime uygunluğu araştırılmıştır. Yeraltı suyu kalitesinin belirlenebilmesi için 2014 yazında (Haziran-Temmuz dönemi) bölgedeki mevcut kuyulardan seçilen toplam 60 kuyudan alınan su numunelerinde çeşitli fiziksel ve kimyasal parametrelere ait ölçümler yapılmıştır. Alınan su numunelerinde çeşitli fiziksel parametrelere (pH, Eh, elektriksel iletkenlik) ait değerler, majör iyonlar (Ca, Mg, Na, K, Si), çeşitli anyonik bileşenler (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) ve 20 ağır metalin (Al, As, B, Ba, Br, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Ti, V ve Zn) konsantrasyonları çeşitli analiz yöntemleriyle belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Avrupa Ekonomik Topluluğu (EEC) tarafından kabul edilen ve Türkiye'de de uygulamaya başlanan 98/83/EC nolu konsey yönergesiyle ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) içme suyu standardı ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, yeraltı suyu örneklerindeki NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Al, Ba, Cr, Cu, Mo ve Ni konsantrasyonlarının insan sağlığı için endişe uyandıran sınır değerlerin altında olduğunu göstermektedir. Ancak birkaç örnekte Na, As, B, Cd, Fe, Mn, Pb, Sb, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ve F<sup>-</sup> konsantrasyonları EEC ve WHO standartlarında belirtilen sınır değerleri aşmıştır. Bu yüzden, bu bileşenleri yüksek konsantrasyonlarda içeren suların, uzun süreli tüketimi insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle tavsiye edilmemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yeraltı suyu, Su kalitesi, İçme suyu, Kirlilik, Tarsus Ovası.

**ASSESSMENT OF GROUNDWATER QUALITY AND ITS  
SUITABILITY FOR HUMAN CONSUMPTION IN THE TARSUS  
PLAIN (MERSIN-ADANA)**

**Can Akbulut<sup>1</sup> and Cüneyt Güler<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Mersin University, Faculty of Engineering, Geological Engineering Department, Çiftlikköy Campus,  
33343 Yenişehir, Mersin, (akbuluten@gmail.com)

**Abstract:** In this study, the suitability of groundwater for human consumption has been assessed in the Tarsus Plain, which covers nearly 625 km<sup>2</sup> within the Çukurova Delta located in the eastern Mediterranean coast of Turkey. In order to assess the quality of groundwater quality 60 samples were collected in summer of 2014 (during June-July period) from the selected wells and analyzed for physical and chemical parameters. In these water samples; various physical parameters (pH, Eh, and electrical conductivity), major ions (Ca, Mg, Na, K, and Si), anionic components (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> and CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) and concentrations of 20 trace elements (Al, As, B, Ba, Br, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Ti, V and Zn) were determined using a suite of analytical techniques. The results obtained were compared with maximum admissible concentrations (MACs) set by European Economic Community (EEC) Council Directive 98/83/EC and the guideline values (GVs) recommended by World Health Organization (WHO). Results have shown that concentrations of NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Al, Ba, Cr, Cu, Mo and Ni in groundwater samples are below the level where they would be a concern for human health. However, concentrations of Na, As, B, Cd, Fe, Mn, Pb, Sb, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> and F<sup>-</sup> in some groundwater samples exceeded the limit values specified in EEC and WHO standards. Therefore, long-term consumption of waters containing increased levels of these constituents is not recommended due to serious health safety concerns to humans.

**Keywords:** Groundwater, Water quality, Drinking water, Pollution, Tarsus Plain.

## AŞAĞI SEYHAN OVASI (MERSİN-ADANA) KIYI AKİFERİNİN STUYFZAND HİDROJEOKİMYASAL SINIFLAMA SİSTEMİNE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

Can Akbulut<sup>1</sup> ve Cüneyt Güler<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy Kampüsü,  
33343, Yenişehir, Mersin, (akbuluten@gmail.com)

**Özet:** Hidrojeokimyasal sınıflama sistemleri, yeraltı suyunun hidrojeokimyasal gelişiminin belirlenmesi ve yüzey suları ile olan ilişkilerinin incelenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada; Aşağı Seyhan Ovası kıyı akiferinin hidrojeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla Haziran-Temmuz 2014’de toplam 132 kuyudan yeraltı suyu numuneleri alınmıştır. Çeşitli fiziksel parametreler (pH ve elektrik iletkenlik) yerinde ölçülmüş olup bazı majör iyon ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  ve  $\text{CO}_3^{2-}$ ) ve ağır metaller (Al, Fe, Mn ve Sr) laboratuvarında analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Stuyfzand hidrojeokimyasal sınıflama sistemine göre değerlendirilmiş ve ArcGIS 10.1 Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımı ile oluşturulan dağılım haritasından yararlanılarak yorumlanmıştır. Buna göre;  $\text{MgHCO}_3^+$  ve  $\text{NaHCO}_3^+$  sınıfında bulunan su tiplerinin akiferin genelini oluşturduğu görülmektedir. Yeraltı suyundaki yıkanmanın yeraltı suyu akım yönü ile uyumlu olarak geliştiği göz önüne alınacak olursa yeraltı suyu bileşimindeki değişimin kation değişimi sonucunda meydana geldiği söylenebilir. Akiferin genelinde devam eden kation değişimi, güneybatı kesiminde bulunan Hasırağacı bölgesi civarında son aşamada bulunmaktadır ve bu bölgede yeraltı suyu  $\text{CaHCO}_3^+$  su tipindedir. Yıkanma işlemi sonucunda oluşan  $\text{MgHCO}_3^+$  su tipi akiferin geneline yayılmışken,  $\text{NaHCO}_3^+$  su tipi daha çok akiferin orta ve güney kesimlerinde gözlenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Stuyfzand hidrojeokimyasal sınıflama sistemi, Yeraltı suyu, Coğrafi Bilgi Sistemi, Mersin, Adana.

**ASSESSMENT OF LOWER SEYHAN PLAIN (MERSİN-ADANA)  
COASTAL AQUIFER ACCORDING TO STUYFZAND  
HYDROGEOCHEMICAL CLASSIFICATION SYSTEM**

**Can Akbulut<sup>1</sup> and Cüneyt Güler<sup>1</sup>**

**1Mersin University, Faculty of Engineering, Geological Engineering Department, Çiftlikköy  
Campus, 33343 Yenişehir, Mersin, (akbuluten@gmail.com)**

**Abstract:** Hydrogeochemical classification systems play an important role when determining hydrochemical evolution of the groundwater and assessing their interaction with surface waters. In this study, groundwater samples collected in June-July 2014 from a total of 132 wells to determine hydrochemical properties of the Lower Seyhan Plain coastal aquifer. Various physical parameters (pH and electrical conductivity) were measured in-situ, whereas some major ions ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  and  $\text{CO}_3^{2-}$ ) and heavy metals (Al, Fe, Mn and Sr) were analyzed in the laboratory. Obtained results were assessed based on the Stuyfzand hydrogeochemical classification system and were interpreted using the thematic map prepared by ArcGIS 10.1 Geographic Information System (GIS) software. In general,  $\text{MgHCO}_3^+$  and  $\text{NaHCO}_3^+$  water types predominate throughout the coastal aquifer. Considering that freshening in groundwater takes place in the direction of groundwater flow, the change in the groundwater composition is probably due to cation exchange processes. Cation exchange processes occurring in the aquifer is in the last stage around Hasırağacı region, where the water type is mostly  $\text{CaHCO}_3^+$ .  $\text{MgHCO}_3^+$  water type, formed as a result of freshening process, shows aquifer-wide spatial distribution, whereas  $\text{NaHCO}_3^+$  water type mostly occurs in the central and southern parts of the aquifer.

**Keywords:** Stuyfzand hydrogeochemical classification system, Groundwater, Geographic Information System, Mersin, Adana.

**HEYBELİ (AFYONKARAHİSAR/TÜRKİYE) JEOTERMAL SAHASININ HİDROJEOKİMYASI VE İZOTOPİK ÖZELLİKLERİ****Can Başaran<sup>1</sup> ve Ali Gökğöz<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar, Türkiye cbasaran@aku.edu.tr<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye agokgoz@pau.edu.tr

**Özet:** Jeotermal potansiyel bakımından zengin olan ülkemizde sıcaklığı 40 °C'den daha fazla olan jeotermal sahaların büyük kısmı Batı Anadolu'da yer almaktadır. Ömer-Gecek, Sandıklı, Gazlıgöl, Susuz ve Heybeli jeotermal sahalarının yer aldığı Afyonkarahisar da bölgedeki en önemli jeotermal alanlardan birisidir. Heybeli jeotermal sahası Afyonkarahisar ilinin 25 km güneydoğusunda yer alır. Bölgedeki jeotermal suların rezervuar kayacı Paleozoyik yaşlı rekristalize kireçtaşları, örtü kayacı ise Miyosen yaşlı sedimanter kayaların geçirimsiz litolojileridir. Isı kaynağı, aktif tektonizmaya bağlı olarak gelişen yüksek jeotermal gradyandır. Jeotermal sera ısıtmasında ve kaplıca turizminde kullanılan jeotermal suların sıcaklıkları 30-55°C, elektriksel iletkenlikleri 587-3580  $\mu\text{s}/\text{cm}$  arasında değişmektedir. Genellikle karışık katyonlu-bikarbonatlı-sülfatlı sular tipinde olan bu sular  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$  ve  $^3\text{H}$  analiz sonuçlarına göre meteorik kökenli ve 50 yıldan daha yaşlıdır.  $\delta^{34}\text{S}$  ve  $\delta^{13}\text{C}$  analizleri; jeotermal suların içerdiği sülfatın kökeninin denizel kireçtaşları olduğunu ve  $\text{CO}_2$ 'in birden fazla kaynaktan türediğini göstermektedir. Kimyasal-izotop jeotermometreleri ve mineral denge diyagramlarına göre belirlenen rezervuar kaya sıcaklıkları 62-105 °C arasındadır.

**Anahtar Kelimeler:** Jeotermal, Heybeli, hidrojeokimya, izotop, Afyonkarahisar

## HYDROGEOCHEMICAL AND ISOTOPIC PROPERTIES OF HEYBELİ (AFYONKARAHİSAR/TURKEY) GEOTHERMAL FIELD

Can Başaran<sup>1</sup> and Ali Gökğöz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Turkey cbasaran@aku.edu.tr

<sup>2</sup>Pamukkale University, Denizli, Turkey agokgoz@pau.edu.tr

**Abstract:** Most of the geothermal fields having temperature higher than 40°C located in West Anatolia and Afyonkarahisar province, where the Ömer-Gecek, Sandıklı, Gazlıgöl, Susuz and Heybeli geothermal fields are located, is one of the most important geothermal area. Heybeli geothermal field located 25 km south-east of Afyonkarahisar. The reservoir rock of hot and mineralized waters is Paleozoic aged recrystallized limestones and the seal rock is impermeable units of Miocene aged sedimentary rocks. The heat source is high geothermal gradient associated with active tectonic. The temperatures and the electrical conductivities of the thermal waters which are used for greenhouse heating and thermal bath are within the range of 28.9 to 54.7 °C and 587 to 3580  $\mu$ S/cm, respectively. Generally, the thermal waters have mixed cation-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub> type. The  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$  and tritium compositions indicate meteoric origin and residence time longer than 50 years for the thermal waters.  $\delta^{34}\text{S}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  contents of thermal waters show that sulfate might be derived from marine carbonates and there are multiple sources as origin of CO<sub>2</sub>. Chemical-isotopic geothermometers and mineral equilibrium diagrams gave reservoir temperatures between 62 and 115°C.

**Keywords:** Geothermal, Heybeli, hydrogeochemistry, isotope, Afyonkarahisar



## FARKLI KİMYASAL BİLEŞİME SAHİP SULARIN KİLLERİN MİNERALOGİSİ, DOKUSU VE DAYANIM ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

**Davut Laçın<sup>1</sup>, Levent Kuş<sup>2</sup> ve Ali Malik Gözübol<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar /İstanbul

<sup>2</sup>Prestij Mühendislik, Bayrampaşa /İstanbul

davut@istanbul.edu.tr, lvntkuş.lk@gmail.com

**Özet:** Killer, doğal ortamlarında çeşitli mühendislik yapıları için sorunlar teşkil etmekte ve buldukları ortamlar ile farklı çevresel şartlar altında farklı kimyasal bileşime sahip sular ile etkileşim içine girebilmektedirler. Bu etkiler, suyun kimyasına bağlı olarak kilin dokusunun değişmesine neden olmakta ve killerin dayanımını etkilemektedir. Bu çalışmada, killerin doğal ortamlarında saf su, karbonatlı su, kireçli su ve deniz suyu etkisine farklı su muhtevalarında maruz kalmaları durumunda içsel sürtünme açısı ve kohezyon değerlerinde meydana gelebilecek olan değişimler irdelenmiştir. Bu amaçla, Doğan köy (Tekirdağ) bölgesindeki Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Danişmen formasyonuna ait killer ile yine aynı yaşlı Haramidere (İstanbul) bölgesindeki Gürpınar formasyonuna ait killer çalışılmıştır. Deneyler sonucunda farklı bileşimdeki su çeşitlerinin çalşılan kil örnekleri üzerinde farklı etkiler meydana getirdiği görülmüştür. Deniz suyu, kür süresi sonunda hem Gürpınar formasyonu hem de Danişmen formasyonu killerinin dayanımında artışa sebep olmuştur. Kireçli suyun, yüksek değerlikli bol iyon içerdiği ve böylece kilin yapısıyla bütünleşerek dayanımı arttırdığı için her iki formasyonda da dayanım arttırıcı olarak kullanılabilceği görülmüştür. Kil örnekleri üzerinde kesme kutusu deneyi, serbest basınç deneyi ve kıvam limiti deneyleri yapılmıştır. Karbonatlı su kesme kutusu deneylerinde biraz düşük, ancak serbest basınç deneylerinde nispeten daha yüksek değerler vermiştir. Kesme kutusu deneylerinden elde edilen verilere göre Danişmen formasyonu ve Gürpınar formasyonunun aynı su muhtevalarındaki içsel sürtünme ve kohezyon değerleri birbirinden farklı çıkmıştır. Her iki formasyona ait numunelerin serbest basınç dayanımı da farklı sonuçlar vermiştir. Her su tipi için farklı numuneler farklı dayanım özellikleri göstermiş olup kıvam limitleri de birbirinden farklı sonuçlar vermiştir. Bu farklılığın sebebi, her iki bölgedeki killerin bileşimlerinin farklı olmasıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Kil, kesme kutusu deneyi, kireçli su, deniz suyu

**EFFECT ON MINERALOGY, STRUCTURE AND ITS  
STRENGTH PROPERTIES OF CLAYS OF WATERS WITH  
DIFFERENT CHEMICAL COMPOSITION**

**Davut Laçın<sup>1</sup>, Levent Kuş<sup>2</sup> ve Ali Malik Gözübol<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Istanbul University, Department of Geological Engineering, 34320, Avcılar, İstanbul

<sup>2</sup>Prestij Engineering, Bayrampaşa /İstanbul  
davut@istanbul.edu.tr, lvntkuş.lk@gmail.com

**Abstract:** Clays can constitute a problem for a variety of engineering structures in its natural environments, and interact with water under different environmental conditions with different chemical compositions with their environments. These effects, depending on the water chemistry, cause an alteration of the structure of clay and affect the strength of the clay. In this study, it was examined changes that may occur in angle of internal friction and in cohesion values in case of exposure pure water, carbonated water, lime water and sea water in different water contents, in natural environments of clay. For this purpose, it has been studied clays of the Upper Oligocene - Lower Miocene aged Danişmen formation in the Doğanköy region (Tekirdağ) and the same aged Haramidere (İstanbul) Gürpınar Formation clays. It has been shown that different water types have been brought about different effects on studied clay samples as a result of experiments. Seawater led to an increase in strength of both Gürpınar formation and Danişmen formation clays at the end of curing period. Lime-bearing water contains plenty of high-valent ions and thereby increases the resistance by integrating with structure of the clay and hence was seen as strength enhancers in both formations. Cutting box, release pressure and viscosity limit experiments were made on the clay samples. Carbonated water has a little low value in shear box test, but has relatively high values in free pressure test. According to the data obtained from shear box experiments, internal friction and cohesion values of Danişmen formation and Gürpınar formation were different from each other at the same water content. Unconfined compressive strength of the samples of both formations yielded different results. Different samples have shown different resistance characteristics for each water and type of consistency has also given different results from each other. The reason of this discrepancy is that the combination of clay is different in the two regions.

**Keywords:** Clay, cutting box experiment, lime-bearing water, seawater

**HYDROGEOCHEMICAL MONITORING, MODELING AND  
PREDICTIONS OF WATER POLLUTION IN THE LOWER  
ALLUVIAL AQUIFER OF THE SOUMMAM VALLEY, IN NORTH-  
EAST OF ALGERIA**

**Farès Kessasra<sup>1,2\*</sup>, Mohamed Mesbah<sup>2</sup>, Soumeya Khaled-Khodja<sup>1</sup>, Nor  
El Houda Chetbi<sup>1</sup>, Soumia Seraoui<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire de Génie Géologique, Bloc de Recherches, Université de Jijel, BP 98, 18000 Jijel, Algeria

<sup>2</sup>Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et d'Aménagement du  
Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène (USTHB), BP 32 El Alia,  
Algiers, Algeria

fareskessasra@yahoo.fr

**Abstract:** A qualitative approach has been applied in order to study hydrogeochemical functioning and evolution of the alluvial aquifer of Lower Soummam Valley in the North-East of Algeria. The Soummam valley is at the heart of environmental major preoccupation in the North of Algeria, it represents an important dynamic artery which insures development of the Kabyle hinterland. This work is the first integrated approximation between surface water and groundwater quality in the valley. Seasonal concentration evolution and effects of the natural and anthropogenic factors were evaluated. Then, a hydrogeochemical model was developed in order to simulate solute transport in the alluvial aquifer and enhance the understanding of the impacts of agriculture and industrial activities and urban wastes, on groundwater quality. It's used as a predictive model for the valley and will be constitute a roadmap in order to restore water quality as required by the European water quality guidelines. Three objectives were developed in this paper, *i*) understand sources and transport of pollution flux between Soummam oued and aquifer, *ii*) simulate and predict groundwater concentrations until 2030 and *iii*) evaluate impacts of human activities and establish vulnerability and pollution risk map. This work encourages integration of quantitative management tools and environmental control and predictive tools in order to preserve water ressources of the valley.

**Keywords:** Hydrogeochemical monitoring, modeling, alluvial aquifer, Soummam valley, Algeria

## HIERAPOLİS TAPINAKLARINDAKİ ZEHİRLİ GAZIN KÖKENİ

**Galip Yüce<sup>1</sup>, Hardy Pfan<sup>2</sup>, Ahmet, H. Gulbay<sup>3</sup>, Ali Gokgoz<sup>4</sup>, and  
Francesco D`Andria<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Beytepe, Ankara

<sup>2</sup>Institute of Applied Botany and Volcano Biology, University of Duisburg-Essen, 45117 Germany

<sup>3</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26480, Meşelik, Eskişehir

<sup>4</sup>Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli

<sup>5</sup>University of Salento, Department of Cultural Heritage, Director of the Italian Archaeological Mission in Hierapolis of Phrygia, Denizli  
galipyuce@gmail.com

**Özet:** Hierapolis'teki Plutonium ile Apollon tapınağı çevresinde kuş ve böcek ölümlerinin varlığı, sahadaki gaz türünün ve miktarlarının belirlenmesine olan ilgiyi arttırmıştır. Esasen Yunan Mitolojisinde yeraltı Tanrısı Hades'e keçi ve boğaların kurban edildiği ve cehennem girişi olarak bilinen Plutonium (Theatron) tabanındaki zehirli gaz çıkışlarının varlığı önceden de bilinmekte, fakat ne tür olduğu veya kökeni bilinmemekteydi. Yapılan çalışmanın amacı bu zehirli gaz veya gazların ne olduğunu ve nereden kaynaklandığını belirlemektir. Nitekim 2013 ve 2014 yıllarında tapınaklar ile çevresinde yapılan gaz ölçümleri, Hades'in ve/veya cehennemin girişini koruyan Kerberos'un nefesinden geldiğine inanılan bu zehirli gaz çıkışının CO<sub>2</sub> gazından başka bir şey olmadığını ve canlılar için yaşamsal sınır değerinin (% 7-8) çok üzerinde olduğunu göstermiştir. Plutonium (Theatron) girişinde % 91'e kadar yükselen CO<sub>2</sub> değerleri, Apollon tapınağında ise % 64'e kadar ulaşmıştır. Günlük meteorolojik koşullara (rüzgar, güneşlenme oranı, sıcaklık ve yağış gibi) ve ölçüm yapılan noktanın zeminden olan yüksekliğine göre değişim gösteren yüksek CO<sub>2</sub> değerlerinin yanı sıra 100 kBq/m<sup>3</sup>'ün üzerinde ölçülen radon gazı değerleri de sahadaki kireçtaşlarında gözlenen fay kırıklarından önemli oranda derin kökenli gaz gelişini işaret etmektedir. CO<sub>2</sub> ve Rn gaz konsantrasyonlarının tapınaklardan uzaklaştıkça azaldığı gözlenmiştir. Babadağ aktif fay zonunun içerisinde yer alan Pamukkale fayından gelen jeolojik kökenli CO<sub>2</sub>'in en yüksek konsantrasyonda çıktığı yerden alınan gaz örneğindeki He izotop oranı R/Rc= 3.6-3.7 aralığında olup, daha önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi önemli oranda bir mantosal katkıyı işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Zehirli gazlar, Hierapolis, CO<sub>2</sub>, mantosal katkı, Pamukkale fayı

## ORIGIN OF THE TOXIC GASES IN THE TEMPLES OF HIERAPOLIS

**Galip Yüce<sup>1</sup>, Hardy Pfanz<sup>2</sup>, Ahmet, H. Gulbay<sup>3</sup>, Ali Gokgoz<sup>4</sup>, and  
Francesco D`Andria<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Hacettepe University, Department of Geological Engineering, 06800, Beytepe, Ankara, Turkey

<sup>2</sup>Institute of Applied Botany and Volcano Biology, University of Duisburg-Essen, 45117 Germany;

hardy.pfanz@uni-due.de

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

<sup>4</sup>Pamukkale University, Department of Geological Engineering, Denizli, Turkey

<sup>5</sup>University of Salento, Department of Cultural Heritage, Director of the Italian Archaeological Mission in  
Hierapolis of Phrygia, Denizli  
galipyuce@gmail.com

**Abstract:** The existence of dead birds and insects at the vicinity of the Plutonium and Apollo temples in Hierapolis, it was taken interest to measure gas species and concentrations. Indeed, the presence of toxic gasses emitted from the hell of the gate (grotto) of the basement of Plutonium (Theatron), where goats and bulls sacrificing for the sake of Hades, the God of the underground, is known in advance from Greek mythology. But it was no any opinion what kind of gas specie there. So, we tried to find out the type of noxious gas(es) and to understand the origin of the gas. On this purpose, the field measurements performed in 2013 and 2014, this poisonous gas was nothing more than CO<sub>2</sub> that thought to reflect the Hadean breath and/or the breath of Kerberos guarding the entrance to hell and its concentration was determined as much higher than tolerable life limit (7-8 %) for the living substances. CO<sub>2</sub> values increased up to 91 % at the entrance of Plutonium (Theatron) while it was 64 % at the Apollo sanctuary. Besides CO<sub>2</sub>, shows changing in concentrations by daily due to meteorological conditions (such as wind, sunlight, temperature, and precipitation) as well as the height of the measurement point from the base, radon gas values which measured over than 100 kB/m<sup>3</sup>, indicate deep originated gases emissions along the fractures within the limestones cropping out in the area. CO<sub>2</sub> and Rn gas concentrations decrease with the far distances from the sanctuaries. He isotope ratio of gas samples, taken from the location where the highest geogenic CO<sub>2</sub> along the Pamukkale fault of Babadag Active Fault Zone is R/Rc=3.6-3.7 which shows a significant mantle contribution as it was mentioned at past.

**Keywords:** toxic gasses, Hierapolis, CO<sub>2</sub>, mantle contribution, Pamukkale fault

**INTEGRATING MULTIPLE GEOCHRONOLOGICAL  
TECHNIQUES OF HYDROTHERMAL MINERALS TO  
INVESTIGATE THE EVOLUTION OF SEDIMENTARY BASINS  
AND ACTIVE TECTONICS**

**I. Tonguç Uysal<sup>1,2</sup>, Alexander W. Middleton<sup>2</sup>, Sue D. Golding<sup>3</sup>, and Jian-xin Zhao<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Department of Geological Engineering, Hacettepe University, Beytepe, Ankara TR 06800, Turkey

<sup>2</sup>Queensland Geothermal Energy Centre of Excellence, The University of Queensland, Queensland 4072

<sup>3</sup>School of Earth Sciences, The University of Queensland, Queensland 4072

t.uysal@uq.edu.au

**Abstract:** Traditionally, thermal anomalies experienced by sedimentary basins are identified using thermochronological techniques such as apatite fission track, <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar of K-feldspar, and U–Pb of zircons. However, basinal or hydrothermal fluids may overprint closure ages previously recorded by primary mineral phases and precipitate secondary or authigenic minerals (mainly carbonate and clays) during interaction with country rock. Owing to their composition, carbonates offer a number of opportunities for isotopic analyses that elaborate on the age, origin and evolution of hydrothermal fluids responsible for mineral precipitation. Moreover, Sm–Nd and U–Th geochronology of hydrothermal carbonates has the potential to provide a robust geochronological method for dating of fluid flow events in relation to ancient and late Quaternary tectonics, respectively. Illitic clays can precipitate as a result of fluid–rock interaction during migration of tectonically-driven fluids along permeable fracture networks. Owing to its composition illite can be used for a suite of geochronological analyses. As illites contain particular radioactive elements (K, Rb and Sm), radiogenic isotope studies including K–Ar (Ar–Ar), Rb–Sr, and Sm–Nd can determine the timing of fluid flow events associated with active tectonism. Moreover, if multiple generations of illite are identified, geochronology can determine episodic fluid flow and, therefore, reconstruct thermal and fluid flow histories associated with tectonic evolution of a sedimentary basin. In this contribution, we represent key findings of previous and current studies on geochronology of carbonate and illitic clay minerals to reconstruct the evolution of various sedimentary basins with energy and metal resources and deformation history for plate-boundary fault systems.

**Keywords:** Hydrothermal, authigenic mineral, Isotope, geochronology, tectonics

**HELVADERE (AKSARAY) VE DOKUZPINAR (KAYSERİ) İÇME  
SUYU KAYNAKLARININ HİDROJEOKİMYASAL AÇIDAN  
KARŞILAŞTIRILMASI, ORTA ANADOLU**

**Mustafa Afşin<sup>1</sup>&Özcan Oruç<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Aksaray Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü, Kampüs, 68100, Aksaray

<sup>2</sup>Aksaray Üniversitesi Çevre Müh. Bölümü, Kampüs, 68100, Aksaray  
mustafaafsin@aksaray.edu.tr, ozcanoruc68@gmail.com

**Özet:** Helvadere (HDS) ve Dokuzpınar (DPS), orta Anadolu'daki önemli içme suyu kaynaklarından. HDS, Tuzgözü fay zonu boyunca Hasandağı fay setinde; DPS ise, Ecemiş fay zonu boyunca Erkilet segmenti üzerinde yer alır. HDS ve DPS'nin pH, sıcaklık, elektrikseliletkenlik (EC) and çözülmüş oksijendeğerlerisırasıyla 6.7-8.0, 10-13°C, ve 180-530 µS/cm ve 10-8.5 mg/L arasında değişmiştir. HDS ve DPS'nin serbest akiferleri bazaltlardır. <sup>18</sup>O ve <sup>2</sup>H izotop sonuçlarına göre HDS ve DPS meteorik kökenli olup, su tipleri sırasıyla Ca-Na-Mg-HCO<sub>3</sub> ve Na-Mg-Ca-Cl-HCO<sub>3</sub>'tür. Bu su tipleri, akiferlerdeki sığ kuşaklarda beslenme sırasında hızlı dolaşım nedeniyle düşük derişimliyansıtabilir. Ancak, DPS, daha yüksek derişimi ve Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının baskınlığı nedeniyle HDS'dendaha uzun dolaşım süresine sahiptir. Ayrıca, HDS ve DPS içmesuyu ve sulama suyu standartlarına uygundur.

**Anahtar kelimeler:** İçme suyu kaynağı, Hızlı dolaşım, Su tipi, Volkanik akifer, Aksaray-Kayseri

**HYDROGEOCHEMISTRY COMPARISON OF HELVADERE  
(AKSARAY) AND DOKUZPINAR (KAYSERİ) DRINKING  
SPRINGS IN CENTRAL ANATOLIA, TURKEY**

**Mustafa Afşin<sup>1</sup> & Özcan Oruç<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>University of Aksaray Department of Geological Engineering, Campus, 68100, Aksaray <sup>1</sup>  
University of Aksaray Department of Environmental Engineering, Campus, 68100, Aksaray  
(mustafaafsin@aksaray.edu.tr, ozcanourc68@gmail.com)

**Abstract:** Helvadere (HDS) and Dokuzpınar (DPS) springs are important drinking waters in Central Anatolia. HDS is located within Hasandağı fault set along the Tuzgölü fault zone and DPS is located within Erkilet segment along the Ecemiş fault zone. The pH, temperature, electrical conductivity and dissolved oxygen values of HDS and DPS are changed in the ranges 6.7-8.0, 10-13°C, and 180-530 µS/cm and 10-8.5 mg/L, respectively. The main unconfined aquifers of HDS and DPS are basalts. HDS and DPS are of meteoric origin on the based on <sup>18</sup>O and <sup>2</sup>H isotopic results and have Ca-Na-Mg-HCO<sub>3</sub> and Na-Mg-Ca-Cl-HCO<sub>3</sub> water types, respectively. These water types may occur during rapid flow-through times at low ionic concentrations during high recharge in shallow zones in the aquifers. But DPS has a longer circulation time than HDS due to the higher ionic compositions and dominant ions of Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup>. Furthermore, HDS and DPS are favorable for drinking and irrigation water standards.

**Keywords:** Drinking spring, Rapid flow, Water type, Volcanic aquifer, Aksaray-Kayseri



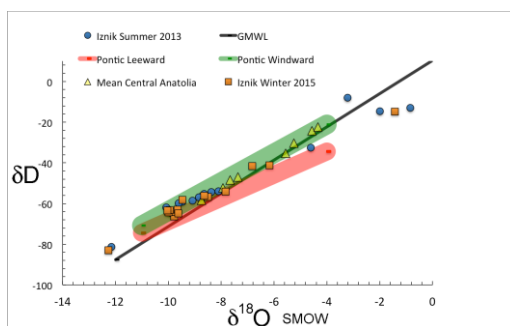
**RECONNAISSANCE OXYGEN AND HYDROGEN STABLE  
ISOTOPE GEOCHEMISTRY OF WATERS FROM THE  
CRITICAL ZONE IN THE IZNIK LAKE BASIN REGION, TURKEY**

**Paul A. Schroeder<sup>1</sup>, Ö. Isik Ece<sup>1,2</sup>, Cansu Demirel<sup>2</sup>, and Adam Milewski<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of Georgia, Department of Geology, Athens, GA, 30602-2501 USA

<sup>2</sup> Istanbul Technical University, Faculty of Mines, Department of Geological Engineering,  
Maslak, 34469, Istanbul, Turkey

**Abstract:** The Critical Zone is the constantly evolving boundary layer where rocks, soil, water, and living organisms interact. These complex interactions determine the availability of resources including water quality and food production. Spatial and temporal investigations of the  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta\text{D}$  in waters that flux through the critical zone offers the potential to better understand flow pathways and patterns in the subsurface. Humans for millennia have continuously inhabited the Iznik Lake basin where it is historically the site of Nicaea, known for its ecumenical council meetings. Water samples were collected during site visits in summer of 2013 and winter of 2015 for the purpose gathering baseline stable isotope values for the basin, compare seasonal rainfall inputs, and to look for damping of isotopic signals in the subsurface. The Iznik basin is unique because the North Anatolian Fault bisects it from east to west, where basement rocks to the north are dominated by Paleozoic rocks and to the south are dominated by Mesozoic and Cenozoic rocks. The south flank of the basin has higher elevations, steeper topographic gradients, and a lower geothermal gradient than the north flank. Agricultural land use in the basin has changed from 32% of the basin area to 47% in the past 20 years. Filtered samples were collected from rainfall, hillside springs (cesmeler), the lakeside, streams, and irrigation wells.



Isotope results are plotted on the figure below along with published precipitation data from the central Anatolian Plateau, Turkey (see Schemmel et al, 2013 American Journal of Science v313 p 61-80). The local meteoric line is similar to the Anatolian meteoric line. Ground water isotope compositions remain relative constant, despite difference in seasonal recharge mechanisms during growing and non-growing seasons. Highly depleted methane-bearing artesian waters from the north flank suggest a diverse set of groundwater sources within the basin.

*This study was funded by TÜBİTAK visiting scholar program and the U.S. State Department program for Building Opportunity Out of Science and Technology (BOOST): Helping Hydrologic Outreach (H2O) in Indonesia and Turkey.*

## ADİYAMAN YEDİ OLUKLAR-KOZAN BÖLGESİ İÇME SULARININ TEMEL KALİTE ÖZELLİKLERİ VE ÇEVRESEL İZOTOP İÇERİKLERİ

Yusuf Uras<sup>1</sup> ve Yağmur Uysal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
Kahramanmaraş (yuras@ksu.edu.tr)

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü  
Kahramanmaraş (yuysal@ksu.edu.tr)

**Özet:** Bu çalışma Adıyaman ili sınırları içerisinde yer alan Yedioluklar ve Kozan bölgesinde içme suyu olarak kullanılmakta olan soğuk suların kalitesi ve çevresel izotop içerikleri incelenmiştir. Adıyaman merkezinin kuzeydoğusunda önemli bir su potansiyeline sahip olan bölgede önemli görülen 8 tane içme suyu kaynağı yer almaktadır. Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Koçali Kompleksi ana akifer niteliğinde olup Yedi oluklar ve Kozan bölgesinin içme suyu kaynaklarının önemli bir bölümü bu akiferden sağlanmaktadır. Adı geçen bölgedeki su kaynaklarından bir yıl boyunca her ay su numuneleri alınmış olup, bu numunelerde fiziksel ve kimyasal su kalitesi parametrelerinin (sıcaklık, elektriksel iletkenlik, çözünmüş oksijen, pH, nitrat, sülfat, fosfat ve bulanıklık) analizleri ve <sup>18</sup>O, <sup>2</sup>H ve <sup>3</sup>H izotop analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, incelenen su kaynaklarının içilebilirlik ve sulama suyu açısından kullanılabilirliği incelenen su kalitesi parametreleri yönünden değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Adıyaman, Çevresel İzotop, İçme Suyu, Kozan Bölgesi, Su Kalitesi, Sulama Suyu, Yedi Oluklar

**THE INVESTIGATION OF WATER QUALITY PARAMETERS AND ENVIRONMENTAL ISOTOPE CONTENTS OF DRINKING WATER SOURCES LOCATED WITHIN ADIYAMAN YEDI OLUKLAR AND KOZAN REGION**

**Yusuf Uras<sup>1</sup> ve Yağmur Uysal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
Kahramanmaraş (yuras@ksu.edu.tr)

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü  
Kahramanmaraş (yuysal@ksu.edu.tr)

**Abstract:** In this study, water quality and isotope content of drinking water sources in the region of Adıyaman, Yedi Oluklar Kozan were investigated. This region which is situated of the southwest of Adıyaman has eight different drinking water sources. The Upper Jurassic –Lower Cretaceous Kocali complex forms the productive aquifer that supplies drinking water to the above region. Samples were collected from this region monthly, and some physical and chemical water quality parameters (temperature, electrical conductivity, dissolved oxygen, pH, nitrate, sulphate, phosphate, turbidity etc.), and environmental isotopes such as <sup>18</sup>O, <sup>2</sup>H and <sup>3</sup>H were measured. According to the results obtained from the study, we evaluated water quality of these sources in terms of availability as drinking water and irrigation.

**Keywords:** Adıyaman, Drinking Water, Environmental Isotopes, Kozan Region, Yedi Oluklar, Water Quality

**İZOTOP JEOKİMYASI VE JEOKRONOLOJİ**  
***ISOTOPE GEOCHEMISTRY AND GEOCHRONOLOGY***

**GEOCHEMICAL MESSAGES FROM THE ASTHENOSPHERIC  
AND LITHOSPHERIC MANTLE SOURCES BENEATH THE  
CANADIAN CORDILLERA: REVEALED BY TRACE ELEMENTS  
AND ND-SR-PB-O ISOTOPES SYSTEMATICS**

**Ali Polat<sup>1</sup>, Robert Frei<sup>2</sup>, Fred Longstaffe<sup>3</sup>, and Eyal Friedman<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Earth and Environmental Sciences, University of Windsor, Windsor, ON, Canada  
N9B 3P4

<sup>2</sup>Department of Earth Sciences, The University of Western Ontario, London, ON, N6A 5B7, Canada

<sup>3</sup>Department of Geoscience and Natural Resource Management, University of Copenhagen, Geology  
Section, 1350 København K, Denmark  
polat@uwindsor.ca

**Abstract:** Quaternary alkaline basalts near Quesnel Lake in southeastern British Columbia host mantle xenoliths consisting of spinel lherzolite, dunite and pyroxenite, suggesting a shallow (40–80 km) lithospheric mantle source. Geochemically the xenoliths are divided into three groups reflecting the various degrees of mantle metasomatism: (1) Group 1 displays concave-up LREE patterns; (2) Group 2 has flat to moderately LREE-enriched patterns; and (3) Group 3 possesses strongly LREE-enriched patterns. The xenoliths are characterized by the enrichment of LILE and depletion of Nb, Ta, Ti, and Y relative to REE, consistent with a sub-arc mantle source. The mantle xenoliths (average  $\delta^{18}\text{O}=+5.06\text{‰}$ ) have lower  $\delta^{18}\text{O}$  values than the alkaline basalts (average  $\delta^{18}\text{O}=+6.30\text{‰}$ ), indicating two different sources for these rock types. The majority of the xenolith samples display MORB-OIB like Sr, Nd, and Pb isotopic compositions, with epsilon-Nd values ranging between +6.11 and +9.64. Several samples, with Precambrian model ages (570 to 3370 Ma) and lower epsilon-Nd (+5.73 to -8.22) values, plot in the continental crust field on the Sr versus Nd isotope diagram, consistent with the preservation of Precambrian melt extraction events in the lithospheric mantle beneath the Canadian Cordillera. Lithospheric mantle at the edge of the North American Craton appears to have been reworked during the Cordilleran orogeny. The alkaline basalts are strongly enriched in LILE and LREE, and display OIB-like trace element patterns. They have positive epsilon-Nd (+3.8 to +5.5) values, with 338–426 Ma depleted mantle model ages, and display uniform OIB-like Sr and Pb isotopic compositions, indicating an asthenospheric mantle source.

**Keywords:** The Canadian Cordillera, Mantle xenolith, Alkaline basalt, Mantle metasomatism, Continental lithospheric mantle

## U AND TH-SERIES ISOTOPE STUDY OF TRAVERTINES FROM PAMUKKALE AND ANTALYA AREAS: A PROBE INTO THEIR DEPOSITION RATES FROM 10<sup>5</sup> TO 10<sup>-1</sup> YR TIME-SCALES

Bassam Ghaleb<sup>1</sup>, Claude Hillaire-Marcel<sup>1</sup>, Erdal Koşun<sup>2</sup>, Mehmet Özkul<sup>3</sup>, Florent Barbecot<sup>1</sup>, Koray Koç<sup>2</sup>, Ferdi Demirtaş<sup>2</sup>

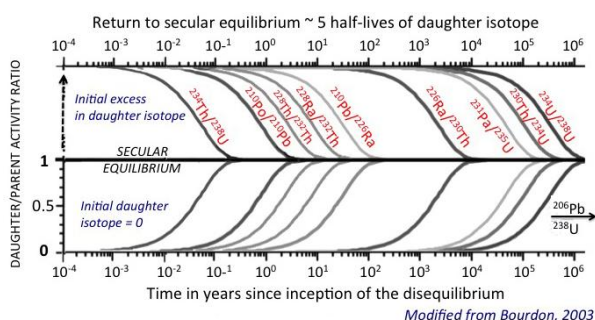
1 GEOTOP-UQAM, Montreal (Qc), Canada

2 Geological Engineering Department, Akdeniz University, Antalya, Turkey,

3 Pamukkale University, Denizli, Turkey.

ghaleb.bassam@uqam.ca

**Abstract:** Whereas the dating of travertine deposits at 10<sup>3</sup> to 10<sup>6</sup> yr time scales through <sup>230</sup>Th/<sup>234</sup>U and <sup>234</sup>U/<sup>238</sup>U disequilibria is currently done, mostly for the documenting of travertine deposition and groundwater/hydrothermal seepage in relation to late Pleistocene and Holocene climatic changes (i.e., at Milankovitch time window), a much lesser attention has been paid to much shorter and more recent time scale evolution of these processes. These can be documented using shorter-lived isotopes of both <sup>232</sup>Th and <sup>238</sup>U series, as illustrated in the figure below. Short-lived isotopes of these series provide insights into 10<sup>3</sup> to 10<sup>-2</sup> yr time



anthropic and global warming impacts on such processes. Here, aside the dating of Pleistocene and Holocene intervals characterized by intense travertine deposition in the Pamukkale and Antalya areas, we investigated changes in ground- and surface water chemical properties and budgets, as recorded by recent and on-going travertine deposition at both sites, through their <sup>230</sup>Th/<sup>226</sup>Ra, <sup>226</sup>Ra/<sup>210</sup>Pb, <sup>232</sup>Th/<sup>228</sup>Ra/<sup>228</sup>Th, <sup>210</sup>Po/<sup>210</sup>Pb disequilibria. Seven carbonate samples the age of which ranging from the Last Glacial Maximum to present, and two water samples were collected in the Pamukkale area. Thirty-two carbonate samples, the age of which ranging from earlier Interglacials to present, one suspended particulate matter sample, and ten water samples were collected in the Antalya area. Sampling and analytical procedures required for the measurements of the whole array of isotopes will be presented and preliminary results on <sup>210</sup>Po/<sup>210</sup>Pb measurements will illustrate their potential use for the documenting of seasonal-timing changes in carbonate depositional rates.

**Keywords:** Travertines, U-series dating, short-lived isotopes

**GEOCHEMICAL FEATURES OF MULTI-COMPONENT MANTLE  
SOURCE DOMAINS, BENEATH CENTRAL ANATOLIA**

**Biltan Kürkcüoğlu<sup>1</sup>, Tanya Furman<sup>2</sup>, Megan Pickard<sup>3</sup>, Erdal Şen<sup>1</sup>, Barry  
Hanan<sup>4</sup>, Pınar Şen<sup>5</sup>, Kaan Sayit<sup>6</sup>, Tekin Yürür<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Hacettepe University, Dept. of Geological Engineering, 06800, Ankara, biltan@hacettepe.edu.tr

<sup>2</sup>Pennsylvania State University, Dept. of Geosciences, University Park, PA, 16802, USA, tfl3@psu.edu

<sup>3</sup>Brigham Young University, Department of Geology, – Idaho, Rexburg ID 83460 USA, pickardm@byui.edu;

<sup>4</sup>San Diego State University, Department of Geological Sciences, , San Diego CA 92182 USA  
bhanan@mail.sdsu.edu

<sup>5</sup>General Directorate of Mineral Research and Exploration, Dept. of Mineral Research and Exploration,  
Balgat, Ankara, Turkey 06520 pinarsen@mta.gov.tr

<sup>6</sup>Middle East Technical University, Department of Geological Engineering, , Ankara, Turkey 0653,  
ksayit@metu.edu.tr

**Abstract:** Extensive volcanic activities were developed in Central Anatolia, due to dynamic nature of the tectonic regime. Although the most of the volcanic zones are represented by major Stratovolcanoes, severe basaltic magmatism with lack of the central cones, were generated over all the Central Anatolia. In this study, we focus on Sivas mafic products to shed more light on the mantle components, beneath the central Anatolia, that were not investigated in depth so far. Sivas mafic lavas are the most primitive basaltic products along CAFZ zone (MgO 14 wt%) having OIB-like multi-element signatures. Sr-Nd isotopic study reveals that basaltic lavas close and fall within range of OIB field and indicating the involvement of the common component that was not identified in previous studies. 3 Pb isotopic space ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ) display that Sivas mafic lavas fall in the common mantle (C-mantle, Hanan and Graham, 1996) zone and Indian Ocean Ocean MORB sources. Furthermore, Nd-Hf and Pb isotopic data imply that samples do not fall on the mantle array are enriched in Ba, Th, U and depleted in K and Rb content, proposing that either the minor amount of sediment contributions or metasomatic processes. Finally, of all the isotopic data and incompatible element signatures indicate that Sivas mafic materials were possibly derived from the interaction of shallow depleted asthenosphere, the regionally heterogeneous lithosphere, and a common source with the isotopic characteristics of the C component.

**Keywords:** Basalt, Radiogenic Isotopes, Mantle Domains, C-mantle, Central Anatolia

**TRABZON VE GİRESUN ARASI TERSİYER ALKALEN  
VOLKANİTLERİNİN <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar JEOKRONOLOJİSİ VE Sr-Nd-Pb  
İZOTOP JEOKİMYASI, DOĞU PONTİDLER (KD TÜRKİYE)**

**Cem Yücel<sup>1,\*</sup>, Mehmet Arslan<sup>2</sup>, İrfan Temizel<sup>2</sup>, Emel Abdioğlu<sup>2</sup>, Gilles  
Ruffet<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, TR-29000, Gümüşhane, Türkiye

<sup>2</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon

<sup>3</sup>CNRS (CNRS/INSU) UMR 6118, Géosciences Rennes, F-35042 Rennes Cedex, France  
cemyucl@gumushane.edu.tr

**Özet:** Doğu Pontidlerde Trabzon ve Giresun arasında yüzeylenen Tersiyer yaşlı alkaleen volkanitler, hafifçe ve orta derecede alkaleen karakterleri, silisçe doymuş ve silisçe fakir türleriyle dikkat çekerler. Bu volkanik kayaçların oluşumu, Geç Kretase'den Erken Eosen'e kadar olan dönemde, Torit-Anatolit platformuyla Avrasya plakasının çarpışmasını takip eden çarpışma sonrası tektonik ortamla alakalıdır. <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar yaşlandırma verileri, karasal ve sığ denizel fasiyeslerle temsil edilen çalışma konusu volkanitlerin iki Lütesiyen (Orta Eosen) (BTB; Bazalt, traki-bazalt, bazaltik traki andezit ve TT; trakit, traki-andezit) ve bir Messiniyen (Geç Miyosen) (BT; bazanit, tefrit) takımına ayrıldığını işaret etmektedir. Orta Eosen yaşlı takımlarda ilksel <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr oranları ve εNd<sub>(i)</sub> değerleri sırasıyla; BTB takımı için 0.70389-0.70448 ve (+1.61)-(+3.75), TT takımı için 0.70408-0.70425 ve (+1.84)-(+2.81) arasında değişmektedir. Diğer taraftan, Geç Miyosen yaşlı BT takımı için ilksel <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr oranı 0.70518-0.70536 ve εNd<sub>(i)</sub> değerleri (+0.61)-(+1.08) arasındadır. Çalışılan volkanitlerin kurşun izotop oranları sınırlı bir aralıkta değişmekte olup, BTB takımı için <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb =18.72-18.79, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb=15.63-15.67, <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb= 38.79-38.92, TT takımı için <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb =18.78-18.80, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb=15.64-15.67, <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb= 38.87-38.97 ve BT takımı için <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb =18.89-18.95, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb=15.66-15.68, <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb= 38.94-39.06 radyojenik bileşimle karakterize edilirler. Birlikte değerlendirilen jeokronolojik, petrokimyasal ve izotopik veriler ışığında; incelenen Tersiyer volkanik kayaçlarının ana magmaları, daha önceden yitim akışkanları ve/veya ergiyiklerince zenginleştirilmiş kıta altı litosferik manto kaynağından türemiştir.

**Anahtar kelimeler:** Alkaleen volkanik kayaçlar, <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar yaşlandırması, manto metazomatizması, jeodinamik gelişim, Türkiye

*Bu çalışma 108Y204 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.*



**<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar GEOCHRONOLOGY AND Sr-Nd-Pb ISOTOPE  
GEOCHEMISTRY OF TERTIARY ALKALINE VOLCANIC ROCKS  
BETWEEN TRABZON AND GİRESUN AREAS, EASTERN  
PONTIDES (NE TURKEY)**

**Cem Yücel<sup>1,\*</sup>, Mehmet Arslan<sup>2</sup>, İrfan Temizel<sup>2</sup>,  
Emel Abdioğlu<sup>2</sup>, Gilles Ruffet<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Department of Mining Engineering, Gümüşhane University, TR-29000, Gümüşhane, Turkey

<sup>2</sup>Department of Geological Engineering, Karadeniz Technical University, TR-61080, Trabzon

<sup>3</sup>CNRS (CNRS/INSU) UMR 6118, Géosciences Rennes, F-35042 Rennes Cedex, France  
cemyucel@gumushane.edu.tr

**Abstract:** The Tertiary volcanic rocks outcropped between Trabzon and Giresun areas of the Eastern Pontides attracted attention with their mildly and moderately alkaline character, silica-saturated to silica-undersaturated types. These volcanic rocks are related to post-collisional tectonic setting that followed by collision of Tauride-Anatolide platform with Eurasian plate during the Late Cretaceous to the Early Eocene period. <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar dating data indicate that the studied volcanic rocks observed as subaerial and shallow subaqueous facieses are discriminated in two Lutetian (Middle Eocene) suites; BTB (basalt-trachybasalt-basaltic trachyandesite; 45.31±0.18 to 43.86±0.19Ma), TT (trachyte-trachyandesite; 44.87±0.22 to 41.32 ±0.12 Ma), and a Messinian (Late Miocene) BT suite (basanite-tephrite; 6.05±0.06 and 5.65±0.06Ma). The Middle Eocene suites are characterized by initial <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr ratios from 0.70389 to 0.70448 with an εNd<sub>(i)</sub> range between +1.61 and +3.75 for the BTB suite and 0.70408 to 0.70425 with an εNd<sub>(i)</sub> range between +1.84 and +2.81 for the TT suite. On the other hand, the Late Miocene BT suite yields more radiogenic initial <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr ratios between 0.70518 and 0.70536 with εNd<sub>(i)</sub> between +0.61 and +1.08. Lead isotope ratios of the studied volcanic rocks are represented by radiogenic compositions with limited variations as <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb =18.72-18.79, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb=15.63-15.67, <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb= 38.79-38.92 for BTB suite, <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb =18.78-18.80, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb=15.64-15.67, <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb= 38.87-38.97 for the TT suite and <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb =18.89-18.95, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb=15.66-15.68, <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb= 38.94-39.06 for the BT suite. In the light of combined geochronological, petrochemical and isotopical data, the studied Tertiary volcanic rocks were derived from a subcontinental lithospheric mantle source, previously enriched by subduction related fluids and/or melts in a post-collisional tectonic setting.

