

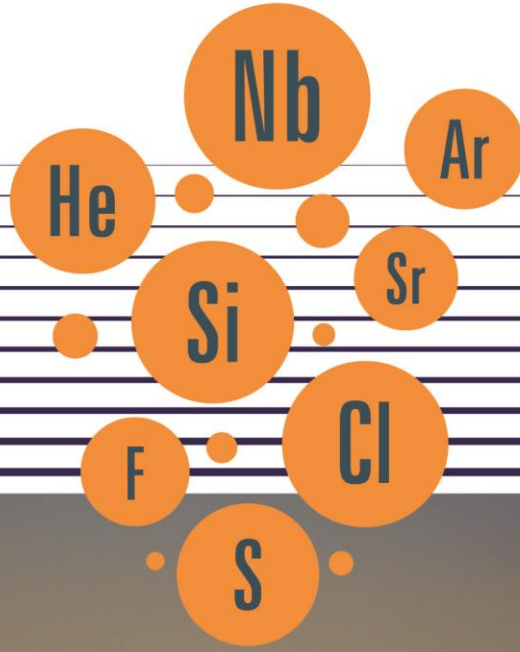


# 10. Jeokimya Sempozyumu 10<sup>th</sup> Geochemistry Symposium

17-19 Ekim / Oct'24 Antalya, Türkiye



## BİLDİRİ ÖZLERİ KİTABI ABSTRACTS BOOK



ISBN: 978-605-72893-8-4



**ULUSLARARASI KATILIMLI  
10. JEOKİMYA SEMPOZYUMU  
BİLDİRİ ÖZLERİ KİTABI**

***10<sup>th</sup> GEOCHEMISTRY SYMPOSIUM  
with INTERNATIONAL PARTICIPATION  
ABSTRACTS BOOK***

**Basım Tarihi: 06.12.2024**

**Yayın Türü: Elektronik Kitap  
© Aksaray Üniversitesi**

**Tüm hakları saklıdır. Aksaray Üniversitesinden yazılı izin alınmadan kısmen veya tamamen çoğaltılamaz, hiçbir şekilde kopya edilemez ve yayımlanamaz.**

**ISBN: 978-605-72893-8-4**

**Editörler**

**Bahattin GÜLLÜ  
Erkan YILMAZER  
Mustafa Haydar TERZİ**

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

**2024  
Aksaray**



## ÖNSÖZ

Teknolojik, sosyolojik ve ekonomik farkındalığın geliştiği ve rekabet baskısını her geçen gün daha fazla hissettiğimiz dünyada ülke ve toplum olarak geleceğimizi garanti almanın en önemli yolu bilimsel çalışmalara verilen önemden geçmektedir. Bilimsel anlamda düzenlenen kongreler, sempozyumlar, paneller bilim insanlarının seslerini duyurdukları en önemli platformlardır. İki 2004 yılında TÜBİTAK BUTAL Bursa Tesisleri'nde gerçekleştirilen Ulusal Jeokimya Sempozyumu bu tarihten itibaren iki yılda bir düzenlenmektedir. Başlangıçta jeokimya, maden yatakları ve petroloji-petrojeniz alanlarında çalışmaların ağırlıklı olarak öne çıktığı sempozyum konularına jeokimya disiplininin başlıca çözüm ve uygulama aracı olarak kullanıldığı hidrojeoloji, jeotermal sistemler, endüstriyel ve enerji hammaddeleri, teknolojik ve kritik elementler, paleoklim, çevresel jeoloji, tıbbi jeoloji, arkeometri vb. gibi alanlar dahil edilmiştir.

Yıllara göre gitgide artan bir katılımı düzenlenen Jeokimya Sempozyumu Türkiye'den ve dünyadan yerbilimcilerin katıldığı yerbilimleri alanında prestijli, sistematik ve uluslararası katılımlı bir organizasyon haline almıştır. Bir gelenek haline gelen jeokimya sempozyumları, bilim insanlarının çalışmalarını bilim camiasına sunup tartışmaya açtıkları ve bu konular üzerinde çalışan bilim insanlarını, araştırmacıları, öğrencileri ve dış paydaşları bir araya getirerek, en güncel bilimsel bulgular ve gelişmelerin değerlendirildiği akademik paylaşım ortamı oluşmasını sağlamıştır. Bu amaç ve kapsam doğrultusunda Uluslararası Katılımlı Jeokimya Sempozyumunun Onuncusu Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ev sahipliğinde düzenlenmiş ve Sempozyumda sunulan bildiri özetleri bu kitapta derlenmiştir.

Düzenleme Kurulu adına, Sempozyuma bilimsel çalışmalarıyla ve katılımlarıyla değerli katkılarını esirgemeyen tüm katılımcılara, özetlerin değerlendirilmesinde zaman ayıran hakemlere ve maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen Aksaray Üniversitesi, TÜBİTAK, Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM) ve sponsorlarımıza en içten şükranlarımızı sunarım.

Saygılarımla...

Düzenleme Kurulu Adına

**Doç. Dr. Bahattin GÜLLÜ**



## PREFACE

In a world where technological, sociological, and economic awareness is developing and competitive pressures are felt more intensely each day, the most important way to ensure our country's and nation's future is to attach great importance to science and scientific research. Scientific congresses, symposiums, and panels are the most important platforms where scientists make their voices heard. The first National Geochemistry Symposium was held in 2004 at the TÜBİTAK BUTAL Bursa Facilities and has been organized every two years since then. Initially, the symposium focused on studies in the fields of geochemistry, mineral deposits, and petrology-petrogenesis. Over time, topics such as hydrogeology, geothermal systems, industrial and energy raw materials, technological and critical elements, paleoclimate, environmental geology, medical geology, archaeometry, etc., as a primary tool for solutions and applications, were included.

The Geochemistry Symposium, which has been organized with increasing participation over the years, has become a prestigious, systematic, and internationally attended organization in the field of geosciences, attracting earth scientists from Turkey and around the world. These symposia, which have become a tradition, provide an academic platform where scientists present and discuss their studies with the scientific community and bring together scientists, researchers, students, and external stakeholders working on these topics, enabling the evaluation of the most up-to-date scientific findings and developments. In line with these goals and scope, the 10th Geochemistry Symposium with international participation was hosted by the Department of Geological Engineering of the Faculty of Engineering at Aksaray University, and the abstracts presented at the Symposium have been compiled in this book.

On behalf of the Organizing Committee, I would like to express our sincere gratitude to all participants for their valuable contributions through their scientific work and attendance at the Symposium, to the reviewers for their time in evaluating the abstracts, and to Aksaray University, TÜBİTAK, Ankara University Earth Sciences Application and Research Center (YEBİM), and our sponsors for their financial and moral support.

Sincerely...

On behalf of the Organizing Committee

**Assoc. Prof. Dr. Bahattin GÜLLÜ**



**ONURSAL BAŞKAN / HONORARY PRESIDENT**

Prof. Dr. Alpay ARIBAŞ  
Aksaray Üniversitesi Rektörü / *President of Aksaray University*

**BAŞKANLAR / PRESIDENTS**

Bahattin GÜLLÜ (Aksaray Üniv.)  
Yusuf Kağan KADIOĞLU (Ankara Üniv.)  
Erkan YILMAZER (Aksaray Üniv.)

**DÜZENLEME KURULU / ORGANIZING COMMITTEE**

Mustafa AFŞİN (Aksaray Üniv.)  
Tamer KORALAY (Pamukkale Üniv.)  
Kıymet DENİZ YAĞCIOĞLU (Ankara Üniv.)  
Musa Avni AKÇE (Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniv.)  
Özlem GÜLLÜ (Aksaray Üniv.)  
Mustafa Murat KAVURMACI (Aksaray Üniv.)  
Gökhan DEMİRELA (Aksaray Üniv.)  
Ayşegül GÜNEY (Aksaray Üniv.)  
Mustafa YILDIZ (Aksaray Üniv.)  
Eren ŞAHİNER (Ankara Üniv. Yebim)  
Mustafa Haydar TERZİ (Aksaray Üniv.)  
Murat KALKAN (Aksaray Üniv.)  
Hacer BİLGİLİOĞLU (Aksaray Üniv.)  
Ufuk ÖREN (Adnan Menderes Üniv.)  
Khaled ALKHALED (Musul Üniv.)  
Güldane AKILLI (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı)

**SEKRETARYA / SECRETARIAT**

Mustafa Haydar TERZİ (Aksaray Üniv.)  
Murat KALKAN (Aksaray Üniv.)

**SAYMAN / TRESURER**

Murat KALKAN (Aksaray Üniv.)  
Musa Avni AKÇE (Nevşehir Hacı Bektaş Üniv.)

**TEKNİK ALTYAPI / TECHNICAL STAFF**

Mustafa Haydar TERZİ (Aksaray Üniv.)

**SOSYAL ETKİNLİKLER / SOCIAL EVENTS**

Hacer BİLGİLİOĞLU (Aksaray Üniv.)  
Aslıhan KORKMAZ ERYILMAZ (Ankara Üniv.)





## BİLİM KURULU / SCIENTIFIC COMMITTEE

- Abbas Ali KERVANCI (Kerkük Üni.)  
 Abdullah KAYGUSUZ (Gümüşhane Üni.)  
 Abdurrahman DOKUZ (Gümüşhane Üni.)  
 Abdurrahman LERMİ (Niğde Ömer Halisdemir Üni.)  
 Abidin TEMEL (Hacettepe Üni.)  
 Ahmet GÖKÇE (Cumhuriyet Üni.)  
 Ahmet ŞAŞMAZ (Fırat Üni.)  
 Ahmet YILDIZ (Afyon Kocatepe Üni.)  
 Alaattin VURAL (Ankara Üni.)  
 Ali Akın AKYOL (Hacı Bayram Veli Üni.)  
 Ali ALUÇ (Muğla Sıtkı Koçman Üni.)  
 Ali BÜLBÜL (Pamukkale Üni.)  
 Ali Haydar GÜLTEKİN (İstanbul Teknik Üni.)  
 Ali İMER (Orta Doğu Teknik Üni.)  
 Alican AKTAĞ (Munzur Üni.)  
 Alican ÖZTÜRK (Konya Teknik Üni.)  
 Ali GÖKGÖZ (Pamukkale Üni.)  
 Ali TÜMÜKLÜ (Niğde Ömer Halisdemir Üni.)  
 Ali UÇURUM (Cumhuriyet Üni.)  
 Alper GÜRBÜZ (Ankara Üni.)  
 Aykut GÜÇTEKİN (Kocaeli Üni.)  
 Ayla BOZDAĞ (Konya Teknik Üni.)  
 Ayşe ORHAN (Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üni.)  
 Ayşe ÖZDOĞAN DÖLÇEK (Balıkesir Üni.)  
 Ayşen DAVRAZ (Süleyman Demirel Üni.)  
 Ayten ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL (Munzur Üni.)  
 Bahattin GÜLLÜ (Aksaray Üni.)  
 Bahrican AR (İstanbul Teknik Üni.)  
 Barış SEMİZ (Pamukkale Üni.)  
 Berna YAVUZ PEHLİVANLI (Yozgat Bozok Üni.)  
 Biltan KÜRKÇÜOĞLU (Hacettepe Üni.)  
 Burhan SADIKLAR (Karadeniz Teknik Üni.)  
 Cafer ÖZKUL (Dumlupınar Üni.)  
 Can BAŞARAN (Afyon Kocatepe Üni.)  
 Cem YÜCEL (Gümüşhane Üni.)  
 Ceren KÜÇÜKUYSAL (Muğla Sıtkı Koçman Üni.)  
 Cumhur Özcan KILIÇ (MTA Genel Müdürlüğü)  
 Cüneyt ŞEN (Karadeniz Teknik Üni.)  
 Demet Banu KORALAY (Pamukkale Üni.)  
 Derya KOCA (Batman Üni.)  
 Durmuş BOZTUĞ (Munzur Üni.)  
 Elif VAROL MURATÇAY (Hacettepe Üni.)  
 Emel ABDİOĞLU YAZAR (Karadeniz Teknik Üni.)  
 Emin ÇİFTÇİ (İstanbul Teknik Üni.)  
 Emrah Yalçın ERSOY (Dokuz Eylül Üni.)  
 Emre AYDINÇAKIR (Gümüşhane Üni.)  
 Ender SARIFAKIOĞLU (Çankırı Karatekin Üni.)  
 Enver AKARYALI (Gümüşhane Üni.)  
 Ercan ALDANMAZ (Kocaeli Üni.)  
 Erdin BOZKURT (Orta Doğu Teknik Üni.)  
 Erkan AYDAR (Hacettepe Üni.)  
 Erkan YILMAZER (Aksaray Üni.)  
 Erol SARI (İstanbul Üni.)  
 Ersin KORALAY (Dokuz Eylül Üni.)  
 Esra ÜNAL ÇAKIR (Yozgat Bozok Üni.)  
 Esra YILDIRIM (Fırat Üni.)  
 Evren ÇUBUKÇU (Hacettepe Üni.)  
 Ezgi ULUSOY (MTA Genel Müdürlüğü)  
 Fahri ESENLİ (İstanbul Teknik Üni.)  
 Faruk AYDIN (Karadeniz Teknik Üni.)  
 Fatih KARAOĞLAN (Çukurova Üni.)  
 Ferkan SİPAHİ (Gümüşhane Üni.)  
 Fetullah ARIK (Konya Teknik Üni.)  
 Fırat ŞENGÜN (Onsekiz Mart Üni.)  
 Fuat ERKÜL (Akdeniz Üni.)  
 Fuat YAVUZ (İstanbul Teknik Üni.)  
 Furkan Hamza HARPUTLUGİL (MTA Genel Müd.)  
 Gonca GENÇALIOĞLU-KUŞCU (Sıtkı Koçman Üni.)  
 Gökçe GÜRTEKİN (MTA Genel Müdürlüğü)  
 Gökhan DEMİRELA (Aksaray Üni.)  
 Gülcan BOZKAYA (Pamukkale Üni.)  
 Gülden GÖK (Aksaray Üni.)  
 Gültekin TOPUZ (İstanbul Teknik Üni.)  
 Gülten YAYLALI ABANUZ (Karadeniz Teknik Üni.)  
 Güllü KIRAT (Yozgat Bozok Üni.)  
 Gürsel KANSUN (Konya Teknik Üni.)  
 Hacı Alim BARAN (Batman Üni.)  
 Hacer BİLGİLİOĞLU (Aksaray Üni.)  
 Hafize AKILLI (MTA Genel Müdürlüğü)  
 Hakan ÇOBAN (Bitlis Eren Üni.)  
 Halit ENVER (Musul Üni.)  
 Halim MUTLU (Ankara Üni.)  
 Hatim ELHATİP (Aksaray Üni.)  
 Hulusi KARGI (Pamukkale Üni.)  
 Hüseyin KOCATÜRK (İstanbul Teknik Üni.)  
 Hüseyin KURT (Konya Teknik Üni.)  
 Hüseyin ÖZTÜRK (İstanbul Üni. – Cerrahpaşa)  
 Hüseyin SENDİR (Eskişehir Osmangazi Üni.)  
 Hüseyin KARAKUŞ (Dumlupınar Üni.)  
 İbrahim UYSAL (Karadeniz Teknik Üni.)  
 İlkey KAYDU AKBUDAK (Ahi Evran Üni.)  
 İlkey KUŞCU (Muğla Sıtkı Koçman Üni. Em)  
 İrfan TEMİZEL (Karadeniz Teknik Üni.)  
 İsmail KOÇAK (Bandırma 17 Eylül Üni.)  
 İsmet ALAN (MTA Genel Müdürlüğü)  
 Kamil YILMAZ (Süleyman Demirel Üni.)  
 Kerim KOÇAK (Konya Teknik Üni.)  
 Kıymet DENİZ YAĞCIOĞLU (Ankara Üni.)  
 Koray KOÇ (Akdeniz Üni.)  
 Kürşad ASAN (Konya Teknik Üni.)  
 Leyla KALENDER (Fırat Üni.)  
 Levent ALTAŞ (Aksaray Üni.)

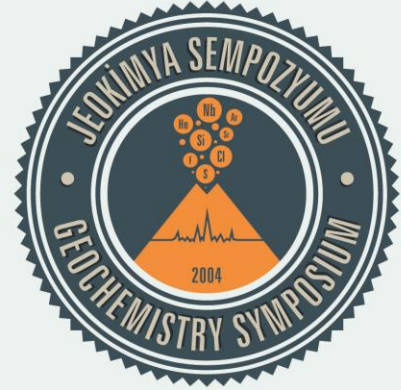


Macid Fikret SUNER (İstanbul Teknik Üni.)  
 Mehmet ARSLAN (Karadeniz Teknik Üni.)  
 Mehmet KESKİN (İstanbul Teknik Üni.)  
 Mehmet ŞENER (Niğde Ömer Halisdemir Üni.)  
 Mehmet ÖZKUL (Pamukkale Üni.)  
 Melayib BİLGİN (Aksaray Üni.)  
 Melek URAL (Fırat Üni.)  
 Meltem GÜRBÜZ (Mersin Üni.)  
 Metin BAĞCI (Afyon Kocatepe Üni.)  
 Muazzez ÇELİK KARAKAYA (Konya Teknik Üni.)  
 Muharrem AKGÜL (Balıkesir Üni.)  
 Murat ÇİFLİKLİ (Niğde Ömer Halisdemir Üni.)  
 Murat EROĞLU (Kastamonu Üni.)  
 Murat KALKAN (Aksaray Üni.)  
 Murat TOKCAER (Dokuz Eylül Üni.)  
 Musa ALPASLAN (Mersin Üni.)  
 Musa Avni AKÇE (Hacı Bektaş Veli Üni.)  
 Mustafa AFŞİN (Aksaray Üni.)  
 Mustafa AKYILDIZ (Çukurova Üni.)  
 Mustafa Gürhan YALÇIN (Akdeniz Üni.)  
 Mustafa KAYA (İstanbul Teknik Üni.)  
 Mustafa KUMRAL (İstanbul Teknik Üni.)  
 Mustafa Murat KAVURMACI (Aksaray Üni.)  
 Mustafa Selman AYDOĞAN (Balıkesir Üni.)  
 Mustafa YILDIZ (Aksaray Üni.)  
 Mustafa Haydar TERZİ (Aksaray Üni.)  
 Namık AYSAL (İstanbul Üni.-Cerrahpaşa)  
 Natalia VINOGRAD (Saint-Petersburg State Uni.)  
 Nazmi OTLU (Cumhuriyet Üni.)  
 Necati KARAKAYA (Konya Teknik Üni.)  
 Necati TÜYSÜZ (Karadeniz Teknik Üni.)  
 Nezih KÖPRÜBAŞI (Kocaeli Üni.)  
 Nilgün GÜLEÇ (Orta Doğu Teknik Üni.)  
 Nurdane İLBEYLİ (Akdeniz Üni.)  
 Nurgül ÇELİK BALCI (İstanbul Teknik Üni.)  
 Nurullah HANILCI (İstanbul Üni.-Cerrahpaşa)  
 Nusret NURLU (Çukurova Üni.)  
 Oğuzhan GÖK (Aksaray Üni.)  
 Orhan KARSLI (Karadeniz Teknik Üni.)  
 Orkun ERSOY (Hacettepe Üni.)  
 Osman CANDAN (Dokuz Eylül Üni.)  
 Osman PARLAK (Çukurova Üni.)  
 Osman Serkan ANGI (İstanbul Teknik Üni.)  
 Oya CENGİZ (Süleyman Demirel Üni.)  
 Ömer BOZKAYA (Pamukkale Üni.)  
 Ömer ELİTOK (Süleyman Demirel Üni.)  
 Ömer Faruk ÇELİK (Kocaeli Üni.)  
 Ömer Faruk ÖZKAYA (MTA Genel Müdürlüğü)  
 Özcan YİĞİT (Onsekiz Mart Üni.)  
 Özgür AVŞAR (Muğla Sıtkı Koçman Üni.)  
 Özgür KARAOĞLU (Eskişehir Osmangazi Üni.)  
 Özlem GÜLLÜ (Aksaray Üni.)  
 Özlem ÖZTEKİN OKAN (Fırat Üni.)  
 Recep Uğur ACAR (Dumlupınar Üni.)  
 Reyhan KARA GÜLBAY (Karadeniz Teknik Üni.)  
 Sabah YILMAZ ŞAHİN (İstanbul Üni.-Cerrahpaşa)  
 Samet SAKA (MTA Genel Müdürlüğü)

Sanem ELİDEMİR (MTA Genel Müdürlüğü)  
 Selma KADIOĞLU (Ankara Üni.)  
 Semih GÜRSU (Muğla Sıtkı Koçman Üni.)  
 Serhat KÖKSAL (Orta Doğu Teknik Üni.)  
 Sibel TATAR ERKÜL (Akdeniz Üni.)  
 Sinan ALTUNCU (Niğde Ömer Halisdemir Üni.)  
 Sönmez SAYILI (Fe-Ni Madencilik)  
 Şafak ALTUNKAYNAK (İstanbul Teknik Üni.)  
 Şaziye BOZDAĞ (Çukurova Üni.)  
 Şebnem ARSLAN (Ankara Üni.)  
 Şenel ÖZDAMAR (İstanbul Teknik Üni.)  
 Şengül Can GENÇ (İstanbul Teknik Üni.)  
 Şemsettin CARAN (Süleyman Demirel Üni.)  
 Şeref GÜÇER (Uludağ Üni.)  
 Tamer KORALAY (Pamukkale Üni.)  
 Tamer RIZAOĞLU (K.Maraş Sütçü İmam Üni.)  
 Taner EKİCİ (Cumhuriyet Üni.)  
 Taylan AKIN (Pamukkale Üni.)  
 Tijen ÜNER (Van Yüzüncü Yıl Üni.)  
 Tolga OYMAN (Dokuz Eylül Üni.)  
 Ufuk ÖREN (Adnan Menderes Üni. Üni.)  
 Uğur Erdem DOKUZ (Niğde Ömer Halisdemir Üni.)  
 Ufuk YAĞCIOĞLU (Karadeniz Teknik Üni.)  
 Utku BAĞCI (Mersin Üni.)  
 Ümit Ahmet MOHAMED (Kerkük Üni.)  
 Vural OYAN (Van Yüzüncü Yıl Üni.)  
 Yalçın ERSOY (Dokuz Eylül Üni.)  
 Yavuz ÖZDEMİR (Van Yüzüncü Yıl Üni.)  
 Yasemin LEVENTELİ (Akdeniz Üni.)  
 Yener EYÜBOĞLU (Karadeniz Teknik Üni.)  
 Yeşim ÖZEN (Konya Teknik Üni.)  
 Yeşim Yücel ÖZTÜRK (Dokuz Eylül Üni.)  
 Yıldırım DİLEK (Miami Üni.)  
 Yılmaz DEMİR (Recep Tayyip Erdoğan Üni.)  
 Yılmaz SAVAŞÇIN (Dokuz Eylül Üni.)  
 Yurdal GENÇ (Hacettepe Üni.)  
 Yusuf Kağan KADIOĞLU (Ankara Üni.)  
 Yusuf URAS (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üni.)  
 Yüksel ÖRGÜN TUTAY (İstanbul Teknik Üni.)  
 Zafer ASLAN (Balıkesir Üni.)  
 Zehra DEVECİ ARAL (MTA Genel Müdürlüğü)  
 Zekiye KARACIK (İstanbul Teknik Üni.)  
 Zeynel BAŞIBÜYÜK (Ahi Evran Üni.)  
 Zeynep ÖZDEMİR (Mersin Üni.)



# Sponsorlarımıza Teşekkür Ederiz







## İÇİNDEKİLER DİZİNİ / TABLE OF CONTENTS

### Petroloji ve Petrojenez

### Petrology and Petrogenesis

- Batı Anadolu Andezitleri - Doğu Anadolu Bazaltları. Volkanizma Tektonik İlişkileri (a) Batı Anadolu / 2  
*Western Anatolian Andesite vs Eastern Anatolian Basalts. Volcanism Tectonic Relations - (a) Western Anatolia*  
**Mehmet Yılmaz Savaşçın, Murat Tokçaer**
- Batı Anadolu Andezitleri - Doğu Anadolu Bazaltları. Volkanizma Tektonik ilişkileri (b) Doğu Anadolu / 4  
*Western Anatolian Andesite vs Eastern Anatolian Basalts. Volcanism - Tectonic Relations. (b) Eastern Anatolia*  
**Mehmet Yılmaz Savaşçın, Murat Tokçaer**
- Üçkapılı Granitinin Gümüşler Metamorfik Kayalarla İlişkisi: Niğde, Orta Anadolu / *Relationship of* 6  
*Üçkapılı Granite with Gümüşler Metamorphic Rocks: Niğde, Central Anatolia*  
**Meral Gürel, Yusuf Kağan Kadioğlu**
- Kısmi Ergimeye Uğramış Kayalarda Bulunan Granatların Raman Karakteristikleri / *Raman* 8  
*Characteristics of Garnets in Partially Melted Rocks*  
**Aslıhan Korkmaz Eryılmaz, Yusuf Kağan Kadioğlu, Bilgehan Kırmanlı**
- Oluşum Ortamlarına Göre Farklı Kuvars Minerallerinin Konfokal Raman Spektrometresi İle İncelenmesi 10  
*Examination of Different Quartz Minerals According to Their Formation Environments with Confocal Raman Spectrometry*  
**Bilgehan Kırmanlı, Yusuf Kağan Kadioğlu, Aslıhan Korkmaz Eryılmaz**
- Biyotitin Kökeninin Raman Karakteristiklerine Göre Değerlendirilmesi: İlk Bulgular / *Evaluation of the* 12  
*Origin of Biotite According to Raman Characteristics: Preliminary Results*  
**Musa Avni Akçe, Yusuf Kağan Kadioğlu**
- Doğanyurt Kastamonu Grafitlerinin Kristal Yapılarının ve Safsızlıklarının Spektroskopik Yöntemlerle 14  
Belirlenmesi / *Determination of Crystal Structures and Impurities of Doğanyurt Kastamonu Graphites by Spectroscopic Methods*  
**Güldane Akıllı, Yusuf Kağan Kadioğlu**
- Toros Mikrokıtasındaki Ofiyolitlere ve Pindos-Huğlu Birimlerine ait Jeokimyasal ve Jeokronolojik 16  
Bulgular, Türkiye ve Mesozoyik Pindos ile İç Torid Okyanus Havzaları Arasındaki Bağlantıya İlişkin Çıkarımlar / *Geochemical and Geochronological Findings on the Ophiolites and Huğlu-Pindos Units of the Tauride Ribbon Continent, Türkiye, and Implications for the Connection Between the Mesozoic Pindos & Inner Tauride Ocean Basins*  
**Ender Sarıfakıoğlu, Alican Öztürk, Yıldırım Dilek, Bilgehan Yabgu Horasan, Tamara Bayanova, Mustafa Sevin, Muhammed Çoban, Elizarov Dmitry Vladimirovich**
- Baddeleyite (ZrO<sub>2</sub>) in Plume and Subduction Zones from AR to PZ Time on Fennoscandian (Baltic)* 18  
*Shield: New U-Pb (TIMS) and LA-ICP-MS Data*  
**Tamara Bayanova, Namık Aysal, Svetlana Drogobuzhskaya, Ender Sarıfakıoğlu, Ksenia Dokukina, Andrey Goev, Salih Bayraktutan**

Nevşehir (Göre) Bölgesi Miyosen-Kuvaterner Yaşlı Volkanik Kayaçlarda Alterasyonla İlişkili Kil Mineral Oluşumlarının Mineralojisi ve Jeokimyası / *Mineralogy and Geochemistry of Alteration-Related Clay Mineral Formations in Miocene-Quaternary Volcanic Rocks in Nevşehir (Göre Region)* 19  
**Murat Çiflikli, Obaidullah Andar**

Kıratlı Bölgesi (İpekyolu-Van) Çevresinde Gözlenen Mafik Kayaçların Jeokimyasal Özellikleri / *Geochemical Characteristics of Mafic Rocks Observed Around Kıratlı Region (İpekyolu-Van)* 21  
**Tijen Üner, Hakan Yazıcıoğlu**

Meke Maarı (Orta Anadolu), Yüksek Sıcaklık Hibrit Lavlarında Zirkonun Çözünmesi ve Hayatta Kalması / *Dissolution and Survival of Zircon in High-Temperature Hybrid Lavas from Meke Maar, Central Anatolia* 23  
**Gülin Gençoğlu Korkmaz**

Metamorfik Kayaçlar İçindeki Granat Porfirblastlarının Mineralojik-Petrografik Karakteristikleri ve Metamorfizma Koşullarının Çoklu Analiz Yöntemleriyle Belirlenmesi: Ekinözü (Kahramanmaraş-Türkiye) Örneği / *Mineralogical-Petrographic Characteristics of Garnet Porphyroblasts Within Metamorphic Rocks and Determination of Metamorphism Conditions Using Multiple Analysis Methods: The Case of Ekinözü (Kahramanmaraş-Turkey)* 25  
**Ufuk Ören, Tamer Koralay**

### Maden Yatakları ve Jeolojisi

#### Mineral Deposits and Their Geology

Karaçam (Mihalıççık-Eskişehir) Lateritik Ni-Co Yataklarında Skandiyum İçeriklerinin Araştırılması / *Investigations on Scandium Contents of Karaçam (Mihalıççık-Eskişehir) Lateritic Ni-Co Deposits* 28  
**İ. Sönmez Sayılı, Sinan Akıska**

Triyas-Jura Yaşlı Metamorfik Kayaçlar İçindeki Cevherleşme Bulguları ve Toprak Jeokimyası Özellikleri (Alatarla, Kastamonu) / *Mineralization and Soil Geochemistry Characteristics of Triassic-Jurassic Metamorphic Rocks in Alatarla, Kastamonu* 30  
**Emre Osman Cingil, Kurtuluş Günay, Gökçe Gamze Ersoy, Buğra Çavdar, Halim Mutlu**

Çulfa Çukuru (Yenice/Çanakkale) Pb-Zn Yatağı Üzerine Mikrotermometrik ve Radyometrik Yaş Verileri / *Microthermometric and Radiometric Age Data on the Çulfa Çukuru (Yenice/Çanakkale) Pb-Zn Deposit* 32  
**Gökhan Demirela**

Konya Tip Alkali Sülfat (KTAS) Maden Yatakları / *Alkali sulfate Deposits of Konya Type (KTAS)* 34  
**Nurdoğan Sertel**

İnler Yaylası Epitermal Pb-Zn-Cu (Ag-Au) Yatağının Mineralojik ve Jeokimyasal Karakteristikleri (Giresun, KD Türkiye) / *Mineralogical and Geochemical Characteristics of İnler Yaylası Epithermal Pb-Zn-Cu (Ag-Au) Deposit (Giresun, NE Turkey)* 36  
**Ayşe Orhan, Fatih Kambur, Kıymet Deniz Yağcıoğlu**

Şaplıca (Şebinkarahisar-Giresun) Cevherleşmesinin Jeolojisi, Jeokimyası ve Kökeni ile İlgili İlkel Bulgular / *Primary Findings on the Geology, Geochemistry and Origin of the Şaplıca (Şebinkarahisar-Giresun) Mineralization* 38  
**Bahrican Ar, Necati Tüysüz, Gülten Yaylalı Abanuz, Oğuzhan Gümrük, Mustafa Tuna Kaskatı**

*Mineral Chemistry and Formation Conditions of Calc-Silicate Minerals in the Alamkandi Fe Skarn Deposit, Zanjan Province, NW Iran* 40  
**Mir Ali Asghar Mokhtari, Hossein Kouhestani**

*Ore Genesis of the Tashvir and Varmazyar Epithermal Base Metal Deposits, NW Iran: Insights from Fluid Inclusion, Zircon U-Pb Geochronology, and O-S Isotopes* 41  
**Hossein Kouhestani, Mir Ali Asghar Mokhtari, Zhaoshan Chang, Kezhang Qin**

*İvrindi Antimon Cevherleşmelerinin Jenetik Özellikleri / The Genetic Characteristics of İvrindi Antimony Mineralizations* 42  
**Elif Dilek Bayraktıođlu, Yusuf Kağan Kadioğlu**

*Köseler Bölgesi (Gördes-Manisa) Plaser İlmenit-Rutil Oluşumlarının Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri / Geological, Mineralogical and Geochemical Properties of Placer Ilmenite-Rutile Occurrences in the Köseler Region (Gördes-Manisa)* 44  
**Kayhan Işık, Oya Cengiz**

*Durmuşlu (Akpınar-Kırşehir) Manyetit Yatağının Cu-Zn-Au İçeriği Hakkında Ön Jeokimyasal Çalışmalar / Preliminary Geochemical Studies on Cu-Zn-Au Content of Durmuşlu (Akpınar-Kırşehir) Magnetite Deposit* 46  
**İ. Sönmez Sayılı, Sinan Akıska, Gökhan Demirela**

*Aladağlar Kurttepe (Yahyalı-Kayseri) Arsenikce Zengin Oksitli Demir Cevherleşmesinin Jeolojik ve Paleoevresel Etkileri / Geological and Paleoenvironmental implications of Aladağ- Kurttepe (Yahyalı-Kayseri) Arsenic-Rich Oxidized Iron Mineralization* 48  
**Ufuk Keskin, Berna Yavuz Pehlivanlı**

*Orojenik Altın İçerikli Kayaların Jeokimyasal Bileşimleri: Sevdigin, Kırşehir Örneği / Geochemical Compositions of Orogenic Gold-Bearing Rocks: Sevdigin, Kırşehir* 50  
**Abdalbagi A.H. Hussien, Yusuf Kağan Kadioğlu**

*Kesikköprü Demir Cevherleşmesinin Jeokimyası ve İzotopik Karakteristikleri / Geochemical and Isotopic Characteristics of Kesikköprü Iron Mineralization* 52  
**Mustafa Haydar Terzi, Erkan Yılmaz**

### İzotop Jeokimyası ve Jeokronoloji

#### Isotope Geochemistry and Geochronology

*Güney Neotetis'in Kapanma Zamanlaması Üzerine Yeni Kanıtlar; Harmanlı Bölgesi Ofiyoliti (Adıyaman, GD Anadolu) ve Geç Kretase Granitik Kayalarının Jeokronolojisi ve Jeokimyası / New Evidence on the Timing of the Closure of the Southern Neotethys: Geochronology and Geochemistry of the Harmanlı Region Ophiolite (Adıyaman, SE Anatolia) and Late Cretaceous Granitic Rocks* 55  
**Nusret Nurlu**

*Hindistan-Avrasya Çarpışmasının Batı Kenarındaki Zamanlaması: Pakistan'ın Fort Munro Kesitindeki Senozoyik Dizinin Detritik Zirkon U-Pb Yaş Tarihlemesinden Elde Edilen İçgörüler / The timing of India-Eurasia collision along western margin: Insights from the detrital zircon U-Pb age dating of the Cenozoic sequence, Fort Munro section, Pakistan* 57  
**Junaid Ashraf, Yusuf Kağan Kadioğlu**

*Misis-Andırın Karmaşığında Gözlenen Dalma-Batma İlişkili Orta Eosen Yaşlı Felsik Volkaniklerin Jeokimyası ve Jeokronolojisi / Geochemistry and geochronology of Middle Eocene subduction-related felsic volcanics in the Misis-Andirin Complex* 59  
**Nusret Nurlu, Ahmet Can Akıncı, Milan Kohút**

- Kütahya Yöresindeki (Batı Anadolu, Türkiye) Kalışlerin Paleoklimsel Kaydının Kararlı İzotop Analiziyle Araştırılması / *Exploring The Paleoclimatic Record Of Calcretes in Kütahya Region (Western Anatolia, Türkiye) Through Stable Isotope Analysis* 61  
**Ersel Göz**
- Posof Yöresi (Ardahan, Türkiye) Miyosen Volkanik Kayaçların Petrografisi, Jeokronolojisi ve Petrokimyası: İlk Bulgular / *Petrography, Geochronology, and Petrochemistry of Posof Region (Ardahan, Türkiye) Miocene Volcanic Rocks: Preliminary findings* 63  
**Derya Cicerali, Cem Yücel, Abdullah Kaygusuz, Emre Aydınçakır, Gilles Ruffet**
- Yukarıkulaca (Gümüşhane, Türkiye) Tersiyer Volkanik Kayaçların Petrografisi, Jeokronolojisi ve Petrokimyası / *Petrography, Geochronology, and Petrochemistry of Tertiary Yukarıkulaca (Gümüşhane, Türkiye) Volcanic Rocks* 65  
**Cem Yücel**
- Teskuduk Ofiyoliti (Merkezi Kızılkum-Özbekistan) Tüm Kayaç, Mineral Kimyası ve Zirkon U-Pb Verileri: Güney Tien Shan Orojenik Kuşağının Batı Kısımındaki SSZ Ofiyolitine Yönelik Bir Çıkarım / *Whole Rock, Mineral Chemistry, and Zircon U-Pb Data of Teskuduk Ophiolite (Central Kyzylkum-Uzbekistan): an Implication for SSZ Ophiolite in the Western Part of the South Tien Shan Orogenic Belt* 67  
**Cahit Dönmez, Zehra Deveci Aral, Samet Saka, Kurtuluş Günay, Nail Yıldırım, Esra Yıldırım, Isoqov Maqsud, Jakhongir Movlanov, Saodat Maripova, Osman Parlak**
- Kınık Ofiyolitinin (Kütahya) Metamorfik Taban Kayaçlarının Kökeni ve Yaşı / *Origin and Age of the Metamorphic Sole Rocks of the Kınık Ophiolite (Kütahya)* 70  
**İrem Aksoy, Emrah Şimşek, Utku Bağcı, Guohui Chen, Osman Parlak**
- Özvatan (Kayseri, İç Anadolu, Türkiye) Foid Siyenitlerinin Sr-Nd-O İzotop Jeokimyası / *Sr-Nd-O Isotope Geochemistry of the Özvatan (Kayseri, Central Anatolia, Türkiye) Foid-bearing Syenites* 72  
**Kıymet Deniz Yağcıoğlu, Yusuf Kağan Kadioğlu, Tamer Koralay, Bahattin Güllü**

### Hidrojeokimya ve Jeotermal Sistemler

#### Hydrogeochemistry and Geothermal Systems

- Karbonatlı, Sülfatlı ve Tuzlu Jeotermal Suların Hidrojeokimyası ve Köken Değerlendirmesi, Orta Anadolu, Türkiye / *Hydrogeochemistry and origin evaluation of Carbonated, Sulfated and Saline Geothermal Waters* 75  
**Mustafa Afşin**
- A Geochemical Study on the Usability of Wells Water South Sinjar Mountain, Northern Iraq* 77  
**Qutaiba Al-Yozbakee**
- Mikrotermometrik ve Jeokronolojik Verilerle Jeotermal Sistemin Sıcaklık-Zaman Evriminin Belirlenmesi: Kızıldere Jeotermal Sahasından Bir Uygulama, Sarayköy-Denizli, Buharkent-Aydın, GB Türkiye / *Determination of Temperature-Time Evolution of Geothermal System by Microthermometric and Geochronological Data: An Application from the Kızıldere Geothermal Field, Sarayköy-Denizli, Buharkent-Aydın, SW Turkey* 78  
**Ömer Bozkaya, Gülcan Bozkaya, Taylan Akin, Nurullah Hanilçi, David A. Banks**
- Kızıldere Jeotermal Sahası (Sarayköy-Denizli, Buharkent-Aydın, GB Türkiye) Hidrotermal Kalsit ve Kuvarların Sıvı Kapanım Karakteristikleri / *Fluid Inclusion Characteristics of Hydrothermal Calcite and Quartz from the Kızıldere Geothermal Field (Sarayköy-Denizli, Buharkent-Aydın, SW Türkiye)* 80  
**Gülcan Bozkaya, Ömer Bozkaya, Taylan Akin, Nurullah Hanilçi, David A. Banks**



Türkiye’de Sığ Jeotermal Enerji Sistemlerinin Geliştirilmesinin Önündeki Engellerin Tartışılması / 82  
*Discussing Barriers to the Development of Shallow Geothermal Energy Systems in Türkiye*  
**Ayşe Özdoğan Dölçek**

*Geophysical and Structural Study to Detect the Subsurface Groundwater Channels in AL-Muhalabia area, Northwestern Iraq* 84  
**Salim Ahmed Khudir, Ayman Mahmoud Ahmed, Bashar Aziz Mahmoud**

### **Bitki ve Toprak Jeokimyası**

### **Plant and Soil Geochemistry**

*Evaluation of Manganese Quantity-Intensity Relationships in Forestry Soils* 86  
**Qahtan Darwish Essa Al-Khafagi, Hazim Mahmood Ahmed**

*Effect of Wetting and Drying on Some Soil Properties Irrigated With Water of Different Salinity Concentration* 87  
**Abd Al-kader A. Alhadede, Khalid Ekhlaf N. Alhadidi**

Denizli Tavas Bölgesi (Türkiye) Tarım Topraklarında Ağır Metallerin Alınabilirliği / *Heavy Metals Availability of Agricultural Soils in Tavas-Denizli Province (Türkiye)* 88  
**Ali Rıza Ongun, Recep Serdar Kara, Cansu Almaz, Neriman Tuba Barlas**

Geyve (Sakarya, Türkiye) Dere Sedimanlarındaki Ağır Metal Zenginleşmelerinin Kökeni / *The Origin of Heavy Metal Enrichments in the Soil Sediments of Geyve (Sakarya, Türkiye)* 90  
**Mehmet Barış Durgun, Mustafa Haydar Terzi, Gökhan Demirela**

*Comparison of Clay Minerals Under Different Forest Tree Densities and Uncultivated Soils* 92  
**Mohammed Ali Fayyadh, Mariam Isaac Yako**

*The Effect of Ionic Strength of Water on the Percentage and Molar Ratios of Oxides Elements in Some Calcareous Soils from Northern Iraq* 93  
**Roaa. N. Al-Shamaa, Hazim M. Ahmed**

*Distribution of Iron Oxides in Soil Sediments of Some Soils in Northern Iraq* 94  
**Ghada A. Al- Hashyme**

*Effect of Ionic Strength on the Dissolution and Precipitation of Carbonate Minerals and the Nature of Ionic Species from Some Calcareous Soil* 95  
**Khalid Ekhlaf N. Alhadidi, Shaymaa Ghanim Dawood**

### **Cevre Jeokimyası**

### **Environmental Geochemistry**

Kula (Manisa) Jeotermal Bölgesi Yeraltı Sularında Radyoaktif Kirlenmenin Nedenlerinin Değerlendirilmesi / *Assessing the Causes of Radioactive Contamination in Groundwater of Kula Geothermal Region* 97  
**Anıl Küçüksümbül, Gültekin Tarcan**

Kömürdeki Çevreye Zararlı Olabilecek Elementlerin Mekânsal Dağılımı ve Risk Değerlendirmesi: Orta Anadolu Kömür Sahaları İçin Örnek Bir Çalışma / *Spatial Distribution and Risk Assessment of Potential Environmentally Hazardous Elements in Coal: A Case Study of Central Anatolia Coalfields* 99  
**Neslihan Ünal Kartal, Cevdet Bertan Güllüdağ**

*Study the Optimum Conditions for Removing Phosphate from House Water City of Mosul by Using Some Local Clays* 101  
**Shaimaa A. Nasser, Moath A. Al- Hajjar**

### **Sedimanter Kaya Jeokimyası, Paleoklim ve Provenans Çalışmaları**

#### **Sedimentary Rock Geochemistry, Paleoclimate and Provenance Studies**

Yağlıca Köyü (Eflani, Karabük) Fosilli Kireçtaşlarının Mineralojik-Petrografik, Fiziko-Mekanik ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi / *Determination of the Mineralogical-Petrographic, Physico-Mechanical and Chemical Properties of Yağlıca Village (Eflani, Karabük) Fossiliferous Limestone* 103  
**Asuman Kahya**

Malatya-Yazihan Havzası Üst Miyosen Yaşlı Birimlerin Genel Özellikleri / *General Characteristics of Upper Miocene Units in the Malatya-Yazihan Basin* 105  
**Sonay Boyraz Aslan, Emine Sütçü Cicioğlu**

Kasaba ve Aksu-Gebiz Havzalarının Paleontolojik ve Stronsiyum İzotop Stratigrafisi (Güneybatı Anadolu) / *Paleontological and Strontium Isotope Stratigraphy of the Kasaba and Aksu-Gebiz Basins (SW Anatolia)* 107  
**Hande Sonsun, Ahmet Can Akıncı, Nusret Nurlu, Ulvi Can Ünlüoğlu, Deniz İbilioğlu**

Son Buzul Maksimum Sırasında GB Türkiye’de Meydana Gelen Mağara Çökellerinde Kayıtlı Sıcaklık Değişimleri / *Temperature Variations Recorded in Speleothems During the Last Glacial Maximum in SW Türkiye* 109  
**Koray Koç**

Bayıralan Formasyonu (kuzeydoğu Denizli) Kumtaşlarının jeokimyasal özellikleri: Kaynak alan karakteristikleri ve tektonik ortamları / *Geochemical properties of sandstone in Bayıralan Formation from Northeastern Denizli: Provenance Signature and Tectonic Setting* 111  
**Tamer Koralay, Ahmet Can Özkan**

### **Teknolojik ve Kritik Elementler Jeokimyası**

#### **Geochemistry of Technological and Critical Elements**

Seydişehir (Konya)-Akseki (Antalya) (Türkiye) Yöresindeki Nadir Toprak Elementlerinin Kökeni / *Origin of Rare Earth Elements in Seydişehir (Konya)-Akseki (Antalya) (Türkiye) Region* 114  
**Muazzez Çelik Karakaya, Aydın Rüşen, Necati Karakaya, Cem Saraç**

Nadir Toprak Elementlerinin Kırmızı Topraktan Nitrik Asit İle Ekstraksiyonu / *Extraction of Rare Earth Elements From Terra Rosa by Nitric Acid* 116  
**Aydın Rüşen, Muazzez Çelik Karakaya, Necati Karakaya**

Silika Doygun Afyonkarahisar Volkaniklerinin Radyoaktif Element İçerikleri ve Sedimanter Tip Mineralizasyonlara dair Yaklaşımlar / *Radioactive Element Contents of Silica-Saturated Volcanics in Afyonkarahisar: an Approach to Sedimentary-Type Mineralizations* 118  
**Ali Tuğcan Ünlüer, Zeynep Döner**

Lityum Kaynaklarının Sınıflandırılması ve Özellikleri: Türkiye'den Örnekler / *Classification and Properties of Lithium Resources: Examples from Turkey* 120

**Yusuf Kağan Kadioğlu**

Nanga Parbat Haramosh Masifi Kuzey Bölümündeki Lityum İçerikli Pegmatitlerin Kökeni: Kuzey Batı Himalaya, Pakistan / *Nature of lithium bearing pegmatites of Northern part of Nanga Parbat Haramosh Massif: North Western Himalayas, Pakistan* 122

**Junaid Ashraf, Yusuf Kağan Kadioğlu**

### **Jeoarkeoloji - Endüstriyel Hammaddeler - Organik Jeokimya**

#### **Geoarchaeology - Industrial Minerals - Organic Geochemistry**

Çanak Çömleksiz Neolitik Dönemde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Bakır Cevherinin Kullanımı: Gre Filla Örneği / *The Utilisation of Copper Ore in the Southeastern Anatolia Region during the Pre-Pottery Neolithic Period: Gre Filla Case Study* 125

**Ayşin Konak, Üftade Muşkara**

Farklı Tarihi Dönemlere Ait Seramik Örneklerin Spektroskopik ve Lüminesans (OSL/TL) Yöntemlerle Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi / *Comparatively Investigation of Ceramic Samples from Different Historical Periods by Spectroscopic and Luminescence (OSL/TL) Approaches* 127

**Eren Şahiner, Ali Akın Akyol, Kıymet Deniz Yağcıoğlu, Güler Yılmaz Çalışkan, Oktay Dumankaya, Yusuf Kağan Kadioğlu**

Doğal Killi ve Kumlu Jipslerin Sıva Olarak Kullanılma Potansiyeli: Çankırı/Türkiye / *Potential of Using Natural Clayey and Sandy Gypsum as Plaster: Çankırı/Türkiye* 129

**Ali Osman Taş, Kıymet Deniz Yağcıoğlu, Yusuf Kağan Kadioğlu**

Çaldıran (Van) Diatomitlerinin Endüstriyel Kullanım Potansiyelinin İncelenmesi / *Investigation of Industrial Usage Potential of Çaldıran (Van) Diatomites* 131

**Ömer Faruk Özkaya, Mehmet Ali Yastı**

Rock Eval Piroliz Analizi ile Kinetik Parametrelerin Karakterizasyonu ve Silüriyen Yaşlı Dadaş Formasyonu'nun Kinetik Parametrelerinin Belirlenmesi / *The Characterization of Kinetic Parameters by Rock Eval Pyrolysis Analysis and Determination of Silurian Aged Dadas Formation Kinetics* 133

**Cihan Can, Zeynep Özlem Cihan, Şükrü Gökhan Köse, Yücel Deniz Erdal**

Alaşehir (Manisa/Batı Türkiye) Petrollü Şeyllerinin Organik Jeokimyasal Özellikleri / *Organic Geochemical Properties of Alaşehir (Manisa/Western Türkiye) Oil Shales* 135

**Demet Banu Koralay**

### **Poster Sunumları**

#### **Poster Presentations**

Balçıklı Köyü (Van-Türkiye) Çevresinde Gözlenen Demirli Manganez Cevherleşmelerinin Oluşum Ortamı: Ön Bulgular / *Formation Environment of Ferrous Manganese Mineralizations Observed Around Balçıklı Village (Van-Türkiye): Preliminary Findings* 138

**Tijen Üner**



- Derinkuyu Yöresindeki Gabro ve Plajiyogranitlerin Mineral Kimyası ve Kristallenme Koşulları 140  
(Nevşehir/Orta Anadolu) / *Mineral Chemistry and Crystallization Conditions of Gabbro and Plagiogranites in Derinkuyu Region (Nevşehir/Central Anatolia)*  
**Ayşe Orhan, Musa Avni Akçe**
- Kapıkaya (Bolu Masifi) Plutonik Kayaçların Petrografisi ve Jeokimyası / *Petrography and Geochemistry of Kapıkaya (Bolu Massif) Plutonic Rocks* 142  
**Sabir Rasimgil, Nurdane İlbeyli, Alper Güneş, Mehmet Demirbilek**
- Batı Sakarya Zonu'ndaki Jurasik Kumtaşlarından Rb-Sr Kırıntılı Muskovit Yaşları / *In situ Rb-Sr Detrital Muscovite Ages from the Jurassic Sandstones in the Western Sakarya Zone, NW Anatolia* 144  
**Fırat Şengün, Thomas Zack, Delia Rösel**
- Batı Sakarya Zonunda Jurasik Kumtaşlarındaki Kırıntılı Rutillerin Jeokimyası, U-Pb Yaşları ve Kökeni / *Detrital Rutile Geochemistry, U-Pb Ages and Origin of the Jurassic Sandstones in the Western Sakarya Zone* 146  
**Fırat Şengün, Thomas Zack, Delia Rösel**
- Kırıkkale Civarında Yüzeyleyen Kırmızı Renkli Neojen Yaşlı Kazmaca Formasyonu ile Üst Eosen-Alt Miyosen Yaşlı İncik ve Bayındır Formasyonları; Jeolojik ve Jeokimyasal Yorumu / *Red Colored Neogene Kazmaca Formation and Upper Eocene-Lower Miocene İncik and Bayındır Formations Cropping Out Around Kırıkkale; Geological and Geochemical interpretation* 148  
**Menevşe Altan, Berna Yavuz Pehlivanlı**

**Not:** 10. Jeokimya Sempozyumu Düzenleme Kurulu kararı ile sunumu yapılmayan bildiri özetleri kitapçığa dahil edilmemiştir.



17-19 Ekim 2024, Antalya, Türkiye

**10.**Jeokimya  
Sempozyumu



**10.**Geochemistry  
Symposium

17-19 October 2024, Antalya, Türkiye

## **PETROLOJİ VE PETROJENEZ**

## **PETROLOGY AND PETROGENESIS**

## Batı Anadolu Andezitleri - Doğu Anadolu Bazaltları. Volkanizma Tektonik İlişkileri (a) Batı Anadolu

*Western Anatolian Andesite vs Eastern Anatolian Basalts. Volcanism Tectonic Relations - (a) Western Anatolia*

**Mehmet Yılmaz Savaşçın<sup>1</sup>, Murat Tokçer<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir  
(yilmaz.savascin@deu.edu.tr)

### Özet

Batı Anadolu, Alt – Orta Miyosen yaşlı, potasyumca zengin, ilk yay ardı, kalk – alkali (21–16 Ma), dalan dilim bağlantılı şosonitik – alkali trakitik (18 – 10 Ma), ultra potasik – şosonitik / lamproitik, intraplate (16.7 – 16.3 Ma) ve OIB türü volkanik kayaların yer aldığı Kula Volkanizması (2 – 0 Ma) gibi farklılıklar sunar. Çok geniş alanlara yayılan en yaşlı kalk – alkali kayalar, genleşme tektoniği ürünü, büyük havzalardaki karasal sedimantasyon ile aralanmalıdır (Graben Volkanizması). Dalan dilimdeki güçlü dehidrasyonunun katkısı ile daha düşük ergime ısısı kazanan bu kalk – alkali ve şosonitik kayalar, manto kaması metasomatizması sonucu alt kabuk - litosferik mantodaki bölümsel ergimelerin ürünleridirler. Yükselen magma odası ufak bir sarsıntıda gazını yitirdiği için ergime ısısı artacağından yüzlekleyemeden skarnlı derinlik kayaları olarak katılırlar.

Doğu Anadolu'daki Avrasya – Arap Plakası çarpışması sonucu Anadolu'nun batıya kayış hızını gösteren GPS vektörleri normal durumun tersine Batıya doğru yavaşlamayarak hızlanırlar. Bunun bir başka jeolojik olay ile açıklanması gerekir. Ege Denizi, Yunanistan ve Bulgaristan'ın KD uzanımlı dalan dilim üzerinde, Afrika'ya B. Anadolu'dan daha farklı sıkışma hızlarıyla yaklaşmaları B. Anadolu'nun özgün genleşmesinin nedenidir. Bu genleşme sürecinde, KD yönünde dalan dilime dik KB uzanımlı yeni grabenlerin oluşması ile (Neo tektonik) ilk kez dilim bağlantılı, şosonitik - alkali graben volkanizması Foça, Karaburun, Ayvalık ve Midilli de izlenir. Bu yeni alkali ürünler kapsamında Urla – Ovacık ve Foça'da gözlenen havaitik kayalar (10 Ma) birkaç milyon yıl sonra, Kula'da yırtılan dilimin altından türeyecek Intraplate – OIB (Kulaitler 2 – 0 Ma) ürünlerin ilk işaretleridirler.

**Anahtar Kelimeler:** Batı Anadolu Andezitleri, Doğu Anadolu Bazaltları, Volkanizma



## Abstract

Western Anatolia includes Lower - Middle Miocene age, potassium-rich, back-arc calc-alkaline (21-16 Ma), subducting related shosonitic - alkaline trachytic (18 - 10 Ma), ultra-potassic - shosonitic / lamproitic, intraplate (16.7 – 16.3 Ma) and OIB type Kula Volcanism (2 – 0 Ma). The oldest calc-alkali rocks, spread over very wide areas, are products of extensional tectonics and intercalated with terrestrial sedimentation in large basins (Graben Volcanism). These calc-alkali and shosonitic rocks are the products of partial melting in the lower crust - lithospheric mantle because of mantle wedge metasomatism. As the rising magma chamber loses its gas in a small earthquake or volcanic explosion, the melting temperature will increase and they solidify as plutonic rocks with skarns before they can surface.

Because of the Eurasia-Arabian Plate collision in Eastern Anatolia, GPS vectors showing the westward shift speed of Anatolia, unlike the normal situation, do not slow down towards the West but accelerate. This must be explained by another geological phenomenon. The fact that the Aegean Sea, Greece and Bulgaria, on the NE-trending subducting slice, approach Africa with different compression velocities than Western Anatolia is the reason for the unique expansion of Western Anatolia. During this expansion process, with the formation of new NW-trending grabens perpendicular to the subducting slice in the NE direction (Neo tectonics), subduction related shosonitic - alkaline graben volcanism is observed for the first time in Foça, Karaburun, Ayvalık and Lesvos. Within the scope of these new alkaline products, the hawaiitic rocks (10 Ma) observed in Urla - Ovacık and Foça are the first signs of Intraplate - OIB (Kulaites 2 - 0 Ma) products that will be derived from under the ruptured slice in Kula, a few million years later.

**Key Words:** Western Anatolian Andesites, Eastern Anatolian Basalts, Volcanism



## Batı Anadolu Andezitleri - Doğu Anadolu Bazaltları. Volkanizma tektonik ilişkileri (b) Doğu Anadolu

*Western Anatolian Andesite vs Eastern Anatolian Basalts. Volcanism - Tectonic Relations.  
(b) Eastern Anatolia*

**Mehmet Yılmaz Savaşçın<sup>1</sup>, Murat Tokçær<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir  
(yilmaz.savascin@deu.edu.tr)

### Özet

Orta ve Doğu Anadolu, son 12 Milyon yıldır faaliyet gösteren doğrultu atımlı fayların egemen olduğu bölgesel tektonik rejim (KAF, BKB, 12 Ma ve DAF, KD, 6 Ma) ile farklı kimyasal bileşimlere sahip magmatik aktivitesi arasındaki ilişkinin anlaşılması için önemli bir bölgedir. Bölgede yaygın olan genç dönem volkanizmanın stratigrafik, petrografik ve jeokimyasal özgünlükleri esasında Bingöl – Karlıova’da kesişen bu iki ana fayın yapısallığı ile bağlantılıdır. Doğrultu atımlı tektoniğin egemenliğinde intersismik kayma eğrilerinin yaklaşma ve uzaklaşma konumlarının, gerinim değerlerini yavaşlatarak makaslamayı engellemesi veya tam tersi volkanik aktivitenin varlığını belirleyicidir.

Kayseri, Kapadokya, Hasan Dağ Tunceli – Bingöl gibi yörelerde volkanik patlama ürünü piroklastitler çok kalın istifler sunarlar. Bu aynı zamanda magma odasının aşırı gaz fazı (uçuşkan) yitirmesi ve buna bağlı ergime ısısının yükselmesi sonucu yüzlekleyemeden sığ derinliklerde katılaşması anlamındır. Doğu Anadolu’daki porfiri kayaların ve bunlarla ilişkili porfiri bakır, altın, gümüş yataklarının yaygınlığı bu savı destekler.

Tunceli – Bingöl çevresinde yaygın olan bu porfiritik kayalar kendilerinde çok daha genç olan KAF ve DAF uzantılı faylar boyunca yükselmişlerdir. Aynı yörede doğrultu atımlı fayların düşey parametrelerinin varlığı da bilinmektedir. Tektonik rejim değişikliği olmaksızın gelişen bu normal faylar, yanal değişim sunmayan, yaklaşık 200 m bir kot farkı oluşturmuşlardır. Geniş bir alanda çok yaygın olarak yüzlekleyen bu porfiritik kayalar ve daha genç olan son alkali volkanizmanın arazideki yayılımı, sığ derinliklerde katılaşmış olan porfiri kayaların izleyen alkalilerin yükselimini bloke ettiği izlenimi sunarlar.

**Anahtar Kelimeler:** Batı Anadolu Andezitleri, Doğu Anadolu Bazaltları, Volkanizma





## Abstract

Eastern Anatolia represents an important region to understand the association between a regional tectonic regime, mainly dominated by strike-slip faults operating at least in the last 12 Ma (NAF, WNW, 12 Ma and EAF, NE, 6 Ma) and magmatism activity with diverse chemical compositions. The stratigraphic, petrographic and geochemical specificities of the young period volcanism common in the region are essentially linked to the structural structure of these two main faults that intersect in Bingöl - Karlıova. Under the dominance of strike-slip tectonics, the convergence and divergence positions of interseismic slip curves slow down the strain values and prevent shearing, or vice versa, is a determinant of the presence of volcanic activity.

In regions such as Kayseri, Cappadocia, Hasan Dağ Tunceli - Bingöl, pyroclastic products of volcanic eruption present very thick layering. This also means that the magma chamber loses excessive gas phase (volatile) and solidifies at shallow depths without being able to surface as a result of the increase in the melting temperature. The prevalence of porphyry rocks and associated porphyry copper, gold and silver deposits in Eastern Anatolia supports this claim.

These porphyritic rocks, which are common around Tunceli - Bingöl, were uplifted along the NAF and EAF related faults, which are much younger themselves. The existence of vertical parameters of strike-slip faults in the same region is also known. These normal faults, which developed without any change in tectonic regime, created an elevation difference of approximately 200 m without any lateral change. These porphyritic rocks, which are widely exposed in a large area, and the spread of the last younger alkaline volcanism in the field, give the impression that porphyry rocks solidified at shallow depths blocked the rise of subsequent alkalis.

**Key Words:** Western Anatolian Andesites, Eastern Anatolian Basalts, Volcanism

## Üçkapılı Granitinin Gümüşler Metamorfik Kayalarla İlişkisi: Niğde, Orta Anadolu

*Relationship of Üçkapılı Granite with Gümüşler Metamorphic rocks: Niğde, Central Anatolia*

**Meral Gürel<sup>1</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Türkiye

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Mühendislik Fak. Jeo. Müh. Böl. Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM), Ankara  
(meral.gurel@mta.gov.tr)

### Özet

Orta Anadolu Kristalen Kompleksi (OAKK), Neotetis yitim kuşağının kapanmasıyla Geç Kretase-Erken Paleosen dönemlerinde farklı tektonik olaylara bağlı gelişen kalkalkalen karakterden, şoşonitik ve alkalen karaktere kadar değişen farklı bileşimde felsik ve mafik kayaların oluşmasına neden olmuştur. Bu kapanma, Geç Kretase-Erken Paleosen dönemlerinde çeşitli tektonik olaylar nedeniyle meydana gelmiştir. Bu farklılıklar gerek metalik gerekse endüstriyel hammadde cevherleşmeleri açısından önemli rol oynamışlardır. OAKK ait intrüzif kayalar granitik, monzonitik ve siyenitik bileşimli olup farklı alanlarda yayılım göstermektedirler. Bu farklı karakter ve magmatik bileşimdeki kayalar, birçok metalojenik kuşağın oluşumuna neden olmuş ve sokulum yaptıkları birimleri sıcak dokanakla keserek kontakt metasomatik (skarn) gelişimlere neden olmuştur. Bununla birlikte kontakt metamorfizmaya bağlı olarak bölgede cevher elementi mobilizasyon süreçleri gerçekleşmiştir. Niğde masifi içerisindeki Üçkapılı granitleri Gümüşler metamorfik kayalarına sokulum yaparak kontakt metasomatik oluşumlara neden olmuştur. Üçkapılı graniti her ne kadar “S” tipi alkalen karakterli magmatik kayalar sınıfına dahil edilse de bölgedeki jeolojik yayılım, dokusal ve mineralojik bileşimlerin yanı sıra jeokimyasal davranış açısından kalkalkalen karakterli magma ürünü olan çarpışma sonrası granitlere ait veriler sunduğu belirlenmiştir. Üçkapılı granitlerinin Rb’a karşı Y+Nb tektonik ortam ayırtman diyagramında, daha çok çarpışma ile eş yaşlı ve volkanik yay alanlarında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Üçkapılı granitlerinden ayıklanan zirkon mineralleri U-Pb yöntemlerine göre  $82.3 \pm 0.53$  My olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; Üçkapılı granitlerinin çarpışma sonrası derinlerden yükselen ve kıtasal kabuğa sokularak yükselmesi ile üst kabuktaki kısmi ergimeler sonucu kısmen “S” tipi ve daha derinlerden sokulan granitik magmaların ise “I” tipi magmatik kökenli granitleri temsil ettiği ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Orta Anadolu, Niğde, Üçkapılı Graniti, U-Pb yaşlandırma



## Abstract

The formation of felsic and mafic rocks with different compositions, ranging from calc-alkaline to shoshonitic and alkaline characters, was caused by the Central Anatolian Crystalline Complex (CACC) as a result of the closure of the Neotethys ocean. This closure occurred due to various tectonic events during the Late Cretaceous-Early Paleocene periods. These differences played an important role in terms of both metallic and industrial raw material mineralization. Intrusive rocks belonging to the CACC have granitic, monzonitic, and syenitic compositions and are distributed in different areas. These rocks with varying characters and magmatic compositions caused the formation of numerous metallogenic belts and initiated contact metasomatic (skarn) developments by intersecting the units they intruded with hot contact. However, ore element mobilization processes occurred in the region due to contact metamorphism. The Üçkapılı granites within the Niğde massif intruded into Gümüşler metamorphic rocks and caused contact metasomatic formations. Although Üçkapılı granite plot on the category of "S" type alkaline character magmatic rocks, it has been observed that it provides data on post-collision granites, which are products of calc-alkaline magma, in terms of geological distribution, textural and mineralogical compositions in the region, as well as geochemical behavior. The Rb versus Y+Nb tectonic environment separation diagram of Üçkapılı granites, was determined that they were mostly concentrated in Syn-Colg and VAG areas. Zircon extracted from Üçkapılı granites was determined to be  $82.3 \pm 0.53$  Ma according the U-Pb methods. As a result; it has been revealed that Üçkapılı granites represent partly "S" type granites due to partial melting rising from depths after the collision and being intruded to the upper continental crust, whereas granitic magmas intruded from deeper layers represent "I" type granites of magmatic origin.

**Keywords:** Central Anatolia, Niğde, Üçkapılı Granite, U-Pb dating

## Kısmi Ergimeye Uğramış Kayalarda Bulunan Granatların Raman Karakteristikleri

### *Raman Characteristics of Garnets in Partially Melted Rocks*

Aslıhan Korkmaz Eryılmaz<sup>1</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1</sup>, Bilgehan Kırmanlı<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye-06830  
(aslikorkmaz@ankara.edu.tr)

### Özet

Kısmi ergimeye uğramış kayalarda ilksel bileşimlerine bağlı olarak, basınç ve sıcaklık etkisi ile granat mineralleri oluşabilmektedir. Bu granatlar metamorfizmanın etkisiyle oluşabileceği gibi, ilksel kayanın kalıntı granatları da olabilir. Sıkışmaya bağlı olarak yüksek sıcaklık etkisi altında kalan granat minerallerinin Raman karakteristiklerini araştırabilmek amacıyla Shengush (Himalayalar), Akdağmadeni (Yozgat) ve Üçkapılı (Niğde) bölgelerinden kaya örnekleri toplanarak Konfokal Raman Spektroskopisi (KRS) çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Akdağmadeni'nden alınan, metapsemitik kökenli migmatit örnekleri intrüzyon etkisi ile oluşmuştur. Kuvars, plajiyoklaz, skapolit, piroksen, amfibol, titanit, kalsit, granat mineral parajenezine sahiptir ve granat mineralinin türü Grossular olarak tespit edilmiştir. Üçkapılı'daki granitoidler bölgede bulunan metamorfiklere sokulum yapmaktadır. Bu granitoidlerde intrüzyonun iç kısımlarından ve kısmi ergimeye uğramış ksenolitlerden örnekleme yapılmıştır. Kuvars, plajiyoklaz, mika, granat mineral bileşimine sahip kayalarda granat minerali Almandin-Spessartin olarak tespit edilmiştir. Tetis Okyanusu'nun kapanması sırasında gerçekleşen dalma-batmanın kayıtlarının izlenebildiği Himalaya dağ kuşağında metabazik kökenli, yüksek metamorfizma derecesine sahip, kısmi ergime sürecinin başlangıcını temsil eden epidot amfibol gnays kayalarından örnekleme yapılmıştır. Amfibol, epidot, plajiyoklaz, kuvars, K-feldispat, granat ve opak mineral parajenezine sahip kayalarda, granat minerali Pirop olarak tespit edilmiştir. Kashmir White olarak da bilinen, migmatitten S-tipi granite dönüşmüş örnek ise karşılaştırılanlar arasındaki en yüksek sıcaklığı işaret etmektedir.

Granat minerallerinin genel formülü  $X_3Y_2(SiO_4)_3$  olarak bilinmektedir. Ölçülen Raman spektrumları  $SiO_4$  tetrahedrasının iç modlarına, öteleme ve dönme modlarına, ayrıca X bölgesindeki iki değerlikli kationların ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ) öteleme hareketine bağlıdır. Fe-Al granat serisi (pirop, almandin, spessartin) için gerilme ve dönme modları, iki kenarı paylaşarak  $SiO_4$  tetrahedrası ile bağlanan, X bölgesinde bulunan kationlardan kaynaklanmakta olup; Ca-Fe granat serisiyle (grossular, andradit, uvarovit) karşılaştırıldığında bariz Raman kaymaları gösterebilmektedir. Her iki serideki üyelerin Raman kaymaları, Fe-Al granat serisi için X bölgesindeki ( $\sim 240\text{ cm}^{-1}$ ) ve Ca-Fe granat serisi için Y bölgesindeki ( $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $V^{3+}$ ,  $Zr^{3+}$ ) kationların özelliklerine bağlıdır, Y bölgesinde Raman aktif titreşim görülmemektedir. Sonuç olarak granat oluşumlarında sıcaklığın artmasına bağlı olarak, özellikle Si-O gerilme titreşimlerinden kaynaklanan  $\sim 920\text{ cm}^{-1}$  civarında görülmesi beklenen piklerde Raman kaymalarının daha fazla olduğu gözlenmiştir ve buna bağlı olarak oluşan granatların Raman kayma değerlerini kullanarak ortamdaki sıcaklık hakkında bilgi sahibi olmanın mümkün olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kısmi ergime, Konfokal Raman Spektrometresi, Granat



## Abstract

Depending on their primary composition, garnets can form in partially melted rocks under the influence of pressure and temperature. These garnets may be formed by the effect of metamorphism, or they may be remnant garnets of the primary rock. In order to investigate the Raman characteristics of garnet minerals under the influence of high temperature due to compression, Confocal Raman Spectroscopy studies were carried out on samples were collected from Shengus (Himalayas), Akdağmadeni (Yozgat) and Üçkapılı (Niğde) regions. Metapsammitic migmatite samples taken from Akdağmadeni were formed by the intrusion. It has quartz, plagioclase, scapolite, pyroxene, amphibole, titanite, calcite and garnet mineral paragenesis, and the type of garnet is Grossular. Granitoids in Üçkapılı intrude into the metamorphics in the region. In these granitoids, partially melted xenolith samples were taken. Rocks have quartz, plagioclase, mica and garnet mineral composition, the garnets detected as Almandine-Spessartin. Epidote amphibole gneiss rocks of metabasic origin, representing the beginning of the partial melting process, were sampled in the Himalayas, where can be observed the records of subduction during the closure of the Tethys Ocean. The garnet mineral Pyrope was detected in rocks with amphibole, epidote, plagioclase, quartz, K-feldspar and opaque minerals. The sample transformed from migmatite to S-type granite, also known as Kashmir White, indicates the highest temperature among those compared.

The general formula of garnets is  $X_3Y_2(SiO_4)_3$ . The measured Raman spectra depend on the internal modes of the  $SiO_4$  tetrahedra, the translational and rotatory modes, as well as the translational motion of divalent cations ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ) in the X region ( $\sim 240\text{ cm}^{-1}$ ). The stretch and rotary modes for the Fe-Al garnet series (pyrope, almandine, spessartine) are due to the cations located in the X region, which are bonded with  $SiO_4$  tetrahedra; show obvious Raman shifts as compared with those for the Ca-Fe garnets (grossular, andradite, uvarovite). The Raman shifts of members in both series are attributed to the properties of the cations in the X region for the Fe-Al garnet series and in the Y region ( $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $V^{3+}$ ,  $Zr^{3+}$ ) for the Ca-Fe garnet series, the Y-site does not produce Raman active vibrations. As a result, it has been observed that Raman shifts around  $\sim 920\text{ cm}^{-1}$  are greater due to the increase in temperature in garnet formations, and accordingly, it is possible to obtain information about the temperature of the environment via the Raman shift values.

**Keywords:** Partial melting, Confocal Raman Spectrometry, Garnet



## Oluşum Ortamlarına Göre Farklı Kuvars Minerallerinin Konfokal Raman Spektrometresi İle İncelenmesi

*Examination of Different Quartz Minerals According to Their Formation Environments with Confocal Raman Spectrometry*

**Bilgehan Kırmancılı<sup>1</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1</sup>, Aslıhan Korkmaz Eryılmaz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara  
(bkirmancili@ankara.edu.tr)

### Özet

Kuvars minerali, magmatik, metamorfik ve sedimanter kayaların en önemli kayaç yapıcı bileşenlerinden birini temsil etmektedir. Bu mineraller, farklı koşullarda oluşmalarından kaynaklı makroskobik ve mikroskobik olarak oluşum ortamlarına özgü davranışlar sergilemektedirler. Ancak spektroskopik ölçüm yöntemlerine göre kuvars tipi minerallerin özgün ayırım yapılabilecek sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı oluşumları ve kökenlerine göre magmatik, sedimanter ve metamorfik olmak üzere üç ayrı grupta bulunan kayaların içerisindeki farklı kuvars minerallerinin Konfokal Raman Spektrometresi (KRS) ile saptanan kaymalar üzerindeki Raman karakteristiklerini belirlemektir.

Bu çalışmada, magmatik kökenli kuvars örneği granodiyorit ve dasit kayalarından, metamorfik kökenli kayalardan kuvarsit, sedimanter kökenli kayalardan kuvars arenit ve hidrotermal kökenli olarak ise ametist kuvars örneklerinden Raman ölçümleri yapılmıştır.

Kuvarsın Raman spektrumu, kristal kafesin simetrisi ve bileşimi hakkında bilgi sağlayabilir, örnekte bulunan herhangi bir safsızlığı belirleyebilir. Kuvars tipik olarak belirli Raman kaymalarında, örneğin  $464\text{ cm}^{-1}$  (Si-O simetrik gerilme modu) ve  $798\text{ cm}^{-1}$  (Si-O bükülme modu) civarında belirgin Raman pikleri gösterir. Elde edilen Raman spektrumlarında granodiyorit ve dasit kayalarına ait kuvars minerallerinin ana Raman pikleri sırasıyla  $472,88\text{ cm}^{-1}$  ve  $470,94\text{ cm}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Genel olarak Plütonik kayaya ait kuvars mineralinin Raman kaymalarının, volkanik olanla kıyaslandığında daha fazla kayma değerine sahiptir. Metamorfik kuvarsit örneğine ait kuvars mineralinin ana Raman kayma piki  $471,33\text{ cm}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Sedimanter kayalara ait kuvars minerallerinde  $471,59\text{ cm}^{-1}$  ve  $466,84\text{ cm}^{-1}$  iki ana Raman kayama piki son olarak hidrotermal kökenli ametist kuvars mineralinde ise  $468,63\text{ cm}^{-1}$  ana Raman pikleri saptanmıştır. Yapılan incelemelerde genel olarak kuvars minerallerinin kristalleşmesinde sıcaklığın uzun süre ortamda etkin olması ile daha yüksek Raman kayma değerleri gösterdiği ve dolayısıyla magmatik ortamda daha yüksek Raman kaymaları tespit edilmiştir. Kuvarsın Raman spektrumunu karakterize etmek; numunenin sergilediği belirli Raman pikleri veya bantlarını belirlemeyi içerir. Sonuç olarak Raman piklerinin konumlarının, kuvarsın farklı polimorflarını ayırt etmekte kullanılabileceği, aynı zamanda tür ve oluşum ortamı hakkında karakteristik özellikler sergilediği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kuvars, Konfokal Raman Spektrometresi, Ametist

## Abstract

Quartz mineral represents one of the most important rock-forming components of igneous, metamorphic and sedimentary rocks. These minerals exhibit macroscopic and microscopic behaviors specific to their formation environments due to their formation under different conditions. However, a limited number of studies have been carried out to differentiate quartz-type minerals according to spectroscopic measurement methods. The aim of this study is to determine the Raman characteristics of different quartz minerals in three different groups, igneous, sedimentary and metamorphic, according to their formation and origin, on the shifts detected by Confocal Raman Spectrometry (CRS).

In this study, Raman measurements were performed on quartz samples of igneous origin from granodiorite and dacite rocks, quartzite from metamorphic origin rocks, quartz arenite from sedimentary origin rocks and amethyst quartz from hydrothermal origin.

The Raman spectrum of quartz can provide information about the symmetry and composition of the crystal lattice and identify any impurities or defects present in the sample. Quartz typically shows prominent Raman peaks at certain Raman shift wavelengths, for example around  $464\text{ cm}^{-1}$  (Si-O symmetric stretching mode) and  $798\text{ cm}^{-1}$  (Si-O bending mode). In the obtained Raman spectra, the main Raman peaks of quartz minerals belonging to granodiorite and dacite rocks were determined as  $472.88\text{ cm}^{-1}$  and  $470.94\text{ cm}^{-1}$ , respectively. Generally, the Raman shifts of the quartz mineral belonging to the plutonic rock have a higher shift value than the volcanic one. The main Raman shift peak of the quartz mineral belonging to the metamorphic quartzite sample was  $471.33\text{ cm}^{-1}$ . Two main Raman shift peaks of  $471.59\text{ cm}^{-1}$  and  $466.84\text{ cm}^{-1}$  were detected in quartz minerals belonging to sedimentary rocks, and finally,  $468.63\text{ cm}^{-1}$  main Raman peaks were detected in the amethyst quartz mineral of hydrothermal origin. In the studies carried out, it was determined that quartz minerals generally show higher Raman shift values as the temperature is effective in the environment for a long-time during crystallization and therefore show higher Raman shifts in the magmatic environment. Characterizing the Raman spectrum of quartz involves identifying specific Raman peaks or bands exhibited by the sample. As a result, it was determined that the positions of the Raman peaks can be used to distinguish different polymorphs of quartz and also exhibit characteristic features about the species and formation environment.

**Keywords:** Quartz, Confocal Raman Spectrometry, Amethyst



## Biyotitin Kökeninin Raman Karakteristiklerine Göre Değerlendirilmesi: İlk Bulgular

*Evaluation of the Origin of Biotite According to Raman Characteristics: Preliminary Results*

Musa Avni AKÇE<sup>1</sup>, Yusuf Kağan KADIOĞLU<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 50300-Nevşehir

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı-Ankara

<sup>3</sup>Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM), 06830 Gölbaşı-Ankara  
(akce@nevsehir.edu.tr)

### Özet

Biyotit, fillosilikatlar ya da diğer adıyla levha silikatlar grubuna ait önemli bir mika mineralidir. Trioktahedral fillosilikatlardan biri olan biyotit siyah mika olarak da bilinmektedir. Magmatik, metamorfik ve sedimanter süreçlerle oluşabilen biyotitler uygun koşullar altında farklı bileşim ve tipteki kayalar içerisinde bulunabilmektedir. Asidik magmatik kayalarda özellikle granitik bileşimli kayalarda ana mafik mineral olarak gözlenen biyotitler, metamorfik kayalarda ise genelde yeşilist fasiyesindeki şist ve gnayslar ile epidot amfibolit ve amfibolit fasiyesindeki gnayslar içerisinde yer almaktadırlar. Bilindiği üzere fillosilikatlar, değişken yapılara ve karmaşık bir kimyaya sahiptirler. Bu nedenle farklı fillosilikat minerallerinin Raman kaymalarında spektral açıdan bazı farklılıklar gözlenir. Magmatik kristalizasyon-diferansiyasyon süreçlerine bağlı değişimler veya metamorfizma sırasında etkili olan sıcaklık-basınç koşullarındaki farklılıklar da bu minerallerin Raman spektrumlarının şiddetini ve dalga sayısını etkileyebilmektedir. Yapılan bu çalışma kapsamında Orta Anadolu'dan alınan magmatik ve metamorfik kayalar içerisindeki biyotitlerin Raman spektralleri karşılaştırılmış, elde edilen ilk bulgular ışığında farklı kökene sahip biyotitlerin Raman spektrumlarında gözlenen farklılıklar ve pik kaymaları irdelenmiş olup aralarındaki ayırım ortaya konulmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Raman spektroskopisi, Biyotit, S-tipi granitler, Yeşilist fasiyesi kayaları



## Abstract

Biotite is an important mica mineral belonging to the group of phyllosilicates, or sheet silicates. Biotite, one of the trioctahedral phyllosilicates, is also known as black mica. Biotites, which can be formed by igneous, metamorphic and sedimentary processes, can be found in rocks of different compositions and types under suitable conditions. In acidic igneous rocks, biotites are observed as the main mafic mineral, especially in granitic rocks. In metamorphic rocks, they are generally found in schists and gneisses in the greenschist facies and gneisses in the epidote amphibolite and amphibolite facies. As is known, phyllosilicates have variable structures and complex chemistry. Therefore, some spectral differences are observed in the Raman shifts of different phyllosilicate minerals. Changes due to igneous crystallization-differentiation processes or differences in temperature-pressure conditions during metamorphism can also affect the intensity and wave number of the Raman spectra of these minerals. Within the scope of this study, the Raman spectra of biotites in igneous and metamorphic rocks from Central Anatolia were compared and the differences and peak shifts observed in the Raman spectra of biotites of different origins were examined in the light of the preliminary findings obtained and the distinction between them was tried to be revealed.

**Keywords:** Raman spectroscopy, Biotite, S-type granites, Greenschist facies rocks

## Doğanyurt Kastamonu Grafitlerinin Kristal Yapılarının ve Safsızlıklarının Spektroskopik Yöntemlerle Belirlenmesi

*Determination of Crystal Structures and Impurities of Doğanyurt Kastamonu Graphites by Spectroscopic Methods*

**Güldane Akıllı<sup>1</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>2-3</sup>**

<sup>1</sup>Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara

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

<sup>3</sup>Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM), 06830 Ankara  
guldane.akilli@enerji.gov.tr, kadi@ankara.edu.tr

### Özet

Çalışma alanı, Kastamonu iline bağlı Doğanyurt ilçesinin güneydoğusunda ve İnebolu ilçesinin güneybatısında ve Kuzey pontidlerin doğusunda bulunmakta olup alt zonlarında Küre Kompleksi yer almaktadır. Çalışma alanı; Akgöl Formasyonu, Kastamonu Granitoyidi, İnaltı Kireçtaşı, Ulus Formasyonu ile Gökçeğaç Formasyonlarından oluşmaktadır. Çalışma alanında; gnays, amfibolit ve mermer gibi yüksek dereceli metamorfik kayalar ile magmatik kayalar (granit, granodiyorit, diyorit vb.) yüzeylenmektedir. Bölgedeki grafitler daha çok magmatik kayalar (Kastamonu Plütonu) ile gnays amfibolit bileşimindeki metamorfik kayaların dokanağında kontakt zonlarda gelişmiştir. Grafitin kristal yapısı ve içerisindeki safsızlıklar grafitin fiziksel ve kimyasal özelliklerini doğrudan etkilediği için grafitin kullanım alanlarına yönelik uygunluğunu belirlemektedir. Bu çalışmada Doğanyurt-Kastamonu sahasından alınan grafit örneği üzerinde yapılan minerolojik, petrografik ve spektroskopik (Konfokal Raman Spektroskopisi (KRS), X-Işınları Floresans Spektrometresi (XRF)) analizler ile grafitin tane boyutları, kristal yapısı, safsızlık içerikleri, oluşum koşulları, jeokimyası ve karbon miktarları tespit edilerek, uç ürün uygulamalarında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Konfokal Raman Spektroskopisi (KRS) analizi ile grafitin karakteristik bantları olan; D Bandı (yaklaşık  $1350\text{ cm}^{-1}$ ), G Bandı (yaklaşık  $1580\text{ cm}^{-1}$ ) ve 2D Bandı (yaklaşık  $2700\text{ cm}^{-1}$ ) referans değerleri ile ölçülen spektrum değerleri karşılaştırılarak, genellikle pik pozisyonları ve yoğunlukları gibi kriterlere bakılarak Doğanyurt Kastamonu grafitinin safsızlıkları, kristal yapısı ve oluşum ortamları değerlendirilmiştir. Yapılan analizde grafitin karakteristik bantlarına karşılık gelen pikler D Bandı  $1339.84\text{ cm}^{-1}$ , G Bandı  $1586.66\text{ cm}^{-1}$  ve 2D Bandı  $2688.75\text{ cm}^{-1}$  olarak ölçülmüş ve bu değerler grafit içerisindeki safsızlıkların (Si, Al gibi) nispeten az olduğunu, yaklaşık  $460\text{-}540^\circ\text{C}$  sıcaklıkta orta-yüksek dereceli metamorfizma şartlarında oluştuğunu ve endüstriyel hammadde olarak kullanımında kaliteli kristal yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Düzgün ve kaliteli kristal yapısına sahip grafitler günümüzde özellikle şarj edilebilir bataryalar, güneş pilleri, nükleer enerji ve hidrojen depolama gibi alanlarda verimliliği ve dayanıklılığı artırmak amacıyla tercih edilen stratejik bir hammadDEDİR.

**Anahtar Kelimeler:** Doğanyurt, Grafit, Raman Spektroskopisi.





## Abstract

The study area is located in the southeastern part of Doğanyurt district in Kastamonu province and the southeastern part of İnebolu district, situated in the eastern section of the Northern Pontides, within the Küre Complex tectonic zone. The study area is composed of the Akgöl Formation, Kastamonu Granite, Inaltı Limestone, Ulus Formation, and Gökeçağaç Formation. Within the study area, graphites have developed in contact zones between high-grade metamorphic rocks such as gneiss, amphibolite and marble and igneous rocks (granite, granodiorite, diorite, etc.). The graphites in the region have formed in contact zones between metamorphic rocks in amphibolite facies and magmatic rocks (Kastamonu Pluton). The physical and chemical properties of graphite, which are directly influenced by its crystal structure and impurities, are critical for determining its suitability for various applications. In this study, mineralogical, petrographic, and spectroscopic analyses (Confocal Raman Spectroscopy (CRS), X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF)) were conducted on graphite samples from the Doğanyurt-Kastamonu region to evaluate their grain size, crystal structure, impurity content, formation conditions, geochemistry, and carbon content. The CRS analysis compared the characteristic bands of graphite (D Band, approximately  $1350\text{ cm}^{-1}$ ; G Band, approximately  $1580\text{ cm}^{-1}$ ; and 2D Band, approximately  $2700\text{ cm}^{-1}$ ) with reference values, assessing factors such as peak positions and intensities. The results indicate that the graphite from Kastamonu has relatively low impurity levels (e.g., Si, Al), and the characteristic peaks were measured as D Band  $1339.84\text{ cm}^{-1}$ , G Band  $1586.66\text{ cm}^{-1}$ , and 2D Band  $2688.75\text{ cm}^{-1}$ . These findings suggest that the graphites formed under moderate to high-grade metamorphism at temperatures of approximately  $460\text{-}540^\circ\text{C}$ , resulting in a high-quality crystal structure suitable for use as an industrial raw material. Graphites with a uniform and high-quality crystal structure are now considered strategic raw materials, particularly in applications such as rechargeable batteries, solar cells, nuclear energy, and hydrogen storage, where they are used to enhance efficiency and durability.

**Keywords:** Doğanyurt, Graphite, Raman Spectroscopy.

## Toros mikrokıtasındaki Ofiyolitlere ve Pindos–Huğlu Birimlerine ait Jeokimyasal ve Jeokronolojik Bulgular, Türkiye ve Mesozoyik Pindos ile İç Torid Okyanus Havzaları Arasındaki Bağlantıya İlişkin Çıkarımlar

*Geochemical and Geochronological Findings on the Ophiolites and Huğlu-Pindos Units of the Tauride Ribbon Continent, Türkiye, and Implications for the Connection between the Mesozoic Pindos & Inner Tauride Ocean Basins*

**Ender Sarifakioglu<sup>1</sup>, Alican Ozturk<sup>2</sup>, Yıldırım Dilek<sup>3</sup>, Bilgehan Yabgu Horasan<sup>4</sup>, Tamara Bayanova<sup>5</sup>, Mustafa Sevin<sup>6</sup>, Muhammed Çoban<sup>7</sup>, Elizarov Dmitry Vladimirovich<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 18100, Çankırı, Türkiye

<sup>2</sup>Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya, Türkiye

<sup>3</sup>Department of Geology & Environmental Earth Science, Miami University, Oxford, OH 45056, USA

<sup>4</sup>Konya Selçuk Üniversitesi, Çevre Koruma Teknolojileri, Konya, Türkiye

<sup>5</sup>Geological Institute, Kola Science Centre RAS, 14 Fersman Street, Apatity, Russia

<sup>6</sup>MTA Genel Müdürlüğü, 06530, Ankara, Türkiye

<sup>7</sup>MTA Genel Müdürlüğü, Güneydoğu Anadolu Bölge Müdürlüğü, Diyarbakır, Türkiye  
(enders@karatekin.edu.tr)

### Özet

Toros mikrokıtasındaki Bozkır biriminde gözlenen Hatip–Çayırbağı and Dipsizgöl ofiyolitleri başlıca üst manto peridotitleri, daha az ultramafik kümülatlar ve yer yer peridotitleri kesen mikrogabro ve diayabaz dayklarından oluşur. Hatip–Çayırbağı ve Dipsizgöl ofiyolitlerine ait bazaltik kayalar genellikle N-MORB, P-MORB ve OIB jeokimyasal özellikleri gösterirler. Bu geniş jeokimyasal yelpaze içindeki petrolojik özellikler, sorguç tipi manto ile litosferik manto etkileşiminden itibaren oluşan magma kaynağından kısmi ergimeyi işaret ederek, yay-gerisi okyanusal basenlerde üretilen lavların bileşimine benzerlik sunmaktadır. Bazik kayalardan elde edilen Rb-Sr tüm kaya izokron yaşı  $183 \pm 69$  Ma olup, Geç Permiyen ile erken Geç Kretase aralığında bir okyanusun varlığına işaret eder. Huğlu Birimi, Orta–Üst Triyas bazalt, piroklastik kaya, Triyas’tan Üst Kretase’ye kadar pelajik–neritik kireçtaşı ve radyolarit megabloklarını içermektedir. Hatip–Çayırbağı and Dipsizgöl ofiyolitleri Dinarid–Hellenid mikrokıtası ile Pelagonya Platformu arasında Geç Triyas’ta açılan Pindos yay-gerisi okyanusal basenine ait ofiyolitlere benzerlik sunarken, Huğlu Birliğine ait kaya birimleri, kaotik yapısı ve yaş aralığı bakımından Orta–Üst Triyas’dan Kretase’ye kadar mevcut olan ve Mesozoyik Pindos Okyanusunun (PO) doğudaki eşleniğini temsil eden Güney İç Torid Okyanusunun (GİTO) Toros mikrokıtası içerisinde Orta–Üst Triyas’da açılmış kıtasal bir yay-gerisi ortamının ilk ürünleridir. Toros mikrokıtasına ait Permiyen kireçtaşlarını kesen lamprofir dayklarından elde edilen  $65 \pm 6$  Ma Rb-Sr biyotit izokron yaşları, Geç Kretase–Erken Paleosen’de GİTO’nun kapandığını ve Toros mikrokıtasının birlikleri olan Torid ve Anatolid platformlarının bir araya geldiğini göstermektedir. Anatolidler’in okyanusal yay-gerisi ortamından yay-önü ortamına kadar jeokimyasal özellikler sergileyen Yunak, Çeşmelisebil ve Altnekin ofiyolitleri, Mesozoyik’de varlığını sürdüren Kuzey İç Torid Okyanusunu (KİTO) temsil etmektedir. Altnekin ofiyolitik mélanjını kesen şoşonitik karakterli bir bazik daykın zirkon kristallerinden  $85-70$  Ma izotop U-Pb yaşı elde edilmiştir. Bu intruzyonlar olgunlaşmamış bir volkanik yayın ilk magmatik ürünlerini temsil ederler. Neotetis okyanusunun geç Permiyen’de açılması ile Dinarid–Hellenid–Toros karbonat platformlarını içeren Apulya mikrokıtası, Gondvana kıtasından kopmuştur. Bu okyanusun bir kolunu temsil eden PO baseni Apulya mikrokıtası içinde muhtemelen erken? Triyas’da açılmış olup, Pindos–Huğlu birimlerini oluşturmuş ve Geç Kretase–Erken Paleosen’de kapanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Toros Mikrokıtası, Dipsizgöl ofiyoliti, Pindos–Huğlu birimleri, Altnekin ofiyoliti, Yay gerisi-yayönü



## Abstract

Hatip-Çayırbağı and Dipsizgöl ophiolites within the Bozkır tectonic unit of the Tauride ribbon continent consist mainly of upper mantle peridotites, rare ultramafic cumulates, and microgabbro-dolerite dykes that locally crosscut the peridotites. Basaltic rocks of the Hatip-Çayırbağı and Dipsizgöl ophiolites display N-MORB, P-MORB, and OIB geochemical affinities, suggesting that their magmas were produced by partial melting of both plume and lithospheric mantle sources. We have obtained a Rb-Sr whole-rock isochron age of  $183 \pm 69$  Ma from mafic rocks. The Huğlu Unit contains Middle-Upper Triassic basalt, pyroclastic rocks, pelagic-neritic limestone, and mega-blocks of Triassic to Upper Cretaceous radiolarites. The Hatip-Çayırbağı and Dipsizgöl ophiolites are geochemically similar to the ophiolites of the Pindos back-arc basin, which opened between the Dinaride-Hellenide microcontinent and the Pelagonia Platform in the Late Triassic. We posit that the Huğlu Unit developed in a continental back-arc setting within the Tauride ribbon continent during the Middle-Late Triassic-Cretaceous. This intra-continental back-arc basin was likely part of the Southern Inner Tauride Ocean, which constituted the eastern equivalent of the Mesozoic Pindos Ocean (PO) farther west. The  $65 \pm 6$  Ma Rb-Sr biotite isochron age obtained from lamprophyre dykes crosscutting the Permian limestones in the Tauride platform indicate that the Tauride and Anatolide platforms were amalgamated during the Late Cretaceous-Early Paleocene as the Southern Inner Tauride Ocean was closed. Yunak, Çeşmelisebil and Altnekin ophiolites in the Anatolides exhibit geochemical characteristics of back-arc to fore-arc environments, and represent the remnants of the Mesozoic Northern Inner Tauride Ocean. We have obtained a U-Pb zircon age of 85–70 Ma from a shoshonitic mafic dyke that crosscuts the Altnekin ophiolitic mélange. We interpret this dyke as a magmatic output of an immature volcanic arc.