**Keywords:** Alkaline volcanic rocks, <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar dating, mantle metasomatism, geodynamic evolution, Turkey

*This study was funded by the Turkish Scientific Research Council (TUBITAK project no:108Y204).*

## SAKARYA ZONU DOĞUSUNDAKİ (KD TÜRKİYE) GEÇ KRETASE YAŞLI VOLKANİK KAYAÇLARIN JEOKRONOLOJİSİ, ELEMENT VE İZOTOP JEOKİMYASI

Faruk Aydın<sup>1</sup>, Cüneyt Şen<sup>1</sup>, İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Simge Oğuz<sup>1</sup>, Rasim Başer<sup>1</sup>,  
Abdurrahman Dokuz<sup>2</sup>, Thomas Aiglsperger<sup>3</sup>

1Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon Türkiye  
1Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane Türkiye  
3Barcelona Üniv. Jeoloji Fakültesi Kristalografi, Mineraloji ve Maden Yatakları Bölümü Barcelona,  
İspanya  
faydin@ktu.edu.tr

**Özet:** Güncel volkanostratigrafik çalışmalara, yeni SHRIMP U-Pb zirkon yaşlarına, jeokimyasal ve Sr-Nd-Pb izotopik verilere göre, Sakarya Zonu Doğusu'ndaki (KD Türkiye) Üst Kretase zamanı iki farklı dönemde meydana gelen yoğun volkanik faaliyetler temsil edilir ve bu faaliyetler her bir dönem içinde genellikle birbirini takip eden mafik ve felsik ürünlerden oluşur. İlk volkanik periyodun alt seviyelerindeki mafik kayaç serileri için herhangi bir jeokronolojik veri olmamasına rağmen, onların yaşı birçok paleontolojik veriye göre Turoniyen olarak bilinir. Volkanik istifin ilk felsik kayaçlarından elde edilen U-Pb zirkon analizleri  $88.6 \pm 1.8 \text{ My}$ 'dan  $85.0 \pm 1.3 \text{ My}$ 'a değişen (i.e. Koniasiyen-Erken Santoniyen) yaşlar verir. Bölgedeki ilk volkanik evre genellikle kırmızımsı biyomikritçe-zengin Santoniyen-Erken Kampaniyen yaşlı sedimanter kayaçlar tarafından üzerlenir. İkinci volkanik evrenin mafik ve felsik kayaçlarından elde edilen U-Pb zirkon analizleri  $84.9 \pm 1.7 \text{ My}$ 'dan  $80.8 \pm 1.5 \text{ My}$ 'a değişen (i.e. Erken-Orta Kampaniyen) yaşlar verir. Tüm bu volkanik birimler sık sık mafik dayıklar tarafından kesilen Geç Kampaniyen-Paleosen yaşlı kalsitürbidit ve killi kireçtaşlarıyla örtülür. Volkanik istifin bazalt ve andezitleri genellikle porfiritik ve hyalo-mikrolitik porfiritik doku göstermekte olup, kalsik plajiyoklas ve ojit fenokristalleri içerirken, dasitik ve riyolitik kayaçları çoğunlukla feldispat ve kuvars, kısmen de biyotit fenokristalleri içeren vitrofirik bir doku gösterir. İnceleme konusu mafik ve felsik volkanik kayaçlar çoğunlukla taleyitikten kalk-alkaliye değişen geçişli jeokimyasal bir karaktere sahiptirler ve tipik yay jeokimyasına işaret ederler. Söz konusu volkanik kayaçların sırasıyla okyanus ortası sırtı bazaltlarına (OOSB) ve kondrite normalize edilmiş değişim diyagramları, büyük iyon yarıçaplı elementler (BIYE) ve hafif nadir toprak elementler (HNTE) bakımından zenginleşme, Nb ve Ti bakımından tüketilme gösterirler. Özellikle felsik kayaçlarda plajiyoklas ayrışmasına işaret eden belirgin negatif Eu anomalisi gözlenir. Sr-Nd-Pb izotopik bileşimler dikkate alındığında, kökensel olarak birbirleriyle ilişkili mafik ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7051-0.7075$ ,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.5125-0.5128$ ,  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.54-18.64$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.57-15.66$  ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.42-38.75$ ) ve felsik volkanitlerin ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7048-0.7074$ ,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.5122-0.5129$ ,  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.59-18.85$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.37-15.66$  ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.67-39.94$ ) hem kendi içinde hem de bölgedeki aynı yaşlı ve yitim ilişkili, I-tip kalk-alkalen granitoidlerle büyük oranda benzerlik sundukları gözlenmiştir. Tüketilmiş ve sonrasında metazomatizmaya uğramış bir manto, özellikle mafik kayaçlar için kaynak olarak önerilmekle birlikte, önemli oranda farklılaşma ve düşük oranda kabuksal kirlenmeye uğramış manto türevli mafik ergiyikler, felsik kayaçların ana magması olarak düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** KD Türkiye, Geç Kretase, volkanizma, zirkon U-Pb yaşı, jeokimya

*Bu çalışma TÜBİTAK 112Y365 numaralı proje tarafından desteklenmiştir.*

**GEOCHRONOLOGY, ELEMENTAL AND ISOTOPIC  
GEOCHEMISTRY OF LATE CRETACEOUS VOLCANIC ROCKS  
IN THE EASTERN SAKARYA ZONE, NE TURKEY**

**Faruk Aydin<sup>1</sup>, Cüneyt Şen<sup>1</sup>, İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Simge Oğuz<sup>1</sup>, Rasim Başer<sup>1</sup>,  
Abdurrahman Dokuz<sup>2</sup>, Thomas Aiglsperger<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Technical University Engineering Faculty Department of Geological Eng. Trabzon Turkey

<sup>2</sup>Gümüşhane University Engineering Faculty Department of Geological Eng., Gümüşhane Turkey

<sup>3</sup>Departament de Cristallografia, Mineral. i Dipòsits Minerals, Facultat de Geologia, Univ. de Barcelona, Spain

faydin@ktu.edu.tr

**Abstract:** Based on the recent volcanostratigraphic studies, new U-Pb zircon ages, geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic data, the late Cretaceous time in the eastern Sakarya Zone (NE Turkey) is represented by intensive volcanic activities that occurred in two different periods, which generally consist of alternation of mafic (basaltic to andesitic) and felsic rock series (dacitic and rhyolitic) within each period. Although there is no geochronological data for the lower mafic rock series of the first volcanic period, their age is known as Turonian in terms of paleontological data. U-Pb zircon dating from the first cycle of felsic rocks of the volcanic sequence yielded ages ranging from  $88.6 \pm 1.8$  to  $85.0 \pm 1.3$  Ma (i.e. Coniacian-Early Santonian). The first volcanic period in the region is generally overlain by reddish biomicrite-rich sedimentary rocks of Santonian-Early Campanian. U-Pb zircon dating for the second cycle of mafic and felsic rocks of the volcanic sequence yielded ages varying from  $84.9 \pm 1.7$  to  $80.8 \pm 1.5$  Ma (i.e. Early-Middle Campanian). All these volcanic units are covered by Late Campanian-Paleocene aged calciturbidites and clayey limestones, which are often cut by mafic dykes. The basaltic and andesitic rocks of the volcanic sequence generally exhibit porphyritic to hyalo-microlitic porphyritic texture, and contain phenocrysts of calcic plagioclase and augite, whereas the dacitic and rhyolitic rocks usually show a vitrophyric texture with predominant feldspar, quartz and lesser biotite phenocrysts. The studied mafic and felsic volcanic rocks have mostly transitional geochemical character changing from tholeiitic to calc-alkaline with typical arc signatures. N-MORB-normalised multi-element and chondrite-normalised rare earth element (REE) patterns show that all volcanic rocks are enriched in LILEs (e.g. Rb, Ba, Th) and LREEs (e.g. La, Ce) but depleted in Nb and Ti. In particular, the felsic samples are characterised by distinct negative Eu anomalies. Sr-Nd-Pb isotopic compositions of the studied mafic ( $87\text{Sr}/86\text{Sr} = 0.7051-0.7075$ ,  $143\text{Nd}/144\text{Nd} = 0.5125-0.5128$ ,  $206\text{Pb}/204\text{Pb} = 18.54-18.64$ ,  $207\text{Pb}/204\text{Pb} = 15.57-15.66$  ve  $208\text{Pb}/204\text{Pb} = 38.42-38.75$ ) and felsic volcanic rocks ( $87\text{Sr}/86\text{Sr} = 0.7048-0.7074$ ,  $143\text{Nd}/144\text{Nd} = 0.5122-0.5129$ ,  $206\text{Pb}/204\text{Pb} = 18.59-18.85$ ,  $207\text{Pb}/204\text{Pb} = 15.37-15.66$  ve  $208\text{Pb}/204\text{Pb} = 38.67-39.94$ ), genetically related to each other, are comparable to those of subduction-related I-type calc-alkaline granitoids of the same age in the region. Formerly depleted and then metasomatized mantle which was enriched by fluids and/or sediments is suggested to be the source of the mafic volcanics. However, mantle derived differentiated basaltic melts which experienced considerable fractional crystallization and low degree of crustal assimilation are suggested to be the parent melt of the felsic rocks.

**Keywords:** NE Turkey, Late Cretaceous, volcanism, zircon U-Pb dating, geochemistry

*This study was supported by TUBITAK 112Y365 project.*

**BORÇKA VE ERENLER YÖRESİNDEKİ (ARTVİN, KD TÜRKİYE)  
GEÇ KRETASE YAŞLI VOLKANİK KAYAÇLARIN  
JEOKRONOLOJİSİ VE JEOKİMYASI**

**Faruk Aydın<sup>1</sup>, Rasim Başer<sup>1</sup>, Simge Oğuz<sup>1</sup> ve Thomas Hans Aiglsperger<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü, 61080 Trabzon/TÜRKİYE

<sup>2</sup>Barcelona Üniversitesi C/ Martí i Franquès, S/N - 08028 Barcelona/İSPANYA  
rasimbaser@ktu.edu.tr

**Özet:** Sakarya Zonu'nun Doğu Bölümü'nde yer alan Borçka ve Erenler (Artvin) yöresindeki Üst Kretase dönemi iki farklı evrede meydana gelen ve birbirini takip eden mafik ve felsik volkanik kayaç serileriyle karakterize edilir. Geç Kretase volkanizmasının ilk dönemi yastık yapılı bazalt-bazaltik andezitler ve hyaloklastitlerden meydana gelirken (Çatak Fm), üst seviyeleri sütun yapılı dasitler, hyaloklastitler ve tüflerden oluşur (Kızılkaya Fm). Geç Kretase volkanizmasının ikinci dönemi; tekrar bazalt ve bazaltik andezitlerle başlar (Çağlayan Fm) ve üst kısımlara doğru riolit ve hyaloklastitlere (Tirebolu Fm) geçiş gösterir. İlk evre felsik kayaçların U-Pb zirkon yaşları  $86.5 \pm 1$  ve  $87.3 \pm 2$  My (Koniasiyen) civarında iken, ikinci evreye ait olanlar  $\sim 84.5$ - $83.5$  My (Santoniyen-Alt Kampaniyen) aralığında değişir. Bu birimlerin üzerine yastık yapılı bazaltlardan ve bunların hyaloklastitlerinden oluşan Bilenler Bazaltı gelir. Tüm bu serimafik dayklar tarafından kesilen Geç Kampaniyen-Paleosen yaşlı kalsitürbidit, biyomikrit ve killi kireçtaşlarıyla örtülür (Tonya Fm). İnceleme alanındaki mafik kayaçlar genellikle kalsik klinopiroksen ( $Wo_{55-36}$ ,  $En_{49-24}$ ,  $Fs_{23-12}$ ) ve kalsikten sodiğe değişen plajiyoklas ( $An_{89-01}$ ) fenokristallerince karakteristik iken, felsik volkanitler çoğunlukla sodik plajiyoklas ( $An_{<56}$ ), K-feldispat ve kuvars fenokristallerinden oluşur. İncelenen volkanik kayaçlar toleyitik ve/veya toleyitik-kalk alkalin arasında geçiş gösteren bir özelliğe sahip olup, tipik bir yay jeokimyasını işaret ederler. Sr-Nd-Pb izotopik verilerine göre, mafik volkanitler ( $^{87}Sr/^{86}Sr$ )<sub>i</sub> = 0.7044-0.7064, ( $^{143}Nd/^{144}Nd$ )<sub>i</sub> = 0.5126-0.5128,  $^{206}Pb/^{204}Pb$  = 18.59-18.74,  $^{207}Pb/^{204}Pb$  = 15.59-15.63 ve  $^{208}Pb/^{204}Pb$  = 38.59-38.79) ve felsik volkanitler ( $^{87}Sr/^{86}Sr$ )<sub>i</sub> = 0.7064-0.7085, ( $^{143}Nd/^{144}Nd$ )<sub>i</sub> = 0.5125-0.5127,  $^{206}Pb/^{204}Pb$  = 18.5-18.93,  $^{207}Pb/^{204}Pb$  = 15.58-15.64 ve  $^{208}Pb/^{204}Pb$  = 38.04-39.06)'ye sahiptirler. Sr ve Pb izotop içeriği açısından farklı, Nd izotop bileşimleri bakımından benzerlik sundukları gözlenmiştir. Tüketilmiş ve sonrasında metazomatizmaya uğramış bir manto, özellikle mafik kayaçlar için kaynak olarak önerilmekle birlikte, önemli oranda farklılaşma ve belli oranda kabuksal kirlenmeye uğramış manto türevli mafik ergiyikler, felsik kayaçların ana magması olarak düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Artvin, Geç Kretase, volkanizma, jeokimya, izotop.

*Bu çalışma TÜBİTAK 112Y365 kodlu proje tarafından desteklenmiştir.*

**GEOCHRONOLOGY AND GEOCHEMISTRY OF LATE  
CRETACEOUS VOLCANIC ROCKS AROUND BORÇKA AND  
ERENLER AREA (ARTVİN, NE TURKEY)**

**Faruk Aydın<sup>1</sup>, Rasim Başer<sup>1</sup>, Simge Oğuz<sup>1</sup> and Thomas Hans  
Aiglsperger<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Technical University Dept. of Geological Engineering, 61080 Trabzon/TURKEY

<sup>2</sup>University of Barcelona C/ Martí i Franquès, S/N - 08028 Barcelona/SPAIN

E-mail: rasimbaser@ktu.edu.tr

**Abstract:** The Upper Cretaceous period of the eastern part of the Sakarya Zone (EPSZ) from the Borçka and the Erenler areas which occurred in two different periods, and is characterized by mafic and felsic volcanic rocks consecutive series. The first period of Late Cretaceous volcanism is or occurred by basaltic-basaltic andesitic pillows and hyaloclastites (Çatak Fm), columnar structure dacite, hyaloclastites and tuffs in the upper level (Kızılkaya Fm). The second period of Late Cretaceous volcanism begins again with basalt and basaltic andesite (Çağlayan Fm) and grades upward into the rhyolite and hyaloclastites (Tirebolu Fm). The first period of felsic rocks U-Pb zircon ages as nearby 86.5±1 ve 87.3±2 Ma (Coniacian), the second period of felsic rocks has changed between ~84.5-83.5 Ma (Santonian-Lower Campanian). These volcanic rocks are covered by Bilenler Basalt which is formed basaltic pillows and their hyaloclastites. All volcanic rock series are covered by Late Campanian-Paleocene clayey limestones and biomicrites with lesser calciturbidites (Tonya Fm) interrupted by mafic dykes. The mafic rocks of the study area generally characterized by calcic clinopyroxene (Wo<sub>55-36</sub>, En<sub>49-24</sub>, Fs<sub>23-12</sub>) and phenocrysts of calcic to sodic plagioclase (An<sub>89-01</sub>) and also, the felsic volcanics are mostly consist of sodic plagioclase (An<sub><56</sub>), K-feldspar and quartz phenocrysts. All volcanic rocks have entirely tholeiitic and/or transitional to tholeiitic-calc alkaline character and show typical arc geochemical signatures. According to Sr-Nd-Pb isotopic data, mafic volcanics have, (<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr)<sub>i</sub> = 0.7044-0.7064, (<sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd)<sub>i</sub> = 0.5126-0.5128, <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb = 18.59-18.74, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb = 15.59-15.63 and <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb = 38.59-38.79) and also felsic volcanics have (<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr)<sub>i</sub> = 0.7064-0.7085, (<sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd)<sub>i</sub> = 0.5125-0.5127, <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb = 18.5-18.93, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb = 15.58-15.64 and <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb = 38.04-39.06). It was also observed that these rocks present different Sr and Pb isotopes, the same Nd isotope in terms of their isotopic content. Depleted and after metasomatism undergone a mantle which is particularly recommended as a source for mafic rocks, differentiation significantly, and a certain amount of crustal contamination suffered mantle-derived mafic melts, it is considered a major magma of felsic rocks.

**Keywords:** Artvin, late Cretaceous, volcanism, geochemistry, isotope.

*This work was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK, grant 112Y365).*

**YÜKSELEN YÖRESİNEOJEN YAŞLI VOLKANİK KAYAÇLARIN  
<sup>40</sup>AR-<sup>39</sup>AR JEOKRONOLOJİSİ, MİNERAL KİMYASI VE  
 JEOKİMYASI, (KONYA-ORTA ANADOLU)**

**Gülin GENÇOĞLU KORKMAZ, Hüseyin KURT, Kürşad ASAN**

Selçuk Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya  
 ggencoglu@selcuk.edu.tr, hkurt@selcuk.edu.tr, kasan@selcuk.edu.tr

**Özet:** Yükselen yöresinde (Konya-Orta Anadolu) Neojen yaşlı volkanik kayalar bazalt ve anklav içeren dasit olarak iki farklı litolojik birim ile temsil edilmektedir. Bazaltlardan alınan bir tüm kayaç örneği  $22.37 \pm 0.65$  ve  $16.45 \pm 0.76$  My olarak iki ayrı <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar platoyaş vermektedir. Diğer taraftan dasitlerden elde edilen biyotit mineral ayrımı ise  $16.11 \pm 0.18$  My plato yaşı vermektedir. Bu yaş bulguları arazi gözlemleriyle örtüşmektedir. Mikrolitik porfirik dokulu Yükselen bazaltları genel olarak feldispatça (labrador ve daha az anortoklaz) zengin bir hamurun içinde dağılmış olivin (Fo: 0.8-0.9) ve klinopiroksen (diyopsit) fenokristalleriyle karakteristiktir. Dasitler ise hyalo-mikrolitik porfiritik dokuya sahiptir ve plajiyoklas (andezin), kuvars, amfibol (magnezyo-hornblend ve magnezyo-hastingsit), biyotit (Mg# = 0.55-0.65) fenokristalleri, bu minerallere ilaveten bir miktar volkanik cam içeren hamur içinde dağılmaktadır. İncelenen bazaltlar sodik alkali (Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O: ~4) ve TAS (toplam alkali-silika) sınıflama diyagramına göre havayittir. Fakat dasitler kalk-alkali, metalümin karakterlidir ve jeokimyasal özellikleri bakımından adakitik kayalara benzemektedir. İncelenen bazaltlar okyanus adası bazaltı (OIB) benzeri, dasitler ise orojenik tip uyumsuz iz element deseni göstermektedir. Dasitler yüksek <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr<sub>(i)</sub> (0.70689-0.70702) ve daha düşük <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd<sub>(i)</sub> (0.51244-0.51246) oranlarıyla bazaltlardan (<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr<sub>(i)</sub>: 0.70570-0.70642, <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd<sub>(i)</sub>: 0.51260-0.51259) ayrılmaktadır ve Sr-Nd izotop korelasyon diyagramında zenginleşmiş manto rezervuarları alanına düşmektedirler. İncelenen kayaların Sr-Nd izotop oranlarında farklılık olmasına rağmen, Pb izotopları açısından oldukça benzerdir. Kayaçların Pb izotop oranları dar bir aralıkta değişim göstermektedir (<sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb: ~19.0, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb: ~15.7, <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb: ~39.2) ve <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb - <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb diyagramında EMII (Zenginleşmiş manto) alanına düşmektedirler, fakat <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb - <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb, <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr - <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb ve <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd - <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb korelasyon diyagramlarında DMM (Tüketilmiş manto), EMII ve HIMU (Yüksek  $\mu$  değerli manto)-tip rezervuarlar arasında sıralanmaktadır. Elde edilen bulgular Yükselen Bölgesi volkanik kayalarının bimodal bazalt-dasit ile temsil edildiğini ve bunların farklı kaynakların kısmi ergime ürünleri olarak açıklanabileceklerini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Adakit, Alkali, Bimodal, Havayit, Kalk-Alkali, OIB

*Bu çalışma TUBİTAK-ÇAYDAG-113Y415 numaralı proje ile desteklenmiştir.*



**<sup>40</sup>AR-<sup>39</sup>AR GEOCHRONOLOGY, MINERAL CHEMISTRY AND  
GEOCHEMISTRY OF THE NEOGENE VOLCANIC ROCKS IN THE  
YÜKSELEN AREA, (KONYA-CENTRAL ANATOLIA)**

**Gülin GENÇOĞLU KORKMAZ, Hüseyin KURT, Kürşad ASAN**

Department of Geological Engineering  
Selçuk University, KONYA  
ggencoglu@selcuk.edu.tr, hkurt@selcuk.edu.tr, kasan@selcuk.edu.tr

**Abstract:** The Neogene volcanic rocks are represented by two different lithological units as basalt and enclave-bearing dacite in the Yükselen area, Konya-Central Anatolia. One whole-rock sample from basalts yielded two <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar plateau ages of  $22.37 \pm 0.65$  and  $16.45 \pm 0.76$  Ma. On the other hand, a biotite mineral separation from dacites gave a plateau age of  $16.11 \pm 0.18$  Ma, which conforms to the field observation. Yükselen basalts generally show microlithic porphyritic texture with olivine (Fo: 0.8-0.9) and clinopyroxene (diopside) phenocrysts in a feldspar-rich (labrador and rare anorthoclase) groundmass. However, dacites have hyalo-microlithic porphyritic texture, and include plagioclase (andesine), quartz, amphibole (magnesian hornblende and magnesian hastingsite), biotite (Mg# = 0.55-0.65) phenocrysts with a groundmass of the same mineral assemblage as in the phenocryst phase plus small amounts of glass. Investigated basalts have sodic alkaline (Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O: ~4) tendency, and are hawaiite according to TAS (total alkali vs. silica) classification scheme. However, dacites are calc-alkaline and metaluminous, resembling to adakitic rocks in terms of geochemical features. Basalt and dacites have ocean island basalts (OIB)-type and orogenic-type incompatible trace element patterns, respectively. Dacites have higher <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr<sub>(i)</sub> (0.70689-0.70702) and lower <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd<sub>(i)</sub> ratios (0.51244-0.51246) than those of basalts (<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr<sub>(i)</sub>: 0.70570-0.70642, <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd<sub>(i)</sub>: 0.51260-0.51259), plotting in the enriched mantle reservoir field of Sr-Nd correlation diagram. Although Sr-Nd isotope ratios are different among the investigated volcanic rocks, they have similar Pb isotope ratios. The rocks show a limited range in their Pb isotope ratios (<sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb: ~19.0, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb: ~15.7, <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb: ~39.2), plotting in the EMII (Enriched mantle) field of <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb vs. <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb, but arraying between DMM (Depleted mantle), EMII and HIMU (High μ)-type reservoirs in <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb vs. <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb, <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr vs. <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb and <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd vs. <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb correlation diagrams. Our findings show that the Yükselen area volcanic rocks are represented by bimodal association of basalt-dacite and can be interpreted by the partial melting products of different source materials.

**Keywords:** Adakite, Alkaline, Bimodal, Calc-alkaline, Hawaiite, OIB

*This study was supported by Turkish Scientific Research Council (ÇAYDAG Project No 113Y415)*

**ŞAROLUK (GÖNEN-BALIKESİR) SOKULUMUNUN  
PETROGRAFİSİ VE PETROLOJİSİ: ÇARPIŞMA SONRASI  
MAGMATİZMADA ÖNCÜ VERİLER**

**İsmail Altın ve Zafer Aslan**

Balıkesir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Balıkesir ismailaltinbau@gmail.com

**Özet:** Tersiyer magmatizması Biga Yarımadası'nda (KB Türkiye) yoğun yayılım göstermektedir. Çalışma konusunu oluşturan Şaroluk Sokulumu Gönen'in (Balıkesir) 20 km kuzeybatısında ve Sakarya Zonu içinde yer almaktadır. Doğu-batı uzanımlı ve elips şekilli olan Şaroluk Sokulumu yaklaşık 20 km<sup>2</sup> lik bir alan kaplamaktadır. Kuvarlı monzodiyorit ve granodiyorit bileşimde olan sokulum, 1-10 cm boyutunda ve yuvarlak şekilli mafik mikrogranüler anklavlar içermektedir. Orta taneli, poikilitik, pertitik ve mirmekitik doku gösteren sokulumun ana mineral içeriği plajiyoklas, ortoklas, biyotit, hornblend ve piroksendir. Tali mineral olarak zirkon, sfen ve apatit içermektedir. Jeokimyasal olarak ana ve iz elementlerdeki dağılımlar plutonun fraksiyonel kristallenme ile geliştiğini ve burada plajiyoklas, hornblend ve piroksen minerallerinin etkin olduğunu göstermektedir. Silis oranları % 62-75 arasında değişmekte olup genellikle %65 civarındadır. K<sub>2</sub>O %3.5-5 ve Na<sub>2</sub>O %2.5-3.9 değeri arasında, Mg# değeri ise 21-33 arasındadır. N-tipi MORB'a göre normalize edilen değerlerde, LFSE elementlerinde artış HFSE elementlerinde ise azalış gözlenmektedir. Kondirite göre normalize edilen Nadir Toprak Elementlerinde ise konkav bir yapı gözlenmekte olup LREE elementlerce artış izlenmektedir. Şaroluk Sokulumu orta-K'lu seri ve kalk-alkali özelliktedir. A/CNK > 1 olup peralümin granitlerdendir. I-tipinde olup volkanik yay granitlerinin karakteristik özelliklerini sunmaktadır. Genel tüm kayaç jeokimyasal verileri sokulumun çarpışma sonrası alt kabukta dehidratasyon sonucu bölümsel ergimeyle oluştuğuna işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Şaroluk sokulumu, Tersiyer magmatizması, I-tipi, volkanik yay graniti.

*Bu çalışma TÜBİTAK (Proje No: 114Y527) tarafından desteklenmektedir.*



**PETROGRAPHY AND PETROLOGY OF THE ŞAROLUK (GÖNEN-BALIKESİR) PLUTON: A PRELIMINARY DATA FOR POST-COLLISIONAL MAGMATISM**

**İsmail Altın and Zafer Aslan**

Balıkesir University, Department of Geology, Balıkesir (ismailaltinbau@gmail.com)

**Abstract:** Tertiary magmatism is widespread in Biga peninsula (NW Turkey). The studied Şaroluk pluton is located in Sakarya zone of 20 km northenwest of Gönen (Balıkesir). East-West trending the Şaroluk pluton covers an area of approximately 15 km<sup>2</sup> with an ellipsoidal outcrop pattern. The pluton has quartzmonzodiorite and granodioritic composition and contains 1-10 cm in size and rounded in shape mafic microgranular enclaves. The Şaroluk pluton show medium-grained, poikilitic, perthitic and mirmekitic textures, and contain plagioclase, orthoclase, biotite, hornblende and pyroxene. Accessory minerals are zircon, sphene and apatite. Geochemically, major and trace element variations diagrams can be attributed to the importance of fractional crystallisation which was mainly controlled by plagioclase, hornblende and pyroxene. The ratios of %SiO<sub>2</sub> are between 62 to 75, average is 65. The pluton has 3.5-5 % K<sub>2</sub>O, 2.5-3.9 % Na<sub>2</sub>O, and Mg# is between 21 to 23. N-type mid-ocean ridge basalt (MORB) normalized spider diagrams of granitic samples exhibit significant enrichments in large-ion lithophile elements (LILEs); as well as depletion of high field strength elements (HFSE). Chondrite-normalized rare-earth element patterns of the samples are concave upwards with low- to-medium enrichment. The Şaroluk pluton has medium-K series and characterised by a calc-alkaline granodiorite-series trend. It is I-type and has volcanic-arc granitoids. Pluton is peraluminous with ratio of A/CNK > 1. According to whole-rock geochemical data suggest magma generation by dehydration melting of lower crustal component after the collision.

**Keywords:** Şaroluk pluton, Tertiary magmatism, I-type granite, volcanic arc granite.

*This study supported by TUBITAK (Project No: 114Y527)*

## KARBONATLI KAYNAK ÇÖKELLERİN (TRAVERTEN-TUFA) ELEMENT VE DURAYLI İZOTOP KAYITLARI

**Mehmet Özkul**

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, 20070 Kınıklı Denizli  
(mozkul@pau.edu.tr)

**Özet:** Traverten, tufa gibi karbonatlı kaynak çökellerinin bazı jeokimyasal değerlerinde belirgin farklılıklar gözlenir. Bunda akışkan-kayaç etkileşiminin önemli rolü vardır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’den ve Dünya’dan örneklerle bu çökellerin element ve duraylı izotop değerlerine topluca göz atmak ve bu verilerin ortamsal ve iklimsel yorumlamalarda nasıl kullanılacaklarını ortaya koymaktır. Travertenlerdeki Sr değerleri tufalara göre yüksektir. Özellikle aragonitik travertenlerde daha yüksek Sr değerleri ile karşılaşılır. Pamukkale’de aragonit bileşimli damar tipi travertenlerden 7392 ppm’e varan Sr değerleri elde edilmiştir. Travertenlerde  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri çoğunlukla pozitifdir. Buna karşılık tufaların  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri daha çok negatiftir. Güncel traverten yamaçlarında  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  ve Sr değerlerinde akış aşağı artışlar gözlenir. Pamukkale’de yamaç başında +6.1 (‰ PDB) olan  $\delta^{13}\text{C}$  değeri, yamaç tabanında +11.7’e ulaşır. Ayrıca enlem, yükselti ve karasallığa bağlı olarak tufaların  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri değişir. Karbonatlı kaynak çökellerinden elde edilen jeokimyasal veriler, yaş verileri de dikkate alınarak akışkan-kayaç etkileşimi, eski ortam, eski iklim yorumlamalarında ve jeotermal prospeksiyon çalışmalarında kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kaynak karbonatları, traverten, tufa, jeokimya

**ELEMENT AND STABLE ISOTOPE RECORDS OF  
CARBONATE SPRING DEPOSITS (TRAVERTINE AND TUFA)****Mehmet Özkul**Pamukkale University Engineering Faculty Dept. Of Geological Engineering, 20070 Kınıklı, Denizli  
mozkul@pau.edu.tr

**Abstract:** Certain differences are observed in elemental and stable isotopic values of carbonate spring deposits such as travertine and tufa. Rock-fluid interaction plays an important role in this situation. Aim of this study is to take a look at geochemistry of these deposits as a whole with examples from Turkey and display how these data can be used for environmental and climatic assessments. Sr values of travertines are higher compared to tufas. Particularly, aragonitic travertines display higher Sr concentrations. At Pamukkale, Sr values up to 7392 ppm have been yielded from the vein travertines of aragonitic composition. The  $\delta^{13}\text{C}$  values in travertines are mostly positive. In contrast, tufas give more negative  $\delta^{13}\text{C}$  values. Downstream increases are observed in the  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  and Sr values of the recent travertine slopes. The  $\delta^{13}\text{C}$  value of +6.1 (‰ PDB) at the uppermost slope in Pamukkale reach up to +11.7 (‰ PDB) at the slope base. In addition,  $\delta^{13}\text{C}$  values vary based on latitude, elevation and continentality. Geochemical data obtained from carbonate spring deposits, considering associated age data, can be used for evaluation of fluid-rock interaction and paleoenvironment, paleoclimate and geothermal prospection studies.

**Keywords:** Spring carbonate, travertine, tufa, geochemistry

**DEVREKANI MASIFI (K-TÜRKİYE) ORTOGNAYSLARININ TÜM  
KAYAÇ JEOKİMYASI VE JEOKRONOLOJİSİ: ORTA  
PONTİDLER'DE PERMO-KARBONİFER MAGMATİZMASI VE  
JURA YÜKSEK SICAKLIK METAMORFİZMASINA GENEL BİR  
BAKIŞ**

**Mehmet Ali Gücer<sup>1</sup> ve Mehmet Arslan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-29000, Gümüşhane. maligucer@gmail.com

<sup>2</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-61080, Trabzon. marslan@ktu.edu.tr

**Özet:** Orta Pontidler'in (K-Türkiye) kuzey kesimlerinde farklı sıcaklık ve basınç koşullarında oluşmuş birçok metamorfik birim yüzeyleme vermekte olup, bunların başında Devrekani masifi gelmektedir. Üst amfibolit-alt granülit fasiyesi koşullarında metamorfizmaya uğramış olan masif ağırlıklı olarak paragnays, ortognays ve metakarbonatlar ile daha az oranda amfibolit ve kuvarsit türü kayalardan meydana gelmekte, yer yer ise aplit ve pegmatit gibi damar kayaları tarafından kesilmektedir. Farklı mineral toplulukları içeren ortognaysların karakteristik mineral parajenezi “kuvars + K-feldspat + plajiyoklas + biyotit ± hornblend ± opak min. (± ilmenit ve ± magnetit), ve aksesuar min. (zirkon, sfen ve apatit)” şeklindedir. Ortognayslar genel olarak granoblastik, lepidogranoblastik ve nematolepidogranoblastik doku göstermekte olup, yerel olarak migmatitik ve kalıntı mikrografik dokular da izlenmektedir. Foliasyonlu, iyi gelişmiş santimetre ölçeğinde bantlar oluşturmasıyla belirginleşen simetrik, asimetrik ve düzensiz gnaýsozite düzlemleri gösterirler. Petrografik özellikleri, mineral birliktelikleri ve yer yer gözlenen migmatitleşmeler yüksek sıcaklık koşullarını yansıtmakta olup, gerçekleştirilen jeotermometrik hesaplamalar metamorfizma sıcaklığının  $744 \pm 33$  °C'ye ulaştığını göstermektedir. Arazi ilişkilerine, petrografik ve petrokimyasal özelliklerine göre ortognayslar çoğunlukla granodiyoritik ve az oranda granitik protoliti yansıtmakta ve I-tipi orta-yüksek potasik kalkalkalen volkanik yay granitoyidi karakteri sergilemektedir. Örnekler yüksek LILE ve düşük HFSE içeriklerine sahip olup, negatif Ta, Nb ve Ti anomalileri göstermektedir. Bu durum ise protolitlerin tipik olarak yitimle ilişkili bir magmadan itibaren oluştuğunu işaret etmektedir. Bununla birlikte LREE içerikleri bakımından HREE'ye göre belirgin zenginleşme ( $La_N/Lu_N = 6.98-20.47$ ) ve negatif Eu anomalisi ( $Eu_N/Eu^* = 0.33-1.07$ ) gözlenmektedir. U-Pb zirkon yaşlandırma verilerine göre protolitler Permo-Karbonifer (316-252 Ma) magmatizması ile ilişkilidir. Ayrıca; U-Pb zirkon (199-158 My) ve <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar hornblend/biyotit (163-152 My) yaşlandırmalarına göre, pik metamorfizma koşulları Jura döneminde gerçekleşmiş olmalıdır. Biyotitlerden ortalama 156 My (Kimmericijen) <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar yaşı elde edilmiş olup, bu durum metamorfik kayaların biyotit kapanma sıcaklığı dikkate alınarak Geç Jura'da 350-400 °C'nin altında soğumuş olduğunu düşündürmektedir. Sonuç olarak, Orta Pontidler'in kuzey kesiminde yüzeyleme veren Devrekani masifi ortognaysları, Jura yüksek sıcaklık metamorfizması tarafından yeniden şekillenen Permo-Karbonifer kıtasal yay magmatizmasının ürünleri olarak tanımlanabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Devrekani (K-Türkiye), Orta Pontidler, Jura metamorfizması, Permo-Karbonifer magmatizması, jeokronoloji, jeotermometre

**WHOLE-ROCK GEOCHEMISTRY AND GEOCHRONOLOGY OF  
ORTHOgneisses FROM THE DEVREKANI MASSIF (N  
TURKEY): AN OVERVIEW OF PERMO-CARBONIFEROUS  
MAGMATISM AND JURASSIC HIGH TEMPERATURE  
METAMORPHISM IN CENTRAL PONTIDES**

**Mehmet Ali Gücer<sup>1</sup> and Mehmet Arslan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Geological Engineering, Gümüşhane University, TR-29000,  
Gümüşhanemaligucer@gmail.com*

<sup>2</sup>*Department of Geological Engineering, Karadeniz Technical University, TR-61080, Trabzon  
marslan@ktu.edu.tr*

**Abstract:** In the northern part of the Central Pontides (N Turkey) there are different metamorphic rocks exposed that formed under different temperature and pressure conditions, notably the Devrekani massif. Here, upper amphibolite-lower granulite facies metamorphic rocks contain predominantly paragneiss, orthogneiss and metacarbonate, and to a lesser extent, amphibolite and quartzite, with cross-cutting aplite and pegmatite veins. The orthogneisses show different mineral parageneses with the characteristic mineral assemblage quartz + K-feldspar + plagioclase + biotite ± hornblende ± opaque (± ilmenite and ± magnetite), and accessory minerals (zircon, sphene and apatite). These metamorphic rocks exhibit generally granoblastic, lepidogranoblastic and nematolepidogranoblastic with locally migmatitic and relic micrographic textures. They are foliated, have well-developed centimeter-spaced gneissic banding and display gneissose structure with symmetric, asymmetric and irregular folds. The petrographic features, mineralogical assemblages and locally migmatization reflect high temperature conditions. Geothermometric calculations in the orthogneisses indicate metamorphic temperatures reached  $744\pm 33^\circ\text{C}$ . Field relations, petrography and petrochemistry suggest that the orthogneisses have predominantly granodioritic and some granitic protoliths, that show features of I-type, medium to high-potassic calc-alkaline volcanic arc granitoids. The orthogneisses have high contents of LILEs and low contents of HFSEs with negative Ta, Nb and Ti anomalies, which are typical of subduction-related magmas. The orthogneisses also show significant LREE enrichment relative to HREE with negative Eu anomalies ( $\text{Eu}_N/\text{Eu}^*= 0.33-1.07$ ) with  $\text{La}_N/\text{Lu}_N= 6.98-20.47$  values. Based on U-Pb zircon dating data, the protoliths are related to Permo-Carboniferous (316-252 Ma) magmatism. It is likely that peak metamorphism took place during the Jurassic as reflected by the U-Pb zircon ages (199-158 Ma) and also  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  from hornblende/biotite (163-152 Ma). The biotite  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  average ages from the rock samples are ca. 156 Ma, suggesting that the metamorphic rocks cooled to 350-400 °C at ca. 156 Ma. Conclusively, the Devrekani metamorphic rocks can be ascribed as products of Permo-Carboniferous continental arc magmatism overprinted by Jurassic high temperature metamorphism in the northern Central Pontides.

**Keywords:** Devrekani (N Turkey), Central Pontides, Jurassic metamorphism, Permo-Carboniferous magmatism, geochronology, geothermometry

**STABLE ISOTOPIC GEOCHEMISTRY OF THE UPPER  
CRETACEOUS SUCCESSIONS,  
NORTHWESTERN IRAQ**

**Mohammed Al-Hajj<sup>1</sup>, Ali Al-Juboury<sup>1</sup> and Aboosh Al-Hadidy<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Geology Department, Mosul University, Iraq

<sup>2</sup> Northern Oil Company, Kirkuk, Iraq

**Abstract:** Stable isotopic geochemistry of the Upper Cretaceous (Cenomanian-Early Campanian) successions is conducted from northwestern Iraq. These successions are represented by three formations; Gir Bir, Wajna, and Mushorah. The upper parts of the Gir Bir Formation was under the mixing zone effect depending on the gradual increment in oxygen and carbon isotopes with depth. Whereas sharp negative values of  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  in the upper surface of the Gir Bir Formation and in the bed of conglomerate and breccia are indicative of exposure surface conditions and effect of meteoric water. While in the succession of Mushorah Formation, there is homogeneity in the values of oxygen and carbon isotopes and other elements indicating its ineffective diagenesis near the surface. Gradual variation in  $\delta^{13}\text{C}$  from positive in the upper part of Gir Bir Formation to low and negative values at the surface of the Formation and in the bed of conglomerate and breccia reflects a regressive sequence from deeper to shallower areas upwards of lagoonal facies and then to exposure (marine regression and platform exposure) forming unconformity surface. Sharp increase in  $\delta^{13}\text{C}$  in Mushorah Formation reflects deep marine (transgressive) conditions covering most of exposed parts of the platform.

**Keywords:** Carbon and oxygen isotopes, Upper Cretaceous, NW Iraq

## TÜRKİYE’DEKİ FARKLI KRİZOPRASLARIN OKSİJEN İZOTOP ANALİZ YÖNTEMİYLE KARŞILAŞTIRILMASI

**Murat Hatipoğlu<sup>1,2</sup>, Nurdane İlbeyli<sup>3</sup>, Yaşar Kibici<sup>4</sup>, Alper Güneş<sup>3</sup>,  
Yasemin Yardımcı<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, İMYO, İzmir Meslek Yüksekokulu, Gemoloji ve Mücevher Programı, 35380 Buca-İzmir

<sup>2</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Doğal Yapı Taşları ve Süstaşları Anabilim Dalı, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı, 35370 Buca-İzmir

<sup>3</sup>Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07058 Antalya

<sup>4</sup>Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43000 Kütahya

**Özet:** Bu çalışma, Türkiye’nin beş farklı bölgesinde (batıdan doğuya Biga-Çanakkale, İkizce-Bilecik, Sivrihisar-Eskişehir, Oltu-Erzurum, Savur-Mardin) ticari açıdan mücevher kalitesinde olan krizopras yatakları ile ilgilidir. Bu bölgelerdeki krizopraslar, farklı jeolojik ortamlarda oluşmuşlardır. Bu durumu belirlemek için ince taneli, lifsi ve yeşil renkli kriptokristalin silikanın oluşumunu gösteren ilk kristalleşme sıcaklıkları jeokimyasal grafik modelleme tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Oksijen izotop analizi (SMOW) (EA-IRMS tekniği ile) sonuçlarına göre, beş farklı maden yatağındaki krizopraslarda  $\delta^{18}\text{O}$  değerlerinin ‰21.3 ile ‰30.7 arasında değiştiği gözlenmiştir. Bu örneklerin su içeriklerinin  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri ise ‰-8 ile ‰4 arasındadır. Veriler grafiksel olarak modellendiğinde, ilk oluşum sıcaklıkları; Biga (Çanakkale) yataklarında şist ve serpantinitle arasındaki çatlak zonda oluşan krizopras için  $\sim 125^\circ\text{C}$ , İkizce (Bilecik) yataklarında dasit ve andezit içinde çatlak ve büyük boşluklarda oluşan krizopras için  $\sim 83^\circ\text{C}$ , Sivrihisar (Eskişehir) yataklarında kumtaşı içinde çatlak ve büyük boşluklarda oluşan krizopras için  $\sim 74^\circ\text{C}$ , Oltu (Erzurum) yataklarında ise fliş ve serpantinitle arasındaki çatlak zonda oluşan krizopras için  $\sim 99^\circ\text{C}$  ve Savur (Mardin) yataklarında kumtaşları içinde büyük boşluklar ve yarıklarda oluşan krizopras için  $\sim 66^\circ\text{C}$  olarak belirlenmiştir. Serpantinitle çatlak zonlarında oluşan krizopraslar, volkanikler ve kumtaşları içinde oluşan krizopraslara göre daha yüksek sıcaklıklarda oluşmuşlardır.

**Anahtar Kelimeler;** Krizopras, oksijen izotop analizi (SMOW), ilksel mikrokristalizasyon sıcaklıkları, jeokimyasal grafik modelleme tekniği, Türkiye.

## COMPARISON OF OXYGEN ISOTOPIC COMPOSITIONS OF VARIOUS CHRYSOPRASES IN TURKEY

Murat Hatipoğlu<sup>1,2</sup>, Nurdane İlbeyli<sup>3</sup>, Yaşar Kibici<sup>4</sup>, Alper Güneş<sup>3</sup>,  
Yasemin Yardımcı<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dokuz Eylül University, İMYO, İzmir Multidisciplinary Vocational School, Gemmology and Jewellery Programme, 35380 Buca-İzmir, Turkey

<sup>2</sup>Dokuz Eylül University, Graduate School of Applied and Science, Natural Building Stone and Gemstone Programme, 35370 Buca-İzmir, Turkey

<sup>3</sup>Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, 07058 Antalya, Turkey

<sup>4</sup>Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, 43000 Kütahya, Turkey

**Abstract:** This study is focused on famous gem-quality chrysoprase deposits in terms of commercial quantities in five different regions of Turkey (from west to east; Biga-Çanakkale, İkizce-Bilecik, Sivrihisar-Eskişehir, Oltu-Erzurum and Savur-Mardin). Chrysoprases in these regions are found in different geological zones. Therefore, the initial crystallization temperatures of the solutions responsible for genesis of the fine fibrous green cryptocrystalline silica are interesting and can be determined using a geochemical graphical modeling technique. Oxygen isotope values ( $\delta^{18}\text{O}$ )(SMOW) (using EA-IRMS) of the investigated chrysoprase materials from five different mine deposits range between 21.3‰ and 30.7‰. In addition, oxygen isotope compositions of their water contents range from -8‰ to 4‰. When the data are modeled graphically, the initial temperature of the formation of the investigated chrysoprases can be determined as ~125°C for those of the Biga (Çanakkale) deposit occurring in the cracked zone between schist and serpentinite, ~83°C for those of the İkizce (Bilecik) deposit occurring in the crevices and large vacancies in dacite and andesite, ~74°C for those of the Sivrihisar (Eskişehir) deposit occurring in the crevices and large vacancies in sandstone, ~99°C for those of the Oltu (Erzurum) deposit occurring in the cracked zone between flysch and serpentinite and ~66°C for those of the Savur (Mardin) deposit occurring in the crevices and large vacancies in sandstone. The chrysoprases from the cracked zone in serpentinites have higher temperatures compared to those from the crevices in sandstones and volcanics.

**Keywords:** Chrysoprase, oxygen isotope analyses (SMOW), initial microcrystallization temperatures, geochemical graphical modeling technique, Turkey.



**HELETE BÖLGESİNDE YERALAN YİTİMLE İLİŞKİLİ MEYDAN OFİYOLİTİ, İLGİLİ VOLKANİKLER VE DİĞER BİRİMLER (GD Anadolu, Türkiye): YENİ JEOKRONOLOJİK VE İZOTOP JEOKİMYASI (Sm-Nd-Pb) VERİLERİ**

**Nusret Nurlu<sup>a</sup>, Osman Parlak<sup>a</sup>, Alastair Robertson<sup>b</sup>, Albrecht Von Quadt<sup>c</sup>**

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

<sup>b</sup>School of GeoSciences, University of Edinburgh, Edinburgh, EH9 3FE, UK

<sup>c</sup>Institute of Geochemistry and Petrology, ETH Zurich, 8092 Zurich, Switzerland  
nusretnurlu@gmail.com

**Özet:** Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında yer alan Meydan Ofiyoliti ve ilişkili volkanikler Helete bölgesinde yitim süreçleri, zamanlamasını ve yay magmatizmasının anlaşılması açısından oldukça önemlidir. Çalışma alanındaki ana birimler yapısal olarak üstten alta doğru; (1) Güney Neotetisin kuzey kıta kenarını oluşturan ve meta-karbonatlardan oluşan Malatya metamorfikleri, (2) Geç Kretase-Orta Eosen yaşlı karbonatlar (Harami formasyonu), (3) Ofiyolitik kayalar (Meydan ofiyoliti) ve ilişkili metamorfik dilim, (4) Volkanik kökenli kayalar (Helete), (5) Tektonik melanj ve (6) Arap ön ülkesi. Bu birimlerden Meydan ofiyoliti, volkanikler, tektonik melanj Geç Kretase yaşlı granitoidler tarafından kesilmişlerdir. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayalar ve levha daykları tıpkı diğer yitim ilişkili Doğu Akdeniz ofiyolitlerinde olduğu gibi yataya yakın Nadir Toprak Element deseni (NTE) sunmaktadırlar. Gabroyik kümülatlardan U-Pb zirkon yöntemiyle yeni elde edilen kristallenme yaşı  $79.8 \pm 1.1$  My olarak bulunmuştur. Volkanik kayalar bazalt-bazaltik andezit, andezit ve riyodasit'e kadar geniş bir aralıkta uzanan kayaç topluluğu sunmakta ve erken evre yay magmatizmasını temsil etmektedirler. Bu kayalar toleyitik karakter sunmaktadırlar (Zr/Ti: 0.003-0.09 ve Nb/Y: 0.007-0.18). Normalize edilmiş örümcek diyagramındaki belirgin Nb anomalisi yitim zonunda oluştuğunu göstermektedir.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 'a karşılık  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ' a karşılık  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ve  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 'a karşılık  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  izotop oranlarına dayandırılarak hazırlanan diyagramlarda örneklerin  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  ve  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  oranlarının çok dar bir alanda olduğu ve  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  oranlarının geniş bir aralık sundukları gözlenmiştir. İzotopik oranlar DMM/MORB ve EMII haznelerinin karışık katkılarını sunmaktadırlar. Bu hazneler okyanusal kabuk, manto kaması, pelajik ve kıtasal sedimanların farklı oranlarda ergimesiyle oluşmuşlardır. Meydan ofiyoliti yitim zonunun üzerinde oluşmuştur, tektonik melanj ve ofiyolitik metamorfik dilim ise ofiyolit altında, yitim zonu hendek ortamında oluşmuştur. Yitim ilişkili ofiyolit, yay volkanikleri ve yığışım melanjı Geç Kretase ( $92.9 \pm 2.2$ - $83.1 \pm 1.5$  My, Zirkon U-Pb) yaşlı kıta kenarı yay magmatizması ürünü olarak yorumlanan granitik kayalar tarafından kesilmişlerdir. Bölgesel olarak karşılaştırıldığında; çalışılan ofiyolitik ve granitik kayalar Bitlis- Pütürge mikro kıtasının kuzeyindeki Berit okyanusundan türetilmişler ve Göksun, İspendere, Kömürhan ofiyolitleri gibi Geç Kretase'de oluşmuş ve Toros platformunu temeline eklenmişlerdir.

**Anahtar Sözcükler:** Neotetis, ofiyolit, Helete, U-Pb zirkon, ada yayı

**SUPRA-SUBDUCTION ZONE MEYDAN OPHIOLITE, RELATED VOLCANICS AND OTHER UNITS OF THE HELETE REGION (SE Anatolia, Turkey): NEW EVIDENCE FROM GEOCHRONOLOGY AND Sm-Nd-Pb ISOTOPE GEOCHEMISTRY**

**Nusret Nurlu<sup>a</sup>, Osman Parlak<sup>a</sup>, Alastair Robertson<sup>b</sup>, Albrecht Von Quadt<sup>c</sup>**

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

<sup>b</sup>*School of GeoSciences, University of Edinburgh, Edinburgh, EH9 3FE, UK*

<sup>c</sup>*Institute of Geochemistry and Petrology, ETH Zurich, 8092 Zurich, Switzerland  
(nusretnurlu@gmail.com)*

**Abstract:** The Meydan ophiolite and related volcanic rocks in the Helete region form part of the South East Anatolian Orogenic Belt and are important to understand the timing and processes of subduction and arc magmatism in the region. The main structural units from top to bottom are: (1) Malatya metamorphic unit, mostly meta-carbonate rocks, interpreted as part of the northern margin of the South Neotethys; (2) Late Cretaceous-Middle Eocene, mostly carbonate rocks (Harami Formation); (3) Ophiolitic rocks (Meydan ophiolite) and associated metamorphic sole; (4) Volcanogenic rocks (Helete unit); (5) Tectonic melange, and (6) Arabian foreland. The Meydan ophiolite, the volcanics and related tectonic melange are all intruded by Late Cretaceous granitoid rocks. Gabbroic rocks and sheeted dykes of the Meydan ophiolite exhibit near-horizontal Rare Earth Element (REE) patterns that are similar to other SSZ-type Eastern Mediterranean ophiolites. The new U-Pb dating of zircon separates yielded a  $79.8 \pm 1.1$  Ma crystallization age for gabbroic cumulates. The volcanic rocks range widely from basalt, to basaltic andesite, andesite and rhyodacite and are interpreted to record early stage arc magmatism. They are tholeiitic in character (Zr/Ti: 0.003-0.09; Nb/Y: 0.007-0.18). Negative Nb anomalies in normalised spider diagrams suggest formation above a subduction zone. Isotopic ratios; i.e.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  versus  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  versus  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  and  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  versus  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  show only limited variation, whereas  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratios are much more variable. The isotopic ratios are indicative of mixed magmatic contributions from DMM/MORB and EMII reservoirs that probably reflect the overall recycling of oceanic crust, mantle wedge material, pelagic sediment and continentally derived sediment. The Meydan ophiolite is interpreted to have formed above a supra-subduction zone, whereas the tectonic melange, including the dismembered ophiolite metamorphic sole, formed beneath the ophiolite in a subduction trench setting. The SSZ-ophiolite, inferred arc volcanics and accretionary melange are all intruded by Late Cretaceous ( $92.9 \pm 2.2$ - $83.1 \pm 1.5$  Ma; Zircon U-Pb) granitic rocks which are interpreted as the product of continental margin arc magmatism. Regional comparisons suggest that the rocks studied were derived from the Berit Ocean to the north of the Bitlis-Pütürge micro-continent, in which the Gökşun, İspendere and Kömürhan ophiolites also formed during the late Cretaceous.