With the opening of the Neotethys Ocean in the late Permian, the Apulian microcontinent, which comprised the Dinaride-Hellenide-Tauride carbonate platforms, broke away from the Gondwana continent and drifted northwards. The Pindos basin was a separate seaway in Neotethys and opened within the Apulian microcontinent in the Permo-Triassic and closed in the Late Cretaceous-Early Paleocene.

**Keywords:** Taurus terrane, Dipsizgöl ophiolite, Pindos-Huğlu units, Altnekin ophiolite, Backarc-forearc



## Baddeleyite (ZrO<sub>2</sub>) in Plume and Subduction Zones from AR to PZ Time on Fennoscandian (Baltic) Shield: New U-Pb (TIMS) and LA-ICP-MS Data

Tamara Bayanova<sup>1</sup>, Namık Aysal<sup>2</sup>, Svetlana Drogobuzhskaya<sup>3</sup>, Ender Sarifakioglu<sup>4</sup>, Ksenia Dokukina<sup>5</sup>, Andrey Goev<sup>6</sup>, Salih Bayraktutan<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Geological Institute, Kola Science Centre, Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia

<sup>2</sup>Istanbul University - Cerrahpasa, Engineering Faculty, Department of Geological Engineering, Istanbul, Turkey

<sup>3</sup>Tananaev Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials KSC RAS, Apatity, Russia

<sup>4</sup>Cankiri Karatekin University, Engineering Faculty, Cankiri, Türkiye

<sup>5</sup>Geological Institute of RAS, Moscow, Russia

<sup>6</sup>Sadovsky Institute of Geosphere Dynamics of the Russia Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>7</sup>Ataturk University, Freelancer, Erzurum, Turkey)

([t.bayanova@ksc.ru](mailto:t.bayanova@ksc.ru))

### Abstract

Baddeleyite (ZrO<sub>2</sub>) is one the most important datable mineral compared with zircon for sensitive U-Pb (TIMS) and LA-ICP-MS dating. From Archaean (AR) to Palaeozoic (PZ) time baddeleyite was separated from BIF, PGE and multimetal Co-Cu-Ni, Cr-Ti-Mg-V deposits et set from Fennoscandian Baltic shield. Baddeleyite may originate from plume and subduction related tectonic settings. In continental crust (AR and PR) time baddeleyite grains were founded inside in the zircon and in the other rock-forming minerals. In subduction zone, baddeleyite crystals - are mostly twinned and reflected presence of <sup>231</sup>Pa as discordances in U-Pb concordia diagram due to exceeded <sup>207</sup>Pb (Bayanova et al., 2022). The Kovdor Ti-Mg and baddeleyite ores is a most important PZ massif so it's the second within the world deposit of baddeleyite after the Phalaborwa (S. Africa). With the new U-Pb (TIMS) with artificial <sup>205</sup>Pb/<sup>235</sup>U spike and LA-ICP-MS measurements made in different laboratories (Russia-Turkey-Australia), an age of 380±0.5 Ma was obtained from the Kovdor baddeleyite, and this value proves that it can be used as a new international natural reference material for laboratories using TIMS and LA-ICP-MS instruments. The Paleozoic Kola LIP (large igneous provinces) includes more than 20 massifs, the largest of which are deposits of apatite-nepheline ores - Khibiny, Lovozero, Ti-Mgt and baddeleyite ores – Kovdor. The new U-Pb and LA-ICP-MS data for twinned baddeleyite crystals from Kovdor carbonatites reflect the intervals of LIP (Ernst, 2014) with trap formation (Korchak et al., 2011) from 340 - 380 Ma. In the summary it can be noted that for U-Pb and LA-ICP-MS dating on baddeleyite is a more reliable geochronometer than zircon and is found in rocks of plume and subduction genesis.

All research is carried out within the framework of the programs by Scientific Research Contracts FMEZ-2024-0004

**Keywords:** Baddeleyite, Fennoscandian shield, U-Pb (TIMS), LA-ICP-MS, <sup>231</sup>Pa.

## Nevşehir (Göre) Bölgesi Miyosen-Kuvaterner Yaşlı Volkanik Kayaçlarda Alterasyonla İlişkili Kil Mineral Oluşumlarının Mineralojisi ve Jeokimyası

*Mineralogy and Geochemistry of Alteration-Related Clay Mineral Formations in Miocene-Quaternary Volcanic Rocks in Nevşehir (Göre Region)*

**Murat Çiflikli<sup>1</sup>, Obaidullah Andar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde  
(muratc@nigde.edu.tr)

### Özet

Nevşehir ili güneyinde Kapadokya Volkanik Bölgesi içerisinde yer alan çalışma alanında, Miyosen-Kuvaterner yaşlı volkanik kompleksler ile ilişkili ignimbritlerin alterasyonu ile ilişkili endüstriyel önem taşıyan kil mineral oluşumları yer almaktadır. Bu çalışmada bölgede alterasyona uğramış piroklastik kayaçların mineralojik, dokusal ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda killeşme türü alterasyon içeren seviyelerden alınan örnekler üzerinde Optik Ve Taramalı Elektron Mikroskop (SEM), X-Işınlı Kırınımı (XRD) ve X-Işınlı Floresans Spektrometresi (XRF) incelemeleri gerçekleştirilmiştir. Alterasyon örneklerinde Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) yüksek kil minerallerinin varlığının test edilmesi için metilen mavisi deneyi de gerçekleştirilmiştir. İnceleme yapılan örneklerde ana minerali simektit (% 95) oluşturmakta, bu minerale eser miktarda opal-CT, feldspat (Pilajiyoklaz), biyotit ve kuvars mineralleri eşlik etmektedir. Saf simektitlerin ana element oksit bileşimlerinden itibaren hesaplanan ortalama yapısal formül  $(Ca_{0.20}Na_{0.06}K_{0.04})(Al_{1.40}Mg_{0.39}Fe_{0.15})(Si_{4.00})O_{10}(OH)_2$  olup dioktahedral ve montmorillonit-baydelit bileşimini yansıtmaktadır. İgnimbritler içerisindeki volkanik camdan itibaren sulu ortamlardaki (gösel veya denizel) alterasyon sürecinde volkan camı-su etkileşimiyle çözünme ve çökme (kil mineral oluşumu) sonucunda simektitler (bentonit) oluşmuştur. Bentonit seviyelerinden alınan örneklerin katyon değişim kapasiteleri (KDK) metilen mavisi deneyi ile 32-60 meq/100g olarak belirlenmiştir. Simektit içeriğiyle alakalı olarak artış gösteren bu değerler bentonit endüstrisi için kabul edilen limit değerlerin üstünde olup, endüstriyel hammadde kullanımı açısından bölge için önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Bölgedeki simektit oluşumlarının bentonit hammaddesi özelliğine sahip oldukları ilk kez bu çalışmada ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Bentonit, İgnimbirit, Katyon değişim kapasitesi, Simektit, Nevşehir





## Abstract

In the study area, located in the Cappadocia Volcanic Region in the south of Nevşehir province, there are clay mineral formations of industrial importance associated with the alteration of ignimbrites associated with Miocene-Quaternary volcanic complexes. This study aimed to investigate the mineralogical, textural and geochemical properties of altered volcanogenic rocks in the region. In this context, Optical And Scanning Electron Microscope (SEM), X-Ray Diffraction (XRD) and X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) examinations were carried out on samples taken from levels containing clayey alteration. Methylene blue test was also carried out to test the presence of clay minerals with high cation exchange capacity in the alteration samples. In the studied samples, the main mineral is smectite (95%), accompanied by trace amounts of opal-CT, feldspar, mica and quartz minerals. The average structural formula calculated from the major element oxide compositions of pure smectites is  $(Ca_{0.20}Na_{0.06}K_{0.04})(Al_{1.40}Mg_{0.39}Fe_{0.15})(Si_{4.00})O_{10}(OH)_2$ , which reflects the dioctahedral and montmorillonite-beidellite composition. Smectites (bentonite) were formed as a result of volcanic glass in ignimbrites, dissolution and precipitation (clay mineral formation) with the interaction of volcanic glass and water in the alteration process in aqueous environments (lacustrine or marine). The cation exchange capacities (CEC) of the samples taken from bentonite levels were determined as 32-60 meq/100g by methylene blue test. These values, which increase in relation to smectite content, are above the limit value accepted for the bentonite industry and constitute an important potential for the region in terms of industrial raw material use. This study has demonstrated for the first time that smectite formations in the region have bentonite raw material properties.

**Keywords:** Bentonite, Ignimbrite, Cation exchange capacity, Smectite, Nevşehir



## Kıratlı Bölgesi (İpekyolu-Van) Çevresinde Gözlenen Mafik Kayaçların Jeokimyasal Özellikleri

*Geochemical Characteristics of Mafic Rocks Observed Around Kıratlı Region (İpekyolu-Van)*

**Tijen Üner<sup>1</sup>, Hakan Yazıcıoğlu<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği

### Özet

Bu çalışma, Van Gölü'nün doğusunda, Kıratlı Köyü civarında yer alan mafik ve ultramafik kayaçların petrografik ve jeokimyasal olarak incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı içerisinde bulunan Bakışık Melanji harzburjit, dunit, serpantinit kayaçları ile ultramafik kayaçları kesen piroksenit, gabro ve diyabaz dayklarından oluşmaktadır. Bölgede ayrıca masif gabro örneklerine de rastlanmaktadır. Bu birimin hemen üzerine Üst Paleosen – Alt Eosen yaşlı kireçtaşları yerleşmiştir.

Petrografik çalışmalarda mikro gabro ve diyabaz daykları plajiyoklaz+piroksen±olivin minerallerinden oluşmaktadır. Gabro örneklerinde genel olarak tanesel doku gözlenirken diyabazlarda ofitik doku hakimdir. Mafik kayaçlarda serisit ve klorit minerallerinin varlığı bu kayaçlarından alterasyondan etkilendiklerini işaret etmektedir. Gabro ve izole diyabaz dayklarından oluşan mafik kayaçların, SiO<sub>2</sub> değerlerinin %42.35-%50.95 aralığında, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerlerinin ise 0.004-0.308 değerleri arasında değiştiği görülmektedir (LOI değerleri %3.0-%14.5 aralığında). Aynı şekilde iz element verileri incelendiğinde Ni değerlerinin 22.4-1942.4 ppm aralığında, Co değerlerinin 24.2-98.7 ppm aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu değişken değerler kayaçlarda daha sonra meydana gelen alterasyonu ve/veya ikincil sulu ya da karbonat fazlarını işaret etmektedir. Jeokimyasal verileri ışığında bölgede gözlenen mafik kayaçların alkali ve kalkalkali toleyitik karakterde oldukları belirlenmiştir. Elide edilen veriler ışığında, mafik toletiyik bileşimdeki kayaçların tüketilmiş bir magma kaynağından türediklerini ve yitim zonu üzerinde oluştukları, alkali mafik kayaçların ise okyanusal adayayında oluştukları belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ofiyolit, Mafik, Diyabaz, Mikrogabro, Jeokimya



## Abstract

This study was conducted to investigate the petrographic and geochemical characteristics of mafic and ultramafic rocks located east of Lake Van, near the village of Kıratlı. The Bakışık Melange, found within the study area, consists of harzburgite, dunite, serpentinite rocks, and pyroxenite, gabbro, and diabase dykes that cut through the ultramafic rocks. Additionally, massive gabbro samples are also encountered in the region. Upper Paleocene - Lower Eocene-aged limestones are situated directly above this unit.

In petrographic studies, microgabbro and diabase dykes consist of plagioclase + pyroxene  $\pm$  olivine minerals. While a granular texture is generally observed in gabbro samples, an ophitic texture dominates in diabases. The presence of sericite and chlorite minerals in the mafic rocks indicates that these rocks have been affected by alteration. It has been observed that the mafic rocks, composed of gabbro and isolated diabase dykes, have  $\text{SiO}_2$  values ranging from 42.35% to 50.95%, and  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  values between 0.004 and 0.308 (LOI values range from 3.0% to 14.5%). Similarly, when trace element data are examined, Ni values vary between 22.4 and 1942.4 ppm, and Co values range from 24.2 to 98.7 ppm. These variable values indicate alteration and/or the presence of secondary aqueous or carbonate phases that occurred in the rocks later. Based on geochemical data, it has been determined that the mafic rocks observed in the region have alkaline and calc-alkaline tholeiitic characteristics. In light of the data obtained, it has been determined that the mafic rocks of tholeiitic composition derived from a depleted magma source and formed above a subduction zone, while the alkaline mafic rocks formed in an oceanic island arc setting.

**Keywords:** Ophiolite; Mafic, Diabase, Microgabbro; Geochemistry



## Meke Maarı (Orta Anadolu), Yüksek Sıcaklık Hibrit Lavlarında Zirkonun Çözünmesi ve Hayatta Kalması

*Dissolution and Survival of Zircon in High-Temperature Hybrid Lavas from Meke Maar, Central Anatolia*

**Gülin Gençoğlu Korkmaz**

*Konya Technical University, Department of Geological Engineering, Türkiye  
(ggekorkmaz@ktun.edu.tr)*

### Özet

Zirkon ( $ZrSiO_4$ ), genellikle evrimleşmiş magmatik kaya türlerinde bulunan ve kimyasal ve fiziksel dayanıklılığa sahip sağlam bir aksesuar mineraldir. Nadir toprak elementleri ve U-Th gibi radyoaktif elementleri barındırma yeteneği nedeniyle zirkon, Dünya'nın jeolojik tarihini anlama açısından kilit bir rol oynar.

Magmanın evrimi hakkında önemli izler taşıyan, mafik-ultramafik sistemlerde zirkonların bulunması oldukça zordur. Yüksek sıcaklık magmalarında eser miktarda bulunabilen zirkonlar yüksek sıcaklıklara dayanamayıp bir süre sonra çözünecektir. Bazı deneysel çalışmalar, zirkonların kısa süreli yüksek sıcaklık ortamlarına maruz kalma yeteneğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada da, Karapınar Volkanik Alanı'ndaki Meke Maar'ında bulunan bazaltik-andezitik bileşimli hibrit kayalardaki zirkonların hayatta kalma ve magma konaklama süreleri araştırılmıştır. İncelenen hibrit kayaların P-T koşulları, klinopiroksen-likit termobarometresi kullanılarak 900-950°C ve 110 - 150 MPa arasında tahmin edilmiştir. Şaşırtıcı bir şekilde, bu yüksek sıcaklıklı hibrit lavlarda bile zirkon kristalleri korunabildiği gözlemlenmiştir. Bu korunma, normal koşullar altında beklenen zirkon çözünme hızları göz önüne alındığında ilginçtir. Teorik hesaplamalar, zirkonlar için 900°C'de yaklaşık olarak  $10^{-11}$  m/s çözünme hızlarını göstermektedir. Bu difüzyon hızı dikkate alınarak yapılan inceleme alanındaki hesaplamalar Meke Maarında bulunan bazaltik kayalardaki ortamala 50 µm çapındaki bir zirkon kristalinin tipik olarak yaklaşık 5 haftada çözüleceğini göstermektedir. Buna göre dört farklı senaryo ortaya çıkmaktadır (1) Zirkonlar bölgedeki önceki evre fazlarına ait ksenokristallerdir, (2) kabuk ksenokristalleridir, (3) zirkon kristalleri diğer fenokristal fazları içinde inklüzyon olarak korunmuştur, (4) karışım ve hibritleşme olayları volkanik patlamadan kısa bir süre önce gerçekleşmiştir. Bu senaryoların daha detaylı incelenmesi, magma evriminin dinamikleri ve hibrit volkanik kayalardaki zirkon kristallerinin korunma mekanizmalarına dair önemli içgörüler sunacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Çözünme, hibrit kaya, Meke maarı, yüksek sıcaklık, zirkon



## Abstract

Zircon ( $ZrSiO_4$ ) is a robust accessory mineral commonly found in evolved igneous rock types, and has both chemical and physical durability. Given its ability to host geochemically significant indicator elements, such as rare earth elements (REE), and radioactive elements U-Th, zircon plays a crucial role in understanding the geological history of the Earth.

The presence of zircons in mafic-ultramafic systems, which carry important traces of magma evolution, is quite rare. Zircons, which can be found in trace amounts in high-temperature magmas, will eventually dissolve due to their inability to withstand high temperatures for long periods. However, some experimental studies demonstrate the ability of zircons to survive short-term high-temperature environments. In this study, the survival and residence times of zircons in basaltic-andesitic hybrid rocks found in the Meke Maar of the Karapınar Volcanic Field were investigated. The P-T conditions of the examined hybrid rocks were estimated to be between 900-950°C and 110-150 MPa using clinopyroxene-liquid thermobarometry. Surprisingly, zircon crystals were observed to be preserved even in these high-temperature hybrid lavas. This preservation is intriguing considering the expected zircon dissolution rates under normal conditions. Theoretical calculations indicate dissolution rates of approximately  $10^{-11}$  m/s for zircons at 900°C. Calculations in the study area, taking into account this diffusion rate, suggest that a typical zircon crystal with a diameter of about 50  $\mu$ m in the basaltic rocks found in the Meke Maar would dissolve in approximately 5 weeks. Consequently, four different scenarios emerge: (1) Zircons are xenocrystals from previous stages in the region, (2) they are crustal xenocrystals, (3) zircon crystals are preserved as inclusions within other phenocryst phases, (4) mixing and hybridization events occurred shortly before the volcanic eruption. Further detailed investigation of these scenarios will provide important insights into the dynamics of magma evolution and the preservation mechanisms of zircon crystals in hybrid volcanic rocks.

**Keywords:** Dissolution, high temperature, hybrid rock, Meke maar, zircon



## Metamorfik Kayaçlar İçindeki Granat Porfirblastlarının Mineraojik-Petrografik Karakteristikleri ve Metamorfizma Koşullarının Çoklu Analiz Yöntemleriyle Belirlenmesi: Ekinözü (Kahramanmaraş-Türkiye) Örneği

*Mineralogical-Petrographic Characteristics of Garnet Porphyroblasts Within Metamorphic Rocks and Determination of Metamorphism Conditions Using Multiple Analysis Methods: The Case of Ekinözü (Kahramanmaraş-Turkey)*

Ufuk Ören<sup>1</sup>, Tamer Koralay<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Karacasu Memnune İnci MYO PK: 09370, Aydın

<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü PK: 20160, Denizli  
(ufukoren@adu.edu.tr)

### Özet

Çalışma konusu olan granat porfirblastları Ekinözü (Kahramanmaraş) bölgesinde farklı mineralojik bileşime sahip şistlerden oluşan metamorfik kayaçlar içerisinde bulunmaktadır. Pentagonal dodekahedron formda kristallenmiş olan granat porfirblastlarının boyutları 0.5 – 4 cm arasında değişmekte olup koyu kırmızı, kırmızımsı siyah renkte camsı parlaklığa sahiptirler. Mikroskop incelemelerinde oldukça kırıklı-çatlaklı bir yapıda olan granat porfirblastları kuvars, klorit ve ilmenit-manyetit türü opak mineral kapanımları içermektedir. Konfokal Raman spektroskopisi analizlerine göre granat porfirblastları almandin bileşimindedirler. Granat porfirblastlarının kimyasal yapı formülleri olarak belirlenmiştir. Granat – Biyotit jeotermometre hesaplamalarına göre granatların ortalama 4.5 kbar basınç altında ve  $465.4 \pm 41.6$  °C sıcaklıkta oluştukları değerlendirilmiştir. Alt ve Üst Kıta Kabuğuna göre normalize edilmiş çoklu element değişim diyagramlarında Ekinözü granat porfirblastlarının LIL elementleri (Sr, K, Rb ve Ba) bakımından tüketilme, HFS elementleri (Ta, P, Zr, Hf ve Y) bakımından zenginleşme gösterdikleri belirlenmiştir Kondrit'e normalize edilmiş çoklu element değişim diyagramlarında ise granat porfirblastlarının Nadir Toprak Element içerikleri bakımından 100 kata varan zenginleşmeler gösterdiği belirlenmiştir ( $\Sigma\text{NTE}$ : 162.1-284.9;  $((\text{La}/\text{Sm})\text{N} = 1.65\text{-}3.62)$ ;  $((\text{Sm}/\text{Yb})\text{N} = 0.43\text{-}0.67)$ ). Mineralojik, jeokimyasal ve gemolojik incelemeler sonucunda Ekinözü granat porfirblastlarının yeşilist fasiyesine karşılık gelen metamorfizma şartlarında oluştukları, öz şekilli kristal yapısına sahip olması ve koyu kırmızı renkte camsı parlaklık göstermesi nedeniyle mücevheratta kullanılabilen değerlendirmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Granat porfirblastları, Raman spektroskopisi, mineral kimyası, gemoloji, süs taşı



## Abstract

The garnet porphyroblasts, which are the subject of this study, are found within metamorphic rocks composed of schists with different mineralogical compositions in the Ekinözü (Kahramanmaraş) region. These garnet porphyroblasts, crystallized in a pentagonal dodecahedron form, range in size from 0.5 to 4 cm and exhibit a dark red to reddish-black color with a glassy luster. Microscopic examinations reveal that the garnet porphyroblasts have a highly fractured and cracked structure, containing inclusions of quartz, chlorite, and opaque minerals such as ilmenite-magnetite. According to confocal Raman spectroscopy analyses, the garnet porphyroblasts are of almandine composition. The chemical structure formulas of the garnet porphyroblasts are determined as  $\text{Alm}_{0.80-0.88}\text{Prp}_{0.07-0.13}\text{Gr}_{0.01-0.07}\text{Sp}_{0.00-0.05}$ . Based on garnet-biotite geothermometer calculations, it is estimated that the garnets formed at an average pressure of 4.5 kbar and a temperature of  $465.4 \pm 41.6$  °C. In multi-element variation diagrams normalized to the lower and upper continental crust, it is determined that the Ekinözü garnet porphyroblasts show depletion in LIL elements (Sr, K, Rb, and Ba) and enrichment in HFS elements (Ta, P, Zr, Hf, and Y). In multi-element variation diagrams normalized to chondrite, the garnet porphyroblasts show enrichments up to 100 times in rare earth element contents ( $\Sigma\text{REE}$ : 162.1-284.9;  $(\text{La}/\text{Sm})\text{N} = 1.65-3.62$ ;  $(\text{Sm}/\text{Yb})\text{N} = 0.43-0.67$ ). As a result of mineralogical, geochemical and gemological investigations, it is evaluated that Ekinözü garnet porphyroblasts were formed under metamorphism conditions corresponding to the greenschist facies and can be used in jewelry due to their self-shaped crystal structure and dark red glassy luster.

**Keywords:** Garnet porphyroblasts, Raman spectroscopy, mineral chemistry, gemology, gemstone



## **MADEN YATAKLARI VE JEOLJİSİ**

## **MINERAL DEPOSITS AND THEIR GEOLOGY**

## Karaçam (Mihalıçcik-Eskişehir) lateritik Ni-Co Yataklarında Skandiyum İçeriklerinin Araştırılması

### *Investigations on Scandium Contents of Karaçam (Mihalıçcik-Eskişehir) Lateritic Ni-Co Deposits*

İ. Sönmez Sayılı<sup>1</sup>, Sinan Akıska<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fe-Ni Madencilik, Mustafa Kemal Mah. 2129. Sok. No. 1/4 Çankaya-Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üni. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Ankara  
(sonmez@fenimining.com, akiska@gmail.com)

### Özet

Dünyada skandiyum konsantrasyonları, nikel laterit yataklarında yapılan sondajlarla belirlenmeye başlamıştır. Nikel laterit yatakları için en önemli araştırmalar Avustralya ve Yeni Kaledonya’ da yapılmıştır. Bu bölgelerde 200 ppm ve üzeri tenörler elde edilmiş ve Avustralya Nyngan laterit yatağında ise 409 ppm’ e çıkan değerler saptanmıştır. Türkiye’ de en bilinen ve işletilen nikel laterit yatakları Eskişehir-Karaçam, Manisa Gördes ile Çaldağ yataklarıdır. Bu çalışmada Karaçam köyü civarında işletilmekte olan lateritik nikel yatağının serpantin-gabro ve piroksenit yankayaçları ile Adatepe içindeki cevherli zonlarda toplam 54 adet örnek analiz edilerek içindeki Sc element değerleri belirlenmiştir. Bu örneklerde piroksenitlerde 62 ppm, gabrolarda 35 ppm Sc değerleri bulunmuştur. Bazı laterit örneklerinde 137 ppm’ e varan değerler de saptanmıştır. Öte yandan sahanın Sarnıç sektöründeki bir sondajın (SR-06) 135. ile 151. metreleri arasından her bir metreden alınan 37 örneğin ilk 27 metresinde ortalama 48 ppm’ e yakın değerler elde edilmiştir. Peridotitler içindeki 2-3 metrelik bazı zonların Sc değerlerinin 67 ppm civarına kadar yükseldiği tespit edilmiştir. Yapılan korelasyon analizlerinde Al-Sc katsayısı +0.80 iken Fe-Sc katsayısı -0.33 civarında bulunmuştur.

Sonuç olarak Karaçam lateritik nikel yataklarında Sc değerlerinin ortalama 40-65 ppm arası değerler sunduğu belirlenmiş ve ana kayaçların, mineralojilerin ve alterasyonların araştırılmasının daha ayrıntılı olarak yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Karaçam, Nikel laterit, Skandiyum, Jeokimya, Anomali



## Abstract

Scandium concentrations in nickel laterite deposits have begun to be determined by drillings in the world. The most important researches for nickel laterite deposits are conducted in Australia and New Caledonia. Grades of 200 ppm and above were obtained in these regions, and values up to 409 ppm were detected in Nyngan-Australia laterite deposit. The most well-known and operating nickel laterite deposits in Turkey are Eskişehir-Karaçam, Manisa Gördes and Çaldağ deposits. In this study, 54 samples from the serpentinite-gabbro and pyroxenite rocks and the laterite ore zones in Adatepe lateritic nickel deposit operated around Karaçam village are analyzed and their Sc element contents were determined. Sc values of 62 ppm in pyroxenites and 35 ppm in gabbros are determined. Values up to 135 ppm are detected in some lateritic ore samples. On the other hand, in 37 samples taken between 135.00 to 151.00 meters of a drilling (SR-06) in the Sarnic sector, average values close to 48 ppm were obtained in the first 27 meters. It has been determined that the Sc contents of some 2-3 meter long zones within the peridotites increase up to around 67 ppm. In the correlation analysis, the Al-Sc coefficient is found to be +0.80, while the Fe-Sc coefficient to be around -0.33.

As a result, it was determined that Sc values in Karaçam lateritic nickel deposits are 40-65 ppm as average values and the rock and ore types, mineralogies and alterations needed to be investigated in more detail.

**Keywords:** Karaçam, Nickel laterites, Scandium, Geochemistry, Anomaly





## **Triyas-Jura Yaşlı Metamorfik Kayaçlar İçindeki Cevherleşme Bulguları ve Toprak Jeokimyası Özellikleri (Alatarla, Kastamonu)**

*Mineralization and Soil Geochemistry Characteristics of Triassic-Jurassic Metamorphic Rocks in Alatarla, Kastamonu*

**Emre Osman Cingil<sup>1</sup>, Kurtuluş Günay<sup>1</sup>, Gökçe Gamze Ersoy<sup>1</sup>, Buğra Çavdar<sup>1</sup>, Halim Mutlu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, Ankara  
(emreosman.cingil@mta.gov.tr)

### **Özet**

Orta Karadeniz, Anadolu coğrafyasının kuzeyini temsil eden Pontid Orojenik Kuşağının merkezinde yer alır. Bu zon, temelinde Permo-Karbonifer yaşlı meta-granitoidler ve Devrekâni Metamorfiklerinin bulunduğu karmaşık bir yapıya sahiptir. Orta Pontidlerde yaklaşık doğu-batı uzanımlı tektonik dilimlerden meydana gelen, temel birimlerin Orta Jura ve Albiyen-Turoniyen bindirme-yığışım kompleksleri tarafından üzerlendiği geniş bir alan, Orta Pontid Yapısal Kompleksi olarak bilinir. Bu kompleks içinde yer alan Triyas-Jura yaşlı oldukları düşünülen metamorfik birimler, cevherleşme bulguları taşır. Sedimanter ve volkanik kökenli olan bu metamorfik kayaçlar ile ilişkili olarak görülen limonitleşme, hematitleşme, silisleşme, boksvörk yapılarının yanı sıra masif ve saçınımlı dokularda küçük lensler şeklinde görülen pirit yığınları, ilk cevherleşme bulguları olarak tespit edilmiştir. Metamorfik birimlerin foliasyon düzlemlerine yerleşen malahitli zonlar, ince taneli pirit mercekleri, pirit içeren kırık-çatlak dolguları ve metamorfik kuvarslar içinde görülen kalkopirit mineralleri, bakır cevherleşmesi açısından önemli bulunmuş, bu alanlarda toprak jeokimyası çalışmaları yürütülmüştür. Toprak jeokimyası çalışmalarında, liç olmuş A horizonundan kaynaklanan minerallerce zenginleşmiş B zonundan alınan 3489 adet toprak örneği üzerinde 12 elementin analizi gerçekleştirilmiştir (Au, Ag, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, V, Zn, As, Bi, Co). Hava ortamında kurutulmuş 2 kg örneğin 80-mesh elek altı kısmı 200-300 gr olacak şekilde numunelendirilerek analizleri yapılmıştır. Tanımlayıcı jeostatistiksel parametreleri ile değerlendirilen örneklerde normal dağılım gözlenmediğinden analizlenen her bir element için log olasılık grafikleri oluşturularak anomali değer aralıkları belirlenmiştir. Kriging metodu kullanılarak hazırlanan değer dağılım haritaları ile cevherleşme alanları üzerinde potansiyel cevherli bölgeler tespit edilmiştir. Element dağılımlarında Cu ve Zn elementinin arasındaki güçlü pozitif korelasyona daha zayıf oranda Sb, Pb, Co elementleri eşlik etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Orta Karadeniz, Metamorfizma, Jeokimya, Anomali



## Abstract

The Pontide Orogenic Belt forms the northern section of the Anatolian and, the central part of this belt is known as the Central Black Sea zone. The basement of this zone shows a complex structure consisting of Permo-Carboniferous meta-granitoids and Devrekani Metamorphics. The large area known as the Central Pontide Structure Complex consists of Middle Jurassic and Albian-Turonian aged thrust-accretionary complexes consisting of approximately east-west trending tectonic slices overlying this basement. Metamorphic units in this complex, estimated to be Triassic-Jurassic in age, shows some evidence of mineralization. Such these evidences can be listed as limonitization, hematitization, silicification, and boxwork structures associated with metamorphic rocks of sedimentary and volcanic origin, as well as the small lenses consisting of massive, semi-massive and disseminated pyrite accumulations. In addition, malachite bearing zones observed on the foliations of metamorphic units, fine grained pyrite lenses, pyrite bearing fracture fillings and chalcopyrite in metamorphic quartz are identified as important findings related to copper mineralization, and soil geochemistry studies were carried out in these locations. In soil geochemistry studies, analysis containing 12 elements (Au, Ag, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, V, Zn, As, Bi, Co) was carried out on 3489 soil samples taken from the B horizon, which was enriched in minerals originating from the leached A horizon. Analyses were conducted on 200-300 g samples that obtained by sieving 2 kg air-dried samples with 80 mesh sieves. Normal distribution was not observed in the samples evaluated with descriptive geostatistical parameters, therefore, log probability graphs were created for each element and anomaly intervals were determined on these graphs. Krigging Method was used to create distribution maps. The strong positive correlation between Cu and Zn elements in element distributions is accompanied by weaker amounts of Sb, Pb and Co elements.

**Keywords:** Central Black Sea, Metamorphism, Geochemistry, Anomaly

## Çulfa Çukuru (Yenice/Çanakkale) Pb-Zn Yatağı Üzerine Mikrotermometrik ve Radyometrik Yaş Verileri

*Microthermometric and Radiometric Age Data on the Çulfa Çukuru (Yenice/Çanakkale)  
Pb-Zn Deposit*

**Gökhan Demirela<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 68100, Aksaray, Türkiye  
(gdemirela@aksaray.edu.tr)

### Özet

Biga Yarımadası'nın jeolojisi üzerine literatürde çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar ışığında özetle bölgenin temeli Tersiyer öncesi Permo-Triyas yaşlı metamorfik ve ofiyolitik kayalar ile Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanjlar ile temsil olunmaktadır. Yarımada, Tersiyer sırasında Paleosen-Eosen'den başlayarak Miyosen sonuna kadar süregelen magmatizma ve volkanizma etkisinde kalmış olup volkanizmayla eş yaşlı sedimantasyona da maruz kalmıştır. Bölgede gözlenen pek çok cevherleşme (Mo, Fe, Cu, Pb-Zn, Au, Ag vb.) çoğu araştırmacı tarafından Tersiyer magmatizması ve volkanizması ile kökensel olarak ilişkilendirilmiştir. Biga Yarımadası'nda özellikle metamorfik kayalara ait karbonatlı litolojiler, volkanik kayalar ile metamorfik kayalar arasında gelişmiş alterasyon zonları ve yoğun faylanmalı zonlar ile ilişkili olarak ortaya çıkmış Pb ve Zn'ca baskın çok sayıda polimetalik cevherleşme mevcuttur. Bugüne kadar Çulfa Çukuru Pb-Zn yatağı dahil olmak üzere bölge cevherleşmeleri üzerine bir takım problemleri tanımlamaya yönelik lokal ve bölgesel ölçekte birçok çalışma yürütülmüştür. Literatürde Çulfa Çukuru Pb-Zn cevherleşmesinin maden jeolojisi, alterasyon minerallerinin kimyası, yan kayaların jeokimyasal karakteristikleri, Pb ve S izotop sistematiğini ortaya koymaya yönelik çalışmalar mevcut olsa da cevherleşmelerin kökenini açıklamaya yönelik tartışmalar halen devam etmektedir. İlk kez bu çalışma ile cevherleşmelerin oluşumunda etkin rol oynayan kaynak çözeltilerin kökenleri ve cevherleşme sırasında ortamın fizikokimyasal koşulları (homojenleşme sıcaklığı ve çözeltilerin tuzluluğu) hakkında bazı kritik bilgiler sağlayan sıvı kapanım çalışmaları ile birlikte mikrotermometrik veriler ortaya konmuştur. Sonuçta kuvarslardan elde edilen homojenleşme sıcaklık verilerinin genellikle yaklaşık 230 °C ile 300 °C aralığında yoğunlaştığı, % NaCl eşdeğeri tuzluluk verilerinin ise yaklaşık % 0,7 ile 6 arasında değiştiği görülmüştür. Yine ilk kez Ar-Ar radyometrik yaşlandırma yöntemiyle cevherleşmeler ile mekânsal ilişkideki alterasyonlara ait serizit mineralinden yaklaşık 25 milyon yıllık alterasyon yaşı elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biga Yarımadası, Çulfa Çukuru, Pb-Zn, Sıvı Kapanım, Ar-Ar Yaş



## Abstract

There are numerous studies in the literature on the geology of the Biga Peninsula. In summary, based on these studies, the basement of the region is represented by pre-Tertiary Permo-Triassic metamorphic and ophiolitic rocks, as well as Upper Cretaceous ophiolitic melanges. The Peninsula was influenced by magmatism and volcanism that began in the Paleocene-Eocene period and continued until the end of the Miocene during the Tertiary. The region was also subjected to sedimentation concurrent with volcanism. The majority of researchers have indicated that many of the mineralizations observed in the region (Mo, Fe, Cu, Pb-Zn, Au, Ag, etc.) are the result of Tertiary magmatism and volcanism. In the Biga Peninsula, there are numerous polymetallic mineralizations, predominantly composed of Pb and Zn. These mineralizations are particularly associated with carbonate lithologies of metamorphic rocks, alteration zones developed between volcanic and metamorphic rocks, and zones of intense faulting. To date, a number of local and regional-scale studies have been conducted with the objective of identifying specific issues related to the mineralizations in the region, including the Çulfa Çukuru Pb-Zn deposit. While studies exist in the literature on the mineralogy of the Çulfa Çukuru Pb-Zn mineralization, the chemistry of alteration minerals, the geochemical characteristics of the host rocks, and the Pb and S isotope systematics, discussions on the origin of these mineralizations are still ongoing.

For the first time in this study, microthermometric data, along with fluid inclusion studies, which provide critical information on the origins of the source solutions and the physicochemical conditions (homogenization temperature and salinity of the solutions) during the mineralization process, have been presented. Consequently, homogenization temperature data of quartz crystals is generally concentrated in the range of approximately 230 °C to 300 °C, and NaCl% equivalent salinity data range between approximately 0.7% and 6%. Additionally, for the first time, an alteration age of approximately 25 million years has been obtained from sericite minerals related to alterations spatially associated with the mineralizations using the Ar-Ar radiometric dating method.

**Keywords:** Biga Peninsula, Çulfa Çukuru, Pb-Zn, Fluid Inclusion, Ar-Ar Dating

## Konya Tip Alkali Sülfat (KTAS) Maden Yatakları

*Alkali sulfate Deposits of Konya Type (KTAS)*

**Nurdoğan Sertel**

*MTA Orta Anadolu II. Bölge Müdürlüğü, Selçuklu, 42250, Konya*  
(nurdogan.sertel@mta.gov.tr)

### Özet

Konya Cihanbeyli, Karapınar-Ereğli civarında Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı andezitik karakterli volkanizma, daha yaşlı denizel-gösel kökenli Oligo-Miyosen yaşlı evaporit birimlerdeki jips-anhidritleri kesmektedir. Basınç (P), hacim (V) ve sıcaklık (T) değişimlerini içeren termodinamik reaksiyonlar, Oligosen-Pliyosen yaşlı denizel-gösel evaporitlerin içerisinde jips-anhidritlerdeki sülfatı (SO<sub>4</sub>) ornatır. Termodinamik koşullarda ornatılan denizel kökenli sülfat (SO<sub>4</sub>), kendisini kesen andezitik volkanizmanın kontakt noktalarında ve yapısındaki alkali feldspatlarla, Na'lu, K'lu feldspat ve diğer Mg'lu ve Fe'li minerallerle reaksiyonlara girerek, sodyum sülfat, potasyum sülfat, magnezyum ve demir sülfatları oluşturur. Bolluk ve Tersakan Gölleri ile Karapınar, Ereğli (Konya), Niğde Bor civarında da potansiyel rezervi tespit edilen alkali sülfatlar, kimyanın temel kavramlarında normal şartlarda +2 değerli kationlar ile (CaO, MgO, SrO), -2 değerli anyonların (SO<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>) reaksiyona girmesi gerekir. +1 değerli kationların (K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, Li<sub>2</sub>O), -1 değerli anyonlarla (F, Cl, OH) reaksiyonlara girmesi gerekir. Ancak burada +1 değerli kationlar ile -2 değerli sülfat kationlar reaksiyona girmektedir. Burada oluşan alkali sülfatların (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> vb.) çoğunluğu Miyo-Pliyosen yaşlı göl seviyesinde ve daha fazlası ise göl seviyesi altındaki ortamlarda, termodinamik reaksiyon şartlarında jips/anhidritlerdeki sülfat iyonları ornatılarak, Miyo-Pliyosen yaşlı andezitlerin yapısındaki alkali feldspatlarda yer alan (Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O) alkaliler ile yeni iyonları oluşturmaktadır. Günümüz tuzlarında ve daha yaşlı tuz yataklarında Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gibi bileşikler bulunmamaktadır. Oluşan KTAS cevher ve yatakları çevresinde Miyo-Pliyosen yaşlı andezitik volkanizma hakimdir. KTAS cevher ve yatakların oluşum yaşı da Miyo-Pliyosen'dir. Kuzeyde, Tuz Gölü havzasında alkali sülfat mineralleri gözlenememektedir. Çünkü Tuz Gölü havzasının, Miyo-Pliyosen yaşlı andezitik volkanitlerle ilişkisi yoktur. Alkali sülfatlarda yapılan izotop analizleri SO<sub>4</sub>'ün denizel kökenli olduğunu göstermektedir.

Konya Tipi Alkali Sülfat cevherleşmelerinde/yataklarında; sülfat, denizel kökenli jips/anhidritten gelmektedir. Alkaliler ise Miyo-Pliyosen yaşlı andezitik volkanizmadaki alkali feldspatlardan gelmektedir. Neticede sodyum-potasyum ve magnezyum sülfatlar, denizel kökenden ziyade hibrit cevherleşmelerdir/maden yataklarıdır. Bu cevherleşmeler Konya ve yakın civarındaki Cihanbeyli (Tersekan, Bolluk) işletmeleri ve Karapınar, Ereğli civarında bulunduğu için Konya Tipi Alkali Sülfat (KTAS) veya "Konya Tipi Evaporit (KTE) Maden yatakları" diye adlandırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Alkali sülfat, Andezitik volkanizma, Hibrit cevher, Konya tip, Ornatma





## Abstract

The Upper Miocene to Pliocene (Neogene) aged intermediate character andesitic volcanism cuts through older marine-lacustrine sourced Oligo-Miocene aged evaporitic units containing gypsum-anhydrite. Thermodynamic reactions occurring, such as pressure (P), volume (V), and temperature (T) changes, adorn the  $\text{SO}_4$  in gypsum-anhydrite within the Oligo-Miocene aged marine-lacustrine evaporites. Under thermodynamic conditions, adorned marine-sourced  $\text{SO}_4$  reacts with alkali feldspars at the contact points of intersecting intermediate (andesitic) volcanisms and within them, as well as with sodium (Na), potassium (K) feldspar, and other magnesium (Mg) and iron (Fe) minerals, to form sodium sulfate, potassium sulfate, magnesium, and iron sulfates. The locations within the Bolluk and Tersakan lakes, as well as the potential reserves identified near Karapınar, Ereğli (Konya), and Niğde-Bor, contain alkali sulfates, which, according to the basic principles of chemistry, should react with a +2-valent cation ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SrO}$ ) and a -2 valent anion ( $\text{SO}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ) under normal conditions. A +1-valent cation ( $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ) should react with a -1 valent anion (F, Cl, OH). However, +1 valent anion ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) reacts with -2 valent cations. The alkali sulfates formed here ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) have mainly occurred below the Mio-Pliocene lake level, with small amounts also forming in environments close to the lake level as a result of thermodynamic reactions (P, T, V) by replacing sulfate ions in gypsum/anhydrite with alkaline ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) and other ions in alkali feldspars in Mio-Pliocene andesites. In modern halite ( $\text{NaCl}$ ) salt pans and older salt beds, sodium sulfate, potassium sulfate, magnesium sulfates, etc., are not found. Konya-type alkali sulfate (KTAS) ores and deposits are dominated by Mio-Pliocene andesitic volcanism in their surroundings. The formation age of KTAS is also Mio-Pliocene. Alkaline sulfate cannot be observed in Tuz Gölü basin to the North. Because the Tuz Gölü basin has no relation with Miocene aged andesitic volcanism. This type of sodium sulfate, potassium sulfate, and magnesium sulfate minerals have not been observed in salt beds far from andesitic volcanism. Isotopic analyses of alkali sulfates indicate that  $\text{SO}_4$  is of marine origin.

In KTAS mineralizations/deposits,  $\text{SO}_4$  is from marine-derived gypsum/anhydrite, while the alkalinity is of Mio-Pliocene aged volcanic origin. Consequently, sodium, potassium, and magnesium sulfates are more of hybrid mineralizations/deposits rather than of marine origin. Since these mineralizations found/observed in Konya (Tersakan and Bolluk in Cihanbeyli) and its surroundings (Karapınar, Ereğli), this type of deposits are named as Konya Type Alkaline Sulfate (KTAS) deposits.

**Keywords:** Alkali sulfate, Andesitic volcanism, Gypsum/anhydrite, Hybrid ore, Konya type, Replacement

## İnler Yaylası Epitermal Pb-Zn-Cu (Ag-Au) Yatağının Mineralojik ve Jeokimyasal Karakteristikleri (Giresun, KD Türkiye)

*Mineralogical and Geochemical Characteristics of İnler Yaylası Epithermal Pb-Zn-Cu (Ag-Au) Deposit (Giresun, NE Turkey)*

Ayşe Orhan<sup>1</sup>, Fatih Kambur<sup>2</sup>, Kıymet Deniz Yağcıoğlu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Nevşehir HBV Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 50300, NEVŞEHİR

<sup>2</sup>NESCO Maden Tic. ve San. A.Ş. 28400, GİRESUN

<sup>3</sup>Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830, ANKARA  
(ayse.orhan@nevsehir.edu.tr)

### Özet

İnler Yaylası epitermal Pb-Zn-Cu (Ag-Au) yatağı Doğu Pontid Orojenik kuşağında yer alır. Cevherleşme Üst Kretase yaşlı riyodasit/dasit ve andezitik kayalar içerisinde KD-GB doğrultulu kırık hatlar boyunca masif damar, mercek ve saçınımlı tipte gelişmiştir. Cevherleşmeye ev sahipliği yapan Üst Kretase yaşlı volkanik kayalar şoşonitik bileşime sahiptir. İlksel mantoya göre kayalar, bazı BİYE (Rb, Ba, Th ve K) ve NTE'ce zenginleşmiş desenler sergilerken YÇAE'ce (Nb, Zr, Ti) fakirleşmiştir. Tektonik ayırım diyagramlarında ise volkanik kayalar normal yay alanına düşer. İnler Yaylası'ndaki alterasyon propilitleşme, serisitleşme ve silisleşmeden oluşmaktadır. Yatakta mineral parajenez ilişkilerine göre hidrotermal aktivite için üç evre belirlenmiştir. Birinci evrede pirit, kalkopirit, bornit, sfalerit, galenit ve az miktarda fahlerz, enarjit ve altın gelişmiştir. İkinci evrede ise sfalerit, galenit, pirit ve az miktarda kalkopirit, fahlerz ve altaitden oluşur. Sülfid mineralizasyonuna silisleşme, serisitleşme alterasyonları ve gang mineral olarak kuvars ve az miktarda barite eşlik eder. Üçüncü evre, kovellin, malahit, azurit, smitsonit, limonit, kalsit ve kalsedon gibi süperjen ürünlerle karakterize edilir.

Mineral kimyası sonuçlarına göre, piritlerin Fe ve S içerikleri %45.4–46.8 ve %48.8–54.3'dir. Kalkopiritlerin Fe, Cu ve S içerikleri ise sırasıyla %29.9–30.5, %28.0–31.9 ve %33.6–34.6 arasındadır. Galenitlerin Pb ve S içerikleri %83.5–87.9 ve %13.1–13.4'dür. Sfaleritler, %40.3–60.7 Zn, %25.2–33.1 S, %0.1–2.8 Fe ve %0.3–0.5 Cu içeriklerine ve 98.9–206.9 Zn/Cd oranlarına sahiptir. Sülfid (sfalerit, galen, kalkopirit) minerallerinde  $\delta^{34}\text{S}$  oranları ‰-0.1 ve 2.5 (CDT) arasında değişir ve magmatik bir kökene işaret eder. Karbonat (kalsit, smitsonit) minerallerinin  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  oranları ‰-0.12 ila 6.22 (VPDB) ve ‰15.46 ila 18.67 (VSMOW) arasındadır. Süperjen evreyi temsil eden karbonat minerallerinin izotop oranları meteorik suyun etkili olduğu karbonat çözülme alanına düşer. Mineral parajenezi, alterasyon tipleri ve sfaleritlerin düşük-Fe içeriği İnler Yaylası yatağının orta sülfidasyonlu epitermal bir cevherleşme olduğunu gösterir. Sfaleritlerin Zn/Cd içeriklerine göre cevherleşmenin felsik magmatik aktiviteden kaynaklandığı söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Epitermal cevherleşme, Mineral kimyası, Kükürt ve karbon izotopu, İnler Yaylası, Doğu Pontid Orojenik kuşağı



## Abstract

İnler Yaylası epithermal Pb-Zn-Cu (Ag-Au) deposit is located in the Eastern Pontide Orogenic belt. Mineralization developed as massive veins, lenses, and disseminated types along the NE-SW trending fracture lines in the Upper Cretaceous rhyodacite/dacite and andesitic rocks. Upper Cretaceous volcanic rocks, which host mineralization, have shoshonitic composition. According to the primitive mantle, rocks display patterns that are enriched in some large ion lithophile (LIL; Rb, K, and Th) and rare earth elements (REE), while depleted in HFSE (Nb, Zr, and Ti). In the tectonic discrimination diagrams, volcanic rocks fall into the normal arc area. The alteration observed in İnler Yaylası deposit consist of propylitization, sericitization and silicification. According to mineral paragenesis in epithermal deposit, three phases were defined for hydrothermal activity. In the first phase, pyrite, chalcopyrite, bornite, sphalerite, galena and minor fahlerz, enargite and gold developed. Second phase composed of sphalerite, galena, pyrite, and to a lesser extent, chalcopyrite, fahlerz, and altaite. The sulfide mineralization is accompanied by silicification, sericitization alterations, and quartz and minor barite as gangue minerals. The final phase is characterized by supergene products such as covellite, malachite, azurite, smithsonite, limonite, calcite and chalcedony.

According to mineral chemistry results, the Fe and S contents of pyrites are 45.4–46.8% and 48.8–54.3%. Fe, Cu and S contents of chalcopyrite are between 29.9–30.5%, 28.0–31.9%, and 33.6–34.6%, respectively. Pb and S contents of galena are 83.5–87.9% and 13.1–13.4%. Sphalerites have contents of 40.3–60.7% Zn, 25.2–33.1% S, 0.1–2.8% Fe and 0.3–0.5% Cu and Zn/Cd ratios of 98.9–206.9%.  $\delta^{34}\text{S}$  ratios in sulfide (sphalerite, galena, chalcopyrite) minerals vary between -0.1 and 2.5‰ (CDT), indicating a magmatic origin.  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  ratios of carbonate (calcite, smithsonite) minerals are between -0.12 and 6.22‰ (VPDB) and 15.46 and 18.67‰ (VSMOW). The isotope ratios of carbonate minerals representing the supergene phase fall in the carbonate dissolution area where meteoric water is effective. Mineral paragenesis, alteration types and low-Fe content of sphalerites indicate that the İnler Yaylası deposit is an intermediate-sulfidation epithermal mineralization. According to the Zn/Cd content of sphalerites, it can be said that mineralization occurred due to felsic magmatic activity.

**Keywords:** Epithermal mineralization, Mineral chemistry, Sulfur and carbon isotope, İnler Yaylası, Eastern Pontide Orogenic belt

## Şaplıca (Şebinkarahisar-Giresun) Cevherleşmesinin Jeolojisi, Jeokimyası ve Kökeni ile İlgili İlk Bulgular

*Primary Findings on the Geology, Geochemistry and Origin of the Şaplıca (Şebinkarahisar-Giresun) Mineralization*

**Bahrican Ar<sup>1</sup>, Necati Tüysüz<sup>1</sup>, Gülten Yaylalı Abanuz<sup>1</sup>,  
Oğuzhan Gümrük<sup>2</sup>, Mustafa Tuna Kaskatı<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye

<sup>2</sup> Esan Eczacıbaşı Endüstriyel Hammaddeler San. ve Tic. A.Ş., İstanbul, Türkiye  
(bahricanar@ktu.edu.tr)

### Özet

Türkiye'nin tektonik gelişiminde önemli bir rol oynayan Alp-Himalaya orojenezi sürecinde şekillenmiş olan Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı, Geç Kretase ve Eosen zaman aralıklarında çeşitli cevherleşmeler içermektedir. Bu çalışma, Giresun ili Şebinkarahisar ilçesi Şaplıca yöresindeki cevherleşmenin oluşum süreçlerini aydınlatmayı amaçlamaktadır. Bu yöredeki cevherleşmeler, genellikle Geç Kretase ve Eosen yaşlı andezit-dasit-bazalt ve piroklastik kayalar içinde epitermal damar tipi cevherleşmeler olarak gelişmiştir. Cevherleşmeyi içeren andezit-bazalt ve piroklastik birimlerden alınan örneklerden yapılan zirkon U-Pb tarihlendirme yöntemi ile  $44.36 \pm 0.45$  My. yaş verisi elde edilmiştir. Cevherleşmeyi içeren kayaların jeokimyasal özelliklerine bakıldığında, kalkalken-şoşonitik geçiş karakteri gösteren andezit-bazalt ve piroklastik kayaların iz ve nadir toprak element dağılımlarının benzerlik gösterdiği ve HFS elementlerine göre LIL elementler bakımından zengin olduğu görülmüştür. Ayrıca, negatif Nb, Ta ve Ti anomalileri ile pozitif Pb anomalilerinin varlığı, bu kayaların gelişiminde yitim ile ilişkili yay magmatizmasının etkili olduğunu işaret etmektedir. Saha gözlemleri ve cevher mikroskop çalışmaları, Şaplıca'daki cevherleşmenin damar tipi cevherleşme yanında saçınımlı ve breşik yapılarla karakterize olduğunu göstermiştir. Cevherleşmede pirit, açık renkli sfalerit, galen, kalkopirit gibi sülfid mineralleri ile tennantit, tetrahedrit ve enarjit gibi sülfotuzların yaygın olduğu, bu minerallere kuvars, serizit ve karbonat minerallerinin eşlik ettiği gözlemlenmiştir. Kuvars ve sfalerit minerallerinden yapılan sıvı kapanım çalışmaları sonucunda elde edilen homojenleşme sıcaklıkları 118 ila 357°C arasında değişim gösterirken ortalama sıcaklık 275°C'dir. Ötektik sıcaklıklar ise -20 ila -34,4°C arasında olup, cevherleşmeyi oluşturan sıvıların H<sub>2</sub>O+NaCl+KCl+MgCl<sub>2</sub> bileşiminde ve çözelti tuzluluklarının 3,4 ila 8,8 % ağırlık NaCl arasında olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Şaplıca cevherleşmesinin epitermal damar tipi cevherleşme özelliği taşıdığı ve cevher çökeliminin cevherleşmeyi oluşturan sıvının yan kayalarla teması sonucu soğuması ve/veya meteorik kökenli bir çözelti ile karışması sonucu gerçekleştiği ileri sürülebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Epitermal, Damar tipi, Jeokimya, Sıvı Kapanım, Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı

**Katkı Belirtme:** Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından 120Y210 nolu proje ve KTÜ BAP tarafından FBA-2024-11232 nolu proje kapsamında desteklenmektedir



## Abstract

The Eastern Black Sea Mountain Belt, shaped during the Alp-Himalayan orogeny playing a significant role in Turkey's tectonic development, hosts several mineralizations from the Late Cretaceous to Eocene. This study clarifies the formation processes of mineralization in the Şaplıca area (Şebinkarahisar, Giresun). The mineralizations in this region developed mainly as epithermal vein-type deposits within andesite, dacite, basalt, and pyroclastic rocks from the Late Cretaceous to Eocene periods. Zircon U-Pb dating on samples from ore-bearing andesite-basalt and pyroclastic units yielded an age of  $44.36 \pm 0.45$  million years. Geochemical analyses show that the ore-bearing andesite-basalt and pyroclastic rocks exhibit a calc-alkaline to shoshonitic transitional character, displaying similar distributions of trace and rare earth elements and enrichment in LIL elements relative to HFS elements. Negative anomalies in Nb, Ta, and Ti, along with positive anomalies in Pb suggest that subduction-related magmatism is efficient in petrological evolution of these rocks. Field observations and ore microscopy studies indicate that Şaplıca mineralization is characterized not only by vein-type deposits but also by disseminated and brecciated structures. Sulfide minerals such as pyrite, light-colored sphalerite, galena, and chalcopyrite, along with sulfosalts like tennantite, tetrahedrite and enargite, accompany quartz, sericite, and carbonate. Fluid inclusion studies on quartz and sphalerite reveal homogenization temperatures of 118 to 357°C and average temperature of 275°C. Eutectic temperatures range from -20 to -34.4°C, indicating that the fluids involved in mineralization have a composition of  $H_2O+NaCl+KCl+MgCl_2$  and ore forming fluids have salinities between 3.4 and 8.8% wt. NaCl equivalent. Consequently, the Şaplıca mineralization displays typical characteristics associated with epithermal vein-type deposits and ore precipitation can occur as a result of the cooling of the ore forming fluids upon contact with host rocks and/or mixing with a meteoric-derived solution.

**Keywords:** Epithermal, Vein-type, Geochemistry, Fluid Inclusion, Eastern Pontide Mountain Belt

**Acknowledgement:** This study is supported by TÜBİTAK (project number: 120Y210) and KTU BAP (Project number: FBA-2024-11232)



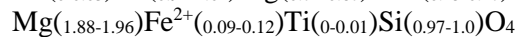
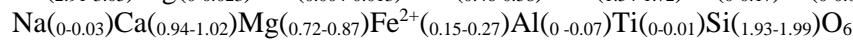
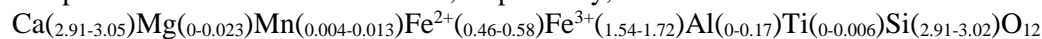
## Mineral Chemistry and Formation Conditions of Calc-Silicate Minerals in the Alamkandi Fe Skarn Deposit, Zanjan Province, NW Iran

Mir ali Asghar Mokhtari<sup>1</sup>, Hossein Kouhestani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Geology Department, University of Zanjan, Zanjan, Iran  
(amokhtari@znu.ac.ir)

### Abstract

The Alamkandi Fe skarn deposit, 105km northwest of Zanjan in northwestern Iran, hosted by Paleozoic regionally metamorphosed rocks that were intruded by Oligocene Alamkandi granitoid intrusion. This deposit has 150m length and 50m width and crops out in the northern margin of the intrusion. The Alamkandi intrusion is characterized as high-K calc-alkaline and metaluminous I-type granitoid that was formed in an active continental margin tectonic setting. Two skarn aureoles, including exoskarn and endoskarn, can be distinguished at Alamkandi. The exoskarn subdivided into garnet skarn, pyroxene skarn, epidote-pyroxene skarn, Serpentine skarn and ore skarn subzones. Magnetite is the main ore mineral within the ore skarn subzone that is accompanied by pyrite and chalcopyrite. The skarn minerals are predominantly consisting of garnet, clinopyroxene, olivine, epidote, actinolite, serpentine, wolastonite, calcite, quartz and chlorite. Garnets with andradite-grossular compositions ( $\text{Adr}_{90.89-100}\text{-Grs}_{0.8-53}\text{-Pyp}_{0-0.9}\text{-Sp}_{0-0.34}$ ) present in contact with marble zone. These garnets are Fe-rich and have high Fe/(Fe+Al) ratios (0.92-1). Clinopyroxene with diopside composition ( $\text{En}_{36.13-42.57}\text{-Fs}_{8.68-13.71}\text{-Wo}_{48.46-50.58}$ ) is generally homogenous and has particularly low Fe/Fe+Mg ratios (0.14-0.25). Olivines with forsterite compositions ( $\text{Fo}_{94.13-95.27}\text{-Fa}_{4.73-5.7}$ ) present in serpentine subzone. These olivines are Mg-rich and have high Mg/(Fe+Mg) ratios (0.94-0.95). Mineral textures between Garnet, clinopyroxene and olivine minerals indicate that highest temperature for olivine formation was about 600°C in  $\text{XCO}_2=0.1$  and pressure equal 1 kbar, near the contact of granitoid within the dolomitic rocks, while garnets and clinopyroxenes were formed at temperatures between 460°C and 550°C and  $\text{Log}f\text{O}_2$  between  $10^{-23}$  to  $10^{-26}$ . The garnet, clinopyroxene and olivine compositions at the Alamkandi skarn, respectively, are as follows:



**Keywords:** Mineral Chemistry, Skarn, Fe deposit, Alamkandi, Zanjan.

## Ore Genesis of the Tashvir and Varmazyar Epithermal Base Metal Deposits, NW Iran: Insights from Fluid Inclusion, Zircon U-Pb Geochronology, and O-S Isotopes

Hossein Kouhestani<sup>1</sup>, Mir Ali Asghar Mokhtari<sup>1</sup>, Zhaoshan Chang<sup>2</sup>, Kezhang Qin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Geology, Faculty of Science, University of Zanjan, Zanjan 45195–313, Iran

<sup>2</sup> Department of Geology and Geological Engineering, Colorado School of Mines, Golden, CO 80401, USA

<sup>3</sup> Key Laboratory of Mineral Resources, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China  
(kouhestani@znu.ac.ir)

### Abstract

Tashvir and Varmazyar epithermal base metal deposits are located in the Taram-Hashtjin Metallogenic Belt (THMB), NW Iran. In both deposits, ore veins, and breccias are hosted by Eocene volcanic-volcaniclastic rocks of the Karaj Formation and are spatially associated with late Eocene granitoid intrusions. The ore assemblages consist of pyrite, chalcopyrite, chalcocite, galena, and sphalerite (Fe-poor), with lesser amounts of bornite and minor psilomelane and pyrolusite. The main wall-rock alterations are silicification, intermediate argillic, carbonatization, chloritization, and propylitic alteration. Microthermometric measurements from the Tashvir and Varmazyar deposits show 182–287 °C and 194–285 °C formation temperatures and 2.7–7.9 and 2.6–6.4 wt.% NaCl equivalent salinities, respectively. Minimum hydrostatic pressures are 10–69 and 14–68 bars, which inferred minimum metallogenic paleodepths range from 103 to 706 m at Tashvir and 143 to 695 m at Varmazyar. Oxygen isotopic data indicated that the ore-forming fluids evolved from magmatic-hydrothermal fluids to dominantly meteoric waters. The sulfur isotopes and mineral assemblages display that ore-forming materials and sulfur are sourced mainly from a mixture of magma and surrounding sedimentary rocks. LA-ICP-MS zircon U-Pb dating of the granitoid intrusion at Tashvir and Varmazyar, yielded a weighted mean age of 38.34–38.31 and 40.85 Ma, respectively, indicating that epithermal mineralization developed between 40.85–38.31 Ma. Our data indicated that fluid mixing along with some fluid boiling were the main drives for hydrothermal alteration and mineralization at Tashvir and Varmazyar. All these characteristics suggested an intermediate-sulfidation epithermal style of mineralization. The THMB is proposed to be prospective for precious and base metal epithermal mineralization. Considering the extensional tectonic setting, and lack of advanced argillic lithocaps and hypersaline fluid inclusions, the THMB possibly has less potential for economically important porphyry mineralization.

**Keywords:** Intermediate-sulfidation; Fluid inclusions; Stable isotopes; Geochronology; NW Iran

## İvrindi Antimon Cevherleşmelerinin Jenetik Özellikleri

*The Genetic Characteristics of İvrindi Antimony Mineralizations*

**Elif Dilek Bayrakcioğlu<sup>1</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> Ankara University, Department of Geological Engineering, Ankara, Türkiye

(elifdilek.bilgin@mta.gov.tr)

### Özet

Biga Yarımadası, Tetis Avrasya Metalojenik Kuşağının bir parçası olup, birçok küçük ve büyük ölçekte baz metal yataklarına ve işletmelerine ev sahipliği yapmaktadır. Biga Yarımadasında yapılan son çalışmalar ışığında kurşun, çinko, antimon, altın ve gümüşçe zengin cevherleşmeler ortaya konulmuştur. Cevherleşme potansiyeli yönünden önemli olan bölgede yer alan İvrindi antimon zuhurları, Biga Yarımadasının güneyinde, İvrindi ilçesinin güney ve güneydoğusunda bulunmaktadır. Global ölçekte önemi artan antimon cevherleşmeleri hususunda, İvrindi bölgesinde 1970'li yıllardan sonra bir çalışma yapılmamış olup, bu çalışma kapsamında İvrindi bölgesindeki Gözlüçayır, Susuzyayla, Yağlılar ve Küçükyenice antimon cevherleşmelerinin jenezi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışma alanında Permiyen yaşlı kireçtaşları, Karakaya Formasyonuna ait tuf, şeyl birimleri, Oligosen-Alt Miyosen yaşlı volkanik kayalar gözlenmektedir. Antimon cevherleşmeleri, Oligosen-Alt Miyosen yaşlı andezit ve andezitik tüfler içinde kuvars ile stibnit minerali şeklinde gözlenmektedir. Cevherleşme düzenli bir geometriye sahip değildir ve dağınık halde gözlenmektedir. Cevher minerali olarak çubuksu stibnit minerallerinin ve piritin gözlendiği çalışma alanında yaygın gang minerali olarak kuvars tespit edilmiştir. Stibnit minerallerinin iz element özellikleri yatak tipine göre değişiklik göstermesinden dolayı maden yataklarının jenezinin ortaya çıkarılmasında önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Altere olmamış stibnit ve stibnitler ile ilişkili piritçe zengin numunelerden ince ve parlak kesitler yapılmış, EPMA ve ICP-MS analiz yöntemleri ile stibnit ve piritlerin iz element kompozisyonları belirlenmiş, İvrindi antimon cevherleşmelerinin jenezine yönelik yorumlar yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda İvrindi antimon cevherleşmelerinin, Oligo-Miyosen yaşlı andezitik volkanizmaya bağlı, yapısal kontrollü epitermal tip cevherleşme olduğu ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Biga Yarımadası, Antimon, Mineral Kimyası, Epitermal



## Abstract

The Biga Peninsula is part of the Tethys Eurasian Metallogenic Belt and hosts many small and large-scale base metal deposits and operations. Recent studies in the Biga Peninsula have revealed lead, zinc, antimony, gold, and silver-rich mineralizations. The İvrindi antimony occurrences, significant in terms of mineralization potential, are located in the south of the Biga Peninsula, to the south and southeast of the İvrindi district. Regarding antimony mineralizations which are gaining global significance no studies have been conducted in the İvrindi region since the 1970s. Within this study, the genesis of the Gözlüçayır, Susuzyayla, Yağlılar, and Küçükyenice antimony mineralizations in the İvrindi region was investigated. Permian-aged limestones, tuff, shale units belonging to the Karakaya Formation, and Oligocene-Lower Miocene-aged volcanic rocks are observed in the study area. Antimony mineralizations are observed as quartz and stibnite minerals within Oligocene-Lower Miocene-aged andesite and andesitic tuffs. The mineralization does not show a regular geometry and is observed as scattered. In the study area, stibnite minerals in rod form and pyrite are observed as ore minerals, while quartz is identified as the most common gangue mineral. Since the trace element characteristics of stibnite minerals vary according to the deposit type, the trace element chemistry of stibnite minerals is an important tool used in elucidating the genesis of ore deposits. Thin and polished sections were made from unaltered stibnite and pyrite-rich samples associated with stibnite, and the trace element compositions of stibnite and pyrite were determined using EPMA and ICP-MS analytical methods. Interpretations were made regarding the genesis of the İvrindi antimony mineralizations. As a result of the studies, it was revealed that the İvrindi antimony mineralizations are structural-controlled epithermal-type mineralizations associated with Oligo-Miocene-aged andesitic volcanism.

**Keywords:** Biga Peninsula, Antimony, Mineral Chemistry, Epithermal



## Köseler Bölgesi (Gördes-Manisa) Plaser İlmenit-Rutil Oluşumlarının Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri

*Geological, Mineralogical and Geochemical Properties of Placer Ilmenite-Rutile Occurrences in the Köseler Region (Gördes-Manisa)*

**Kayhan Işık<sup>1</sup>, Oya Cengiz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Altınşehir Mahallesi 317. Sokak No: 5/19 Nilüfer / Bursa

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Isparta / Türkiye  
(oyacengiz@sdu.edu.tr)

### Özet

Bu çalışmada incelenen ilmenitli-rutil plaserleri Menderes Masifinin kuzeyinde, Gördes Asması içerisinde Köseler köyü ve çevresinde yer almaktadır. Araştırılan plaser ilmenit-rutil oluşumlarının jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini belirleyip, ilmenitli rutilin kökeninin ortaya konulması amaçlanmıştır. Sahadaki jeolojik birimler Paleozoyik yaşlı migmatit-gnays birimi, Senozoyik yaşlı granitler, Kretase yaşlı allokton ofiyolitik melanj ve Kuvaterner yaşlı alüvyal birikintilerden oluşmaktadır. Bu alüvyal birikintilerde ilmenitli rutiller milimetre ile maksimum 5 santimetre arasında değişen fraksiyonlarda bulunmaktadır. Bu plaserlerin mineral parajenezi ilmenit, rutil, kuvars, klorit, biyotit, muskovit, plajiyoklas, ortoklas, turmalinden oluşmaktadır. Cevher mikroskopisi çalışmaları ve EPMA (Elektron Microprob Analizi) sonuçlarına göre ise; rutil minerallerinin ilmenit ile birlikte bulunduğu, ilmenitin rutil içerisine sonradan yerleştiği ve ilmenit yer değiştirmelerinin rutil içinde süreksizlikler boyunca yer aldığı gözlemlenmektedir. İlmenitli rutillerin major oksit içerikleri ortalama % 76.49 TiO<sub>2</sub>, % 22.12 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 0.98 SiO<sub>2</sub>, % 0.39 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 0.12 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % 0.24 MgO, iz element içerikleri ise ortalama 643.42 ppm Nb, 1145.42 ppm V, 410 ppm Cr, 66.14 ppm W, 48.57 ppm Ta, 71.28 ppm Zr, 37.71 ppm Sn ve 3.11 ppm Hf olarak belirlenmiştir. Bu değerler ışığında ilmenitli rutillerin hidrotermal kökeni temsil ettiği, mantodan türemiş olduğu ve yarı kondritik Nb/Ta oranı gösterdiği tespit edilmiştir. Rutil içindeki Zr termometresi ile ortalama 534±50°C ve 538±20°C'lik sıcaklık değerleri tespit edilmiştir. İlmenitli rutil numuneleri düşük nadir toprak elementi değerleri göstermektedir. Rutil ve kuvars örnekleri oksijen izotop sonuçları rutil için ‰ 1-1.4, kuvars için ‰ -1.3 ile ‰ -2.6 arasında değerlere sahiptir. Bu değerler granitoidlerle ilişkili olup kuvars numunelerinin negatif değerleri yüksek sıcaklık koşullarını ve/veya hidrotermal sıvı etkileşimini temsil etmektedir. Tüm bu veriler ışığında ilmenitli rutillerin gnays ve migmatitleri kesen Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı granitlerle ilişkili hidrotermal kuvars damarlarından kaynaklandığı ve ilmenitli rutil plaserlerini oluşturduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Plaser, İlmenit-Rutil, Mineraloji, Jeokimya, Köken, Köseler-Gördes





## Abstract

The ilmenite-rutile placers investigated in this study are located in the north of the Mendere Massif, within the Gördes Asması, around Köşeler village. The aim of the study is to determine the geological, mineralogical and geochemical properties of the placer ilmenite-rutile formations and to reveal the origin of ilmenite-rutile. The geological units in the area consist of Paleozoic migmatite-gneiss unit, Cenozoic granites, Cretaceous allochthonous ophiolitic melange and Quaternary alluvial deposits. These alluvial deposits contain millimeters to maximum 5 centimeters ilmenite-rutiles. The mineral paragenesis of these placers consists of ilmenite, rutile, quartz, chlorite, biotite, muscovite, plagioclase, orthoclase, tourmaline. According to the results of ore microscopy studies and EPMA (Electron Microprobe Analysis); rutile minerals coexist with ilmenite, ilmenite is located later in rutile and ilmenite displacements are located along the discontinuities in rutile. The average major oxide contents of the ilmenite-rutiles were 76.49% TiO<sub>2</sub>, 22.12% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.98% SiO<sub>2</sub>, 0.12% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 39% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.12% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and 0.24% MgO, while trace element contents were 643.42 ppm Nb, 1145.42 ppm V, 410 ppm Cr, 66.14 ppm W, 48.57 ppm Ta, 71.28 ppm Zr, 37.71 ppm Sn and 3.11 ppm Hf. In the light of these values, the ilmenite-rutiles represent hydrothermal origin, derived from the mantle and show a semi-chondritic Nb/Ta ratio. Average temperatures of 534±50°C and 538±20°C were determined by Zr in rutile thermometer. Ilmenite-rutile samples show low rare earth element values. The oxygen isotope results of rutile and quartz samples have values between ‰ 1-1.4 for rutile and ‰ -1.3 to ‰ -2.6 for quartz. These values are associated with granitoids and the negative values of quartz samples represent high temperature conditions and/or hydrothermal fluid interaction. In the light of all these data, ilmenite-rutiles originated from hydrothermal quartz veins associated with Upper Oligocene-Lower Miocene granites cutting gneisses and migmatites and formed ilmenite-rutile placers.

**Keywords:** Placer, Ilmenite-Rutile, Mineralogy, Geochemistry, Origin, Köşeler-Gördes

## Durmuşlu (Akpınar-Kırşehir) Manyetit Yatağının Cu-Zn-Au İçeriği Hakkında Ön Jeokimyasal Çalışmalar

*Preliminary Geochemical Studies on Cu-Zn-Au Content of Durmuşlu (Akpınar-Kırşehir) Magnetite Deposit*

**İ. Sönmez Sayılı<sup>1</sup>, Sinan Akıska<sup>2</sup>, Gökhan Demirela<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Fe-Ni Madencilik, Mustafa Kemal Mah. 2129. Sok. No. 1/4 Çankaya-Ankara*

<sup>2</sup>*Ankara Üni. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Ankara*

<sup>3</sup>*Aksaray Üni. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Aksaray*

([sonmez@fenimining.com](mailto:sonmez@fenimining.com))

### Özet

Durmuşlu (Akpınar-Kırşehir) köyünün kuzeyinde işletilmekte olan bir manyetit yatağının stok sahasında 2 adet manyetit cevher örneği ile açık ocakta gözlenen sülfütlü damarlardan alınan 11 adet örnekte ağırlıklı olarak cevher mikroskobisi ve jeokimyasal analizleri içeren ön çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Manyetit örnekleri kuru manyetik seperatörden geçirilmiş ürünler olup tane boyları 1.4 mm' den küçüktür. Yapılan cevher mikroskobisi çalışmaları örneklerde masif görünümlü manyetitlerin kenarları ve dilinimleri boyunca hematit ve götit minerallerine dönüştükleri, az oranda pirit, markazit ve psilomelan içerdikleri, gözlenmiştir. İki manyetit örneğinin Fe değerleri % 45- ve % 50, SiO<sub>2</sub> değerleri ise %18 ve % 21 olarak belirlenmiştir. Bu örneklerde Zn % 0.31, Cu % 0.034'a kadar ve Au ise 0.062 ppm'e kadar çıkmaktadır.

Sülfit damarlarının parajenezinde kalkopirit, pirit, sfalerit, manyetit, hematit, götit, kalkozin, malahit, smitsonit, psilomelan ve piroluzit mineralleri saptanmıştır. Örneklerden 3 tanesi manyetitçe ve yer yer Mn' ca zengin zonlardan alınmış olup % 30-55 Fe ve % 0.1 -16 arası Mn değerleri içermektedir. Mn' ca zengin örnekler % 0.4-1.52 Zn, % 0.04-0.26 Pb ve % 0.1-0.26 arasında Cu değerlerine sahiptir. Bir örnekte ise 0.1 ppm Au saptanmıştır. Diğer 8 örnekte; Fe % 2-25, Mn % 0.1-16 arasındadır. Cu % 4.5, Zn % 2.7, Pb % 2, S % 3.2'lere ve Au' da 0.53 ppm'lere kadar çıkan değerler göstermektedir.

Sonuç olarak Durmuşlu manyetit yatağı, Cu-Zn ve Au içerikleri açısından da dikkati çekici olup bu elementler için de detay çalışmaların yapılması önerilir.

**Anahtar Kelimeler:** Manyetit, Cu-Zn ve Au, Jeokimya, Kırşehir-Durmuşlu



## Abstract

In previous studies stated sulfide veins containing magnetite deposits in skarn formations related to granitoids between Kaman-Hamit village and Akpınar district of Kırşehir.

In this study, ore microscopy, geochemical analyses are carried out on 2 magnetite ore samples and 11 samples taken from sulfide veins observed in this mine at the north of Durmuşlu village.

Magnetite samples are products of dry magnetic separator with grain sizes of smaller than 1.4 mm. The ore microscopy studies conducted has showed that massive magnetites in the samples were altered to hematite and goethite minerals along the edges and cleavages, in addition pyrites, marcasites and psilomelanes are also observed. In these two samples, Fe values are between 45-50% and SiO<sub>2</sub> values are between 18-21%. In these samples, Zn is up to 0.31%, Cu up to 0.034% and Au values are up to 0.062 ppm.

In sulfide samples, chalcopyrite, pyrite, sphalerite, magnetite, hematite, goethite, chalcosine, malachite, smithsonite, psilomelane and pyrolusite minerals are detected. In 3 samples, Fe is 30-55% and Mn was 0.1-16% due to the fact that they were taken from magnetite zones and occasionally Mn rich zones. In Mn rich samples, Zn is between 0.4-1.52%, Pb 0.04-0.26% and Cu 0.1-0.26%. 0.1 ppm gold is detected in one sample. In the other 8 samples; Fe varies between 2-25%, Mn between 0.1-16%. Cu up to 4.5%, Zn to 2.7%, Pb to 2%, S up to 3.2% and Au show values up to 0.53 ppm.

As a result, Durmuşlu magnetite deposit should be investigated in detail for Cu-Zn and Au metallic elements.

**Keywords:** Magnetite, Cu-Zn and Au, geochemistry, Kırşehir-Durmuşlu

## Aladağlar Kurttepe (Yahyalı-Kayseri) Arsenikce Zengin Oksitli Demir Cevherleşmesinin Jeolojik ve Paleoçevresel Etkileri

*Geological and Paleoenvironmental implications of Aladağ- Kurttepe (Yahyalı-Kayseri) Arsenic-Rich Oxidized Iron Mineralization*

**Ufuk Keskin<sup>1</sup>, Berna Yavuz Pehlivanlı<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Yozgat Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Yozgat, Türkiye, ufukkeskin1972@gmail.com; berna.yavuz@yobu.edu.tr*

### Özet

Aladağ yöresi Devoniyen - Alt Kretase zaman aralığında çökelmiş, naplı yapılı allokton Yahyalı, Siyah Aladağ, Çataloturan, Küçüksu, Minaretepeler, Üst kuşak ye Beyaz Aladağ istifleri ile ofiyolitli melanj, Tersiyer çökelleri ve morenlerden oluşur. Bunlar içinde yalnızca Yahyalı, Küçüksu, Minare tepeler istifleri ve ofiyolitli melanj cevherlidir. Stokwörk şeklinde oluşan, Aladağ - Delikkaya yatağı hariç karbonatlı çinko - kurşun cevherleşmeleri, çoğunlukla K - G ve KD -GB yönlü tektonik kırıklarda yataklanmıştır. İnceleme alanı çevresinde temel jeolojik incelemeler genel olarak yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Ancak Kurttepe (Yahyalı-Kayseri) sahasında yeni yapılan araştırmalar ve sondajlar dikkate değer veriler sunmaktadır. Aladağlar Kurttepe sahasına ait cevherleşmenin (Yahyalı-Kayseri) kaynak özellikleri ve birikim ortamlarına ait paleo koşulların kimyasal bileşimi; redoks ortamı ve tektonik evrimi hakkında temel bilgiler sağlayabilir.

Bu çalışmada özellikle cevherleşmenin mineral içeriği (XRD ile), ana (XRF ile), iz ve nadir toprak element (ICP-MS ile) jeokimyasına odaklanılmıştır. Cevherli örneklerin element içerikleri baz alınarak; paleo-oluşum şartları, kimyasal bileşim, redoks ortamı ve jeolojik şartlar yorumlanabilmektedir. Aladağ-Kurttepe (Yahyalı-Kayseri) Arsenik Zengin Oksitlenmiş Demir yatağının mineral içeriği; Götit, Kuvars, Haykokit, Jarosit, Vermikülit (La-değişimli), Paragonit, Kalsit ve Kaolinit gibi minerallerden oluşur. Tüm örnekler PAAS, NASC, üst kıtasal kabuk (UCC) ve ortalama şeyle (S) normalize edildiğinde, Ağır Nadir Toprak Element (ANTE) Zenginleşmesi göstermektedir. Genellikle benzer maden yataklarında da; hafif nadir toprak elementlerinin tüketildiği ve La ve Y elementlerinde zenginleşmenin olduğu görülmektedir. Negatif Ce aykırılığı karakteristiktir. Bu özellik Fe yataklarının oluşumunda deniz suyu etkisinden kaynaklanmaktadır. Düşük (Pr/Yb)<sub>s</sub> oranları, ortamın anoksik olduğuna işaret etmektedir. Tb/Ca'a karşı Tb/La grafiğinde ise; örneklerin hidrotermal alana düştüğü görülmektedir. Aladağ-Kurttepe (Yahyalı-Kayseri) Arsenik Zengin Oksitlenmiş Demir Mineralizasyonuna ait örneklerde Al içeriğinin birkaç örnek dışında tüm örneklerin oldukça yüksek değerlerde olması, kıtasal kaynaklardan önemli bir katkı olduğunu gösterir.

Tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde ise; önemli volkaniklastik girdiye sahiptir. Demir ve silika oluşumunda; esas olarak deniz suyu ile düşük sıcaklıktaki hidrotermal sıvıların karışımı etkilidir. Cevher çökeli için ayrıca su altı volkanizması da oldukça etkili olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Ana element, iz element, Nadir Toprak Elementler (NTE), XRD, ICP-MS ve XRF



## Abstract

The Aladag region consists of napped allochthonous Yahyalı, Black Aladag, Cataloturan, Kucüksu, Minaretepeler, Upper Belt and White Aladag stacks, ophiolite mélange, Tertiary sediments and moraines deposited in the Devonian - Lower Cretaceous time interval. Among these, only Yahyalı, Küçüksu, Minaretepeeler and ophiolitic mélange are ore bearing. Except for the Aladag - Delikkaya deposit, carbonated zinc - lead mineralisations, which are formed in the form of stochwörk, are mostly deposited in N - S and NE - SW directional tectonic fractures. Basic geological investigations have been and continue to be carried out in general around the study area. However, new research and drillings in Kurttepe (Yahyalı-Kayseri) field have remarkable data. This study particularly focused on the mineral content (by XRD), major (by XRF), trace and rare earth element (by ICP-MS) geochemistry of the mineralization. Based on the element contents of the ore samples; paleo-formation conditions, chemical composition, redox environment and geological conditions can be interpreted. The mineral content of the Aladağ-Kurttepe (Yahyalı-Kayseri) Arsenic Rich Oxidized Iron deposit consists of minerals such as Goethite, Quartz, Haykokite, Jarosite, Vermiculite (La-altered), Paragonite, Calcite and Kaolinite. All samples show Heavy Rare Earth Element (HRE) Enrichment when normalized with PAAS, NASC, Upper Continental Crust (UCC) and Average Shale (S). Generally, in similar ore deposits; it is observed that light rare earth elements are depleted and there is enrichment in La and Y elements. Negative Ce anomaly is characteristic. This feature is due to the effect of sea water in the formation of Fe deposits. Low (Pr/Yb)<sub>S</sub> ratios indicate that the environment is anoxic. In the Tb/Ca versus Tb/La graph; it is seen that the samples fall into the hydrothermal area. In the samples belonging to the Aladağ-Kurttepe (Yahyalı-Kayseri) Arsenic Rich Oxidized Iron Mineralization, the Al content is quite high in all samples except a few, indicating a significant contribution from continental sources. When all the data are evaluated together; it has significant volcanoclastic input. The mixture of seawater and low temperature hydrothermal fluids is mainly effective in the formation of iron and silica. Underwater volcanism can also be quite effective for ore deposition.

**Keywords:** Major Element, Trace Element, Rare Earth Elements (REE), XRD, ICP-MS and XRF





## Orojenik Altın İçerikli Kayaların Jeokimyasal Bileşimleri: Sevdiğin, Kırşehir Örneği

*Geochemical Compositions of Orogenic Gold-Bearing Rocks: Sevdiğin, Kırşehir*

**Abdalbagi A.H. Hussien<sup>1</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1</sup>**

*Ankara University, Department of Geological Engineering, Ankara, Türkiye  
(abdalbagialmhadi7715@gmail.com)*

### Özet

Orta Anadolu Kristalen Kompleksi temel metamorfik kayalar üzerine Neoteteis kalıntıları olan ofiyolitik kayalar tarafından üzerlenmiştir. Her iki birimi felsik ve mafik bileşimli magmatik kayalar tarafından Geç Kretase döneminde kesilmiştir. Çalışma konusu temel metamorfik kayaları kesen felsik intrüziyonların etkisi ile bölgede oluşan Orojenik kuşak içerisindeki altın cevherleşme potansiyelini araştırmaktır. Çalışma alanı Kırşehir güneyi Sevdiğin ve Kalankadı bölgesindeki metamorfik kayaların mineralojik, petrografik, jeokimyasal karakteristiklerini ortaya koymaktır. Bu çalışmada bölgede metamorfik ve dokanak kayası olan magmatik kayalardan örnekler alınarak ayrıntılı jeokimyasal analizleri yapılmıştır.

Çalışma sahasından toplanan metamorfik kaya örnekleri başlıca kuvarsit, kuvars şist ve mika şist bileşiminde olduğu belirlenmiştir. Örnekler ayrıntılı olarak Konfokal Raman Spektroskopisi (KRS) yöntemi ile incelenmiştir. Örnekler kuvars ve mika ana minerallerin yanında pirit, barit ve grafit mineralleri de tespit edilmiştir. Örneklerin kimyasal bileşimlerini ve altın içeriklerini belirlemek için kuvars ve pirit minerallerinin kimyasal bileşimleri Elektron Prob Micro (EPMA) yardımı ile gerçekleştirilmiştir.

Yapılan jeoloji, minearoloji, petrografi, mineral ve kaya kimyası analiz sonuçlarına göre temel metamorfik kayalara alkali bileşimli siyenitik kayaların sokulması sonucu metamorfik kayalarda Au gibi bazı kıymetli elementlerin mobilize edilerek kuvarsça zengin metamorfik kayalarda zenginleştiği belirlenmiştir. Bölgede yer alan metamorfik kayalar orojenik faaliyetlerin etkisi ile ekonomik potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kırşehir, Orojenik altın, EPMA, Raman Spektroskopisi



## Abstract

The Central Anatolian Crystalline Complex is overlain by ophiolitic rocks, remnants of Neotethys, which are found above the basement metamorphic rocks. Felsic and mafic magmatic rocks have intruded on both units during the Late Cretaceous period. The focus of this study is to investigate the gold mineralization potential within the orogenic belt, which has formed in the region due to the influence of felsic intrusives cutting through the foundational metamorphic rocks. The study area is located in the Sevdğin and Kalankadı regions south of Kırşehir. The paper aims to reveal the mineralogical, petrographic, and geochemical characteristics of the metamorphic rocks in this area.

In this study, samples were collected from both metamorphic and magmatic rocks, which are also present as dykes in the region, and detailed geochemical analyses were conducted. The metamorphic rock samples collected from the study area were identified to be primarily composed of quartzite, quartz schist, and mica schist. The samples were examined in detail using Confocal Raman Spectroscopy (CRS). In addition to the main minerals of quartz and mica, minerals such as pyrite, barite, and graphite were also identified. The chemical compositions of the quartz and pyrite minerals were determined using Electron Probe Microanalysis (EPMA) to assess their chemical compositions and gold content.

Based on the results of geological, mineralogical, petrographic, mineral, and rock chemistry analyses, it has been determined that the intrusion of alkali syenitic rocks into the foundational metamorphic rocks resulted in the mobilization of certain valuable elements, such as Au (gold), which then concentrated in the quartz-rich metamorphic rocks. The metamorphic rocks in the region have been determined to have economic potential due to the influence of orogenic activities.

**Keywords:** Kırşehir, Orogenic gold, EPMA, Raman Spectroscopy



## Kesikköprü Demir Cevherleşmesinin Jeokimyası ve İzotopik Karakteristikleri

*Geochemical and Isotopic Characteristics of Kesikköprü Iron Mineralization*

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

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

### Özet

1960'lı yıllardan itibaren işletilen Kesikköprü demir yatağı, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin kuzeybatısında yer almaktadır. Yatak, granitoidlerin mafik-ultramafik kayalar ve mermerlerle oluşturduğu dokanıklar boyunca gelişmiştir. Esas olarak granat, piroksen, epidot ve filogopit türü kalk silikat türü mineraller ile temsil olunan cevherleşmeler, hem endoskarn hem de ekzoskarn zonlarında gözlenir. Masif manyetit mercikleri içeren ekzoskarn zonlarından yılda ortalama 0,3 milyon ton üretim gerçekleştirilmektedir. Kesikköprü granitoidi diyorit, granodiyorit ve granit bileşiminde olup, subalkali, kalkalkalen, şoşonitik ve metalümina-hafif peralümina karakterdedir. Mafik-ultramafik kayalar esas olarak gabro bileşiminde olup, subalkalin, toleyitik ve metalümina özelliklere sahiptir. Granitoidler, yüksek alan enerjili elementlere göre büyük iyon litofil elementlerce daha fazla zenginleşmiş olup, MORB'a göre Ti, Y ve P bakımından tüketilme gösterirler. Mafik-ultramafik kayalar çoğunlukla MORB'a paralel desenlere sahiptir. Nadir toprak elementleri açısından yan kayalar gibi skarn ve cevher örneklerinin tamamında hafif nadir toprak elementleri, ağır nadir toprak elementlerine göre zenginleşme göstermektedir. Ayrıca hafif nadir toprak elementlerdeki zenginleşme derecesi granitoidlerden endoskarn, mafik-ultramafik kayalar, ekzoskarn ve cevher örneklerine doğru azalmaktadır. Sr-Nd izotop sonuçları granitoidlerin oluşumunda kabuk kirlenmesi veya metasomatizmaya uğramış bir manto kaynağının varlığına işaret etmekte, ayrıca granitoidler ile cevherleşmeleri oluşturan hidrotermal akışkanlar arasındaki kökensel ilişkiyi vurgulamaktadır. Skarn ve cevherli zonlara ait hem duraylı izotop verileri (O, H, S ve C) hem de radyojenik izotop verileri birbirleri ile uyumlu olarak cevherleşmeleri oluşturan akışkanların baskın olarak magmatik kökenli olabileceğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kesikköprü, skarn, demir, jeokimya, izotop

**Katkı Belirtme:** Bu çalışma Aksaray Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje Numarası: 2013-079; 2015-028; 2018-009).



## Abstract

The Kesikköprü iron deposit, active since the 1960s, is situated in the northwest part of the Central Anatolian Crystalline Complex. This deposit developed along the contacts of granitoid with mafic-ultramafic rock and marble. Mineralization occurs in both the endoskarn and exoskarn zones and is predominantly represented by garnet, pyroxene, epidote, and phlogopite-rich calc silicate minerals. The average annual production from massive magnetite lenses in exoskarn zones is 0.3 million tons. The Kesikköprü granitoid is composed of diorite, granodiorite, and granite characterized by subalkaline, calc-alkaline, shoshonitic, and metaluminous to weakly peraluminous compositions. Mafic-ultramafic rocks are primarily gabbro, displaying subalkaline, tholeiitic, and metaluminous characteristics. Granitoid exhibits a greater enrichment in large ion lithophile elements compared to high field strength elements, alongside a relative depletion in Ti, Y, and P when compared to mid-ocean ridge basalt (MORB). Mafic-ultramafic rocks largely exhibit trace element patterns parallel to those of MORB. Regarding rare earth elements (REE), all skarn and ore samples, as well as the host rocks, display enrichment in light rare earth elements (LREE) relative to heavy rare earth elements (HREE). Additionally, a decreasing trend in LREE enrichment is observed from granitoids to endoskarn, mafic-ultramafic rocks, exoskarn, and ore samples, respectively. The Sr-Nd isotopic analysis results suggest a mantle source that has undergone crustal contamination or metasomatism during the formation of granitoid and the genetic link between the granitoid and hydrothermal fluid. The stable (O, H, S, and C) and radiogenic isotope data of the skarn and ore are consistent with each other, supporting that the mineralizing fluid is predominantly of magmatic origin.