**Keywords:** Neotethys, ophiolite, Helete, U-Pb zircon, isotopes, island arc

## FİLLOSİLİKATLARIN DURAYLI İZOTOP (O, H) JEOKİMYASI: TÜRKİYE’NİN TEKTONİK BİRLİKLERİNDEN ÖRNEKLER

Ömer Bozkaya<sup>1</sup> ve Hüseyin YALÇIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli (obozkaya@pau.edu.tr)

<sup>2</sup> Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas (yalcin@cumhuriyet.edu.tr)

**Özet:** Fillosilikat grubu mineraller yapısal olarak OH içermeleri nedeniyle, köken ve evrimlerinin belirlenmesinde oksijen ve hidrojen duraylı izotopları kullanılmaktadır. Jeolojik süreçler sırasında fillosilikatlardaki oksijen ve hidrojen izotop bileşimleri (‰  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta\text{D}$ ) değişmektedir (izotopsal ayırılma). Oksijen ve hidrojen izotop verileri  $\delta^{18}\text{O} - \delta\text{D}$  diyagramında doğrudan yorumlanarak fillosilikat minerallerinin sedimanter/kalıntı (süperjen) veya hidrotermal/metamorfik (hipojen) doğası belirlenmektedir. Ancak, minerali oluşturan suyun kökeni (deniz suyu, meteorik, magmatik ve metamorfik su) ve oluşum sıcaklığına ilişkin bilgilere ulaşmak, deneysel ve teorik olarak hesaplanmış sıcaklıkla birlikte değişen mineral-su dengesine ait ayırılma [ $\delta_{\text{mineral}} - \delta_{\text{su}}$  (‰) = 1000 ln  $\alpha_{\text{mineral-su}}$ ] eşitliklerinin kullanılmasıyla mümkündür. Sıcaklık biliniyor ise suyun kökeni, suyun kökeni biliniyor ise mineralin oluşum sıcaklığı belirlenebilmektedir. Türkiye’nin farklı tektonik birliklerinden (Toridler, Anatolidler, Güneydoğu Anadolu Otoktonu, Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağı) alınan farklı yaş (Paleozoyik-Tersiyer) ve oluşum koşullarına (sedimanter/diyajenetik ve bozunma/bozuşma) sahip birimlerdeki fillosilikat minerallerinde (kaolinit, serpantin, pirofillit, talk, smektit, illit-smektit, illit, filogopit, filogopit-vermikülit) gerçekleştirilen duraylı izotop jeokimyası incelemeleri; izotopsal bileşimin paleocoğrafik konum, diyajenez-metamorfizma ve bozuşma (serpantinleşme, talklaşma, vermikülitleşme) gibi jeolojik süreçlerden etkilendiğini göstermektedir. Dioktahedral fillosilikatlarda (illit, kaolinit, pirofillit, illit-smektit, smektit) artan diyajenez/metamorfizma ve hidrotermal bozuşma derecesiyle birlikte;  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri mineral fazında belirgin biçimde azalmakta iken,  $\delta\text{D}$  değerleri kısmen artmaktadır.  $\delta^{18}\text{O}$  farklılaşmasıyla karakteristik hidrotermal kökenli fillosilikatların su bileşimi daha çok meteorik su,  $\delta^{18}\text{O}$  yanı sıra  $\delta\text{D}$  farklılaşmasıyla karakteristik sedimanter kökenlilerde ise hem meteorik su hem de deniz suyu baskındır. Trioktahedral fillosilikatlarda (serpantin, filogopit, talk, filogopit-vermikülit), listvenitleşme, filogopitleşme ve vermikülitleşme türü bozuşmalar farklı yönelimlere sahip izotopsal farklılaşmalarla ifade edilmektedir. Serpantinlerden itibaren listvenitleşme artan  $\delta^{18}\text{O}$  ve azalan  $\delta\text{D}$ , filogopitleşme ve talklaşma ise artan  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta\text{D}$  değişimiyle karakteristiktir. Filogopitlerden itibaren filogopit-vermikülite dönüşüm (vermikülitleşme) ise sabit  $\delta^{18}\text{O}$  ve belirgin biçimde azalan  $\delta\text{D}$  yönelimi sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Fillosilikat,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta\text{D}$ , izotopsal farklılaşma, süperjen, hipojen

## STABLE ISOTOPE (O, H) GEOCHEMISTRY OF PHYLLOSILICATES: EXAMPLES FROM TECTONIC UNITS OF TURKEY

Ömer Bozkaya<sup>1</sup> and Hüseyin YALÇIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pamukkale University Department of Geological Engineering, Denizli (obozkaya@pau.edu.tr)

<sup>2</sup>Cumhuriyet University Department of Geological Engineering, Sivas (yalcin@cumhuriyet.edu.tr)

**Abstract:** Phyllosilicate group minerals contain structural OH, thus their oxygen and hydrogen stable isotopes are commonly used to determine origin and evolution. During the geological processes, oxygen and hydrogen isotope compositions (‰  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta\text{D}$ ) change (isotopic fractionation). The sedimentary / inheritance (supergene) or hydrothermal / metamorphic (hypogene) nature of phyllosilicate minerals can be evaluated from the oxygen and hydrogen isotope data on  $\delta^{18}\text{O} - \delta\text{D}$  diagram. However, the origin of mineral-forming waters (sea, meteoric, magmatic and metamorphic waters) and formation temperatures is possible to achieve through the mineral-water fractionation equations [ $\delta_{\text{mineral}} - \delta_{\text{water}}$  (‰) =  $1000 \ln \alpha_{\text{mineral-water}}$ ] from theoretically and experimentally calculated mineral-water equilibriums. The fluid source or temperature can be inferred if the fluid temperature or isotopic composition is known. Stable isotope geochemistry investigations on the phyllosilicate minerals (kaolinite, serpentine, pyrophyllite, talc, smectite, illite-smectite, illite, phlogopite, phlogopite-vermiculite) in the lithologies, representing from various tectonic units of Turkey (Taurides, Anatolides, Southeast Anatolian Ophiolite Belt, Southeast Anatolian Autochthon) and different age (Paleozoic-Tertiary) and also formation conditions (sedimentary / diagenetic and weathering/alteration), show that the isotopic composition were affected by geological processes such as paleogeographic setting, diagenesis-metamorphism and weathering/alteration (serpentinization, talcification, vermiculitization). In the dioctahedral phyllosilicates (illite, kaolinite, pyrophyllite, illite-smectite, smectite),  $\delta^{18}\text{O}$  values in mineral phase decrease significantly, whereas  $\delta\text{D}$  values increase partially, together with the increasing grades of diagenesis/metamorphism and hydrothermal alteration. Water composition of phyllosilicates with hydrothermal origin is characteristic with  $\delta^{18}\text{O}$  differentiation and dominant with meteoric water, whereas sedimentary ones are characteristic with  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta\text{D}$  differentiation and dominant with meteoric and sea water. In trioctahedral phyllosilicates (serpentine, phlogopite, talc, phlogopite-vermiculite), listwaenitization, phlogopitization and vermiculitization types of alterations are characterized by isotopic differentiations with different trends. Listwaenitization from serpentines are characterized by increasing  $\delta^{18}\text{O}$  and decreasing  $\delta\text{D}$ , whereas phlogopitization and talcification are typical for increasing both  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta\text{D}$ . As for the transformation from phlogopite to interstratified phlogopite-vermiculite (vermiculitization), it presents constant  $\delta^{18}\text{O}$  and markedly decreasing  $\delta\text{D}$  trend.

**Keywords:** Phyllosilicate,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta\text{D}$ , isotopic fractionation, supergene, hypogene

## ISTRANCA MASİFİNDEKİ KULA METAGRANİTOYİDİ'NİN JEOKRONOLOJİK VE JEOKİMYASAL İNCELENMESİNİN İLK SONUÇLARI, KB PONTİDLER, TÜRKİYE

Yıldırım Güngör<sup>1</sup>, Sabah Yılmaz Şahin<sup>1</sup>, Namık Aysal<sup>1</sup> ve Irena  
Peytcheva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Istanbul Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, İstanbul

<sup>2</sup>Department of Geochemistry and Petrology, Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, BG-1113 Sofia, Bulgaria  
gungory@istanbul.edu.tr

**Özet:** Istranca Masifi, Batı Pontitlerden Bulgaristan içlerine kadar devam eden ve Geç Prekambriyen – Erken Kambriyen'den Üst Kretase'ye kadar farklı bir dizi magmatik etkinliği bünyesinde barındıran poli-metamorfik bir masiftir. İstanbul'un KB'sında (Çatalca yakınlarında) tektonik bir dokanakla İstanbul Paleozoyik istifinden ayrılan Istranca Masifi, Güneyinde Trakya havzası çökelleriyle örtülmektedir. Bu çalışmada, Türkiye – Bulgaristan sınırının her iki yanında devam eden Kula metagranitinin jeokimyasal karakteristikleri ve jeokronolojisine ait ön bilgiler sunulacaktır. Kula metagranitoidi orta – iri taneli, milonitik – blastomilonitik dokulu granodioritik bir sokulumdur. Yer yer, kuvars ve felspat'ca zengin felsik damar kayaçları gözlenir. Plütonunun mineralojik bileşimini, kuvars (%20-25), çoğunlukla albitleşmiş plajiyoklaz (%45-50), ortoklaz (%10-20) ve mika (muskovit ve biyotit) mineralleri ile ikincil klorit ve epidot mineralleri oluşturmaktadır. Yoğun tektonizma ve alterasyondan etkilenmiştir. Kula metagranitoidi I-tipi karaktere sahip metalüminyumlu ve peralüminyumlu granit olarak sınıflandırılır. K<sub>2</sub>O içeriğine göre kalk-alkalen karakter sunmaktadır. Tektonik ortam ayırtman diyagramlarında volkanik yay ve çarpışma sonrası granitleri alanında yer almaktadır. Kula metagranitoidine ait, magmatik zonlu zirkon tanelerinde U-Pb LA-ICP-MS yaş tayininde 310.1±2.0 My (Karbonifer-Pennsylvanian) konkordiya yaşı alınmıştır. <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U yaşlarının 288±12 My ile 322±8 My arasında dağılım gösterdiği, ölçülen kalıntı çekirdek yaşının ise 370±12 My olduğu belirlenmiştir. Zirkon Th/U oranlarının 0.03 – 1.97 (ortalama 0.46) olduğu ve 0.15 – 0.72 arasında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Th/U oranına göre zirkon sınıflamasında; kenar-çekirdek 307±25 My yaş alınan ve Th/U oranı 0.03 olan bir zirkon tanesi metamorfik zirkon, 0.15 – 0.17 olan dört zirkon tanesi geçiş zonunda yer alırken diğer zirkonların tamamı ise magmatik zirkon olarak tanımlanan alan içerisinde konumlanmıştır. Kula metagraniti, jeokimyasal özellikleri ve bölgesel jeolojik konumuna göre, Istranca Masifi, Rodope ve Serbo-Makedonian Masiflerinde yaygın olarak gözlenen Karbonifer döneminde etkin olan Variskan magmatizmasının bir ürünü olarak değerlendirilebilmektedir. Istranca Masifinin batısında gözlenen Karbonifer metagranitoidleri, doğuya doğru gençleşmekte olan (Tepecik Kataklastik metagranitoidi; 249-254 My) metagranitoidlerle ilişkilidir. Tüm bu metagranitoidler, Paleo-Tetis Okyanusunun kuzey kolunun kuzeye dalımı ile oluşan farklı magmatik fazlarla temsil edilmektedir. Ayrıca bunların uzun ömürlü (Ordovisyen'den Triyasa'a kadar) Variskan magmatik yayının ürünleri olabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Istranca, Karbonifer-Pensilvaniyen, Variskan, metagranit

**PRELIMINARY RESULTS OF GEOCHRONOLOGICAL AND  
GEOCHEMICAL INVESTIGATIONS OF THE KULA  
METAGRANITOIDS IN STRANDJA MASSIF, NW PONTIDES,  
TURKEY**

**Yıldırım Güngör<sup>1</sup>, Sabah Yılmaz ŞAHİN<sup>1</sup>, Namık AYSAL<sup>1</sup> ve Irena  
Peytcheva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Istanbul University, Dept. of Geological Engineering, İstanbul,

<sup>2</sup>Department of Geochemistry and Petrology, Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, BG-  
1113 Sofia, Bulgaria  
gungory@istanbul.edu.tr

**Abstract:** Istranca (Strandja) Massif, extend into and continued Bulgaria from West Pontides until Late Precambrian - Early Cambrian from a different set up to the Upper Cretaceous magmatic activity including poly-metamorphic massifs. Istranca Massif, Northwestern part of Istanbul (Near Catalca) tectonically separated from Istanbul Paleozoic sequence, in southern part covered with the Thrace basin sediments. In this study, it will present geochemical and geochronological prior data of Kula metagranitoid that lengthen in both of sides of Turkish-Bulgarian boundary. Medium-coarse grained, mylonitic-blastomylonitic textured Kula metagranitoid is pluton a granodioritic. It locally includes quartz and feldspars' rich vein rocks. Mineralogical composition of pluton composed of quartz (20-25%), albitized plagioclase (45-50%), orthoclase (10-20%) and mica (muscovite and biotite) minerals and secondary minerals chlorite and epidote. It's affected dense tectonism and alteration. Kula metagranitoids has classified as the I-type, metaluminous – peraluminous granite. According to K<sub>2</sub>O content of this metagranitoid presents calc-alkaline character. The samples of this metagranitoid plotted volcanic arc and post-collision granite areas in tectonic discrimination diagram. In magmatic zoning zircon grains belonging to Kula Metagranitoid are found 310.1±2.0 Ma (Carboniferous-Pennsylvanian) concordia age. <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U ages are between 288±12 Ma and e 322±8 Ma, whereas inherited core age is 370±12 Ma. Zircon Th/U rate is 0.03 – 1.97 (average 0.46) and intensely 0.15 – 0.72 values. In the zircon classification according to Th/U rate, a metamorphic zircon taken place rim-core 307±25 Ma age and Th/U rate 0.03, four zircon grains plotted in transition zone area and have Th/U rate 0.15 – 0.17, all of rest of the zircon grains plotted magmatic zircon area. Kula metagranite, according to the regional geological and geochemical characteristics, Istranca Massif, Rodope and Serbo-Macedonian Massif widely observed in the Carboniferous period, can be considered a product of the active Variscan magmatism. Carboniferous metagranitoid observed in western part of Istranca Massif was similar to the younger metagranitoid in eastern part of massif (Tepecik Cataclastic metagranitoid, 249-254 Ma). All of these metagranitoids are evaluated to revealed by subduction of the northern branch of Paleo-Tethys Ocean. In addition, these are products of the longlived (Ordovician to Triassic) Variscan magmatic arc that represented different magmatic phases and they may have been concluded.

**Keywords:** Strandja, Carboniferous-Pennsylvanian, Variscan, metagranite

**JEOTERMAL SİSTEMLER**

***GEOHERMAL SYSTEMS***



**ALAŞEHİR JEOTERMAL ALANLARINDA (BATI ANADOLU)  
JEOTERMAL AKIŞKANIN BOR VE ARSENİK DERİŞİMİNE  
BAĞLI GELİŞEN YERALTISUYU VE TOPRAK KİRLİLİĞİ**

**Ali Bülbül<sup>1</sup>Tuğbanur Özen Balaban<sup>2</sup> ve GültekinTarcan<sup>3</sup>**

1 PAÜ Jeoloji Müh., Denizli (abulbul@pau.edu.tr)

2 İKC Merkezi Ar. Lab., İzmir (tugbanurozen@hoytmail.com)

3 PAÜ Jeoloji Müh., İzmir (gultekin.tarcan@deu.edu.tr)

**Özet:** Batı Anadoludaki önemli jeotermal sistemleri barındıran Alaşehir ovasında, üzüm yetiştiriciliği çok önemlidir. Alaşehir Grabeninde en altta Jeotermal Sistemin rezervuarını oluşturan Menderes Masifi metamorfileri yer alır. Bunların üzerine alttan itibaren uyumsuz dokanakla Erken-Orta Miyosen birinci sedimanter istif, ve geçişli olarak ikinci sedimanter istif kısmen örtü kaya özelliği gösterir. Üzerine uyumsuz gelen Pliyosen yaşlı üçüncü sedimanter istifin kongromera, kumtaşı bantları/mercekleri nispeten yüksek topoğrafik kotlarda soğuk su sisteminde kaynaklarla boşalım yapan tünük akifer özelliği gösterir. En üste uyumsuz gelen ve tüm birimleri örten Kuvaterner yaşlı dördüncü sedimanter birim soğuk su sistemlerinin en önemli akiferini oluşturur. Basınçlı jeotermal sistemin hidrolik kotu serbest soğuk su akiferin kotundanyüksek olduğu içinarsenic, bor, sodyumca zengin jeotermal akışkan, As, B ve Na konturlarına göresıyırılma faylarındakistrep-overzonlarındanve hatalı casing yapılan jeotermal kuyulardan Kuvaterneralüvyon akiferi besler. Alaşehir jeotermal alanlarında117 adet jeotermal ve soğuk su örnekleme, farklı lokasyonlarda 56 adet toprak örnekleme yapılarak hem sularda, hem de toprak örneklerinde Na, S, B, As analizleri yaptırılmıştır. Yeraltısuları ve jeotermal kuyu ve kaynak sularında maximum sodyum, sülfat, bor, ve arsenic derişimleri sırasıyla 1894 ppm, 2058 ppm, 124 ppm ve 0.94 ppb olarak belirlenmiştir. Toprak örneklerinde sırasıyla Na, S, B, Asiçin maximum değerler sırasıyla %3.34, %2.35, 600 ppm ve 54 ppm olarak ölçülmüştür. Bor elementinin kaynağı Menderes metamorfilerindeki turmalin ve masifin çatlaklarındaki evaporitik serilerden kolemanit mineralidir. Arseniğin kaynağı ise büyük ölçüde çatlak dolgularında jips ve kolemanitle birlikte çökelen realgar ve orpiment minerallerinin yanısıra kısmen alunit, kireçtaşı/dolomit, traverten and volkaniklerdir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeotermal, Arsenik, Bor, Kirlilik Taşınımı, Yeraltısuyu Kirliliği, Toprak Kirliliği.



**WATER AND SOIL CONTAMINATION ON ACCOUNT OF BORON AND ARSENIC CONCENTRATION OF GEOTHERMAL FLUID IN ALAŞEHİR GEOTHERMAL FIELDS (WEST ANATOLIA)**

**Ali Bülbül<sup>1</sup>Tuğbanur Özzen Balaban<sup>2</sup> ve GültekinTarcan<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> PAÜ Jeoloji Müh., Denizli (abulbul@pau.edu.tr)

<sup>2</sup> İKC Merkezi Ar. Lab., İzmir (tugbanurozen@hotmail.com)

<sup>3</sup> PAÜ Jeoloji Müh., İzmir (gultekin.tarcan@deu.edu.tr)

**Abstract:** Grape cultivation is very important in Alaşehir plain hosting important geothermal systems in Western Anatolia. Menderes Massif metamorphics are located at the bottom of Alaşehir Graben and constitutes the reservoir rock of the geothermal system. Early-middle Miocene first and second sedimentary series overlie on it as disconformity forms cap rock of the geothermal system partially. Pliocene third sedimentary series including conglomerates and sandstone lens as perched aquifer discharging cold water in high elevation springs overlie it. Overlying Quaternary fourth sedimentary series above all the series at the top is the most important cold water aquifer. Due to head of the confined geothermal aquifer is higher than the unconfined cold water aquifer, according to B, As and Na contour diagrams for groundwater; geothermal fluids which have high arsenic, boron, sodium concentration contributes to Quaternary alluvial aquifer by means of step-over zones in detachment fault systems and missing case of geothermal drills. In Alaşehir geothermal fields, 117 cold and thermal waters from wells and springs, and 56 soil samples collected in different locations are analyzed for Na, S, B and As. Maximum concentrations of sodium, sulphate, boron and arsenic are 1894 ppm, 2058 ppm, 124 ppm and 0.94 ppb respectively. Maximum concentration of soil samples for Na, S, B and As are 3.34%, 2.35%, 600 ppm and 54 ppm, respectively. The source of boron is tourmalin and colemanite including evaporitic series in fractured zones of Menderes Massif. The source of arsenic is mainly gypsum and colemanite formed orpiment and realgar along fractured zones of Mesozoic-Cenozoic aquifers, rarely alunite, limestone/dolomite, travertine and volcanics.

**Keywords:** Geothermal, Arsenic, Boron, Contaminant Transport, Groundwater Pollution, Soil Contamination.

## PERTEK JEOTERMAL ALANININ HİDROJEOKİMYASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Ayten ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL<sup>1</sup> ve Aysun AKKUŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tunceli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 62000 Tunceli

<sup>2</sup>Tunceli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 62000 Tunceli  
aytenoztufekci@gmail.com

**Özet:** Pertek jeotermal alanı Tunceli ilinin güneybatısındaki Singeç vadisi ve yakın civarında yer alan ve daha önce jeotermal açıdan çalışılmamış bir alanı içermektedir. Çalışılan alandaki jeolojik birimler, Permian-Triyas yaşlı Keban Metamorfizmaları, üst Kretase Pertek Granitoidi, orta Eosen-üst Oligosen Kırkgeçit Formasyonu, üst Miyosen-Pliyosen Karabakır Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlarıdır. Bölgede, K-G doğrultulu sıkışma rejimi Geç Kretase sonrası dönemde devam etmiş ve Keban Metamorfizmaları, yaklaşık D-B uzanımlı Bindirme Fayı ile Pertek Granitoidi üzerine itilmiştir. Orta Miyosen sonrasında ise bu bindirme fayını öteleyen, yaklaşık KB-GD uzanımlı sağ yanal doğrultulu atımlı bir fay ve çok sayıda makaslama kırık ve çatlakları oluşmuştur. Söz konusu makaslama yapıları Pertek jeotermal alanındaki soğuk ve sıcak kaynaklarının yüzeye ulaşmasını denetler. Keban Metamorfizmaları'nin kristalize kireçtaşı ve mermerleri Pertek jeotermal alanındaki suların hazne kayasını oluşturmaktadır. Bu hazne kayanın beslenme bölgesinde, sadece sınırlı alanlarda, yarı geçirimli sedimanter (Kırkgeçit Formasyonu) ve volkanik örtü kayaları (Karabakır Formasyonu) bulunmaktadır. Bu nedenle, Pertek jeotermal sistemi açık sistem olarak değerlendirilebilir. Sistemdeki termal suların pH ve elektriksel iletkenlikleri sırasıyla 6,18-7,55 ve 816-2330  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasındadır. Yüzeye çıkış sıcaklıkları ise 25,5-38,2°C arasında değişmektedir. Soğuk suların pH ve elektriksel iletkenlik değerleri ise sırasıyla 7,52-8,31 ve 402-472  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasındadır. Sularda en fazla bulunan kation  $\text{Ca}^{+2}$ , anyon ise  $\text{HCO}_3^{-}$  dir. IAH (1979) su sınıflandırma yöntemine göre, termal ve soğuk sular Ca-Mg- $\text{HCO}_3$  tipinde, Keban barajının göl suları Ca-Mg- $\text{HCO}_3$ - $\text{SO}_4$  tipindedir. Termal sular genel olarak kalsit, aragonit, kalsedon, kuvars ve dolomit minerallerine doygundur. Pertek Jeotermal alanının, silis (kalsedon) jeotermometresi kullanılarak hesaplanan rezervuar sıcaklığı kabaca 51-99°C'dir. Bu jeotermal alanda, entalpi-silis karışım diyagramından elde edilen soğuk su karışım oranları (%60-88) yüksektir. Bu nedenle, jeotermal suların yüzeye çıkış sıcaklıkları, su-kayaç etkileşimleri ve bununla ilişkili olan toplam çözünmüş katı içerikleri düşüktür.

**Anahtar Kelimeler:** Jeotermal, Hidrojeokimya, Pertek, Tunceli

*Bu çalışma, Tunceli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (TÜNİBAP) tarafından YLTUB15-01 proje numarası ile desteklenmiştir.*

## HYDROGEOCHEMISTRY AND EVALUATION OF THE PERTEK GEOTHERMAL FIELD

Ayten ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL<sup>1</sup> and Aysun AKKUŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tunceli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 62000 Tunceli

<sup>2</sup>Tunceli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 62000 Tunceli  
aytenoztufekci@gmail.com

**Abstract:** The Pertek geothermal field is located at Singec valley and its close vicinity in the northwest of the province of Tunceli and this field has not been previously studied in terms of geothermal. In the study area, Permian-Triassic Keban Metamorphites, upper Cretaceous Pertek Granitoid, middle Eocene-upper Oligocene Kırkgeçit Formation, upper Miocene-Pliocene Karabakır Formation and Quaternary alluvium are the geological units. In the region, Keban metamorphic rocks was pushed onto Pertek Granitoid with about E-W trending thrust fault, as a result of N-S trending compressional regime continued in the period after the late Cretaceous. In the period of after middle Miocene, approximately NW-SE oriented dextral strike-slip fault, which offset the thrust fault, shear fractures and numerous cracks were formed. Aforementioned shear structures control the cold groundwater and thermal springs in the Pertek geothermal field to reach the surface. The crystallized limestones and marbles of the Keban Metamorphites constitute the reservoir rocks of the Pertek geothermal field. The recharge field of the reservoir rocks was covered by semi-permeable sedimentary (Kırkgeçit Formation) and volcanic rocks (Karabakır Formation), only in a limited area. Therefore, the Pertek geothermal system can be considered as an open system. The pH and electrical conductivity of the thermal water in the system are between 6,18 to 7,55 and 816 to 2330  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , respectively. Temperature of these waters varies between 25,5 to 38,2°C, when they reach up to the surface. The pH and electrical conductivity of the cold springs in the system are between 7,52 to 8,31 and 402 to 472  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , respectively. The most abundant cation present in the waters is  $\text{Ca}^{+2}$ ; the most abundant anion is  $\text{HCO}_3^-$ . According to the IAH (1979) water classification, these thermal and cold waters are of the Ca-Mg- $\text{HCO}_3$  type and the waters of the Keban dam lake are of the Ca-Mg- $\text{HCO}_3$ - $\text{SO}_4$  type. The thermal waters are generally oversaturated with calcite, aragonite, chalcedony, quartz and dolomite minerals. The calculated reservoir temperature of the Pertek geothermal field, using silica (chalcedony) geothermometer, changes roughly between 51-99°C. The cold water mixing ratios obtained from enthalpy-silica diagram are high (60-88%) in this geothermal field. Therefore, the discharge temperatures of geothermal waters, water-rock interactions and related total dissolved solids contents are low.

**Keywords:** Geothermal, Hydrochemistry, Pertek, Tunceli.

*This work is supported by the Scientific Research Project Fund of Tunceli University under the project number YLTUB15-01.*

## KUZEYDOĞU ANADOLU JEOTERMAL SİSTEMLERİNİN HİDROJEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**Harun Aydın<sup>1</sup>, Hüseyin Karakuş<sup>2</sup>, Halim Mutlu<sup>3</sup>, Nilgün Güleç<sup>4</sup>,  
David R. Hilton<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 65080, Van,

<sup>2</sup>Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100, Kütahya,

<sup>3</sup>Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Ankara,

<sup>4</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara,

<sup>5</sup>Fluids and Volatiles Laboratory, Geosciences Research Division, Scripps Institution of Oceanography,  
UCSD, La Jolla, 92093, CA, USA

harun@yyu.edu.tr

**Özet:** Neojen volkanizması ve tektonizmasının birlikte geliştiği nadir kıtasal ortamlardan biri olan Anadolu'da, jeolojik ve tektonik yapının sonucu olarak jeotermal potansiyel oldukça yüksektir. Son yıllarda, jeotermal potansiyeli tanımlanmış Batı Anadolu jeotermal kaynakları; enerji üretimi, konut/şehir ısıtma, termal turizm, seracılık vb. gibi geniş bir yelpazede kullanım olanağı sağlamaktadır. Fakat Kuzey Doğu Anadolu (KDA) jeotermal kaynakları, yerel ölçekte sadece termal turizm amacı ile kullanılmaktadır. KDA bölgesindeki bazı jeotermal alanlar, su-kayaç etkileşimi ve akışkanların kökeninin belirlenmesine yönelik fizikokimyasal ve izotopik yöntemler ile kısmen incelenmiş olmakla birlikte bu kaynakların jeotermal potansiyeli, hidrojeolojik kavramsal model bakış açısı ile irdelenmemiştir. Bu çalışmada KDA bölgesinde (Ardahan, Artvin, Erzincan, Erzurum, Kars, Rize) yer alan 17 farklı jeotermal sahada boşalım sağlayan 36 jeotermal kaynağın hidrojeokimyasal özellikleri ve rezervuar sıcaklıkları incelenmiştir. NaHCO<sub>3</sub> su türünün baskın olduğu çalışılan suların sıcaklık, pH ve özgül elektriksel iletkenlik değerleri sırası ile 18.57-63.20°C, 5.33-9.76 ve 194-9580 µS/cm arasında değişmektedir. Akdağ, Çat, Horasan ve Ilıca sahaları (Erzurum) için uygulanan Na/K ve K/Mg jeotermometreleri, genelde 70-170°C ve 48-88°C aralığında değişen rezervuar sıcaklıkları üretmiştir. Köprüköy, Pasinler, Tekman ve Uzunahmet (Erzurum) jeotermal sahalarına uygulanan Na/K jeotermometreleri gerçekçi olmayan (>160°C) sonuçlar sunarken, K/Mg jeotermometresi ile 45-87°C'lik sıcaklıklar hesaplanmıştır. K/Mg jeotermometresi ile İkizdere sahası (Rize) için 107°C'lik dikkat çekici bir sonuç elde edilmiştir. Ayder sahasında Na/K jeotermometreleri 71-123°C arasında değişen sonuçlar sunarken, K/Mg jeotermometresi ise çıkış sıcaklığına yakın sonuçlar üretmiştir. Artvin ve Kars illerinde yer alan düşük sıcaklıklı (<36.5°C) sahalar için uygulanan K/Mg jeotermometresi ile 71-123°C arasında değişen rezervuar sıcaklıkları tahmin edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeotermal kaynak, hidrojeokimya, jeotermometre, Kuzeydoğu Anadolu

**Katkı Belirtme:** Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurumu (TÜBİTAK-ÇAYDAG) tarafından 114Y067 nolu araştırma projesi kapsamında desteklenmiştir.

## HYDROGEOCHEMICAL PROPERTIES OF GEOTHERMAL FIELDS AT NORTHEASTERN ANATOLIA

Harun Aydın<sup>1</sup>, Hüseyin Karakuş<sup>2</sup>, Halim Mutlu<sup>3</sup>, Nilgün Güleç<sup>4</sup>, David R. Hilton<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 65080, Van,

<sup>2</sup>Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100, Kütahya,

<sup>3</sup>Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Ankara,

<sup>4</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara,

<sup>5</sup>Fluids and Volatiles Laboratory, Geosciences Research Division, Scripps Institution of Oceanography, UCSD, La Jolla, 92093, CA, USA

harun@yyu.edu.tr

**Abstract:** In Anatolia which is one of exceptional continental regions hosting both Neogene volcanism and tectonism, the geothermal potential is quite high due to unique geological and tectonic structures. In recent years, the geothermal resources in western Anatolia, whose geothermal potential is well defined, are successfully used in a wide range of applications such as energy production, district heating, thermal tourism and greenhouse heating. However, the geothermal resources of northeastern Anatolia (NEA) have been used only in limited local-scale applications such as thermal tourism. Some of the geothermal fields in NEA region have been studied partly using physicochemical and isotopic techniques, leading to an understanding of water-rock interaction and origin of fluids. However, geothermal potential of these resources was not investigated from the perspective of hydrogeological conceptual model. In this study, hydrogeochemical properties and reservoir temperatures of 36 geothermal springs from 17 different geothermal fields in NEA region are investigated (in Ardahan, Artvin, Erzincan, Erzurum, Kars and Rize provinces). Waters which are of mostly NaHCO<sub>3</sub> character have temperature, pH and specific electrical conductivity values varying between 18.57-63.20°C, 5.33-9.76 and 194-9580 µS/cm, respectively. The reservoir temperatures of Akdağ, Çat, Horasan and Ilıca (Erzurum) geothermal fields computed by Na/K and K/Mg geothermometers typically range from 70-170°C and 48-88°C. The Na/K geothermometer results for the Köprüköy, Pasinler, Tekman and Uzunahmet (Erzurum) geothermal fields seem to be unrealistic (>160°C) while the temperatures calculated by K/Mg geothermometer are 45-87°C. A remarkable reservoir temperature of 107°C is obtained by K/Mg geothermometer for the İkizdere field (Rize). The Na/K geothermometers yield varying results between 71-123°C for Ayder while results from K/Mg geothermometer are similar to discharge temperatures. For low-temperature geothermal fields in the Artvin and Kars provinces, reservoir temperatures by K/Mg geothermometer are estimated between 71-123°C.

**Keywords:** Geothermal spring, hydrogeochemistry, geothermometer, Northeastern Anatolia

**Acknowledgements:** This study is funded by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK-ÇAYDAG project number: 114Y067).

**TRAKYA BÖLGESİ'NİN İLK JEOTERMAL SAHASI:  
KIRKLARELİ-ASİLBEYLİ SAHASI**

**Lütfi Taşkiran<sup>1\*</sup>, Ünsal Turalı<sup>1</sup>, Gürsel Arslan<sup>2</sup>**

1 MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt Ve Arama Dairesi 06800 Çankaya-Ankara

2 MTA Ege Bölge Müdürlüğü 35040 Bornova-İzmir

(\*lutfi.taskiran@mta.gov.tr)

**Özet:** Doğu Trakya bölgesinde yer alan Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerinde günümüze kadar bilinen herhangi bir jeotermal alan mevcut değildi. Bu çalışma, MTA Genel Müdürlüğü'nün "Trakya Jeotermal Enerji Aramaları" projesi kapsamında yapılan çalışmaların ilk bulgularını içermektedir. İnceleme alanı, Kırklareli il merkezi ve yakın çevresinde yer alan şekilde yaklaşık 150 km<sup>2</sup>'lik bir alanı içermektedir. Çalışma alanında jeolojik olarak temelde Paleozoyik yaşlı gnays ve şistleri içeren Tekedere grubu ve pembe, beyaz renkli, iri feldspat fenokristali içeren granitlerden oluşan Şeytandere metagraniti gelmektedir. Temel birimlerin üzerine açısız uyumsuzlukla orta Eosen yaşlı bej, beyaz, sarı, gri renkli tabanda volkanik kırıntılı, kumlu, killi kireçtaşı, kumtaşı ve marndan oluşan İslambeyli formasyonu ve üst Eosen yaşlı beyaz, gri yer yer sarı renkli, bol fosilli, kumlu-killi resifal Kırklareli kireçtaşları gelmektedir. Eosen birimleri aynı zamanda jeotermal sistemin rezervuarı özelliğindedir. Bu birimlerinde üzerine yine diskordansla jeotermal açıdan örtü birim özelliğindeki üst Miyosen'e ait sarımsı beyaz, beyaz renkli çapraz tabakalı killi kumtaşı ile açık yeşil renkli laminalı kilitaşından oluşan Ergene formasyonu ile Pliyosen yaşlı sarımsı kahve, kırmızı, sarımsı beyaz renkli tutturulmuş/tutturulmamış çakıl, kum ve çamurtaşından oluşan ve çalışma alanında oldukça geniş bir alan kaplayan Trakya formasyonu gelmektedir. Tüm bu birimleri özellikle dere yataklarında kuvaterner yaşlı alüvyon açısız uyumsuzlukla örtmektedir. MTA Genel Müdürlüğü'nün "Trakya Jeotermal Enerji Aramaları" projesi kapsamında 2013 yılında Kırklareli-merkezi kapsayan ruhsat alanlarında yaklaşık 150 km<sup>2</sup> 'lik detay jeotermal jeolojisi çalışması yapılmıştır. Jeolojik çalışmaların yanı sıra ruhsat sahalarında belirlenen profillerde 116 adet jeofizik rezistivite (des) ölçüsü alınmış ve alanın jeotermal modeli belirlenmiştir. Bu çalışmaların yanında hidrojeokimyasal çalışmalar kapsamında da inceleme alanındaki soğuk kaynaklardan 2 adet su kimyası analizi yaptırılmış olup sular CaSO<sub>4</sub> ve NaHCO<sub>3</sub>'lü sular sınıfındadır. Tüm bu çalışmalar sonucunda 2014 yılında belirlenen lokasyonlarda 570 m. Derinlikte bir gradyan ve 1500 m. Derinlikte bir adet üretim amaçlı jeotermal araştırma sondajı yapılmıştır. Üretim amaçlı açılan sondajda kompresör ile 57 ° c sıcaklıkta ve 30 l/s debide akışkan elde edilmiştir. Ayrıca 3,5 l/s debide artezyenik üretim de elde edilmiştir. Çalışmalar sonucunda doğu Trakya bölgesinin ilk jeotermal alanı ortaya çıkarılmış olup, jeotermal unsurların ve yüzeysel verilerin çok az olduğu bölgenin jeotermal potansiyeli ve jeotermal enerji araştırmalarına bakış açısı köklü olarak değişmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Trakya, kırklareli, jeotermal, hidrojeokimya



**THE FIRST GEOTHERMAL AREA OF THRACE: KIRKLARELI-ASILBEYLI AREA****Lütfi Taşkıran<sup>1,\*</sup>, Ünsal Turalı<sup>1</sup>, Gürsel Arslan<sup>2</sup>**

1 General Directorate Of Mineral Research And Exploration, Department Of Energy Raw Materials Research And Exploration, 06800 Çankaya-Ankara

2 MTA Aegean District Office, 35040 Bornova-Izmir

(\*lutfi.taskiran@mta.gov.tr)

**Abstract:** There was not known any existing geothermal area in Edirne, Kırklareli and Tekirdag in eastern Thrace until today. This study contains first findings of the “Geothermal Energy Research project in Thrace” of the MTA General Directorate. Study field is approximately 150 km<sup>2</sup> which located the center of Kırklareli province and surrounding area. In the field, Paleozoic basement rocks Tekedere group which contains gneisses and schists and seyandere metagranite consisting of a granite that contains pink, white colored, coarse feldspar fenocrystal is existed. Middle Eocene aged, beige, white, yellow, grey colored clastic volcanic, sandy, clayey limestone, sandstone and marn (İslambeyli formation) and upper Eocene-aged white, grey, yellow fossil-rich sandy, clayey and resifal Kırklareli limestones overlain with a angular unconformity. Eocene units are also geothermal reservoir in the field. And over all these units Ergene formation (upper Miocene aged, yellowish white- white colored cross- layered, clayed sandstone and green, laminated claystone) and thrace formation consisting of Pliocene aged sandstones and mudstones (which has got a very large area in the study field) are located with discomformity. All these units are overlain by quaternary alluvium that is especially located in creek beds. In the field, geological, geophysical and hydrogeochemical studies have been made by MTA (Mineral Research and Exploration) General Directorate between 2013. Approximately 150 km<sup>2</sup> detailed geothermal geology has been conducted in the licensed field which covers Kırklareli center. Besides geological studies, 116 electrical-resistivity is measured in the spotted profiles and the geothermal model of the field has been determined. The scope of hydrogeochemistry studies, two water chemistry analysis have been collected from the cold springs in the study area. Water samples have CaSO<sub>4</sub> and NaHCO<sub>3</sub> types. As a result of all these studies, at the determined locations a gradient well (570 m) and production well (1500 m) was drilled in 2014. As a result of all these studies, geothermal fluid which has 57 °C temperature and 30 l/s flow rate with compressor and also 3,5 l/s artesian flux have been obtained from production well. Thus, the first geothermal field of east thrace has been discovered through this study. Geothermal potential and geothermal perspective has been changed radically in this region.

**Keywords:** Thrace, Kırklareli, geothermal, hydrogeochemistry

## ORTA ANADOLU'DA YENİ BİR JEOTERMAL ALANIN HİDROJEOKİMYASI: SARIYAHŞI (AKSARAY)

**Mustafa Yıldız<sup>1</sup>, Mustafa Afşin<sup>2</sup>, Ali Karan<sup>3</sup>, HaticeDilek Çelikkaya<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup>Aksaray Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü, Kampüs, 68100, Aksaray

<sup>3,4</sup>ASD Yeraltı Etüt Mühendislik, Merkez Mah. Atatürk Cad. H. Uçar İşhanı, No. 2-2, Erdemli,  
Mersin

jeomyildiz@gmail.com, mustafaafsin@aksaray.edu.tr

**Özet:** Sarıyahşi jeotermal alanı (SJA) Aksaray'ın yaklaşık 100 km kuzeyinde Bekdik yerleşim alanında yer almaktadır. SJA'da Üst Kretase – Erken Paleosen yaşlı granodiyorit ve granit bileşimli magmatitler temel kayaları oluşturur. Granitoidlerin üzerine kumtaşı, kilitaşı ve çamurtaşı ardalanmalı Paleosen yaşlı Baraklı formasyonu uyumsuz olarak gelir. Kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı ile temsil edilen Eosen yaşlı Meşeköy formasyonu Baraklı formasyonu üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Oligo-Miyosen yaşlı birimler jipsli seviyeler içerir. Miyo-Pliyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı ve gölsel kireçtaşıdan oluşan Kızıllırmak formasyonu jipsli seviyeler üzerinde uyumsuzdur. Serbest kum ve çakıllar Kuvaterner yaşlı alüvyonu oluşturur. SJA paleo ve neotektonik döneme ait önemli yapısal unsurlar içermektedir. SJA'da neotektonik döneme ait KD-GB ve KB-GD doğrultulu normal faylar boyunca sıvı çıkışlarına bağlı olarak alterasyonlar ve traverten çökelimleri gelişmiştir. SJA'da jeolojik, jeofizik çalışmaları ve toprak gaz (Rn, Tn, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub>) ölçümleri ile sondaj noktaları belirlenmiştir. Bu noktalarda yapılan sondajlarda kuyu dibi sıcaklığı ~42 °C ve debisi ~50 L/s ölçülmüştür. SJA'daki iki kuyunun yüzeydeki sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik ve CO<sub>2</sub> değerleri sırasıyla 28 - 31 °C, 6.6 - 7.9, 15660 - 54000 µS/cm, %26.4-37'dir. Bu jeotermal suların birincil akiferi Premesozoyik yaşlı Bozçaldağ metamorfiteğine ait mermerler; ikincil akiferi Eosen yaşlı Meşeköy formasyonuna ait kireçtaşları; örtü kayaları ise, SJA'da farklı yaşlardaki geçirimsiz seviyeler olabilir. Söz konusu jeotermal suların kimyası fasiyesi Na-Cl'dir. Bunun nedenleri, yeraltı akış sisteminde uzun dolaşım ve suların yüzeye doğru yükselimi sırasında evaporitleri çözmesi olabilir. Bu öngörü, suların kalsit ve aragonite minerallerine göre doygun; jips, halit ve anhidrit minerallerine göre doymamış olmaları ile desteklenmektedir. SJA'da suların ısı kaynakları jeotermal gradyan, volkanizma, granit sokulumları ve radyoaktif minerallerin radyasyonu olabilir. Bu suların hazne kaya sıcaklıkları silis jeotermometrelerine göre 104 ile 147 °C arasında hesaplanmıştır. Bu sonuç, şu anda sadece seracılıkta kullanılan SJA'nın jeotermal enerji potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Jeotermal enerji, seracılık, ısı kaynağı, Sarıyahşi, Aksaray



## HYDROGEOCHEMISTRY OF A NEW GEOTHERMAL FIELD IN CENTRAL ANATOLIA: SARIYAHŞI (AKSARAY)

Mustafa Yıldız<sup>1</sup>, Mustafa Afşin<sup>2</sup>, Ali Karan<sup>3</sup>, HaticeDilek Çelikkaya<sup>4</sup>

<sup>1</sup>University of Aksaray, Department of Geological Engineering, Campus, 68100, Aksaray

<sup>3,4</sup>ASD Yeraltı Etüt Engineering, Merkez Mah. Atatürk Cad. H. Uçar İşhanı,  
No. 2-2, Erdemli, Mersin

jeomyildiz@gmail.com, mustafaafsin@aksaray.edu.tr

**Abstract:** Sarıyahşi Geothermal Field (SGF) is located in Bekdik settlement at about 100 km north of Aksaray. Magmatic rocks consist of granite and granodiorite Upper Cretaceous-Early Paleocene in age are the oldest rocks in the study area. Sandstone, claystone and mudstone interbedded Baraklı formation Paleocene in age unconformably on granitoides. Meşeköy formation of Eocene age represented sandstone, siltstone, mudstone and limestone, is unconformably overlies on Baraklı formation. Oligo-Miocene in age unites include gypsum levels. Kızılırmak formation Mio-Pliocene in age formed by conglomerate, sandstone, lacustrine limestone overlies unconformably on gypsum levels. Alluvium of Quaternary age consists of loose sand and gravel. SGF implicates important structural features of Paleo and Neotectonic period. Alterations and travertine deposits are developed depending on thermal water outlets along the NE-SW and NW-SE trending normal fault in Neotectonic period. Drilling locations are determined as a result of geological and geophysical surveys and soil gas (Rn, Tn, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub>) in SGF. Downhole temperatures and discharge rates in these points were measured as ~42 °C and ~50 L/sec, respectively. The ranges of temperature, pH, electrical conductivity and CO<sub>2</sub> on the surface values of two drilling are determined as 28 - 31 °C, 6.6 - 7.9, 15660 - 54000 µS/cm, 26.4-37%, respectively in SGF. The primary aquifers of these geothermal waters should be marbles Premesozoic in age, the secondary aquifers are of limestones of Meşeköy formation Eocene in age and impermeable levels form the cap rocks in different ages SGF. Hydrochemical facies of these geothermal waters is Na-Cl. The causes of this facies may be long circulation in groundwater flow system and dissolution of evaporites during ascending to surface of the waters. This foresight is supported by waters that are saturated with respect to calcite and aragonite minerals and unsaturated with respect to gypsum, halite and anhydrite minerals. Geothermal gradient, volcanism, deep-sealed granitic intrusive and radiation of radioactive minerals may be suggested to be the heat sources of the waters in SGF. Reservoir temperatures of these waters were calculated between 104 and 147 °C by silica geothermometers which denote the high geothermal energy potential of SGF, currently being used in the greenhouse work only.

**Keywords:** Geothermal energy, greenhouse, heat source, Sarıyahşi, Aksaray.

## CO<sub>2</sub> DEPOLAMA SAHALARININ DOĞAL BENZERLERİ OLARAK TÜRKİYE'DEKİ JEOTERMAL SİSTEMLERİN JEOKİMYASAL KARAKTERİZASYONU

Sanem Elidemir<sup>1</sup> ve Nilgün Güleç<sup>2</sup>

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

**Özet:** CO<sub>2</sub> emisyonunun küresel ısınma ve iklim değişimi üzerindeki olumsuz etkisini azaltmak için, gündemde olan başlıca stratejilerden biri CO<sub>2</sub> gazının yeraltı katmanlarında depolanmasıdır. Derin tuzlu akiferler, enjekte edilen CO<sub>2</sub>'in depolanması için alternatif rezervuarlardan birini oluşturur ve doğal benzerleri üzerindeki çalışmalar (örneğin; jeotermal sistemler) enjekte edilen CO<sub>2</sub>'in özellikle uzun vadedeki davranışı hakkında değerli bilgiler sağlar. Bu çalışmada, Türkiye'deki jeotermal sistemler CO<sub>2</sub> depolama sahalarının doğal benzerleri olarak göz önüne alınmış ve bu sistemlerin jeokimyasal özellikleri, CO<sub>2</sub> depolama sırasında gelişebilecek muhtemel hidrojeokimyasal süreçler açısından değerlendirilmiştir. Güncel verilerin uygunluğu baz alınarak batı, doğu ve kuzey Anadolu'dan çeşitli jeotermal sistemler seçilmiştir. Bu sistemleri kontrol eden hidrojeokimyasal süreçler ve potansiyel kapanlanma mekanizmaları, sistemin jeokimyasal karakterizasyonu, türleşme-çözünürlük hesaplamaları, ve modelleme çalışmalarını (tersine modelleme, dedolomitleşme modellemesi gibi) içeren çeşitli jeokimyasal yöntemlerle belirlenmiştir. Sonuçlar baskın kapanlanma mekanizmalarına göre üç farklı grubun tanımlanmasına yol açmıştır: mineral kapanlanması, çözünürlük kapanlanması ve mineral  $\pm$  çözünürlük kapanlanması. Batı Anadolu'daki yüksek entalpili sahalarda mineral kapanlanması başlıca mekanizma olarak görünürken, diğerlerinde hem mineral hem çözünürlük kapanlanması etkisini göstermektedir; Emet jeotermal sahasında ise dedolomitleşme adı verilen özel bir mekanizmanın da varlığı belirlenmiştir. Doğu Anadolu'da ve Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde yer alan sahalarda çözünürlük kapanlanması ana mekanizmadır.

**Anahtar kelimeler:** CO<sub>2</sub> depolama, jeotermal sistem, kapanlanma mekanizması, dedolomitleşme, hidrojeokimya.

**GEOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF GEOTHERMAL  
SYSTEMS IN TURKEY AS NATURAL ANALOGUES FOR  
GEOLOGICAL STORAGE OF CO<sub>2</sub>**

**Sanem Elidemir<sup>1</sup> and Nilgün Güleç<sup>2</sup>**

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

**Abstract:** To mitigate the unfavourable effects of CO<sub>2</sub> emission on global warming and climate change, geological storage of CO<sub>2</sub> is currently regarded as one of the major strategies. Deep saline formations constitute one of the alternative reservoirs for hosting the injected CO<sub>2</sub>, and the study of natural analogues (e.g. geothermal systems) provides valuable information regarding the behaviour of injected CO<sub>2</sub> particularly in the long term. In this study, the geothermal systems of Turkey are considered as natural analogues for CO<sub>2</sub> storage sites and their geochemical characteristics are evaluated in terms of possible hydrogeochemical processes involved in CO<sub>2</sub> storage. Based on the availability of the recent data, several geothermal fields are selected from western, eastern and northern Anatolia. The hydrogeochemical processes and potential trapping mechanisms controlling these systems are determined with the assistance of various geochemical approaches including the geochemical characterization of the system, speciation-solubility calculations and modelling studies (such as inverse modelling, dedolomitization modelling). The results lead to the recognition of three different groups of geothermal systems with respect to the dominant trapping mechanisms: mineral trapping, solubility trapping and mineral ± solubility trapping. In western Anatolia, mineral trapping seems to be the major mechanism in the high-enthalpy fields, while both mineral and solubility trapping seem to occur in the other fields; a special mechanism named dedolomitization is also identified for Emet geothermal field. For eastern Anatolian fields, and for the fields located along the North Anatolian Fault Zone, solubility trapping is the dominant mechanism.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> storage, geothermal system, trapping mechanism, dedolomitization, hydrogeochemistry.

## KÖPRÜKÖY (ERZURUM) JEOTERMAL ALANININ HİDROJEOKİMYASAL VE MİNERALOGİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tuğbanur Özen Balaban<sup>1</sup> Meral Kaya<sup>2</sup> Ayten Öztüfekçi Önal<sup>3</sup> ve Dicle  
Bal Akkoca<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Katip Çelebi Üniversitesi, İzmir (tugbanur.ozen.balaban@ikc.edu.tr)

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Erzurum (merkay@yahoo.com)

<sup>3</sup>Tunceli Üniversitesi, Tunceli (aytenoztufekci@gmail.com)

<sup>4</sup>Fırat Üniversitesi, Elazığ (dbal@firat.edu.tr)

**Özet:** Bu çalışmada, Erzurum ilinin kuzey doğusundaki Köprüköy jeotermal alanının hidrojeokimyasal ve mineralojik açıdan bir bütün olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Türkiye'nin önemli tektonik birliklerinden Pontid kuşağının güneydoğu kesiminde yer alan inceleme alanının genel tektonik yapısı KB-GD sıkışmasının sonucunda şekillenmiştir. Köprüköy jeotermal alanında, Üst Miyosen-Pliyosen aralığında çeşitli çıkış yolları ve tiplerine sahip, değişik karakterde volkanitler (bazalt, piroklastik, siyah andezit ve ignimbirit) mevcuttur. Volkanitleri, genellikle Ponto-Kaspik havzaya özgü ostrakod türlerini içeren Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı Horasan Formasyonu uyumsuz olarak üstlemektedir. Formasyon kumtaşı, konglomera ve marn birimlerini içermektedir. Horasan formasyonunu uyumlu olarak Pliyosen yaşlı bazalt birimi üstlemektedir. Tüm birimlerin üzerine Kuvaterner yaşlı alüvyon gelir. Jeotermal sistemin rezervuar kayaları andezitik ve piroklastik birimler, Horasan formasyonunun marn birimi ise örtü kayacıdır. Tektonizma ve volkanizma sistemin ısı kaynağını oluşturur. Köprüköy termal sularının kaynak çıkış sıcaklıkları 27<sup>0</sup>C ve toplam debileri 100 lt/sn'dir. Suların kimyasal analiz sonuçlarına göre, termal sular Na-Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> su tipinde olup genellikle karışım suyu niteliğindedir. Soğuk sular ise Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> ve Mg-Ca-HCO<sub>3</sub> su tipindedirler. Termal suların EC ve TDS değerleri oldukça yüksektir. Termal suların silis jeotermometreleriyle hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 114-143<sup>0</sup>C arasında değişmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Köprüköy, jeotermal alan, hidrojeokimya, mineraloji

## HYDROCHEMICAL AND MINERALOGICAL REVIEW OF KÖPRÜKÖY (ERZURUM) GEOTHERMAL FIELD

Tuğbanur Özen Balaban<sup>1</sup>, Meral Kaya<sup>2</sup>, Ayten Öztüfekçi Önal<sup>3</sup> ve Dicle  
Bal Akkoca<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Katip Çelebi University, İzmir (tugbanur.ozen.balaban@ikc.edu.tr)

<sup>2</sup>Atatürk University, Erzurum (merkay@yahoo.com)

<sup>3</sup>Tunceli University, Tunceli (aytenoztufekci@gmail.com)

<sup>4</sup>Fırat University, Elazığ (dbal@firat.edu.tr)

**Abstract:** In this study, it was aimed to evaluate hydrochemical and mineralogical studies of Köprüköy geothermal field in the northeast of Erzurum city as a whole. General tectonic structures of study area which is located in south-eastpart of Pontide zone being one of the most important tectonic units of Turkey have been shaped as a result of NW-SE compression. Volcanics which have different way outs and types exist in various characters (basalt, pyroclastics, black andesite and ignimbrite) in the Upper Miocene-Pliocene in the study area. Volcanics is generally overlaid by Late Miocene-Pliocene ages Horasan formation which contains ostracod species indigenous to Ponto-caspian basin. The formation includes sandstone, conglomerate and marl units. Pliocene basalt units overlay the Horasan formation as concordant. Quaternary alluvium is overlaid all units. Reservoir rocks of geothermal systems are andesite and pyroclastic units, marl units of Horasan formation are also cap rocks. Tectonism and volcanism are heat source of the system. Spring outlet temperatures of Köprüköy thermal waters are 27<sup>0</sup>C and 100 lt/sn total discharges. According to chemical analyses of waters, thermal waters are Na-Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> water type and are generally mixture waters. Cold waters are also Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> and Mg-Ca-HCO<sub>3</sub> water types. EC and TDS values of thermal waters are quite high. Reservoir temperatures being calculated by silica geothermometers vary between 114 and 143<sup>0</sup>C.