**Keywords:** Kesikköprü, skarn, iron, geochemistry, isotope

**Acknowledgement:** *This work has been supported by Research Fund of the Aksaray University (Project Number: 2013-079; 2015-028; 2018-009).*

17-19 Ekim 2024, Antalya, Türkiye

**10.** Jeokimya  
Sempozyumu



**10.** Geochemistry  
Symposium

17-19 October 2024, Antalya, Türkiye

**İZOTOP JEOKİMYASI VE JEOKRONOLOJİ**  
*ISOTOPE GEOCHEMISTRY AND GEOCHRONOLOGY*





## Güney Neotetis'in Kapanma Zamanlaması Üzerine Yeni Kanıtlar; Harmanlı Bölgesi Ofiyoliti (Adıyaman, GD Anadolu) ve Geç Kretase Granitik Kayalarının Jeokronolojisi ve Jeokimyası

*New Evidence on the Timing of the Closure of the Southern Neotethys: Geochronology and Geochemistry of the Harmanlı Region Ophiolite (Adıyaman, SE Anatolia) and Late Cretaceous Granitic Rocks*

**Nusret Nurlu**

*Department of Geological Engineering, University of Çukurova, Adana  
(nusretnurlu@gmail.com)*

### Özet

Harmanlı bölgesindeki felsik-ortaç intrüzyonları ve ilişkili ofiyolitik kayalar, Türkiye'nin güneydoğusundaki Toros bindirme kuşağına yakın bir konumda bulunmaktadır. Harmanlı bölgesinde çalışılan felsik-nötr intrüzif kayaçlar ve bu kayaçlarla ilişkili ofiyolitik kayaçlar, Geç Kretase dönemi magmatik aktivitesinin anlaşılması ve ortaya konulmasında kritik bir role sahiptir. Geç Kretase döneminde Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'nın jeolojik evrimine katkı vermek amacıyla, Harmanlı Bölgesi ofiyolitlerini (HBO) keser vaziyette gözlenen granitik kayaların saha gözlemleri, tüm kayaç jeokimyası, detaylı petrografik analizleri, U-Pb zirkon jeokronolojisi ve mineral kimyası verileri bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Harmanlı ofiyolitini keser vaziyette gözlenen intrüzyonlar, Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'nın (GAOK) bir parçası olan felsik-nötr derinlik/yarı derinlik kayaçları içermektedirler. Tonalit, granodiorit ve nadiren granit türü kayalar plütonik fazını temsil edilirken, yarı derinlik fazı ise granofir, aplit ve granit porfir ile temsil edilmektedir. Ayrıca, HBO'nun mafik plütonik kayaçları genellikle diyorit ve gabrodan oluşurken, yarı derinlik fazı ise mikrodiyorit ve diyabazla karakterizedir. Bu çalışma ile ortaya konulan yeni yüksek hassasiyetli LA-ICP-MS U-Pb zirkon verileri, Harmanlı ofiyolitinin (gabro) mafik kayaçlarının kristalleşme yaşlarını 81.7 ila 83.8 Ma olarak vermektedir. Bu ofiyoliti keser halde gözlenen felsik intrüzyonların (granodiorit) kristalleşme yaşları ise 79.5 ila 80.8 Ma arasında değişmektedir. Harmanlı bölgesindeki intrüzif kayaçların tüm kayaç jeokimyası verileri, granitten diyorite kadar geniş bir spektrumda gözlenmektedir ve metalüminden hafif peralümine, kalk-alkali, I-tipi volkanik yay granit karakteristikleri göstermektedir. Kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında, intrüzif kayaçlar hafif negatif Eu anomalileri ile orta ila yüksek derecede zenginleşme göstermektedirler. Analiz edilen intrüzif kayaçların, ORG' e göre normalize edilmiş çoklu element diyagramlarında yüksek alan kuvveti (HFS) elementlerinde (Ta, Nb, Zr, Sm, Y, Hf) belirgin bir tüketilme ve büyük iyon litofil elementlerinde (LILE's) (K<sub>2</sub>O, Rb, Ba, Th) zenginleşme sergilemektedirler. HBO'nun mafik kayaçları, (I) Nb ve Pr'de tüketilme, (II) LILE'lerde zenginleşme (Ce, Rb, K, ve Th) ve (III) N-MORB ile karşılaştırıldığında HFSE'lerin neredeyse yatay bir desen göstermesi gibi belirgin özellikler sergilemektedirler. İntrüzif kayaçların biyotit jeokimyası ile ORG' göre normalize edilmiş çoklu element ve tektonomagmatik ayırım diyagramları bu kayaçların oluşum ortamının magmatik yay ortamı olduğunu desteklemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ofiyolit, U-Pb jeokronoloji, Tüm kaya jeokimyası, Mineral kimyası, Granit, Adıyaman



## Abstract

In order to contribute to the geological evolution of Southeast Anatolian Orogenic Belt during the Late Cretaceous period, this study presents field observations, whole-rock geochemistry, detailed petrographic analyses, U-Pb zircon geochronology, and mineral chemistry data of the Harmanlı Region ophiolites (HRO) and the cross-cutting granitic rocks. The intrusive rocks observed within the Harmanlı ophiolite represent felsic-intermediate plutonic rocks as part of the Southeast Anatolian Orogenic Belt (SAOB). While tonalite, granodiorite, and occasionally granite represent the plutonic phase, the sub-volcanic phase is represented by granophyre, aplite, and granite porphyry. Moreover, the mafic plutonic rocks of the HBO mainly consist of diorite and gabbro, while the sub-volcanic phase is characterized by microdiorite and diabase. The new high-precision LA-ICP-MS U-Pb zircon data presented in this study provide crystallization ages for the mafic rocks of the Harmanlı ophiolite (gabbro) ranging from 81.7 to 83.8 Ma. The crystallization ages of the felsic intrusions (granodiorite) observed in the ophiolite range from 79.5 to 80.8 Ma. The whole-rock geochemistry data of the intrusive rocks in the Harmanlı region exhibit a wide spectrum from granite to diorite, showing metaluminous to slightly peraluminous, calc-alkaline, I-type volcanic arc granite characteristics. In the chondrite-normalized REE diagram, the intrusive rocks exhibit moderate to high degrees of enrichment with slight negative Eu anomalies. The analyzed intrusive rocks show significant depletion in high field strength (HFS) elements (Ta, Nb, Zr, Sm, Y, Hf) and enrichment in large ion lithophile elements (LILE<sup>2+</sup>/LILEs) (K<sub>2</sub>O, Rb, Ba, Th) in the multi-element diagrams normalized to ORG. The mafic rocks of HBO exhibit distinct features such as (I) depletion in Nb and Pr, (II) enrichment in LILEs (Ce, Rb, K, and Th), and (III) almost horizontal patterns of HFSE<sup>2+</sup>s compared to N-MORB. Biotite geochemistry of the intrusive rocks, along with multi-element and tectonomagmatic discrimination diagrams normalized to ORG, supports a magmatic arc setting for the formation environment of these rocks.

**Keywords:** Ophiolite, U-Pb geochronology, Whole-rock geochemistry, Mineral chemistry, Granite, Adıyaman

## Hindistan-Avrasya Çarpışmasının Batı Kenarındaki Zamanlaması: Pakistan'ın Fort Munro Kesitindeki Senozoyik Dizinin Detritik Zirkon U- Pb Yaş Tarihlemesinden Elde Edilen Öngörüler

*The timing of India-Eurasia Collision Along Western Margin: Insights from the Detrital Zircon U-Pb Age Dating of the Cenozoic Sequence, Fort Munro Section, Pakistan*

Junaid Ashraf<sup>1</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup>Ankara University Earth Sciences Application and Research Centre (YEBİM), Turkey

(Junaidashrafawan@gmail.com@gmail.com)

### Özet

Himalaya, en büyük ve en tanınmış orojenik sistemlerden biri olarak, Hindistan ve Avrasya kıtalarının çarpışmaları sonucunda oluşmuş kalınlaşan bir kuşağı temsil etmektedir. Bu çarpışmalar, Dünya yüzeyinin nasıl önemli ölçüde şekillendiğini göstermektedir. Kohistan Adası Yaylası, Hindistan Levhası ile Karakoram Bloğu arasında sıkışmış olup, bu durum Batı Himalayalar'daki tartışmaların ana nedenidir. Hindistan-Avrasya çarpışmasının zamanlaması hâlâ tartışma konusudur. Pakistan'ın kuzeybatı Himalayalar'ında, bu çarpışmaların yaşı, 65 ile 40 milyon yıl arasında değişkenlik gösterdiği ileri sürülmektedir.

Mevcut çalışma, Fort Munro kesitinde, doğu Sulaiman kıvrım kuşağında ortaya çıkan Senozoyik dizinin kumtaşı petrografisi ve detritik zirkon jeokronolojisini sunmaktadır. Bu çalışma, Hindistan levhasının batı kenarındaki Hindistan-Avrasya çarpışmasının kökenini ve oluşum dönemini izah eden jeolojik ve petrolojik verilerden oluşmaktadır. Senozoyik'te oluşan birimler; Paleosen Ranikot, Dunghan ve Eosen Ghazij Formasyonlarından oluşmaktadır. Tüm bu birimlerin petrografisi ve detritik zirkon jeokronolojisi, Ghazij Formasyonunun üst kısımlarında çökel istifi gerçekleşmiş olabilir. Bölgedeki kökensel değişim, Hindistan ve Avrasya levhalarının çarpışmasıyla ilişkilendirilebilir. Bu çarpışma, Himalaya'nın güney (Hindistan Kratonu) kısmından kuzey (Kohistan Adası Yaylası ve Karakoram Bloğu) kısmına doğru kaymasına neden olmuştur. U-Pb jeokronolojisi, Ranikot, Dunghan ve Ghazij Formasyonunun alt ve orta kısımlarındaki zirkon yaşlarının yaklaşık 400-500 Ma arasında olduğu ve Eosen Ghazij Formasyonunun ise üst kısmında genç detritik zirkon yaşlarının <100 Ma olduğu elde edilmiştir. Ghazij Formasyonunun üst yaş sınırı dikkate alarak, Hindistan-Avrasya çarpışmasının 50-45 Ma arasında Hindistan levhasının batı kenarından itibaren gerçekleşmiş olabilir. Bu öneri, Hindistan levhasının batı kenarında çarpışmanın, Tibet'in merkezi kısmında çarpışmadan sonra meydana geldiği belirlenmiştir. Bu bulgular, Hindistan levhasının batı kenarında çarpışmanın Himalaya orojenezinin kuzey ve orta bölgelerinde elde edilen çarpışma yaşlarından daha genç olduğu sonucu ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Detritik zirkon, U-Pb jeokronolojisi, Senozoyik dizi, Sulaiman kıvrım-kuşak kuşağı, batı kenar, Hindistan-Asya çarpışması



## Abstract

The Himalayan, the largest well-known orogenic system is formed due to the collisions between the two continents India and Eurasia, this shows how these collisions have notably shaped the Earth's surface. The Kohistan Island Arc is packed between the Indian Plate and Karakoram Block, whose presence is the main reason behind the controversy, in the western Himalayas. The India-Eurasia collision timing is still under argument. Even in the northwestern Himalayas of Pakistan, the age of these collisions is doubtful as to fluctuates from 65 to 40 Ma.

The current study presents the sandstone petrography and detrital zircon geochronology of the Cenozoic sequence exposed in the Fort Munro section, eastern Sulaiman fold belt to provide an insight into the provenance and timing of India- Eurasia collision along the western margin of the Indian plate. The Cenozoic sequence consists of Paleocene Ranikot, Dunghan and Eocene Ghazij Formation. The integrated petrography and detrital zircon geochronology suggest that the provenance change occurred during the deposition of the upper part of the Ghazij Formation. We attribute this provenance change to the collision of the Indian and Eurasian plates that caused the provenance shift from the southern (Indian Craton) sources to the northern (Kohistan Island arc and Karakoram block) sources. U-Pb geochronology suggests that the age population of Ranikot, Dunghan and the lower and middle part of the Ghazij Formation is between ~400-500Ma and a minor contribution of >500Ma as the appearance of younger detrital zircon ages <100 in the upper part of Eocene Ghazij Formation. Considering the upper age limit of the Ghazij Formation, we may propose that the India-Eurasia collision occurred during the 50-45 Ma along the western margin of the Indian plate, which is younger than the collision ages reported in the north and centre of the Himalayan orogeny. This suggestion makes it clear that the Indian plate collided on the western margin after colliding in the central part of Tibet.

**Keywords:** Detrital zircon, U-Pb geochronology, Cenozoic sequence, Sulaiman foldthrust belt, western margin, India-Asia collision

## Misis-Andırın Karmaşığında Gözlenen Dalma-batma İlişkili Orta Eosen Yaşlı Felsik Volkaniklerin Jeokimyası ve Jeokronolojisi

*Geochemistry and geochronology of Middle Eocene subduction-related felsic volcanics in the Misis-Andirin Complex*

Nusret Nurlu<sup>1</sup>, Ahmet Can Akıncı<sup>1</sup>, Milan Kohút<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Geological Engineering, Faculty of Engineering, Cukurova University, 01330 Balcali-Adana, Turkey

<sup>2</sup>Earth Science Institute, Slovak Academy of Sciences, 840 05 Bratislava, Slovakia  
(nusretnurlu@gmail.com)

### Özet

Misis-Andırın Karmaşığında yüzeyleyen (MAK) felsik volkanik kayalarından LA-ICP-MS zirkon jeokronolojisi ve jeokimyası (tüm kaya ve mineral kimyası) verileri bu çalışma ile ortaya konulmuştur. MAK, Doğu Akdeniz bölgesinde Neotetis'in kuzey aktif kenarında gözlenen magmatik, sedimanter ve tektonik süreçleri kapsamaktadır. MAK, Engizek (KD), Andırın (merkez) ve Misis (GB) segmentlerini içeren aktif bir kıta kenarı birliğini temsil etmektedir. Felsik volkanikler, yüksek yüklü olan kalıcılığı yüksek elementler (HFSE) bakımından fakir, büyük iyon yarıçaplı elementler (LILE) bakımından zengin ve yataya yakın nadir toprak element (REE) desenlerine sahiptir; bu paternler ve yanı sıra biyotit kimyası verileri de dalma-batma zonu tektonik ortamını doğrulamaktadır. İncelenen volkanik birim genellikle riyolit, dasit ve nadiren andezit kayalarından oluşmaktadır ve Bulgurkaya Formasyonu ile yer yer arakatlı yer yer tektonik dokanaklı gözlenmektedir. Bu felsik volkanik kayalar, normal okyanus ortası sırtı bazaltlarına (N-MORB) normalize edilmiş örümcek diyagramında Ti ve Nb bakımından göreceli tüketilme ve Cs, Rb, Ba ve Th bakımından ise kısmi zenginleşme gösterirken, bu veriler ilgili kayaların yitim ortamından türediğini önermektedir. Andırın bölgesinden analiz edilen tüm volkaniklerin La/Nb (1.92-2.33) ve Nb/Th (1.0-1.12) oranları yaygın olarak yay magmatizması veya kabuk kaynağından kirlenmiş volkanik kayalar benzerliği gösterir. Ayrıca incelenen volkaniklerin neredeyse yatay Ba/La oranları ile göreceli olarak artan Th/Yb oranları, sedimanterlerden veya kabuk kirliliğinden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. MAK'daki volkanik kayaların analiz edilen Mg-Fe amfibolleriden elde edilen Al-hornblend termobarometrisi (2.04 ila 1.55 kbar), bu kayalarda incelenen amfibollerin orta ila sığ kabuk seviyesinde kristalleşmesini temsil etmektedir ve bu maksimum 6.7 km ve minimum 5.1 km derinliğe işaret etmektedir. Fe-Ti oksit dengesine dayanan ilmenit-magnetit termometresi, Andırın bölgesindeki felsik magmanın yaklaşık 717°C'de ve yaklaşık 2.16 log biriminde  $fO_2$  (+1.51 NNO) olduğunu göstermektedir. Bu çalışma da analizleri sunulan volkanik kayalar, Eosen dönemi boyunca oluştuğu ve bu yeni U-Pb zirkon tarihlemesi ( $47.13 \pm 0.5$  My), Andırın bölgesindeki volkanik aktivitenin çoğunlukla Lütesiyen yaşını ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Felsik volkanik, Misis-Andırın Kompleksi, GD Anadolu, Ada yayı, U-Pb zirkon yaşlandırması





## Abstract

LA-ICP-MS zircon geochronology and geochemistry (whole-rock & mineral chemistry) from the Misis-Andırın Complex (MAC) volcanic rocks are reported. The MAC records magmatic, sedimentary, and tectonic processes operating at the northern active margin of the Neotethys (South Tethys) in the eastern Mediterranean region. The MAC represents an association of an originally active continental margin including the Engizek (in the NE), Andırın (central) and Misis (in the SW) segments. The felsic extrusives are depleted in HFSE (high-field-strength elements), enriched in LILE (large-ion lithophile elements) and have flat-type REE patterns; these trends and also biotite chemistry verify their supra-subduction zone tectonic environment. The studied volcanic unit consists of mainly rhyolite, dacite and rare andesite rocks, and is intercalated with Bulgurkaya Formation. These felsic extrusive rocks show relative depletions in Ti and Nb, and partial enrichment in Cs, Rb, Ba, and Th in the N-MORB (normal-mid ocean ridge basalt) normalized spider plot, suggesting their derivation from a supra-subduction geodynamic environment. The La/Nb (1.92–2.33) and Nb/Th (1.0–1.12) ratios of all the analysed extrusives from the Andırın region present arc magmas or volcanic rocks affinity that could have been contributed by crustal source and also examined volcanics yield nearly flat Ba/La ratios with relatively increasing Th/Yb, suggesting the contribution of sediments or crustal contamination. The Al-in-hornblende thermobarometry (2.04 to 1.55 kbar) of Mg-Fe hornblende in the volcanics of the MAC represents their crystallization of amphibole in the moderate to shallow crustal level at a maximum 6.7 km to a minimum 5.1 km depth. The ilmenite-magnetite thermometer based on Fe-Ti oxide equilibria shows that the Andırın area felsic magmas were at 717°C and at an  $fO_2$  of approximately 2.16 log units (+1.51 NNO). The MAC extrusive volcanic rocks were produced throughout the Eocene period, and our new U-Pb zircon dating ( $47.13 \pm 0.5$  Ma) confirmed mainly younger Lutetian age of the volcanic activity in the Andırın area.

**Keywords:** Felsic volcanics, Misis-Andırın Complex, SE Anatolia, Island arc, U-Pb zircon dating



## Kütahya Yöresindeki (Batı Anadolu, Türkiye) Kalişlerin Paleoklimsel Kaydının Kararlı İzotop Analiziyle Araştırılması

*Exploring The Paleoclimatic Record Of Calcretes in Kütahya Region (Western Anatolia, Türkiye) Through Stable Isotope Analysis*

**Ersel GÖZ**

*Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Evliya Çelebi Yerleşkesi, 43100, Kütahya, TÜRKİYE*  
(erselgoz@gmail.com)

### Özet

Bu çalışmada Kütahya ilindeki kalişlerin kararlı karbon ve oksijen izotop analiz sonuçları incelenmiştir. Çalışma alanının temel kayacı, üzerine uyumlu olarak Permo-Triyas mermerlerinin geldiği Paleozoik metamorfik kayalardan oluşmaktadır. Bu mermerler, tektonik olarak bir ofiyolitik melanj tarafından üstlenir. Ofiyolitik melanj ise, Neojen yaşlı volkanik kayalar ve akarsu-göl tortulları tarafından uyumsuz bir şekilde örtülmüştür. Bu akarsu-göl tortulları; çakıltaşları, kumtaşları, çamurtaşları, kiltası, kömür, marn ve kireçtaşıdan meydana gelmiştir ve bu tortullar tuf ile lav arakatmanlanmalıdır. Kalişler, taşkın düzlüğü çökellerinde oluşmuş çamurtaşlarının içinde ve/veya üzerinde bulunmakta olup, yumrulu, masif ve çatlak dolgu şeklinde görülmektedir. Kalişlerin  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri sırasıyla -3.88‰ ile -5.29‰ ve -7.98‰ ile -8.40‰ arasında değişmektedir. Bu izotopik değerler, kalişlerin meteorik toprak suyu kökenli olduğunu göstermekte ve Kütahya bölgesindeki iklim koşullarını yansıtmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Duraylı izotop analizleri, Paleoklim, Kaliş, Kütahya, Neojen



## Abstract

In this study, the stable carbon and oxygen isotope analysis results of calcretes from the Kütahya city (Western Anatolia, Türkiye) have been investigated. The basement rock of the study area consists of Paleozoic metamorphic rocks, which are conformably overlain by Permo-Triassic marbles. These marbles are tectonically overlain by an ophiolitic mélange. The ophiolitic mélange is unconformably overlain by Neogene volcanic rocks and fluviolacustrine sediments. These fluviolacustrine sediments are composed of conglomerates, sandstones, mudstones, claystones, coal, marls, and limestones, with interbedded tuffs and lavas. Calcretes are found within and/or on floodplain deposits of mudstones, and occur in nodular, massive, and fracture infill forms. The  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  values of the calcretes range from -3.88‰ to -5.29‰ and from -7.98‰ to -8.40‰, respectively. These isotopic values indicate that the calcretes have a meteoric soil-water origin and reflect the climatic conditions in the Kütahya region.

**Keywords:** Stable isotope analysis, Paleoclimate, Calcrete, Kütahya, Neogene

## Posof Yöresi (Ardahan, Türkiye) Miyosen Volkanik Kayaçların Petrografisi, Jeokronolojisi ve Petrokimyası: İlk Bulgular

*Petrography, Geochronology, and Petrochemistry of Posof Region (Ardahan, Türkiye)  
Miocene Volcanic Rocks: Preliminary findings*

**Derya Cicerali<sup>1</sup>, Cem Yücel<sup>2</sup>, Abdullah Kaygusuz<sup>1</sup>, Emre Aydınçakar<sup>1</sup>, Gilles Ruffet<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Bağlarbaşı Mahallesi 29100/ Gümüşhane

<sup>2</sup>Gümüşhane Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Bağlarbaşı Mahallesi 29100/ Gümüşhane

<sup>3</sup> Université de Rennes 1, Géosciences Rennes, F-35042 Rennes Cedex, France

(ciceraliderya@gmail.com)

### Özet

Doğu Anadolu Bölgesi çarpışma ile ilişkili volkanizmanın dünyada en iyi görüldüğü alanlardan biri olarak kabul edilir ve bölgenin jeodinamik gelişiminin açıklanması açısından oldukça önemlidir. Miyosen'den Kuvaterner'e kadarki süreçte çarpışma kökenli volkanik aktivitenin yaygın olarak gözlemlendiği çalışma alanı Erzurum-Kars platosunun kuzeydoğusunda, Ardahan ilinin kuzeyinde Damal ve Posof ilçelerini kapsamaktadır. Bu çalışmada yeni elde edilen yaş verileri ile volkano-stratigrafik gelişim ortaya koyulmuş ve ana oksit, iz ve nadir toprak element jeokimyasal karakteristikleri irdelenmiştir.

Çalışma sahasının tabanı kiltası, silttaşı, kumtaşı ar dalanması ile üst seviyelere doğru kireçtaşı ve çörtlü kireçtaşlarından oluşur. Miyosen yaşlı bazaltik volkanik kayaçlar çalışma sahası içinde en geniş yayılım gösteren birim olup çoğunlukla koyu gri ve siyahtan açık kahveye kadar değişen renkler sergilerler. <sup>40</sup>Ar / <sup>39</sup>Ar radyometrik yaş verilerine göre inceleme alanında yüzeleme veren bazik volkanik kayaçlar Miyosen'e denk gelen 8.6 ± 0.1 ile 7.3 ± 0.1 My arasında değişen yaşlar sergilerler. Bazik ve ortaç karakterli olan volkanik kayaçlar plajiyoklas + klinopiroksen + olivin + opak minerallerden oluşup bazalt, bazaltik andezit ve andezit bileşimlidir. İncelenen kayaç gruplarında mikrolitik porfirik, hyalo mikrolitik porfirik, intersertal doku yaygın olarak gözlenir. Ayrıca kayaçların gelişiminde etkili olan magma karışımının varlığına işaret eden dengesizlik dokularından elek dokusu, kemirilme ve zonlu dokulara sık rastlanmaktadır. Miyosen yaşlı volkanik kayaçların SiO<sub>2</sub> içerikleri % 48.14 - 61.22, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri % 14.81 - 16.86, MgO içerikleri % 3.01 - 8.13, TiO<sub>2</sub> içerikleri % 0.67 - 1.32 ve Mg# 34.9 - 51.3 arasındadır. Kalk-alkalen-şoşonitik afiniteye sahip kayaçların ilksel mantoya normalize örümcek diyagramlarında yitim zonu zenginleşmesi ve/veya fraksiyonel kristallenme-kabuk asimilasyonu etkisini ifade eden BİLE (Sr, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba), Th ve Ce bakımından zenginleşme, yüksek çekim alanlı elementler olan Zr, Y, Nb, Ta ve TiO<sub>2</sub>'de tüketilme gözlenmektedir. Elde edilen veriler ışığında, kayaçları oluşturan magmaların ekstansiyonel ortamda daha önceki bir yitimle zenginleşmiş bir manto kaynağından türediği ve magma karışımı ve/veya kabuk asimilasyonu gibi magmatik işlemlerle son halini aldığı söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Posof (Ardahan), Volkanik Kayaçlar, <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar yaşlandırması, Miyosen, Türkiye



## Abstract

The Eastern Anatolian Region is accepted as one of the best places in the world to observe collision-related volcanism and, it is crucial to explain the geodynamic evolution of the region. The study field that the collision-related volcanism observed from Miocene to Quaternary covers the Damal and Posof towns in the north of Ardahan city, in the northeast of the Erzurum-Kars Plato. This study proposed the volcano-stratigraphic evolution considering newly obtained geochronological data and examined the major, trace, and rare earth element geochemical characteristics.

The base of the study area comprises claystone, siltstone, and sandstone alternation and passes to the limestone and chert-bearing lime stones through to the upper levels. The Miocene volcanic rocks that came up to these units show the widest propagation in the study area and their colors mostly vary from dark gray to black and light brown. The basic volcanic rocks outcropped in the study field display ages between  $8.6 \pm 0.1$  and  $7.3 \pm 0.1$  Ma corresponding to Late Miocene according to  $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$  dating. The volcanic rocks basic and intermediate in characters are composed of olivine, plagioclase, clinopyroxene, and opaque minerals with microlithic porphyritic, hyalo-microlithic porphyritic, and intersertal textures. Besides, the disequilibrium textures such as sieve texture, embayment, and zonings indicating magma mixing in the evolution of the magmas of the volcanic rocks are encountered. The Miocene volcanic rocks show % 48.14 - 61.22 wt. %  $\text{SiO}_2$ , 14.81 – 16.86 wt.%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 3.01 - 8.13 wt.%  $\text{MgO}$ , 0.67 - 1.32 wt.%  $\text{TiO}_2$  and their Mg# vary between 34.9 and 51.3. The Primitive mantle normalized spider patterns of the volcanic rocks in calc-alkaline-shoshonitic affinity show significant enrichment of LILEs (Sr,  $\text{K}_2\text{O}$ , Rb, Ba), Th, and Ce and depletion in HFSEs like Zr, Y, Nb, Ta, and  $\text{TiO}_2$  suggesting the influence of subduction processes and/or fractional crystallization-crustal assimilation in forming these rocks. In light of all the obtained data, It may be asserted that the magmas composing Late Miocene volcanic rocks were derived from enriched mantle sources metasomatized by former subduction events and reached their final form by fractional crystallization, magma mixing, and/or crustal assimilation processes.

**Key Words:** Posof (Ardahan), volcanic rocks,  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  dating, Miocene, Türkiye





## Yukarıkulaca (Gümüşhane, Türkiye) Tersiyer Volkanik Kayaçların Petrografisi, Jeokronolojisi ve Petrokimyası

*Petrography, Geochronology, and Petrochemistry of Tertiary Yukarıkulaca (Gümüşhane, Türkiye) Volcanic Rocks*

**Cem Yücel**

*Gümüşhane Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Bağlarbaşı Mahallesi 29100/ Gümüşhane  
(cemyucel@gumushane.edu.tr)*

### Özet

Doğu Pontid orojenik kuşağı içerisinde Eosen yaşlı volkanik kayaçlar geniş bir yayılım gösterirken, Miyosen yaşlı kayaçlar dar alanlarda ve sınırlı hacme sahiptirler. Tersiyer volkanik provenisi volkanizmanın petrokimyasal karakterine göre genellikle Kuzey zonda (Trabzon-Giresun yöreleri) alkalen ve güney zonda (Gümüşhane-Kale, Şiran, Alucra yöreleri) kalkalkalen olmak üzere iki farklı alt provense ayrılmıştır. Bu çalışmada Doğu Pontid orojenik kuşağı güneyinde Yukarıkulaca (Şiran) yöresinde yüzeylenen çalışma konusu kayaçlara ait yeni petrografik, jeokronolojik ve petrokimyasal veriler sunulmuştur.

Çalışma alanındaki taban kayaçları oluşturan Jura ve Geç Kretase yaşlı birimler üzerinde bulunan andezitik kayaçlar petrografik olarak kristalce zengin mikrolitik bir hamur içerisinde plajiyoklas, amfibol, klinopiroksen fenokristalleri ve opak mineraller içerirken, andezitik kayaçları keserek yerleşen obsidiyen ve riyolitler ise camsı hamur içerisinde plajiyoklas, biyotit ve kuvarstan oluşmaktadır.  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  yaşlandırma metodu petrografik olarak ayrılan kayaç grupları üzerinde hamur ve volkanik cam fazlarında gerçekleştirilmiştir. Andezitik kayaçlar Eosen-Lütesiyen'e karşılık gelen sırasıyla 46.1-44.0 My vermişlerdir. Obsidiyen ve riyolitlerden ise Orta Miyosen-Mesiniyen'e denk gelen 5.9 My yaşları elde edilmiştir. N-OOSB (tüketilmiş okyanus ortası sırtı bazaltı)'ye normalize iz element değişim diyagramlarında hem Eosen yaşlı andezitik kayaçlar hem de Miyosen yaşlı obsidiyen ve riyolitler BİLE (Sr, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba), Th ve Ce bakımından zenginleşme, Zr, Y, Nb, Ta ve TiO<sub>2</sub> bakımından fakirleşme ile karakterize edilen yitim izine sahiptirler. Kondrite normalize NTE değişim paternlerinde her iki grup kayaç, paralel desenler sergilemesine rağmen Eosen yaşlı kayaçlar N-OOSB'ye göre daha zenginleşmiş NTE değerlerine sahiplerdir. Eosen yaşlı volkanik kayaçların La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub> oranları 3.80-8.09 arasında değişirken Miyosen yaşlı volkanik kayaçların La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub> oranları 10.71-15.72 arasındadır.

Sonuç olarak tüm veriler ışığında; Doğu Pontidler'in güneyinde Eosen ve Miyosen yaşlı volkanik kayaçları oluşturan magmaların ekstansiyonel tektonik rejime bağlı olarak, yitimle metazomatizmaya uğramış litosferik manto kaynağından türediği, bu magmaların kabukla zamansal ve mekansal olarak etkileşimiyle son haline ulaştığı söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye, Doğu Pontid, obsidiyen, riyolit petrokimya,  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  yaşlandırması



## Abstract

The Tertiary volcanic rocks in the Eastern Pontide orogenic belt show wide distribution during the Eocene epoch, while Miocene volcanic rocks are outcropped in restrained areas with limited volume. The Tertiary Volcanic Province of the Eastern Pontides is subdivided into two different volcanic subprovinces, the alkaline in northern (Trabzon-Giresun areas) and the calc-alkaline in southern (Gümüşhane-Kale and Şiran-Alucra areas) zones according to the petrochemical character of the volcanism. This study presents new petrographic, geochronologic, and petrochemical data of the studied rocks that outcropped in Yukarıkulaca (Şiran), south of the Eastern Pontide orogenic belt.

The andesitic rocks come up to the basement rocks composed of Jura and Cretaceous in age petrographically contain plagioclase, amphibole, clinopyroxene, and opaque minerals in the crystal-rich matrix whereas the obsidian and rhyolites that intruded by cross-cutting andesitic rocks have plagioclase, biotite and quartz in a glassy matrix.  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  step-heating dating method was carried out on the volcanic glass and groundmass fractions from the petrographically separated rock groups. The andesitic rocks yielded 46.1-44.0 Ma corresponding to Middle Eocene-Lutetian. The obsidian and rhyolites yielded 5.90 Ma indicating Middle Miocene-Messinian. In the N-MORB normalized trace element diagrams, both Eocene andesitic rocks and Miocene obsidian and rhyolites have patterns that reveal subduction fingerprints with enrichment in LILE (Sr,  $\text{K}_2\text{O}$ , Rb, Ba), Th, and Ce and depletion in Zr, Y, Nb, Ta and  $\text{TiO}_2$ . Although the Chondrite normalized REE patterns of the rock groups display parallel patterns, Eocene volcanic rocks have more enriched REE contents about the N-MORB. The  $\text{La}_N/\text{Yb}_N$  ratio of the Eocene volcanic rocks varies between 3.80 and 8.09, and the  $\text{La}_N/\text{Yb}_N$  ratio of the Miocene volcanic rocks is between 10.71 and 15.72.

Conclusively, in light of all data, it may be suggested that the magmas of the Eocene and Miocene volcanic rocks in the south of the Eastern Pontides evolved from subduction-induced metasomatized lithospheric mantle source and these magmas reached their final form by spatially and temporally depending on interactions of the lower crust in the extensional setting.

**Key Words:** Türkiye, Eastern Pontide, obsidian, rhyolite, petrochemistry,  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  dating

## Teskuduk Ofiyoliti (Merkezi Kızılkum-Özbekistan) Tüm Kayaç, Mineral Kimyası ve Zirkon U-Pb Verileri: Güney Tien Shan Orojenik Kuşağının Batı Kısımındaki SSZ Ofiyolitine Yönelik Bir Çıkarım

*Whole Rock, Mineral Chemistry, and Zircon U-Pb Data of Teskuduk Ophiolite (Central Kyzylkum-Uzbekistan): An implication for SSZ Ophiolite in the Western Part of the South Tien Shan Orogenic Belt*

**Cahit Dönmez<sup>1</sup>, Zehra Deveci Aral<sup>2</sup>, Samet Saka<sup>3</sup>, Kurtuluş Günay<sup>1</sup>, Nail Yıldırım<sup>2</sup>, Esra Yıldırım<sup>4</sup>, Isoqov Maqsud<sup>5</sup>, Jakhongir Movlanov<sup>5</sup>, Saodat Maripova<sup>6</sup>, Osman Parlak<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> General Directorate of Mineral Research and Exploration, Department of Mineral Research and Exploration, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> MTA International Company (MTAIC), Çankaya, Ankara, Türkiye

<sup>3</sup> Department of Geological Engineering, Gümüşhane University, Gümüşhane, Türkiye

<sup>4</sup> Department of Geological Engineering, Fırat University, Elazığ, Türkiye

<sup>5</sup> Republic of Uzbekistan, State Committee on Geology and Mineral Resources, University of Geological Sciences, Tashkent, Uzbekistan

<sup>6</sup> Republic of Uzbekistan, State Committee on Geology and Mineral Resources, University of Geological Sciences, Institute of Mineral Resources, Tashkent, Uzbekistan

<sup>7</sup> Department of Geological Engineering, Çukurova University, Adana, Türkiye

### Özet

Orta Asya Orojenik Kuşağı'nın güney bölümünde yer alan Geç Paleozoyik Tien Shan Orojenik Kuşağı Kuzey, Orta ve Güney Tien Shan tektonik birliklerine ayrılır. Güney Tien Shan kuşağının en batı bölümü Özbekistan topraklarında yer alır ve Dünyaca ünlü maden yataklarına (Örneğin Muruntau altın), evsahipliği yapar. Bu kuşak boyunca gözlenen ofiyolitler düzenli istiflerden ziyade yığılım kompleksleri ve melanaj karakterindedir. Bu çalışma kapsamında Teskuduk ofiyolitine ait ultamafik ve mafik kayalardan tüm kayaç, mineral kimyası ve zirkon U-Pb çalışmaları yürütülmüştür. Çalışma alanında, stratigrafik olarak en altta metasedimanter kayalar ve metabazaltlar gözlenmektedir. Bu birimlerin üzerinde tektonik dokanakla gelen serpantinleşmiş dunit ve/veya lertzolit/harzburgit kayaları, bunların da üzerinde tektonik dokanakla ultramafik kümülatlar (verlit, vebsterit, ortopiroksenit vb) ve gabrolar bulunmaktadır. Serpantinler yer yer diyabaz daykları tarafından kesilmiştir. Gabroların içerisinde plajiyogranit sokulumları gözlenmektedir. Ultramafik kayalar yoğun serpantinleşmiş mafik kayalarda da metamorfizma etkileri gözlenmektedir. Teskuduk Ofiyoliti'ne ait harzburgitler  $Al_2O_3$ -CaO diyagramında yay-önü peridotit alanı içinde yer almaktadır. Th/Yb ve Nb/Yb diyagramında, mafik ve ultramafik kayalar okyanus ortası sırtı bazalt-okyanus adası bazaltı (OOSB-OAB) dizisinin üzerinde ve çoğunlukla volkanik yay bazaltları alanı içinde yer almaktadır. Bütün örnekler oldukça düşük Ti içerikleriyle Volkanik Yay alanına düşmektedir. Th elementinde pozitif ve Nb elementinde negatif anomaliler gözlenmektedir. Ultramafik-mafik kümülatlar ve gabroların klinopiroksen mineralleri çoğunlukla "diyopsit" bileşimindedir. Ultramafik kümülatlardaki klinopiroksenler % 0,10-0,18  $TiO_2$  ve % 0,11-0,36  $Na_2O$ , % 2,79-4,89  $Al_2O_3$ , % 21,32-23,70 CaO içerikleri ve yüksek Mg#(85,7-90,6) değerlerine sahiptir. Mafik kümülatlar ise kısmen daha yüksek  $TiO_2$  (%0,03-0,37) ve  $Na_2O$  (%0,05-0,71) benzer  $Al_2O_3$  (% 1,23-5,22), CaO (% 18,20-24,72) içerikleri ve daha düşük Mg# (77,4-84,0) değerlerine sahiptir. Gabrolar ise %0,17-0,25  $TiO_2$  ve %0,10-0,20  $Na_2O$ , %2,09-2,97  $Al_2O_3$ , %23,51-24,51 CaO içerikleri ve 84,9-87,8 Mg# değerlerine sahiptir. Bu veriler yitim zonu üstü ofiyolitleriyle uyumlu gözükmektedir. Gabrolarda gözlenen plajiyoklazların



An içerikleri 98,8- 99,8 (anortit), kümülat gabrolarda 86,8- 73,2 (anortit-bitovnit) diyabaz dayklarında 100- 76,6 (anortitten bitovnite) arasında değişmektedir. Buna göre mafik kümülat kayaların plajiyoklasları Ca'ca zengindir.

Teskuduk ofiyolitine ait amfibol-gabro, gabro ve diyabazlardan sırasıyla  $472,16 \pm 2,39$  My,  $463,02 \pm 2,78$  My,  $456,76 \pm 3,67$  My Zirkon U-Pb yaşları elde edilmiştir. Tüm bu verilere göre Türkistan Okyanusu'nun ürünleri olan Teskuduk ofiyolitleri Geç Kambriyen-Ordovisyen aralığında oluşmuş yitim zonu üstü ofiyolitlerdir.

**Anahtar Kelimeler:** Mineral kimyası, Güney Tien Shan, Teskuduk, SSZ, U-Pb

**Katkı Belirtme:** Bu çalışma TÜBİTAK 119N747 no'lu proje tarafından desteklenmiştir.



## Abstract

The Late Palaeozoic Tien Shan Orogenic Belt, located in the southern part of the Central Asian Orogenic Belt, is divided into North, Central and South Tien Shan tectonic units. The westernmost part of the Southern Tien Shan belt is located within Uzbekistan and is hosted world-class mineral deposits (e.g., Muruntau gold). The ophiolites observed along this belt are characterized by accretionary complexes and mélangé rather than regular stratified sequences. In this study, whole rock, mineral chemistry, and zircon U-Pb age dating were conducted on ultramafic and mafic rocks belonging to the Teskuduk ophiolite. In the study area, metasedimentary rocks and metabasalts are observed at the base of the stratigraphy. These units are overlain by serpentinized dunite and/or lherzolite/harzburgite rocks, which are tectonically juxtaposed with ultramafic cumulates (wehrlite, websterite, orthopyroxenite, etc.) and gabbros. The serpentinites are locally intruded by diabase dikes. Within the gabbros, plagiogranite intrusions are observed. While the ultramafic rocks are highly serpentinized, the mafic rocks also exhibit metamorphism effects. The harzburgites of the Teskuduk Ophiolite are situated within the fore-arc peridotite field on the  $Al_2O_3$  vs. CaO binary diagram. On the Th/Yb vs. Nb/Yb diagram, both mafic and ultramafic rocks fall above the mid-ocean ridge basalt-ocean island basalt (MORB-OIB) array, predominantly within the volcanic arc basalt field. All samples fall within the volcanic arc field due to their very low Ti contents. Positive anomalies in Th and negative anomalies in Nb are observed. The clinopyroxenes in ultramafic-mafic cumulates and gabbros are mostly "diopside" in composition. Clinopyroxenes in ultramafic cumulates contain 0.10-0.18%  $TiO_2$ , 0.11-0.36%  $Na_2O$ , 2.79-4.89%  $Al_2O_3$ , 21.32-23.70% CaO, and have high Mg# values (85.7-90.6). Mafic cumulates have slightly higher  $TiO_2$  (0.03-0.37%) and  $Na_2O$  (0.05-0.71%) with similar  $Al_2O_3$  (1.23-5.22%) and CaO (18.20-24.72%) contents, and lower Mg# values (77.4-84.0). Gabbros contain 0.17-0.25%  $TiO_2$ , 0.10-0.20%  $Na_2O$ , 2.09-2.97%  $Al_2O_3$ , 23.51-24.51% CaO, and have Mg# values of 84.9-87.8. These data are consistent with supra-subduction zone ophiolites. The plagioclases observed in gabbros have An contents ranging from 98.8-99.8 (anorthite), in cumulate gabbros from 86.8-73.2 (anorthite-bytownite), and in diabase dikes from 100-76.6 (anorthite to bytownite). This indicates that the plagioclases in mafic cumulates are rich in Ca.

Zircon U-Pb ages of  $472.16 \pm 2.39$  Ma for amphibole gabbro,  $463.02 \pm 2.78$  Ma for gabbro, and  $456.76 \pm 3.67$  Ma for diabase have been obtained for the Teskuduk ophiolite. Based on these data, the Teskuduk ophiolites, products of the Turkistan Ocean, are supra-subduction zone ophiolites that formed during the Late Cambrian to Ordovician period.

**Keywords:** Mineral chemistry, Southern Tien Shan, Teskuduk, SSZ, U-Pb

**Acknowledgements:** This study was supported by TUBITAK project no. 119N747



## Kınık Ofiyolitinin (Kütahya) Metamorfik Taban Kayaçlarının Kökeni ve Yaşı

*Origin and Age of the Metamorphic Sole Rocks of the Kınık Ophiolite (Kütahya)*

**İrem Aksoy<sup>1</sup>, Emrah Şimşek<sup>2</sup>, Utku Bağcı<sup>3</sup>, Guohui Chen<sup>4</sup>, Osman Parlak<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43270, Kütahya

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

<sup>3</sup>Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yenişehir, 33100, Mersin

<sup>4</sup>School of Earth Sciences and Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China  
(irem.arat@dpu.edu.tr)

### Özet

Kütahya bölgesinde yüzeylemeler sunan Kınık Ofiyoliti başlıca ultramafik-mafik kayaçlar ve metamorfik dilimden oluşmakta olup Çöğürler melanjı üzerinde tektonik dokanakla yer almaktadır. Ofiyolitik kayaçlar Kınık Köyü çevresinde peridotitler ve gabroyik kayaçlarla, Kaynarca bölgesinde ise peridotitler ve metamorfik dilim kayaçları ile temsil edilirler. Kınık Ofiyoliti'nin tabanında yer alan metamorfik kayaçlar genel olarak kuvars şistler, amfibol şistler, amfibolitler ve granat amfibolitlerden oluşmaktadır. Metamorfik kayaçlar deformasyona bağlı olarak kıvrımlanmış ve iyi gelişmiş şistozite sunmaktadır. Metamorfik kayaçlar ile manto peridotitleri arasındaki dokanak ilişkisi açık bir şekilde gözlemlenmektedir. Metamorfik kayaçlar içerisinde yaygın olarak gözlenen amfibolitler ve granatlı amfibolitler nematoblastik ve nemato-granoblastik doku göstermektedir. Amfibol ve plajiyoklaz ana mineral bileşenleri olup az miktarda kuvars, Fe-Ti-oksitler, titanit, apatit mineralleri de gözlenmektedir. İkincil mineral fazı olarak klorit ve epidot gözlemlenir. Granatlı amfibolitlerde granatlar yuvarlaklaşmış porfiroblast şeklinde ve kırıklı yapıda olup almandin ile temsil edilirler. Amfiboller kalsik bileşimli olup Mg- hornblend ve çermakitten oluşur. Plajiyoklaslar ise albit bileşimlidir. Amfibolitler magmatik kökenli (orto) olup klinopiroksen, plajiyoklaz ve Fe-Ti-oksitlerin fraksiyonlanmasıyla oluşan sub-alkalen bazalt ile toleyitik bazalt arasında bir bileşime sahiptirler. Amfibolitik kayaçların N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element desenleri ve kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element desenleri bu kayaçların genel olarak zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları (E-MORB) ve okyanus adası bazaltları (OIB) arasında bir bileşime sahip oldukları söylenebilir. Tüm bu özellikler göz önüne alındığında; amfibolitlerin köken kayaçlarının zenginleşmiş bir manto kaynağının değişik derecelerde kısmi ergimesine bağlı olarak oluştuğu söylenebilir.

Metamorfik dilim kayaçlarından ayıklanan titanit mineral fazları kullanılarak iki örnekte  $98.5 \pm 2.3$  My ve  $88.0 \pm 6.7$  My U-Pb alt kesişim yaşları elde edilmiştir. Metamorfik dilim kayaçlarının maruz kaldığı basınç-sıcaklık koşullarına yaklaşımda bulunmak üzere Theriak-Domino yazılımsal metodu kullanılarak P-T diyagramı hazırlanmıştır. Buna göre bir amfibol şist örneğinde;  $5.75 \pm 1.15$  kbar (P) ve  $513 \pm 13^\circ\text{C}$  (T) ilerleyen (alt amfibolit fasiyesi) ve  $4.8 \pm 1$  kbar (P) ve  $402 \pm 20^\circ\text{C}$  (T) gerileyen (alt yeşilşist fasiyesi) metamorfizma koşulları elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kınık ofiyoliti, Amfibolit, Jeokronoloji, Metamorfizma, Jeokimya

**Katkı Belirtme:** Bu çalışma Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No 2021-11).



## Abstract

Kınık ophiolite cropping out in Kütahya region mainly consists of ultramafic-mafic and related metamorphic sole rocks that tectonically overlie the Çöğürler melange. Mantle peridotites and gabbroic cumulates are seen at Kınık village. Whereas the Kaynarca region is represented by mantle peridotites and metamorphic sole amphibolites. Metamorphic rocks at the base of the Kınık Ophiolite generally consist of quartz schists, amphibole schists, amphibolites and garnet amphibolites. Metamorphic rocks present folding and well-developed schistosity due to deformation. The contact relationship between metamorphic rocks and mantle peridotites can be clearly observed. Amphibolites and garnet amphibolites, which are commonly observed in metamorphic rocks, show nematoblastic and nemato-granoblastic textures. Amphibole and plagioclase are the main mineral components, and small amounts of quartz, Fe-Ti-oxides, titanite and apatite minerals are also observed. Chlorite and epidote are observed as secondary mineral phases. In garnet-bearing amphibolites, garnets are in the form of rounded porphyroblasts and they are highly fractured. The garnets are characterized by almandine. Amphiboles have calcic composition and consist of Mg-hornblende and chermakite. Plagioclases are albite in composition. Amphibolites are of magmatic origin (ortho) and have a composition between sub-alkaline basalt and tholeiitic basalt, formed by the fractionation of clinopyroxene, plagioclase and Fe-Ti-oxides. N-MORB normalized multi-element patterns as well as chondrite-normalised rare earth element (REE) patterns of amphibolitic rocks suggest that they generally have a composition between enriched mid-ocean ridge basalts (E-MORB) and oceanic island basalts (OIB). This suggests that protholit of the amphibolites was derived from an enriched mantle source by different degrees of partial melting.

Two samples from the metamorphic sole rocks yielded  $98.5 \pm 2.3$  Ma and  $88.0 \pm 6.7$  Ma titanite U-Pb lower intercept ages. Theriak-Domino software method was used to in order to estimate pressure-temperature conditions of the metamorphic sole rocks. Accordingly, in an amphibole schist sample; a progressive (lower amphibolite facies) metamorphism conditions of  $5.75 \pm 1.15$  kbar (P) and  $513 \pm 13^\circ\text{C}$  (T) and a regressive (lower greenschist facies) of  $4.8 \pm 1$  kbar (P) and  $402 \pm 20^\circ\text{C}$  (T) were obtained.

**Keywords:** Kınık ophiolite, Amphibolite, Geochronology, Metamorphism, Geochemistry

**Acknowledgement:** *This study was supported by Kütahya Dumlupınar University Scientific Research Projects Unit (Project No 2021-11).*

## Özvatan (Kayseri, İç Anadolu, Türkiye) Foid Siyenitlerinin Sr-Nd-O İzotop Jeokimyası

*Sr-Nd-O Isotope Geochemistry of the Özvatan (Kayseri, Central Anatolia, Türkiye) Foid-bearing Syenites*

Kıymet Deniz Yağcıoğlu<sup>1,2</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1,2</sup>, Tamer Koralay<sup>3</sup>, Bahattin Güllü<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup>Ankara University Earth Sciences Application and Research Centre (YEBİM), Turkey

<sup>3</sup>Pamukkale University Faculty of Engineering Department of Geological Engineering, Turkey

<sup>4</sup>Aksaray University Faculty of Engineering Department of Geological Engineering, Turkey  
(kdeniz@eng.ankara.edu.tr)

### Özet

Neotetis'in kapanması İç Anadolu Kristalen Kompleksi'nde (İAKK) Geç Kratese-Erken Paleojen boyunca kalkalkalenden alkalene kadar değişen felsik ve mafik magmatizmanın oluşumuna neden olmuştur. Alkalen felsik ürünlerin kökeni iyi anlaşılmasına rağmen, özellikle İç Anadolu Bölgesi'nin doğu kesimlerinde bulunan ürünler ile batı kesimlerindeki eşlenikleri ile karşılaştırılmasına yönelik yeterince veri bulunmamaktadır. Özvatan siyenitleri genç felsik magmatizmanın İç Anadolu Bölgesi'nin en doğu kesiminde gözlemlendiği yerdir. Bu kayaların kökenini ve yayılımını ortaya koymak amacıyla ayrıntılı petrografik, tüm kayaç jeokimyası ve Sr-Nd-O izotop çalışmaları yapılmıştır ve İç Anadolu Bölgesi'ndeki eşlenikleri ile karşılaştırılmıştır. Kayseri ili Özvatan kasabası civarında yüzlek veren foid içerikli siyenitler Paleozoyik metamorfik kayalarına sokulum yapmıştır. Foid içerikli siyenitler holokristalen hipidiyomorf dokulu olup nefelin, alkali feldispat, plajiyoklaz, mika, amfibol, klinopiroksen, granat, kankrinit, sodalit ile az oranda sfen, zirkon, apatit, fluorit ve opak minerallerden oluşmaktadır. Mineral kimyası alkali feldispatların ortoklaz, plajiyoklazların bitovnit, piroksenlerin çoğunlukla diyopsit, amfibollerin hastingsit, kankrinitlerin vişnevit, granatların melanit (andradit) ve mikaların annit ve filogopit bileşiminde olduğunu göstermektedir. Klinopiroksen termobarometresi foid içerikli siyenitler için 963-1218°C ve 5.1-15.6 kbar vermektedir. Mika termobarometresi 618–546°C ve 0-3.3 kbar için 10-16.86-10-19.35 olan yüksek oksijen fugasitesi göstermektedir. Detaylı mineralojik, petrografik ve mineral kimyası çalışmaları Özvatan siyenitlerinin türemiş olduğu ergiyiğin 60 km'den daha derinden gelmiş olabileceğini göstermektedir. Bunun yanı sıra, mika minerallerinin mineral kimyası Özvatan siyenitlerinin kabuk-manto karışımından kaynaklanan bir magmadan oluştuklarını ve bölgede Pb-Zn-Mo-Cu-Fe-Sn-W mineralleşmesinin oluşumunda rolü olduğunu göstermektedir. Özvatan siyenitlerinin yüksek <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr (0.707822-0.710544) ve düşük <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd (0.512300-0.512379) içerikleri kıtasal kabuksal bileşenleri içeren manto kaynağını göstermektedir. Özvatan siyenitlerinin nefelin oksijen izotop verilerinin δ<sup>18</sup>O değerleri +9.4 - +10.5‰ aralığındadır ve manto-kabuk kökeni için önerilen değerler ile uyumludur. Tüm izotop verileri bu intrüzif kayaların zenginleşmiş manto kaynağından kabuksal kirlenme ile fraksiyonel kristalleştiğini göstermektedir. Özvatan siyenitleri İç Anadolu Bölgesi'ndeki eşlenikleri ile karşılaştırıldığında uçucu bileşenlerce daha zengin, kabuk etkisinin daha az olduğu bir kaynaktan türediği ve daha derin bir kaynaktan geldiği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Özvatan nefelin siyeniti, jeotermobarometre, Sr-Nd-O İzotop Jeokimyası, İç Anadolu, Türkiye.

**Katkı Belirtme:** Bu çalışma 17B0443003 numaralı Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) projesi ve 2012K120440 numaralı Kalkınma Bakanlığı projesi kapsamında kısmen desteklenmiştir



## Abstract

The closure of Neotethys induced from calcalkaline through alkaline felsic and mafic magmatism within the Central Anatolia Crystalline Complex (CACC) during the Late Cretaceous-Early Paleogene. Despite the genesis of alkaline felsic products are well understood, there is lack of data and petrogenetic explanation about especially alkaline felsic products in the eastern part of the Central Anatolia region and their relation between the equivalents in the western parts. Özvatan syenites is the area where these late felsic magmatism is observed at the most eastern part of Central Anatolia. In accordance with reveal the origin and spread of these rocks, we have carried out detailed petrographic, whole rock geochemical and Sr-Nd-O isotopic study in order to unravel all of these and compared with the equivalents within the Central Anatolia Region. Fooid bearing syenites, which outcrop near Özvatan town in the vicinity of Kayseri city, intruded into the Paleozoic metamorphic rocks. The fooid bearing syenites have holocrystalline hipidiomorph texture and contain nepheline, alkali feldspar, plagioclase, mica, amphibole, clinopyroxene, garnet, cancrinite, sodalite with rare amount of sphene, zircon, apatite, fluorite and opaque minerals. The mineral chemistry reveal that the alkali feldspars are orthoclase, plagioclases are bytownite, the pyroxenes are mostly diopside, amphiboles are hastingsite, cancrinite are vishneville, garnets are melanite (andradite), micas are annite and phlogopite in compositions. The clinopyroxene thermobarometry yielded 963-1218°C and 5.1-15.6 kbar for fooid bearing syenites. Mica thermobarometry shows elevated oxygen fugacity varying from 10-16.86-10-19.35 at 618-546°C and 0-3.3 kbar. The detail mineralogical, petrographical and the mineral chemistry studies reveal that the melt from which Özvatan syenites may derived from a depth over 60 km. On the other hand, the mineral chemistry of the mica reveals that Özvatan syenites are generated from the crust-mantle mixed source magma and acting in the formation of Pb-Zn-Mo-Cu-Fe-Sn-W mineralization within the study area. The high  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (0.707822-0.710544) and low  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  (0.512300-0.512379) of Özvatan syenites are indicative of mantle sources with large continental crustal components. Nepheline oxygen isotope data from Özvatan syenites have a range of  $\delta^{18}\text{O}$  values +9.4 - +10.5‰ and are compatible with the values for mixed (mantle-crustal) origin. The all isotope data suggest that these intrusive rocks have experienced fractional crystallisation coupled with crustal assimilation with enriched mantle source. When Özvatan syenites compared with the equivalents in the Central Anatolia Region, Özvatan syenites are derived from a source which is richer in volatile components with less crustal contamination and comes from a deeper source.

**Keywords:** Özvatan nepheline syenite, geothermobarometry, Sr-Nd-O Isotope Geochemistry, Central Anatolia, Türkiye.

**Acknowledgements:** This study was partly supported within the scope of Ankara University Scientific Research Projects (BAP) number 17B0443003 and Ministry of Development project 2012K120440

17-19 Ekim 2024, Antalya, Türkiye

**10.** Jeokimya  
Sempozyumu



**10.** Geochemistry  
Symposium

17-19 October 2024, Antalya, Türkiye

## **HİDROJEOKİMYA VE JEOTERMAL SİSTEMLER**

## **HYDROGEOCHEMISTRY AND GEOTHERMAL SYSTEMS**





## Karbonatlı, Sülfatlı ve Tuzlu Jeotermal Suların Hidrojeokimyası ve Köken Değerlendirmesi, Orta Anadolu, Türkiye

*Hydrogeochemistry and origin evaluation of Carbonated, Sulfated and Saline Geothermal Waters*

**Mustafa Afşin**

*Aksaray Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 68100, Aksaray  
(mustafaafsin@aksaray.edu.tr)*

### Özet

Bu çalışmanın amacı, Orta Anadolu'da sıcaklıkları 20 – 95°C arasında değişen Gümüşkent (GK), Koçpınar (KP), Dertalan (DA), Terme (TE), Kozaklı (KZ), Bayramhacı (BH), Karakaya (KK), Tuzlusu (TZ), Ziga (ZG), Narlıgöl (NG), Yeşilhisar (YH) ve Kemerhisar (KH) jeotermal sularının hidrojeokimyasal özelliklerini su kimyası ve su izotopları yardımıyla karşılaştırmak ve kökenlerini değerlendirmektir. Fay kontrollü bu suların akiferleri Paleozoyik yaşlı mermerler ve Eosen yaşlı kireçtaşları; örtü kayaları ise geçirimsiz birimlerdir. Bu suların ısı üretim sistemi genç volkanizma ve granitik/siyenitik sokulumların yanı sıra radyojenik kaynaklara da bağlı olabilir. Karbonatlı, sülfatlı ve tuzlu bu suların tipleri KP, GK, BH ve TE'de Ca-HCO<sub>3</sub>; KZ'de Na-SO<sub>4</sub>; DA'da Ca-SO<sub>4</sub>; TZ, ZG, NG, KH, KK ve YH'da Na-Cl şeklindedir. İzotopik ( $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$ ) açıdan meteorik kökenli olan bu sular genelde derin dolaşım ve yavaş akışlıdır. Bazı sularda meteorik su doğrusundan gözlenen sapmanın asıl nedeni buharlaşmadır. Sıcaklığı düşük KH, YH ve KK'da uzun süreli gaz-kayaç-su etkileşimi sonucu bu suların mineralizasyonları yükselmiştir. Na-Cl tipli sularda tuzlanmanın sebepleri halit mineralinin çözünmesi ile TZ ve ZG'de Tuzgölü, YH ve KK'da Orta Kızılırmak ve KH'da Ulukışla havzalarının kapanımı sırasında derinlerde kalmış daha yaşlı suların bu sulara karışması olabilir. <sup>13</sup>C (‰PDB) değerlerine göre sulardaki CO<sub>2</sub> gazının kaynağı, jeojenik (mermer, denizel ve gölsel kireçtaşı) ve/veya manto olabilir.  $\delta^{34}\text{S}$  ‰<sub>VCDT</sub> değerlerine göre sulardaki sülfatın kaynağı KK, ZG, KZ, TZ, KH'da evaporitik, diğer sularda ise volkanik ve/veya karbonat kayaçlar olabilir. Suların <sup>14</sup>C yaşları DA'da en düşük (19.15 ka), KK'da en yüksektir (45.10 ka: kilo annum). Söz konusu suların <sup>14</sup>C değerleri çoğunlukla toplam çözünmüş karbonat veya bikarbonattaki modern biyojenik karbonun katkısının ölçümü olduğu için hesaplanan yaşlar görünürdür. Bu bağlamda, incelenen sular geç Pleyistosen ve erken Holosen döneminde sisteme girmiş yaşlı sular olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeotermal sular, Karbon ve sülfür izotopları, Hidrojeokimya, Köken, Orta Anadolu



## Abstract

The aim of this study is to examine of Gümüşkent (GK), Koçınar (KP), Dertalan (DA), Terme (TE), Kozaklı (KZ), Bayramhacı (BH), Karakaya (KK) geothermal waters in Central Anatolia, where temperatures vary between 20 - 95°C. To compare the hydrogeochemical properties of Tuzlusu (TZ), Ziga (ZG), Narlıgöl (NG), Yeşilhisar (YH) and Kemerhisar (KH) geothermal waters with the help of water chemistry and water isotopes and to evaluate their origins. The aquifers of these fault-controlled waters are of Paleozoic marbles and Eocene limestones; cover rocks are impermeable units. The heat production system of these waters may be due to young volcanism and granitic/syenitic intrusions as well as radiogenic sources. The types of these carbonated, sulfated and salty waters are Ca-HCO<sub>3</sub> in KP, GK, BH and TE; Na-SO<sub>4</sub> in KZ; Ca-SO<sub>4</sub> in DA; Na-Cl in TZ, ZG, NG, KH, KK and YH, respectively. These waters, which are of meteoric origin in terms of isotopic ( $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$ ), generally have deep circulation and slow flow. The main reason for the deviation observed from the meteoric water line in some waters is evaporation. In KH, YH and KK with low temperatures, the mineralization of these waters increased as a result of long-term gas-rock-water interaction. The reasons for salinization in Na-Cl type waters may be the dissolution of the halite mineral and the mixing of older waters that remained deep during the closure of the Tuzgölü basins in TZ and ZG, Orta Kızılırmak in YH and KK, and Ulukışla basins in KH. According to <sup>13</sup>C (‰PDB) values, the sources of CO<sub>2</sub> gas in waters may be geogenic (marble, marine and lacustrine limestone) and/or mantle. According to  $\delta^{34}\text{S}$  ‰VCDT values, the source of sulfate in waters may be evaporitic rocks in KK, ZG, KZ, TZ, KH, and volcanic and/or carbonate rocks in other waters. The <sup>14</sup>C ages of the waters are lowest in DA (19.15 ka) and highest in KK (45.10 ka: kilo annum). The calculated ages are apparent because the <sup>14</sup>C values of the waters in question are often a measure of the contribution of modern biogenic carbon to the total dissolved carbonate or bicarbonate. In this context, the waters examined may be old waters that entered the system during the late Pleistocene and early Holocene periods.

**Keywords:** Geothermal waters, Carbon and sulfur isotopes, Hydrogeochemistry, Origin, Central Anatolia



## A Geochemical Study on the Usability of Wells Water South Sinjar Mountain, Northern Iraq

Qutaiba Al-Yozbakee

*Dams and Water Resources Research Center, university of Mosul, Mosul, Iraq,  
(kotayba\_tawfiq@uomosul.edu.iq)*

### Abstract

Groundwater is an important prerequisite for sustaining life in areas that lack surface water. Especially in regions with arid to semi-arid climate. The quality of groundwater depends on the influence of many factors, the most important of which are the type of the reservoir rocks, and the type of the rocks and the soil on which the water flow and infiltrated into the groundwater.

The study area is located northwest of the Al-Jazera region in northern Iraq, south of Mount Sinjar, with a length of 60 km and a width of 30 km towards Al-Baaj town in the south. The rainfall in the region is about 350 mm / year. Therefore, the southern side of Mount Sinjar represents the catchment area that feed the underground water reservoirs in the region. The residents in the area depend mainly on well water for domestic and agricultural uses due to the lack of surface water.

Chemical analyses and physical tests ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , EC and TDS) were used to estimate the drinking water quality index (WQI) and water classification parameters for irrigation (percentage of sodium adsorption, SAR; percentage of sodium, SSP; percentage of magnesium, MAR; the Permeability Index, PI and Kelly's Ratio, KR). The northern part of the studied area represents underground water reservoir in limestone layers, they are classified as (good) for drinking purposes, this encourages to establish many residential complexes in the region. While the southern part represents groundwater reservoirs in the evaporites layers. In addition to the effect of infiltrated water that contain the dissolving products of gypsum and carbonate rock fragments. They classified (poor – unsuitable) for drinking. The most wells indicated that their water are suitable for irrigation. This helps to revive agricultural activities in the region, whether in supplementary irrigation or irrigation.

**Keywords:** Water assessment, Water index, Sinjar, Hydrogeochemistry, Sinjar Mount.

## Mikrotermometrik ve Jeokronolojik Verilerle Jeotermal Sistemin Sıcaklık-Zaman Evriminin Belirlenmesi: Kızıldere Jeotermal Sahasından Bir Uygulama, Sarayköy-Denizli, Buharkent-Aydın, GB Türkiye

*Determination of Temperature-Time Evolution of Geothermal System by Microthermometric and Geochronological Data: An Application from the Kızıldere Geothermal Field, Sarayköy-Denizli, Buharkent-Aydın, SW Turkey*

Ömer Bozkaya<sup>1</sup>, Gülcan Bozkaya<sup>1</sup>, Taylan Akın<sup>1</sup>, Nurullah Hanilçi<sup>2</sup>, David A. Banks<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

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

<sup>3</sup> School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds, LS2 9JT United Kingdom  
(obozkaya@pau.edu.tr)

### Özet

Bu çalışmada, günümüz öncesi oluşmuş hidrotermal karbonat minerallerinin sıvı kapanım ve izotop jeokimyası verileri yardımıyla Büyük Menderes grabeninin doğusunda Sarayköy (Denizli) ve Buharkent (Aydın) arasında yer alan Kızıldere jeotermal sisteminin sıcaklık-zaman evrimi belirlenmiştir. Jeotermal kökenli karbonat minerallerinde (kalsit ve dolomit) sıvı kapanım ve izotop jeokimyası ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ , U/Th ve U/Pb) incelemeleri gerçekleştirilmiştir. Yüzeiden ve farklı derinliklerdeki sondaj kırıntılarında alınan örneklerden ayırt edilen saf kalsit ve dolomitlerin U/Th ve U/Pb yaş verilerine göre, jeotermal karbonat mineralleri 10-20 bin yıl (Üst Pleyistosen-Alt Holosen), 200-500 bin yıl (Orta Pleyistosen) ve 500 bin yıl önce (0.5-2.1 milyon yıl, Alt Pleyistosen) olmak üzere birbirini izleyen üç dönemde çökmüştür. Farklı dönemlerde çökelen hidrotermal kalsitlerde sıvı kapanım homojenleşme sıcaklıkları 500 bin yıldan öncekiler için en düşük ( $\text{Th}_{\text{ortalama}} = 140-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), buna karşın 10-20 bin yıl önce çökelenler için en yüksek ( $\text{Th}_{\text{ortalama}} = 160-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) değerlerdedir. Elde edilen sıcaklık ve yaş verileri kalsit-CO<sub>2</sub> ve dolomit-CO<sub>2</sub> için hesaplanan izotopsal ayırılma eğrileri üzerinde değerlendirilmiştir. Buna göre günümüz-öncesi karbonat minerallerini oluşturan CO<sub>2</sub> izotop bileşiminin günümüz CO<sub>2</sub>'in bileşiminden daha yüksek olduğu ve daha düşük sıcaklık koşullarını yansıttığı doğrulanmıştır. Türkiye'de bir jeotermal bir sistemde ilk kez uygulanan mikrotermometrik ve jeokronolojik incelemeler, Kızıldere jeotermal sahasında Alt Pleyistosen'den günümüze doğru dereceli bir sıcaklık artışı olduğunu ortaya koymuştur. Sıvı kapanım incelemeleri yapılamayan sondaj kırıntı örneklerindeki günümüz-öncesi hidrotermal karbonat minerallerinin kalsit-CO<sub>2</sub> ve dolomit-CO<sub>2</sub> izotopsal ayırılma verilerinden itibaren belirlenen sıcaklıklarının 200-230 °C arasında değiştiği belirlenmiştir. Hesaplanan bu sıcaklık verileri, her bir kuyu için ölçülen günümüz rezervuar sıcaklığı verilerine çok yakın ve biraz daha düşük olduğunu ve jeotermal karbonatların  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop bileşimlerinin, fosil jeotermal faaliyetlerin sıcaklıklarının belirlenmesinde yararlı bir parametre olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeotermal, Hidrotermal Karbonat Çökeli, Karbon-Oksijen İzotop Jeokimyası, Sıvı Kapanım, U/Th ve U/Pb Jeokronolojisi

**Katkı Belirtme:** Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 117Y353 nolu proje ile desteklenmiştir.



## Abstract

In this study, we have determined the temperature-time evolution of the Kizildere geothermal system by examining the fluid inclusion and isotope geochemistry of the fossil hydrothermal carbonate formations. The geothermal system is located between Sarayköy (Denizli) and Buharkent (Aydın) in the east of the Büyük Menderes graben. Fluid inclusion and isotope geochemistry ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ , U/Th and U/Pb) determinations were carried out in carbonate minerals (calcite and dolomite) which have a geothermal origin. According to U/Th and U/Pb age analyses from pure calcite and dolomite minerals (extracted from the samples taken from the surface and drilling cuttings at different depths), geothermal carbonates were precipitated in three successive periods: 10-20 thousand years ago (Upper Pleistocene-Lower Holocene), 200-500 thousand years ago (Middle Pleistocene) and older than 500 thousand years (0.5-2.1 million years, Lower Pleistocene). Fluid inclusion homogenization temperatures in hydrothermal calcites precipitated in different periods were measured, being lowest for those older than 500 thousand years (average = 140-150 °C), whereas they are highest (average = 160-200 °C) for those deposited between 10-20 thousand years ago. The obtained temperature and age data was evaluated on the isotopic differentiation curves calculated for calcite-CO<sub>2</sub> and dolomite-CO<sub>2</sub>. Accordingly, we can show that the CO<sub>2</sub> isotope composition of fossil carbonate minerals was higher than the composition of present-day CO<sub>2</sub> and reflects lower temperature conditions. Microthermometric and geochronological investigations, applied for the first time in a geothermal system in Türkiye, have revealed that there has been a gradual increase in temperature in the Kizildere geothermal field from the Lower Pleistocene to the present day. It has been determined that the temperatures of fossil hydrothermal carbonate minerals in drilling cuttings samples, in which fluid inclusion examinations could not be performed, varied between 200-230 °C, based on calcite-CO<sub>2</sub> and dolomite-CO<sub>2</sub> isotopic fractionation data. These calculated temperature data indicate that they are slightly lower and very close to the present-day reservoir temperature data measured for each well, and show that the  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  isotope compositions of geothermal carbonates are a useful parameter in determining temperatures of fossil geothermal activities.

**Keywords:** Geothermal, Hydrothermal Carbonate Precipitation, Carbon-Oxygen Isotope Geochemistry, Fluid Inclusion, U/Th and U/Pb Geochronology

**Acknowledgements:** This study was granted by the Scientific and Technical Research Council of Turkey (TÜBİTAK 117Y353)



## Kızıldere Jeotermal Sahası (Sarayköy-Denizli, Buharkent-Aydın, GB Türkiye) Hidrotermal Kalsit ve Kuvarların Sıvı Kapanım Karakteristikleri

*Fluid Inclusion Characteristics of Hydrothermal Calcite and Quartz from the Kızıldere Geothermal Field (Sarayköy-Denizli, Buharkent-Aydın, SW Türkiye)*

Gülcan Bozkaya<sup>1</sup>, Ömer Bozkaya<sup>1</sup>, Taylan Akın<sup>1</sup>, Nurullah Hanilçi<sup>2</sup>, David A. Banks<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

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

<sup>3</sup> School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds, LS2 9JT United Kingdom  
(gbozkaya@pau.edu.tr)

### Özet

Bu çalışmada, hidrotermal kalsit ve kuvarların sıvı kapanım özellikleri kullanılarak Kızıldere paleo-jeotermal sisteminin sıcaklık ve tuzluluğu belirlenmiştir. Sıvı kapanımların homojenleşme sıcaklıkları ve tuzlulukları ile kimyasal bileşimlerinin (LA-ICP-MS) belirlenmesi amacıyla mikrotermometrik incelemeler gerçekleştirilmiştir. Çatlak/damar ve fay düzlemi dolgularında çökelen kalsit ve kuvarlardaki sıvı kapanımlar iki fazlı (sıvı + gaz), gazca ve sıvıca zengin kapanımlar şeklinde gözlenmiştir. Bazı örneklerde tipik kaynama dokusunu oluşturan kuvar minerallerince ornatılmış bıçaksı ve kafes tipi kalsitler gözlenmiştir. Kalsit kristalleri içerisinde sıvıca ve gazca zengin kapanımların birlikte gözlenmesi kaynama olayının bir başka kanıtıdır. Ötektik sıcaklıkların (Te) yüksek negatif değerlere sahip olması hidrotermal akışkanların CaCl<sub>2</sub> ve NaCl içerdiğini göstermektedir. Kalsitlerdeki birincil ve ikincil kapanımların homojenleşme sıcaklıkları (Th) ortalama 199 ve 154 °C olup, erken evrede daha yüksek, sonraki evrelerde ise daha düşük sıcaklıkları işaret etmektedir. Birincil ve ikincil kapanımlar, sırasıyla ortalama % 1.65 ve % 6.64 NaCl olmak üzere farklı tuzluluklara sahiptir. Kuvarlardaki kapanımların homojenleşme sıcaklıkları ortalama 198 °C, tuzlulukları ise ortalama % 4.29 (% NaCl) olup kalsitteki kapanımlara benzerdir. Sıvı kapanım Th verileri günümüz rezervuar sıcaklıklarına benzerdir. Derin kesimlerde yüksek basınç altında sıvı fazda kalan akışkanlar daha sığ derinliklere ulaştıklarında fay veya çatlaklar boyunca buhar fazına geçerek kaynamış gözükmektedir. Sıvı kapanımların ana elementlerini Na ve K ile eser miktarda As ve Li oluşturmaktadır. Ca/Na, Mg/Na, Fe/Na, Sr/Na ve B/Na oranları arasındaki pozitif korelasyonlar bunların tek bir kaynaktan (mermer, şist, gnays) türediğini göstermektedir. Sr/Na ve B/Na oranlarının Ca/Na, Mg/Na ve Fe/Na oranlarıyla anlamlı pozitif korelasyonlar göstermesi bu elementlerin muhtemelen kırıntılı ve karbonatlı ana kayaçların çözünmesinden türediğini düşündürmektedir. Mikrotermometre verileri, paleo-jeotermal akışkanların ortalama 180 °C sıcaklığa, 14 bar basınca ve 0,9 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğa sahip olduğunu göstermektedir. Kaynama ~500 m derinlikte meydana gelmiş olup, kapanımlar sığ derinlikte (~200 m) ve düşük basınç (maksimum 50 bar) koşullarında kapanlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Jeotermal, Hidrotermal Kalsit ve Kuvar, Mikrotermometre, Kaynama

**Katkı Belirtme:** Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 117Y353 nolu proje ile desteklenmiştir.



## Abstract

In this study the temperature and salinity of the Kızıldere paleo-geothermal system was determined using the fluid inclusions in hydrothermal calcite and quartz. Microthermometric studies are carried out to determine the homogenization temperatures and salinities of fluid inclusions and their chemical compositions (LA-ICP-MS). Fluid inclusions in calcite and quartz were observed in cracks/veins and fault plane fillings, as two-phase (liquid + gas), gas- and liquid-rich inclusions. In some samples, blade-like and lattice-type calcite has been replaced by quartz, resulting in this typical boiling texture. The observation of co-existing liquid- and vapor-rich inclusions within calcite crystals is further evidence of a boiling event. The high negative values of the eutectic temperatures ( $T_e$ ) indicate that hydrothermal fluids contain  $\text{CaCl}_2$  and  $\text{NaCl}$ . The average homogenization temperatures ( $T_h$ ) of primary and secondary inclusions in calcite are 199 and 154 °C, respectively, indicating higher temperatures in the early stages and lower temperatures in the later stages. Primary and secondary inclusions have different salinities, average 1.65% and 6.64%  $\text{NaCl}$ , respectively. The homogenization temperatures and salinities of the inclusions in quartz are 198 °C and 4.29%  $\text{NaCl}$ , which is similar to the inclusions in calcite. Fluid inclusion  $T_h$  data are similar to current reservoir temperatures. The fluids remaining in the liquid phase under high pressure in deep sections appear to boil by passing into the vapor phase along faults or cracks when they reach shallower depths. The main elements of fluid inclusions are Na and K and trace amounts of As and Li. Positive correlations between  $\text{Ca/Na}$ ,  $\text{Mg/Na}$ ,  $\text{Fe/Na}$ ,  $\text{Sr/Na}$  and  $\text{B/Na}$  ratios indicate that they are derived from a single source (marble, schist, gneiss). The fact that  $\text{Sr/Na}$  and  $\text{B/Na}$  ratios show significant positive correlations with  $\text{Ca/Na}$ ,  $\text{Mg/Na}$  and  $\text{Fe/Na}$  ratios suggests that these elements are probably derived from the dissolution of clastic and carbonate host rocks. The microthermometry data indicate the paleo-geothermal fluids had an average temperature of 180 °C, a pressure of 14 bars, and a density of 0.9  $\text{g/cm}^3$ . The boiling occurred at a depth of ~500 m, and the inclusions were trapped at shallow depth (~200 m) and low pressure (maximum 50 bar) conditions.

**Keywords:** Geothermal, Hydrothermal Calcite and Quartz, Microthermometry, Boiling

**Acknowledgements:** *This study was granted by the Scientific and Technical Research Council of Turkey (TÜBİTAK 117Y353)*



## Türkiye’de Sığ Jeotermal Enerji Sistemlerinin Geliştirilmesinin Önündeki Engellerin Tartışılması

*Discussing Barriers to the Development of Shallow Geothermal Energy Systems in Türkiye*

**Ayşe Özdoğan Dölçek**

Department of Geological Engineering, Balıkesir University, Türkiye  
(aodolcek@balikesir.edu.tr)

### Özet

Sığ Jeotermal Enerji Sistemleri (SJEs), yer kabuğunun üst katmanlarındaki (<400 m) sabit sıcaklık ortam şartlarından faydalanarak enerji üreten sistemlerdir. Bu sistemler, jeotermal ısı pompaları kullanarak ısıtma, soğutma ve sıcak su temini gibi alanlarda verimli bir şekilde kullanılır ve daha çok bireysel konutlar ile ticari binalarda uygulanır. Türkiye, elverişli jeolojik koşullar nedeniyle SJE kullanımı için önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak, SJE sistemlerinin geliştirilmesi ve benimsenmesinde çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu çalışma, SJE sektörünün büyümesini engelleyen temel faktörleri analiz etmektedir. Bu faktörler arasında teknik sorunlar, yüksek başlangıç maliyetleri, finansal teşviklerin eksikliği ve yetersiz yasal çerçeve ile izin süreçleri yer almaktadır. Ayrıca, SJE teknolojileri hakkında kamu bilinci ve yanlış anlamalar gibi sosyal faktörler ile potansiyel yeraltı suyu kirliliği ve indüklenmiş sismisite gibi çevresel kaygılar da incelenmektedir. Bu çalışmada, SJE sistemlerinin tasarımında yerin termal özelliklerini belirlemede kullanılan Termal Cevap Testi (TCT) saha uygulaması üzerinden örnek bir çalışma ile uygulama sırasında karşılaşılan problemler sunulacaktır. Bu çalışma ile enerji güvenliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve ülkenin enerji dönüşümünün kolaylaştırılması açısından büyük önem taşıyan SJE'nin Türkiye'de büyümesini teşvik etmek için politika yapıcılara, paydaşlara ve araştırmacılara bilgi sağlanması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sığ jeotermal enerji sistemleri, Termal cevap testi, Jeotermal kaynaklı ısı pompası



## Abstract

Shallow Geothermal Energy Systems (SGEs) generate energy by utilizing the constant temperature conditions in the upper layers of the Earth's crust (<400 m). These systems are efficiently used in areas such as heating, cooling, and hot water supply by utilizing geothermal heat pumps, and they are primarily applied in residential houses and commercial buildings. Turkey has significant potential for shallow geothermal energy (SGE) utilization due to favorable geological conditions. However, the development and adoption of SGE systems face several challenges. This paper analyzes key barriers to the SGE sector's growth, including technical issues related to resource exploration and system design, economic challenges such as high initial costs and lack of financial incentives, and regulatory obstacles stemming from an inadequate legal framework and permitting processes. Additionally, social factors like public awareness and misconceptions about SGE technologies and environmental concerns including potential groundwater contamination and induced seismicity are examined. In this study, a case study will be presented through the field application of the Thermal Response Test (TCT) used to determine the thermal properties of the ground in the design of SGE systems, along with the problems encountered during the application. This study aims to provide information to policymakers, stakeholders, and researchers to promote the growth of SGE in Turkey, which is of great importance for enhancing energy security, reducing greenhouse gas emissions, and facilitating the country's energy transition.

**Keywords:** Shallow geothermal energy systems, Thermal response test, Ground source heat pump system

## Geophysical and Structural Study to Detect the Subsurface Groundwater Channels in AL-Muhalabia Area, Northwestern Iraq

Salim Ahmed Khudir<sup>1</sup>, Ayman Mahmoud Ahmed<sup>2</sup>, Bashar Aziz Mahmoud<sup>3</sup>

*1, Mosul University, College of Petroleum Engineering and Mining, Iraq*

*2, Mosul University, College of Petroleum Engineering and Mining, Iraq*

*3, Mosul University, College of Science, Iraq*

*(bsharaziz@uomosul.edu.iq, ayman.geology@uomosul.edu.iq, dr.salimfannosh@gmail.com)*

### Abstract

The current study location is for the water spring in Al-Muhalabia district, (40 km) west of Mosul city, northwest of Iraq. The aim of the current study is to explore the cause of the dryness of the old water spring several years ago by conducting a geophysical survey using the self-potential (SP) and electrical resistivity methods and correlating this with the geological and structural situation of the study area. Geologically, the surface and subsurface layers are gypsum rocks of the Al-Fatha Formation, and the location of the water spring is near and adjacent to a major strike-slip fault between the Sheikh Ibrahim and Adaya anticlinal folds.

High positive (SP) values in the vicinity of the water spring reflect the absence of subsurface water feeding while the low negative values in a southwestern direction reflect the presence of sub-surface groundwater recharge. Self-potential method also shows the effect of the presence of the major strike-slip fault with low negative (SP) values at the beginning of some profiles and to the north and north-west of the old water spring site.

Interpretation of the vertical electrical sounding points and the two-dimensional profile of the resistivity method gave an evidence of the dryness and lack of sub-surface recharge of the present water spring site and the presence of recharge in new sub-surface channels in the gypsum rock to the south and south-west of the old spring site. The study area may be affected by the presence of the major strike-slip fault, this led to the sliding of gypsum layers and the interruption of groundwater recharge in the ancient subsurface channels and the drying up of the water spring and appearance of feeding within other areas away from the spring site. In line with the results of the geophysical surveys.

**Keywords:** Al-Muhalabia water spring, Self-potential, Resistivity





**BİTKİ VE TOPRAK JEOKİMYASI**  
**PLANT AND SOIL GEOCHEMISTRY**



## Evaluation of Manganese Quantity-Intensity Relationships in Forestry Soils

Qahtan Darwish Essa Al-Khafagi<sup>1</sup>, Hazim Mahmood Ahmed<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Adres1 (Soil Science and Water Resources Dept. , College of Agriculture and Forestry, Mosul University)

<sup>2</sup>Adres2 (Soil Science and Water Resources Dept. , College of Agriculture and Forestry, Mosul University)  
(qahtan\_darwish@uomosul.edu.iq)

### Abstract

The Beckett method was used to study the thermodynamic parameters of the Q/I relationships of manganese element for the purpose of evaluating the behavior of this element in the soils of Atrush forest and Zawita forest in Dohuk governorate, northern Iraq. The study was conducted on twelve soil samples located in two pedon in the Atrush forest (pine and oak) and two pedon in Zawita forest (pine and oak) and divided each pedon into three depths. The results of the study indicated that all soils had a neutral to basic reaction degree of 7.30 to 8.45, the soil content of total carbonate 195 to 465 gm.kg<sup>-1</sup>, and the active carbonate ranged between 80 to 115 gm.Kg<sup>-1</sup>. Activity manganese ratios at equilibrium  $AR_{Mn}$  ranged from  $(0.001 \times 10^{-3})$  to  $(1.720 \times 10^{-3})$  mol.L<sup>-1/2</sup>, Mn-labile from -28.698 to 12.997 (Cmol. kg<sup>-1</sup>). The potential buffering capacity of manganese (PBC<sub>Mn</sub>) ranged from 7534.3 to 97381 (Cmol.kg<sup>-1</sup>/mol.L<sup>-1</sup>)<sup>1/2</sup>, the values of the Gapon coefficient ranged between 377.7 to 6588.7, and the free energy of manganese  $\Delta G$  at equilibrium from 3.76 to 8.42. The path of the exchange process showed that there are two distinct parts that differ in degrees of inclination for (Q/I) curves, as the straight part expresses the reciprocal ion that is liberated from the sites where the binding energy is low, and the curved part refers to the ion that is liberated from the sites that are held more strongly, these sites are called specific sites.

**Keywords:** Quantity and intensity of manganese, Free energy of manganese



## Effect of Wetting and Drying on Some Soil Properties Irrigated With Water of Different Salinity Concentration

Abd Al-kader A. Alhadede<sup>1</sup>, Khalid Ekhlaf N. Alhadidi<sup>2</sup>

### Abstract

The study included the selection of five sites within the Nineveh Governorate in northern Iraq on the basis of the variation in texture. Surface soil samples were taken from them to a depth of (0-20) cm, and chemical and physical analysis were conducted on them, as well as soil columns in their natural state to a depth of (20) cm and treated with well water with different salt concentrations. There are ten cycles of wetting and drying, each cycle lasting ten days. After the tenth cycle, the soil is left to dry and then samples are taken from it to conduct chemical analysis in order to identify the effect of the wetting and drying processes on the chemical properties of the soil by comparing it with the properties of the soil before treating it with water. The results showed that the soil is exposed to wetting and drying cycles using well water with different salt concentrations lead to a direct increase in the electrical conductivity values of the soil samples with an increase in the salt concentration of the water used, a decrease in the values of the soil (pH) of the soil samples, an increase in the values of cation and anion ions, a decrease in the values of calcium carbonate, no change in the values of organic matter, and an increase. In the values of the cation exchange capacity and an increase in the values of the Cation Ratio of Soil Structural Stability.

**Keywords:** Wetting, Drying, Salt concentration, Dispersion



## Denizli Tavas Bölgesi (Türkiye) Tarım Topraklarında Ağır Metallerin Alınabilirliği

*Heavy Metals Availability of Agricultural Soils in Tavas-Denizli Province (Türkiye)*

**Ali Rıza Ogun<sup>1</sup>, Recep Serdar Kara<sup>2</sup>, Cansu Almaz<sup>2</sup>, Neriman Tuba Barlas<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Environmental Science, Department of Water Resources and Environmental Modeling

(ali.riza.ogun@ege.edu.tr)

### Özet

Bu çalışmada Şark tipi tütün (*Nicotiana tabacum* L.) yetiştiriciliği yapılan topraklarda alınabilir ağır metal içeriklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla Akdeniz iklim koşullarının hakim olduğu Denizli ili Tavas Bölgesinde (Türkiye) yer alan 28 tarladan alınan toprak örneklerinde (0-20 cm) toplam ve alınabilir ağır metal (Pb, Co, Cd, Ni) içerikleri ölçümlenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, toplam Ni, Pb, Co ve Cd içeriklerinin (mg/kg) sırasıyla 0,08-42,11; 0,55-36,55; 0,05-106,63; 0,27-1,54 arasında; alınabilir formdaki Ni, Pb, Co ve Cd içeriklerinin (mg/kg) ise yine sırasıyla 0,22-2,62; 0,45-0,99; 0,07-1,08 ve 0,06-0,35 arasında değişim gösterdiği bulunmuştur. Ayrıca, toprak pH'sı ile alınabilir Cd ve Ni arasında önemli düzeyde ilişkiler belirlenmiştir. Benzer şekilde toprakların kum içerikleri ile alınabilir formlardaki Pb, Ni, Cd ve Co içerikleri arasında kimi önemli ilişkiler de belirlenmiştir.

Sonuç olarak toprak verimliliği açısından temel kriterler arasında yer alan toprak pH'sı ve bünye gibi temel özelliklerin topraklardaki ağır metallerin alınabilirliğine etki ettiği söylenebilir

**Anahtar Kelimeler:** Alınabilirlik, Ağır metal, Toprak



## Abstract

The objective of this study was to determine the concentrations of available heavy metals in Orient type tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) grown soils. For this purpose, heavy metal (Pb, Co, Cd, Ni) concentrations in total and available forms were measured in soils collected from 28 fields (0-20 cm depth) in Tavas region of Denizli province (Türkiye) where Mediterranean climate is dominant.

Regarding to findings, it is seen that total Ni, Pb, Co and Cd concentrations (mg/kg) vary in the range of 0,08-42,11; 0,55-36,55; 0,05-106,63; 0,27-1,54 respectively while available forms of Ni, Pb, Co ve Cd concentration vary respectively in the range of 0,22-2,62; 0,45-0,99; 0,07-1,08 ve 0,06-0,35.

Moreover, significant correlations were found between soil pH and available Cd and Ni. Similarly, significant correlations were found between sand and available Pb, Ni, Cd and Co concentrations of soils as well.

As a result, it can be said that basic properties of soils such as soil pH and texture those are among basic criteria regarding to soil fertility may affect the availability of heavy metals.

**Keywords:** Availability, Heavy metal, Soil



## Geyve (Sakarya, Türkiye) Dere Sedimanlarındaki Ağır Metal Zenginleşmelerinin Kökeni

*The Origin of Heavy Metal Enrichments in the Soil Sediments of Geyve (Sakarya, Türkiye)*

**Mehmet Barış Durgun<sup>1</sup>, Mustafa Haydar Terzi<sup>2</sup>, Gökhan Demirela<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>: MTA Kuzeybatı Anadolu Bölge Müdürlüğü, Balıkesir, Türkiye

<sup>2</sup>: Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Aksaray, Türkiye  
(barisdurgun@gmail.com)

### Özet

Bu çalışma da Geyve (Sakarya) sınırları içerisinde belirlenen ve yaklaşık 46 km<sup>2</sup>'lik bir alan kapsayan çalışma alanındaki dere sedimanlarının jeokimyasal olarak ağır metal içeriklerinin belirlenmesi, ağır metaller açısından zenginleşme/kirlenme anomalisi gösteren alanların tespit edilmesi ve bunların oluşum nedenlerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda alınan 133 adet örnek üzerinde arsenik (As), kobalt (Co), bakır (Cu), nikel (Ni), kurşun (Pb), vanadyum (V) ve çinko (Zn) elementleri analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre en yüksek ağır metal içerikleri As için 9 ppm, Co için 51 ppm, Cu için 106 ppm, Ni için 750 ppm, Pb için 37 ppm, V için 61 ppm ve Zn için 170 ppm'dir. Dere sedimanı örnekleri üzerinde ağır metallerin neden olmuş olabileceği zenginleşme/kirlenmenin boyutunu değerlendirmek için jeobirikim, kirlenme derecesi, modifiye edilmiş kirlenme derecesi, ekolojik toprak kirlilik ve kirlilik yük indeksleri hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks sonuçlarına göre oluşturulan dağılım haritaları mekânsal olarak çalışma alanındaki jeojenik ve antropojenik kökenli olası kaynaklar ile ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler çalışma alanındaki Co ve Ni zenginleşmelerinin serpantin, Pb zenginleşmelerinin granit ve cevherli zonlardan ayrışma ile jeojenik olarak türediği, Cu ve Zn zenginleşmelerinin ise büyük çoğunlukla tarımsal faaliyetlere bağlı olarak antropojenik kökenli olarak türediği belirlenmiştir. Bununla birlikte bazı örneklerde jeojenik etkilere ek olarak Ni zenginleşmelerinde tarımsal faaliyetlerin etkisinin olduğu ortaya konarken, V açısından önemli bir zenginleşme günümüz için belirlenmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır Metal, Dere Sedimanı, Kirlilik İndeksleri, Zenginleşme, Geyve, Sakarya



## Abstract

The objective of this study is to determine the heavy metal contents of stream sediments in the study area, which covers an area of approximately 46 km<sup>2</sup> within the borders of Geyve (Sakarya), to identify regions exhibiting anomalies of enrichment or contamination with respect to heavy metals, and to investigate the underlying causes of such occurrences. In this context, the concentrations of arsenic (As), cobalt (Co), copper (Cu), nickel (Ni), lead (Pb), vanadium (V), and zinc (Zn) were analyzed in 133 samples. The highest concentrations of heavy metals were determined to be 9 ppm for As, 51 ppm for Co, 106 ppm for Cu, 750 ppm for Ni, 37 ppm for Pb, 61 ppm for V, and 170 ppm for Zn. To assess the extent of enrichment/contamination potentially attributable to heavy metals in the stream sediment samples, a series of calculations were conducted to determine the geoaccumulation, degree of contamination, modified degree of contamination, ecological soil pollution, and pollution load indexes. The spatial distribution maps, created in accordance with the calculated index results, were evaluated through a spatial association with potential sources of geogenic and anthropogenic origin in the study area. The data obtained indicated that the enrichments of Co and Ni in the study area were geogenically derived from the weathering of serpentinite, while the enrichments of Pb originated from the weathering of granite and ore zones. Additionally, the enrichments of Cu and Zn were derived from anthropogenic sources, predominantly agricultural activities. However, the agricultural activities were also observed to have an influence on the Ni enrichment in some samples. No significant enrichment in terms of V has been determined for today in the study area.

**Keywords:** Heavy Metal, Stream Sediment, Pollution Index, Enrichment, Geyve, Sakarya



## Comparison of Clay Minerals Under Different Forest Tree Densities and Uncultivated Soils

Mohammed Ali Fayyadh<sup>1</sup>, Mariam Isaac Yako<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Soil and Water Sciences Dept. College of Agricultural Engineering Sciences, University of Duhok, Duhok City, Iraq

### Abstract

The study area was at Zawita district in Duhok province, Iraq. This study aimed to Specify clay minerals in pine forest soil and follow the distribution pathway in studied pedons. Four representative soil pedons were dug, three in pine forest depending on the tree densities and one in uncultivated soil, then (14) Soil samples were taken for chemical, physical and mineralogical analysis. Clay separated from sand and silt using the sedimentation and decantation method, after that saturated clay samples with MgCl<sub>2</sub> and KCl were to be analyzed by XRD. Exchangeable Ca<sup>+2</sup> has the highest values compared with other exchangeable Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+1</sup>, and K<sup>+1</sup> cations in study locations. The calcium carbonate content under different densities of pine trees is similar content to it under uncultivated soil, whereas, values of active carbonate were higher under pine trees with different densities, compared to under uncultivated soil. The vertical distribution path of clay indicated to heterogeneous pattern in studied pedons except of Pedon (3). The most dominant soil texture is the loam in all studied soils, Chlorite mineral was found in surface horizon (A) in pedon (1) as well as of surface and sub-surface horizons (A and B) in pedon (2) and all soil horizons in pedon (4). Palygorskite mineral existed in all soil horizons in pedon (1) and in the (A and B) horizons in pedon (2) under the low and medium pine tree density. Illite mineral was present in all studied soils, and the vermiculite mineral exists in all studied soil horizons except horizons (C1 and C2) in pedon (1). Kaolinite mineral in all studied soils was formed by the chemical weathering of feldspar mineral (Orthoclase). One interstratified clay mineral of Illite-Vermiculite was found in the (C1) horizon in pedon (1).