**Keywords:** Köprüköy, geothermal field, hydrochemistry, mineralogy

**ORGANİK JEOKİMYA**  
***ORGANIC GEOCHEMISTRY***

## EDREMIT KÖRFEZİ ÇEVRESİNİN HİDROKARBON POTANSİYELİ

**Ayşe Bozcu**

*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Yerleşkesi, 17100, Çanakkale  
abozcu@comu.edu.tr*

**Özet:** Edremit Körfezi civarının hidrokarbon potansiyeli, komşu havzalarda bulunan petrol ve doğal gaz sahaları ile bölgedeki hidrokarbon emareleri nedeniyle önemlidir. Bölgenin kuzeyinde bulunan Trakya havzasında küçük ölçekli pek çok gaz ve petrol sahasından üretim gerçekleştirilmektedir. Kuzeybatıda Yunanistan'ın Prinos havzasında petrol ve gaz üretimi yapılmaktadır. Güneyinde bulunan Ege graben havzalarında zaman zaman petrol keşfi mevcuttur. Bu verilerden hareketle bölgenin hidrokarbon potansiyeli farklı zamanlarda gerçekleştirilen projeler kapsamında değerlendirilmiştir. Edremit Körfezi çevresinde, kuzeyde Kazdağ yükselimi, güneyde ise Kozakdağ yükselimi ile sınırlanmış çöküntü alanlarında yaygın olarak Alt-Orta Miyosen yaşlı Küçükkuşu Formasyonu yüzeyler. Ayrıca bu formasyon Kaz dağlarının kuzeyinde Bayramiç ile Çan arasında da yüzeylemelere sahiptir. Formasyon konglomera, kumtaşı, şeyl ve tüflerden oluşur. Egemen litolojii oluşturan ve organik madde içeren şeyller, türbiditik kumtaşlarıyla ardalanmalı olarak bulunur. Küçükkuşu Formasyonuna ait şeyllerin organik jeokimyasal analizlere göre ana kaya özellikleri belirlenmiştir. Kaynak kaya değerlendirmelerinde Rock-Eval piroliz, GC, GC-MS, ince tabaka kromatografi, C izotop, toplam kükürt ve vitrinit yansıma analiz yöntemleri kullanılmıştır. Küçükkuşu Formasyonuna ait şeyller orta ve iyi derecede (TOC ort. % 0.75, % 1.66, % 1.83) ana kaya potansiyeline sahiptir. HI değerleri, HI-OI ve HI-T<sub>max</sub> grafiklerine göre organik madde tipi başlıca Tip II ve Tip III kerojenden oluşmuştur. T<sub>max</sub> değerleri (423-496<sup>0</sup>C), PI değerleri (0-0.48) ve ölçülebilen vitrinit yansıma değerlerine (0.40-1.73) göre olgunlaşma derecesinin olgunlaşmamış, erken-orta olgun olduğu belirlenmiştir. Biyomarker olgunluk parametreleri (C<sub>32</sub> 22S/(22S+22R)) de bu sonucu destekler. TOC/TS oranları, Pr/Ph oranları, biyomarker verileri (C<sub>35</sub>(R+S)/C<sub>34</sub>(R+S) oranı, C<sub>31</sub>R homohopane/C<sub>30</sub> hopane oranı, Ts/Tm oranı) organik maddenin anoxic ve suboxic koşullarda gölsel bir ortamda çökeldiğini gösterir. Küçükkuşu Formasyonunun üst seviyelerinde yer alan Arıklı Tüfü ve Adatepe Kumtaşı üyeleri bölgedeki potansiyel rezervuarları oluşturur. Bu birimlerin porozite ve permeabilite değerleri orta ve iyi rezervuar kaya özelliği gösterir. Küçükkuşu Formasyonunun şeylleri, üzerinde yer alan İlyasbaşı Formasyonu'nun şeylleri ve killi kçt seviyeleri ve bölgede geniş yüzeylemelere sahip volkanik kayalar örtü kaya özelliğindedir.

**Anahtar Kelimeler:** Edremit Körfezi, hidrokarbon, ana kaya, Küçükkuşu Formasyonu

## HYDROCARBON POTENTIAL OF THE GULF OF EDREMIT AND ITS SURROUNDINGS

**Ayşe Bozcu**

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Terzioğlu Campus, 17100, Çanakkale  
abozcu@comu.edu.tr*

**Abstract:** Hydrocarbon potential of Edremit Gulf and its surroundings is important because of oil and gas fields located in the neighboring basins and hydrocarbon seepages in the region. In Thrace Basin north of the region hydrocarbon production is conducted from many small-scale gas and oil fields. In the northwest, oil and gas productions are made from Prinos basin of Greece. In the south, the discovery of oil is being discovered occasionally in the Aegean graben basins. Based on these data hydrocarbon potential of the region is evaluated the scope of the projects carried out at different times. Lower-Middle Miocene Küçükuyu Formation is widely exposed in the basins bordered between Kazdağ high in the north and Kozakdağ high in the south around the Edremit Gulf. It also has outcrops between Bayramiç and Çan. This formation is composed of conglomerate, sandstone, shale and tuff. Shales containing organic matter are dominant lithology and they are interbedded with turbiditic sandstones. The source rock characteristics of the Küçükuyu Formation shales were determined based on organic geochemical analyses. Rock-Eval pyrolysis, GC, GC-MS, thin layer chromatography, C isotope, total sulphur and vitrinite reflection analyses were used to evaluate the source rock. Küçükuyu Formation shales have fair to good source rock potential with TOC values (average 0.75, 1.66, 1.83 wt%) and PY (potential yield) values which are mostly greater than 2 mgHC/g rock. According to HI values, plots of HI versus OI and HI versus T<sub>max</sub> organic matter types are mainly composed of Type II and Type III kerogene. Based on Tmax values (423-496<sup>0</sup>C), PI values (0-0.48) and measurable vitrinite reflection values (0.40-1.73) the degree of maturity of these rocks has been determined as immature to early-mid mature. Biomarker maturity parameters (C<sub>32</sub> 22S/(22S+22R)) are also support this result. TOC/TS ratios, Pr/Ph ratios and biomarker data (C<sub>35</sub>(R+S)/C<sub>34</sub>(R+S) ratio, C<sub>31</sub>R homohopane/C<sub>30</sub> hopane ratio, Ts/Tm ratio) indicate that the organic matter was deposited in lacustrine environment under anoxic and suboxic conditions. Arıklı Tuff and Adatepe Sandstone members located in upper levels of the Küçükuyu Formation are potential reservoirs in the region. Porosity and permeability values show that these units are medium to good reservoir rock. Shales of the Küçükuyu Formation, shales and clayey limestone levels of the İlyasbaşı Formation overlying the Küçükuyu Formation and widespread volcanic rocks in the region form the seals.

**Keywords:** Edremit Gulf, hydrocarbon, source rock, Küçükuyu Formation



## DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ'NDEKİ EOSEN YAŞLI KÖMÜRLERİNİN ORGANİK JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE ÇÖKELME ORTAMI

Çiğdem Saydam Eker<sup>1</sup>, Ferkan Sipahi<sup>1</sup>, İbrahim Akpınar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Gümüşhane, Türkiye, csaydameker@gmail.com

**Özet:** Bu çalışmada Gümüşhane ve Bayburt bölgelerinde (Doğu Karadeniz Bölgesi, Türkiye) yüzeylenme veren Eosen yaşlı kömürlerin organik madde miktarı, organik madde tip, organik madde olgunluğu araştırılarak, çökeltme ortamı ve hidrokarbon oluşturma potansiyeli yorumlanmıştır. Özyurt, Tarhanas, Sökmen, Kayadibi (Gümüşhane) ve Manas (Bayburt) yörelerinde incelenen kömür örneklerinin ortalama Toplam organik karbon (TOK) değerleri sırasıyla % 43.89, %13, %0.48, %53.40 ve % 4.80 dir. En yüksek ortalama Hidrojen İndeksi (HI) Tarhanas yöresi kömürlerine, en düşük ortalama HI ise Sökmen yöresi kömürlerine aittir. Özyurt ve Tarhanas yörelerine ait kömür örnekleri Tip II-III, Kayadibi, Sökmen ve Manas yörelerine ait kömür örnekleri ise Tip III kerojen içermektedir. Kömür örneklerinin ortalama  $T_{max}$  değerleri 424 °C ve 460 °C arasında değişmektedir. Oz-1 ve Ta-2 nolu örneklerin 22S/(22S + 22R) homohopan (C<sub>32</sub>) oranları sırasıyla 0.48 ve 0.61, 20S/(20S + 20R) steran (C<sub>29</sub>) oranları sırasıyla 0.18 ve 0.53, Ts/(Ts + Tm) oranları sırasıyla 0.015 ve 0.64 dir. Kömür örneklerinin Pr/Ph>3 olarak hesaplanmıştır. İncelenen örnekler düşük steran/ hopan, yüksek (C<sub>19</sub>+C<sub>20</sub>)/C<sub>23</sub>) oranı ile ve anoksik göstergesi olan biyomarker (17 $\alpha$ (H)-28,30-bisnorhopan) yokluğuyla karakteristiktir. Bu veriler ışığında, incelenen kömürlerin muhtemelen zaman zaman denizel şartların etkisinde kalan oksik-suboksik karasal bataklık ortamında çökeldiği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Karadeniz, Eosen kömürleri, TOK, GC-MS, çökeltme ortamı

**ORGANIC GEOCHEMICAL PROPERTIES AND DEPOSITIONAL ENVIRONMENT IN EOCENE COALS FROM THE EASTERN BLACK SEA REGION, NE TURKEY**

**Çiğdem Saydam Eker<sup>1</sup>, Ferkan Sipahi<sup>1</sup>, İbrahim Akpınar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, Türkiye, csaydamaker@gmail.com

**Abstract:** The organic material amount and type, organic material maturity of Eocene coals exposed in the Gümüşhane and Bayburt districts of Eastern Black Sea Region of Turkey were investigated. Their depositional environments and hydrocarbon potentials were interpreted. The average total organic carbon values of coal samples from Ozyurt, Tarhanas, Sokmen, Kayadibi (Gümüşhane) and Manas (Bayburt) areas were 43.89%, 13%, 0.48%, 53.40%, and 4.80%, respectively. Coal samples from Tarhanas had the highest average hydrogen index (HI), whereas the lowest HI belonged to coals from Sokmen area. Coal samples from Ozyurt, Kayadibi and Tarhanas contained Type II–III kerogen, whereas Sokmen and Manas coal samples comprised Type III kerogen. The terrigenous/aquatic ratio of coal samples of the areas in question was  $> 1$ . The sterane distribution was  $C_{29} > C_{28} > C_{27}$  and  $C_{29} > C_{27} > C_{28}$  for Ozyurt and Tarhanas areas, respectively. The average  $T_{max}$  values for coal samples are between 424 and 460 °C. For samples Oz-1 and Ta-2,  $22S/(22S + 22R)$  homohopane ( $C_{32}$ ) ratios were 0.48 and 0.61, respectively;  $20S/(20S + 20R)$  sterane ( $C_{29}$ ) ratios were 0.18 and 0.53, respectively; and  $Ts/(Ts + Tm)$  ratios were 0.015 and 0.64, respectively. The Pr/Ph ratios of the coal samples are  $> 3$ . The studied samples have low sterane/ hopane, high  $(C_{19}+C_{20})/C_{23}$  ratios and notanoxicity biomarker (17 $\alpha$ (H)-28,30-bisnorhopan). On the basis of these data, the coals studied were deposited in oxic – suboxic terrestrial swamps environment occasionally influenced by marine conditions.

**Keywords:** Eastern Blacksea, Eocene coals, TOC, GC-MS, Depositional environment

**YATAĞAN (SERİNHİSAR/DENİZLİ/GB TÜRKİYE)  
KÖMÜRLERİNİN KAYNAK KAYA GELİŞİMİ VE HİDROKARBON  
POTANSİYELİNE AİT ÖNCÜL DEĞERLENDİRMELER**

**Demet Banu KORALAY<sup>1</sup> ve Tamer KORALAY<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli  
dbkoralay@pau.edu.tr, tkoralay@pau.edu.tr

**Özet:** Bu çalışmanın amacı, Yatağan, (Serinhisar/Denizli/GB Türkiye) kasabasına ait kömürlerin toplam organik karbon, ısıl olgunluk ve hidrokarbon potansiyelini araştırmaktır. Kömürlerin toplam organik madde miktarı (TOC, %), hidrokarbon türetme potansiyeli ve ısıl olgunluklarını yorumlamak için TOC/Rock-Eval piroliz yöntemi kullanılmıştır. Toplam organik karbon değerleri (TOC, %) % 0.50' den % 48.30' a kadar değişir (ortalama % 20.58) ve orta-mükemmel kaynak kayaya işaret eder. Jenetik potansiyel (GP) ve hidrojen indeksi (HI) değerleri sırasıyla, 0.86 - 80.75 mg HC/g kaya ve 56 - 286 mg HC/g TOC' dir. Bütün kömür örnekleri, GP değerleri açısından orta-iyi derecede kaynak kaya potansiyeli gösterir. HI' e göre örneklerin hemen hemen hepsi Tip III kerojendir. Isıl olgunluğun derecesi üretim indeksi (PI; 0.07 ve 0.22 arasında) ve Tmax (418 °C ve 440 °C arasında) değerlerinden elde edilmiş olup, kömür örnekleri gaz türümü açısından ısıl olarak olgunlaşmamış-erken olgun evrededir. Öncül araştırmalara göre Yatağan (Serinhisar/Denizli/GB Türkiye) kömürleri potansiyel ankonvensiyonel gazın yanı sıra kömür kökenli gaz olarak göz önünde bulundurulabilir.

**Keywords:** Yatağan kömürleri (Serinhisar/Denizli), Toplam Organik Karbon (TOC), Hidrokarbon Potansiyeli, Kerojen Tipi.

*Bu çalışma 114Y668 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.*

**PRELIMINARY ASSESSMENT of THE SOURCE ROCK  
EVALUATION AND HYDROCARBON POTENTIAL of THE  
YATAĞAN (SERINHISAR/DENİZLİ/SW TURKEY) COALS**

**Demet Banu KORALAY<sup>1</sup> ve Tamer KORALAY<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pamukkale University Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Denizli  
dbkoralay@pau.edu.tr, tkoralay@pau.edu.tr

**Abstract:** The main purpose of this study was to investigate the total organic carbon, thermal maturity and hydrocarbon potential of the coals from Yatağan town (Serinhisar/Denizli/SW Turkey). The TOC/Rock-Eval pyrolysis method has been used to interpret the quantity of total organic matter (TOC, %), hydrocarbon generative potential and thermal maturity of coals. The total organic carbon (TOC, %) values range from 0.50 to 48.30 wt. % (averaging 20.58 wt. %) indicating fair to excellent source rocks. The genetic potential (GP) and hydrogen index (HI) values range from 0.86-80.75 mg HC/g rock and 56-286 mg HC/g TOC, respectively. All the coal samples show moderate to good values of source rock potential with respect to GP values. According to HI values, almost all of the samples are type III kerogen. The level of thermal maturity obtained the production index (PI; between 0.07 and 0.22) and Tmax values (between 418 and 440 °C) indicate that the coal samples are thermally immature-early mature stage in terms of gas generation. According to preliminary investigation coals from the Yatağan town (Serinhisar/Denizli) may be regarded as a potential for coal bed methane and as well as unconventional gas.

**Keywords:** Yatağan coals (Serinhisar/Denizli), Total Organic Carbon (TOC), Hydrocarbon Potential, Kerogen Type.

*This study was financially supported by the Turkish Scientific Research Council (TUBITAK project no: 114Y668).*

**UNCONVENTIONAL SHALE RESERVOIR ASSESSMENT IN  
SOUTH REMADA PERMIT: GEOCHEMICAL AND  
MINERALOGICAL CHARACTERIZATIONS, BURIAL HISTORY  
OF SILURIAN SOURCE ROCK (TANNEZUFT FORMATION)**

**ImenArfaoui<sup>1</sup>, Najet Slim-Shimi<sup>1</sup>, AnisBelhaj Mohamed<sup>2</sup> and  
bouazizbrahim<sup>2</sup>**

1. Geology Department, Faculty of Sciences of Tunis, University Campus, 2060 Tunis, Tunisia.

2. Tunisienne des Activités pétrolières, 4 rue des Entrepreneurs, Charguia II, 2035, Tunis, Tunisia.  
imenarfaoui1@outlook.fr

**Abstract:** The Northern side of Ghadames basin is known as the most important petroleum province. Geochemical data, in South Remada permit, indicates that the hot shale layer of the Tannezuft formation is the main source rock which has been charged the Ordovician reservoir. According to Boot et al. (1998) this formation represents the origin of 80-90% Paleozoic sourced hydrocarbons on the entire Saharan Platform. Its mineralogical composition, good geochemical characteristic, and its convenient maturity range leads to consider the Silurian layer as a good shale reservoir. The analysis of drilled cutting samples from the wells studied located in southern Tunisia, interested about 90 samples distributed over a depth between 1200m and 2200m, drilling through the Silurian formation of South Remada. The evaluation of hot shale layer shows significant thickness variability between 32m to 44m, which decreases towards the south west. They were subdivided into two distinct units according to their organic richness, mineralogical composition and diagraphic responses. The basal unit, identified as the most prospective zone, reveal good total organic carbon averaging 5, 5 %, maturity ranges from 0.4 to 1 % R<sub>0</sub>, an original hydrogen index averaging 200 mg HC/g of TOC suggesting that the Tannezuft Formation was originally rich in type II organic matter (oil and gas prone kerogen), Variation of mineralogical composition in which clay is the major fraction averaging 45% and quartz richness is up to 15%. In addition, the study is combined with basin modeling and thermal history of the hot shale layer and tried to ascertain the timing of genesis and expulsion of hydrocarbons which is used to estimate the unconventional oil and gas resources of the Tannezuft Formation. Hence, the aim of this document is to present detailed framework and discuss many analytical disciplines such as Mineralogical, geochemical which suggest that Tannezuft formation could be an unconventional reservoir.

**Keywords:** Organic Geochemistry, mineralogy, unconventional, reservoir, Tannezuft.

**HYDROCARBON GENERATION POTENTIAL  
AND PALEOENVIRONMENT OF BUTMAH FORMATION IN  
BOREHOLE BAIJI-1, NORTHERN IRAQ.**

**Mohamed R. Mahmood<sup>1</sup>, Dler H. Baban<sup>2</sup> and Amer D. Nader<sup>3</sup>**

PHD student of Geology Dept. Collage of Science, Mosul University, Iraq  
Mahammadraoof88@gmail.com

**Abstract:** Twelve cutting rock samples were analyzed for organic geochemical study and delineate the hydrocarbon generation potential of sub-surface section of Butmah Formation (Late Triassic-Early Jurassic) in borehole Baiji-1. The data of Total Organic Carbon (TOC) reveal fair to poor source rock. The quality of the organic matters as appear from pyrolysis data show mainly type III kerogen with contribution of type IV and II kerogen in parts. The estimated thermal maturity through measuring Tmax values and Vitrinite Reflectance (Ro%) indicate that the studied section is still immature except the interval between depths 3105 and 3175m which is the interval partly containing type II kerogen. For paleoenvironment study 46 palynological slides from 23 rock samples were prepared and studied optically these revealed four different palynofacies depending on the percentages of the organic constituents. Low palynomorph content is the main property of the studied samples with variations in both amorphous organic matters and phytoclasts percentages. Accordingly, the depositional environment of Butmah Formation trend could be extending from highly proximal shelf or basin to distal suboxic-anoxic basin environment.

**Keyword:** Butmah, Hydrocarbon Generation, Vitrinite Reflectance, Kerogen, Palynofacies.

**TRACE ELEMENTS AS AN INDICATOR OF PALAEO-  
DEPOSITIONAL ENVIRONMENT: A CASE STUDY OF BITUMEN-  
BEARING ROCKS OF FATHA FORMATION IN WESTERN IRAQ**

**Salih M. AWADH<sup>1</sup> and Zinah S. AL-ANKAZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Geology, College of Science, University of Baghdad, Baghdad, IRAQ*

<sup>2</sup>*Department of Physics Science, College of Science, University of Wasit, Wasit, IRAQ  
salihawad2000@yahoo.com, alsamarai\_2000@yahoo.com*

**Abstract:** A widespread bitumen seepages are intruded gypsum of Fatha Formation (Middle Miocene) which is a regional seal trapped oil and gas of the Tertiary reservoirs. Trace elements (V, Ni, As, Rb, Sr, Mo, Br and U) in bitumen-rich gypsum were determined using Inductively-coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS) to understand the effect of intruded hydrocarbons on the geochemical characteristics for the host rocks. Redox-sensitive elements, vanadium (V) and nickel (Ni) and their ratios provides an evidence of the deposition environment and the origin of the organic matter. The ratio of V/Ni is 3.73, V/(V+Ni) is 0.73 and the cross-plot of V and Ni indicate that the origin of organic matters are mix of marine and terrigenous source input and were deposited under reducing conditions. The bitumen-rich gypsum have a high concentration of trace elements (V 37.3 ppm, Ni 10 ppm, As 0.4 ppm, Rb 1.54 ppm, Sr 1996 ppm, Mo 3.4 ppm, Ba 68.5 ppm and U 0.3 ppm) compared to pure gypsum which contained of a low concentration of trace elements (V 6.5 ppm, Ni 1.0 ppm, As 0.33 ppm, Rb 0.95 ppm, Sr 1039 ppm, Mo 1.0 ppm, Ba 7.5 ppm and U 0.06 ppm).

**Keywords:** Bitumen seepages, Fatha, gypsum rocks, hydrocarbon.

**INORGANIC GEOCHEMISTRY AND DEPOSITIONAL ENVIRONMENT OF BLACK SHALE IN SARGELU FORMATION (M. JURASSIC), Northern IRAQ**

**Yaseen Elyas, \*, Al-Jaleel, H.S.\*, Brumsack, Hans-J\*\***

\*: Geology Department, College of Science, Salahaddin University, Erbil, Kurdistan, Iraq

\*\* : Institute of Chemistry and Biology of the Marine Environment (ICBM), Carl von Ossietzky University Oldenburg, P.O. Box 2503, 26111 Oldenburg, Germany

**Abstract:** This paper deals with a preliminary inorganic geochemistry of black shale in Sargelu Formation (M. Jurassic) at Barsarin, Sargelu and Sheikhan areas within Kurdistan Region of Iraq. Forty nine outcrops and fifteen boreholes black shale samples were analyzed using XRF instrument to determine the major and trace elements at Oldenburg University of Germany. The aim of the study is to focus on geochemical distribution of elements and the possible depositional environment of black shale in Sargelu Formation. Ternary diagram ( $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ ) shows that almost all the black shale samples plot slightly above the line CaO pole and average shale with some Barsarin black shale shifting towards the  $\text{SiO}_2$  pole reflecting intensive weathering sources with input of quartz and biogenic silica to basin deposited. Geochemically, elements such as Fe, K, As, Ce, Rb, Mn and Th showed their association with terrigenous fractions, while Co, Cr, Cu, Mo, Ni, U, V and Zn as redox-sensitive elements with sulfide phases and organic matters. The depositional environment of black shale was deduced geochemically using Ni/Co, V/Cr, V/(V+Ni) and Th/U indicators, which denoted that black shale of Sargelu Formation was deposited under warm and humid climate with oxic-dysoxic to suboxic-anoxic conditions from Sheikhan to Sargelu and Barsarin areas.

**Keywords:** Black Shale, Sargelu, Inorganic, Organic matter, depositional Environment, Redox, oxic, suboxic-anoxic,



**OIL SHALE IN IRAQ****Zeki M. Hassan<sup>1</sup>, Yusuf K. Kadioglu<sup>2</sup>, Fuad T. Sabir<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Department of Petroleum Engineering, College of Engineering, University of Kirkuk, IRAQ<sup>2</sup>Department of Geological Engineering, Faculty of Engineering, University of Ankara, TURKEY  
zekigeologist@yahoo.com

**Abstract:** Oil shales are widely distributed in Iraq. Sargelu Formation (Middle Jurassic) and Barsarin Formation (Late Jurassic) which are two of good to excellent and major petroleum source rocks were chosen for the study. Composite rock samples were collected from the surface outcrops located in Northern Iraq. Geochemical analyses by XRF of the oil shales were investigated and tried to interpret the depositional environments. The calculated data showed that most of the major element contents (oxides %) and the trace element contents ( $\mu\text{g/g}$ ) are in the same range and almost no differences between the averages, but the MgO,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Co, Ga, Zr, Sb, Cs, Ce, Pb and Th contents were found to be greater in Barsarin Formation than in Sargelu Formation, while the  $\text{SO}_3$ , CaO, Ni, Ge, Se, Sr, Y, Mo, Cd, Ba and U contents were vice versa. The enrichment or the deficiency factors of the major and the trace elements compared with average shale were done. Raman spectroscopy was used in this study, for the first time, to analyse and characterize the Iraqi oil shale. The results indicate that the organic matter is composed mainly of Type II and III kerogen with inorganic minerals mainly clays, calcites, dolomites and titanium oxides. Barsarin formation are mainly carbonates (dolomite and limestone), while Sargelu Formation are organic carbonaceous mudrocks with calcite and some dolomites. The depositional environments for Sargelu Formation shown to be open marine, and the Barsarin formation shallow restricted marine or lagoon.

**Keywords:** Barsarin, Iraq, Oil Shale, Raman, Sargelu

**PETROLOJİ**  
***PETROLOGY***

**KORDİYERİT İÇEREN GÜÇLÜ PERALÜMİN RİYOLİTLER,  
DOĞU PONTİDLER, TÜRKİYE: VARİSKAN OROJENEZİ  
ÜZERİNE SINIRLANDIRMALAR**

**Abdurrahman Dokuz<sup>a</sup>, Elif Külekcı<sup>a</sup>, Emre Aydınçakır<sup>a</sup>, Raif  
Kandemir<sup>b</sup>, M. Cihat Alçıçek<sup>c</sup>, Kadir Sünnetçi<sup>a</sup>**

a Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane  
c Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 53100 Rize  
d Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli  
dokuzabdurrahman@gmail.com

**Özet:** 12 km<sup>2</sup>lik bir alanda yüzeyleyen Cebre Riyoliti, Variskan orojenezi sırasında oluşan çok az sayıdaki yüzey kayalarından biridir. Zirkon U-Pb verileri Cebre Riyoliti'nin 341.8 ± 0.64 milyon yıl önce kabuğa yerleştiğini öngörmektedir. Hyaloporfirik ve mikrogronü porfirik dokuların baskın olduğu birimde yer yer akma bandı dokusu da gözlenir. Ana mineral fazları olarak bol miktarda kuvars ve alkali feldspat, daha az olarak kordiyerit fenokristalleri ve nadir olarak da muskovit ve biyotit mikro fenokristalleri içerir. Fenokristaller genellikle kenarları boyunca matriksle etkileşime işaret eden dengesizlik dokuları gösterirler. Kordiyerit tamamen pinitleşmiş olup, fenokristalleri yer yer poikilitic zirkon içerir. Zirkon, titanit, apatit ve Fe-Ti oksitler tali fazlar olarak bulunurlar. Cebre Riyoliti'ne ait örnekler oldukça yüksek SiO<sub>2</sub> (% 74.23-80.62), K<sub>2</sub>O (% 3.72-7.42) ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (% 10.77-14.11) içeriklerine sahiptirler. Buna karşılık CaO (% 0.02-0.21), Na<sub>2</sub>O (% 0.05-0.78) ve MgO (% 0.3-0.21) içerikleri ise oldukça düşük miktarlardadır. Örnekler 1.48 ile 2.95 arasında değişen A/CNK değerleri ve 1.49 ile 2.99 arasında değişen A/NK değerleri ile güçlü peralümin özellik sunmaktadırlar. Ana ve iz elementlerin büyük bir çoğunluğu artan SiO<sub>2</sub> içeriği ile negatif bir korelasyon sunmaktadır. Hafif nadir toprak elementler (LREE), ağır nadir toprak elementlere (HREE) göre az/orta miktarlarda zenginleşmişlerdir (LaN/YbN= 4-11) ve oldukça büyük negatif Euanomalisi göstermektedirler (Eu\*/Eu=0.04-0.25). Güçlü negatif Nb, Ta, Sr, P ve Ti anomalileri, örneklerde gözlenen diğer jeokimyasal özelliklerdir. Petrografik özelliklerle birlikte ana ve iz elementlerde gözlenen negatif korelasyonlar ve negatif Eu ve Sr anomalileri kesirli kristallenmenin, özellikle de K'lu feldspat ve daha az olarak da plajiyoklas fraksiyonlaşmasının, Cebre Riyoliti'nin bileşimsel aralığının oluşmasında önemli bir rol oynadığına işaret etmektedir. Yukarıda değinilen jeokimyasal özelliklere ilave olarak alüminyumca zengin mineral fazları (kordiyerit, muskovit) içermesi, kaynak alanın kıtasal kabukta yer aldığına ve tortul kayaçların katkısına işaret etmektedir. Reyik Okyanusu'nun Erken Karbonifer'de yay-kıta çarpışması şeklinde kapanmasını takiben meydana gelen delaminasyonun astenosferik manto yükselimine yol açtığı ve kabuksal malzemenin ergimesi için gerekli ısıyı sağladığı öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Riyolit, U-Pb zirkon yaşı, jeokimya, Variskan orojenezi, Doğu Pontidler

*Bu bildiri 113Y457 numaralı TÜBİTAK projesi kapsamında desteklenmektedir.*

**CORDIERITE-BEARING STRONGLY PERALUMINOUS  
RHYOLITE FROM THE EASTERN PONTIDES, TURKEY:  
CONSTRAINTS ON THE VARISCAN OROGENY**

**Abdurrahman Dokuz<sup>a</sup>, Elif Külekçi<sup>a</sup>, Emre Aydınçakır<sup>a</sup>, Raif  
Kandemir<sup>b</sup>, M. Cihat Alçiçek<sup>c</sup>, Kadir Sünnetçi<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane  
<sup>c</sup> Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 53100 Rize  
<sup>d</sup> Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli  
(dokuzabdurrahman@gmail.com)

**Abstract:** The Cebre Rhyolite with an outcropping area up to 12 km<sup>2</sup> constitutes an example of very few extrusive rocks formed during the Variscan deformations. Zircon U-Pb data suggests that the Cebre Rhyolite was emplaced around 341.8±0.64 Ma. Hyaloporphyritic and microporphyritic textures are dominant in the unit, in which flow banding texture is also observed in places. The mineral phases are represented by abundant phenocrysts of quartz and K-feldspar, and by subordinate cordierite phenocrysts, rare muscovite microphenocrysts and biotite microcrysts set in a fine-grained groundmass. Phenocrysts largely show disequilibrium texture along their margins, which points to the interaction with matrix. Cordierite, which was completely altered to pinite, includes poikilitic zircon in places. Zircon, titanite, apatite and Fe-Ti oxides are accessory phases. The samples of the Cebre Rhyolite have very high SiO<sub>2</sub> (74.23-80.62 wt.%), K<sub>2</sub>O (3.72-7.42 wt. %) and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (10.77-14.11 wt. %) contents, but very low CaO (0.02-0.21 wt.%), Na<sub>2</sub>O (0.05-0.78 wt. %) and MgO (0.3-0.21 wt.%) contents. The samples are strongly peraluminous with A/CNK values ranging from 1.48 to 2.95 and A/NK from 1.49 to 2.99. Almost all the major and trace elements are negatively correlated with increasing SiO<sub>2</sub>. They are moderately enriched in LREE relative to HREE (LaN/YbN= 4-11) and show strong negative Eu anomaly (Eu\*/Eu=0.04-0.25). Strongly negative Nb, Ta, Sr, P and Ti anomalies are the other features of the samples. Negative correlations of major and trace elements and negative Sr and Eu anomalies along with petrographical features indicate that the fractional crystallization, particularly the K-feldspar and to a lesser extent plagioclase, was played key role in the formation of final composition of the Cebre Rhyolite. Presence of alumina rich phases (cordierite and muscovite) along with geochemical features mentioned above are consistent with an origin located in the crust and point to the contribution of sediments. It is suggested that closure of the Rheic Ocean in the Early Carboniferous by way of arc-continent collision was followed by delamination, which led to asthenospheric upwelling that provided extra heat for melting of crustal material.

**Keywords:** Rhyolite, U-Pb zircon age, geochemistry, Variscan orogeny, Eastern Pontides

**SOLARYA PLÜTONU'NUN (BALIKESİR) JEOKİMYASI VE Sr-Nd-Pb-O İZOTOP ÖZELLİKLERİ: KB ANADOLU YÜKSEK Ba-Sr GRANİTOİDLERİNE BİR ÖRNEK**

**Alp Ünal<sup>1</sup>, Şafak Altunkaynak<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul  
alp.unal@itu.edu.tr

**Özet:** KB Anadolu'da Neojen magmatik aktivitesi hem yüksek Ba-Sr'lu granitoidler hem de düşük Ba-Sr'lu granitoidler üretmiştir. Solarya plütunu (24-21 My), KB Anadoluyüksek Ba-Sr'lu granitoidleri için tipik bir örnek teşkil etmektedir. Bu çalışmada, Solarya plütunu'nun tüm kaya ana-iz element jeokimyası ve Sr-Nd-Pb-O izotopik bileşimleri ışığında yüksek Ba-Sr özelliği taşıyan granitlerin kökenine ve oluşum mekanizmasına yaklaşımda bulunulacaktır. Solarya plütunu üç farklı granitik üyeden (K-Feldspat megakristalli granodiyorit, ince taneli granodiyorit ve aplogranit) ve bu farklı üyeler ile ilişkili gabroik diyorit-diyoritik bileşimli mafik mikrogranüler anlav ve mafik dayklardan oluşur. Jeokimyasal olarak üç farklı granitik üye de yüksek potasyumlu, kalk-alkalen karakter sergilerken mafik magmatik anklavlar ve mafik dayklar şoşonitik özellikler sunar. Bütün örnekler yüksek Ba (710-2489 ppm), Sr (305-708ppm), düşük Y ve HREE içeriklerine sahiptir ve metalüminyumlu karakter sergiler. LIL elementlerde zenginleşme, P, Ta, Nb ve Ti elementlerinde ise fakirleşme göze çarpmaktadır ve negatif Eu anomalisi sergilemezler. Mafik anklav ve daykların Sr-Nd-Pb ve O izotop özellikleri de ana granit gövdesi ile benzerlikler sunmaktadır. Solarya plütunu ve ilişkili mafik anklav ve daykların ana-iz element ve Sr-Nd-Pb ve O özellikleri, daha önceki dalma batma olayı (olayları) ile zenginleşmiş tüketilmiş manto veya kıta altı litosferik manto kaynağına işaret etmektedir. Plütunu oluşturan magmanın evriminde, açık sistem olayları (AFC ve/veya mingling) ve fraksiyonel kristallenme rol oynamıştır. Bütün bu veriler, bölge jeolojisi ve KB Anadolu'nun Senozoik tektonik evrimi ile birlikte ele alındığında yüksek Ba-Sr karakterli granitik kayaları üreten çarpışma sonrası magmatizmanın kıtasal litosferin tabanının kopup astenosfere gömülmesi veya kalınlaşan litosferik mantonun termal erozyonla giderilmesi sonucunda oluşabileceğine işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** KB Anadolu, Solarya Plütunu, yüksek Ba-Sr, Jeokimya, İzotop

**GEOCHEMISTRY AND Sr-Nd-Pb ISOTOPIC CHARACTERISTICS OF SOLARYA PLUTON (BALIKESİR): AN EXAMPLE OF HIGH Ba-Sr GRANITES OF WESTERN ANATOLIA**

**Alp Ünal<sup>1</sup>, Şafak Altunkaynak<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Istanbul Technical University, Faculty of Mines, Department of Geological Engineering, 34469, Maslak, İSTANBUL

**Abstract:** In NW Anatolia, the Neogene magmatic activity produced both high Ba-Sr and low Ba-Sr granitoids. The Solarya pluton (24-21My) is atypical example of high Ba-Sr granitoids. This study aims to reveal the origin and the possible mechanism to produce high Ba-Sr granitoids in the light of whole rock geochemistry and Sr-Nd-Pb-O isotopic characteristics of the Solarya pluton. The Solarya pluton is formed from K-Feldspar megacrystalline granodiorite, fine grained granodiorite, haplogranite and associated mafic enclaves/ dykes of gabbroic-diorite to dioritic in composition. Geochemically, granitic samples display high-K calcalkaline character whereas mafic enclaves and dykes show shoshonitic affinity. Both granitic and mafic members are characterized by high Ba (710-2489 ppm), Sr (305-708 ppm), low Y and HREE contents and lack of significant negative Eu anomalies. There is an enrichment in LILE and depletion in P, Ta, Nb and Ti. Sr-Nd-Pb and O Isotopic characteristics of mafic dykes and enclaves present similarities with their host granitic members. The major-trace element compositions and isotopic characteristics of Solarya pluton and associated mafic dyke/enclaves suggest a subcontinental lithospheric mantle source or depleted mantle source highly enriched by earlier subduction event(s) for their parental magma. The evolution of parental magma proceeded by open system processes (AFC and/or mingling) and further fractional crystallization. Inferred mantle source and magma evolution together with the Cenozoic geology of NW Anatolia suggest that partial delamination or convective removal of the base of mantle lithosphere beneath NW Anatolia are the most probable mechanisms for the melt generation required to produce high Ba-Sr granitoids.

**Keywords:** NW Anatolia, Solarya pluton, High Ba-Sr granitoid, Geochemistry, Isotope

**MEKE VE ACIGÖL (KARAPINAR-KONYA) KRATERLERİNİN  
PETRO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ****Bahattin Güllü<sup>1</sup> ve Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Aksaray Üniversitesi, AKSARAY bgullu@aksaray.edu.tr<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, ANKARA,  
kadi@ankara.edu.tr

**Özet:** Meke Gölü ve Acıgöl kraterleri Konya ili sınırları içerisinde Karapınar ilçesinin 6 km güneydoğusunda yer almaktadır. Bölgede Pliyo-Kuvaterner'de etkili olan volkanizmanın son evresinde oluşan kraterler petrografik olarak karşılaştırıldığında Meke Gölü çevresinde daha çok bazalt, bazaltik andezit ve andezit türü kayalar yer alırken Acıgöl çevresinde bazalt, andezit ve trakiandezit türü kaya gruplarının yer aldığı gözlemlenmiştir. Bölgede yüzeyleyen kaya gruplarının ana element oksit değerleri SiO<sub>2</sub> % 51.32-64.88, K<sub>2</sub>O % 1.16-3.09, Na<sub>2</sub>O % 2.39-3.92, MgO % 1.2-3.39, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 14.24-17.85, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> % 0.18-0.35, CaO % 5.59-9.46, MnO % 0.09-0.15 ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ise % 5.17-10.21 arasında değişim göstermektedir. Ana Element Oksitlerin Harker tipi değişim diyagramlarında, Meke gölü çevresinde yer alan kayaların daha mafik karakterde olduğunu görülmektedir. Bölgedeki kaya gruplarının MORB'a göre normalize edilen iz element dağılımlarında, LIL elementlerce zenginleşmeyi, HFS elementler bakımından ise tütekilmeyi yansıtan dağılım desenleri gözlenmektedir. Yapılan petrografik ve jeokimyasal çalışmalar, Meke ve Acıgöl volkanik kayalarının Kıtasal yay karakterli, Kalkalkalen ürünler olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Meke gölü, Acıgöl volkanikleri, bazalt, andezit, trakiandezit

## THE PETRO-CHEMICAL PROPERTIES OF MEKE AND ACIGÖL CRATERS

**Bahattin Güllü<sup>1</sup> And Yusuf Kağan Kadoğlu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Aksaray University, AKSARAY bgullu@aksaray.edu.tr

<sup>2</sup>Ankara University Earth Science Research and Applied Center, ANKARA, kadi@ankara.edu.tr

**Abstract:** The Crates of Meke Lake and Acıgöl are located in the district of Konya Province borderand 6 km southeast of Karapınar. When craters which are formed during the final stage of volcanism that effective in Plio-Quaternary compared as petrographical; while more basalt, basaltic andesite and andesite typed rocks located around the crater Meke; the andesite and trachyandesite kind of rock groups have been observed around Acıgöl in the region. The main elements oxide levels of the rocks which are outcropping in the region; the values are ranging as shown: 51.32-64.88% SiO<sub>2</sub>, 1,16 to 3,09 K<sub>2</sub>O%, 2.39-3.92% Na<sub>2</sub>O, MgO 1.2-3.39%, 14.24-17.85% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,18 0,35% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CaO% 5,59 to 9,46, 0,09 to 0,15 and the MnO% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> It 5,17 to 10,21%. In the Harker type variation diagrams of main elements oxide, more mafic characters are observed in the rocks which are located around the Meke Lake. In the trace element distribution which is normalised to MORB of rock groups in region; distribution patterns are considering as reflecting LIL shows enrichment by elements and HFS shows regardings. Performed Petrographic and geochemical studies, the volcanic rocks of Meke and Acıgöl are charactered continental arc and indicate that the calc-alkaline products.

**Keywords:** Meke Lake, Acıgöl volcanics, basalt, andesite, trachyandesite.



**KÜTAHYA YÖRESİ MİYOSEN YAŞLI VOLKANİK  
KAYAÇLARIN PETROKİMYASI VE Sr-Nd-Pb İZOTOP  
JEOKİMYASI, BATI ANADOLU, TÜRKİYE**

**Cafer Özkul<sup>1</sup>, İrfan Temizel<sup>2</sup>, Muzaffer Özburan<sup>1</sup>, Mehmet Arslan<sup>2</sup>, Yaşar  
Kıbıcı<sup>1</sup> ve Recep Uğur Acar<sup>1</sup>**

1Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100-Kütahya, Türkiye  
2Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080-Trabzon, Türkiye  
cafer.ozkul@dpu.edu.tr

**Özet:** Batı Anadolu'da Eosen'de başlayıp Kuvaterner'e kadar devam eden etkin bir volkanik faaliyet gerçekleşmiştir. Geç Oligosen-Orta Miyosen yaşlı kalkalkalen volkanizma bölgede yaygın olup, andezit, latit, dasit, riyolit, trakiandezit, bazaltik trakiandezit ve bazaltik andezit ile temsil edilmektedir. Andezitik lav akıntıları bunlar içerisinde en geniş yayılıma sahiptir. İncelenen volkanik kayalar, Kütahya çevresinde Örenköy, Kızılkaya Tepe ve Fındikköy yörelerinde yüzeyleme vermektedir. Petrografik olarak bu kayalar andezit, trakiandezit ve bazaltik andezitlerle temsil edilmekte olup, hyalomikrolitik, mikrolitik porfirik, hyalomikrolitik porfirik daha az oranda ise glomeroporfirik ve süzgeç dokusu gösterirler. Kayalardaki fenokristaller genellikle plajiyoklas, olivin, ojit ve biyotit ile temsil edilirken, hamur mikrolitler, opak mineral ve volkanik camdan oluşmaktadır. Petrokimyasal olarak incelenen volkanik kayalar, alkalenden kalkalkalene kadar değişen karaktere sahip olup, yüksek-K'ludurlar. Ana ve iz element değişimleri, kayaların gelişiminde ojit, plajiyoklas, biyotit, Fe-Ti oksit ve apatit fraksiyonlaşmasının etkili olduğuna işaret etmektedir. İz element ve nadir toprak element (NTE) değişimleri yüksek büyük iyon yarıçaplı litofil element (BİLE; Sr, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba) ve hafif NTE (La, Ce) ile düşük Nb, Zr, Y ve TiO<sub>2</sub> ile karakterize edilmektedir. İncelenen volkanitlerin <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr oranları 0.70719 -0.70971, <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd oranları 0.512307-0.512377 arasında olup, εNdi değerleri ise -6.27 ile -4.63 arasındadır. Ayrıca, <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb izotop oranları 18.93-19.05, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb izotop oranları 15.69-15.76 ve <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb izotop oranları 38.99-39.32 arasında değişmektedir. Petrokimyasal ve izotopik veriler birlikte değerlendirildiğinde; incelenen volkanik kayaların gelişiminde fraksiyonel kristallenme ve asimilasyon süreçlerinin etkin olduğu ve ana magmalarının zenginleşmiş litosferik manto kaynağından türediği ileri sürülebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Volkanizma, petrokimya, izotop, Kütahya, Batı Anadolu, Türkiye

*Bu çalışma 113Y069 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.*

**PETROCHEMISTRY AND Sr-Nd-Pb ISOTOPE  
GEOCHEMISTRY OF THE KÜTAHYA AREA MIOCENE AGED  
VOLCANIC ROCKS, WESTERN ANATOLIA, TURKEY**

**Cafer Özkul<sup>1</sup>, İrfan Temizel<sup>2</sup>, Muzaffer Özburan<sup>1</sup>, Mehmet Arslan<sup>2</sup>,  
Yaşar Kibici<sup>1</sup> ve Recep Uğur Acar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dumlupınar University, Department of Geological Engineering, 43100-Kütahya, Turkey

<sup>2</sup>Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering, 61080-Trabzon, Turkey  
cafer.ozkul@dpu.edu.tr

**Abstract:** In Western Anatolia, an extensive volcanic activity took place from Eocene to Quaternary period. Late Oligocene-Middle Miocene calc-alkaline volcanism is widespread in the region, and represented by andesite, latite, dacite, rhyolite, trachyandesite, basaltic trachyandesite and basaltic andesite. Andesitic lava flows are the most common ones among them. The studied volcanic rocks around Kütahya and surrounding area crop out in Örenköy, KızılkayaTepe and Fındıkköy areas. Petrographically, these volcanic rocks are andesite, trachyandesite and basaltic andesite with hyalomicroclitic, microclitic porphyric, hyalomicroclitic porphyric, and rarely glomeroporphyric and sieve textures. Phenocrysts in the rocks are mainly plagioclase, olivine, augite and biotite whereas groundmass contains microlites, opaques and glass. Petrochemically, the studied volcanics exhibit alkaline to calc-alkaline character with high-K. Major and trace element variations indicate augite, plagioclase, biotite, Fe-Ti oxide and apatite fractionations in the evolution of the studied rocks. Trace and rare earth element (REE) patterns are characterized by high LILE (Sr, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba), LREE (La, Ce), and low Nb, Zr, Y and TiO<sub>2</sub> contents. The studied volcanic rocks have <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr ratios varying from 0.70719 to 0.70971, <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd ratios from 0.512307 to 0.512377, and ε<sub>Nd</sub> values between -6.27 and -4.63. Lead isotopic ratios of the studied rocks vary as 18.93-19.05 for <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb, 15.69-15.76 for <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb and 38.99-39.32 for <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb. Combined petrochemical and isotopic data suggest that fractional crystallization and assimilation processes were played an effective role during the evolution of the volcanic rocks, and parental magma(s) were derived from an enriched lithospheric mantle source.

**Keywords:** Volcanism, petrochemistry, isotope, Kütahya, Western Anatolia, Turkey

This study was funded by the Turkish Scientific Research Council (TUBITAK project no: 113Y069).

## INTERAKTİF PETROGRAFI-JEOKİMYA VERİTABANI UYGULAMASI: JEOKİMYA.ORG

Çağrı Tunca<sup>1</sup> ve Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM)  
(mail@cagritunca.com)

**Özet:** İlerleyen teknoloji ve bilimsel gelişmelerle birlikte uzun zamandır farklı alanlarda ortaya konulmaya çalışılan mobilizasyon, sayısallaştırma ve görselleştirme çalışmaları, ortaya çıkışından bu yana jeoloji alanında da kendilerine pek çok uygulama alanı bulmuşlardır. Ancak, gerek jeolojik verilerin karmaşıklığı, gerekse doğal süreçlerin ve sonuçlarının kolaylıkla matematiksel eşitliklere indirgenemiyor olması, bugüne kadar kapsamlı bir sayısallaştırma sisteminin ortaya konulabilmesini zor bir çalışma haline getirmiştir. Bu dinamiklerin ışığında ortaya çıkan “jeokimya.org” projesi ise, çağımızın en büyük kütüphanesi interneti kendisine yuva edinerek ve günümüzün en güncel internet teknolojilerini kullanarak, akademik ve profesyonel çevrelere olduğu kadar meraklı bütün bireylere jeoloji bilgilerini anlaşılır, sade ve işlevsel bir şekilde ulaştırmayı hedeflediği gibi, sisteme veri girişini platformdan bağımsız ve seri bir hale getirerek kullanıcılarına akıcı, çözüm odaklı bir deneyim yaşatmayı amaçlamaktadır. Ansiklopedi ve veritabanı formatında geliştirmeye başlanılan bu platform, geliştirme sürecinde akademik çevrelerin ve amatör araştırmacıların ihtiyaçlarını dikkate alacak şekilde tasarlanmıştır. Ana omurgası PHP, SQL, CSS, HTML5, Ajax, jQuery, JavaScript ve GoogleMaps teknolojileri üzerine oturtulmuş olan bu sistem, asimetric ve simültane olarak kaya, mineral, formasyon, bozunma ve doku veritabanlarının kullanımına imkan sağlamaktadır. Ayrıca kullandığı dinamik GoogleMaps tabanlı harita teknolojisi ile bir jeoloji çalışmasını haritası, kesitleri ve bütün petrografik bilgileriyle sayısallaştırmaya olanak vermektedir. Bireysel numune kütüphaneleriyle gerektiği durumlarda ansiklopedi verilerini birleştirebilen, her bir veriye benzersiz bir ID ve bununla bağlantılı QR etiketi tanımlayabilen sistem, istenilirse kütüphanelerindeki verileri korele ederek istatistiki, coğrafi analizler yapabilecek veya MySQL üzerinden yaygın GIS yazılımları ile iletişim kurabilecek kapasitededir. Geliştirilmesi devam eden projede paleontoloji, maden yatakları, petrojenez, mühendislik uygulamaları vb. alanlara yönelik ihtiyaçlar doğrultusunda özelliklerin eklenmesi planlanmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** jeokimya.org, web-gis, SQL, jQuery, GoogleMaps

## AN INTERACTIVE APPLICATION OF PETROGRAPHY- GEOCHEMISTRY DATABASE SOFTWARE: JEOKIMYA.ORG

Cağrı Tunca<sup>1</sup> ve Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM)  
mail@cagritunca.com

**Abstract:** From beginning of modern computing era, mobilization, virtual visulation and digitalization studies has diversified on all kind of domains with advancement in technology and scientific improvements. However, complexity of geological datasets and difficulty of rendering natural patterns to mathematical equations has made these studies challenging on geological aspects for researchers. In light of these dynamics Jeokimya.org has been formed in today's world mega library -internet- with the simple yet efficient goals; bringing earth sciences and geological data's just not only to academic and professional societies, also individual researchers with using latest web technologies and making data input experience easy-to-use, rapid and platform-location independent. Developed in both encyclopedia and database manner, jeokimya.org platform's design was evolved considering academic, professional and amateur individuals requirements and keeps evolving. Created with PHP, SQL, CSS, HTML5, Ajax, jQuery, JavaScript and GoogleMaps infrastructures/technologies, framework's main backbone has capability of run asymmetrical and simultaneous queries between rock, mineral, formation, alteration and texture databases without any compromise or data loss. In addition to those, possibility of visualizing and digitalizing any geological study over topographic base map with all geology maps, cross sections, petrography and geochemistry data has made thanks to GoogleMaps API. For private usage, users can easily create their personal field sample's entries with unique ID's and universal QR codes. Option of matching encyclopedical datasets with personal databases has brought to front-end user another functionality; in case of need, correlation between all geological data sets would be useful for analytical and statistical approach. With MySQL database interface and GIS-ready data format made many common GIS software connections possible. It is planned to add more functionality to system on paleontology, mine deposits, petrogenesis, engineering geology etc. fields within ongoing development processes.