**Keywords:** Minerals, Clay, Forest, Soil, Pedons, Carbonate

## The Effect of Ionic Strength of Water on the Percentage and Molar Ratios of Oxides Elements in Some Calcareous Soils from Northern Iraq

Roaa. N. Al-Shamaa<sup>1</sup>, Hazim M. Ahmed<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Adres1 (Desertification prevention Techniques dept.1 Technical Agricultural College in Mosul Northern Technical University Mosul / Iraq)

<sup>2</sup>Adres2 (Soil and water resources dept. Collage of Agric. and Forestry/ Mosul University/ Iraq)  
(Ruaaa9@ntu.edu.iq)

### Abstract

Thesis study focuses on selected location (Atrush, Shaqlawa, Aqrah, Dokan, and Jwarta) in the northern regions of Iraq, which representing the soil at three depths are (0 – 20) , (20 – 50) , and (50 – 80) cm. The aim is to study the percentages and molecular ratios of oxides elements by using waters with different ionic strength, including (Chloride water, Sulfuric water and Tigris river water) The results demonstrated that the highest value of CaO (%) value was observed in the Atrush soils for the three types of water, with a percentage of (30.38%), (31.8%) and (30.66%) respectively. With regard to the percentage of MgO%, the highest (value was observed in the Atrush soil 19.55%) when the sulfuric water was used , The highest percentage of FeO % was found in the Jwarta soil (7.67%) when the chloride water was used. Additionally, the highest percentage of ZnO% was determined in the Jwarta soil ( $46 \cdot 10^{-3}\%$ ) when the chloride water was used.

Concerning the molecular ratios of oxides, the highest ratio of  $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$  was observed in Shaqlawa soil, with a value of (9.51). The ratio of  $\text{CaO} + \text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$  was (7.29) in the Atrush soil while the ratio of  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  was (5.98) in the Aqrah soil when the chloride water was used. The highest values of the molecular ratios were observed in the soils of Aqrah (9.11) . Atrush (7.87), and Shaqlawa (5.89) when the chloride water was used. In the case of using the Tigris River water, the highest value of the aforementioned molecular ratios were determined in the soils of Aqrah, Atrush, and Aqrah, respectively, with values of 9.50, 8.77, and 5.88.

**Keywords:** Molar ratio, Ionic strength, Oxide ratio, Calcareous soils



## Distribution of Iron Oxides in Soil Sediments of Some Soils in Northern Iraq

Ghada A. Al- Hashyme

*Soil Science and Water Resources Dept., College of Agriculture and Forestry , University of Mosul, Iraq.  
(ghadaalhasme@uomosul.edu.iq)*

### Abstract

The study included five sites from the Nineveh and Dohuk governorates in northern Iraq. Five pedons were dug, one for each location, and 25 soil samples were collected from it is Horizons. The Pedons were classified based on USDA. The samples were transported to the laboratory and air dried for the purpose of use in laboratory analyses. Physical analyzes were conducted, including the Partial size distribution, EC. And chemical analyzes include soil pH reaction, CEC, O.M, CaCO<sub>3</sub>, .Free iron oxides in soil sediments (amorphous iron oxides, crystalline iron oxides) were separated and estimated .The soil texture results indicated that there was the highest clay content at the fifth depth of the Smil soil section (696.5) gm kg<sup>-1</sup>, and the lowest clay content was at the first depth of the Talsuf soil section (329)gm kg<sup>-1</sup>. The values of the exchange capacity of positive ions ranged between (20.21) centmol of charge kg<sup>-1</sup> at the first depth of the soil of the Zawita site and (34.22) centmol of charge kg<sup>-1</sup> at the fifth depth of the soil of the Smil site.

The results of crystalline oxides in Al-Khader site reached (1.32)%, followed by the silt at a rate of (0.886)% and the sand at a rate of (0.742). %) The soil of the Smil site came in fifth place in terms of its content of crystallized iron oxides, and the separated silt had the highest content of these oxides, at a rate of (1.312)%, followed by clay, at a rate of (0.882)%.

**Keywords:** Amorphous Iron Oxides, Crystalline, Positive Ions, Soil Separators, Iraq



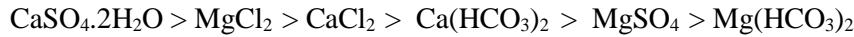


## Effect of Ionic Strength on the Dissolution and Precipitation of Carbonate Minerals and the Nature of Ionic Species from Some Calcareous Soil

Khalid Ekhlayef N. Alhadidi<sup>1</sup>, Shaymaa Ghanim Dawood<sup>2</sup>

### Abstract

A laboratory study was conducted to demonstrate the effect of ionic strength on the dissolution and precipitation of carbonate minerals and ionic species using well water with ionic strengths of (0.013, 0.065, 0.130) mol l<sup>-1</sup> by the method of wetting and drying of natural, unexcited soil columns taken from five different sites in their content of calcium carbonate within Nineveh Governorate / northern Iraq, classified within the Calciothirds soil group, and for five wetting and drying cycles, the duration of one cycle being ten days. After the fifth cycle of wetting and drying, water is added in the amount of two pore sizes to obtain a displacement solution of one pore size, which is collected in plastic bottles to conduct analysis of the main dissolved ions and entered into the VisualMinteq A<sub>2</sub> geochemical equilibrium program to obtain saturation index values for carbonate minerals. The outputs of the program showed the superiority of well water with an ionic strength of (0.130) mol l<sup>-1</sup> in the quantity and number of precipitated carbonate minerals represented by minerals (Calcite, Aragonite, Vitrite, Regular Dolomite, Irregular Dolomite, Honet and Magnesite). The results of the theoretical correlation showed that the dominant ionic species were arranged as follows:



The results show an increase in the percentages of all ionic species for all sites with an increase in the ionic strength of the water.

**Keywords:** Ionic strength, Dissolution, Precipitation, Carbon minerals, Ionic

17-19 Ekim 2024, Antalya, Türkiye

**10.**Jeokimya  
Sempozyumu



**10.**Geochemistry  
Symposium

17-19 October 2024, Antalya, Türkiye

## ÇEVRE JEOKİMYASI

## ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY

## Kula (Manisa) Jeotermal Bölgesi Yeraltı Sularında Radyoaktif Kirlenmenin Nedenlerinin Değerlendirilmesi

*Assessing the Causes of Radioactive Contamination in Groundwater of Kula Geothermal Region*

Anıl Küçüksümbül<sup>1</sup>, Gültekin Tarcan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir 35390, Türkiye  
(anil.kucuksumbul@deu.edu.tr)

### Özet

Bu çalışma, Gediz Grabeni kuzeyinde yer alan Kula-Selendi yöresindeki yeraltı sularının hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal incelenmesini içermektedir. İnceleme alanı ve çevresindeki jeolojik yapının temelinde Menderes Masifi'ne ait kayalar yer almaktadır. Üst Kretase yaşlı Vezirler Melanjı jeotermal akışkan için rezervuar kayaç olma özelliği göstermektedir. Bölgede yer alan Neojen yaşlı birimler örtü kayaç olarak nitelendirilmiştir. Gediz Nehri boyunca birçok noktadan mineralli sular yüzeylemekte olup nehri beslemektedir. Yerinde yapılan analizler göstermektedir ki; suların elektriksel iletkenlik değeri aralığı 394  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ile 6260  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sıcaklığı 11,0 °C ile 47,8 °C ve pH değeri 6,23 ile 8,31 arasında değişmektedir. Analiz amaçlı 5'i jeotermal kökenli su olmak üzere toplam 27 adet yeraltı suyundan örneklemeler yapılmıştır. 15 kaynak suyu, 12 kuyu suyu ve 3 adet yüzey suyu örnekleme için majör (Na, K, Ca, Mg, Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>) ve minör iyonları (Al, As, B, Ba, Be, Bi, Br, Cd, Co, Cr, Cu, F, Fe, Hg, Li, Sb, Sr, Pb, Mn, Mo, Ni, NO<sub>2</sub>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Ti, Tl, U ve V) analiz edilmiştir. Yeraltı sularının inorganik kimyasal analize ek olarak duraylı izotop (<sup>2</sup>H/<sup>1</sup>H ve <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O) ve radyoaktivitesi (Toplam Alfa ve Toplam Beta) analiz edilmiştir. Beta radyoaktivitesi için içme amaçlı tüketimde üst sınır değeri, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı tarafından yayınlanan "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik"e göre 1 Bq/L olarak belirlenmiştir. Jeotermal akışkanı barındıran birimde üretim sağlanan yeraltı sularında 6 Bq/L değere kadar beta aktivitesi tespit edilmiştir.

Kimyasal ve izotopik analizler değerlendirilerek alandaki egemen hidrojeokimyasal süreçler ve çözünmüş iyonlar arasındaki ilişkiler yorumlanmıştır. Bulgular, radyoaktif kirlenmenin jeotermal kökenli sularından kaynaklandığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hidrojeoloji, İzotop Hidrolojisi, Kula, Jeotermal Sistemler, Radyoaktif Kirlenme



## Abstract

This study involves the hydrogeological and hydrogeochemical assessment of the Kula-Selendi region, located north of the Gediz Graben. The rocks belonging to the Menderes Massif form the basis of the geological structure of the study area and its surroundings. The Upper Cretaceous-age Vezirler Melange is a reservoir rock for geothermal fluids. Neogene age units in the region are described as cap rocks of the geothermal system. Mineral waters surface at many points along the Gediz River and feed the river. On-site analyses show that the electrical conductivity, temperature and pH values range between 394  $\mu\text{S}/\text{cm}$  and 6,260  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 11.0 °C and 47.8 °C, 6.23 and 8.31, respectively. Samples were taken from 27 groundwater samples, 5 of which were of geothermal origin, for analysis. Major (Na, K, Ca, Mg, Cl,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{NO}_3$ ) and minor ions (Al, As, B, Ba, Be, Bi, Br, Cd, Co, Cr, Cu, F, Fe, Hg, Li, Sb, Sr, Pb, Mn, Mo, Ni,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , Ti, Tl, U ve V) of 15 spring water, 12 well water and 3 surface water samples were analyzed. In addition to inorganic chemical analysis, stable isotopes ( $^2\text{H}/^1\text{H}$  and  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) and radioactivity (Gross Alpha and Gross Beta) of groundwater were analyzed. The upper limit value of beta radioactivity for drinking water is determined as 1 Bq/L according to the "Regulation on Water Intended for Human Consumption" issued by the Ministry of Health of Türkiye. Beta activity up to 6 Bq/L has been reported in groundwater produced in the unit containing the geothermal fluid.

Chemical and isotopic analyses were evaluated, and the dominant hydrogeochemical processes in the area and the relationships between dissolved ions were interpreted. The results show that the radioactive contamination originates from geothermal waters.

**Keywords:** Geothermal System, Hydrogeology, Isotope Hydrology, Kula, Radioactive Contamination

## **Kömürdeki Çevreye Zararlı Olabilecek Elementlerin Mekânsal Dağılımı ve Risk Değerlendirmesi: Orta Anadolu Kömür Sahaları İçin Örnek Bir Çalışma**

*Spatial Distribution and Risk Assessment of Potential Environmentally Hazardous Elements in Coal: A Case Study of Central Anatolia Coalfields*

**Neslihan Ünal Kartal<sup>1</sup>, Cevdet Bertan Güllüdağ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Gölhisar Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu

nunal@mehmetakif.edu.tr

### **Özet**

Kömür madenciliği faaliyetleri sırasında çok çeşitli çevresel risk unsurları ortaya çıkabilmektedir. Aynı zamanda kömürün çıkarılması ve taşınması sırasında maden sahasında çalışan işçiler başta olmak üzere tarım arazileri ve yerleşim merkezlerine yakınlık düzeyine göre bölge halkı zarar görebilmektedir. Kömürdeki çevreye zararlı olabilecek elementlerin (Ag, As, B, Ba, Be, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, F, Hg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sn, Th, Tl, U, V, Zn) mekânsal dağılımlarını ortaya koymak, çevre sağlığı değerlendirme açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada Uzaktan Algılama yöntemleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) araçları ile Ilgın (Konya), Karapınar (Konya) linyit sahalarındaki elementlerin mekânsal risk değerlendirilmesinin tespit edilmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. Maden sahalarının çevresi 10 m mekânsal çözünürlüğe sahip SENTINEL-2 uydusu ile CORINE LULC verileri kullanılarak 7 sınıfa (tarım arazileri, mera, çıplak arazi, su, yapılaşmış alanlar, sulu bitki örtüsü, ağaçlık alanlar) ayrılmıştır. Ardından CBS ile haritalama ve tampon bölge analizleri yapılmıştır. Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü ile tespit edilen sınıflamada her iki maden sahasının da tarım arazilerinde (Karapınar: 155,32 km<sup>2</sup>; Ilgın: 178,45 km<sup>2</sup>) ve mera alanlarında (Karapınar: 140,4 km<sup>2</sup>; Ilgın: 40,72 km<sup>2</sup>) yüksek dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Jeokimyasal bulgular ile Karapınar linyitlerinde Ni, Ilgın linyitlerinde ise As konsantrasyonları sınır değerlerin oldukça üzerinde sonuçlar vermiştir. Elde edilen bu bulgular ile Karapınar sahası çevresindeki tarım arazileri ve mera alanlarında Ni, Ilgın sahası çevresindeki tarım arazileri ve mera alanlarında ise As konsantrasyonlarının belirli aralıklarla kontrol edilmesi gerekebileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** LULC, Sentinel-2, CORINE, Linyit



## Abstract

A wide variety of environmental risk factors may arise during the process of coal mining. At the same time, it is possible that during the transportation and extraction of coal, locals and especially the workers working in the mining area may be harmed, depending on the proximity to agricultural lands and settlement centers. Revealing the distribution of environmentally harmful elements within the coal (Ag, As, B, Ba, Be, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, F, Hg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sn, Th, Tl, U, V, Zn) is very important in terms of environmental health assessment. Using Geographic Information System (GIS) tools and Remote Sensing techniques, the objective of this study is to identify and compare the spatial risk assessment of the elements in the Ilgın (Konya) and Karapınar (Konya) lignite areas. The surroundings of the mining sites were classified into 7 classes (crops, rangeland, bare ground, water, built area, flooded vegetation, trees) using SENTINEL-2 satellite data with a 10 m spatial resolution and CORINE LULC data. Subsequently, mapping and buffer zone analyses were conducted using the Geographic Information System (GIS). The land use land cover classification revealed that both mining sites were highly distributed in agricultural lands (Karapınar: 155.32 km<sup>2</sup>, Ilgın: 178.45 km<sup>2</sup>) and rangeland (Karapınar: 140.4 km<sup>2</sup>, Ilgın: 40.72 km<sup>2</sup>). Geochemical results showed that Ni concentrations exceeded the limit values in the Karapınar lignites, while As concentration exceeded the limit values in the Ilgın lignites. Based on these results, it was concluded that the Ni concentration in agricultural lands and rangeland around the Karapınar site and the As concentration in agricultural lands and rangeland around the Ilgın site should be monitored periodically.

**Keywords:** LULC, Sentinel-2, CORINE, Lignite





## Study the Optimum Conditions for Removing Phosphate from House Water City of Mosul by Using Some Local Clays

Shaimaa A. Nasser<sup>1</sup>, Moath A. Al- Hajjar<sup>2</sup>

*1 Department of Chemistry, College of Science ,Mosul University , Mosul,Iraq.*

*2 Soil science, College of Agriculture and Forestry ,Mosul University, Mosul,Iraq.*

*([Shaimaa76216@gmail.com](mailto:Shaimaa76216@gmail.com), [moathalhajjar@uomosul.edu.iq](mailto:moathalhajjar@uomosul.edu.iq))*

### Abstract

The aim of study was removal phosphate from domestic waste water by using a different local clays and soils, waste water were collected in July and august months from five lift water stations in Mosul city (Bab Sinjar, Al-Sandooqi, Al-Hadbaa, Al-Qarazee and Al-Shurtaa), phosphate concentration average (3ppm) According to the Iraqi determinants of the quality of water suitable for the aquatic environment within the limits of (3) mg / liter, the upper value are in Bab sinjar (6.8 ppm ) while the lower in Al-Shurtaa (2.2 ppm). Other studied on the experiments were related to analysis of materials to be adsorbed such as (Bentonit, Tulkeef and, Al-Qobah) were studied, Al-Qobah soil was more efficiency selected (quantity of soil, concentration of phosphate, volume of sample, particle size and flow rate) was 2.5 g, 30 ppm, 40 ml, 125 micron and 1.5 ml/min ) respectively as experiment which adsorbed efficiency reached to 98%. Thermal equilibrium of material were studied by Langmuir equation,  $R^2$  gave a good linear relationship.

**Keywords:** Bentonite clay, Soil, Adsorbed, Removal Phosphate



**SEDİMANTER KAYA JEOKİMYASI, PALEOKİKLİM**  
**VE PROVENANS ÇALIŞMALARI**  
**SEDIMENTARY ROCK GEOCHEMISTRY,**  
**PALEOCLIMATE AND PROVENANCE STUDIES**

## Yağlıca Köyü (Eflani, Karabük) Fosilli Kireçtaşlarının Mineralojik-Petrografik, Fiziko-Mekanik ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

*Determination of the Mineralogical-Petrographic, Physico-Mechanical and Chemical Properties of Yağlıca Village (Eflani, Karabük) Fossiliferous Limestone*

**Asuman Kahya**

*Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye  
(asuman27@gmail.com)*

### Özet

Çalışma alanı Eflani İlçesinin (Karabük İli) 10 km güneybatısında Yağlıca köyünde yer almaktadır. Bu çalışma ile HP Mermer Ltd. Şti. tarafından işletilmekte olan ve Safranbolu Eflani Fosilli Rustik Yeşil olarak adlandırılan fosilli kireçtaşı yatağından alınan numunelerin fiziksel, mekanik, kimyasal, mineralojik ve petrografik özellikleri belirlenmiştir. Mermer olarak işletilen fosilli kireçtaşları, nummulitli kireçtaşı ve marndan oluşan Alt-Orta Eosen yaşlı Safranbolu Formasyonuna aittir. Bu fosilli kireçtaşları açık yeşil renklidir. X-ışını difraktometre (XRD) analiz sonuçlarından yapılan yarı kantitatif hesaplamalara göre %97-98 kalsit, %2-3 dolomitten oluştuğu belirlenmiştir. Mineralojik petrografik özelliklerine göre kayaç, oldukça iri genellikle mikritik az sparitik dolgulu nummulit fosilleri içeren ve yer yer sparitik yer yer mikritik bağlayıcı malzemeden oluşan fosilli kireçtaşı olarak tanımlanmıştır. Eflani kireçtaşlarının fiziksel özelliklerinden olan hacim ağırlığı  $2,656 \pm 0,003 \text{ gr/cm}^3$ , özgül ağırlık  $2,699 \pm 0,007 \text{ gr/cm}^3$ , atmosfer basıncında ağırlıkça su emme oranları %  $0,353 \pm 0,041$ , doluluk oranı ise % 98,41 olarak belirlenmiştir. Eflani kireçtaşı mermerlerinde yapılan mekanik deneylerden, tek eksenli basınç dayanımı  $1453,43 \pm 82,99 \text{ kg/cm}^2$ , eğilme dayanımı  $170,52 \pm 16,7 \text{ kg/cm}^2$ , böhme aşınma dayanım değerleri ise  $15,81 \pm 0,28 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ , darbe dayanımı  $9,75 \text{ kg.cm/cm}^3$ , Çekme Dayanımı (Brazilian Deneyi)  $77,95 \pm 8,28 \text{ kg/cm}^2$ , Schmidt Çekici Sertliği (L-Tipi)  $51,47 \pm 2,47$ , Nokta Yük Dayanım İndeks değerleri ise (Is(50))  $66,12 \pm 4,73 \text{ kg/cm}^2$  olarak belirlenmiştir. Fosilli kireçtaşı örneklerinin ana oksit element analiz sonuçlarının ortalama  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  değerleri sırasıyla %1,2, %0,3, %53.13, % 0,77 dir. Bu değerlerden hesaplanan  $\text{CaCO}_3$  değeri ise %94.42 ile 95.31 aralığında değişmektedir. Sonuçların kaplama taşı ve doğal yapı taşı olarak kullanımı için TS EN 12057, TS EN 12058, TS EN 1468 ve TS EN 1469' a göre gerekli fiziksel ve mekanik özellikleri sağladığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Fosilli kireçtaşı, Fiziko-mekanik özellikler, Eflani, Karabük



## Abstract

The study area is located in Yağlıca village, 10 km southwest of Eflani District (Karabük Province). In this study, the mineralogical-petrographic, physico-mechanical and chemical properties the samples taken from fossiliferous limestone deposit named Safranbolu Eflani Fossil Rustic Green operated by HP Mermer Ltd. Ltd. A.Ş. were determined. The fossiliferous limestones processed as marble belong to the Lower-Middle Eocene aged Safranbolu Formation, which consists of nummulitic limestone and marl. These fossiliferous limestones are light green in color. Based on semi-quantitative calculations made from X-ray diffractometer (XRD) analysis results, it was determined that it consists of 97-98% calcite and 2-3% dolomite.

In mineralogic-petrographic investigation, the rock is defined as fossiliferous limestone containing very large nummulite fossils which generally micritic and less sparitic filled, and consisting of sparitic and sometimes micritic cement material. From the physical properties of the samples, it was determined that the unit volume weight value was  $2.656 \pm 0.003 \text{ g/cm}^3$ , the specific gravity was  $2.656 \pm 0.003 \text{ g/cm}^3$ , the water absorption rate by weight was  $0.353 \pm 0.041\%$  and the filling rate value was 98.41%. From the mechanical tests performed on Eflani limestone marbles, uniaxial compressive strength values are  $1453.43 \pm 82.99 \text{ kg/cm}^2$ , strength to bending is  $170.52 \pm 16.7 \text{ kg/cm}^2$ , Böhme abrasion resistance values are  $15.81 \pm 0.28 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$ , impact strenght  $9.75 \text{ kg.cm/cm}^3$ , Tensile Strength (Brazil Test)  $77.95 \pm 8.28 \text{ kg/cm}^2$ , Schmidt hammer hardness values (L-Type)  $51.47 \pm 2.47$ , Point Load Strength Index (Is) (50)) was determined as  $66.12 \pm 4.73 \text{ kg/cm}^2$ . The average  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  values of main oxide element analysis results of this fossiliferous limestone are 1.2%, 0.3%, 53.13%, 0.77% respectively. The  $\text{CaCO}_3$  value calculated from these values varies between 94.42% and 95.31%. The results have been determined that it provides the required physical and mechanical properties as including facing stone, natural building stone according to TS EN 12057, TS EN 12058, TS EN 1468 and TS EN 1469.

**Keywords:** Fossiliferous limestone, Physico-mechanical properties, Eflani, Karabük

## Malatya-Yazihan Havzası Üst Miyosen Yaşlı Birimlerin Genel Özellikleri

*General Characteristics of Upper Miocene Units in the Malatya-Yazihan Basin*

**Sonay Boyraz Aslan<sup>1</sup>, Emine Sütçü Cicioğlu<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri Dairesi, Çankaya-ANKARA  
(sonay.boyrazaslan@mta.gov.tr)

### Özet

Malatya-Yazihan Neojen havzası, oldukça kalın tortul birikimine sahip bir havzadır. Malatya Fay Zonu'nun kontrolünde gelişen havzada Alt Miyosen'den itibaren başlayan karasallaşma süreci ile alüvyal yelpaze, akarsu ve gölsel tortullar depolanmıştır. Bu çalışmada, havzada Parçikan Formasyonu olarak tanımlanan Üst Miyosen yaşlı tortul çökellerin genel özellikleri ile mineralojik bileşenleri ve jeokimyasal özelliklerinden bahsedilecektir. Formasyonu oluşturan birimler; ince taneli yer yer çapraz tabakalı kumtaşı, silttaşı, organik madde ve kavkı içerikli gri-yeşil renkli kiltası, marn, killi kireçtaşı, dolomit ve kömürlü seviyelerden oluşur. Bir yarmada ölçülen stratigrafik kesitte kömür damarları 1.5-2 m kalınlığında kıvrımlı-kırıklı yapılar halindedir. Ayrıca kömürler üzerinde yüzey bozuşmaları olarak yer yer kabuk halinde sarı-açık yeşil renkli jarosit mineralleri izlenmektedir. Bu çalışmada analizleri yapılan kömürler, ölçülü kesitteki yüzey örneği ile işletilen ocaktan alınmış numunelerdir. Yüzey örneğinin mineralojik bileşenleri kuvars, dolomit, kalsit, jips, jarosit, pirit, mika minerali ile amorf malzemeden oluşur. İşletmeden alınan örneğin mineralojik bileşenleri ise kuvars, pirit, kalsit, plajiyoklaz, mika minerali ve jips şeklindedir. Her iki örnekte de kil mineralleri olarak illit, kaolinit ve klorit belirlenmiştir. Kömürlerin petrografik incelemelerinde yüzey örneğindeki kömür, alt bitümlü kömür aşamasında %40 organik madde ve %60 mineral maddeden (kil minerali, pirit) oluşur. Örnekte organik maddeden gelinit ve atrinit maseralleri yaygın olarak belirlenmiştir. Ocaktan alınan kömür örneği yine alt bitümlü kömür aşamasında, yaklaşık %20 organik madde ve %80 mineralden oluşur. Örnekte organik madde de huminit grubundan atrinit, tekstinit ve gelinit yaygındır. Her iki örnekte de liptinit grubu mineraller %1 civarındadır. Ölçülü kesitteki örneklerin tamamında kalsit egemen mineral olmakla birlikte kuvars, plajiyoklaz, dolomit, jips ve aragonit mineralleri ile daha az amfibol minerali ve serpantin de gözlenir. Kil mineralleri tüm örneklerde başta simektit, illit, klorit, kaolinit ve paligorskit ile karışık tabakalı killerden (illit-simektit, simektit-klorit) oluşur. İnorganik tortulların ana oksit değerleri SiO<sub>2</sub> %2.7-44, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %0.8-15, CaO %0.8-46, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ise % 2.2-7.6 oranlarında değişim sunarlar. Tortulların iz element değerleri ise genellikle kendi içlerinde uyumlu olup bu değerlerin artış veya azalışları kaynak alanındaki birimlerin özelliklerine bağlıdır. Malatya-Yazihan havzasının bir bölümünü oluşturan Parçikan Formasyonundaki birimlerin sedimentolojik ve mineralojik özellikleri bunların göl, bataklık ve delta ortamlarında depolanmış olduğunu göstermektedir. Ayrıca tortul tabakalarda gözlenen deformasyonlar da bölgedeki fayların etkinliğini yansıtmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Malatya-Yazihan Havzası, Neojen, Kil Mineralleri, Kömür



## Abstract

The Malatya-Yazihan Neogene basin is a basin with very thick sediment accumulation. Alluvial fan, fluvial, and lacustrine sediments were deposited in the basin, which developed under the control of the Malatya Fault Zone, with the terrestrialization process that started since the Lower Miocene. The present study aims to determine the general characteristics with mineralogical components and geochemical properties of the Upper Miocene aged sedimentary deposits defined as the Parçikan Formation in the basin. The units forming the formation consist of fine-grained, sometimes cross-bedded sandstone, siltstone, gray-green-colored claystone containing organic matter and shells, marl, clayey limestone, dolomite and coal-bearing levels. Coal seams are folded-fractured structures with thickness of 1.5-2 m in the road cut, where the section is measured. Furthermore, because of surface weathering on the coals, yellow-light green colored jarosite minerals can be observed as a crust. The coals analyzed in the current study are both surface samples in the measured section and coal samples taken from the operated quarry. The mineralogical components of the surface coal sample consist of quartz, dolomite, calcite, gypsum, jarosite, pyrite, mica minerals and amorphous material. The mineralogical components of the coal sample taken from the quarry contain quartz, pyrite, calcite, plagioclase, mica mineral and gypsum. Clay minerals such as illite, kaolinite, and chlorite were identified in both samples. In petrographic examinations of coals, the coal in the surface sample consists of %40 organic matter and %60 mineral matter (clay mineral, pyrite) in the sub-bituminous coal stage. Gelignite and atrinite macerals from organic matter were commonly identified in the sample. The coal sample taken from the quarry consists of approximately %20 organic matter and %80 mineral matter, again in the sub-bituminous coal stage. In the sample, atrinite, textinite and gelignite from the huminite group are common in organic matter. In both samples, minerals from the liptinite group are around 1%. Calcite is the dominant mineral in all samples in the measured section, and this mineral is accompanied by quartz, plagioclase, dolomite, gypsum and aragonite minerals, and less amphibole minerals and serpentine minerals. Clay minerals are present in all samples and consist primarily of smectite, illite, chlorite, kaolinite and palygorskite with mixed-layer clays (illite-smectite, smectite-chlorite). The main oxide values of the inorganic sediments, SiO<sub>2</sub> provides a change at the rate of 2.7-44%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> at the rate of 0.8-14%, CaO at the rate of 0.8-46%, and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> at the rate of 2.2-7.6%. The trace element values of the sediments are generally compatible with each other and increases or decreases in these values depend on the characteristics of the units in the provenance area. The sedimentological and mineralogical characteristics of the Parçikan Formation units, which form part of the Malatya-Yazihan basin, show that they were deposited in the lake, swamp, and delta environments. Furthermore, the deformations observed in the sedimentary layers reflect the activity of the faults in the region.

**Keywords:** Malatya-Yazihan Basin, Neogene, Clay Minerals, Coal



## Kasaba ve Aksu-Gebiz Havzalarının Paleontolojik ve Stronsiyum İzotop Stratigrafisi (Güneybatı Anadolu)

*Paleontological and Strontium Isotope Stratigraphy of the Kasaba and Aksu-Gebiz Basins (SW Anatolia)*

**Hande Sonsun<sup>1</sup>, Ahmet Can Akıncı<sup>1</sup>, Nusret Nurlu<sup>1</sup>, Ulvi Can Ünlügenç<sup>1</sup>, Deniz İbilioğlu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Çukurova University, Faculty of Engineering, Geological Engineering Department, Sarıçam, Adana/Turkey

<sup>2</sup>Dumlupınar University, Geological Engineering Department, 43100 Kütahya, Türkiye  
(sonsunhande@gmail.com)

### Özet

Kaş-Kasaba ve Aksu-Gebiz havzaları, Güneybatı Anadolu'da Antalya Körfezi'ni saran önemli Neojen Doğu Akdeniz havzalarıdır. Bu havzaların sedimantasyon evrimini ve çökme yaşlarını anlamak, Doğu Akdeniz bölgesinin Neojen jeolojik gelişimini aydınlatmak için oldukça önemlidir. Bu havzalarda gerçekleştirilen kapsamlı sedimantolojik, paleontolojik ve Sr izotopik çalışmalar, Neojen dönemindeki sedimanter karakteristiklerini ve çevrelerini anlamamıza katkı sağlamıştır. Batıda yer alan Kasaba Havzası, geç Kretase Beydağları otoktonundan gelişmiş erken-orta Miyosen karbonat-klastik bir birikimi ve Paleosen-Eosen neritik karbonatlar ile örtülmüş bir yapıya sahiptir. Buna karşılık, doğuda yer alan Aksu-Gebiz havzası, Mezozoyik metamorfik karbonatlar üzerinde gelişmiş Orta Miyosen'den Pliyosen'e kadar uzanan transgresif bir birikimi temsil etmektedir. Kasaba (Kaş) bölgesindeki Kasaba ve Sinekçi Formasyonları üzerine detaylı biyostratigrafik çalışmalar, Kasaba Formasyonu'nda iki kesit çalışılmış ilk kesitte (KA) 9 cins ve 23 tür planktonik foraminiferin ve ikinci kesitte (KE) ise 12 cins ve 29 türün tespit edilmesini sağlamıştır. Bu çalışmalar, orta Miyosen'in *Orbulina suturalis* Lineage Subzone (MMi5a) alt sınırını tanımlamıştır. Benzer şekilde, Gebiz (Aksu) bölgesinde planktonik foraminiferler, geç Miyosen'in *Globigerinoides obliquus extremus-Globorotalia suterae* Interval Subzone (MMi12a) alt sınırını göstermiştir. Her iki bölgede kıta sahanlığı ortamlarını yansıtan bentik foraminifer türleri de tanımlanmıştır. İlk kez, Kasaba Havzası'ndaki kil taşları, kireçtaşları ve marnların Serravaliyen-Akitaniyen (Miyosen) dizilerinin tarihlenmesinde stronsiyum izotop kemostratigrafisi kullanılmış, üç önemli örneğin <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr oranlarına dayanarak 14.3 ila 23.7 Milyon yıl arasında değişen yaşlar ortaya konmuştur. Genel olarak, Kasaba Havzası'ndaki çalışmalar, Serravaliyen'den Langiyen'e kadar olan yaşlarıyla sığ deniz ortamlarını işaret etmektedir. Aksu-Gebiz Havzası'nda ise Karpuzçay Formasyonu üzerine yapılan detaylı araştırmalar, havzanın tektonik evrimini ve fleksüral etkilerini ortaya koymuş, dizinin boyunca iç sahanlık ortamlarını yansıtan planktonik ve bentik foraminiferler tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kasaba Havzası, Aksu-Gebiz Havzası, Paleontoloji, Sr İzotop, Stratigrafi



## Abstract

The Kaş-Kasaba and Aksu-Gebiz basins are significant Neogene Eastern Mediterranean basins flanking the Antalya Gulf in SW Anatolia. Understanding their sedimentary evolution and depositional ages is crucial for elucidating the Neogene geological development of the Eastern Mediterranean region. Comprehensive sedimentological, paleontological, and Sr isotope studies on these basins have provided valuable insights into their sedimentary characteristics and environments during the Neogene period. The Kasaba Basin in the west features an early to middle Miocene carbonate-clastic succession developed on Late Cretaceous Beydağları autochthon and overlain by Paleocene-Eocene neritic carbonates. In contrast, the Aksu-Gebiz basin in the east represents a transgressive succession comprising Middle Miocene to Pliocene clastics and carbonates developed on Mesozoic metamorphosed carbonates. Detailed biostratigraphic studies of the Kasaba and Sinekçi Formations in the Kasaba (Kaş) region identified 9 genera and 23 species of planktonic foraminifera in the Kasaba Formation, and 12 genera and 29 species in the KE section, defining the lower boundary of the *Orbulina suturalis* Lineage Subzone (MMi5a) of the middle Miocene. Similarly, the Gebiz (Aksu) region's planktonic foraminifera indicated the lower boundary of the MMi12a *Globigerinoides obliquus extremus*-*Globorotalia suterae* Interval Subzone of the late Miocene. Benthic foraminifera reflecting shelf environments were identified in both regions. For the first time, strontium isotope chemostratigraphy was used to date the Serravallian-Aquitania (Miocene) sequences of clayey limestones, limestones, and marls in the Kasaba Basin, revealing ages ranging from 14.3 to 23.7 Ma based on  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratios from three key samples. Overall, studies in the Kasaba Basin indicate a Lower to Middle Miocene age with shallow marine environments, consistent with Serravallian to Langhian ages. In the Aksu-Gebiz Basin, detailed investigations of the Karpuzçay Formation identified a mid-Tortonian age, highlighting the basin's tectonic evolution and flexural effects, with planktonic and benthic foraminifera reflecting inner shelf environments throughout the sequence.

**Keywords:** Kasaba Basin, Aksu-Gebiz Basin, Paleontology, Sr Isotope, Stratigraphy

## Son Buzul Maksimum Sırasında GB Türkiye’de Meydana Gelen Mağara Çökellerinde Kayıtlı Sıcaklık Değişimleri

*Temperature Variations Recorded in Speleothems During the Last Glacial Maximum in SW  
Türkiye*

**Koray Koç**

*Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07058, Antalya, Türkiye  
(koraykoc@akdeniz.edu.tr)*

### Özet

Son Buzul Maksimumu (SBM) ile Holosen geçişi, Kuvaterner dönemindeki son büyük iklim değişikliğini temsil eder. Bu geçişe ait izler Doğu Akdeniz bölgesinde ağırlıklı olarak denizel kayıtlarda bulunmakta olup, karasal arşivlerde sınırlı sayıda vekil kayıt (proxy) mevcuttur. Speleotemler, geçmiş iklim değişikliklerini kaydeden karasal arşivlerdir ve yüksek çözünürlükte, kesin olarak tarihlendirilmiş vekil kayıtlar sağlar. Uranyum-serileri ile tarihlendirme, duraylı izotop ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) ve iz element ölçümleri, bu arşivler üzerinde en yaygın kullanılan jeokimyasal analizlerdir. Bunlara ek olarak, sıvı kapanım ölçümleri ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{fi}}$  and  $\delta^2\text{H}_{\text{fi}}$ ), özellikle eski sıcaklık tahminlerinde önemli uygulamalar haline gelmiştir. Bu çalışmada, 24-13 bin yıl önce oluşmuş olan Ze-1 dikiti Zeytintaşı Mağarasından (Antalya, GB Türkiye) alınmıştır. Speleotem kalsit üzerinde toplam 360 duraylı izotop ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) ölçümü ve dikitin içerisinde hapsolmuş su üzerinde 30  $\delta^{18}\text{O}_{\text{fi}}$  ve  $\delta^2\text{H}_{\text{fi}}$  ölçümü gerçekleştirilmiştir.  $\delta^{18}\text{O}_{\text{fi}}$  değerleri -4.11‰ ile -5.52‰ (VSMOW) arasında değişirken,  $\delta^2\text{H}_{\text{fi}}$  değerleri -16.2‰ ile -22.25‰ (VSMOW) arasında değişmektedir. Ölçülen  $\delta^{18}\text{O}_{\text{fi}}$  değerlerine dayalı eski sıcaklık hesaplamaları, SBM-Holosen geçişi sırasında sıcaklıkların  $10.0 \pm 1.2^\circ\text{C}$  ile  $17.9 \pm 1.3^\circ\text{C}$  arasında dalgalandığını göstermektedir. En düşük sıcaklıklar SBM sırasında kaydedilmiş olup, bu durum küresel iklim değişimlerini yansıtarak, dikit Ze-1'in bu küresel değişiklikleri kaydettiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, Türkiye ve Doğu Akdeniz bölgesindeki kuzey Levant'taki speleotemler üzerinde yapılan ilk sıvı kapanım ölçümlerini temsil etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Speleotem, Sıvı kapanım, GB Türkiye, Son Buzul Maksimum



## Abstract

The Last Glacial Maximum (LGM) to Holocene transition is the last major climate shift during the Quaternary period. Evidence of this major variation is predominantly found in marine records from the Eastern Mediterranean region, with continental archives providing only limited proxy records. Speleothems are continental archives of past climate changes and provide high-resolution and precisely dated proxy records. Uranium-series dating, stable isotope ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ), and trace element measurements are the most common geochemical analyses on speleothems. Additionally, fluid inclusion measurements ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{fi}}$  and  $\delta^2\text{H}_{\text{fi}}$ ) have become prominent applications on speleothems, especially in paleotemperature estimations. In this study, a stalagmite (Ze-1) deposited between 24-13 kyr BP was collected from Zeytintaşı Cave in Antalya, SW Türkiye. A total of 360 stable isotope ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) measurements were conducted on speleothem calcite, along with 30  $\delta^{18}\text{O}_{\text{fi}}$  and  $\delta^2\text{H}_{\text{fi}}$  measurements on entrapped water within stalagmite. The  $\delta^{18}\text{O}_{\text{fi}}$  values range from -4.11 to -5.52‰ (VSMOW), while  $\delta^2\text{H}_{\text{fi}}$  values vary between -16.2 and -22.25‰ (VSMOW). Paleotemperature calculations based on measured  $\delta^{18}\text{O}_{\text{fi}}$  values indicate that temperatures fluctuated between  $10.0\pm 1.2^\circ\text{C}$  and  $17.9\pm 1.3^\circ\text{C}$  during the LGM-Holocene transition. The lowest temperatures were recorded during the LGM, reflecting the global climate patterns, thereby demonstrating that stalagmite Ze-1 captured these global variations. This study marks the first instance of fluid inclusion measurements on speleothems in Türkiye and the northern Levant within the Eastern Mediterranean region.

**Keywords:** Speleothem, Fluid inclusion, SW Türkiye, Last Glacial Maximum

## Bayıralan Formasyonu (Kuzeydoğu Denizli) Kumtaşlarının Jeokimyasal Özellikleri: Kaynak Alan Karakteristikleri ve Tektonik Ortamları

*Geochemical Properties of Sandstone in Bayıralan Formation from Northeastern Denizli: Provenance Signature and Tectonic Setting*

Tamer KORALAY<sup>1</sup>, Ahmet Can ÖZKAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli/Türkiye

<sup>2</sup> Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli/Türkiye  
(tkoralay@pau.edu.tr)

### Özet

Çalışma alanı, geniş traverten yüzeylemeleri içeren Neojen tortulları ile doldurulmuş Denizli havzasının (güneybatı Türkiye) doğu ve kuzeydoğu kesiminde yer almaktadır. Bayıralan formasyonu, konglomera, kumtaşı, kiltası ve yerel kömür/karbonlu kayaç seviyeleri içeren tortul kayaçlardan oluşmakta olup, ince ila orta tabakalı, ince ila iri taneli, yeşilimsi gri ila açık kahverengi renkli kumtaşları baskın kaya türünü oluşturmaktadır. Bu çalışma, Bayıralan formasyonu içerisindeki kumtaşlarının jeolojik, sedimentolojik, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinden yararlanılarak kaynak alan özelliklerini ve tektonik ortamlarını aydınlatmayı amaçlamaktadır. Optik mikroskop altında kumtaşı örneklerinin kuvars, klorit, kil + mika mineralleri, plajiyoklaz, opak mineraller, piroksen, kalsit ve kayaç parçalarından (kuvarsit, serpantin, gabro, çört, mermer ve kireçtaşı) oluştuğu belirlenmiştir. XRD ve SEM-EDS analizleri de bu sonuçları desteklemektedir. Başlıca ana oksit elementlere dayalı kimyasal sınıflandırma diyagramlarında, Bayıralan formasyonu kumtaşları çoğunlukla silikat ve Al-silikat mineralleri açısından zengin litarenit alanına düşmektedir. Ancak, Ca-Mg-Na mineralleri açısından zengin olan Fe-kumları alanında az sayıda örnek vardır. Kaynak alan karakteristiklerini belirlemek için kullanılan  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ , Rb -  $\text{K}_2\text{O}$ , Hf - La/Th, Co/Th - La/Sc ve Th - Sc diyagramlarına göre, kumtaşı örneklerinin felsik-ortaç kayaç bileşimine, sınırlı sayıda örneğin ise mafik-ultramafik bileşimine yakın oldukları belirlenmiştir. Kumtaşı örneklerindeki Ni/Co (0.7-15.3), Cr/V (0.6-25.7), Cr/Th (5.1-748.3), Co/Th (2.2-42.2), Sc/Th (0.9-4.7), La/Th (2.7-5.5), La/Sc (0.9-4.1), Ba/Nb (13.4-36.4) ve Y/Ni (0.01-0.85) gibi element oranları, üst kıtasal kabuğundan türeyen felsik-ortaç kayaçlardan (şeyl, şist, granit/granodiyorit), okyanus kabuğundan türeyen mafik-ultramafik kayaçlara (gabro, bazalt, harzburgit) kadar değişen kaynak kaya özellikleri göstermektedir. Kumtaşlarının ana oksit ve iz element içerikleri NASC ve PAAS değerlerine benzerdir. Ancak NASC ve PAAS normalize edilmiş çoklu element değişim diyagramlarında Al, Ca, Cr, Co ve Ni elementlerinde önemli zenginleşmeler ve Si, Ti, Na, K, Mn, Rb, Ba, Th, Nb, Sc ve V elementlerinde tüketilmeler gösterirler. Kumtaşlarının Nadir Toprak Element (REE) içeriği 22.11 ila 178.67 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 101.32 ppm'dir. Bu değer NASC (159.13 ppm) ve PAAS (184.77 ppm) değerlerine göre nispeten düşüktür. NASC ve PAAS normalize edilmiş REE diyagramlarında, kumtaşı örnekleri benzer ve düz desenler sergilemektedir ( $(\text{La}/\text{Lu})_{\text{NASC}}=0.80-1.45$ ;  $(\text{La}/\text{Lu})_{\text{PAAS}}=0.61-1.11$ ). Ayrıca, numunelerin REE desenleri Hafif Nadir Toprak Elementlerinde (LREE) ( $(\text{La}/\text{Sm})_{\text{NASC}}=0.84-1.08$ ;  $(\text{La}/\text{Sm})_{\text{PAAS}}=0.68-0.88$ ) Ağır Nadir Toprak Elementlerine (HREE) ( $(\text{Sm}/\text{Lu})_{\text{NASC}}=0.95-1.44$ ;  $(\text{Sm}/\text{Lu})_{\text{PAAS}}=0.90-1.37$ ) göre minimal bir tükenme göstermektedir. Ayrıca, kumtaşlarında Europiyum anomalisi görülmemektedir ( $(\text{Eu}/\text{Eu}^*)_{\text{NASC}}=0.92-1.10$ ;  $(\text{Eu}/\text{Eu}^*)_{\text{PAAS}}=0.98-1.17$ ). Kumtaşı örnekleri kaynak alanında zayıf ila orta derecede ayrışma olduğuna işaret eden orta-hafif yüksek LOI (3.9-38.8), K/Cs (729.0-4194.5), Al/Ti (13.5-32.7) değerleri, düşük-orta ICV (0.9-26.8), CIA (2.9-59.3), PIA (2.5-61.6) ve IOL (11.7-34.8) değerlerine sahiptir.  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3-\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ , La-Th-Sc ve Th-Sc-Zr/10 tektonik ayırım diyagramları kumtaşlarını oluşturan bileşenlerin aktif kıta kenarı (kıta ada yayı) ortamında oluşmuş kayaçlardan türediğine işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** kumtaşı, felsik-ortaç kaynak kaya, ayrışma, tektonik ortam





## Abstract

The study area is located in the eastern and northeastern part of the Denizli basin (in southwestern Turkey), filled by Neogene sediments comprising travertine deposits. Bayıralan formation is composed of sedimentary rocks that contain levels of conglomerate, sandstone, claystone, and local coal/carbonaceous rocks. The dominant rock type consists of thin-to-medium-bedded, fine-to-coarse-grained, greenish-grey to light-brown sandstones. This study aims to reveal the source area characteristics and tectonic environments of the sandstones in the Bayıralan formation by utilizing their geological, sedimentological, mineralogical, and geochemical properties. Under the optical microscope, the sandstone samples were determined to be composed of quartz, chlorite, clay + mica minerals, plagioclase, opaque minerals, pyroxene, calcite and rock fragments (quartzite, serpentinite, gabbro, chert, marble and limestone). XRD and SEM-EDS analysis also support these results. In chemical classification diagrams based on major oxide elements, Bayıralan formation sandstones mostly fall into the litharenite area rich in silicate and Al-silicate minerals. However, few samples are in the Fe-sands area, which is rich in Ca-Mg-Na minerals. According to the  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ , Rb-K<sub>2</sub>O, Hf-La/Th, Co/Th-La/Sc, and Th-Sc diagrams used to determine the source area characteristics, the sandstone samples are close to the felsic-intermediate rock composition. In contrast, a limited number of samples matched the mafic-ultramafic composition. Element ratios, such as Ni/Co (0.7-15.3), Cr/V (0.6-25.7), Cr/Th (5.1-748.3), Co/Th (2.2-42.2), Sc/Th (0.9-4.7), La/Th (2.7-5.5), La/Sc (0.9-4.1), Ba/Nb (13.4-36.4), and Y/Ni (0.01-0.85), in sandstone samples indicate source rock characteristics ranging from felsic-intermediate rocks (shale, schist, granite/granodiorite) derived from the upper continental crust to mafic-ultramafic rocks (gabbro, basalt, harzburgite) derived from the oceanic crust. The sandstones' major oxide and trace element contents are similar to the NASC and PAAS values. However, they display significant enrichments in Al, Ca, Cr, Co, and Ni elements and depletions in Si, Ti, Na, K, Mn, Rb, Ba, Th, Nb, Sc, and V elements in the NASC and PAAS normalized multi-element variation diagrams. The concentration of REE in sandstones ranges from 22.11 to 178.67 ppm, with an average of 101.32 ppm. This value is significantly lower than the NASC (159.13 ppm) and PAAS (184.77 ppm) values. In NASC and PAAS normalized REE diagrams, the sandstone samples exhibit similar and flat patterns ( $(\text{La}/\text{Lu})_{\text{NASC}}=0.80\text{-}1.45$ ;  $(\text{La}/\text{Lu})_{\text{PAAS}}=0.61\text{-}1.11$ ). Additionally, the REE patterns of the samples show a minimal amount of depletion in Light Rare Earth Element (LREE) ( $(\text{La}/\text{Sm})_{\text{NASC}}=0.84\text{-}1.08$ ;  $(\text{La}/\text{Sm})_{\text{PAAS}}=0.68\text{-}0.88$ ), relative to Heavy Rare Earth Element (HREE) ( $(\text{Sm}/\text{Lu})_{\text{NASC}}=0.95\text{-}1.44$ ;  $(\text{Sm}/\text{Lu})_{\text{PAAS}}=0.90\text{-}1.37$ ). Furthermore, sandstones do not exhibit Europium anomalies ( $(\text{Eu}/\text{Eu}^*)_{\text{NASC}}=0.92\text{-}1.10$ ;  $(\text{Eu}/\text{Eu}^*)_{\text{PAAS}}=0.98\text{-}1.17$ ). The sandstone samples have moderate to slightly high LOI (3.9-38.8), K/Cs (729.0-4194.5), and Al/Ti (13.5-32.7) values. They also have low to moderate ICV (0.9-26.8), CIA (2.9-59.3), PIA (2.5-61.6), and IOL (11.7-34.8) values, which indicate weak to moderate weathering in the source area. The  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ , La-Th-Sc, and Th-Sc-Zr/10 tectonic discrimination diagrams indicate that the sandstone components are derived from rocks formed in the active continental margin (continental island arc) environment.