**Keywords:** jeokimya.org, web-gis, SQL, jQuery, GoogleMaps

## İÇ ANADOLU İNTRÜZİF KAYALARIN SOKULUMLARINDA GELİŞEN METAMORFİK KAYALARDAKİ DOKU KARAKTERİSTİKLERİ VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Cumhur Özcan Kılıç<sup>1</sup> ve Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara  
cokilic@eng.ankara.edu.tr

**Özet:** Metamorfik kayalar, temel jeolojik problemlerin çözülmesinde önemli rol oynayan kaya gruplarıdır. Kırşehir, Akdağmadeni ve Niğde Masifleri, Orta Anadolu’da metamorfik kayaların gözlendiği en önemli bölgelerdir. Bu bölgelerde yer alan metamorfik kayalar daha çok bölgesel metamorfizma sonucu oluştuğu belirlenmiş ve Orta Anadolu temel metamorfikleri şeklinde adlandırılmıştır. Orta Anadolu metamorfik kayaları, farklı bölgelerde farklı litolojik özellikler sunabilmektedir. Metamorfik kayaların jeolojisi, bölgesel anlamı ve fasiyesleri ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Bu metamorfik kayaların; özellikle magmatik sokulumların, Orta Anadolu’nun belirli kesimlerinde metamorfik kayalara sokulduğu kesimlerde yüzlek verdiği jeolojik haritalardan anlaşılmaktadır. Jeolojik ve petrografik verilere göre burada oluşan metamorfikler içerisinde migmatit türü kayalar en önemli kaya grubunu oluşturmaktadır. Orta Anadolu’da migmatitik kayaların gözlendiği yerlerden biri, Kırşehir-Kaman civarıdır. Bu bölgede, mermer ile monzonitik bileşimindeki intrüzif kayaların dokanağında migmatit oluşumları gözlenmektedir. Migmatitik kayalar, genel olarak kuvars, ortoklas, mikroklin ve plajiyoklaz minerallerinden oluşan açık renkli lökosom ve biyotit ve amfibol minerallerinden oluşan koyu renkli melanosom kısımlarından oluşmaktadır. Lökosom ve melanosom kısımları, farklı örneklerde farklı özellikler sunarlar. Migmatitik kayalarda yer alan lökosom örneklerinin ana oksit değerleri, SiO<sub>2</sub> (59,59-73,15%), CaO (0,7-9,14%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,50-6,97%), MgO (0,14-1,67%), yüksek Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (12,19-19,78%) ve Na<sub>2</sub>O (1,76-9,76%) değerlerine sahiptir. Melanosom örneklerinin ana oksit değerleri ise SiO<sub>2</sub> (47,43-72,1%), Na<sub>2</sub>O (0,95-5,32%), CaO (0,49-8,43%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1,69-8,72%), MgO (0,49-4,16%) ve yüksek Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (10,87-14,75%) değerlerine sahiptir. Lökosom ve melanosom örnekleri arasında özellikle TiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, MgO ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerleri arasında belirgin farklılıklar gözlenmektedir. Melanosom örneklerinin kökeni kaya olarak Ni (ppm)-Cr (ppm) diyagramına göre kumtaşı alanına, ve ACF (A = Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Na<sub>2</sub>O - K<sub>2</sub>O, C = CaO - 3.3 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, F = FeO + MgO + MnO) diyagramına göre ise lökosom örnekleri pelitik kökene, melanosom örnekleri ise kuvarsofeldispatik kökene işaret etmektedir. Bu veriler, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve MgO değerleri ile birlikte değerlendirildiğinde melanosomların kökensel olarak mafik minerallerce zengin kumtaşından türedikleri söylenebilir. “MnO\*11-TiO<sub>2</sub>/10-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>\*10” diyagramına göre ise melanosom örnekleri kalkalkali bazalt alanına düşmektedir. Bu verilere bağlı olarak melanosom örnekleri mafik kayalardan türeyen kumtaşı, lökosom kısımları ise felsik minerallerce zengin pelitik kökene sahip olabilirler. Jeolojik, petrografik ve jeokimyasal veriler, bu migmatitlerin yüksek sıcaklığa bağlı pelitik kayaların metamorfizması sonucu oluşmuş olabileceklerini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Orta Anadolu metamorfikleri, kontak metamorfizma, magmatik sokulum, migmatit, hornfels

**TEXTURAL CHARACTERISTICS AND TEXTURAL  
PROPERTIES OF CONTACT METAMORPHIC ROCKS FORMED  
UNDER INFLUENCE OF INTRUSIVE ROCKS: AN EXAMPLE  
FROM KIRŞEHİR-KAMAN, CENTRAL ANATOLIA**

**Cumhur Ozcan Kilic<sup>1</sup> ve Yusuf Kagan Kadioglu<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Ankara University, Geological Engineering Department, Ankara, Turkey

<sup>2</sup>Earth Sciences Application and Research Center of Ankara University, Ankara, Turkey  
cokilic@eng.ankara.edu.tr

**Abstract:** Metamorphic rocks play an important role in understanding basic geological problems. Kırşehir, Akdağ and Niğde massifs are the most important locations where metamorphic rocks can be seen. Metamorphic rocks in this region are determined to be formed under regional metamorphism and they have been named as the basement rocks of Central Anatolia. Metamorphic rocks of Central Anatolia may show varied lithological features in different locations. Many studies have been conducted about geology, regional importance and facieses of these metamorphic rocks. Geological maps of Central Anatolia show the relations between metamorphic rocks and magmatic intrusions, such metamorphic rocks generally formed where magmatic intrusions occurred. Due to geological and petrographical data, most important metamorphic rocks formed in this region are migmatites. Kırşehir-Kaman region is one of the places where migmatite occurrences can be seen. In this region, migmatites are formed in the contact between marble and monzonite. Migmatitic rocks are generally consist of light-colored leucosomes composed of quartz, orthoclase, microcline and plagioclases and dark-colored melanosome composed of biotite and amphibole minerals. Leucosome and melanosome parts show varied featured in different samples. Leucosomes within migmatites show SiO<sub>2</sub> (59,59-73,15%), CaO (0,7-9,14%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,50-6,97%), MgO (0,14-1,67%), yüksek Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (12,19-19,78%) ve Na<sub>2</sub>O (1,76-9,76%) major oxide values. On the other hand, melanosomes within migmatites show SiO<sub>2</sub> (47,43-72,1%), Na<sub>2</sub>O (0,95-5,32%), CaO (0,49-8,43%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1,69-8,72%), MgO (0,49-4,16%) ve yüksek Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (10,87-14,75%) major oxide values. Especially significant differences in TiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, MgO ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> values can be seen in leucosomes and melanosomes. Melanosome samples plot in sandstone area in Ni (ppm)-Cr (ppm) diagram. Also in ACF (A = Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Na<sub>2</sub>O - K<sub>2</sub>O, C = CaO - 3.3 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, F = FeO + MgO + MnO) diagram points out that leucosome samples to pelitic origin whereas melanosome samples point out quartzofeldspathic origin. If these data evaluated with the differences in Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve MgO values, melanosomes may be originated from mafic mineral-rich sandstones. Also melanosome samples plot in calcalkali basalt area in “MnO\*11-TiO<sub>2</sub>/10-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>\*10” diagram. Due to these datas, melanosome samples may be originated from sandstones formed from mafic rocks, whereas leucosome samples may be originated from pelitic rocks. Geochemical, petrographical and geological data may show that these rocks may be formed by high temperature metamorphism of pelitic rocks.

**Keywords:** Central Anatolia metamorphics, contact metamorphism, magmatic intrusion, migmatite, hornfels

**BÜYÜK AĞRI DAĞI KUZEYİ (DOĞU ANADOLU) ALKALİ  
KAYAÇLARININ PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL OLARAK  
İNCELENMESİ: ÖN DEĞERLENDİRME SONUÇLARI**

**Elif Varol<sup>1</sup>, Abidin Temel<sup>1</sup>, Orkun Başer<sup>2</sup>, İrem Ergin<sup>3</sup>, Bengü  
Özdemir<sup>3</sup>, Şule Çelik<sup>3</sup>**

1 Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara, Türkiye

2 Muratdere Madencilik San ve Tic A.Ş., İstanbul, Türkiye

3 MTA Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye  
elvarol@hacettepe.edu.tr

**Özet:** Doğu Anadolu'da Kuvaterner dönemde gelişmiş, büyük öneme sahip Ağrı Dağı stratovulkanının iki konisinden biri olan Büyük Ağrı dağı'nın kuzeyindeki volkanik kayaçlar mineralojik-petrografik olarak incelenmiş ve ana element analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Buna göre, Büyük Ağrı Dağı volkanik kayaçlarının mineralojik bileşimi plajiyoklaz+piroksen±amfibol+Fe-Ti oksit minerallerden oluşmaktadır. Örneklerin çoğunda hipokristalinporfirik doku gözlenirken, bazı örneklerde afanitik doku gözlenmektedir. Mikroskobik olarak, kayaçlarda zonlu doku gösteren plajiyoklazların yanısıra elek dokusu gösteren plajiyoklazlar da gözlenmiştir. Ana element içeriklerine göre örneklerin tamamının alkali özellikte olduğu ve bazaltik trakiandezit, trakiandezit ve trakit bileşiminde olduğu belirlenmiştir. Bölgeden alınmış tüm örneklerde  $Na_2O > K_2O$  olup, örnekler sodik karakterlidir. Harker diyagramlarında  $SiO_2$ 'nin artmasıyla  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MnO$ ,  $CaO$ ,  $TiO_2$ ,  $P_2O_5$  içeriklerinde negatif eğilim,  $K_2O$  ve  $Na_2O$  içeriklerinde ise pozitif bir eğilim gözlenmektedir. Bu durum Büyük Ağrı dağı volkanik kayaçlarının oluşumunda fraksiyonel kristalleşme sürecinin etkili olduğunu düşündürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Büyük Ağrı dağı, Doğu Anadolu, mineraloji-petrografi, jeokimya, fraksiyonel kristalleşme



**PETROGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL INVESTIGATION  
OF ALKALINE ROCKS FROM NORTHERN GREATER AĞRI  
(EASTERN ANATOLIA): PRELIMINARY RESULTS**

**Elif Varol<sup>1</sup>, Abidin Temel<sup>1</sup>, Orkun Başer<sup>2</sup>, İrem Ergin<sup>3</sup>, Bengü Özdemir<sup>3</sup>,  
Şule Çelik<sup>3</sup>**

1 Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara, Türkiye

2 Muratdere Madencilik San ve Tic A.Ş., İstanbul, Türkiye

3 MTA Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

elvarol@hacettepe.edu.tr

**Abstract:** The mineralogical-petrographical properties of volcanic rocks of the Greater Ağrı that is one of the two cones of Ağrı stratovolcano developed in Quaternary, have been examined and the results of major element data have been evaluated. According to these evaluations, the mineralogical assemblage of the Greater Ağrı volcanic rocks is plagioclase + pyroxene ± amphibole and Fe-Ti oxide minerals. The majority of the samples displaying hypocrySTALLINE porphyritic texture whereas aphanitic texture have been observed in some samples. As a result of optical microscopic features, zoned plagioclases and the spongy texture plagioclases are determined. According to major element geochemical data, all samples are alkaline in features and are basaltictrachyandesite, trachyandesite and trachyte in composition. All samples collected from study area are sodic ( $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ ) in character. In Harker diagrams,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  exhibit a negative trends while positive trends are observed in  $\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{Na}_2\text{O}$  vs  $\text{SiO}_2$ . These features suggest the dominance of fractional crystallization process during the formation of the Greater Ağrı volcanic rocks.

**Keywords:** Greater Ağrı, Eastern Anatolia, mineralogy-petrography, geochemistry, fractional crystallization



**TAŞLIYAYLA VOLKANİTLERİNİN (ÇAYKARA GÜNEYİ-  
TRABZON) JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ****Emre Aydınçakır<sup>a</sup>, Sinan Yılmaz<sup>b</sup>, Buket Dündar<sup>a</sup>, Yaser A. A.  
Al-Mashramah<sup>b</sup>, Faruk Aydın<sup>b</sup>, Abdurrahman Dokuz<sup>a</sup> ve Cüneyt Şen<sup>b</sup>**<sup>a</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, Bölümü, GÜMÜŞHANE 29000<sup>b</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TRABZON 61080

(csen@ktu.edu.tr)

**Özet:** Sakarya Zonunun kuzeydoğusunda yer alan Doğu Pontidler'de Üst Kretasevolkanik faaliyetin en yoğun olduğu dönemdir. Bu dönemde, asidik ve bazik volkanik evrelerde oluşan volkanik ve volkano-klastik kayalar kalın istif oluşturmuşlardır. Bu çalışmada, Çaykara (Trabzon) Intrüzif Kompleksine ait plütonik kayaların kesmiş olduğu, Üst Kretase yaşlı bazik volkanik kayalardan elde edilen ilk veriler sunulmuştur. İncelenen volkanik kayalar hem Üst Kretase hem de Eosen yaşlı plütonik kayalar tarafından kesilmiş, dolayısıyla yer yer tanımlanamayacak kadar alterasyona uğratılmıştır. El örneklerinde sarımsı-yeşilimsi-siyahımsı renkli, afanitik dokuludurlar. Mikroskop altında mikrolitik porfirik (plajiyoklas porfirleri içeren) ve entersertal doku gösterirler. Yarı öz ve öz şekilli plajiyoklas minerallerinin An oranları 35-55 arasında değişmektedir. Kimyasal analiz sonuçlarından, bu kayaların bazalt-bazaltik andezit-andezit bileşimde olduklarını, Mg# 30-65 arasında değiştiği göstermektedir. Primitif mantoya göre normalleştirilmiş iz element diyagramlarında negatif Nb, P, Ti anomalileri ile pozitif Pb anomalisi gözlenmekte olup, büyük iyon çaplı elementler (LILE) yüksek çekim alanlı elementlere (HFSE) göre daha fazla zenginleşmiştir. Kondirite göre normalleştirilmiş nadir toprak element(REE) değişim diyagramlarında (La/Lu)Noranı 4-8 arasında olup, bazı örnekler hafif pozitif anomalisi gösterirken bazı örnekler negatif Eu anomalisi göstermektedir. Örnekler tektonik ayırtman diyagramlarına düşürüldüğünde beklenildiği gibi ada yayı bazaltlarını temsil eden alanda yer alırlar.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Pontidler, iz element jeokimyası, Üst Kretase, bazik volkanikler

*Bu çalışma 114Y219 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.*

**GEOCHEMICAL FEATURES OF TAŞLIYAYLA  
VOLCANICS (SOUTHERN ÇAYKARA-TRABZON)**

**Emre Aydınçakır<sup>a</sup>, Sinan Yılmaz<sup>b</sup>, Buket Dünder<sup>a</sup>, Yaser A. A. Al-Mashramah<sup>b</sup>, Faruk Aydın<sup>b</sup>, Abdurrahman Dokuz<sup>a</sup> ve Cüneyt Şen<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Gümüşhane University, Department of Geological Engineering, GÜMÜŞHANE 29000

<sup>b</sup>Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering, TRABZON 61080  
(csen@ktu.edu.tr)

**Abstract:** Upper Cretaceous era is characterized by densely volcanic activities in the eastern Pontides that is northeast part of the Sakarya Zone. In this era, thick pile of volcanic-volano-clastic rocks occurred during the activities of acidic and basic volcanic cycles. In this study, preliminary geochemical results of Upper Cretaceous aged volcanic rocks that were cut by the plutons of Çaykara Intrusive Complex (Trabzon) are presented. Investigated rocks are cut by both Upper Cretaceous and Eocene aged plutonic rocks; therefore, they are unrecognizably altered in some of the locations. They are yellowish- greenish-blackish in hand specimens and show aphanitic textures. They show microlithic porphyritic (including plagioclase porphyries) and intersertal textures under microscope. Euhedral and subhedral plagioclase crystals are anorthite 35 to 55 in composition. From the results of chemical analysis, the volcanic rocks are basalt, basaltic andesite and andesite in composition and their Mg# is ranging 30 to 65. In the primitive mantle normalized trace element diagram, the samples display negative Nb, P and Ti and positive Pb anomalies. In general, large ion lithophile (LIL) elements enriched compared to the high field strength (HFSE) elements in the same diagram. In chondrite normalized rare earth elements diagram, r (La/Lu)<sub>N</sub> ratios are ranging from 4 to 8. While some samples are shown slightly negative Eu anomaly, some others show slightly positive anomaly. When the samples are plotted in tectonic discrimination diagrams, as expected they fall in island arc volcanic fields.

**Keywords:** Eastern Pontides, trace element geochemistry, Upper Cretaceous, basic volcanic rocks

*This study was funded by the Turkish Scientific Research Council (TUBITAK project no: 114Y219).*

**ANKARA MÉLANJINA SOKULUM YAPAN GEÇ KRETASE  
ALKALEN SİYENO-DİYORİT, VOLKANİTLER VE GEÇ  
KRETASE-ERKEN PALEOSEN ULTRAPOTASİK  
LAMPROFİRLERİN PETROJENEZİ**

**Ender Sarıfakıoğlu<sup>1</sup>, Yıldırım Dilek<sup>2</sup>, Mustafa Sevin<sup>1</sup>**

1. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

2. Miami University, Department of Geology & Environmental Earth Science, Oxford, OH, 45056 USA  
esarifakioglu@mta.gov.tr

**Özet:** Ankara Mélanjı, Mesozoyik okyanusta (Neo-Tetis) gelişmiş yitim zonu-eklenir prizmayı karakterize eder. İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu (İAEKZ)'da, Sakarya Kıtası (SK) ile Kırşehir Masifi (KM) arasında yer alan Ankara Mélanjı'nın kaotik yapısını oluşturan megabloklar, genellikle okyanusal kayaları temsil eden N-MORB karakterli ofiyolitik volkanitler, serpantinize peridotitler, çörtlere, pelajik-neritik kireçtaşları, E-MORB karakterli okyanusal plato bazaltları ve OIB karakterli denizaltı volkanitlerinden türemedir. Ankara Mélanjı'nın üzerinde tektonik dokanakla bulunan 180 Ma yaşlı SSZ-tipi Eldivan ofiyoliti, mélanj için önemli bir yaş bulgusu sağlar. Ankara Mélanjı'nı kesen ve örten alkalen volkanitler, bazanit, foidit, trakibazalt, bazaltik trakiandezit ve trakiandezit bileşimlidir. Alkale volkanik kayalar, yer yer volkaniklastik kayalar ile ara seviyeler oluştururlar ve Üst Kretase resifal kireçtaşları tarafından örtülürler. Şoşonitik volkanik kayalar, değişik oranda SiO<sub>2</sub> (%42.69-51.33), yüksek oranda K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O (%4.71-6.69), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%12.84-18.47wt%), Ba (1051-1883ppm), Rb (29-129ppm), Sr (743-780ppm) ve Pb (3.9-13.4ppm) içerir. Bir siyeno-diyorit stoğu (~ 1km çapında), volkanik eşlenikleri gibi SiO<sub>2</sub> = %49.1-50.3 ve yüksek K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O (%7.64-8.03), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%18-19), Ba (1520-1685ppm), Rb (130-148ppm), Sr (759-915ppm) ve Pb (22-25ppm) içerir. Ankara Mélanjı'nı kesen ultrapotasik karakterli lampropirik dayklar ise tefrit, fonotefrit, pikrobazalt, trakibazalt ve trakiandezit bileşimlidir. Lamprofirlerden 67.2±1.2Ma ile 63.6±1.2Ma <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar yaş verileri elde edilmiştir. Lampropirik dayklar, değişik oranlarda SiO<sub>2</sub> (39.81-58.15wt%) yüksek oranda K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O (%5.36-9.88), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%11.2-17.47), Ba (739-3229ppm), Rb (21-184ppm), Sr (679-1432ppm) ve Pb (8.8-32.3ppm) içerir. Alkale kayaların yüksek Ba/Th (58-179), Rb/Nb (4-20), <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr (0.704697-0.704892) oranları ve düşük <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd (0.512674-0.512690) oranları, magma kaynağının önceki yitim zonu ergiyikleri tarafından metasomatizmaya uğramış bir litosferik mantonun kısmi ergimesinden türetildiğini işaret eder. Bununla birlikte, yüksek <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb (19.332-19.939), <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb (15.655-15.691) ve <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb (39.192-39.612) oranları, yüksek Ce (38-159ppm) ve Sm (3.2-11.6ppm) içerikleri, kabuksal kirlenmenin etkisini yansıtır. Jeolojik ve jeokimyasal bulgular, alkale kayaların, SK ve KM'nin çarpışmasından önce kuzeye dalan Neo-Tetis yitim zonunun yarattığı yay magmatizmasının en son evresinde oluştuğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İAESZ, Ankara Mélanjı, siyeno-diyorit, alkale volkanitler, lamprofir

**PETROGENESIS OF LATE CRETACEOUS ALKALINE  
SYENO-DIORITE, VOLCANITES, AND LATE CRETACEOUS-  
EARLY PALEOCENE ULTRAPOTASIC LAMPROPHYRES  
INTRUDED THE ANKARA MÉLANGE**

**Ender Sarıfakıoğlu<sup>1</sup>, Yıldırım Dilek<sup>2</sup>, Mustafa Sevin<sup>1</sup>**

1.MTA General Directorate, Ankara

2.Miami University, Department of Geology & Environmental Earth Science, Oxford, OH, 45056 USA  
esarifakioglu@mta.gov.tr

**Abstract:** The Ankara Mélange represents a subduction-accretion system within Mesozoic ocean (Neo-Tethys). Megablocks of the chaotic structured Ankara Mélange within the Izmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (IAESZ) between the Sakarya Continent (SC) and Kırşehir Massif (KM) have been derived from of N-MORB ophiolitic volcanites, serpentinized peridotites, cherts, pelagic-neritic limestones, E-MORB oceanic plateau basalts and OIB seamount volcanites. The SSZ-type, 180 Ma-old Eldivan Ophiolite is thrust over the Ankara Mélange, providing important age constraints for the melange. Alkaline volcanic rocks crosscut and cover the Ankara Mélange display basanite, foidite, trachybasalt, basaltic trachyandesite, and trachyandesite compositions. These volcanic rocks are locally intercalated with volcanoclastic rocks of similar compositions, and are covered by an Upper Cretaceous reefal limestone. The shoshonitic volcanic rocks have variable SiO<sub>2</sub> (42.69-51.33wt%) values, high K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O (4.71-6.69wt%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (12.84-18.47wt%), Ba (1051-1883ppm), Rb (29-129ppm), Sr (743-780ppm) and Pb (3.9-13.4ppm) values. A syenodiorite stock (~ 1km in diameter) contains SiO<sub>2</sub> = 49.1-50.3wt%, and high K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O (7.64-8.03wt%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (18-19wt%), Ba (1520-1685ppm), Rb (130-148ppm), Sr (759-915ppm) and Pb (22-25ppm) values as its volcanic counterparts. The lamprophyric dykes with ultrapotassic compositions crosscut the Ankara Mélange display tephrite, phonotephrite, picrobasalt, trachybasalt and trachyandesite compositions. 67.2±1.2Ma and 63.6±1.2Ma <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar age dating were determined. They have variable SiO<sub>2</sub> (39.81-58.15wt%) contents, high K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O (5.36-9.88wt%), Rb (21-184ppm), Sr (679-1432ppm) and Pb (8.8-32.3ppm) ratios. High Ba/Th (58-179), Rb/Nb (4-20), <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr (0.704697-0.704892) ratios and low <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd ratios (0.512674-0.512690) of the alkaline rocks indicate that their magma source was derived from partial melting of a lithospheric mantle metasomatized by previous intra-oceanic subduction events. However, high <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb (19.332-19.939), <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb (15.655-15.691) and <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb (39.192-39.612) ratios, high Ce (38-159ppm) and Sm (3.2-11.6ppm) contents also suggest crustal contamination. The geological and geochemical data indicate that these alkaline rocks as the products of the latest stages of arc magmatism above the North-dipping Neotethyan subduction zone, prior to the collision of the SC with the KM.

**Keywords:** IAESZ, Ankara Mélange, syeno-diorite, alkaline volcanites, lamprophyre

## ISTRANCA MASİFİNİ KESEN MESOZOYİK İNTRÜZİFLERİNDEKİ ANKLAVLARIN KÖKENİ

**Ezgi Ulusoy<sup>1</sup> ve Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>2,3</sup>**

1. MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, ANKARA

2. Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ANKARA

3. 2Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, ANKARA  
ezgi.ulusoy@mta.gov.tr, kadi@ankara.edu.tr

**Özet:** KB Türkiye’de yer alan Istranca Masifine ait metamorfik kayalar Mesozoik yaşlı farklı bileşimde ve farklı yaş aralığında intrüziyonlarla kesilmektedir. Bölgede yaklaşık olarak D – B doğrultusunda yüzlek veren bu intrüziyon kayalar genel olarak; granit, monzonit, siyenit ve gabro bileşimindedir. Granitik bileşenler çalışma alanının doğu kısmında ve batıya doğru monzonitlere ve daha kuzey batıya doğru ise siyenit bileşimine geçmektedir. Gabroyik intrüziyonlar, granitik, monzonitik ve siyenitik kayalara sokulum yapmaktadır. Mafik ve felsik bileşimdeki anklavlar bu intrüziyon içerisinde farklı boyut ve mineralojik bileşiminde gözlenmektedir. İntrüziyonlarda üç çeşit anklav belirlenmiştir. Bunlar çoktan aza doğru magma karışımı, magma segregasyonu ve ksenolit şeklindedir. Magma karışım ve magma segregasyonu anklavları en yaygın anklav türleri olmaları ile birlikte magmatik kaya dokusu ve anakaya ile benzer mineral bileşimlerine sahiptirler. Ksenolit anklavlar metamorfik kaya dokusu göstermekte ve ana kayadan farklı mineral bileşimi ve farklı dokusal özellik göstermektedir. Magma karışım ve magma segregasyonu anklavları bütün intrüziyon kayaların farklı alanlarında ve farklı oranlar da bulunmaktadır. Ksenolit anklavlar ise özellikle intrüziyon kayaların yan kaya ile dokanak kısımlarında ve özellikle siyenit bileşimindeki sokulumlarda daha fazla oranlarda bulunmaktadır. Anklavların mineral karakteristiklerini ve kimyasal bileşimlerini belirlemek için çok sayıda Konfokal Raman Spektroskopisi (CRS) ile mineral ve XRF-ICP ile kaya analizi yapılmıştır. Yapılan CRS analiz sonuçlarına göre magma karışım ve magma segregasyonu anklavlarındaki mafik mineraller; hornblend ( $219.198 - 205.236 \text{ cm}^{-1}$  Raman kayma şiddeti), tremolit ( $1053.679 - 929.205 - 671.435 \text{ cm}^{-1}$  Raman kayma şiddeti), aktinolit ( $1025.098 - 667.378 - 533.629 \text{ cm}^{-1}$  Raman kayma şiddeti) ve biyotilerden ( $760.306 - 510.547 \text{ cm}^{-1}$  Raman kayma şiddeti) oluşmakta ve ana kaya içerisindeki mineral türleri ile benzer olduğu görülmektedir. Bu tür anklavlarda magnetit ve ilmenit oranı oldukça azdır. Ksenolit türü anklavlarda tremolit, aktinolit, muskovit, biyotit ve fazla oranda magnetit ve ilmenit yer almaktadır. Kalsit, epidot, klorit ve diyopsit belirgin bir şekilde bu kayalarda yayılım göstermektedir. Magma karışım anklavlar’da  $\text{SiO}_2$  içeriği %45 ile %55 arasına düşmektedir. Orta – yüksek K’lu bazik seri aralığında yer almakta, kalkalkali anakayadan toleyitik karakterli ürünlere doğru geçişlidir. MORB normalize edilmiş iz element diyagramlarında anklavların anakaya göre LIL elementlerde zenginleşme, HFS elementlerdeki tüketilme deseni derinlerden gelen magmanın kabuk ile etkileşimini yansıtmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Istranca masifi, kabuk kalınlığı, anklav, ksenolit, magma segregasyonu

## NATURE OF ENCLAVES WITHIN MESOZOIC INTRUSIVES OF STRANDJA MASSIF, NW TURKEY

Ezgi Ulusoy<sup>1</sup> And Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>2,3</sup>

1. General Directorate of Mineral Research and Exploration, Department of Geological Research, ANKARA

2. Ankara University, Engineering Faculty, Geological Engineering Department, ANKARA

3. Earth Science Application and Research Center of Ankara University (YEBİM), ANKARA  
ezgi.ulusoy@mta.gov.tr, kadi@ankara.edu.tr

**Abstract:** The Mesozoic intrusives in various composition with different ages cut the Metamorphic rocks of Strandja Massif at NW of Turkey. These intrusives which crop out approximately E-W direction are mainly comprised of granite, monzonite, syenite and gabbro in composition. Granitic rocks exhibits to the east part, change to monzonite composition towards the west and changes to syenitic composition to the North West part of the study area. Gabbroic rocks mainly intrude granitic and monzonitic rocks in composition. These rocks contain felsic or mafic enclaves with different sizes and various mineralogical compositions. Three types of enclaves are identified these are; magma mixing, magma segregation and xenolith enclave types. The most common types are magma mixing and magma segregation enclaves and have magmatic texture and almost similar mineral composition with the host rock. Xenolith enclaves have different textural properties and have metamorphic texture with different mineral composition. Magma mixing and magma segregation enclaves are found at different part of all the intrusive rocks with different proportions. Xenolithic enclaves are observed at the contact between wall and host rock and they are mainly find out especially in the syenitic rocks. Confocal Raman Spectroscopy and XRF-ICP are used for determining the mineralogical and chemical compositions of the enclaves. Confocal Raman Spectroscopy studies reveal that magma mixing and magma segregation enclaves have hornblende (219.198 – 205.236 cm<sup>-1</sup> Raman shift) with tremolite (1053.679 – 929.205 - 671.435 cm<sup>-1</sup> Raman shift)-actinolite (1025.098 – 667.378 – 533.629 cm<sup>-1</sup> Raman shift), biotite (760.306 – 510.547 cm<sup>-1</sup> Raman shift) as same as of the host rocks. The Magnetite and ilmenite are formed the accessory minerals of the enclaves. On the other hand the xenolithic enclaves have more mafic minerals such as tremolite-actinolite, muscovite, biotite and more magnetite and ilmenite than the host rocks. Calcite, epidote, chlorite, diopside are formed the less amount of this combinations within the rock units. Magma mixing enclaves contain approximately 45-55% SiO<sub>2</sub> content and are characterized by medium – high K content and basic series product. The enclaves have transitional composition starting from calc-alkaline to tholeiitic magma character. Generally MORB normalized elemental patterns of the enclaves are exposed the products of mafic magma with the mixing of the felsic magma.

**Keywords:** Strandja Massif, crustal thickness, enclaves, xenoliths, magma segregation

## SEKİKAŞI (YOZGAT) BAZALT PETROLOJİSİ VE JEOKRONOLOJİSİ

**Ezgi Ulusoy, Ali Ekber Akçay, Metin Beyazpirinç, Kerem Sönmez**

MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, ANKARA

ezgi.ulusoy@mta.gov.tr

**Özet:** Kırşehir bloğu ile İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı arasında bulunan inceleme alanının temelini Geç Paleozoyik - Erken Kretase yaşlı Akdağmadeni masifine ait metamorfitletler oluşturmaktadır. Bu metamorfitletler üzerine İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı içerisinde yer alan, Geç Kretase yaşlı ofiyolitik karışık, Albiyen-erken Senomaniyen yaşlı türbiditler ve Senomaniyen-Maastrichtiyen yaşlı volkano-sedimanter birimler tektonik dokanakla gelmektedir. Tüm bu birimler üzerine uyumsuz olarak Geç Paleosen-Orta Eosen yaşlı volkano-sedimanter kayalar, Orta Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal kırıntılılar ve Pliyosen yaşlı Sekikaşı bazaltı gelmektedir. Bu çalışmada Sekikaşı Bazaltı için petrografik, jeokimyasal analizler ile jeokronolojik yaşlandırma yapılmıştır. Sekikaşı (Abdurrahmanlı) bazaltı olarak tanımlanan genç bazik kayalar kendilerinden yaşlı tüm birimler üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Birim, yanal yönlerde değişiklikler göstermemekte, 1-15 m arası kalınlıklar sunmaktadır. Makroskobik olarak; koyu gri – siyah renkli afanitik dokulu olup soğuma sütunları gözlenmektedir. Mikroskobik olarak hipokristalen porfirik dokuya sahip örnekler anortitçe zengin plajiyoklaz, yoğun şekilde bozuşmuş olivin, glomeroporfirik dokulu klinopiroksen ve ince taneli opak minerallerden oluşmaktadır. Alkali bazalt – trakibazalt kompozisyonlu kayalar alkali, alkali – toleyitik sınırında yer almakta olup kıta içi bazaltlara ait özellikler sergilemektedir. OIB normalize edilmiş çoklu element diyagramlarında LRE, LIL elementlerde kısmen zenginleşme, HRE ve HFS elementlerde ise kısmen bir tüketilme söz konusudur. Tüm kayadan Ar-Ar yöntemiyle  $4.34 \pm 0.56$  My radyometrik yaş elde edilmiştir. Bu bulgular ışığında bölgede Pliyosen döneminde de magmatik etkinlik devam etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ar – Ar, petroloji, bazalt, kıta içi bazaltlar



## PETROLOGY AND GEOCHRONOLOGY OF SEKİKAŞI (YOZGAT) BASALT

**Ezgi Ulusoy, Ali Ekber Akçay, Metin Beyazpirinç, Kerem Sönmez**

General Directorate of Mineral Research and Exploration, Department of Geological Research,  
ANKARA  
ezgi.ulusoymta.gov.tr

**Abstract:** Study area which located between Kırşehir block and İzmir-Ankara-Erzincan suture zone composed of Akdağmadeni Massifs metamorphic rocks with Late Paleozoic – Early Cretaceous ages at the basement. These metamorphic rocks tectonically covered by ophiolites from İzmir-Ankara-Erzincan suture zone with Late Cretaceous age, turbidites with Albion – early Cenomanian age and volcano-sedimentary rocks with Cenomanian – Maastrichtian age. All these units unconformably overlain by Late Paleocene – middle Eocene volcano-sedimentary rocks, middle Miocene – Pliocene terrestrial clastics and Pliocene Sekikaşı Basalts at the top of sequence. In this study include of field observations and petrographic, geochemical, geochronologic determinations of Sekikaşı Basalt. Young mafic rocks identify as Sekikaşı (Abdurrahmanlı) basalt cover older all units unconformably. Thickness of this unit varies about 1 – 15m and don't show variance laterally. These are columnar jointed basalt in composition with grey dark grey colour and aphanitic textures in macroscopically. They are mainly composed of anorthite-rich plagioclase, intensively altered olivine, clinopyroxene with glomeroporphyritic texture and fine-grained opaque minerals. This unit named as alkali basalt and trachy-basalt in composition have alkali, alkali-tholeiitic transition character and display within plate basalt features. OIB normalized trace and rare earth element diagrams show partially enrichment in LIL and LRE elements and slightly depletion HFS and HRE elements. Ar-Ar whole-rock radiometric age from unit is  $4.34 \pm 0.56$  Ma. In light of these findings magmatic activity still continue during Pliocene times in the area.

**Keywords:** Ar – Ar, petrology, basalt, within plate basalt



## SAKARYA ZONU DOĞUSU'NDAKİ (KD TÜRKİYE) MAFİK DAYKLARIN PETROJENEZİ

**Faruk Aydın<sup>1</sup>, Hakan H. Kaptan<sup>1</sup>, Simge Oğuz<sup>1</sup>, Rasim Başer<sup>1</sup>, İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Cüneyt Şen<sup>1</sup>, Orhan Karslı<sup>2</sup> ve Raif Kandemir<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon Türkiye  
<sup>2</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Rize Türkiye  
hakanhakkikaptan@hotmail.com

**Özet:** Sakarya Zonu Doğusu'nda bulunan Çaykara ve Hayrat-Balaban (Trabzon) ile İkizdere (Rize) bölgelerindeki mafik dayklar genellikle bazalt, dolerit ve lamprofirlerden ve daha az oranda da bazaltik-andezit ve traki-andezitlerden oluşurlar. Dayk örneklerinin dokusu porfiritten afiriğe değişir; plajiyoklas, klinopiroksen, amfibol ve bazı örneklerde bir miktar biyotit ve kuvars fenokristalleri ile özşekilli küçük zirkon, apatit ve Fe-Ti-oksit kristalleri içerirler. Mafik dayklar jeokimyasal olarak subalkalin karakter gösterirler ve yitim ilişkili magmaların tipik özelliklerini yansıtırlar. Silikaya karşı ana ve iz element ikili değişim diyagramlarında, mafik dayklara ait tüm örnekler Ol+Kpir+Amf+Fe-Ti-oksit+apatit ayrımlaşmasını destekleyen lineer negatif yönseme sunarlar. Kondrite normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) değişim diyagramları, tüm örneklerin hafif NTE bakımından zenginleştiklerini ve değişebilir oranlarda hafif NTE/ ağır NTE farklılaşmasıyla birlikte ((La/Yb)<sub>N</sub>=0.8–22.2) hafif pozitif/negatif Eu anomalisi (Eu/Eu\* = 0.7–1.3) sunduklarını göstermiştir. Okyanus ortası sırtı bazaltlarına (OOSB) göre normalize edilmiş çoklu element değişim diyagramları, incelenen dayk örneklerinin genellikle büyük iyon yarıçaplı elementler (BİYE) bakımından zenginleştiklerini ve yüksek alan enerjili elementler (YAEE) bakımından da fakirleştiklerini göstermiştir. Ayrıca tüm örnekler Nb ve Ti bakımından belirgin negatif yönseme gösterirler ve birbirlerine paralel bir değişim trendi izlerler. Çoklu element değişim diyagramlarında bazı örneklerde gözlenen hafif negatif Eu ve Sr anomalileri plajiyoklas fraksiyonlaşmasına atfedilebilir. Jeokimyasal ve izotopik veriler [(<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr)<sub>i</sub> = 0.7045–0.7113 ve (<sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd)<sub>i</sub> = 0.5125–0.5128] mafik daykların kaynağını oluşturan mantonun metazomatize olmuş manto kaması ile bileşimsel benzerliğine işaret eder. Mafik dayk örneklerindeki yüksek La/Nb (2–8), Ba/Nb (20–850) ve Zr/Nb oranları (5–41), açık bir şekilde söz konusu daykların bir çok levha içi volkanik kayalardan farklı olduklarını (La/Nb=0.5–2.5, Ba/Nb=1–20 and Zr/Nb<5), buna karşın Sakarya Zonu Doğusu'ndaki yitim ilişkili Geç Kretase yaşlı magmatik kayalara benzerlik sunduklarını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** KD Türkiye, mafik dayk, jeokimya, izotop, petroloji

*Bu çalışma KTU BAP 1149 numaralı proje tarafından desteklenmiştir.*

**PETROGENESIS OF MAFIC DYKES IN THE EASTERN SAKARYA ZONE, NE TURKEY****Faruk Aydın<sup>1</sup>, Hakan H. Kaptan<sup>1</sup>, Simge Oğuz<sup>1</sup>, Rasim Başer<sup>1</sup>, İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Cüneyt Şen<sup>1</sup>, Orhan Karslı<sup>2</sup> ve Raif Kandemir<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Karadeniz Technical University Engineering Faculty Department of Geological Engineering, Trabzon<sup>1</sup>  
Recep Tayyip Erdoğan University Engineering Faculty Department of Geological Engineering, Rize  
(hakanhakkikaptan@hotmail.com)

**Abstract:** Mafic dykes from the Çaykara and Hayrat-Balaban (Trabzon), and İkizdere (Rize) regions from the eastern Sakarya Zone (NE Turkey) consist of mostly basalts, dolerites, lamprophyres (basic member) and lesser basaltic-andesites and trachy-andesites (evolved member). Most of the dyke samples display aphyric to porphyritic texture with phenocrysts of plagioclase, clinopyroxene, amphibole, and some contain variable amount of biotite, lesser quartz and minor euhedral zircon, apatite and Fe-Ti oxides. The mafic dykes have mostly subalkaline character and show typical features of subduction-related magmas. In the silica versus major and trace element diagrams, all samples of the mafic dykes exhibit linear negative correlation, which support fractionation of Ol+Cpx+Amp+Fe-Ti oxides+Apatite. On the chondrite-normalized REE patterns, all samples show enrichment in LREEs, and show variable LREE/HREE fractionation ( $(La/Yb)_N=0.8-22.2$ ) with variable Eu anomalies ( $Eu/Eu^*=0.7-1.3$ ). On the N-MORB normalized diagrams, the samples from both dyke members are generally enriched in LILEs and depleted in HFSEs. They are also characterized by subparallel patterns with pronounced depletion of Nb and Ti. Geochemical and isotopic data [ $(^{87}Sr/^{86}Sr)_i=0.7045-0.7113$  and  $(^{143}Nd/^{144}Nd)_i=0.5125-0.5128$ ] suggest that the mantle source of the mafic dyke samples has compositional similarity with metasomatized mantle wedge. High La/Nb (2-8), Ba/Nb (20-850) and Zr/Nb ratios (5-41) in the mafic dyke samples are clearly distinctive to the features of intraplate volcanic rocks (La/Nb=0.5-2.5, Ba/Nb=1-20 and Zr/Nb<5), but similar to subduction-related late Cretaceous magmatic rocks from the eastern Sakarya Zone.

**Keywords:** NE Turkey, mafic dyke, geochemistry, isotope, petrology

*This study was supported by KTU BAP 1149 project.*

**OKYANUS ADASI BAZALT BENZERİ MAGMA ÜRÜNLERİNDE  
KRİSTALOKİMYAYA DAYALI ÇOKLU AKIŞ SAPTAMASI:  
ANKARA OFİYOLİTİK MELANJINDAN ÖRNEK ÇALIŞMA**

**Fatma Toksoy-Köksal<sup>1</sup> ve Aynur Atak-Küçük<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Merkez Laboratuvarı, Ankara ftkoksal@metu.edu.tr,  
aaynur@metu.edu.tr

**Özet:** Volkanik patlama öncesi gelişen çoklu akış gibi magmatik süreçler, mikro- ve nano-zonlu kristaller ve hamur malzemesinde yapılan dokusal ve kristalokimyasal çalışmalarla çok iyi ortaya koyulabilir. Kimyasal dengenin sağlanabilmesi için gereken kristal ve ergiyik arasındaki elementel reaksiyon zonlu minerallerde, reaksiyon kenarı ve kuyruklanmalarda elementel değişime neden olur ki buda magmatik süreçlerin belirlenmesinde önemli bulgular sağlar. Bu çalışmada, Çorum bölgesinde yüzeylenen Ankara Ofiyolitik Melanjındaki okyanus adası bazaltları ve doleritik dayklarda kristal zonlanması, korozyon, süngerimsi gözenekli dokuya neden olan rezorpsiyon, reaksiyon kenarı ve kuyruklanma özellikleri ve fenokristallerin etrafında büyüyen ince taneli ojit kristalleri petrografik, geri saçınımlı elektron görüntüleri (BSE) ve elektron-prob-mikro-analiz (EPMA) yöntemleri ile çok iyi tanımlanmıştır. Bu kayalar, Sr, Nd izotoplarını da içeren tüm-kaya jeokimyasına göre E-MORB ve OIB tipleri arasındaki geçiş ortamında DMM ve EM-I karışımıyla gelişen alkalin magmanın ürünleridir. Çalışılan bu kayalarda, Ti-zengin ojitik kompozisyonlu piroksen ve albit±K-feldispat kompozisyonlu feldispat ana fazlar olup piroksen birinci kristallenen mineraldir. Camsı hamur Mg-klorite başkalaşmıştır. Mineral içerikleri benzer olmasına rağmen, EPMA ve BSE verisiyle de desteklenen dokusal farklılıklar vardır. Zonlu piroksen ve hamur mikrokristalleri Mg ve Al'ca zenginleşmiştir. Piroksen kimyası magma odasına en az üç ergiyik akışı olduğunu işaret etmektedir. Bununla birlikte, son akış çoğunlukla camsı hamur olarak gözlenmekte olup tüm-kayaç kimyasını da etkileyen Mg-zengin alkalin eğilimlidir. Mineral verisi kayaların süb-alkalenden alkalene geçişli olan ve orojenik olmayan bir ortamda gelişen magma ürünleri olduklarını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çorum, ofiyolitik melanj, bazalt, dolerit, alkalin magma, mineral kimyası

**MULTIPLE INFLUXES IN OCEAN ISLAND BASALT LIKE  
MAGMA PRODUCTS ATTAINED BY CRYSTALLOCHEMISTRY:  
A CASE STUDY WITHIN THE ANKARA OPHIOLITIC MELANGE**

**Fatma Toksoy-Köksal<sup>1</sup> and Aynur Atak-Küçük<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Middle east Technical University, Department of Geological Engineering, Ankara  
<sup>2</sup>Central Laboratory, Middle East Technical University, Ankara ftkoksal@metu.edu.tr,  
aaynur@metu.edu.tr

**Abstract:** Magmatic processes, e.g. multiple influxes, occurring prior to volcanic eruption can be well-documented using textural and crystallochemical studies on micro- to nano-zoned minerals and groundmass materials. Elemental reactions between crystal and melt to provide chemical equilibrium result in modification of elemental concentration within crystal zones, reaction rims and tailings. In this study, crystal zonation, corrosion, resorption resulting in spongy cellular texture, reaction rim and tailing properties, and overgrowth of finer grained augite crystals around phenocrysts, those from the ocean island basalts (OIB) and doleritic dykes within the Ankara Ophiolitic Melange outcropping in the Çorum area, are well-defined by using petrographical features, back-scattered electron images and electron probe micro analyses (EPMA). Whole-rock geochemical data including Sr, Nd isotopes indicate that the rocks are products of alkaline magma formed by a mixture of DMM and EMI in a transitional environment between E-MORB and OIB. In the studied rocks, pyroxene with Ti-rich augitic composition and feldspar with albite±K-feldspar composition are essential phases where pyroxene is the first crystallizing phase. Glassy matrix is altered to Mg-chlorite. Despite the similarity in mineral contents, there are textural differences well-supported by EPMA data. Zoned pyroxenes and microcrystals in matrix display enrichment in Mg and Al. Pyroxene chemistry infers at least three melt influxes into magma chamber. Moreover, the last influx, mainly observed as glassy matrix, is Mg-rich with alkaline affinity that control the whole-rock chemistry. The mineral data strongly indicate that the rocks have a transitional character from subalkaline to alkaline, and generated in a non-orogenic environment.

**Keywords:** Çorum, ophiolitic melange, basalt, dolerite, alkaline magma, mineral chemistry

## BİGA YARIMADASI'NDA (KB ANADOLU) YER ALAN EKLOJİTLERDE RUTİL TERMOMETRESİ

Fırat Şengün<sup>1</sup> ve Thomas Zack<sup>2</sup>

1. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Terzioğlu Yerleşkesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale
2. Gothenburg Üniversitesi, Yer Bilimleri Bölümü, Box 460, 40530, Gothenburg, İsveç  
firsengun@comu.edu.tr

**Özet:** Rutilin Zr içeriğine dayalı termometre yüksek dereceli metamorfik kayalara özellikle eklojitlere yaygın olarak uygulanmaktadır. Bununla birlikte uygulamaların çoğunluğu yüksek-orta sıcaklık eklojitleriyle ilgili olurken düşük sıcaklık eklojitleriyle ilgili uygulamalar ise nadirdir. Kuzeybatı Anadolu'da Biga Yarımadası'nın güney ve batı kesimlerinde yüzlek veren eklojitlere ilk kez rutil termometresi uygulanarak metamorfizma sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Eklojitler Biga Yarımadası'nın güneyinde Çetmi Grubu ve batısında Çamlıca metamorfileri içerisinde tektonik dilim olarak bulunmaktadır. Çetmi Grubu içerisinde yüzlek veren eklojitlere granat-mika şistler eşlik etmektedir. Çamlıca metamorfileri içerisinde yüzlek veren eklojitlere ise kuvars-fengit şist, talk şist, tremolit/aktinolit şist ve amfibolit eşlik etmektedir. Eklojitlerin genel mineral bileşimi omfasit, granat, glokofan, paragonit, kuvars, epidot, rutil, zirkon ve titanitten oluşmaktadır. Rutil hem matriks içerisinde hem de granat içerisinde inklüzyon olarak bulunur. Matriksde bulunan rutiler 50-120 µm boyutuna sahiptir ve çoğunlukla etrafı titanit tarafından çevrelenmiştir. Rutil inklüzyonlarının boyutu ise 20 µm den daha azdır. Rutil mineralleri içerisinde ilmenit eksolusyonları bulunmaktadır. Rutiler LA-ICPMS kullanılarak ince kesitler üzerinden analiz edilmiştir. Rutilerin Zr içerikleri 39 ile 139 ppm arasında değişmektedir. Rutilerin Zr içeriğine bağlı ve basınç düzeltmesinin yapıldığı kalibrasyona göre elde edilen sıcaklıklar 539 - 658 oC arasındadır. Bu termometreyle hesaplanan sıcaklık koşulları maksimum metamorfizma koşulları için daha kesin sıcaklık değerleri vermektedir ve önceki sıcaklık değerleriyle de uyumluluk göstermektedir. Bununla birlikte basınç düzeltmesinin yapılmadığı diğer rutil termometreleri daha düşük sıcaklık değerleri vermektedir. Bu da basıncın rutil termometresinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Rutil, Rutil termometresi, Eklojit, Biga Yarımadası, KB Anadolu

*Bu çalışma TÜBİTAK 114Y834 nolu proje ile desteklenmiştir.*

## ZR-IN-RUTILE THERMOMETRY IN ECLOGITES FROM BIGA PENINSULA, NW ANATOLIA

Firat Şengün<sup>1</sup> and Thomas Zack<sup>2</sup>

1. Çanakkale Onsekiz Mart University, Terzioğlu Campus, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, 17100, Çanakkale
2. University of Gothenburg, Department of Earth Sciences, Box 460, 40530, Gothenburg, Sweden  
firatsengun@comu.edu.tr

**Abstract:** Zr-in-rutile thermometer has been commonly applied to high-grade metamorphic rocks, especially eclogites. However, most of these applications are related to high to medium-temperature eclogites whereas applications to low-temperature are rare. This study is the first applications of Zr-in-rutile thermometer to HP/LT eclogites from the Biga Peninsula, NW Anatolia. Eclogites crop out in the Çamlıca metamorphics and beneath the Çetmi Group as tectonic slices, which are located on the westernmost and southern part of the Biga Peninsula, respectively. Eclogites in the Çetmi Group are associated with garnet-mica schist. Eclogites in the Çamlıca metamorphics are associated with quartz-phengite schist, talc schist, tremolite/actinolite schist and amphibolite. The general mineral assemblage of eclogites is mainly composed of omphacite, garnet, glaucophane, paragonite, quartz, epidote, rutile, zircon and titanite. Rutile occurs both in matrix and as inclusions in garnet. Most matrix rutile grains are about 50-120 µm in size, and are often surrounded by titanite rims. Most rutile inclusions are less than 20 µm in size. Some rutiles show ilmenite exsolution. Rutiles were analyzed in situ in thin sections by LA-ICPMS with a 12 µm laser spot. Zr contents in rutile range between 39 to 139 ppm, which corresponds to 539-658 °C using Zr-in-rutile calibration with pressure correction. These conditions are more precise estimate of the peak conditions. However, Zr-in-rutile calibrations without a pressure correction give lower temperatures, which confirm that the pressure plays a significant role on Zr-in-rutile thermometer.

**Keywords:** Rutile, Zr-in-rutile thermometry, Eclogite, Biga Peninsula, NW Anatolia

*This study was supported by TÜBİTAK project (114Y834).*

## KAZDAĞ MASIFI'NDEKİ METAGABROLAR İÇERİSİNDEKİ RUTİLLERİN İZ ELEMENT JEOKİMYASI VE METAGABROLARIN BASINÇ-SICAKLIK KOŞULLARI

Fırat Şengün<sup>1</sup> ve Thomas Zack<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Terzioğlu Yerleşkesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji  
Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale

<sup>2</sup>Gothenburg Üniversitesi, Yer Bilimleri Bölümü, Box 460, 40530, Gothenburg, İsveç  
firsengun@comu.edu.tr

**Özet:** Ofiyolitik metagabrolar Biga Yarımadası'nın güneyinde Kazdağ Masifi'nde yüzlek vermektedir. Metagabrolar içerisindeki rutil ve kuvars minerallerinin iz element bileşimleri LA-ICP-MS ile saptanmıştır. Hem matris içerisinde hem de granat içerisinde inklüzyon olarak bulunan rutil tanelerinin Zr içeriği 176 ile 428 ppm arasında değişmekte ve ortalama Zr içeriği ise 335 ppm'dir. Rutil taneleri genellikle homojen Zr dağılımına sahiptir. Kazdağ Masifi'nde incelenen örnekler içerisindeki rutil taneleri subkondritik Nb/Ta (11-23) ve Zr/Hf (20-33) değerleriyle karakterize olmaktadır. Nb/Ta ve Zr/Hf pozitif korelasyon göstermekte ve bu da muhtemelen silikat parçalanmasından kaynaklanmaktadır. Nb/Ta ve Zr/Hf oranları Ta ve Hf içeriklerindeki azalmayla artma eğilimi sunmaktadır. Rutil tanelerinin çekirdekleri genellikle düşük Nb/Ta (17-18) oranlarıyla karakterize olurken kenar kesimleri göreceli olarak daha yüksek Nb/Ta (19-23) oranlarına sahiptir. Rutilin iz element analizleri rutil kristallerinin metamorfik akışkanlardan itibaren geliştiğini göstermektedir. Metagabroların basınç-sıcaklık koşulları kuvarsın Ti içeriğine ve rutilin Zr içeriğine göre hesaplanmıştır. Kuvarsın Ti içeriği rutilin Zr içeriğine göre geliştirilen termometreyle birlikte kullanıldığında kuvars ve rutilin birlikte bulunduğu kayalarda basınç-sıcaklık hesabı yapılabilmektedir. Kuvarsın Ti içeriği 28 ile 42 ppm arasında değişmekte ve ortalama 36 ppm'dir. Basınç-sıcaklık diyagramında kuvarsın Ti izopletleri ile rutilin Zr izopletleri karşılaştırıldığında elde edilen sıcaklık değeri ~ 660°C, basınç değeri ise ~ 10 kbar'dır. Ofiyolitik metagabroların basınç-sıcaklık değeri bu kayaların üst amfibolit fasiyesi koşullarında metamorfizma geçirdiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Rutil, rutil termometresi, kuvars termometresi, Kazdağ Masifi, Biga Yarımadası

*Bu çalışma TÜBİTAK 114Y834 nolu ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından FBA-2016-702 nolu proje ile desteklenmiştir.*



**TRACE ELEMENT GEOCHEMISTRY OF RUTILE IN  
METAGABBROS FROM THE KAZDAĞ MASSIF AND P-T  
CONDITIONS OF METAGABBROS**

**Firat Şengün<sup>1</sup> and Thomas Zack<sup>2</sup>**

1. Çanakkale Onsekiz Mart University, Terzioğlu Campus, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, 17100, Çanakkale

2. University of Gothenburg, Department of Earth Sciences, Box 460, 40530, Gothenburg, Sweden  
firsatsengun@comu.edu.tr

**Abstract:** Ophiolitic meta-gabbros are exposed on the Kazdağ Massif located in the southern part of the Biga Peninsula. Trace element composition of rutile and quartz were determined for metagabbros from the Kazdağ Massif by LA-ICP-MS. The Zr content of both matrix rutiles and rutile inclusions in garnet range from 176 to 428 ppm (average 335 ppm). Rutile grains usually have a homogeneous Zr distribution. The rutile grains from studied samples in the Kazdağ Massif are dominated by subchondritic Nb/Ta (11-23) and Zr/Hf ratios (20-33). Nb/Ta and Zr/Hf show positive correlation, which is probably produced by silicate fractionation. The Nb/Ta and Zr/Hf ratios increase with a decrease in Ta and Hf contents. The core of rutile grains are generally characterized by low Nb/Ta ratios of 17-18 whereas the rims exhibit relatively high Nb/Ta ratios of 19-23. Trace element analyses in rutile suggest that these rutile grains were grown from metamorphic fluids. P-T conditions of metagabbros were calculated by Ti content of quartz and Zr content of rutile, which are in equilibrium with each other. Ti-in-quartz can be used as a thermobarometer when used in combination with Zr-in-rutile thermometer. Ti contents of quartz are ranging between 28 and 42 ppm (average 36 ppm). A P-T estimate can be obtained from the intersection of the Ti-in-quartz isopleths with the Zr-in-rutile isopleths, which yield ~ 660°C and 10 kbar. The P-T conditions of meta-ophiolitic rocks suggest that these rocks underwent upper amphibolite-facies metamorphism.

**Key words:** Rutile, Zr-in-rutile thermometry, Ti-in-quartz thermometry, Kazdağ Massif, Biga Peninsula

*This study was supported by TUBİTAK project (114Y834) and Çanakkale Onsekiz Mart University Scientific Research Project Commission (FBA-2016-702).*



## ORTA MENDERES ÇEKİRDEK KOMPLEKSİNDEKİ YARI DERİNLİK KAYAÇLARININ PETROLOJİK, Sr-Nd İZOTOPIK ÖZELLİKLERİ VE GRANİTOYİTLER İLE PETROJENETİK İLİŞKİSİ

**Fuat Erkül<sup>1</sup> ve Sibel Tatar Erkül<sup>2</sup>**

1. Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Antalya
2. Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya

**Özet:** Orta Menderes Masifi'nde genişleme ile eş yaşlı magmatizma Salihli ve Turgutlu granitleri ile temsil edilir. Miyosen dönemi boyunca en son gelişen orojenik magmatizma olması sebebi ile jeodinamik açıdan öneme sahip bu granitoidler ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Ancak, KD-GB doğrultulu genişleme ile ilişkili yarı derinlik kayaçları bu çalışmada ilk kez tanımlanmış ve petrojenetik özellikleri incelenmiştir. Yarı derinlik kayaçları, Salihli granitinin güneyinde KB doğrultulu birbirine paralel dayklardan meydana gelir ve en fazla 600 metre uzunluğa erişir. Bu kayaçlar, granit ve granodiyorit porfir bileşimini gösteren mineral topluluklarından meydana gelir. Porfiritik doku sergilemekte olup ana bileşenlerden kuvars, sanidin, plajiyoklaz, biyotit mineralleri yaygındır. Tali bileşenlerden ise allanit minerali vardır. Kuvars mineralleri tıpkı volkanik kayaçlarda magma ile reaksiyon sonucu gelişen körfez yapısını gösterirler. Kayaçta, karbonatlaşma ve biyotitin klorite dönüşümü yaygın olarak görülmektedir. Granitoidler ve yarıderinlik kayaçları yüksek K<sup>2</sup>lu kalkalkali karaktere sahip kuvvetli metalüminodan zayıf peralüminoya değişen karaktere sahiptir. Granitoidlerde SiO<sub>2</sub> (%60.20-69.49), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%15.28-16.93), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%2.90-5.73), MgO (%1.0-3.42), CaO (%3.27-6.06), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%0.11-0.16) değerleri, yarıderinlik kayaçlarının SiO<sub>2</sub> (%60.90-67.92), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%13.78-15.05), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%2.58-4.97), MgO (%0.80-3.78), CaO (%2.99-4.52), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%0.05-0.09) değerlerine göre daha yüksektir. Granitoidlerde, Ba (275-678 ppm), Sr (307-389 ppm) ve Rb (60-130 ppm) ise yarı derinlik kayaçlarına göre daha düşüktür. Artan SiO<sub>2</sub> içeriğine karşılıklı Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Sr, Y, Nb, Zr elementlerinde azalma, K<sub>2</sub>O, Ba, Rb, Th elementlerinde ise artma görülmektedir. Büyük iyon yarıçaplı elementler (LILE) bakımından ise zenginleşme göstermektedirler. Granodiyoritler ve yarıderinlik kayaçları sırası ile 0.711220-0.712408 ve 0.710589, 0.512188-0.512217 ve 0.512246, <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr ve <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd oranlarına sahiptir. Elde edilen verilere göre, granodiyoritler ve yarı derinlik kayaçları mineralojik, petrografik, jeokimyasal ve izotopik açıdan birbirine benzemektedir ve bu kayaçlar manto ve alt kabuk bileşeninin karışımından oluşmuştur. Ancak sığ yerleşmiş bu kayaçlar oluşumu ve katılmasında üst kabuktan aşırı derecede malzeme almış ve fraksiyonlanmaya uğramıştır. Genişleme ile eş yaşlı gelişmiş Salihli granitoidlerinin ve beraberindeki yarı derinlik kayaçlarını oluşturan magma evriminde astenosfer yükselimi, kabuk incilmesi, litosferik mantonun ergimesi, magma karışımı, fraksiyonlanma ve kabuk kirlenmesi gibi karmaşık süreçler etkin olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Orta Menderes Masifi, jeokimya, felsik dayklar, Sr-Nd izotopları, çekirdek kompleksler

**PETROLOGIC AND Sr-Nd ISOTOPIC CHARACTERISTICS OF  
HYPABYSSAL ROCKS IN CENTRAL MENDERES CORE  
COMPLEX AND THEIR PETROGENETIC IMPLICATIONS WITH  
GRANITOIDS**

**Fuat Erkül<sup>1</sup>, Sibel Tatar Erkül<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Akdeniz University, Vocational School of Technical Sciences, Antalya

<sup>2</sup> Akdeniz University, Department of Geological Engineering, Antalya

**Abstract:** Syn-extensional granitoids in the central Menderes Massif are characterized by the Salihli and Turgutlu granitoids. A number of studies have been previously carried out on these granitoids as they are the latest products of orogenic magmatic activity such that are of high importance in understanding the geodynamic framework. The hypabyssal rocks in the region have been described and their petrogenetic characteristics have been defined for the first time in this study. They occur as a series of NW-trending subparallel dykes with length reaching up to 600 metres. Their mineral assemblages are of typical granite and granodiorite in composition. Rock-forming mineral constituents within a porphyritic groundmass are quartz, sanidine, plagioclase and biotite, and the accessory phase consist of allanite. It can be noted that the quartz phenocrysts are commonly embayed as seen in felsic lavas and alteration is defined by carbonatization of feldspar and chloritization of biotite crystals. Hypabyssal rock together with their granitoids are high-K and calc-alkaline and display strongly metaluminous to slightly peraluminous character. SiO<sub>2</sub> (%60.20-69.49), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%15.28-16.93), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%2.90-5.73), MgO (%1.0-3.42), CaO (%3.27-6.06), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%0.11-0.16) contents of granitoids are higher than those of hypabyssal rocks (SiO<sub>2</sub> = 60.90-67.92%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 13.78-15.05%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 2.58-4.97%, MgO = 0.80-3.78%, CaO = 2.99-4.52% and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0.05-0.09%). Ba (275-678 ppm), Sr (307-389 ppm) and Rb (60-130 ppm) contents of granitoids are lower than those of hypabyssal rocks. All these magmatic rocks display negative Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Sr, Y, Nb, Zr and positive K<sub>2</sub>O, Ba, Rb, Th trends against silica. They are also enriched in large ion lithophile elements (LILE). <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr and <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd ratios of granitoids and hypabyssal rocks are 0.711220-0.712408 and 0.710589, and 0.512188-0.512217 and 0.512246, respectively. All data indicate that the hypabyssal rocks have mineralogical, petrographical, geochemical similarities to each other and were derived from mixing of mantle and lower crustal magma sources. Moreover, these rocks were significantly fractionated and finally contaminated with the upper crustal material during their ascent and solidification. Complex processes that comprise asthenospheric upwelling, crustal thinning, melting of mantle lithosphere, magma mixing, fractionation and crustal contamination have operated during evolution of hypabyssal rocks together with syn-extensional granitoids

**Keywords:** Central Menderes Massif, geochemistry, felsic dykes, Sr-Nd isotopes, core complexes

## BALYA VE ÇEVRESİNDEKİ VOLKANO-PLÜTONİK KAYAÇLARIN JEOKİMYASAL VE PETROJENETİK ÖZELLİKLERİ, BALIKESİR, TÜRKİYE

Fuat Erkül<sup>1</sup>, Sibel Tatar Erkül<sup>2</sup>, Namık Aysal<sup>3</sup>

1. Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Antalya
2. Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya
3. İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar, İstanbul

**Özet:** Volkano-plütonik kompleksler, hidrotermal alterasyonla ilişkilimineralizasyon bakımından zengin alanlar olarak kabul edilmektedir. Bu komplekslere ait kayaçların petrojenetik incelemesi, magmayı oluşturan jeodinamik ortamın ve cevherleşme süreçlerinin anlaşılması bakımındanyoğun olarak yürütülmektedir. Batı Anadolu’da magmatizma Geç Oligosen-Erken/Orta Miyosen yaşlı volkano-plütonik kayaçlar ve bu kayaçlarla ilişkili cevherleşmeler ile temsil edilmektedir. Bu çalışma, Balıkesir’in kuzeybatısında yüzlek veren ve Pb-Zn cevherleşmesi bakımından zengin Balya çevresindeki volkanik ve plütonik kayaçların petrojenetik özelliklerinin ortaya konulması amacı ile yapılmıştır. Balya çevresinde yüzlek veren magmatik kayaçların temeli, Karakaya Karmaşığında ait Geç Triyas yaşlı kırıntılı tortullar tarafından çevrelenen Permiyen yaşlı alloktan kireçtaşı bloklarından oluşur. Magmatik kayaçlar ise Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşlı monzogranit bileşimli Karadağ stoğu ile ilişkili dasitik lav akıntıları ve subvolkanik sokulumlar ile temsil edilir. Tüm bu birimler, Erken Miyosen yaşlı diyorit porfirler tarafından kesilmekte ve yüzey eşlenikleri olan andezitik kayaçlar tarafından örtülmektedir. Dasitik kayaçları ve Karadağ stoğunu örten andezitik volkanikler ise, lav akıntıları, volkanik çamurtaşı ve kumtaşı mercekleri içeren volkanik breşler ve yağış çökellerinden oluşmaktadır. Karadağ stoğu, turmalinli alkali feldispat lökogradit ve monzogranitlerden oluşmaktadır. Dasitler bölgede nispeten alterasyona uğramamış küçük sokulumlar şeklinde görülmesine karşın genelde zonlu hidrotermal alterasyonu işaret eden, içten dışa doğru ileri derecede silisik, fillik, arjilik ve propilitik alterasyon zonları gösterirler. Nispeten taze dasitler, kuvars fenokristalleri ve plajiyoklaz mikrolitlerinden oluşan porfirik dokuya sahiptir. Diyorit porfirler plajiyoklaz, biyotit, hornblend, piroksen, az miktarda kuvars, kalsit, klorit ve opak minerallerinden oluşmaktadır. Andezitik lavların içinde mineralizasyon bakımından fakir, geniş alanlarda yayılım sunan arjilik ve silisik alterasyon sistemi gözlenmektedir ve düşük sıcaklığı ifade eden masif kalsedon ve opallerin meydana getirdiği silisik şapka yer almaktadır. Bölgede magmatizmanın her evresinde gözlenen cevherleşmeler, magmatizma ve alterasyon arasında uzun süreli zaman/meکان ilişkisini teyit etmektedir. Dasit, andezit ve diyorit porfirlerden elde edilen jeokimyasal verilere göre volkanik birimler, orta-yüksek K’lu kalkalkali karaktere sahiptir. Granitoidler ise, yüksek K’lu kalkalkali, I-tipi ve metalümino karakterlidir. Harker değişim diyagramlarında volkanik birimler ve granitoidlerde artan SiO<sub>2</sub> içeriğine göre, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, MnO, TiO<sub>2</sub>, Ba, Sr, Y, Zr değerleri azalmaktadır. Na<sub>2</sub>O içeriği ise dalgalı bir gidiş sunmaktadır. Yine artan SiO<sub>2</sub> içeriğine göre ise, K<sub>2</sub>O ve Rb değerleri artmaktadır. Th içeriği ise artan silis içeriğine göre artış göstermektedir. Ancak volkanik kayaçlar çok düşük, granitoidler yüksek Th içeriği nedeniyle birbirlerinden ayrılmaktadır. Volkanik birimlerde ve granitoidlerde fraksiyonel kristallenme süreci son derece etkilidir. Jeokimyasal veriler, incelenen volkanik ve plütonik kayaçların ortak bir magmadan “co-magmatic” türemiş olabileceğini işaret etmektedir. Ayrıca, Oligosen ve Erken Miyosen boyunca dasitik ve andezitik birimlerin farklı derecede fraksiyonlanmış olan büyük bir magma odasından türemiş olabileceği düşünülmektedir. Belirtilen petrojenetik ilişkiler, bölgedeki magmatizmanın levha altı bir magma gelişimi ile ilişkili jeodinamik bir ortam ile açıklanabilir.

**Anahtar Kelimeler:** volkano-plütonik, Pb-Zn yatakları, petrogenesis, levhaaltı magma, co-magmatic

## GEOCHEMISTRY AND PETROGENESIS OF VOLCANO-PLUTONIC ROCKS IN BALYA AREA, BALIKESİR, TÜRKİYE

Fuat Erkül<sup>1</sup>, Sibel Tatar Erkül<sup>2</sup>, Namık Aysal<sup>3</sup>

1. Akdeniz University, Vocational School of Technical Sciences, Antalya
2. Akdeniz University, Department of Geological Engineering, Antalya
3. Istanbul University, Department of Geological Engineering, Avcılar, İstanbul

**Abstract:** Volcano-plutonic complexes are considered enriched in mineralization associated with hydrothermal alteration. Petrogenetic investigation of these complexes has been severely carried out to better understand the geodynamic environment that caused magmatism and mineralization processes. Magmatism in northwestern Turkey is characterized by the Late Oligocene to Early Miocene volcano-plutonic complexes and associated ore deposits. This study has been carried out to reveal the petrogenetic characteristics of the volcanic and plutonic rocks that bear significant Pb-Zn deposits in the Balya area, which is located to the northwest of the Balıkesir district. The basement rocks of the magmatic units around the Balya area consist of Permian allochthonous limestones enclosed by Triassic clastic sediments of the Karakaya Complex. Magmatic rocks are represented by Late Oligocene-Early Miocene dacitic-subvolcanic intrusions and lava flows related to the monzogranitic Karadağ stock. All these units are cut and overlain by the diorite porphyries and andesitic extrusive rocks, respectively. Extrusive rocks forming the andesites are made up of lava flows, volcaniclastic rocks and fall-out deposits. Karadağ stock is formed by tourmaline-bearing alkali feldspar leucogranites and monzogranites. Although dacites locally occur as unaltered small intrusions, they commonly display zoned hydrothermal alteration, from core to outer rim, advanced silicic, phyllic, argillic and propylitic alteration, respectively. Fresh dacites have porphyritic texture formed by abundant quartz phenocrysts and plagioclase microlites. Diorite porphyries have mineral assemblages of plagioclase, biotite, hornblende, pyroxene, minor quartz and the secondary minerals of calcite, chlorite, and opaque phases. Poorly mineralized, extensive alteration zones of silicification and argillization also occur within the younger andesitic units, mainly defined by low-temperature opaline and chalcedony occurrences, suggesting a continuous activity of mineralization concomitant with multistage magmatism in the region. Geochemical data obtained from dacites, andesites and diorite porphyries display middle to the high-K calc-alkaline character. Karacadağ stock and other granitoids are high-K calc-alkaline, I-type and metaluminous. Harker variation diagrams indicate that Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, MnO, TiO<sub>2</sub>, Ba, Sr, Y and Zr display negative trend against silica. Na<sub>2</sub>O contents among all units are highly variable. They have increasing trend along with high silica content, but volcanic rocks differ from granitoids with their very low Th content. Fractionation appears as a substantial process among magmatic rocks. Geochemical data point out a co-magmatic origin of volcanic and plutonic assemblages. Furthermore, dacitic and andesitic rocks have a single magma source that has been subjected to continuous fractionation, in which some parts have formed distinct magma batches at shallow crustal levels. This implies a geodynamic setting that led to the development of underplating magma at deep crustal levels.

**Keywords:** Volcano-plutonic, Pb-Zn deposits, petrogenesis, underplating magma, comagmatic

**AFYON VOLKANİK KAYAÇLARININ (BATI ANADOLU,  
TÜRKİYE) MİNERALOJİK-PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ VE  
KLİNOPIROKSEN- ERİYİK TERMOBAROMETRESİ**

**G.Deniz Doğan-Külahcı<sup>1\*</sup>, Abidin Temel<sup>1</sup>, Alain Gourgau<sup>2</sup>,  
Hünkar Demirbağ<sup>3</sup>**

1.Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Beytepe-Ankara-Türkiye.  
(gdeniz@hacettepe.edu.tr; atemel@hacettepe.edu.tr)

2.Université Blaise Pascal, OPGC, Laboratoire CNRS, Magmas et Volcans, 5 Rue Kessler-63038,  
Clermont-Ferrand, Fransa.(gourgau@opgc.univbpclermont.fr)

3.Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdüleri Daire Başkanlığı, G Blok, Ankara-  
Türkiye.(demirbag@mta.gov.tr)

**Özet:** Afyon ili güneyi ile Şuhut bölgesi kuzeyi arasında kalan çalışma alanında, Orta Miyosen yaşlı erken evreye ait volkanik kayaçların mineralojik ve petrografik özellikleri incelenmiş ve mineral kimyası verileri kullanılarak basınç (P)-sıcaklık (T)-hesaplamaları yapılmıştır. Saha çalışmaları sırasında dom ile blok ve kül akışları şeklinde görülen trakitik kayaçlarda yapılan optik çalışmalar sonucunda mineralojik bileşimleri farklı iki grup belirlenmiştir. Bu gruplardan birincisi, yüksek K<sub>2</sub>O (>9%), K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O (>10%) ve Mg# (75-77) değerlerine sahip ultrapotasik grup (UPG) ve ikincisi bu grup dışında kalan Afyon volkanik kayaçları (AVK) olarak tanımlanmıştır. UPG'ye ait örneklerin lamproyit tipi kayaç özelliği taşıdığı ve mineralojik bileşiminin amfibol + flogopit + klinopiroksen + olivin + sanidin ve oksit mineraller (ilmenit, apatit) olduğu belirlenmiştir. İkinci grup AVK'nın mineralojik bileşimi ise plajiyoklaz + biyotit + amfibol + klinopiroksen ± ortopiroksen ± sanidin ve oksit minerallerden (ilmenit, apatit) oluşmaktadır. Ana element kimyasal verilerine göre örnekler ortaça karakterdeki trakit ve trakiandezitlerden (%52<SiO<sub>2</sub><%63) oluşmakta ve hepsi alkali potasik özellik göstermektedir. Optik mikroskop incelemelerinde sünger dokulu plajiyoklaz minerallerinin varlığı ve mikroprop, taramalı elektron mikroskobu (TEM) ve enerji dağılım spektrometresi (EDS) analizlerinde ters zonlanma gösteren plajiyoklaz minerallerinin belirlenmesi, Orta Miyosen yaşlı erken evreye ait AVK'nın magma karışım sürecinden etkilenmiş olabileceğine işaret etmektedir. Denge koşullarındaki klinopiroksen-eriyik termobarometre hesaplamalarında sıcaklık değerleri en düşük 1087 °C (AD5 örneği) ve en yüksek 1141 °C (AD3 örneği) olarak elde edilmiştir. Basınç değerleri 5 ve 10 kbar aralığında değişirken, bu basınç değerleri kullanılarak elde edilen mineral kristallenme derinlikleri 18 km (AD5 örneği) - 28 km (AD1 örneği) olarak belirlenmiştir. Klinopiroksen minerallerinin kristallenme derinliğinin farklı olması, bu minerallerin farklı derinliklerde oluşan farklı magma odalarında kristallenmiş olabileceğini düşündürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Afyon, volkanizma, termobarometre, klinopiroksen, magma karışımı

**MINERALOGICAL-PETROGRAPHICAL PROPERTIES AND  
CLINOPYROXENE-LIQUID THERMOBAROMETER OF  
AFYON VOLCANIC ROCKS  
(WESTERN ANATOLIA, TURKEY)**

**G.Deniz Doğan-Külahcı<sup>1\*</sup>, Abidin Temel<sup>1</sup>, Alain Gourgaud<sup>2</sup>,  
Hünkar Demirbağ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Hacettepe University, Geological Engineering Department, 06800, Beytepe-Ankara, Turkey.  
gdeniz@hacettepe.edu.tr; atemel@hacettepe.edu.tr

<sup>2</sup>Université Blaise Pascal, OPGC, Laboratoire CNRS, Magmas et Volcans, 5 Rue Kessler-63038,  
Clermont-Ferrand, France. gourgaud@opgc.univbpclermont.fr

<sup>3</sup> General Directorate of Mineral Research and Exploration, Department of Geological Research, G  
Block, Ankara-Turkey. demirbag@mta.gov.tr

**Abstract:** The mineralogical and petrographical properties of Middle Miocene age early stage volcanics between the south of Afyon and the north of Şuhut are determined and by the help of the microprobe analyses estimated P (pressure)-T (temperature) are calculated. As a result of the optical studies, two different mineralogical assemblages groups are determined from trachytic rocks, which are seen as domes and block and ash flow in the study area. The first of these groups, which have high K<sub>2</sub>O (>9%), K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O (>10%) ratio and Mg# (75-77) values, are classified as ultrapotassic group (UPG) and the second has been determined as Afyon volcanic rocks (AVR) out of this group. UPG has been determined lamproite-type rocks and its mineralogical assemblage is amphibole + phlogopite + clinopyroxene + olivine + sanidine and oxide minerals (ilmenite, apatite). The group AVR mineralogical assemblage is plagioclase + biotite + amphibole + clinopyroxene ± orthopyroxene ± sanidin ± phlogopite and oxide minerals (ilmenite, apatite). According to major element geochemical data, samples are intermediate trachyte and trachyandesites in composition (52% <SiO<sub>2</sub>< 63%) and all are potassic-alkaline in features. The optical microscopic studies reveals that some plagioclases are reversly zoned and the spongy texture plagioclases are determined at microprobe, scanning electron microprobe (SEM) and energy-dispersive spectroscopy (EDS) analyses, all these indicate that Middle Miocene age early stage AVR can be affected by magma mixing process. By the help of the clinopyroxene-liquid equilibria conditions, the calculated minimum temperature is 1087 °C (sample AD5) and the maximum is 1141 °C (sample AD3), respectively as a result of thermobarometer calculations. The pressure values vary from 5-10 kbar, by using the pressure values the calculated mineral crystallization depths are between 18 km (sample AD5) - 28 km (sample AD1). The different crystallization depth of clinopyroxenes suggests that these minerals may be crystallized different magma chambers located at different depths.

**Keywords:** Afyon, volcanism, termobarometer, clinopyroxene, magma mixing



**DATÇA YARIMADASI'NDA (MUĞLA, TÜRKİYE) BULUNAN  
ORTA-UZAKLIKTAKİ NİSİROS TEFRA DÜŞME BİRİMLERİNİN  
JEOKİMYASAL KARAKTERİZASYONU**

**Gonca Gençalioğlu-Kuşcu<sup>1</sup> ve Göksu Uslular<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla  
gkuscu@mu.edu.tr

**Özet:** Nisiros Güney Ege Aktif Volkanik Yayı'nın en doğu kısmında yer alan aktif bir volkan'dır. Nisiros tefrasının stratigrafisi, yaşı ve dağılımı konuları hala tartışmalıdır. Özellikle kaldera öncesi tefra birimlerinin komşu adalardaki dağılımı ile ilgili bilgi sınırlıdır. Literatürde Nisiros'dan yaklaşık 30 km uzaklıkta bulunan Datça yarımadasında kaldera öncesi Kyra birimlerinin varlığından söz edilmiştir. Ancak Datça'da 2 lokasyonda bulunan bu istiflerle ilgili tek bilgi arazi özellikleridir. Datça'da 7 bölgede Kyra tefra çökelleri ayırt edilmiştir. Bu çalışmada pomza ve litik klast örneklerinin petrografik tayini ve tüm kayaç jeokimya analizleri yapılmış, ayrıca EPMA yöntemiyle pomzaların cam bileşimi ve mineral kimyaları belirlenmiştir. Pomzalar plajiyoklaz (andezin), olivin, klinopiroksen (ojit-diyopsit), amfibol (pargazit) içerirler. Datça pomza klastları bazaltik andezit-andezit bileşimlidir. Pomzalardaki cam bileşimleri de tüm kayaç bileşimlerine benzerdir. Ancak birçok bölgede aynı örnekte volkan camı silika bileşiminde %7'ye varan değişim belirlenmiştir. Bu da Nisiros volkanizmasında magma karışması sürecinin etkisini yansıtmaktadır. Pomzalar çoklu-element diyagramlarında tipik kalk-alkali magma serilerindeki gibi Nb, Ta ve Ti elementlerinde negatif anomali gösterirler. Datça düşme birimleri jeokimyasal özellikleri ve mineral içeriği bakımından Nisiros'un kaldera öncesi Kyra birimleri ile benzerlik göstermektedirler. Daha sağlıklı karşılaştırma yapılabilmesi için, Kyra alt birimlerinin Nisiros adasındaki istiflerinin de daha iyi tanımlanması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Datça, pomza düşme, Kyra istifleri, Nisiros, andezit

*Bu çalışma 113Y328 kodlu TÜBİTAK 1002 projesi tarafından ve kısmen MSKÜ BAP 10/47 nolu proje tarafından desteklenmiştir.*

**GEOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF NISYROS MID-DISTAL TEPHRA FALL DEPOSITS ON DATÇA PENINSULA (MUĞLA, TURKEY)**

**Gonca Gençaliöđlu-Kuşcu<sup>1</sup> and Göksu Uslular<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla (gkusc@mu.edu.tr)

**Abstract:** Nisyros is an active volcano located at the most eastern part of the South Aegean Active Volcanic Arc. The stratigraphy, age, and distribution of the Nisyros tephra have been still controversial. Especially, information about the distribution of pre-caldera units on neighbouring islands is limited. Presence of pre-caldera Kyra units on Datça peninsula, ~ 30 km from Nisyros, was recorded in the literature. However, the only data about these deposits found in 2 locations on Datça are their field characteristics. We present new findings of mid-distal Kyra deposits identified in 7 locations on Datça. We performed petrographical studies and geochemical analyses including whole rock, EMPA glass, and mineral chemistry of pumice and lithic clasts. Pumice clasts contain plagioclase (andesine), olivine, clinopyroxene (augite-diopside), and amphibole (pargasite) crystals. Datça pumice clasts are basaltic andesitic-andesitic in composition. Glass compositions are comparable but there is a variation in silica up to 7% in the same specimen for most regions. This may reflect the effect of magma mixing processes in the genesis of Nisyros volcanism. Datça fall tephra display typical calc-alkaline patterns with negative Nb, Ta, and Ti anomalies on multi-element diagrams. In terms of geochemical characteristics and mineral content, the Datça fall deposits are comparable to Nisyros pre-caldera Kyra deposits. In order to make a precise correlation, there is a need for better characterization of the proximal Kyra sub-units, as well.

**Keywords:** Datça, pumice fall, Kyra deposits, Nisyros, andesite

*Supported by the TÜBİTAK Project grant number 113Y328, and partly by the MSKÜ BAP Project grant number 10/47*



## BATI KARADENİZ BÖLGESİNDE YER ALAN ÜST KRETASE YAŞLI VOLKANİTLERİN PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Gürkan Bacak<sup>1</sup>, Muhammet Konakçı<sup>1</sup>

<sup>1</sup>B. Ecevit Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl. , Zonguldak.gbacak@beun.edu.tr

<sup>1</sup>B. Ecevit Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl. , Zonguldak.muhammet\_konakci@hotmail.com

**Özet:** Bu çalışmanın amacı; Devrek-Kilimli ve Kdz Ereğli arasında kalan bölgede yayılım sunan Üst Kretase yaşlı volkanitlerin jeolojik özelliklerinin (litoloji, petrografi, jeokimya) belirlenmesidir. İnceleme sahasındaki Yemişliçay Formasyonundan petrografik inceleme amaçlı toplamda 23 adet volkanit (andezit, bazaltikandezit, bazalt, aglomera ve volkanojenik kumtaşı) alınmıştır. Bu örneklerden ayrışma ve bozuşma göstermeyen, taze ve massif aynı zamanda ana formasyonu temsil edebilecek özellikte olan 20 adet seçilmiş örnekte detay mikroskobik inceleme gerçekleştirilmiştir. Mineralojik detay inceleme ve petrografik tanımlamalarının yapılması amacıyla ince kesitler ve X-Ray Difraktometre analizleri gerçekleştirilmiştir. Amaca yönelik 20 adet volkanit örneğinden tüm kaya kimyasal analizleri (major oksit, izve nadir toprak element) ICP-MS ve ICP-AES yöntemleriyle ALS Chemix laboratuvarında (Kanada) gerçekleştirilmiştir. İz ve nadir toprak element analiz sonuçlarının MORB ve kondritik bileşim değerlerine göre oranlanmasıyla oluşturulan örümcek diyagramlarında (Multi element diyagramları) büyük iyon yarıçaplı litofil (LILE) elementlerde (Sr, K, Rb, Ba, Th) ve hafif nadir toprak elementlerinde (La, Ce, Pr, Nd, Sm) zenginleşme, yüksek alan enerjili elementlerde (HFSE) ise (Nb, Ta, Ce, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Zr, Hf, Ti, Y, Yb) ve ağır nadir toprak elementlerinde (Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) ise tüketim izlenmiştir. Bu durum magma kaynağına kabuk kontaminasyonunu veya kimyasal tüketimi ifade eder. Ayrıca Th ve Pb zenginleşmeleri yitim zonu yerleşimini göstermektedir. Bu elementler kalkalkali serilerde kıtasal kabuk kontaminasyonu nedeniyle artış sunmaktadır. İnceleme sahası volkanitlerinin Ni/Co oranları 0.72, V/Ni oranları ise; 14.40 ppm ve olarak hesaplanmıştır. Volkanit örneklerinde Y elementi değeri andezitik ve bazaltik örneklerde 16.5-34.6 ppm arasında olup, Örneklerin MgO oranları %8'in altındadır. Ni oranları ise 4.9-32 ppm arasında, Cr oranları ise; 10-170 ppm arasında dağılım sunmaktadır. Kimyasal verilerden, volkanitlerin; kalkalkali bir magmadan itibaren geliştikleri, özellikle ada yayı volkanitleri olarak tanımlanan, kimyasal olarak kıtasal kabuk kontaminasyonuna (bulaşımı) uğramış, tüketilmekte (yitmekte) olan, konverjan aktif plaka sınırlarındaki magma-volkanizma ve ilişkili ürünleri oldukları jeokimyasal olarak yorumlanmıştır. Sonuçta; volkanitlerin Neo-Tetis Okyanusu'nun kuzey kolunun Üst Kretase'de Pontidlerin altına dalmasıyla gelişen yitim zonu (dalma-batma zonu) boyunca "Pontid Volkanik Yayı" ve ilişkili Üst Kretase yaşlı kalkalkalen ada yayı volkanik ürünleri olarak yorumlanabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Batı Karadeniz Bölgesi (Türkiye), Volkanitler, Andezit, Kalk-Alkali

## PETROGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF THE UPPER CRETACEOUS VOLCANICS IN THE WESTERN BLACK SEA REGION

Gürkan Bacak<sup>1</sup>, Muhammet Konakçı<sup>1</sup>

<sup>1</sup>B. Ecevit University Eng. Faculty, Dept. of Geological Eng., Zonguldak.gbacak@beun.edu.tr

<sup>1</sup>B. Ecevit University Eng. Faculty, Dept. of Geological Eng., Zonguldak.  
muhammet\_konakci@hotmail.com

**Abstract:** Aim of this study is to determine the geological properties (lithology, petrography, geochemistry) of the Upper Cretaceous volcanics separated within the area, among Devrek- Kilimli and Kdz Ereğli. Total 23 volcanics (andesite, basalt, andesitic basalt, basalt, agglomerate and volcanogenic sandstone) were taken from the Yemislicay Formation within the study area for petrographic analysis. Selected 20 of samples that don't exhibit weathering and alteration, fresh and massive and, at the same time have feature of representing the main formation, were examined in detailed microscopic analysis. To make a mineralogical detailed examining and a petrographic description, thin sections and X-Ray Diffraction analysis were performed. Whole rock chemical analysis (major, trace and rare earth element) of 20 volcanic samples were made in ALS Chemix laboratory (Canada) by using the methods of ICP-MS and ICP-AES. Spider diagrams which were constituted by proportioning trace-rare earth element analyses and MORB-chondritic composition exhibit the enrichment in large ionic lithophile elements (LILE: Sr, K, Rb, Ba, Th) and light rare earth elements (LREE: La, Ce, Pr, Nd, Sm), whereas the depletion in high field sensitive elements (HFSE: Nb, Ta, Ce, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Zr, Hf, Ti, Y, Yb) and heavy rare earth elements (HREE: Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Tm, Yb, Lu). This situation suggests that crustal contamination or chemical depletion effects magma source. Th and Pb enrichments also indicate subduction zone emplacement. These elements present increasing because of crustal contamination in calc-alkaline series. The calculated Ni/Co and V/Ni ratios from the investigated volcanics are 0.72 and 14.40, respectively. The Y element concentration in andesitic and basaltic samples is between 16.5 to 34.6 ppm, however MgO ratios is lower than %8. The Ni ratios range between 4.9 and 32 ppm, whereas the ratios of Cr vary from 10 to 170 ppm. Obtained the geochemical data suggests that volcanics which defined as island arc volcanics were formed by affected crustal contamination calc-alkaline magma occurring in convergent active plate boundary. As a result; volcanics are thought to have been formed by Upper Cretaceous calc-alkaline magmatism as "Pontide Volcanic Arc" generating in subduction zone between northern branch of Neo-Tethys Ocean and Pontides.

**Keywords:** Western Black Sea Region (Turkey), Volcanics, Andesite, Calc-Alkaline

**YAZIR (AĞLASUN, ISPARTA, GB ANADOLU)  
BANAKİTLERİNİN MİNERAL-KİMYASAL VE  $\delta^{18}\text{O}$  İZOTOPİK  
BİLEŞİMLERİNİN PETROLOJİK İŞARETLERİ**

**Hakan Çoban<sup>1</sup> ve Behzat Gökçen Demir<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Batman Üniversitesi, Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Bölümü, Batman

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

**Özet:** Ağlasun grabeni (Isparta) kenarında çıkış yapmış olan Pliyosen yaşlı Yazır (Ağlasun, Isparta) banakitleri, silisçe-doygun ( $\text{SiO}_2$ , 57.43- 58.09 % Ağ.) ve potasik ( $\text{K}_2\text{O}$ , 3.18-3.55 % Ağ.) karakterli volkanitler olup MgO oranları 3.67 ile 4.41 (% Ağ.) arasında değişim gösterir. Göreceli olarak yüksek Cr (150-184 ppm) ve Ni (25-74 ppm) içerikleri, dengesiz fenokristal topluluklarından Cr-spinel içeren olivin ( $\text{Fo}_{82-86}$ ) ile kuvarsın birlikteliği, plajiyoklaz ( $\text{An}_{45-57}$ ), klinopiroksen (diyopsit-ojit) ve amfibollerde (magneziohastingsit) ters kimyasal zonlanmaların gözlenmesi, tüm kaya ve kuvars mineralinin  $\delta^{18}\text{O}$  izotop bileşimlerinin geniş bir aralıkta bulunması (+6 - +8 ‰), banakitik mağmanın kimyasal dengesizliğini göstermektedir. K-feldispat (sanidin-anortoklaz) içeren Yazır banakitlerini türeten kimyasal olarak dengesiz bileşimli bu mağmayı, farklı metasomatize minerallerden (örn., flogopit, klinopiroksen) oluşan damarlar ile onları kuşatan peridotitik/piroksenitik yankayaların karakterize ettiği litosferik manto metasomlarının kısmi ergimeleri oluşturmuş olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Banakit, Potasik magma, Ağlasun, Isparta, GB Türkiye

**PETROLOGICAL SIGNIFICANCE OF MINERAL-CHEMICAL AND  
 $\delta^{18}\text{O}$  ISOTOPIC COMPOSITIONS OF YAZIR (AĞLASUN,  
ISPARTA, SW ANATOLIA) BANAKITES**

**Hakan Çoban<sup>1</sup> ve Behzat Gökçen Demir<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Batman University, Department of Petroleum and Natural Gas Engineering, Batman

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

**Abstract:** Pliocene aged Yazır (Ağlasun, Isparta) banakites emplaced along with the Ağlasun graben edge, are silica-saturated ( $\text{SiO}_2$ , 57.43- 58.09 wt. %) and potassic ( $\text{K}_2\text{O}$ , 3.18-3.55 wt. %) volkanites, and their MgO values range between 3.67 and 4.41 (wt. %). High Cr (150-184 ppm) and Ni (25-74 ppm) contents respectively, appearance of disequilibrium phenocrystal assemblages such as coexistence of both Cr-spinel bearing olivine ( $\text{Fo}_{82-86}$ ) and quartz, reverse chemical zoning in plagioclases ( $\text{An}_{45-57}$ ), clinopyroxene (diopside-augite) and amphiboles (magneziostastingsite), and wide array of  $\delta^{18}\text{O}$  isotope compositions (+6 - +8 ‰) of whole-rock and quartz mineral demonstrate the chemical disequilibrium of Yazır banakitic magma. Such disequilibrated magmas producing K-feldspar (sanidine-anorthoclase)-bearing Yazır banakites probably were derived from the partial melting of lithospheric mantle metasomes, which comprise discrete metasomatic minerals-bearing (e.g., phlogopite, clinopyroxene)-veins and surrounding peridotitic/pyroxenitic wall-rocks.

**Keywords:** Banakite, Potassic Magma, Ağlasun, Isparta, SW Anatolia

## AFYONKARAHİSAR VE YAKIN ÇEVRESİNDE YÜZEYLENEN VOLKANİK KAYAÇLARIN MİNERALojİK VE PETROGRAfİK ÖZELLİKLERİ

İrem Arat<sup>1</sup>, Yaşar Kibici<sup>1</sup>, Nurdane İlbeyli<sup>2</sup>, Gürsel Yanık<sup>1</sup>, Ahmet Yıldız<sup>3</sup>

1Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100 Kütahya.  
irem.arat@dpu.edu.tr, yasar.kibici@dpu.edu.tr, gursel.yanik@dpu.edu.tr

2Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07058 Antalya  
(ilbeyli@akdeniz.edu.tr)

3Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 03200  
Afyonkarahisar  
(ayildiz@aku.edu.tr)

**Özet:** Çalışma bölgesi, Anatolid-Torid bloğunun bir parçası olan Afyon zonunda bulunan Afyon il merkezi, İŖehisar, Gazlıgöl ve Ömer-Gecek bölgeleri arasında kalan alanı kapsamaktadır. Bu bölge, Miyosen volkanizması sonucu oluşmuş volkanik kayaçlarca zengindir. Bu kayaçlar literatürde Afyon volkanitleri olarak bilinmektedir. Afyon il merkezi esas alındığında, güneyde bulunan volkanik kayaçlar alkalen bileşimli trakit ve trakiandezit karakterlidir. Kuzeyde bulunanlar ise kalk-alkalen bileşimli trakiandezit ve andezitlerden oluşmaktadır. Çalışma alanından alınan örneklerin optik mikroskop (OM) ve X-ışınları kırınımı (XRD) ile yapılan mineralojik ve petrografik analizleri sonucunda; örneklerde yaygın olarak K-feldispat (sanidin), plajiyoklaz (oligoklas, andezin), amfibol (kahverengi hornblend), klinopiroksen, biyotit ve opak mineraller belirlenmiştir. Sanidinler, Afyon il merkezi ve yakın çevresinde yüzlek veren trakit ve trakiandezit bileşimli kayaçlarda yaygın ve iri fenokristaller halinde gözlenirken, kuzeye doğru trakiandezit bileşimindeki örneklerde azalarak yerini plajiyoklaslara bırakmaktadır. Olivin ve klinopiroksenler sadece İŖehisar ve çevresindeki bazaltik trakiandezit bileşimindeki kayaçlarda bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Afyonkarahisar, volkanizma, alkalen, kalk-alkalen.

**MINERALOGICAL AND PETROGRAPHICAL  
CHARACTERISTICS OF THE VOLCANIC ROCKS IN THE  
AFYONKARAHISAR AND SURROUNDING AREA**

**İrem Arat<sup>1</sup>, Yaşar Kibici<sup>1</sup>, Nurdane İlbeyli<sup>2</sup>, Gürsel Yanık<sup>1</sup>, Ahmet Yıldız<sup>3</sup>**

1 Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100 Kütahya.  
irem.arat@dpu.edu.tr, yasar.kibici@dpu.edu.tr, gursel.yanik@dpu.edu.tr

2 Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07058 Antalya  
ilbeyli@akdeniz.edu.tr

3. Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 03000  
Afyonkarahisar. ayildiz@aku.edu.tr

**Abstract:** The study area, which is a part of the Anatolide-Tauride Block, is located at the center of the Afyon zone between the İşçehisar, Gazligöl, and Ömar-Gecek areas. This region is covered by volcanic rocks as a result of the Miocene volcanism. These rocks are known as the Afyon volcanics in the literature. Based on the location of the Afyon city center, the southern volcanic rocks are alkaline in composition and trachyte and trachyandesite in character whereas the northern volcanic rocks are calc-alkaline in composition and trachyandesite and andesite in character. The results of mineralogical and petrographic analyses of the samples obtained by optical microscopy (OM) and X-Ray Diffraction (XRD) indicate the presence of K-feldspar (sanidine), plagioclase (oligoclase, andesine), amphibole (brown hornblende), clinopyroxene, biotite and opaques. Coarse sanidine crystals are observed around the Afyon city centre and in the immediate vicinity in the trachytic and trachyandesitic rocks while they decrease at the north in the trachyandesitic samples and are replaced by plagioclase. Olivine and clinopyroxene are only found in basaltic-trachyandesite samples in the İşçehisar and surrounding area.

**Keywords:** Afyonkarahisar, volcanism, alkaline, calc-alkaline.

**HAVZA (SAMSUN) VE GÖLKÖY (ORDU) YÖRELERİNDEKİ  
(K TÜRKİYE) TERSİYER SOKULUMLARININ  
TÜM-KAYAÇ JEOKİMYASAL KARAKTERİSTİKLERİ**

**İrfan Temizel<sup>1</sup>, Mehmet Arslan<sup>1</sup>, Emel Abdioğlu<sup>1</sup>, Abdullah Kaygusuz<sup>2</sup>,  
Zafer Aslan<sup>3</sup>**

1Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080- Trabzon

2Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000-Gümüşhane

3Balıkesir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 10145-Balıkesir

itemizel@ktu.edu.tr

**Özet:**Doğu-Orta Pontidlerde (K Türkiye) değişik yaş, boyut ve bileşimlerde olan Tersiyer sokulmaları yaygın olarak yüzeylenmektedir. Bunlardan Gököy (Ordu) yöresinde yer alan yaklaşık KB-GD ve D-B uzanımlı iki monzonitik kütle, Üst Kretase ve/ Eosen sokulum, volkanik ve sedimanter kayalar içerisinde yerleşmiştir. Bu kütleler, ince-orta taneli monzonit, monzodiyorit ve daha az oranda kuvars monzonit bileşiminde olup, monzonitik, poikilitik, pertitik, anti-rapakivi ve grafik doku gösterirler. Havza (Samsun) yöresinde yer alan K-G uzanımlı granodiyoritik kütle, Eosen volkanoklastik kayaları içerisinde yerleşmiştir. Bu kütle orta taneli granodiyorit bileşimli olup, taneli, porfirik ve mikrografik doku göstermekte ve mafik mikrogranüler anklavlar içermektedirler. Petrokimyasal olarak Eriko Tepe ve Göl Tepe monzonitik sokulmaları çarpışma sonrası, I-tipi, metalümin (A/CNK=0.67-0.73), şoşonitik karakterdedir. Taşlık Tepe granodiyoritik sokulumu çarpışma sonrası I-tipi, metalümin (A/CNK=0.76-0.84) ve orta-yüksek-K'lu kalk-alkalen karakter göstermektedir. SiO<sub>2</sub> ye karşı ana oksit ve iz element değişim diyagramları; monzonitik sokulumlarda plj ± K-feld ± kpir ± hbl ± bio buna karşın granodiyoritik sokulumda plj ± K-feld ± hbl ± bio ayrışmasına işaret etmektedir. Tüm sokulumların ilksel mantoya normalize edilmiş iz element dağılımları LİLE, Th, Ce zenginleşmesi ve negative Nb ve TiO<sub>2</sub> anomalisi göstermektedir. Buna ilaveten incelenen sokulumların kondrite normalize edilmiş nadir toprak element diyagramları, çok az iki farklı zenginleşme dağılımı sunmakta olup, monzonitik sokulumlar için LaN/LuN=9.3-12.6 ve granodiyoritik sokulum için LaN/LuN=14.2-21.6 ile temsil edilen göreceli olarak iki farklı orta derece zenginleşmiş dağılım sunmaktadır. İz element verileri, incelenen sokulumların ana magmalarının çarpışma sonrası ortamda, alt kıtasal kabuk ve zenginleşmiş litosferik manto ergiyiklerinden türediğini ve kıtasal magma odalarında farklılaşarak yerleştiklerini işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Tersiyer sokulumları, monzonit, granodiyorit, petrokimya, Pontidler, Türkiye

*Bu çalışma 113Y404 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.*

**WHOLE-ROCK GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF  
TERTIARY INTRUSIONS IN THE HAVZA (SAMSUN) AND  
GÖLKÖY (ORDU) AREAS (N TURKEY)**

**İrfan Temizel<sup>1</sup>, Mehmet Arslan<sup>1</sup>, Emel Abdioğlu<sup>1</sup>, Abdullah Kaygusuz<sup>2</sup>,  
Zafer Aslan<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering, 61080-Trabzon

<sup>2</sup>Gümüşhane University, Department of Geological Engineering, 29000-Gümüşhane

<sup>3</sup>Balıkesir University, Department of Geological Engineering, 10145-Balıkesir

itemizel@ktu.edu.tr

**Abstract:** Tertiary intrusions are common in varying ages, sizes and compositions in Eastern and Central Pontides (N Turkey). Of these, two monzonitic bodies in the Gököy (Ordu) area, extending nearly NW–SE and E–W orientated, intruded into Upper Cretaceous and/or Eocene intrusive, volcanic and sedimentary rocks, and compositionally consist of fine-medium grained monzonite, monzodiorite and subordinate quartz-monzonite with monzonitic, poikilitic, perthitic, anti-rapakivi and graphic textures. The granodioritic body in the Havza (Samsun) area, extending N–S orientated, intruded into Eocene volcanoclastic rocks, and compositionally include medium grained granodiorite with granular, porphyric and micrographic textures, and also contain mafic microgranular enclaves (MMAs). Petrochemically, the monzonitic intrusions show a post-collisional, I-type, metaluminous (A/CNK=0.67-0.73) and shoshonitic features. The granodioritic intrusion exhibit a post-collisional, I-type, metaluminous (A/CNK=0.76-0.84) and medium-high-K calc-alkaline characteristics. Major oxide and trace element versus SiO<sub>2</sub> variation plots suggest fractionation of plg ± K-feld ± cpx ± hbl ± bio in the monzonitic intrusions whereas plg ± K-feld ± hbl ± bio in the granodioritic intrusion. Primitive mantle-normalized trace element patterns of all intrusions exhibit enrichment in LILE, Th and Ce and negative Nb and TiO<sub>2</sub> anomalies. Besides, the chondrite-normalized rare earth element plots of the studied intrusions show slightly two different moderately enriched patterns with LaN/LuN=9.3-12.6 for the monzonitic intrusions and LaN/LuN=14.2-21.6 for the granodioritic intrusion. Trace element data also indicate that parental magmas of the studied intrusions were derived from melts of lower crustal and enriched lithospheric mantle components in a post-collisional setting, and evolved differently within crustal levels.

**Keywords:** Tertiary intrusions, monzonite, granodiorite, petrochemistry, Pontides, Turkey

*This study was funded by the Turkish Scientific Research Council (TUBITAK project no: 113Y404).*



## AKÇAKENT DASİTLERİNİN PETROLOJİSİ VE ÇİÇEKDAĞ MAGMATİK KOMPLEKSİ (ÇMK)'NİN OLUŞUMUNDAKİ ÖNEMİ

Kıymet Deniz<sup>1</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 06100 Ankara/Türkiye

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM), 06100 Ankara/Türkiye  
kdeniz@eng.ankara.edu.tr

**Özet:** Çiçekdağ Magmatik Kompleksi (ÇMK) İç Anadolu çarpışma zonu magmatizmasının bir ürünü olup genellikle felsik intrüzif kayalar, mafik volkanik kayalar ve bunların sokulum yaptığı ofiyolitik birimlerden meydana gelmektedir. Genç mafik volkanizmanın dışında sınırlı bir alanda felsik bir volkanizmanın ürünleri gözlenmektedir. Petrografik olarak bu felsik volkanik kayalar dasit ve riyodasitten meydana gelmekte, hipokristalen porfiritik ve nadiren de iskelet/körfez ve sferulitik doku göstermektedirler. Sferulitler kuvars fenokristallerini çevrelemiştir. Kuvars, plajiolaz, sanidin ve opak mineraller fenokristal olarak gözlenmektedir. Killeşme ve serisitleşme çoğunlukla plajiolaz minerallerinde görülmektedir. 0.2-0.5 mm boyutunda değişen bazik bileşimindeki ksenolitik anklavların varlığı bu kayaların karakteristik özelliğini temsil etmektedir. Bu kayalar yüksek K içeriği ile subalkalen-kalkalkalen ve peralüminyumlu karakteri işaret etmektedir. Kayaların major oksit değişimleri plajiolaz ± sanidin ± opak mineral gibi genel mineral fazlarının ayrımlaşmasını desteklemektedir. İlksel mantoya normalize edilmiş iz element ve kondirite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları kayaların hafif nadir toprak elementlerinin ağır nadir toprak elementlerine oranının E-tipi MORB'a göre orta olduğunu ve Ba, Nb, ve Ti'da tüketilme göstermektedirler. Yüksek Th/Yb oranı ilksel magmaların yitim zonundaki sedimanlar ve akışkanlarca değişmiş litosferik ergiyikler ve levhanın karışımıyla meydana gelen zenginleşmiş bir kaynaktan türediğini belirtmektedir. Tektonik ayırım diyagramları magma oluşumu için volkanik yay ilişkili tektonik yerleşimi önermektedir. Yersel ve bölgesel arazi gözlemleri ile petrografik ve petrolojik verilerin birleştirilmesiyle felsik volkanizmanın metasomatize olmuş manto etkileşimli bir mantodan türediği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Çiçekdağ Magmatik Kompleksi (ÇMK), İç Anadolu, çarpışma magmatizması, dasit.

**PETROLOGY OF THE AKÇAKENT DACITES AND  
IMPLICATIONS FOR THE FORMATION OF THE ÇİÇEKDAĞ  
IGNEOUS COMPLEX (ÇIC)**

**Kıymet Deniz<sup>1</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1-2</sup>**

<sup>1</sup> Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, 06100  
Ankara/Turkey

<sup>2</sup> Earth Sciences Application and Research Centre (YEBİM) of Ankara University, 06100 Ankara/Turkey  
kdeniz@eng.ankara.edu.tr

**Abstract:** Çiçekdağ Igneous Complex (ÇIC) is one of product of the Central Anatolia collision zone magmatism and generally consist of felsic intrusive rocks, mafic volcanic rocks and ophiolitic rocks which are intruded by them. Apart from the late mafic volcanism, the product of the felsic magmatism are observed at the restricted area. Petrographically, these felsic volcanic rocks are composed of dacites and rhyodacite, and show hypocrySTALLINE porphyritic and rarely skeletal/embayment and spherulitic texture. The spherulites enclose phenocrysts of quartz. The quartz, plagioclase, sanidine and opaque minerals are observed as a phenocrysts. Argillisation and sericitization are mainly shown in plagioclases. The presents of basic xenolithic enclaves with 0.2-0.5 mm are represented the characteristic features of these volcanic units. These rocks indicate subalkaline-calcalkaline and peraluminous character with high-K contents. Major oxide variations of rocks are consistent with the fractionation of common mineral phases such as plagioclase ± sanidine ± opak minerals. Primitive mantle normalized trace element and chondrite normalized rare earth element (REE) patterns indicate that these rocks have moderate light rare earth element (LREE)/heavy rare earth element (HREE) ratios relative to E-type MORB and depletion Ba, Nb and Ti. High Th/Yb ratios indicate parental magmas derived from enriched source formed by mixing of slab and lithospheric melts modified by fluids and sediments from a subduction zone. Tectonic discrimination diagrams assert a volcanic arc related tectonic setting for the magma generation. Combination of petrographical and petrological data with local and regional field observations suggest that these felsic volcanism derived from metasomatised mantle.

**Keywords:** Çiçekdağ Igneous Complex (ÇIC), Central Anatolia, collisional magmatism, dacite.

## DİYARBAKIR KARACADAĞ VOLKANİZMASININ GÜNEYDOĞU BÖLGESİNDEKİ HİDROKARBON ÜRETİM SEVİYEYE OLAN ETKİSİ

Lütfi Ersay<sup>1</sup> ve Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>2</sup>

1 Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Adıyaman, Türkiye

2 Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM), 06100 Ankara/Türkiye

**Özet:** Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Arap Yarımadası'nın kenar parçası olarak Türkiye'de hidrokarbon aramacılığında önemli bir bölgedir. Diyarbakır- Şanlıurfa civarındaki Karacadağ Volkanizmasının var olduğu bölgede Geç Kretase (Santoniyen-Koniasiyen) yaşlı Karababa Formasyonu üyesi olan Karababa-Cve Kampaniyen yaşlı Karaboğaz Formasyonu çatlaklı, yüksek poroziteli kireçtaşı litolojileri ile bölgede petrol üretimi yapılan üretim zonlarıdır. Karacadağ volkanizması 'Kalkan tipi' volkanizma olarak adlandırılmakta ve yaklaşık 11-0.01 milyon yaşları arasında bir yaş aralığı sunmaktadır. Bu süreç içerisinde 3 safhadan oluştuğu düşünülmektedir. Alkali mafik bir magmadan türediği ve genel olarak alkali bazalt özelliğe malzeme sunduğu görülmektedir. Karacadağ basaltları bölgede yaklaşık 10.000 km<sup>2</sup> lik bir alanda yayılım göstermekte olup yapılan sondaj aktivitelerine göre volkanizmanın merkezinde alkali bazaltın kalınlığı yaklaşık 1500 metreye kadar ulaşmaktadır. Karacadağ basaltları bölgenin en geç birimi olarak kabul edilmekte olup çarpışma sonrası KD-GB uzanımlı tektonik ekstensiyonel rejimler sonucu oluşmuştur. Karacadağ alkali bazaltlarının tüm birimler üzerine belirli bir kalınlıkta oturması ve bazaltik malzemenin çatlaklar boyunca yüzeye çıkışı esnasında bölgeye yaydığı ısının rezervuar kayalar içerisindeki hidrokarbonu etkilediği düşünülmektedir. Karacadağ volkanizmasının hidrokarbonun olgunluğu, yoğunluğu, API gravitesi ve rezervuar kayalar içerisindeki Toplam Organik Karbon (TOC) miktarına etkisi göz önünde bulundurulmakta olup bu çalışma Karacadağ volkanizmasının üretim zonu içerisindeki hidrokarbona olan pozitif ve negatif etkileri ortaya koymaktadır.

## **A CASE STUDY: THE EFFECTS OF THE KARACADAĞ VOLCANISM ON THE HYDROCARBON PRODUCTION ZONE IN SE TURKEY**

**Lütfi Ersay<sup>1</sup> ve Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Adıyaman, Türkiye

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM), 06100 Ankara/Türkiye

**Abstract:** Southeastern Anatolia, the northern edge part of the Arabian peninsula, is an important area in terms of hydrocarbon explorations performed in Turkey. In the region, between the districts of Diyarbakır and Şanlıurfa where the Karacadağ Volcanism exists, the member of Karababa Formation which is named as Karababa-C, Late Cretaceous (Santonian-Coniasian) aged, and Campanian aged Karaboğaz Formation with fractured and porous limestone lithological characteristics are the main oil production zones in this area. Karacadağ volcanism, named as ‘shield-type volcano’ represents range of 11-0.01 Ma age. In this range, there are main 3 stages building the volcanism. These three stages cause a huge amount of magmas erupted to the surface, covering an area of 10.000 km, approximately. According to the data derived from exploration drillings, the thickness of alkali basalt reaches to about 1500 meters in the center of volcanism. Karacadağ basalts is the youngest unit in this area as a lithological unit and evolved as result of NW-SE extensional regimes, indicator of the post-collisional events. The settlement of Karacadağ lavas on the host rocks and the relatively high temperature of the magma which gives off through the extensional fractures have important effects on the possible hydrocarbon contents in the production zones. This study aims to obtain the negative and positive effects of Karacadağ volcanic activity on the maturity, density and API Gravity of the hydrocarbon content and also Total Organic Carbon (TOC) values of the reservoir rocks in the production zones.

**Keywords:** Karacadağ volcanism, Karacadağ basalt, Karababa-C, hydrocarbon, Tmax, TOC value

**KAHRAMANMARAŞ GÜNEYİNDE YER ALAN DÜŞÜK  
TİTANYUMLU OFİYOLİT İÇERİSİNDEKİ MAFİK  
KÜMÜLATLARIN  
TÜM KAYAÇ VE MİNERAL KİMYASI**

**Mehmet Tanırlı ve Tamer Rızaoğlu**

K.S.Ü. Müh.Mim.Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş  
tamer@ksu.edu.tr

**Özet:** Türkiye'deki ofiyolitler yer aldıkları coğrafik konumlarına göre Pontid ofiyolit kuşağı, Orta Anadolu Ofiyolit kuşağı, Toros ofiyolit kuşağı, Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağı ve Arap Kıtası önü ofiyolit kuşağı olma üzere başlıca beş zonda yer almaktadırlar. Kahramanmaraş'ın güneyinde yer alan Geç Kretase yaşlı adlandırılmamış ofiyolit birimi Arap Kıtası önü ofiyolitik kuşağında yer almaktadır. Ofiyolitik kayalar tabandan tavana doğru metamorfik dilim (plajiyoklas-amfibolüst ve plajiyoklaz amfibolit), manto tektonitleri (serpantinize dunit ve harzburjit), ultramafic kümülatlar (başlıca vebsterit), mafik kümülatlar (olivinli gabro, gabro ve olivinli gabronorit) ve izotrop gabro (olivinli gabronorit) şeklinde kaya grubundan meydana gelmektedir. Kümülatların tüm kayaç jeokimyası bu ofiyolitik birimin Adayayı toleyitik karakterdeki bir magma kaynağından türeyen düşük Titanyumlu bir ofiyolit olarak sınıflandırılabilirliğini göstermektedir. Kondrit'e göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementleri (NTE) ve N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramları ve tektonomagmatik ayırtlama diyagramları kümülat kayaların oluşumunda fraksiyonel kristalleşme süreçlerinin önemli rol oynadıklarını göstermektedir. Mafik kümülat kayalarda oldukça magnezyen olivinlerin (Fo<sub>78.24-81.89</sub>), klinopiroksenlerin (Mg#<sub>71.46-85.82</sub>) ve ortopiroksenlerin (Mg#<sub>62.63-87.18</sub>) ve aynı zamanda oldukça kalsik plajiyoklasların (An<sub>81.88-97.40</sub>) bulunması dalma-batma ile ilişkili bir tektonik ortamın varlığına işaret etmektedir. Jeokimyasal, petrografik ve aynı zamanda arazi verileri inceleme alanında yer alan ofiyolitik kayaların Neotetis'in güney kolunda Geç Kretase'de okyanus içi dalma-batma zonunda oluştuğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** SSZ, Düşük Titanyumlu Ofiyolit, Kümülat, Kahramanmaraş, Türkiye

**WHOLE-ROCK AND MINERAL CHEMISTRY OF MAFIC  
CUMULATES FROM THE LOW-TI OPHIOLITE  
IN THE SOUTH OF KAHRAMANMARAŞ, TURKEY**

**Mehmet Tanırlı ve Tamer Rızaoğlu**

K.S.U. Eng.&Arch Faculty, Department of Geological Engineering,  
Kahramanmaraş(tamer@ksu.edu.tr)

**Abstract:** The late Cretaceous ophiolites in Turkey are located in five zones based mainly on their geographic distribution, namely the Pontide ophiolite belt, Central Anatolian ophiolite belt, Tauride ophiolite belt, SE Anatolian ophiolite belt and Peri-Arabian ophiolite belt. A Late Cretaceous dismembered ophiolite unit in the south of Kahramanmaraş belongs to the Peri-Arabian ophiolite belt in southern Turkey. The ophiolitic rocks include, from bottom to the top, metamorphic sole (plagioclase-amphibole schist and plagioclase amphibolite), mantle tectonites (serpentinized dunite and harzburgite), ultramafic cumulates (mainly websterite), mafic cumulates (olivine gabbro, gabbro, and olivine gabbro-norite), and isotropic gabbros (olivine gabbro-norite). The whole rock geochemistry of the cumulates suggests that they can mainly be classified as Low-Ti ophiolite and their derivation from an island arc tholeiitic magma source. Chondrite normalized REE and N-MORB normalized multi-element patterns and tectonomagmatic discrimination diagrams show that fractional crystallization was important during the formation of the cumulate rocks. The presence of highly magnesian olivines (Fo<sub>78.24-81.89</sub>), clinopyroxenes (Mg<sub>#71.46-85.82</sub>), and orthopyroxenes (Mg<sub>#62.63-87.18</sub>) as well as highly calcic plagioclases (An<sub>81.88-97.40</sub>) in the mafic cumulates, indicate a subduction-related tectonic environment. The geochemical, petrographical as well as the field data suggest that the ophiolitic rocks in the studied region was formed in a suprasubduction zone (SSZ) tectonic environment in the southern branch of Neotethys in Late Cretaceous.

**Keywords:** SSZ, Low-Ti ophiolite, Cumulate, Kahramanmaraş, Turkey

**DOĞU ANADOLU'DA (ELAZIĞ-MALATYA) NEOTETİS'İN  
TROODOS-BITLİS-ZAGROS KOLU İÇERİSİNDE GEÇ KRETASE  
YAY İÇİ VE YAY-ARDI SİSTEMLERİNİN JEOKİMYASAL  
AYRIMI**

**Melek Ural<sup>1</sup>, Mehmet Cemal Göncüoğlu<sup>2</sup>, Mehmet Arslan<sup>3</sup>,  
Uğur Kağan Tekin<sup>4</sup> ve Sevcan Kürüm<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Jeoloji Müh. Böl., 23119, Elazığ, Türkiye,  
melekural@firat.edu.tr

<sup>2</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Böl., 06800, Ankara, Türkiye,  
mcgoncu@metu.edu.tr

<sup>3</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Böl. 61080, Trabzon, Türkiye,  
marslan@ktu.edu.tr

<sup>4</sup>Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Müh. Böl., 06800, Ankara, Türkiye,  
uktekin@hacettepe.edu.tr

**Özet:** Doğu Akdeniz'de, Trodos'dan Umman'a kadar uzanan belirgin bir ofiyolit ve yitim-yığışım kompleksi kuşağı yer alır. Bu kuşak Neotetis'in Güney Kolu'nun değişik parçalarının kalıntılarını içerir. Doğu Türkiye'de bu birimin belirgin bir üyesi olan Yüksekova Karmaşığı Elazığ ve Malatya illeri çevresinde aslı olarak radyolaryalı çört, şeyl ve pelajik kireçtaşları ile birlikte bazaltik yastık lavlar ve dayklardan oluşan yapısal, kaotik bir toplulukla temsil edilir. Neotetis'in bu az bilinen kolunun jeolojik evriminin daha iyi anlaşılması için bu karmaşık içinde yer alan lavlar ve birlikte bulunan çökel kayalar yeniden çalışılmıştır. Yastık lavlar ve dayklardan derlenen yaklaşık 200 adet kayaç örneğinin petrokimyasal değerlendirmeleri iki belirgin grubun varlığını göstermektedir. Bu gruplardan birincisi baskın olarak piroksen firik, diğeri ise piroksen±olivin firiktir. Grup 1 esas olarak N-MORB'a geçişli ada yayı toleyiti (IAT) karakterinde ve negatif Nb anomalisi sergilemektedir. Bu kayaların birlikte olduğu çörtlerden elde edilen Radyolaryalı toplulukları geç Senomaniyen-erken Turoniyen (96-93 My) yaş aralığını belirtmektedir. Grup 2 bazaltları ise LREE'ler bakımından zengin olup, E-MORB ve OIB benzeri karakter gösterirler. Yay gerisi bazalt alanında yer alan Grup 2 bazaltlarıyla ilişkili çökel kayalardan elde edilen Radyolaryalı toplulukları erken Koniasiyen-erken Maastrichtiyen (88-68 My) yaş aralığını göstermektedir. İz element verileri, spinel-lerzolitik manto kaynağına işaret ederken, zaman içerisinde Grup 1'den Grup 2'ye doğru tedricen azalan yitim bileşeniyle daha derin mantoya geçişi ve düşük kısmi erime derecesinin varlığını göstermektedir. Diğer taraftan izotop verileri, Grup 1'in tüketilmiş manto kaynağından, Grup 2'nin ise daha az tüketilmiş bir manto kaynağından türediğine işaret etmektedir. Yeni bulguların petrolojik değerlendirmeleri neticesinde, Yüksekova volkaniklerinin Grup 1 bazaltlarının Güney Neotetis'in kuzeye doğru yiten okyanusal litosferinin üzerinde yer alan bir ada yayı ortamında oluştuğu belirtilmektedir. Bunların oluşumunu genişleyen yay ardı sistemi içinde yükselen astenosferik mantonun üzerinde Grup 2 tipi bazaltlarının oluşumu takip etmiştir. Bunlara bağlı olarak, GD Anadolu suture kuşağı içerisinde Yüksekova bazaltları Geç Kretase yay-yay ardı sisteminin kalıntısı olmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Yüksekova Karmaşığı, yastık lav, petrokimya, yay-yay ardı sistemi.

*Bu çalışma TÜBİTAK 108Y201 ve FÜBAP-1602 nolu projeler ile desteklenmiştir.*

**GEOCHEMICAL DISCRIMINATION OF A LATE CRETACEOUS  
INTRA-ARC AND BACK-ARC SYSTEM WITHIN THE TROODOS-  
BITLIS-ZAGROS BRANCH OF NEOTETHYS IN THE ELAZIĞ-  
MALATYA AREA, EAST ANATOLIA**

**Melek URAL<sup>1</sup>, Mehmet CemalGONCUOGLU<sup>2</sup>, Mehmet ARSLAN<sup>3</sup>,  
Uğur Kağan TEKİN<sup>4</sup> and Sevcan KURUM<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Firat University, Dept. of Geol.Eng., 23119, Elazığ, Turkey,  
melekural@firat.edu.tr

<sup>2</sup>Middle East Technical University, Dept. of Geol. Engineering, 06800,  
Ankara, Turkey, mcgoncu@metu.edu.tr

<sup>3</sup>Karadeniz Technical University, Dept. of Geol.Engineering, 61080  
Trabzon, Turkey, marslan@ktu.edu.tr

<sup>4</sup>Hacettepe University, Dept. of Geol.Eng., 06800, Ankara, Turkey,  
uktekin@hacettepe.edu.tr

**Abstract:** In the Eastern Mediterranean region, a distinct belt of ophiolites and subduction-accretion complexes extends from Troodos towards Oman. It includes the remnants of different portions of the Southern Branch of the Neotethys. The Yüksekova Complex around cities of Elazığ and Malatya area, mainly comprising a tectonically chaotic assemblage of basaltic dykes and pillow lavas associated with radiolarian cherts, shales and pelagic limestones, is a distinct member of the complex in E Turkey. The lavas and associated sedimentary rocks in this complex were re-examined and contributed for better-understanding the geological evolution of this little-known oceanic Neotethyan branch. The major-, trace- and rare element and Sr-Nd-Pb isotope geochemical evaluation of about 200 samples from pillow lavas and dykes demonstrated the presence of two chemically distinct groups. The first of the groups is predominantly pyroxene -phyric and the second one is pyroxene ± olivine -phyric. Group 1 basalts are mainly IAT-type, transitional to N-MORB and show a distinct Nb anomaly. The radiolarian assemblages obtained from the associated cherts indicate late Cenomanian to early Turonian (96-93Ma) ages for Group 1. The second Group (Group 2) of basalts are E-MORB and OIB like-type, display enrichment in LREE elements. They plot in the BABB. The associated sediments in this group include radiolarian assemblages display early Coniacian to early Maastrichtian (88-68Ma) ages. Trace element data are indicative for a spinell-herzolite source that changes to deeper mantle with diminishing subduction component and lower degree of melting in time. The isotope data, on the other hand, suggests that Group 1 is related to a depleted mantle source, whereas Group 2 is characteristic for less limited depletion. Based on petrological evaluation of the new data, we suggest that the Group 1 basalts of the Yüksekova volcanics were formed in an island arc setting above the northward subducting oceanic lithosphere of Southern Neotethys. Their formation was followed by the extrusion of Group 2-type basalts above the uplifting asthenospheric mantle in an extending back-arc system. By this, we interpret the Yüksekova basalts within the SE Anatolian suture belt as remnants of a Late Cretaceous arc-back arc system.

**Keywords:** The Yüksekova Complex, pillow lavas, petrochemistry, arc-back arc system.

*This study is performed within the framework of TUBITAK 108Y201 and FUBAP-1602.*



**ESKİŞEHİR KUZEYİ (HEKİMDAĞ) METAMORFİK  
KAYAÇLARININ MİNERAL VE KİMYASAL  
KARAKTERESTİKLERİNDEN YARARLANARAK FASİYES  
İLİŞKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Meral GÜREL<sup>1</sup> ve Yusuf Kağan KADIOĞLU<sup>2,3</sup>**

1. MTA Genel Müdürlüğü, ANKARA

2. Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ANKARA3.

3. Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, ANKARA  
meralgurel2015@gmail.com, kadi@ankara.edu.tr

**Abstract:** Eskişehir Kuzeyi bölgenin temel metamorfik kuşaklarının en iyi gözlemlendiği alanı temsil etmektedir. Eskişehir Kuzeyinde, Orta Sakarya bölgesine ait daha çok Hekimdağ ve Karadere köyleri arasında yer alan eklojit, mavişist ve yeşilşist fasiyesine ait metamorfik kaya toplulukları egemendir. Bu fasiye toplulukları; metakirintılı, metabazit ve karbonat kaya kökenli olup ayrıca aralarda epidot amfibolit ve eklojit dilimlerinde yer almaktadır. Metamorfik fasiyes belirlenmesinde granat, amfibol ve plajiyoklaz minerallerin türleri Konfokal Raman spektroskopisinde belirlenmiştir. Çalışma alanında yer alan kayalardaki ayrıntılı petrografi incelemelerinde yaygın mavişist mineral topluluğu Na amfibol + albit + klorit + muskovit ± granat, yeşilşist mineral topluluğu Albit + muskovit + klorit + epidot + kuvars ± granat ayrıca serisit + kuvars + grafit ve stilpnomen + kuvars mineral parajenezlerinden oluşmaktadır. Tüm kaya ana oksit ve eser element değişim diyagramlarında yeşilşist ve mavişist kayalarının ilksel kaynak kaya özelliklerini belirleme açısından TAS ve AFM diyagramlarına göre subalkalen ve daha çok toleyitik ve kalkalkalene doğru geçiş gösterdikleri belirlenmiştir. Eklojit, mavişist ve yeşilşist fasiyesinde yapılan ayrıntılı sıcaklık basınç incelemeleri sonucunda eklojit için yaklaşık 12±1 kbar basınç ve 500±20 °C sıcaklık, mavişist fasiyesi için 7±1 kbar basınç ve 300±50 °C sıcaklık, yeşilşist fasiyesi için 4±1 kbar basınç ve 400±20 °C sıcaklık aralığında oluşmuş olabilecekleri ortaya konmuştur. Ayrıntılı petrografi ve tüm kaya jeokimyası sonuçlarına göre Sakarya kıtası evrimi sırasında mavişist ve yeşilşist fasiyesindeki kayaların farklı P-T koşullarında daha çok mafik magmatik bileşimindeki kayaların bölgesel metamorfizmaya uğraması sırasında oluşmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Eskişehir (Hekimdağ), Jeokimya, Mavişist, Yeşilşist, Eklojit

**DETERMINATION OF FACIES RELATIONS OF METAMORPHIC  
ROCKS IN THE NORTH OF ESKIŞEHİR (HEKIMDAĞ) USING  
MINERALOGY AND CHEMICAL CHARACTERISTICS**

**Meral GÜREL<sup>1</sup> ve Yusuf Kağan KADIOĞLU<sup>2,3</sup>**

1. MTA Genel Müdürlüğü, ANKARA

2. Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ANKARA3.

3. Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi,  
ANKARAmeralgurel2015@gmail.com, kadi@ankara.edu.tr

**Abstract:** The metamorphic basement of the region represents the best observation area at the North of Eskişehir city. Metamorphic rocks outcropping between Hekimdağ and Karadere villages in the Central Sakarya region, in the north of Eskişehir, were metamorphosed in eclogite, blueschist and greenschist facies. These rocks mainly consist of metaclastics, metabasites and carbonate and also including some epidote amphibolite and eclogite slices. The garnet, amphibole and plagioclase classifications were determined by Confocal Raman Spectroscopy in the using of the identifications of the metamorphic facies in the region. The detailed petrogenetic analysis of the rocks of the study area exhibits eclogite mineral assemblage as garnet + Na amphibole + epidot + muskovit, blueschist mineral assemblage as Na amphibole + albite + chlorite + epidote + muscovite (phengite) ± garnet, greenschist mineral assemblage as Ca amphibole (actinolite) + albite + muscovite + chlorite + epidote ± garnet and stilpnomelane + quartz. The major oxide and trace elements of the whole rock were used in the dermination of the nature of the blueschist and greenschist rocks and identify the characteristics of these facies according to TAS and AFM diagrams. The detailed temperature and pressure analysis of the eclogite, blueschist and greenschist facies show that, they have formed at for eclogite 12±1 kbar and 500±20 °C temprature, blueschist facies 7±1 kb and 300±50 °C temprature and greenschist facies 4±1 kb and 400±20 °C temprature. Petrography and whole rocks of the geochemical data reveal that the rocks of the blueschist and greenschist facies were derived mainly from mafic magmatic rocks under different P-T conditions during the evolution of the Sakarya continent in the region.

**Keywords:** Eskişehir (Hekimdağ), Geochemistry, Blueschist, Greenshist, Eclogite

## KULUNCAK (MALATYA) OFİYOLİTİNDEKİ RODENJİTLERİN JEOKİMYASI, GD TÜRKİYE

**Murat Camuzcuoğlu ve Utku Bağcı**

Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği, Çiftlikköy Kampüsü, 33343,  
Yenişehir, Mersin (mcamuzcuoglu@mersin.edu.tr)

**Özet:** Kuluncak (Malatya) ofiyoliti Doğu Toroslarda bölgesel olarak önemli olan Neotetis ofiyolit masiflerinden biri olup, tabandan tavana doğru manto tektonitler, ultramafik-mafik kümülatlar, izotrop gabrolar, levha dayk kompleksi, plajiyogranit, volkanik kompleks ve pelajik örtü sedimanları ile tam bir istif sunmaktadır. Kuluncak ofiyolit istifine ait manto tektonitleri en iyi olarak Hekimhan bölgesinde yer almakta, dünit, harzburjit ve serpantinitle temsil edilmektedirler. Rodenjitler damar, elipsoidal ve dayklar şeklinde manto tektonitlerinin içerisinde gözlenmektedir. Petrografik olarak taneseli doku gösteren rodenjitlerin minerolojik bileşimi hidrogranat, klinozoisit, vollastonit, amfibol, plajiyoklaz, klorit ve titanit mineralleridir. Rodenjitlerin tüm kayaç ana ve iz element içerikleri yüksek CaO (% 11.23–42.14), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (% 8.09–23.15), Sr (8–463 ppm), düşük SiO<sub>2</sub> (% 32.36–52.35), MgO (% 0.58–14.08), Zr (5–145 ppm) sunmaktadır. Kayaçların N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında büyük iyon yarıçaplı (LIL; Rb, Ba, K) elementlerin, kalıcılığı yüksek (HFS; Y, Zr, Hf, Ti) elementlere göre zenginleştiği gözlenmektedir. Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak element (REE) içerikleri hafif nadir toprak elementlerince (LREE) zenginleşen desenler sunmaktadır [(LaN/SmN (1.99–10.85) ve SmN/YbN (0.32–1.77)]. Tüm bu veriler rodenjitlerin köken kayaçlarının gabroyik kayaçlar olduğunu ve oluşumlarında serpantinleşme sırasında kalsiyum metazomatizmasının etkili olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Rodenjit, ofiyolit, petrografi, jeokimya

**THE GEOCHEMISTRY OF RODINGITES  
IN THE KULUNCAK (MALATYA) OPHIOLITE, SE TURKEY**

**Murat Camuzcuoğlu and Utku Bağcı**

University of Mersin, Faculty of Engineering., Department of Geological Engineering,  
Çiftlikköy Campus, 33343 Yenişehir, Mersin.  
mcamuzcuoglu@mersin.edu.tr

**Abstract:** The Kuluncak (Malatya) ophiolite is one of the best preserved Neotethyan ophiolites in the Eastern Tauride and display a complete ophiolite pseudostratigraphy in an ascending order: mantle tectonites, ultramafic-mafic cumulates, isotropic gabbros, a sheeted dike complex, plagiogranite, extrusives and pelagic cover sediments. The best exposure of the mantle tectonites rocks of the Kuluncak ophiolite are located in the Hekimhan region and are represented by dunite, harzburgite and serpentinites. The rodingites display various shapes such as ellipsoid, vein, dyke and observed in the mantle tectonites. Petrographically rodingites are displaying granular texture and represented by hydrogarnet, clinozoisite, wollastonite, amphibole, plagioclase, chlorite and titanite as the main mineral phases. The whole-rock major and trace element composition of rodingites show high CaO (11.23–42.14 wt.%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (8.09–23.15 wt.%), Sr (8–463 ppm), low SiO<sub>2</sub> (32.36–52.35 wt.%), MgO (0.58–14.08 wt.%), Zr (5–145 ppm). The N-MORB normalized multielement diagram of these rocks indicates large-ion lithophile element (LILE; Rb, Ba, K) enrichments compared to high field strength (HFS; Y, Zr, Hf, Ti). Chondrite-normalized rare earth elements (REE) concentrations exhibit light rare earth element (LREE) enrichment patterns [(LaN/SmN (1.99-10.85) ve SmN/YbN (0.32-1.77)]. All the evidences suggest that the rodingites were formed from gabbroic protoliths and the effects of calcium metasomatism during the serpentinisation.

**Keywords:** Rodingite, ophiolite, petrography, geochemistry

## YOZGAT İNTRÜZİF KOMPLEKSİ KUZEYİNDEKİ GABROYİK KAYAÇLARIN JEOLJİSİ VE PETROLOJİSİ, ORTA ANADOLU

**Musa Avni Akçe<sup>1</sup> ve Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bozok Üniv. Mühendislik-Mimarlık Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 66200

YOZGAT(mavni.akce@bozok.edu.tr)

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 06100

ANKARA (kadi@ankara.edu.tr)

**Özet:** Yozgat İntüzif Kompleksi (YİK), Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın (OAKK) kuzey bölümünde yer almakta ve farklı bileşim ve karakterdeki granitoid, gabroyid, monzonit ve siyenitoid bileşimindeki kayaçlardan oluşmaktadır. İnceleme alanındaki gabroyik kayaçlar, daha çok yüksek topoğrafik kodlarda ve nispeten daha yaygın bir yüzlek sergilemekte ve tipik olarak Başınayayla ve Recepli köyleri civarında gözlenmektedir. Gabroyik bileşimli bu kayaçlar, genelde koyu yeşil renkli, iri, orta ve ince taneli faneritik dokulu ve başlıca plajiyoklaz, piroksen ve amfibol minerallerini içermektedir. İnceleme alanındaki gabroyik kayaçlar, arazi gözlemleri, mineralojik ve petrografik özelliklerine göre farklılıklar sergilemekte olup "Başınayayla mafik kayaçları" ve "Recepli mafik kayaçları" şeklinde iki gruba ayrılmaktadır. Başınayayla mafik kayaçları, gabro ve mikrogabrolardan oluşmakta olup bazı gabro kütleleri granitoidlerle iç içe girmiş, sinusoidal dokanak ilişkili intrüzyonlar şeklinde gözlenirken bazıları ise granitoidlerin yayılım gösterdiği bölgelerdeki tepelerin üzerinde köksüz bloklar şeklinde gözlenmektedir. Recepli mafik kayaçları ise başlıca iri kristalin gabro, mikrogabro, diyabaz ve basalt bileşiminde olup massif bir yapı sergilememekte, granitoidlerin yayılım gösterdiği bu bölgelerdeki yüksek topoğrafik kodlu tepelerin üzerinde köksüz bloklar şeklinde bulunmaktadır. Bu köksüz özellikteki gabrolar, OAKK içerisinde Mesozoyik ofiyolitik seri olarak tanımlanan birime karşılık gelmektedir. Köklü olan gabrolar ise granitoidlerle eş yaşlı mafik intrüzyonları temsil etmektedir. Tüm kayalık jeokimyası sonuçlarına göre bu gabroyik kayaçlar subalkalin karakterli, toleyitik yönelimli ve düşük K serisinde yer almaktadır. MORB'a normalize edilmiş gabroların ortalamadağar profillerinin alt kabuğa göre fakirleşme göstermesi, manto kökenli bir magmadan kaynaklandığını göstermekte ancak iki gabro tipi arasında belirgin bir farklılık görülmemektedir. Her iki gabro tipi de LIL elementler açısından belirgin zenginleşme ve HFS element içeriği açısından belirgin fakirleşme göstermektedir. Nadir toprak element içeriği açısından da belirgin bir farklılık sergilememeleri nedeniyle jeokimyasal açıdan ayrılmaları görülmemektedir. Ancak saha gözlemleri ve felsik intrüziyon kayaçlarıyla ilişkilerine bakıldığında, YİK kuzeyindeki gabroların intrüziyon ve köksüz kütleler şeklinde olmak üzere iki farklı zamansal ve mekânsal konuma sahip olabileceklerini göstermektedir. Bu ayrımları ve kökensel farklılıkları ortaya koymak için kayaçların radyometrik yöntemlerle yaşlandırılmaları ve izotopik olarak sınıflandırılmaları önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yozgat İntüzif Kompleksi, Orta Anadolu, gabroyik kayaçlar, jeoloji, petroloji

## GEOLOGY AND PETROLOGY OF GABBROIC ROCKS IN THE NORTH PART OF YOZGAT INTRUSIVE COMPLEX, CENTRAL ANATOLIA

Musa Avni Akçe<sup>1</sup> ve Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bozok Univ. Engineering-ArchitectureFac., GeologicalEng. Dept., 66200

YOZGAT(mavni.akce@bozok.edu.tr)

<sup>2</sup>Ankara UniversityEngineeringFaculty, GeologicalEng. Department, 06100 ANKARA

(kadi@ankara.edu.tr)

**Abstract:** Yozgat Intrusive Complex (YIC) is located in the North part of Central Anatolian Crystalline Complex (CACC) and composed of granitoid, gabbroid, monzonite and syenitoid rock units forming of different composition and character. The gabbroic rocks in the study area are mostly exposed at the top of the hill showing higher topographic elevation and comparatively more shallow than the other rock units and characteristically are exposed in the vicinity of Başınayayla and Recepli villages. The gabbroic rocks mostly are dark green in colour, have coarse, medium and fine grained phaneritic texture and mainly comprise plagioclase, pyroxene and amphibole minerals. The gabbroic rocks in the study area represent differences according to field observation, mineralogical and petrographical characteristics and are separated into two groups as “Başınayayla mafic rocks” and “Recepli mafic rocks”. Başınayayla mafic rocks are composed of coarse crystalline gabbros and microgabbros. When some gabbroic rocks are complicated with the granitoids and occurred as sinusoidal contacts related intrusions, some of the gabbros crop out as rootless blocks at the top of the hills of various locations of the granitoids. Recepli mafic rocks, mainly are composed of gabbro, microgabbro, diabase and basalt, aren't exposed the massive structure, and they crop out as rootless blocks at the top of the high hills of the different locations of the granitoids. These rootless gabbros match up to a unit in CACC which is defined as Mesozoic ophiolitic series. The intrusive gabbros represent mafic intrusions that are coeval to granitoids. According to the results of whole rock geochemistry, these gabbroic rocks are subalkaline characterized, tholeiitic oriented and they exist in low K series. That mean value profiles of MORB-normalized gabbros show depletion according to lower crust indicates that they result from a mantle derived magma, however there is not a significant difference between these two gabbro types. Both gabbro types show significant enrichment in terms of LIL elements and depletion in terms of HFS element content. As they do not have significant difference with regards to rare earth element content, they do not be able to separate geochemically. However, field observations and their relationships with felsic intrusive rocks show that gabbros in the North of YIK have two different temporal and spatial locations as intrusive and rootless blocks. In order to reveal these distinctions and originally differences, it is suggested that rocks should be aged with radiometric methods and classified isotopically.

**Keywords:** Yozgat Intrusive Complex, Central Anatolia, gabbroic rocks, geology, petrology

## KARAKAYA KARMAŞIĞI KIRINTILI KAYAÇLARINDA FİLLOSİLİKAT KİMYASI-P-T PROFİLİ ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER

**Ömer Bozkaya<sup>1</sup>, Hüseyin Yalçın<sup>2</sup> Ve Sema Tetiker<sup>3</sup>**

1 Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli (obozkaya@pau.edu.tr)

2 Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas (yalcin@cumhuriyet.edu.tr)

3 Batman Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Batman (sema.tetiker@batman.edu.tr)

**Özet:** Karakaya Karmaşığı Sakarya Tektonik Birliği içerisinde Jura-Öncesi Paleotetis Okyanusu'nun kapanmasıyla ilişkili ortamların kalıntılarını temsil eden birimlerden oluşmaktadır. Permo-Triyas yaşlı Karakaya Karmaşığı birimleri farklı jeolojik tarihçelere sahip Alt Karakaya Karmaşığı (AKK) ve Üst Karakaya Karmaşığı (ÜKK) birimleri şeklinde iki bölüme ayrılmaktadır. Metasedimanter ve metabazik kayalardan oluşan AKK birimlerinin (Nilüfer birimi/Turhal metamorfittleri); mavişist (dalma-batma ortamı) ve yeşilşist (yığışım prizması ortamı) fasiyelerine karşılık gelen kesimleri alt ve üst birimler olmak üzere iki alt bölüme ayrılmıştır (AKK-AB ve AKK-ÜB). Alt-yeşilşist-yüksek dereceli diyajenetik fasiyesteki (genişlemeli ortam) ÜKK birimleri ise kumtaşı ve şeyl (Hodul ve Orhanlar birimleri), (meta)sedimanter ve (meta)volkanik (Çal birimi ve Devecidağ karışığı) litolojilerden oluşmaktadır. Bu çalışmada, Karakaya Karmaşığı birimlerini temsil eden (meta)klastik kayalardaki fillosilikatların köken ve diyajenez/metamorfizma derecesinin mineral kimyasına etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda AKK birimlerinden Turhal metamorfittlerinin üst bölümüne ve ÜKK birimlerinden Hodul ve Orhanlar birimlerine ait toplam 4 örnek incelenmiştir. Parlatılmış ve karbon kaplanmış örnekler üzerinde Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) ve Geri Saçılımlı Elektron (BSE) görüntülemeleri, illit/beyaz mika ve kloritler üzerinde ise Enerji Yayılımı Spektrometresi (EDS) ve Elektron Mikroprob (EMP) çözümlenmeleri (toplam 197 adet) gerçekleştirilmiştir. İllit/beyaz mikaların bileşimleri muskovit-illit-fenjit arasında değişmektedir. Detritik kökenliler muskovitik ( $S_{iort}=3.15$ ,  $(Na+K)_{ort}=0.81$ ) ve otijenik kökenliler illitik ( $S_{iort}=3.22$ ,  $(Na+K)_{ort}=0.74$ ) bileşime yakındır. Açılmalı/genişlemeli basenler için tipik paragonit ( $S_{iort}=2.96$ ,  $Na=0.78$ ,  $K=0.10$ ) ve NaK mikalar ( $S_{iort}=3.09$ ,  $Na=0.45$ ,  $K=0.34$ ) Turhal metamorfittlerinin üst bölümünde belirlenmiştir. Kloritler bütünüyle trioktahedral olup otijenikler ( $S_{iort}=5.67$ ,  $Fe_{ort}=5.05$ ) detritiklere ( $S_{iort}=5.56$ ,  $Fe_{ort}=4.80$ ) göre daha yüksek SiIV, daha düşük FeVI içeriğine sahiptir. Kloritler ÜKK birimlerinden Hodul biriminde şamozitik, Orhanlar birimi klinoklor bileşimlidir. Turhal metamorfittlerinde az sayıda, Orhanlar biriminde yaygın olmak üzere yüksek Mg (5.70-7.59) ve Cr (0.09-0.16) içerikli detritik mikalar da belirlenmiştir. Kimyasal denge ve tetrahedral Al yöntemlerine göre hesaplanan otijenik kloritlere ait jeotermometre (150-300 °C) ve fenjitik illitlere ait jeobarometre (0.5-1.2 kbar) verileri elde edilmiştir. Bu değerler Turhal metamorfittlerinin üst kesimi için yüksek sıcaklık-düşük basınç, Hodul ve Orhanlar birimi için düşük-orta sıcaklık-düşük basınç koşullarında gelişen diyajenez/metamorfizma derecesini yansıtmaktadır. Klorit kimyası verileri, Turhal metamorfittleri için felsik, Orhanlar birimi için metabazik (olasılı Paleotetis kalıntıları), Hodul birimi için Al- ve Fe-ce aşırı zengin felsik ve metapelitik kökeni işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Mika, Klorit, Elektron Mikroskop, Köken, Metamorfizma.



## ASSESSMENTS ON PHYLLOSILICATE CHEMISTRY-P-T PROFILE IN CLASTIC ROCKS OF THE KARAKAYA COMPLEX

Ömer Bozkaya<sup>1</sup>, Hüseyin Yalçın<sup>2</sup> Ve Sema Tetiker<sup>3</sup>

1 Pamukkale University Department of Geological Engineering, Denizli (obozkaya@pau.edu.tr)

2 Cumhuriyet University Department of Geological Engineering, Sivas (yalcin@cumhuriyet.edu.tr)

3 Batman University Department of Geological Engineering, Batman  
(sema.tetiker@batman.edu.tr)

**Abstract:** The Karakaya Complex consists of units representing the relicts of environments related with the closure of Pre-Jurassic Paleotethys Ocean within the Sakarya Composite Terrane. The units of Permo-Triassic Karakaya Complex are divided into two parts, namely Lower Karakaya Complex (LKC) and Upper Karakaya Complex (UKC) units, with different geological history. The lower and upper units corresponding to the blueschist (subduction setting) and greenschist (accretion prism setting) facies of the LKC units (Nilüfer unit/Turhal metamorphites) with metasedimentary and metabasic rocks are subdivided into two subunits as lower (LKC-LP) and upper (LKC-UP) parts. The UKC units with sub-greenschist-high grade diagenetic facies (extension setting) is made up of sandstone and shale (Hodul and Orhanlar units), metasedimentary and (meta)volcanic (Çal unit and Devecidağ complex) lithologies. In this study, it is aimed to investigate the effects of the origin and diagenesis/metamorphism degree of phyllosilicates upon the mineral chemistry in the (meta)clastic rocks from Karakaya Complex units. In this context, a total of 4 samples from the upper part of the Turhal metamorphites and Hodul and Orhanlar units of UKC were examined. The imagings of Scanning Electron Microscope (SEM) and Back Scatter Electron (BSE) and the analyses (a total of 197 measurements) of Energy Dispersive Spectrometer (EDS) and Electron Microprobe (EMP) on the illite/white micas and chlorites were carried out on the polished and carbon-coated samples. The compositions of illite / white micas change among muscovite-illite-phengite. Illite / white micas with detrital and authigenic origins are close to muscovitic (Si<sub>avg</sub>=3.15, (Na+K)<sub>avg</sub>=0.81) and illitic compositions (Si<sub>avg</sub>=3.22, (Na+K)<sub>avg</sub>=0.74), respectively. Paragonite (Si<sub>avg</sub>=2.96, Na=0.78, K=0.10) and NaK micas (Si<sub>avg</sub>=3.09, Na=0.45, K=0.34) are typical for extensional basins that are determined in the upper parts of the Turhal metamorphites. The chlorites are of entirely trioctahedral and authigenic ones (Si<sub>avg</sub>=5.67, Fe<sub>avg</sub>=5.05) have higher Si<sub>IV</sub> and lower Fe<sub>VI</sub> contents in comparison with detrital ones. Chlorites have chamositic composition in the Hodul unit, whereas clinocllore composition in the Orhanlar unit from UKC units. Detrital micas with high Mg (5.70-7.59) and Cr (0.09-0.16) contents are also identified in the Orhanlar unit more common and in the Turhal metamorphites as a few grains. These products are more common in our country, it was found to contain less than in other countries. The data calculated according to chemical equilibrium and tetrahedral Al methods are obtained from geothermometer (150-300°C) of authigenic chlorites and geobarometer (0.5-1.2 kbar) of phengitic illites. These values reflect the diagenetic / metamorphic grades that are developed under conditions of high temperature-low pressure for the upper parts of Turhal metamorphites and low-middle temperature-low pressure for Hodul and Orhanlar units. The data of chlorite chemistry indicate the origins of felsic for Turhal metamorphites, metabasic (probably remains of Paleotethys) for Orhanlar unit and felsic and metapelitic with rich in Al and extreme rich in Fe.

**Keywords:** Mica, Chlorite, Electron Microscope, Origin, Metamorphism



## ERKEN MİYOSEN’DE BATI ANADOLU GENİŞLEME SİSTEMİ İÇİNDE BAZALTİK ERİYİKLERİN KABUKSAL MAGMA ODALARINA NÜFUZU ÜZERİNE DELİLLER

**Ömer Kamacı ve Şafak Altunkaynak**

*Istanbul Teknik Üniversitesi  
kamaciom@itu.edu.tr*

**Özet:** KB Anadolu’da, Çarpışma sonrası magmatizma Geç Oligosen-Erken Miyosen döneminde yaygın ve farklı bileşimde volkanik kayalar üretmiştir. Batı Anadolu Volkanik Provansinin bir parçası olan Kepsut Volkanik Topluluğu (KVT), Erken Miyosen ( $22,56 \pm 0,06$  My -  $20,64 \pm 0,33$  My) yaşlı olup, bazaltik trakiandezit ve riyodasit bileşimli lav akıntıları, domlar ve dayklardan oluşmaktadır. Bazaltik trakiandezitlerde gözlenen fenokristaller yaygınlığına göre, plajiyoklas (60-85%), klinopiroksen (8-10%), hornblend (5-8%), biyotit (3-8%) ve sanidin (3-5%)’dir. Plajiyoklas fenokristal ve mikrolitlerinin bileşimleri  $An_{70}-An_{59}$ ’dir. Bazı plajiyoklas fenokristallerinde erime/çözünme ile ilişkili reaksiyonel sınırlar gözlenir. Genelde yüksek An içerikli çeper zonları içeren plajiyoklaslar, yamalı ve salınımlı zonlanma, sinensis ve elek dokulu kristallerle temsil edilen dengesiz kristallenme dokuları sergiler. Bazaltik trakiandezitlerde bulunan klinopiroksenlerin bileşimi  $Wo_{44}En_{47}Fs_9$  ile  $Wo_{32}En_{54}Fs_{14}$  arasında değişmektedir. Bu klinopiroksenlerin Mg numaraları (#Mg) ise sırasıyla 55-60 ve 63-72’dir. Ortopiroksen başlıca bazaltik trakiandezit lavları içinde bulunan bazaltik anklavlarda gözlenir ve enstatit ( $Wo_2En_{78}Fs_{20}-Wo_{1,5}En_{71}Fs_{27,5}$ ) ile temsil edilir. Bazaltik trakiandezit lavlarının sıcaklık koşulları plajiyoklas-amfibol termometresi yöntemi ile  $927-982^\circ C$ , içerdikleri bazaltik anklavların sıcaklık koşulları ise iki piroksen termometresi yöntemi ile  $1040-1110^\circ C$  olarak saptanmıştır. Dokusal analizler, mineral kimyası ve jeotermometre çalışmaları ile birlikte değerlendirildiğinde KVT’ye ait bazaltik trakiandezitlerin evriminde homojen ve/veya heterojen karışmanın önemli rolü olduğu anlaşılmaktadır. Bu işlemler, Batı Anadolu K-G genişleme sistemi içinde yükselen sıcak bazaltik eriyiklerin kabuksal magma odalarına nüfuz etmesi sonucunda gelişmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Magma Karışması, Bazaltik eriyikler, Gerilme, Batı Anadolu

**EVIDENCE FOR EARLY MIOCENE BASALTIC INFLUX INTO  
THE CRUSTAL MAGMA CHAMBERS IN RESPONSE TO  
EXTENSION IN WESTERN ANATOLIA**

**Ömer Kamacı and Şafak Altunkaynak**

*Istanbul Technical University  
kamaciom@itu.edu.tr*

**Abstract:** Post collisional magmatism in Western Anatolia produced a wide range of volcanic associations during late Oligocene- Early Miocene. The Kepsut Volcanic Suite which is part of the Western Anatolian Volcanic Province is Early Miocene ( $22,56 \pm 0,06$  Ma -  $20,64 \pm 0,33$  Ma) in age and consists of basaltic trachyandesitic and rhyolitic lavas, domes and dykes. The most common phenocryst assemblage of basaltic trachyandesite is plagioclase (60-85%), clinopyroxene (8-10%), hornblende (5-8%), biotite (3-8%) and sanidine (3-5%). Compositions of the plagioclase phenocrysts and microlites range from An<sub>70</sub> to An<sub>59</sub>. Rounded plagioclase phenocrystals with pre-resorption zoning display post-resorption reaction rims. Patchy zoning, oscillatory zoning (higher An rims), synneusis and sieve textured crystals are also common in plagioclase. Two-generation of clinopyroxene are distinguished, which composition ranges from Wo<sub>44</sub>En<sub>47</sub>Fs<sub>9</sub> to Wo<sub>32</sub>En<sub>54</sub>Fs<sub>14</sub>. The #Mg of first and second Cpx generation are 55-60 and 63-72, respectively. Orthopyroxene presents in basaltic enclaves in basaltic trachyandesites and is represented by enstatite (Wo<sub>2</sub>En<sub>78</sub>Fs<sub>20</sub> to Wo<sub>1.5</sub>En<sub>71</sub>Fs<sub>27.5</sub>). Plagioclase-amphibole thermometer calculation of basaltic trachyandesite is 927–982°C, while two-pyroxene thermometer estimation of basaltic enclave is 1040-1110°C. Combined petrography, mineral chemistry and geothermometry studies on mafic lavas of KVS indicate that mixing/mingling and AFC processes have played an important role in the development of the basaltic trachyandesite lavas of KVS. Disequilibrium crystallization was probably caused by the influx of a hotter basaltic magma into the crustal magma chambers during the first major period of N-S extension in the western Anatolia.

**Keywords:** Mixing/Mingling, Basaltic Influx, Extension, Western Anatolia

**MERSİN OFİYOLİTİ MANTO PERİDOTİTLERİ  
(G-TÜRKİYE): ERGİME VE ERGİYİK ETKİLEŞİM  
SÜREÇLERİNİN TÜM KAYAÇ VE MİNERAL BİLEŞİMLERİ  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**Samet Saka<sup>1</sup>, İbrahim Uysal<sup>1</sup>, R. Melih Akmaz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye

<sup>2</sup>Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak, Türkiye  
sakasamet61@gmail.com

**Özet:** Orta Toridler’de (güney Türkiye) yüzeyleyen Mersin ofiyoliti, manto kayaçları ve onları üzerleyen ultramafik-mafik kümülatlar ve bazaltlar ile temsil edilir. İlksel mantoya göre farklı derecelerde tüketilmiş manto peridotitleri başlıca dunit ve harzburjit türü kayaçlardan oluşmakta olup, oldukça düşük TiO<sub>2</sub> (<0.03 ağırlık %), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.27–0.86 ağırlık %) ve CaO (0.10–0.80 ağırlık %) içeriklerine sahiptir. Olivinlerin forsterit içerikleri 89.2 ilâ 93.6 aralığında değişir. Söz konusu olivinler ile denge hâlindeki spinel kristalleri 48 ilâ 73 arasında değişen Cr# değerlerine sahip olmakla birlikte, örneklerin bir çoğunda spinel Cr# değerleri 60 ilâ 70 arasında değişir. Bu değerler, örneklerin orta-yüksek dereceli kısmi ergime kalıntıları olduklarını göstermektedir. Bir kısım manto peridotiti örneğinde gözlenen spinel Cr# ve olivin forsterit içerikleri olivin spinel manto yönsemesi (OSMY) alanında dağılım sunarken, diğer örnekler için olivinler daha düşük forsterit içerikleri ile bu alanın dışında kalmışlardır. Spinel genellikle düşük TiO<sub>2</sub> (<0.1 ağırlık %) içeriklerine sahip olmakla birlikte, bazı spinel kristallerinde bu değer 0.30 ağırlık %’lara kadar çıkmaktadır. Söz konusu yüksek TiO<sub>2</sub> içerikleri, örneklerin tüketilmiş doğasıyla uyumlu değildir. İlksel mantoya normalize edilmiş tüm kayaç Lantan Gurubu Element (LGE) desenleri, ağır LGE’lerden orta LGE’lere doğru tüketilme gösterir. Bununla birlikte, bütün peridotit örneklerinde hafif LGE’ler ve Büyük İyon Çaplı Element (BİÇE) içeriklerinde orta LGE’lere göre bir zenginleşme gözlenir. Bazı peridotit örneklerine ait tüm kayaç ağır LGE desenleri, spinel duraylılık alanındaki farklı kısmi ergime derecelerini temsil eden kısmi ergime eğrilerine benzemektedir olup, söz konusu örneklerin spinel duraylılık alanında ~22–27 kısmi ergimeye uğradığını göstermektedir. Bununla birlikte bazı örneklerdeki ağır LGE’lerden orta LGE’lere doğru olan aşırı tüketilme, bu kayaçların sadece spinel duraylılık alanında kısmi ergimeye uğramadıklarını gösterir. Söz konusu örnekler için ağır LGE desenleri, ilk olarak granat duraylılık alanında %5-10 ve sonrasında spinel duraylılık alanında yaklaşık %23-28 arasında değişen ergime ile modellenmektedir. Yüksek Cr# değerlerine sahip bazı spinel kristallerindeki yüksek TiO<sub>2</sub> içerikleri yanı sıra orta LGE’lere göre hafif LGE’lerdeki zenginleşmeler, basit ergime olayları ile açıklanamaz ve çok aşamalı ergime ve zenginleşme süreçlerini gerektirir. Bir yitim zonunda, yiten okyanusal kabuktan türeyen hafif LGE’lerce ve titanyumca zengin ergiyikler-uçucular ile tüketilmiş manto kaması arasındaki etkileşim, Mersin ofiyoliti manto peridotitlerine ait tüm kayaç ve mineral bazındaki söz konusu kimyasal değişimleri açıklayabilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Mersin ofiyoliti, Manto peridotitleri, Mineral kimyası, Jeokimya

*Bu çalışma TÜBİTAK 109Y219 numaralı proje ile desteklenmiştir.*

**MANTLE PERIDOTITES FROM THE MERSIN OPHIOLITE (S-TURKEY): IMPLICATIONS FOR EFFECTS OF MELTING AND SUBSEQUENT MELT INTERACTION ON WHOLE-ROCK AND MINERAL COMPOSITIONS**

**Samet Saka<sup>1</sup>, İbrahim Uysal<sup>1</sup>, R. Melih Akmaz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey

<sup>2</sup>Bülent Ecevit University, Zonguldak, Turkey  
sakasamet61@gmail.com

**Abstract:** Mersin ophiolite, from the middle Tauride, southern Turkey, is represented by mantle unit and overlying crustal sections composed of ultramafic to mafic cumulates and basalts. Mantle peridotites are composed mainly of harzburgite and dunite. They are variously depleted, compared to the primitive mantle, and are characterized by very low TiO<sub>2</sub> (<0.03 wt%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.27–0.86 wt%) and CaO (0.10–0.80 wt%) contents. Forsterite values of olivine range between 89.2 and 93.6, and Cr# values of coexisting spinels range from 48 to 73, although most of the samples are characterized with spinel Cr# between 60 and 70, indicating moderate to high degree melt depletion for their origin. Composition of olivine and spinel in some samples are distributed within the olivine-spinel mantle array, although these phases from most of the samples plot out of the mantle array due to the lower Fo value of olivine in these samples. Spinel grains generally contain low TiO<sub>2</sub> (<0.1% wt%) content; however spinel in some samples are represented by up to 0.30 wt% TiO<sub>2</sub> which is not consistent with their depleted nature. Primitive mantle-normalized whole-rock Lanthanum Group Elements (LGE) patterns show depletion towards heavy LGE to middle LGE. However, all peridotite samples show marked enrichment of LREE and Large Ion Lithophile Elements (LILE) compared to middle LGE. Whole-rock heavy LGE patterns of some peridotite samples follow the melting residue lines, and are modeled ~22–27 fractional melting in spinel stability field. However, depletion of middle LGE compared to heavy LGE is stronger in some samples and the heavy LGE to middle LGE patterns do not follow the melting lines produced by various degree of fractional melting in spinel stability field. These samples can be modeled by 5 to 10% fractional melting started in garnet stability field and followed in spinel stability field with additional 28 to 23% melting. Enrichment of TiO<sub>2</sub> in high Cr# spinel from some samples as well as enrichment of light LGE compared to the middle LGE in whole-rock samples cannot be explained by simple melting events, and requires multistage melting and enrichment processes. Interaction of light LGE and Ti-rich melts/fluids percolating through the overlying mantle in suprasubduction zone environment may explain the compositional variation of mineral and whole-rock geochemistry of the Mersin peridotites.

**Keywords:** Mersin ophiolite, Mantle peridotite, Mineral chemistry, Geochemistry

*This study was supported by TUBITAK project #109Y219.*

## YOZGAT ÇEVRESİNDEKİ VOLKANİK KAYAÇLARIN MİNERALOJİK VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

**Serkan AKBAY<sup>1</sup> ve Yusuf Kağan KADIOĞLU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yozgat  
(serkan.akbay@bozok.edu.tr)

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara(kadi@ankara.edu.tr)

**Özet:** Yozgat'ın kuzey ve batısında yüzeyleyen volkanik kayaçlar genelde trakit ve andezitik bileşimde olup yer yer bazaltik bileşime doğru geçiş sergilemektedir. Trakit ve andezitik kayaçlar içerdikleri amfibol, biyotit, pljiyoklaz ve sanidin minerallerinin oranlarına göre trakit, trakiandezit ve andezit bileşimindedir. Bazaltik kayaçlar ise plajiyoklaz ve piroksen minerallerinin kimyasal bileşimleri ve kayaçta bulunma oranlarına göre ojit bazalt, olivin bazalt, trakibazalt, andezitik bazalt ve alkali bazalt bileşimindedir. Bazalt ve trakit bileşimindeki kayaçlar saha gözlemlerinde sütunsal yapılar göstermeleri ile karakteristiktir. Bu kayaçlar mineral içerikleri bakımından benzerlik gösterse de minerallerin gerek bolluk oranları ve gerekse dokusal uyumsuzlukları farklı karakterdeki ve aşamalardaki magmalardan kaynaklanmış olabileceklerini göstermektedir. Kayaçların tüm kaya analiz sonuçlarına göre subalkalendenalkalene doğru geçiş sergiledikleri ve subalkalen kayaç gruplarının da kendi içerisinde kalkalkalendentoleitik karaktere doğru geçiş sergiledikleri ortaya konmuştur. Eser elementlerin MORB'a göre normalize edilmiş oranları uyumsuz elementlerden LIL elementlerinin, HFS elementlerine göre nispeten zenginleşme gösterdiğini ve daha çok toleitik ve kalkalakalen bir dağılım sergilediklerini göstermiştir. Nadir toprak elementlerinin kondrite göre normalize edilmiş oranları da, LREE' nin HREE'ne göre nispeten daha fazla zenginleştiğini göstermektedir. Bazaltik kayaçların tektonik diskriminasyon diyagramlarında bir kısmının ada yayı toleyitik bazaltları, bir kısmının ise kalkalkalen bazalt alanına düştüğü belirlenmiştir. Bu kayaçlardan trakibazaltların oluştuğu ortama da bağlı olarak Paleosen-Eosen döneminde, diğer volkanitler ise Orta-Üst Eosen döneminde Kırşehir ve Sakarya kıtalarının çarpışması ile ilişkili olabilecekleri söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Yozgat, Volkanik, Bazalt, Uyumsuz element

**MINERALOGICAL AND PETROGRAPHICAL  
CHARACTERISTICS OF VOLCANIC ROCKS SURROUNDING  
YOZGAT REGION**

**Serkan AKBAY<sup>1</sup> and Yusuf Kağan KADIOĞLU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Bozok University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Geological Engineering,  
Yozgat (serkan.akbay@bozok.edu.tr)*

<sup>2</sup>*Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering,  
Ankara (kadi@ankara.edu.tr)*

**Abstract:** Volcanic rocks outcropping North and west of Yozgat are generally exhibited the composition of trachyte and andesite but turn into basaltic composition in places. Trachyte and andesitic rocks have the composition of trachyte, trachyandesite and andesite according to proportion of amphibole, biotite, plagioclase, and sanidine minerals. On the other hand, basaltic rocks have the composition of augite basalt, olivine basalt, trachybasalt and andesitic basalt according to chemical composition and proportion of plagioclase and pyroxene minerals in rocks. Basaltic and trachytic rocks are characteristic with the columnar structure according to the field observation. Although similarity in terms of mineral content of these volcanic rocks, abundance of minerals and textural incompatibility indicate that they might have originated from different characteristic features of magmas. It is revealed that rocks are transition in subalkaline to alkaline and calc-alkaline to tholeiitic in character according to bulk analysis of rocks. It is determined that incompatible elements generally exhibit tholeiitic and calcalkaline magma character and LILE elements show relatively more enrichment with respect to HFS elements that normalized to MORB. The proportion of REE with respect to chondrite values show LREE are more enriched than HREE. Some of basaltic rocks fall into island arc tholeiitic basalt region, however others fall calcalkaline basalt region in tectonic discrimination diagrams. It is estimated that these rocks could be raised to the surface by convergence of Sakarya and Kırşehir continent oceanic plate boundaries producing tholeiitic trachybasalt in Paleocene-Eocene and other volcanic rocks by collision setting of two continents in Middle-Upper Eocene epoch.

**Keywords:** Yozgat, Volcanic, Basalt, Incompatible element

## ANTALYA KOMPLEKSİ İÇERİSİNDEKİ TRIYAS YAŞLI MAFİK VOLKANİK KAYAÇLARIN TETİS EVRİMİNDEKİ JEODİNAMİK KONUMU

Sibel Tatar Erkül<sup>1</sup> ve Fuat Erkül<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Antalya sibel582@gmail.com,  
fuaterkul@gmail.com

**Özet:** Antalya, Türkiye’de sınırlı alanlarda yüzlek veren Triyas yaşlı magmatizmanın ürünlerinin en iyi gözlemlendiği bölgelerden birisidir. Paleotetis okyanusunun kapanması ve Neotetis okyanusunun açılma süreçleri içerisinde oluşan birçok kaya grubunu içinde barındıran bölge, genel olarak otokton ve ofiyolit içeren allohton kaya birimleri ile temsil edilmektedir. Alp-Himalaya kuşağı boyunca gerçekleşen Neotetis olayları ile ilişkili kıtasal riftleşmenin izleri Türkiye’deki Permian-Jura aralığında oluşmuş istiflerde gözlenmektedir. Antalya Kompleksi içerisinde yer alan, Paleotetis’in kapanması ve izleyen süreçte Neotetis’in açılmasına karşılık gelen kritik zaman aralığında oluşmuş, Triyas yaşlı volkanik birimlerini oluşturan jeodinamik ortamın anlaşılması amacıyla yapılan çalışmalar ise oldukça kısıtlıdır. Bu çalışmada, Antalya körfezi ve Isparta Büklümü içerisinde yer alan Triyas yaşlı mafik volkanik kayaçlarının jeolojik, mineralojik-petrografik, tümkayaç jeokimyası, Sr-Nd-Pb izotop jeokimyası, Li izotop değerleri incelenmiştir. Çalışma alanında yayılım sunan magmatik kayaçlar trakit, diyorit, bazalt, yastık bazalt ve masif bazalt olmak üzere beş birime ayrılmaktadır. Bu kayaçlar, kırıntılı tortul kayaçlar, çörtlük ve kireçtaşları ile ardalanmış bir istif sunarlar ve tortul birimler genel olarak derin deniz koşullarını işaret etmektedir. Bazaltların çıkış merkezini oluşturan domlar, dayklar ve düzensiz sokulumlar, K-G yönlü bir hat boyunca yüzlek vermektedir. Bazalt domları, kireçtaşları ile ardalanmış lavlar üzerine doğru gelişmiş olup hyalokastitler ile çevrelenmiştir. Bu birimlerde trakitik, hyalopilitik ve intersertal doku hakimdir ve vesikül içermektedir. Bazaltlar tipik olarak plajiyoklas, piroksen ve yer yer olivin fenokristalleri içerir. Trakitler yaygın olarak sanidin fenokristalleri, diyorit sokulumları (diyorit-porfir dayk ya da stokları) ise biyotit içerirler. Triyas yaşlı mafik kayaçların büyük bir kısmı kalk-alkali, çok azı ise toleyitik karakterdedir. Ana elementlerin değişimlerinde, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O ve TiO<sub>2</sub> pozitif bir gidiş, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O ve MnO’nun ise negatif gidiş sergiledikleri görülür. Eser elementlerin değişim diyagramlarında ise, artan silise göre Ba, Sr, Nd ve Sc pozitif gidiş gösterirler. Kayaç örneklerinin ilksel mantoya göre normalize edilmiş diyagramlarında trakitik kayaçlar belirgin negatif Eu ve Sri çeriği ile ayrılmaktadır. Trakitik birimlerde görülen Eu ve Sr elementlerindeki değişim plajiyoklas fraksiyonlanmasına işaret etmektedir. Tüm birimlerde görülen Ti elementlerindeki fakirleşmeler dikkat çekicidir. Çalışma alanındaki trakitler hariç diğer birimler element içerikleri açısından benzerlik sunarken, trakitik birimler özellikle yüksek LREE ve Th, U, La, Ce vb. elementler bakımından zenginleşerek farklılık göstermektedir. <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr değerleri, trakitlerde <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr değerleri 0.704450; dolerit/diyabazlarda ise, 0.704377-0.704354 arasındadır. Trakitlerde Sr-Nd izotopik oranları alt kabuktan kirlenmeyi işaret etmektedir. <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd izotop değerleri, trakitlerde 0.512701; dolerit/diyabazlarda ise, 0.512709-0.512706’dır. Diyoritik ve trakitik kayaçlarda Pb izotopları OIB ortamını belirtmektedir. Li izotopları ise trakitik kayaçlar için OIB, diyoritik kayaçlar için ise manto kökenini işaret etmektedir. Elde edilen veriler, Doğu Akdeniz’de yayılım gösteren Geç Triyas volkanizmasının riftleşme veya okyanus-ada tipi bir jeodinamik ortamda oluşabileceğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Antalya Kompleksi, Triyas, olivin basalt, Sr-Nd-Pb ve Li izotopları, Paleotetis, Neotetis



## GEODYNAMIC SETTING OF TRIASSIC MAFIC VOLCANIC ROCKS IN ANTALYA COMPLEX DURING TETHYS EVOLUTION

Sibel TATAR ERKÜL<sup>1</sup>, Fuat ERKÜL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Akdeniz University, Department of Geological Engineering, Antalya

<sup>2</sup> Akdeniz University, Vocational School of Technical Sciences, Antalya

**Abstract:** Antalya region is one of the best locations to observe the products of the Triassic magmatism that have limited exposures in Turkey. The region, which includes various rock units associated with the Paleotethyan and Neotethyan events, is characterized by autochthonous and ophiolite-bearing allochthonous units. Along the Alpine-Himalayan collisional belt, evidence of rifting processes related to the Tethyan events is well observed in the Permian to Jurassic sedimentary successions within the Antalya Complex. Studies in revealing the geodynamic setting that led to the development of Triassic volcanic units are rather limited, although these units occurred in a critical time interval, corresponding to the closure of the Paleotethys and the opening of Neotethys Oceans. In this study, geology, mineralogy, petrography and whole-rock/Sr-Nd-Pb-Li isotope geochemistry of the Triassic volcanic units have been investigated. These units consist of trachyte, diorite and olivine basalt intrusions, lava flows and volcanoclastic rocks that are intercalated with turbiditic clastic sediments, cherts and limestone slivers, suggesting a relatively deep marine environment. Feeder domes, dykes and irregular intrusions crop out N-S in direction. Feeder domes emerge pre-existing lava flows and limestone layers and are surrounded by hyaloclastite rim. They display trachytic, propylitic and intersertal textures in thin sections and associated lava flows contain abundant vesicles filled by calcite and zeolite minerals. Basalts typically have plagioclase, pyroxene and olivine phenocrysts. Trachytes are defined by abundant sanidine phenocrysts while diorites include a significant amount of biotite crystals. Volcanic units are mainly calc-alkaline and minor tholeiitic in characters. Major-element variation diagrams indicate that MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O and TiO<sub>2</sub> have positive and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O and MnO display negative trends against silica. Ba, Sr, Nd and Sc content increase with the increasing silica content. Primitive mantle normalized diagrams also show that trachytes differ from other units with depletion of Eu and Sr, suggesting a plagioclase fractionation. Another striking feature in all units is the significant depletion of Ti content. Although all the units have similar geochemical patterns to each other, trachytes differ with their high LREE, Th, U, La and Ce. <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr ratios are 0.704450 and 0.704377-0.704354 in trachytes and dolerite dykes, respectively. Sr-Nd isotopic ratios indicate a crustal contamination. <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd values are 0.512701 and 0.512709-0.512706 for trachytes and dolerite dykes, respectively. Pb isotope ratios of trachytes and diorites plot on an ocean island basalts (OIB) field while Li isotopes imply a mantle source for dioritic and basaltic rocks. Compilation of all data reveals that the Triassic volcanic rocks might have formed in intra-plate or ocean island arc-type geodynamic setting.

**Keywords:** Antalya Complex, Triassic, olivine basalt, Sr-Nd-Pb and Li isotope, PaleoTethys, Neotethys



## GÖRELE VE TİREBOLU YÖRELERİNDEKİ (GİRESUN, KD TÜRKİYE) GEÇ KRETASE YAŞLI VOLKANİK KAYAÇLARDAKİ ZONLU PLAJİYOKLAS KRİSTALLERİNİN BİLEŞİMLERİ VE PETROLOJİK ÖNEMİ

**Simge Oğuz<sup>1</sup>, Faruk Aydın<sup>1</sup>, İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Cünety Şen<sup>1</sup>, Rasim Başer<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon Türkiye  
(soguz@ktu.edu.tr)

**Özet:** Bu çalışmada Görele ve Tirebolu (Giresun, KD Türkiye) güneyinde yer alan Geç Kretase yaşlı volkanik kayaçların magma dinamiği ve kristallenme şartlarını belirlemek için, söz konusu kayaçlardaki zonlu plajiyoklas kristallerinin kimyasal bileşimleri ve değişimleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Güncel volkanostratigrafik çalışmalara ve U-Pb zirkon yaşlarına göre, inceleme alanındaki Üst Kretase zamanı iki farklı dönemde (Koniasiyen-Erken Santoniyen ve Erken-Orta Kampaniyen) meydana gelen yoğun volkanik faaliyetlerle temsil edilir ve bu faaliyetler her bir dönem içinde genellikle birbirini takip eden mafik (bazaltik ve andezitik kayaçlar) ve felsik volkanik kayaçlardan (dasitik ve riyolitik kayaçlar) oluşur. Bazalt ve andezitik kayaçlar genellikle porfiritik ve hyalo-mikrolitik porfiritik doku göstermekte olup, kalsik plajiyoklas ve ojit fenokristalleri içerirken, dasitik ve riyolitik kayaçlar vitrofirik bir dokuya sahip olup, çoğunlukla Na'ca zengin plajiyoklas, K-feldispat ve kuvars, kısmen de biyotit fenokristalleri içerirler. Farklı volkanik evrelerdeki mafik ve felsik kayaçlarda gözlenen zonlu plajiyoklasların kimyasal bileşimlerinde temel olarak farklılıklar söz konusudur. İlk evre mafik kayaçlardaki zonlu plajiyoklasların bileşimleri genellikle An<sub>52-78</sub> arasında değişim gösterirken, felsik olanlarda An içerikleri daha düşüktür (An<sub>38-50</sub>). Mafik kayaçların zonlu plajiyoklaslarına ait kenar merkez profillerinde oldukça ani ve dikkate değer bileşim değişimleri gözlenirken, felsik olanlarda küçük bileşimsel değişimler söz konusudur. Ancak bu sonunculara yer yer ters zonlanma trendleri de gözlenmiştir. Diğer taraftan, ikinci evre mafik kayaçlarda zonlu iri plajiyoklas kristalleri gözlenmemiştir, ancak plajiyoklas mikrolit bileşimleri An<sub>45-80</sub> arasında oldukça geniş bir değişim aralığına sahiptir. İkinci evre felsik kayaçlardaki zonlu plajiyoklaslarda ilk evreye göre daha kalsik bir bileşim değişimi mevcut olup (An<sub>65-81</sub>), bunların kenar merkez profillerinde önemli oranda bileşimsel değişimler gözlenmiştir. İncelenen zonlu plajiyoklaslardaki bu tür bileşimsel değişimler mafik ve felsik magmaların kristallenmesi sürecinde tam bir dengeye ulaşamadığını ima eder. Hatta ani bileşimsel değişimler kristallenme şartlarında (P,T,fo<sub>2</sub>, vs.) ani değişimler gerektirir. Bununla birlikte osilator zonlu daha tedrici değişimler dengesiz kristallenmenin yerel etkilerini işaret eder. Sonuç olarak bu tür farklı bileşimsel değişimler sadece magmanın farklılaşması ve kristallenme şartlarına bağlı değildir, aynı zamanda magma karışım ve özümleme prosesleri, sıvı faz bileşimi ve ergiyiğin soğuma oranıyla da ilişkilidir.

**Anahtar Kelimeler:** KD Türkiye, Geç Kretase, volkanizma, zirkon U-Pb yaşı, jeokimya

*Bu çalışma TÜBİTAK 112Y365 numaralı proje tarafından desteklenmiştir.*

**COMPOSITIONS AND PETROLOGICAL SIGNIFICANCE OF  
ZONED PLAGIOCLASE CRYSTALS IN LATE CRETACEOUS  
VOLCANIC ROCKS FROM THE GÖRELE AND TİREBOLU  
AREAS (GİRESUN, NE TURKEY)**

**Simge Oğuz<sup>1</sup>, Faruk Aydın<sup>1</sup>, İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Cüneyt Şen<sup>1</sup>, Rasim Başer<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Karadeniz Technical University Engineering Faculty Department of Geological Engineering, Trabzon  
Turkey  
(soguz@ktu.edu.tr)

**Abstract:** In this study, we have investigated, in detail, the compositional variations of the plagioclase crystals in late Cretaceous volcanic rocks from the south of Görele and Tirebolu areas (Giresun, NE Turkey) in order to investigate their magma dynamics and crystallization conditions. Based on the recent volcanostratigraphic studies and U-Pb zircon ages, the late Cretaceous time in the study area is represented by intensive volcanic activities that occurred in two different periods (Coniacian-Early Santonian and Early-Middle Campanian), which generally consist of alternation of mafic (basaltic to andesitic) and felsic rock series (dacitic and rhyolitic) within each period. The basaltic and andesitic rocks generally exhibit porphyritic to hyalo-microlitic porphyritic texture, and contain phenocrysts of calcic plagioclase and augite, whereas the dacitic and rhyolitic rocks usually show a vitrophyric texture with predominant Na-rich plagioclase, K-feldspar, quartz and lesser biotite phenocrysts. Zoned plagioclase crystals of the mafic and felsic rocks in different volcanic periods are basically different in composition. The compositions of plagioclase in the first-stage mafic rocks range from An<sub>52</sub> to An<sub>78</sub> whereas those of plagioclase from the first-stage felsic rocks have lower An content varying from An<sub>38</sub> to An<sub>50</sub>. Rim to core profile for the zoned plagioclase of the first-stage mafic rocks show quite abrupt and notable compositional variations whereas that of the first-stage felsic rocks show slight compositional variation, although some of the grains may display reverse zoning. On the other hand, although no zoned plagioclase phenocryst observed in the second-stage mafic rocks, the compositions of microlitic plagioclase show wide range of compositional variation (An<sub>45-80</sub>). The compositions of zoned plagioclase in the second-stage felsic rocks are more calcic (An<sub>65-81</sub>) than those of the first-stage felsic rocks, and their rim to core profile display considerable oscillatory zoning. All compositional variations for the zoned plagioclase crystals imply that complete equilibrium has not been reached during crystallization of the mafic and felsic magmas. Moreover, abrupt compositional variations require rapid changes in the conditions of crystallization (P, T,  $f_{O_2}$ , etc.). However, slight variations in oscillatory zoning are best interpreted as a result of local effects of disequilibrium crystallization. Consequently, such different compositional variations are dependent not only on the conditions of magma differentiation and crystallization but also magma mixing and assimilation processes, the composition of the fluid phase, and the cooling rate of the melt.

**Keywords:** NE Turkey, Late Cretaceous, volcanism, zircon U-Pb dating, geochemistry

*This study was supported by TUBITAK 112Y365 project.*

**TEPEBAŞI (ŞAVŞAT, ARTVİN) DASİTLERİNİN JEOLojİK,  
PETROGRAfİK VE PETROLOJİK İNCELEMESİ****Şemsettin Caran<sup>1</sup>, Osman Tekkanat<sup>1</sup>**1. Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye  
semsettinccaran@sdu.edu.tr, osmantekkanat@hotmail.com

**Özet:** Tepebaşı dasiti Doğu Pontidlerde, Artvin ili, Şavşat ilçesi kuzeyinde yüzeyleyir. K-Ar jeokronolojik yaşlandırılması, plütonun 26.7 My önce, Oligosen de bölgeye yerleştiğini göstermektedir. Dasitik plüton jeokimyasal olarak yüksek-K'lu kalk-alkalin karakterli olup yüksek SiO<sub>2</sub> (>65%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (>15%), Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O oranları (1.5–3.5) ve Sr (>350 ppm) değerleriyle karakteristiktirler. Örnekler genellikle pozitif ve bazı örneklerde hafif negatif Eu anomalisi, göreceli olarak düşük ağır nadir toprak element (HREE), Y (< 7 ppm) ve Yb (< 0.85 ppm) değerleri gösterirler ve hafif nadir toprak elementler (LREE), büyük iyon çaplı litofil elementler (LILE, Rb, Ba, Sr ve K), Zr ve Hf'ça zenginleşmiş olup yüksek güç alanlı elementler (HFSE)'cede tüketilmişler (örn., negatif Nb- Ta anomalisi). Göreceli olarak yüksek εNd(t) (+1.4–+2) ve (<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr)<sub>i</sub> (0.70460–0.70544) değerlerine sahiptirler. Bu jeokimyasal davranışlar, adakit-benzeri bir mağma karakterini önermektedir ve Doğu Pontid adakit-benzeri Eosen ve Miyosen mağmalarının karakterleriyle uyumludur ve benzer kaynaklardan türediklerini işaretlemektedir. Tepebaşı adakitik dasitleri aktif bir yitim ile ilişkili değildir. Düşük Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (< 0.02 %'de Ağ.), Ni (< 20 ppm) ve MgO (< 1.68 %'de Ağ.) değerleri ve Eosen andezitik adakitlerden, Oligosen dasitik ve Miyosen riyolitik adakitlere doğru silis artışına karşın, yüksek εNd(t) değerleri sadece kabuksal ergimeyle açıklanamaz, ve zenginleşmiş (litosferik) mantonun etkilerini yansıtır. Jeodinamik yerleşimleri göz önüne alındığında, Doğu Pontid Neojen adakitleri, çarpışma-sonrası ilerleyen ekstansiyonel bir ortamda yerleşmiş olup, egemen olarak mafik (eklojitik-amfibolitik) alt kıtasal kabuk türevli mağmalarla, zenginleşmiş litosferik manto türevli mağmaların karışımı sonucu oluşmuştur. Kısmi ergimeye neden olan kondaktif ısınma büyük olasılıkla astenosferik manto akışları ile ilişkilidir.

**Anahtar Kelimeler:** Dasit, petrografi, petroloji, jeokronoloji, Artvin

**GEOLOGICAL, PETROGRAPHICAL AND PETROLOGICAL  
INVESTIGATION OF DACITES AROUND TEPEBAŞI (ŞAĞŞAT-  
ARTVİN)**

**Şemsettin Caran, Osman Tekkanat**

Department of Geology, Suleyman Demirel University, Isparta, Turkey  
semsettincaran@sdu.edu.tr, osmantekkanat@hotmail.com

**Abstract:** The Tepebaşı dacite is exposed in the Eastern Pontide area, in the northern part of the Şağşat (Artvin) area. Whole-rock K-Ar dating indicates that the Tepebaşı dacite was emplaced at  $26.7 \pm 1$  Ma (Oligocene). Geochemically the pluton is calc-alkaline and characterized by high  $\text{SiO}_2$  (>65%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (mostly >15%),  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  ratios (1.5–3.5) and Sr (generally >350 ppm). Samples display positive to weakly negative Eu anomalies ( $\delta\text{Eu}=0.81\text{--}2.32$ ), low HREE, Y and Yb (Y <7 ppm, Yb <0.8 ppm), are enriched in LREE, LILE (Rb, Ba, Sr, U, and K), Zr, and Hf, and depleted in HFSE. They have relatively high  $\epsilon\text{Nd}(t)$  values (+1.4–+2.0) and ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ )<sub>i</sub> ratios (0.70460–0.70544). These geochemical traits suggest an adakite-like composition and similar to those of Eocene and Miocene adakitic porphyries of Eastern Pontides, indicating the similar parental melts. The Tepebaşı adakitic rocks were not temporospatially associated with active subduction. Furthermore, although they show low  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (< 0.02 wt%) and Ni (< 20 ppm,) contents and MgO (< 1.68 wt%) values, their high  $\epsilon\text{Nd}(t)$  values, and increasing  $\text{SiO}_2$  contents from Eastern Pontides Eocene andesitic to Oligocene-Miocene dacitic-rhyolitic adakites are not explicable with only mafic lower crustal melting and argue the interaction with the enriched lithospheric mantle. Considering their geodynamic setting, we suggest that the Eastern Pontide Neogene adakites resulted from mixing of both mafic lower crust-derived and enriched lithospheric-mantle-derived magmas via basaltic underplating events under post-collisional extensional tectonic setting. Conductive heating causing the partial melting, probably associated with the global asthenospheric mantle flows.

**Keywords:** Dacite, petrography, petrology, geochronology, Artvin

## ELDİVAN VE AHLAT OFİYOLİTLERİNE (ÇANKIRI/TÜRKİYE) AİT YASTIK YAPILI BAZALTLARIN PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Tijen Üner<sup>1</sup> ve Üner Çakır<sup>2</sup>

1Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Van

2 Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Ankara

tcakici@yyu.edu.tr

**Özet:** Eldivan ve Ahlat ofiyolitleri İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşağı'nın orta kesimlerinde Çankırı kuzeybatısında yer alan kayaç topluluklarıdır. Jura-Kretase zaman aralığında Tetis Okyanusu tabanında oluşan kayaçlar, bu okyanusun kapanması sürecinde (Üst Kretase) kıta üzerine taşınmıştır. Ofiyolitik seri genel olarak bazik volkanik kayaçlar (yastık bazaltları) ve bunlarla ardalanmalı olarak radyolaryalı çört, çamurtaş ve kireçtaşlarından oluşan sedimanter birimlerden meydana gelmektedir. Yastık yapıli bazaltların aralarını dolduran hamur, kloritleşmiş hiyaloklastitlerden ve kireçtaş birimlerinden oluşmaktadır. Hamurdaki bu farklılık, magmanın farklı zaman aralıklarında faaliyeti sonucunda oluşabileceği şekilde yorumlanmıştır. Petrografik incelemelerde örneklerin genellikle bazalt bileşiminde olduğu ve porfirik doku gösterdiği belirlenmiştir. Bazaltlarda yapılan kimyasal analizlerin değerlendirilmesi sonucunda bileşimlerinde % 0.107 ile % 24.31 aralığında normatif nefelin bulunduğu belirlenmiştir. Yapılan jeokimyasal çalışmalarda örneklerde % 41,6-54,3 aralığında SiO<sub>2</sub>, % 0,02-3,6 aralığında K<sub>2</sub>O ve %0,7-2,6 aralığında TiO<sub>2</sub> değerleri elde edilmiştir. La/Sm oranları oldukça değişken olup 2,12 ile 5,01 aralığında değişim sunmaktadır. Bazalt örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş örümcek diyagramlarında ise örneklerin OIB ve E-MORB karakteri arasında ve genel yönelimin her iki karaktere de oldukça yakın olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ofiyolit, İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşağı, Çankırı, Yastık yapıli bazalt, Örümcek diyagram

**PETROGRAPHIC AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF  
PILLOW BASALTS IN ELDIVANANDAHLAT OPHIOLITE  
(ÇANKIRI/TURKEY)**

**Tijen Üner<sup>1</sup> ve Üner Çakır<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl University, Dept. of Geological Engineering, Van

<sup>2</sup>Hacettepe University, Dept. of Geological Engineering, Ankara  
(tcakici@yyu.edu.tr)

**Abstract:** Eldivan and Ahlat ophiolitic rocks are located on central part of the İzmir-Ankara-Erzincan Suture Belt at the northwest of Çankırı. They occurred at the base of Tethys Ocean in Jurassic-Cretaceous period and moved on the continent during the closure period of the ocean in Late Cretaceous. Ophiolitic series occurred by basic volcanic rocks (pillow basalts) and sedimentary units consisting of radiolarian chert, mudstone and limestone. Matrix located between pillows formed by chloritized hyaloclastites and limestones. Differentiation of matrix is interpreted as activity of magma at different times. Petrographic analysis shows that the samples have usually in basaltic composition and porphyritic texture. Chemical analysis of basalts reveal that the normative nepheline with the range of 24.31% to 0.107%. According to geochemical studies, the samples have 41,6 - 54,3% SiO<sub>2</sub>, 0,02 - 3,6 % K<sub>2</sub>O and 0,7-2,6% TiO<sub>2</sub>. The rates of La/Sm show variability from 2,12 to 5,01 intervals. Spider diagram results of the basalts which normalized to chondrite indicate the OIB and E-MORB characters. The general orientation is very closer to both of them.

**Keywords:** Ophiolite, İzmir-Ankara-Erzincan Suture Belt, Çankırı, Pillow basalt, Spider diagram

## DOĞU PONTİD GRANİTOYİDİK KAYAÇLARINDA BULUNAN K-FELDPATLARIN MİNERAL KİMYASI

Ufuk Celal Yağcıoğlu ve Cüneyt Şen

Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü TR61080, Trabzon  
ufukcelal@ktu.edu.tr

**Özet:** Sakarya Zonu'nun kuzeydoğusunda yer alan Doğu Pontidler'de Paleozoyik döneminden Senozoyik dönemine kadar farklı yaşlarda onlarca plütonik kayaç yüzeylenir. Bu çalışmada, Permo-Karbonifer yaşlı Gümüşhane, Üst Kretase yaşlı Torul (Gümüşhane), Harşit (Giresun), Pırnallı (Şavşat-Artvin), Boğalı (Araklı-Trabzon) ile Eosen yaşlı Kaçkar (Rize) granitoidleri içerisindeki alkalin granit, granit ve granodiyorit bileşimli kısımlarından alınan kayaçlarda bulunan K-feldspat mineral kimyasına ait ilk sonuçlar sunulmuştur. Gümüşhane granitoidinin bir kısmını oluşturan alkalin granit (kuv+plg+ort+bio) bileşimli kayaçlar içerisinde bulunan iri (>0.5 cm) ortoklas (Or<sub>60-98</sub>) kristalleri, % 13.5 ilâ % 16 arasında K<sub>2</sub>O ihtiva eder. Torul (Gümüşhane) granitoidinin granodiyorit (kuv+plg+ort+amf+bio) bileşimli kısımlarında bulunan ince-orta daneli (<0,5 cm) ortoklasların (Or<sub>55-95</sub>) içerisinde % 9 ilâ 13 arasında K<sub>2</sub>O bulunurken, benzer doku ve tane boyuna sahip Harşit (Giresun) granitoidinin granodiyorit (kuv+plg+ort+amf+bio) bileşimli kayaçlarında bulunan ortoklas (Or<sub>85-95</sub>) kristalleri % 14 ilâ 15.5 arasında K<sub>2</sub>O içeriğine sahiptir. Boğalı (Araklı-Trabzon) granitoidinin granit (kuv+plh+ort+amf) bileşimli kayaçları, % 12.5 ilâ 15.5 K<sub>2</sub>O içeriğine sahip, iri (>0.5) ortoklas (Or<sub>75-98</sub>) kristalleri içerir. Çok iri (<4 cm) ortoklas (Or<sub>45-98</sub>) mineralleri içeren Pırnallı (Şavşat-Artvin) granitoidinin alkalin granit (kuv+plg+ort+bio) bileşimli kayaçlarındaki içerisindeki K<sub>2</sub>O miktarı % 6 ilâ 15.5 arasındadır. Ayder (Rize) granitoidinin granit (kuv+plg+ort+amf) bileşimli kayaçlarında bulunan Ortoklas (Or<sub>64-95</sub>) kristalleri 1 cm'den daha büyük olup, % 10.5 ilâ 14.5 arasında K<sub>2</sub>O ihtiva ederler. İlk değerlendirmelere göre, incelenen ortoklasların içerisinde en yüksek K<sub>2</sub>O oranının Permo-Karbonifer yaşlı Gümüşhane granitoidinde bulunduğu saptanmıştır. Ayrıca, 0,5 cm'den daha büyük olan ortoklas kristalleri çoğunlukla kayaç oluşturan diğer silikat minerallerini (plg, bio, amf, hatta zirkon, apatit gibi) kapanım olarak içermesi dolayısıyla, K-Feldspat madenciliği açısından sorun oluşturabileceği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Pontidler, granitoid, mineral kimyası, K-feldspat

## COMPOSITION OF K-FELSPAR FROM THE EASTERN PONTIDE GRANITOIDIC ROCKS

Ufuk Celal Yağcıoğlu and Cüneyt Şen

Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü TR61080, Trabzon  
(ufukcelal@ktu.edu.tr)

**Abstract:** Tens of plutons in different aged (from Paleozoic to Cenozoic) crop out in the eastern Pontide where is in the northeastern part of Sakarya Zone. In this study, preliminary results of K-Feldspar mineral chemistry from alkaline granite, granite and granodiorite of Permo-Carboniferous aged Gümüşhane, Upper Cretaceous aged Torul (Gümüşhane), Harşit (Giresun), Pırnallı (Şavşat-Artvin), Boğalı (Araklı-Trabzon) and Eocene aged Kaçkar (Rize) granitoids are presented.  $K_2O$  compositions of large ( $>0.5$  cm) orthoclase crystals ( $Or_{60-98}$ ) from alkaline granite (qrt+plg+ort+bio) of Gümüşhane granitoid are range from 13.5% to 16. %. The granodioritic rocks (qrt+plg+ort+amf+bio) of Torul (Gümüşhane) granitoids have tiny to medium grain size ( $<0.5$  cm) orthoclase crystals ( $Or_{55-95}$ ) which contain 9 % to 13 %  $K_2O$ . Similarly, granodiorites from Harşit (Giresun) granitoid have orthoclase crystals ( $Or_{85-95}$ ) which have 14% to 15.5%  $K_2O$  contents. The granite (qrt+plg+ort+bio) composition rocks of Boğalı (Araklı-Trabzon) have bulky orthoclase ( $Or_{75-98}$ ) crystals with the  $K_2O$  contents of % 12,5 to 15,5. Pırnallı (Şavşat-Artvin) granitoid includes alkaline granite (qrt+plg+ort+bio) composition rocks that contain mega (up to 4 cm) orthoclase crystals ( $Or_{45-98}$ ) which contain 6 % to 15.5 %  $K_2O$ . Large ( $>1$ cm) orthoclase crystals ( $Or_{64-95}$ ) of the granite (qrt+plg+ort+amf) composition rocks of Ayder (Rize) granitoid contain 10.5% to 14.5%  $K_2O$ . Preliminary results show that the highest  $K_2O$  content are found in orthoclase crystals of alkaline rocks of Gümüşhane granitoid. Furthermore, almost all large orthoclase crystals from all granitoids have silicate inclusions (plg, bio, amf, even zircon, apatite) which may create a problem for the mining quality of those feldspars.

**Keywords:** Eastern Pontide, granitoid, mineral chemistry, K-Feldspar



**MECİTLİ GRANİTOİDİNİN (VAN GÖLÜ KUZEYİ) JEOKİMYASI  
ve PETROLOJİSİ****Vural Oyan<sup>1</sup>, Alper Şengül<sup>2</sup>**

1Yüzüncü Yıl Üniversitesi Maden mühendisliği Bölümü, 65080, Van  
2İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar, İstanbul  
vuraloyan@yyu.edu.tr

**Özet:** Van Gölü'nün kuzeyinde yer alan Mecitli granitoidi yaklaşık 80 km<sup>2</sup> lik alan kaplayan ve DAYK (Doğu Anadolu Yığılım Karmaşığı) içinde çok sınırlı alanlarda gözlenebilen stok şekilli en önemli magmatik sokulumlardan biridir. Bizim Ar/Ar jeokronolojik yaş verilerimiz Granitoidin 23 Milyon yaşında olduğunu ve bilinen Kretase yaşının aksine Miyosen yaşlı olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma alanında serpantinitle ve metamorifik şistleri kesen mecitli granitoidi, genç volkanik kayalar ile örtülüdür. Mecitli granitoidi subalkali monzonitten granite değişen kompozisyona sahipken, geçiş ve subalkali karakteristiklere sahip olan mafik mikrogranular anklavlar (MME) monzogabrodan kuvars monzodiyorite değişen bileşimleri ile karakteristiktirler. Mecitli granitoidi ve MME'ler kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, hornblend ve biyotit minerallerini içermektedirler. Mecitli granitoidi örnekleri holokristalin ve hipidiyomorf dokusal özellikler sunarken, MME'ler ince taneli holokristalin ve ofitik dokuları ile tipiktirler. Mecitli granitoidi ve MME'lerin jeokimyasal ve izotopik oranları aynı magmadan türediklerine ama farklı magmatik evrimleşme süreçlerine maruz kaldıklarına işaret eder. Mecitli granitoidi ve MME'lerin izotopik değişim diyagramları ve örümcek diyagramları kaynak alanlarının yitim bileşeni ile zenginleştiğine ve amfibolit veya metabazik benzeri bir kaynak kayacın kısmi ergimesi ile oluşmuş olabileceklerini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Anadolu, Mecitli granitoidi, jeokimya, petroloji

**GEOCHEMISTRY and PETROLOGY OF THE MECITLI  
GRANITOİD (NORTHEAST OF LAKE VAN) TURKEY**

**Vural Oyan<sup>1</sup> ve Alper Şengül<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl University, Department of Mining Engineering, 65080, Van, Turkey  
<sup>2</sup>Istanbul University, Department of Geological Engineering, Avcılar, İstanbul, Turkey  
vuraloyan@yyu.edu.tr

**Abstract:** Mecitli granitoids located in the northeast of Lake Van covers an area about 80 km<sup>2</sup> and is one of the most important igneous intrusion that observed in limited areas within EAAC (East Anatolia Accretionary Complex) and shaped slab. Our Ar/Ar geochronologic age data revealed that Mecitli granitoid is aged 23 Ma and occurred in Miocene in contrast to known Cretaceous age. The Mecitli granitoid cutting serpentinites and metamorphic schists is covered by youngest volcanic rocks. While the Mecitli granitoid range in composition from subalkaline monzonite to granite, mafic microgranular enclaves (MME) having transition and subalkaline characteristics are characterized by monzogabbro to quartz monzodiorite composition. The Mecitli granitoid and MMEs contains quartz, plagioclase, orthoclase, hornblende and biotite minerals. Samples of the Mecitli granitoids display holocrystalline and hypidiomorphic textures, whereas MMEs are characterized by fine-grained holocrystalline and ophitic textures. The geochemical and isotopic ratios of the Mecitli granitoid and MMEs indicate that they are derived from same magma but are exposed to different magmatic evolution processes. Multi element spider and isotopic variation diagrams of the Mecitli granitoid and MMEs imply that source regions of these rocks had previously been enriched by a distinct subduction component and might have been with partial melting of source rocks like amphibolite and/or metabasic.

**Keywords:** East Anatolia, Mecitli granitoid, geochemistry, petrology

**DOĞU ANADOLU BÖLGESİNDEKİ PLİYOSEN YAŞLI BAZALTIK VOLKANİZMANIN EVRİMİ****Vural Oyan<sup>1</sup>, Yavuz ÖZDEMİR<sup>2</sup>, Mehmet KESKİN<sup>3</sup>**

1Yüzüncü Yıl Üniversitesi Maden mühendisliği Bölümü, 65080, Van

2Yüzüncü Yıl Üniversitesi Jeoloji mühendisliği Bölümü, 65080, Van

3 İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Avcılar, İstanbul  
vuraloyan@yyu.edu.tr

**Özet:** Doğu Anadolu'da çarpışma ile ilişkili volkanizma, kuzeydoğuda Erzurum-Kars Platosu'ndan güneyde Karacadağ'a kadar geniş bir alanda yayılmıştır. Bölgede volkanizma üzerine yaptığımız son çalışmaların bulguları volkanik aktivitenin Pliyosen zaman aralığında çıkan volkanik ürünlerin yayılımı ve hacmi açısından zirve yaptığını ve Kuvaterner boyunca aynı etkinlikte devam ettiğini göstermiştir. Bu volkanizma etkinliği boyunca, Pliyosen zaman diliminde bölge çapında geniş bazaltik platolar ve yerel erüpsiyon merkezlerinden püskürmüş bazaltik lavlar yüzeye ulaşmıştır. Pliyosen bazaltik volkanizmasının zamansal ve mekansal olarak değişimleri ile bazaltik volkanizmanın yaşını, izotopik bileşimini ve petrolojik evrimini ortaya koymak amacıyla TÜBİTAK 113Y406 nolu proje kapsamında Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki bazaltik volkanizma üzerine çalışmaya başlanmıştır. FC, AFC ve EC-AFC modelleme çalışmaları lavların kıtasal kirlenme ve fraksiyonel kristallenmeden az oranda etkilendiklerini göstermektedir. Bazaltik lavların MORB'a normalize diyagramlarında Nb ve Ta gibi HFS elementler LREE (La ve Ce) ve LIL elementlere nazaran belirgin bir tüketilme sergilerler. Bu bulgu, Pliyosen'de püskürmüş olan bazaltik volkanizmanın belirgin bir yitim bileşeni içeren manto kaynak alanından türediğine işaret eder. Manto kaynağındaki yitim bileşeninin türünü ortaya çıkarmak için üretilmiş olan değişim diyagramları, akışkanlar ile zenginleşmiş mantolardan ziyade sedimentlerin ergimesi ile zenginleşmiş manto kaynak alanlarının varlığına işaret etmektedir. Pliyosen yaşlı bazaltik volkanizması için yapılan ergime modellemelerinin ve izotopik analiz (Sr, Nd, Hf, Pb, 18O) verilerinin sonuçları, söz konusu magmaların oluşumunda %0.8 ile % 5 arasında değişen ergime dereceleri ile, derin ve sığ kökenli mantoların farklı oranlarda ergimesinin belirleyici olduğuna ve kaynak alanın zaman içinde spinel peridotit bileşimine doğru değiştiğine işaret eder. Manto kaynağındaki spinel katkısı (litosferik manto) türeyen bazaltik magmaların karakterlerinin alkaliden subalkaliye değişmesine neden olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Anadolu, Pliyosen, Volkanizma, Bazalt, kısmi ergime, karışma

**EVOLUTION OF PLIOCENE AGED BASALTIC VOLCANISM  
IN THE EASTERN ANATOLIA REGION, TURKEY**

**Vural Oyan<sup>1</sup>, Yavuz Özdemir<sup>2</sup>, Mehmet Keskin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl University, Department of Mining Engineering, 65080, Van, Turkey

<sup>2</sup>Yüzüncü Yıl University, Department of Geological Engineering, 65080, Van, Turkey

<sup>3</sup>Istanbul University, Department of Geological Engineering, Avcılar, Istanbul, Turkey

(vuraloyan@yyu.edu.tr)

**Abstract:** Collision-related volcanism in Eastern Anatolia spreads in a wide zone from the Erzurum-Kars Plateau in the northeast to the Karacadağ in the south. Our recent studies and literature studies on the Eastern Anatolian volcanism reveal that volcanic activity peaked in the Pliocene and continued in the same productivity throughout Quaternary. In order to better understand the spatial and temporal variations in Pliocene basaltic volcanism and to reveal isotopic composition, age and petrologic evolution of the basaltic volcanism, we have started to study basaltic volcanism in the East Anatolia within the framework of a TUBITAK project (project number:113Y406). Results of our FC, AFC and EC-AFC modelings indicate that the lavas were slightly influenced by crustal contamination and fractional crystallization. MORB patterns of the basaltic lavas show that some HFS elements such as Nb and Ta are depleted relative to LIL and LREE (La-Ce). This observation indicate that basaltic volcanism erupted in Pliocene could have been derived from a mantle source with a distinct subduction component. Variation diagrams produced for the aim of revealing the type of subduction component in the mantle source imply that the source region of the Pliocene basalts was enriched predominantly by the melts derived from sediments rather than the fluids coming from subducted sediments. Results of our melting models and isotopic analysis data (Sr, Nd, Pb, Hf, 18O) indicate that the Pliocene basaltic rocks were derived from both shallow and deep mantle sources with different melting degrees ranging between 0.8 - 5 %. The percentage of spinel seems to have increased in the mantle source of the basaltic lavas. We argue that the temporal increase of spinel contribution and the melting degree in the mantle source region was responsible for transition from alkaline to subalkaline character in the lava chemistry in time.

**Keywords:** East Anatolia, Pliocene, Volcanism, Basalt, Partial melting, Mixing

**SOLHAN VOLKANİTLERİNİN JEOKİMYASI ve PETROLOJİSİ****Vural Oyan<sup>1</sup>, Yavuz Özdemir<sup>2</sup>, Mehmet Keskin<sup>3</sup>, Ayhan Özdemir<sup>2</sup>**

1Yüzüncü Yıl Üniversitesi Maden mühendisliği Bölümü, 65080, Van

2Yüzüncü Yıl Üniversitesi Jeoloji mühendisliği Bölümü, 65080, Van

3 İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Avcılar, İstanbul

vuraloyan@yyu.edu.tr

**Özet:** Solhanın kuzeyinde ve güneyinde yerleşmiş olan Solhan volkanitleri birbiri üzerine akmış birçok lav seviyesinden oluşmaktadır. Solhan volkanitlerine ait lavlar hem açılma çatlaklarından hemde volkanik merkezlerden püskürmüşlerdir. Yaklaşık olarak 1000 km<sup>2</sup> lik bir alana yayılmış olan bu lavlar yer yer masif yer yer de porfirik ve kristalli dokular sergilemektedirler. Solhan volkanitlerinin ve alanda gözlenen geniş volkanizmanın temelinde Bitlis masifinin üst birliğine ait şist ve metakarbonatlar ile Kızılağaç ve Genç civarında gözlenen metagranitler yer almaktadır. Solhan volkanitleri olivin, plaijyoklaz ve piroksen fenokristallerinden oluşurlar ve bu lavların hamur aynı minerellerin mikrolitleri ve volkanik cam içermektedir. Dokusal olarak farklılıklar sunan Solhan volkanitlerinin bir kısmında kayacın genel dokusuna yabancı iri ksenokristallerde gözlemlenmiştir. Ortaç bileşime doğru volkanik cam miktarının arttığı lavlar intersertal, subofitik ve glomeroporfirik dokular sergilerler. Solhan volkanitleri bazalttan trakiandezit ve andezit bileşime kadar değişen geniş bir lav kompozisyonuna sahiptirler ve hem alkali hemde subalkali karakteristirkler sergilerler. MORB'a normalize örümcek diyagramları lavların manto kaynak alanının belirgin bir yitim bileşeni ile zenginleştiğine işaret etmektedir. Petrolojik modellemeler lavların magma odası evrim süreçlerinde kıtasal kirlenmenin ve fraksiyonel kristallenmenin önemini ortaya koymaktadır. Ergime modellemelerinin sonuçları ve izotopik (Sr, Nd, Hf, Pb, <sup>18</sup>O) veriler Solhan volkanitlerinin kökeninde yitim bileşeni ile zenginleşmiş bir kaynak alanın ve belirgin FC ve AFC süreçlerinin önemli rol oynadıklarına işaret eder.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Anadolu, Solhan volkanitleri, Jeolojimiya, Petroloji

## GEOCHEMISTRY AND PETROLOGY OF THE SOLHAN VOLCANICS TURKEY

**Vural Oyan<sup>1</sup>, Yavuz Özdemir<sup>2</sup>, Mehmet Keskin<sup>3</sup>, Ayhan Özdemir<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl University, Department of Mining Engineering, 65080, Van, Turkey

<sup>2</sup>Yüzüncü Yıl University, Department of Geological Engineering, 65080, Van, Turkey

<sup>3</sup>Istanbul University, Department of Geological Engineering, Avcılar, İstanbul, Turkey  
vuraloyan@yyu.edu.tr

**Abstract:** Solhan volcanics located in North and South of the Solhan consists of various lava levels flowed over each other. Lavas erupted not only from extensional fractures but also from volcanic eruption center. These lavas covering an area of approximately 1000 km<sup>2</sup> exhibits porphyritic and crystalline as well as massif textures. Schists and metacarbonates in upper unit of the Bitlis Massif and metagranites which observed in around Kızılağaç and Genç takes place on the basis of Solhan volcanics and extensive volcanic activity observed in this area. Solhan volcanics consist mainly of plagioclase, olivine, pyroxene phenocrysts. The groundmass in these lavas contains the microcrystals of the same mineral assemblage and volcanic glasses. Xenocrysts that is foreign to general texture of the rocks were observed in some of Solhan volcanics exhibiting textural differences. Lavas increasing glass amount towards intermediate compositions displays intersertate, subophitic and glomeroporphyritic textures. Solhan volcanics have broad compositional range from basalt to andesite and trachyandesite, displaying both alkaline and subalkaline characteristics. MORB-normalized spider diagrams of the lavas indicate that mantle source of the Solhan volcanics had been enriched by a distinct subduction component. Petrologic models reveal that evaluation of magma chamber of the lavas are important to crustal contamination and fractional crystallization. Results of the melting models and isotopic data (Sr, Nd, Hf, Pb and <sup>18</sup>O) suggest that the origin of the Solhan volcanics plays an important role of the mantle source region enriched by subduction component as well as FC and AFC processes in the magma chamber.

**Keywords:** East Anatolia, Solhan volcanics, geochemistry, petrology

## KITASAL RİFT ZONU İLİŞKİLİ ALKALEN METAGABROLAR: KUZEY TÜRKİYE’NİN ERKEN MESOZOYİK JEODİNAMİK GELİŞİMİ ÜZERİNE ÇIKARIMLAR

**Yener Eyüboğlu<sup>1</sup>, M. Santosh<sup>2</sup>, Nilanjan Chatterjee<sup>3</sup>, Zeki Billor<sup>4</sup>,  
Francis O. Dudas<sup>3</sup>, Sabire Yuva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering, 61080, Trabzon

<sup>2</sup>School of Earth Sci and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China

<sup>3</sup>Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, MIT, Cambridge, MA 02139, USA

<sup>4</sup>Department of Geology and Geography, 117 Petrie Hall, Auburn, Alabama 36849-5305, USA

**Özet:** Coğrafik olarak Türkiye'nin kuzeydoğu kesimine karşılık gelen ve Alp-Himalaya sistemi üzerinde yer alan Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nın Jura öncesi jeodinamik gelişimi, sistematik jeolojik, jeokimyasal ve jeokronolojik veri eksikliğinden dolayı halen tartışmalıdır. Bu çalışmada, Tokat Metamorfik Masifi içinde yüzeyleme veren metagabroyik intrüzyonlardan yeni elektron mikroprob, tüm kayaç ana-iz-nadir toprak element ve Sr-Nd-Pb izotop ve ayrıca <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar yaş verileri sunuyor ve Kuzey Türkiye'nin (Pontid Kuşağı) Erken Mesozoyik jeodinamik gelişimini yeni ve eski verilerin ışığında tartışıyoruz. Çalışılan metagabroyik kütleler saha ve petrografik gözlemlere bağlı olarak (i) ince taneli, yönlenme göstermeyen, klinopiroksence zengin metagabrolar, (ii) orta taneli, yönlenme göstermeyen kahverengi hornblendce zengin metagabrolar, (iii) kaba taneli, yönlenme gösteren, klinopiroksence zengin metagabrolar ve (iv) yönlenme gösteren, kahverengi ve mavi hornblendce zengin metagabrolar olmak üzere dört alt grup içinde sınıflandırılabilir. Mineral ve tüm kayaç analizlerinden elde edilen kimyasal veriler ve ayrıca Ar/Ar yaş çalışmaları, çalışılan bütün gabro tiplerinin birbirlerine oldukça benzer jeokimyasal özelliklere sahip olduğunu ve Erken Mesozoyik döneminde Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nın yay gerisi bölgesinde, astenosferik bir manto kaynağından türediğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Erken Mesozoyik, Doğu Pontidler, Jeokimya, Gabro, Kıtasal Rift

**CONTINENTAL RIFT ZONE-RELATED ALKALINE  
METAGABBROS: IMPLICATIONS FOR THE EARLY MESOZOIC  
GEODYNAMIC EVOLUTION OF NORTHERN TURKEY**

**Yener Eyüboğlu<sup>1</sup>, M. Santosh<sup>2</sup>, Nilanjan Chatterjee<sup>3</sup>, Zeki Billor<sup>4</sup>,  
Francis O. Dudas<sup>3</sup>, Sabire Yuva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering, 61080, Trabzon

<sup>2</sup>School of Earth Sci and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China

<sup>3</sup>Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, MIT, Cambridge, MA 02139, USA

<sup>4</sup>Department of Geology and Geography, 117 Petrie Hall, Auburn, Alabama 36849-5305, USA

**Abstract:** The Pre-Jurassic geodynamic evolution of the Eastern Pontides Orogenic Belt, which geographically corresponds to the northeastern part of Turkey and is situated in Alpine-Himalayan system, is still controversial due to lack of systematical geological, geochemical and geochronological data. Here we present new electron microprobe, whole rock major-trace-rare earth element and Sr-Nd-Pb isotope and also <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar age data from the metagabbroic intrusions exposed within the Tokat Metamorphic Massif and discuss the early Mesozoic geodynamic evolution of Northern Turkey (Pontide Belt) in the light of new and old evidences. The studied metagabbroic bodies can be classified into four subgroups based on field and petrographic observations: (i) fine-grained, nonlineated, clinopyroxene-rich metagabbros; (ii) medium-grained, nonlineated, brown hornblende-rich metagabbros; (iii) coarse-grained, lineated, clinopyroxene-rich metagabbros; and (iv) lineated, brown and blue hornblende-rich metagabbro. The mineral and whole rock chemical data and also <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar age determinations indicate that all gabbro types have very similar geochemical characteristics to each other and they were generated from an asthenospheric mantle source in the back-arc region of Eastern Pontides Orogenic Belt during the early Mesozoic.

**Keywords:** Early Mesozoic, Eastern Pontides, Geochemistry, Gabbro, Continental Rift





[jeokimya@ankara.edu.tr](mailto:jeokimya@ankara.edu.tr)



ISBN: 978 - 605 - 136 - 280 - 9