**Key Words:** sandstone, felsic-intermediate source rock, weathering, tectonic setting





**TEKNOLOJİK VE KRİTİK ELEMENTLER**

**JEOKİMYASI**

**GEOCHEMISTRY OF TECHNOLOGICAL AND**

**CRITICAL ELEMENTS**

## Seydişehir (Konya)-Akseki (Antalya) (Türkiye) Yöresindeki Nadir Toprak Elementlerinin Kökeni

*Origin of Rare Earth Elements in Seydişehir (Konya)-Akseki (Antalya) (Türkiye) Region*

**Muazzez Çelik Karakaya<sup>1</sup>, Aydın Rüßen<sup>2</sup>, Necati Karakaya<sup>1</sup>, Cem Saraç<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Geological Engineering, Konya, Türkiye

<sup>2</sup>Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgy and Materials Engineering, Karaman, Türkiye.

<sup>3</sup>Hacettepe University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Ankara, Türkiye  
(mckarakaya@ktun.edu.tr)

### Özet

Seydişehir (Konya)-Akseki (Antalya) bölgesinde kırmızı topraklar çoğunlukla Üst Jura-Kretase kireçtaşlarının çatlaklarında ve ergime boşluklarında, kısmen de Üst Kretase yaşlı ofiyolitik kayaların üst kesimlerinde gözlenir. İncelenen kırmızı topraklar genel olarak pekişmemiş kil ve silt ile kısmen kum boyutunda malzemedir oluşmaktadır. Boyutları yer yer birkaç yüz metre olan bu yatakların kalınlıkları 1.0 ile 10 m arasında olup, çeşitli büyüklüklerde (kum, çakıl) ve türde (şist, kireçtaşı, diyabaz vb.) kaya parçaları içermektedir. Kırmızı toprakların yanal ve düşey kalınlıkları bölgede farklılık göstermekle birlikte bazı bölgelerde kalınlığı 8 ile 10 m arasında değişmektedir. Bölgedeki kırmızı toprakların boksit ve diğer kayalarla ilişkisi ve kökeninin araştırılması, ayrıca NTE içeriğinin belirlenmesi amaçlandı. Çalışılan kırmızı toprakların bazı fiziksel özelliklerinin yanı sıra, mineralojik bileşimleri X-ışını kırınımı (XRD) yöntemiyle, kimyasal bileşimleri ise X-ışını floresans spektrometresi (XRF) ve İndüktif Eşleşmiş Plazma – Kütle Spektrometresi (ICP-MS) yöntemiyle belirlendi. Kırmızı toprakların tane boyu dağılımının %89 kum, %11 silt+kil olduğu tespit edilmiştir. Kırmızı toprakların alümina mineral içeriği boksite göre çok daha düşük olup, jipsit ve böhmite önemli Al-hidroksit fazları olup, bazı örneklerde hematit az miktarda tespit edilmiştir. Silikat mineralleri (kuvars, feldispat, kaolinit ve illit) kırmızı toprakların ana bileşenleridir. Boksit ve ofiyolitik kayaların çevresinden gözlenen kırmızı toprakların hem ana element hem de iz element içeriklerinin oldukça farklı olduğu tespit edilmiştir. NTE içeriği 100-300 ppm arasında ve 800-1300 ppm arasında olan örneklerin element içerikleri arasındaki korelasyon, faktör analizi ve kümelenme ilişkileri dikkate alındığında tamamen farklı bir köken gösterdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Boksit, NTE, Kırmızı toprak, Terra rossa, Türkiye



## Abstract

In the Seydişehir (Konya)-Akseki (Antalya) region, red soils are observed mostly in the cracks and dissolution voids of the Upper Jurassic to Cretaceous limestones and occasionally in the upper parts of the Upper Cretaceous ophiolitic rocks. The investigated red soils are generally composed of unconsolidated clay and silt and partially sand-sized material. The dimensions of these deposits are a few hundred meters in some places, and their thickness is between 1.0 and 10m and contains rock fragments of various sizes (sand, gravel) and types (schist, limestone, diabase, etc.). Lateral and vertical thicknesses of the red soils differ in the region, and some regions its thickness are between 8 and 10 m. It was aimed to investigate the relationship and origin of the red soils in the region with bauxite and other rocks, as well as to determine the REE content. Besides some physical properties of the studied red soils, mineralogical compositions were determined by X-ray diffraction (XRD) and chemical compositions by X-ray fluorescence spectrometry (XRF) and Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer (ICP-MS). It has been determined that the grain size distribution of red soils is 89% sand, 11% silt+clay. The alumina mineral content of red soils is much lower than bauxite, and gypsite and boehmite are the important Al-hydroxide phases, while hematite was detected in very small amounts and in the some samples. Silicate minerals (quartz, feldspar, kaolinite and illite) are the main components of red soils. It has been determined that both the major and trace element contents of the red soils observed around bauxite and ophiolitic rocks are quite different. It was determined that the samples with REE content between 100 and 300 ppm and REE content between 800 and 1300 ppm showed a completely different origin, considering the correlation between their element contents, the factors analysis, and their clustering relationships.

**Keywords:** Bauxite, Red soils, Terra Rosa, REE, Türkiye

## Nadir Toprak Elementlerinin Kırmızı Topraktan Nitrik Asit İle Ekstraksiyonu

*Extraction of Rare Earth Elements From Terra Rosa by Nitric Acid*

**Aydın Rüßen<sup>1</sup>, Muazzez Çelik Karakaya<sup>2</sup>, Necati Karakaya<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Mazleme Mühendisliği Bölümü, Karaman, Türkiye

<sup>2</sup>Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

<sup>3</sup>Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye  
(aydinrusen@kmu.edu.tr)

### Özet

Kırmızı toprağın demir, alüminyum, titanyum, Nadir Toprak Elementleri (NTE) ve ağır metaller içerdiği bilinmektedir. Kırmızı toprak özellikle içerdiği yüksek alüminyum oranı sebebiyle sektörde temel hammadde olarak kullanılan boksit yataklarına alternatif olarak görülmektedir. Bu çalışmada, Seydişehir-Akseki yöresinde bulunan kırmızı topraklardan (terra rosa) özellikle nadir toprak elementleri ve bazı kritik elementlerin (Y, Ce, Nd, Ga, Ge, Sc, V., vb.) doğrudan liç yöntemi kullanılarak kazanılması amaçlanmıştır. Bölgeden örnekleme yoluyla alınmış kırmızı toprak numunelerinin fiziksel, kimyasal ve mineralojik karakterizasyonu sonrasında nitrik asit (HNO<sub>3</sub>) ile liç işlemine tabii tutulmuştur. Deneysel çalışmalarda, 4 parametre ve 4 seviyeden oluşan L16 ortogonal deney düzeneği kullanılmış olup asit konsantrasyonu (1- 4 M), sıcaklık (25 °C – 95 °C), zaman (1 - 8 saat) ve katı/sıvı oranının (1/10 – 1/40 g/ml) liç verimliliği üzerindeki etkileri Taguchi optimizasyonu yöntemiyle araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kırmızı topraktan HNO<sub>3</sub> ile en yüksek NTE kazanımı için belirlenen optimum koşul; 4 M HNO<sub>3</sub> derişimi, 95 °C sıcaklık, 8 saat süre ve 1/40 katı/sıvı oranı olmuştur. Bu şartlar altında yapılan doğrulama deneyi sonuçları ile Taguchi optimizasyon yöntemi kullanılarak hesaplanan tahmini kazanım oranları karşılaştırıldığında %10 güven aralığında kalmak üzere oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir. Optimum koşullarda gerçekleştirilen doğrulama deneyi sonucu Sc, Y, Ce elementlerinde %90 ve La, Nd, Pr, Gd, Sm elementlerinde %95 üzerinde liç verimleri elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kırmızı Toprak, NTE, Nitrik Asit, Liç



## Abstract

It is known that terra rosa contains iron, aluminum, titanium, rare earth elements (REE) and heavy metals. Terra rosa with especially high aluminum content appears to be an alternative to bauxite deposits, which are used as basic raw materials in the aluminum industry. In this study, it was aimed to obtain especially rare earth elements (REE) and some critical elements (Y, Ce, Nd, Ga, Gd, Nd, Sc, etc.) from the red soils (terra rosa) in the Seydişehir-Akseki region by using the direct leaching method. After the physical, chemical and mineralogical characterization of the terra rosa samples taken from the region, they were leached with nitric acid (HNO<sub>3</sub>). In the experimental studies, the L16 orthogonal experimental design was used. Effects of acid concentration (1- 4 M), temperature (25 °C – 95 °C), time (1 - 8 hours) and solid/liquid ratio (1/10 – 1/40 g/ml) on leaching efficiency Taguchi optimization and ANOVA methods. By using performance statistics graphs, the optimum leaching conditions for the highest REE recovery with HNO<sub>3</sub> leaching from terra rosa were determined as: 4 M HNO<sub>3</sub> concentration, 95 °C leaching temperature, 8 hours leaching duration and 1/40 solid/liquid ratio. When the results of the verification experiment conducted under these conditions were compared with the estimated results which are calculated by using the Taguchi optimization method, it was determined that they were quite compatible, remaining within the 10% confidence interval. As a result of the verification experiment carried out under optimum conditions, leaching efficiencies of over 90% for Sc, Y, Ce elements and over 95% for La, Nd, Pr, Gd, Sm elements were obtained.

**Key Words:** Terra Rosa, REE, Nitric Acid, Leaching

## Silika Doygun Afyonkarahisar Volkaniklerinin Radyoaktif Element İçerikleri ve Sedimanter Tip Mineralizasyonlara dair Yaklaşımlar

*Radioactive Element Contents of Silica-Saturated Volcanics in Afyonkarahisar: an Approach to Sedimentary-Type Mineralizations*

Ali Tuğcan Ünlüer<sup>1</sup>, Zeynep Döner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Istanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü*

*(unluera@itu.edu.tr)*

### Özet

Dünya üzerinde enerji ihtiyacının sürekli artması ve enerji hammaddelerinin arzının kısıtlı olması dolayısıyla radyoaktif elementlerin aranmasına ve üretilmesine dair çalışmalar hızla artmaktadır. Bu bağlamda silikaya doymuş kuzey Afyonkarahisar volkanikleri ve ilişkili volkanoklastik birimlerinin olası uranyum cevherleşmeleri için önemli potansiyeller sundukları düşünülmektedir. Çalışılan volkanik birimler genellikle Afyon temel metamorfitletlerini kesen riyolit, riyodasit, tüf ve ignimbrit türü kayalardır. Bu kayalar Erken Miyosen döneminde oluşmuş olup Isparta-Afyon-Eskişehir yapısal trendinde gözlemlenen alkali-potasik karakterli volkanizmanın daha yaşlı kesimini temsil etmektedir. Çalışma alanındaki özellikle ignimbirit türü kayalarda uranyum (28 ppm'e kadar) ve toryum (51 ppm'e kadar) anomali değerleri saptanmıştır. Bu ignimbiritik kayalar esas olarak kuvars, alkali feldispat, ile daha az oranda plajiyoklas ve biyotit içermektedir. Silikaya doymuş ( $\text{SiO}_2$  % 74.5-77.6) bu kayalar genellikle yüksek  $\text{K}_2\text{O}$  (% 4.33-5.78) ve  $\text{N}_2\text{O}$  (% 0.95-3.08) değerlerine karşılık düşük  $\text{MgO}$  (% 0.54 - 2.47) ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (% 0.61-3.05) değerleri sunmaktadır. Uranyum ve toryum elementlerinin magmatik evrim sırasında yüksek silika içeriği dolayısıyla ilksel fazlardaki minerallerde tüketilmediği ve kristallenme sürecinin sonraki fazlarına kadar ergiyikte kaldığı düşünülebilir. Bununla birlikte kayalarda saptanan uranyum konsantrasyonunun 50 ppm'den daha az olduğu düşünülürse magma evriminde uraninit saturasyonuna erişilmediği düşünülebilir. Ek olarak bir miktar uranyumun meteorik çözeltiler ile mobilize olarak uranil iyonu ( $\text{U}^{+6}$ ) formunda kayalardan uzaklaştığı da düşünülmektedir.

Çalışılan görsel epiklastik sedimanter kayalarda ise yüksek uranyum konsantrasyonlarına rastlanmamış olup volkanikler ile karbonatlı kayaların kontaklarında 180 ppm'e varan konsantrasyonlar gözlemlenmiştir. Bu açıdan bölgedeki volkanik kayaların sedimanter uranyum yatakları için iyi bir kaynak olabileceği fakat uranyumun çökelebileceği indirgen zonların detaylı bir şekilde araştırılması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Uranyum, Toryum, Volkanik kayalar, Afyonkarahisar, Sedimanter Tip Mineralizasyon





## Abstract

The increasing global demand for energy and the limited supply of energy raw materials have led to a rapid rise in research and production related to radioactive elements. In this context, it can be stated that the silica-saturated volcanic rocks of north Afyonkarahisar and their associated volcanoclastic units offer significant potential for possible uranium mineralization. The studied volcanics are generally rhyolites, rhyodacites, tuffs, and ignimbrites that cut through the Afyon basal metamorphites. These rocks were formed during the Early Miocene period and represent an older section of the alkaline-potassic volcanism observed in the Isparta-Afyon-Eskişehir structural trend. Anomalous values of uranium (up to 28 ppm) and thorium (up to 51 ppm) have been detected in the ignimbrite-type rocks in the study area. These ignimbritic rocks mainly consist of quartz, alkali feldspar, and, to a lesser extent, plagioclase and biotite. These silica-rich rocks ( $\text{SiO}_2$  74.5-77.6%) generally have high  $\text{K}_2\text{O}$  (4.33-5.78%) and  $\text{Na}_2\text{O}$  (0.95-3.08%) values, and low  $\text{MgO}$  (0.54-2.47%) and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0.61-3.05%) values. It can be concluded that during magmatic evolution, the uranium and thorium elements were not trapped in the initial phases of mineral formation due to high silica content and remained in the melt until the later phases of crystallization. However, since the uranium concentration detected in the rocks is less than 50 ppm, it can be inferred that uraninite saturation was not reached during magma evolution. Additionally, it is also believed that some uranium may have been mobilized from the rocks by meteoric solutions and moved away in the form of uranyl ions ( $\text{U}^{6+}$ ).

In the studied lacustrine epiclastic sedimentary rocks, high uranium concentrations were not found; however, concentrations up to 180 ppm were observed at the contacts between volcanic rocks and carbonate rocks. From this perspective, volcanic rocks in the region could be a good source for sedimentary uranium deposits, but a detailed investigation of reducing zones where uranium could precipitate is required.

**Keywords:** Uranium, Thorium, Volcanic rocks, Afyonkarahisar, Sedimentary Mineralization



## Lityum Kaynaklarının Sınıflandırılması ve Özellikleri: Türkiye'den Örnekler

*Classification and Properties of Lithium Resources: Examples from Turkey*

**Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1</sup>**

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

<sup>2</sup>Ankara University Earth Sciences Application and Research Centre (YEBİM), Turkey

kadi@ankara.edu.tr

### Özet

Lityum (Li), öncelikle piller, seramikler ve farmasötiklerdeki uygulamaları nedeniyle modern teknolojik ortamda çok önemli kritik bir elementtir. Lityumun jeolojik oluşumunu anlamak, kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde kullanmak için günümüzde önem taşımaktadır. Bu çalışma, lityum elementlerinin doğasını, jeokimyasal davranışlarını ve çeşitli jeolojik oluşumlardaki oluşumlarını kapsamaktadır.

Lityum, düşük atom ağırlığı ve yüksek elektrokimyasal potansiyeli ile karakterize edilen, periyodik tablonun 1. Grubuna ait bir alkali metaldir. Doğada, lityum öncelikle mineral formunda bulunur ve genellikle diğer elementlerle birleşir. En yaygın lityum taşıyan mineraller spodümen ( $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ ), lepidolit ( $\text{K}(\text{Li},\text{Al})_3(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2\text{-(Li,Na)}_2$ ) ve petalit ( $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$ ). Bu mineraller tipik olarak magma kristalizasyonunun son aşamalarında oluşan iri taneli magmatik kayalar olan granitik pegmatitlerde bulunur. Pegmatitlerin oluşumu sırasındaki benzer koşullar altında, lityum ve diğer kritik nadir elementlerin konsantrasyonuna da katkıda bulunur.

Lityum ayrıca konsantre tuzlu su çözeltileri olan tuzlu sularda da bulunabilir. Bu tuzlu su yatakları, buharlaşma süreçlerinin çözülmüş lityum konsantrasyonuna yol açtığı tortul havzalarda meydana gelir. Önemli lityum tuzlu su kaynakları Şili, Arjantin ve Bolivya'nın bazı bölgelerini kapsayan Güney Amerika'nın Lityum Üçgeninde yer almaktadır. Bu kurak bölgelerdeki yüksek buharlaşma oranları, lityum tuzlu sularının birikmesini kolaylaştırır. Benzer oluşum ortamları Türkiye'de bulunmasından Türkiye'nin jeolojisi Li içerikli tuzlu su ve Paleo göl yatakları önemli potansiyel alanları oluşturmaktadır.

Elektrikli araçlarda ve yenilenebilir enerji depolama sistemlerinde lityum iyon pillere yönelik artan talep nedeniyle lityum yataklarının araştırılması giderek daha önemli hale gelmektedir. Endüstriler sürdürülebilir lityum kaynakları aradıkça, lityum açısından zengin ortamların jeolojik dağılımını ve oluşumunu anlamak kritik hale gelmektedir. İzotop analizler ve uzaktan algılama da dahil olmak üzere jeokimyasal analizler son gelişmeler, lityum kaynaklarını etkin bir şekilde ortaya koymada ve değerlendirme araştırmalarımızı artırmaktadır.

Sonuç olarak, lityumun jeolojik oluşumları öncelikle granitik pegmatitler ve tuzlu su tuzlu suları ile ilişkilidir ve her biri belirli çevresel koşullar altında oluşur. Jeolojik süreçler ile lityumun kimyasal özellikleri arasındaki etkileşim, bu değerli elementin konsantrasyonunda ve erişilebilirliğinde önemli bir rol oynamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Li cevherleşmesi, Li Türkiye, LIBS



## Abstract

Lithium (Li) is a crucial element in the modern technological landscape, primarily due to its applications in batteries, ceramics, and pharmaceuticals. Understanding the geological occurrence of lithium is vital for harnessing its resources sustainably. This study explores the nature of lithium elements, their geochemical behavior, and their occurrences in various geological formations.

Lithium is an alkali metal belonging to Group 1 of the periodic table, characterized by its low atomic weight and high electrochemical potential. In nature, lithium primarily exists in mineral form, often combined with other elements. The most common lithium-bearing minerals are spodumene ( $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ ), lepidolite ( $\text{K}(\text{Li},\text{Al})_3(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2 \cdot (\text{Li},\text{Na})_2$ ), and petalite ( $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$ ). These minerals are typically found in granitic pegmatites, which are coarse-grained igneous rocks that form during the final stages of magma crystallization. The unique conditions during the formation of pegmatites contribute to the concentration of lithium and other rare elements.

Lithium can also be found in saline brines, which are concentrated saltwater solutions. These brine deposits occur in sedimentary basins, where evaporation processes lead to the concentration of dissolved lithium. Notable lithium brine resources are located in the Lithium Triangle of South America, encompassing parts of Chile, Argentina, and Bolivia. The high evaporation rates in these arid regions facilitate the accumulation of lithium salts, making brines a significant source of lithium production.

Geologically, the formation of lithium deposits can be influenced by a variety of factors, including tectonic activity, volcanic processes, and hydrothermal systems. For instance, during tectonic uplift and erosion, lithium-rich minerals can be exposed and subsequently weathered, releasing lithium into surrounding water bodies. Hydrothermal processes can also transport lithium through rock formations, depositing it in concentrated forms when conditions, such as temperature and pressure, change.

The exploration of lithium deposits is increasingly important due to the growing demand for lithium-ion batteries in electric vehicles and renewable energy storage systems. As industries seek sustainable lithium sources, understanding the geological distribution and formation of lithium-rich environments becomes critical. Recent advancements in geochemical exploration techniques, including isotopic analysis and remote sensing, are enhancing our ability to locate and evaluate lithium resources effectively. Since similar formation environments are found in Türkiye, the geology of Türkiye Li-containing brine and Paleo lake deposits can be constituting important potential areas.

In conclusion, lithium's geological occurrences are primarily associated with granitic pegmatites and saline brines, each forming under specific environmental conditions. The interplay between geological processes and lithium's chemical properties plays a significant role in the concentration and accessibility of this valuable element. As global demand continues to rise, ongoing research into the nature and formation of lithium resources is essential for ensuring sustainable extraction and utilization.

**Keywords:** Li mineralization, Li Türkiye, LIBS

## Nanga Parbat Haramosh Masifi Kuzey Bölümündeki Lityum İçerikli Pegmatitlerin Kökeni: Kuzey Batı Himalaya, Pakistan

*Nature of lithium bearing pegmatites of Northern part of Nanga Parbat Haramosh Massif: North Western Himalayas, Pakistan*

**Junaid Ashraf<sup>1</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1,2</sup>**

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

<sup>2</sup>Ankara University Earth Sciences Application and Research Centre (YEBIM), Turkey

Junaidashrafawan@gmail.com@gmail.com

### Özet

Çalışma alanı, Pakistan'ın Himalaya dağ silsilesinin kuzeybatısındaki Nanga Parbat Haramosh Masifi (NPHM) içinde yer almaktadır. Bu araştırmanın amacı, NPHM'nin kuzeyindeki Shengus bölgesinde gnaysları kesen pegmatitlerin dağılımını ve lityum içeren minerallerin, örneğin lepidolit, mika, turmalin ve akuamarin, bölgesel kayalarla olan köken ve oluşum ilişkilerini ortaya koymaktır. Elde edilen petrolojik veriler, bölgedeki lityum oluşumuna dair daha fazla bilimsel bilgi sağlayacak ve madencilik sektörüne rehberlik edecektir.

Arazi çalışmaları sırasında toplanan örneklerden yeterli sayıda ince kesit hazırlanmış ve petrografik çalışmalar mikroskop altında tamamlanmıştır. Turmalin, lepidolit, mika ve granat üzerine Konfokal Raman Spektroskopisi (CRS) çalışmaları yapılmıştır. Pegmatitler ve ana metamorfik kayalar üzerinde mineral kimyası çalışmaları da gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, Li içeren minerallerin, yani lepidolit, turmalin, akuamarin ve mika'nın mineral kimyası, Electron Probe Micro Analyzer (EPMA) kullanılarak kenardan merkeze doğru mineral kimyası değişimleri analiz edilmiştir.

Saha araştırmalarımız sırasında bölgenin, Hindistan Levhası'na ait bazaltik kökenli metamorfik kayalar, gnays, amfibolit ve migmatit içerdiği ortaya konulmuş ve bu kayaların genç pegmatitler tarafından sill şeklinde yerleştikleri belirlenmiştir. Bu pegmatitler, NPHM'nin gerçekleşmesi döneminde oluşmuş olabileceği belirlenmiştir.

Tüm bu verilere göre, lepidolitten elde edilen Li konsantrasyonu %5.5 ve mika'dan elde edilen Li konsantrasyonu ise %2.2'dir. Bölgenin jeolojik yapısını dikkate aldığımızda, pegmatitlerin daha genç olduğu ve NPHM'nin kenarları dışında deforme/metamorfizmaya uğramadan kaldığı tespit edilmiştir. Bu pegmatitler, aşırı yüksek fraksiyonel kristalizasyon ile oluşmuş olup, NPHM'nin ortaya çıkışı sırasında dekompresyon erimesinden kaynaklandığını göstermektedir. Bu durum, bölgenin lityum oluşumu için önemli bir yer olduğunu görüşü oluşturmuştur. Bu ön çalışmanın bulgularına dayanarak, bölgenin daha kapsamlı bir şekilde araştırılması, potansiyelinin ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesini sağlayacak ve bu potansiyelin önemli ekonomik değer taşıdığı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Nanga Parbat Haramosh Masif, EPMA, Raman Spektroskopisi



## Abstract

The study area is located within the Nanga Parbat Haramosh Massif (NPHM) in the northwest part of Pakistan's Himalayan mountain range. This research aims to investigate the distribution of pegmatites cutting through gneisses in the Shengus region of northern NPHM and the origin and relationships of lithium-bearing minerals such as lepidolite, mica, tourmaline, and aquamarine with the regional rocks from a mega tectonic perspective. The new data obtained will provide further scientific insights into the lithium formation in the region and guide the mining sector.

An adequate number of thin sections has been prepared from collected samples from the investigation area during fieldwork and petrographic studies have been completed under a petrographic microscope. Confocal Raman Spectroscopy (CRS) studies were conducted on tourmaline, lepidolite, mica, and garnet. Mineral chemistry studies have been done as well on the pegmatites and host metamorphic rocks. In this framework, mineral chemistry of Li-bearing minerals lepidolite, tourmaline, aquamarine and mica has been done by using Electron Probe Micro Analyzer (EPMA) to reveal the mineral chemistry changes from rim to the core.

During our field investigations, the region revealed that containing basement metamorphic rocks of Indian Plate, gneiss, amphibolite, and migmatite, and these rocks has been intruded by the young pegmatites in the forms of sills. These pagmatites are formed by the exhumation of NPHM.

Based on the findings, Li concentration has been observed from the lepidolite is 5.5% and book mica at 2.2%. Considering the regional geology of the area, the pegmatites are consistently young and remain undeformed except near the margins of the NPHM. These pegmatites are formed by extremely high fractional crystallization, indicating that they originated from decompression melting during the exhumation of the NPHM. This suggests that the area is a significant site for lithium formation. Based on the findings of this preliminary study, a more comprehensive investigation of the region will enable a thorough assessment of its potential, which has substantial economic potential.

**Keywords:** Nanga Parbat Haramosh Massif, EPMA, Raman Spectroscopy



**JEOARKEOLOJİ - ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER -**  
**ORGANİK JEOKİMYA**  
**GEOARCHAEOLOGY - INDUSTRIAL MINERALS -**  
**ORGANIC GEOCHEMISTRY**



## Çanak Çömleksiz Neolitik Dönemde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Bakır Cevherinin Kullanımı: Gre Filla Örneği

*The Utilisation of Copper Ore in the Southeastern Anatolia Region during the Pre-Pottery Neolithic Period: Gre Filla Case Study*

Ayşin Konak<sup>1</sup>, Üftade Muşkara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Prehistorya Anabilim Dalı

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Prehistorya Anabilim Dalı  
(aysin.konak@kocaeli.edu.tr)

### Özet

Çanak Çömleksiz Neolitik Dönemde Güneydoğu Anadolu'da kalıcı yerleşimler kurulmuş, tarım ve hayvancılık gelişmeye başlamış, daha karmaşık bir toplumsal yapı ortaya çıkmıştır. Bu dönemde obsidiyen ve bakır başta olmak üzere çeşitli hammaddeler kaynak alanlarından uzak bölgelere dağılmaya başlamıştır. Ayrıca, Çanak Çömleksiz Neolitik Dönemde bakır cevheri ilk defa ergitilmiş, bakırdan çeşitli aletler, süs eşyaları ve toplumsal statüyü gösteren nesnelere üretilmiştir. Çanak Çömleksiz Neolitik Dönemde bakırın ergitildiğine dair en erken veriler Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Yukarı Dicle Havzası'nda, Ambar Çayı Vadisi'nde konumlanan Gre Filla yerleşiminden elde edilmiştir.

Gre Filla höyüğüne, Çanak Çömleksiz Neolitik A ve B evreleri boyunca G.Ö. 11300-9500 yılları arasında yerleşilmiştir. Çanak Çömleksiz Neolitik B evresine tarihlenen tabakalarda çok sayıda bakır eser ve bakır cevheri ele geçmiştir. Bu çalışmada, bakır cevheri topraklarının kaynak analizinin sonuçları sunulacak, çağdaş höyüklerden ve daha geç tarihlerde yerleşim görmüş höyüklerden elde edilen verilerden yola çıkarak, bu kaynakların nasıl kullanılmış olabileceği tartışılacaktır. Bu bağlamda bakırla birlikte ne tür ürünlerin ve kültürel olguların yayılmış olabileceği de ele alınacaktır.

Gre Filla yerleşiminden toplam 22 adet örnek üzerinde yapılan kurşun-izotop analizi, bakır cevherlerinin Gre Filla'nın yakınındaki Ergani-Maden de dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan elde edildiğini ortaya koymuştur. Öte yandan, bir örnek Alihoca-Niğde'den (Orta Anadolu) ve bir grup örnek de Derekutuğun-Çorum (Orta Anadolu) yataklarından taşınmıştır. Gre Filla'nın Doğu Anadolu bakır yataklarına yakın olmasına rağmen, Orta Anadolu'dan bakır cevherlerinin Gre Filla'ya bu kadar erken bir dönemde ulaşmış olması oldukça dikkat çekicidir.

Gre Filla'daki bakır cevherinin kaynak analiz sonuçları, bakırın Yakın Doğu'da, belirli roller üstlenen uzmanlaşmış gruplar tarafından karmaşık bir dağıtım sistemi içinde yayıldığını göstermektedir. Bu yayılım kültürel etkileşimleri ve teknolojik bilginin yayılmasını arttırmış olmalıdır. Bakırın Çanak Çömleksiz Neolitik Dönemde geniş bir sosyal, ekonomik, teknolojik ve kültürel etkiye sahip olduğu açıktır. Bu nedenle, bu dönemde kullanılan hammaddelerin jeokimyasal analizlerle kaynak alanlarının araştırılması, tarih öncesi toplumların değişim ve gelişim süreçlerinin daha iyi anlaşılmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Çanak Çömleksiz Neolitik Dönem, Güneydoğu Anadolu, Bakır, Hammadde, Arkeometri



## Abstract

In Southeastern Anatolia, during the Pre-Pottery Neolithic Period, permanent settlements were established, agriculture and animal husbandry began to develop, and a more complex social structure emerged. In this period, various raw materials, especially obsidian and copper, started to be distributed to regions far from their source areas. Moreover, in the Pre-Pottery Neolithic Period, copper ore was smelted for the first time and various copper tools, ornaments and objects indicating social status were produced. The earliest data indicating the smelting of copper in the Pre-Pottery Neolithic Period were obtained from the Gre Filla settlement located in the Ambar Stream Valley in the Upper Tigris Basin in the Southeastern Anatolia Region.

The Gre Filla mound was inhabited between 11300-9500 BP during the Pre-Pottery Neolithic A and B phases. A large number of copper artefacts and copper ores were recovered from the levels dating back to the Pre-Pottery Neolithic B phase. In this study, the results of the source analysis of the copper ore lumps will be presented, and the possible use of these sources will be discussed based on the data obtained from contemporary mounds and later occupied mounds. Further, in this context, it will be evaluated what kinds of cultural products and phenomena may have spread with copper.

Lead-isotope analyses of a total of 22 samples from Gre Filla settlement revealed that the copper ores were obtained from various sources, including Ergani-Maden in the vicinity of Gre Filla. On the other hand, one sample was transported from Alihoca-Niğde (Central Anatolia) and a group of samples from Derekutuğun-Çorum (Central Anatolia) deposits. Although Gre Filla is close to the copper deposits of Eastern Anatolia, it is quite remarkable that copper ores from Central Anatolia reached Gre Filla at such an early period.

The results of the source analysis of the copper ore at Gre Filla suggest that copper was distributed in the Near East in a complex distribution system by specialised groups with specific roles. This distribution must have enhanced cultural interactions and the spread of technological knowledge. It is clear that copper had a wide social, economic, technological and cultural impact in the Pre-Pottery Neolithic. Therefore, investigating the source areas of the raw materials used in this period by geochemical analyses will make important contributions to a better understanding of the change and development processes of prehistoric societies.

**Keywords:** Pottery Neolithic Period, Southeastern Anatolia, Copper, Raw Materials, Archaeometry

## Farklı Tarihi Dönemlere Ait Seramik Örneklerin Spektroskopik ve Lüminesans (OSL/TL) Yöntemlerle Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi

*Comparatively Investigation of Ceramic Samples from Different Historical Periods by Spectroscopic and Luminescence (OSL/TL) Approaches*

**Eren Şahiner<sup>1</sup>, Ali Akın Akyol<sup>2</sup>, Kıymet Deniz Yağcıoğlu<sup>1,3</sup>, Güler Yılmaz Çalışkan<sup>4</sup>, Oktay Dumankaya<sup>5</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM), Ankara

<sup>2</sup> Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü / Tarihi Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı (MAKLAB), Ankara

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

<sup>4</sup> Van Yüzüncüyıl Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Sanat Tarihi Bölümü, Van

<sup>5</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Kahramanmaraş

(erenshnr@gmail.com, sahiner@ankara.edu.tr)

### Özet

Tarihin farklı dönemlerine ait pişirilerek üretilmiş seramiklerin tarihlendirilmesi ve karakterizasyonu arkeometrik araştırmalarda oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Seramikler binlerce yıldır insanoğlu tarafından kullanılmakta olduğu için geçmiş kültürler hakkında değerli bilgiler sunmakta; hammaddeleri ve kaynakları, üretim teknikleri, süslemeleri ile döneminin teknolojik ve sanatsal seviyesini doğrudan yansıtan tarihi malzemelerdir. Arkeometrik araştırmalar içerisinde fiziksel, kimyasal ve petrografik yöntemler kullanılarak yapılan karakterizasyon çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Karakterizasyon çalışmaları sayesinde seramiklerin ticaret yolları ve sağladığı kültürel etkileşimler hakkında çıkarımlar da yapılabilmektedir. Seramiklerin kimyasal yapıları hakkında bilgiler verebilen arkeometrik yöntemler sayesinde üretimlerinde kullanılan malzemelerin kaynağı ve üretim koşulları tespit edilebilmektedir. Arkeometrik analizler ve jeokronoloji gibi yeni ve gelişen alanlarda son yıllarda giderek artan bir öneme sahip bir başka teknik ise lüminesans yöntemlerdir. Gerek ısı (TL) gerek ışık (OSL) ile uyarımlı lüminesans yöntemler, pişirilmiş seramik örneklerin mutlak tarihlendirmelerine imkân sağlayabilmekte ve ayrıca karakterizasyon çalışmalarına destek olabilmektedir.

Bu çalışmada, lüminesans ve spektroskopik yöntemler karşılaştırmalı olarak kullanılarak Demir Çağı'ndan Ortaçağ'ın farklı dönemlerine ait seramik örnekler araştırılmıştır. Örneklerin lüminesans tekniklerle mutlak tarihlendirmesi yapılmış, lüminesans sinyalleri analiz edilerek mineralojik bileşimleri ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Köken tayini çalışmalarına yönelik olarak farklı lüminesans uyarım modları uygulanarak seramik örneklerin çeşitli uyarımlar altında lüminesans emisyonunun karakteristik özellikleri, kristal kafes yapı-kusur özellikleri ve nihayetinde farklı dönemlere ait teknolojik verileri incelenmiştir. İncelenen seramik numunelerine ait makroskopik lüminesans özellikleriyle mikroskopik yapısal durumları arasında bir bağlantı elde edilmeye çalışılmış, bu amaçla sinyallerin şekilsel özellikleri, hassasiyeti, ağartma (bleaching) davranışı ve tuzak parametreleri gibi özellikleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Lüminesans, Karakterizasyon, Spektroskopi, Seramik, TL/OSL



## Abstract

The dating and characterisation of ceramics produced by firing from different historical periods represent a crucial aspect of archaeological research. The use of these ceramics by humans over thousands of years provides valuable insight into past cultures. Ceramics provide valuable information about past cultures because they have been used by human beings for thousands of years; they are historical materials that directly reflect the technological and artistic level of their period with their raw materials and resources, production techniques and decorations. Characterization studies using physical, chemical and petrographic examination methods are of great importance in archaeometric research. Characterization studies can also help make inferences about trade routes and cultural interactions that ceramics provide. Archaeometric methods that can provide information about the chemical structures of ceramics can help determine the source of materials used in their production and production conditions. Another technique that has become increasingly important in new and developing fields such as archaeometric analysis and geochronology in recent years is luminescence methods. Luminescence methods stimulated by both heat (TL) and light (OSL) can provide characterization studies in addition to absolute dating of fired ceramic samples.

In this study, luminescence and spectroscopic methods were employed for comparative analysis of ceramic samples spanning a temporal range from the Iron Age to the Middle Ages. The samples were analytically dated using luminescence techniques, and the luminescence signals were analysed in order to establish a correlation with their mineralogical composition. Different luminescence excitation modes were employed in order to determine the origin of the samples. Furthermore, the characteristic features of the luminescence emission of ceramic samples under various stimulation modes, crystal lattice structure-defect properties and finally technological data belonging to different ancient periods were investigated. An attempt was made to establish a correlation between the macroscopic luminescence properties and the microscopic structural status of the examined ceramic samples. For these purposes, features such as signal shape properties, sensitivity, bleaching behaviour and trap parameters of the signals were comparatively evaluated.

**Keywords:** Luminescence, Characterization, Spectroscopy, Ceramics, TL/OSL

## Doğal Killi ve Kumlu Jipslerin Sıva Olarak Kullanılma Potansiyeli: Çankırı/Türkiye

*Potential of Using Natural Clayey and Sandy Gypsum as Plaster: Çankırı/Türkiye*

**Ali Osman Taş<sup>1</sup>, Kıymet Deniz Yağcıoğlu<sup>1-2</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>1-2</sup>**

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

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM), Ankara, Türkiye  
(tasaliosman@gmail.com)

### Özet

Sıva genellikle çimento veya kireç, kum ve su ile hazırlanan bir karışımdır ve yapı sektöründe en fazla kullanılan malzemelerden biridir. Sıva yapımında kullanılan malzemeler yeryuvarında doğal olarak pek çok ortamda bulunabilmektedir. Türkiye’de görsel havzaların oldukça fazla olması sebebiyle sıva yapımında gerekli olan malzemelerin bulunmasını kolaylaştırmaktadır. Bu alanlardaki doğal çökellerin hiç veya az bir işlemle geçirildikten sonra farklı alanlarda hammadde olarak kullanılmaları önem arz etmektedir. Bu çalışmada Çankırı çevresinde geniş alanlarda yayılım gösteren sedimanter çökellerden özellikle Neojen yaşlı killi kumlu jipslerin sıva olarak kullanılma potansiyeli incelenmiştir. Bu amaçla çalışma alanından alınan örneklerde mineralojik, petrografik (X-Işınları Difraksiyonu (XRD) ve Konfokal Raman Spektrometresi (KRS)) ve jeokimyasal analizler (X-Işınları Floresans Spektrometresi (XRF)) gerçekleştirilmiştir. Örneklerin mineralojik bileşimlerinde başlıca jips, az oranda anhidrit, kalsit, dolomit, ankerit, feldspat ve kil mineralleri belirlenmiştir. KRS ölçümlerinde jips mineralinde  $1014\text{ cm}^{-1}$ ’de kuvvetli,  $1142$ ,  $628$ ,  $500$ ,  $421$  ve  $189\text{ cm}^{-1}$ ’de zayıf Raman kaymaları belirlenmiştir. Az oranda gözlenen anhidrit mineralinin Raman spektrumunda jips mineraline göre  $600$ ,  $650$ ,  $675$  ve  $1110\text{ cm}^{-1}$  Raman kaymalarında zayıf pikler gözlenmektedir. Karbonat minerallerinde  $1093$ ,  $407$  ve  $317\text{ cm}^{-1}$ ’de Raman Kaymaları tespit edilmiştir. İncelenen örneklerin CaO %30-40, SO<sub>3</sub> içerikleri %33-42, SiO<sub>2</sub> içerikleri %1-20, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %0-5, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %0-2 ve MgO %0-1 arasında değişmektedir. Örnekler farklı oranlarda su ile karıştırılıp sıva hazırlandıktan sonra kil ve kum içermeyen saf jips ile benzer koşullarda hazırlanan sıvalar ile ASTM C28/C28M-10(2020) standardına uygunluğu karşılaştırılmıştır. Çankırı killi kumlu jipslerde yapılan mineralojik, petrografik ve jeokimyasal analizlerin sonuçları standart parametreler ile karşılaştırıldığında bu bölgedeki killi kumlu jipslerin sıva olarak kullanılmaya uygun olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Jips, Kil, Kum, Sıva, Çankırı.

**Katkı Belirtme:** Bu çalışma 1919B012325511 numaralı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) tarafından yürütülen 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir.





## Abstract

Plaster is generally a mixture prepared using cement or lime, sand, and water, and it is one of the most widely used materials in the construction industry. The materials used in plaster production can be found naturally in various environments across the Earth. Due to the abundance of lacustrine basins in Turkey, it is easier to obtain the materials required for plaster production. The use of natural sediments from these areas as raw materials in different fields, either without any processing or with minimal treatment, is of significant importance. This study examines the potential use of Neogene-aged clayey sandy gypsum deposits, which are widely distributed around Çankırı, as a plaster material. For this purpose, mineralogical, petrographic (X-Ray Diffraction (XRD) and Confocal Raman Spectrometry (CRS)), and geochemical analyses (X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF)) were conducted on the samples collected from the study area. The mineralogical composition of the samples primarily consists of gypsum, with minor amounts of anhydrite, calcite, dolomite, ankerite, feldspar, and clay minerals. CRS measurements revealed strong Raman shifts at 1014  $\text{cm}^{-1}$  and weak Raman shifts at 1142, 628, 500, 421, and 189  $\text{cm}^{-1}$  for the gypsum mineral. In the Raman spectrum of the anhydrite mineral, which is observed in minor amounts, weak peaks are detected at 600, 650, 675, and 1110  $\text{cm}^{-1}$  compared to the gypsum mineral. In carbonate minerals, Raman shifts were identified at 1093, 407, and 317  $\text{cm}^{-1}$ . The geochemical composition of the samples varies as follows: CaO content ranges from 30-40%,  $\text{SO}_3$  content from 33-42%,  $\text{SiO}_2$  content from 1-20%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  from 0-5%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  from 0-2%, and MgO from 0-1%. The samples were mixed with water in different proportions and prepared as plaster. Then, they were compared with plasters prepared under similar conditions using pure gypsum that does not contain clay and sand, following the ASTM C28/C28M-10(2020) standard. When the results of the mineralogical, petrographic, and geochemical analyses of Çankırı clayey sandy gypsums were compared with standard parameters, it was determined that the clayey sandy gypsums in this region are suitable for use as a plaster material.

**Keywords:** Gypsum, Clay, Sand, Plaster, Çankırı

**Acknowledgement:** This work was financially supported by the 2209-A University Students Research Projects Support Program, numbered 1919B012325511, implemented by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) Scientist Support Programs Directorate (BİDEB).



## Çaldıran (Van) Diatomitlerinin Endüstriyel Kullanım Potansiyelinin İncelenmesi

*Investigation of Industrial Usage Potantial of Çaldıran (Van) Diatomites*

**Ömer Faruk Özkaya<sup>1</sup>, Mehmet Ali Yastı<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi 06530 Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>MTA Konya Bölge Müdürlüğü 42250 Konya, Türkiye  
(omerfaruk.ozkaya@mta.gov.tr)

### Özet

Bu çalışmada, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Endüstriyel Hammadde Araştırmaları projesi kapsamında Çaldıran (Van) bölgesinden alınan diatomit örneğinin endüstriyel kullanım potansiyeli incelenmiştir. Bu amaçla, numunenin kimyasal, mineralojik bileşiminin ve mikromorfolojik yapısının tespiti için XRF, XRD ve SEM analizleri uygulanmıştır. Endüstriyel kullanıma uygunluğunun değerlendirilmesi içinse diatomitlerin farklı alanlardaki uygulamalarına yönelik olarak yayımlanmış olan TS 9773, TS EN ISO 3262-22, TS 11930, TS 11439 ve TS EN 12913 kodlu standartlarda belirtilen parametrelerin belirlenmesi amacıyla tüvenan malzemeye uygulanabilir olan teknolojik testler numune üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonucunda, Çaldıran diatomitlerinin mineralojik açıdan kil, mika, karbonat, plajiyoklaz gibi fazları da içeren karmaşık bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Bu karmaşık yapı, diatomitlerin ana bileşeni olan silis kavkılar nedeniyle yüksek miktarda bulunması beklenen SiO<sub>2</sub> içeriğinin %58.5 gibi düşük değerler vermesiyle kimyasal analiz sonuçları ile de desteklenmiştir. Düşük SiO<sub>2</sub> içeriği nedeniyle Çaldıran diatomitlerinin tüvenan olarak kullanılmasının TS EN 12913 ve TS EN ISO 3262-22 standartlarına göre uygun olmadığı görülmüştür. Ayrıca diğer standartlarda belirtilen parametreler doğrultusunda incelendiğinde de nem muhtevası, su emme, yağ emme, cam elyaf muhtevası ve mineralojik bileşenler gibi farklı parametrelere yönelik değerleri sağlayamaması nedeniyle TS 11930, TS 11439 ve TS9773 standartlarında belirtilen şartları da tüvenan hali ile sağlamadığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Çaldıran, Diatomit, Endüstriyel Mineraloji



## Abstract

In this study, the industrial usage potential of the diatomite sample taken from the Çaldıran (Van) region within the scope of the Industrial Raw Material Research Project by the General Directorate of Mineral Research and Exploration was examined. For this purpose, XRF, XRD and SEM analyzes were applied to determine the chemical, mineralogical composition and micromorphological structure of the sample. In order to evaluate the suitability for industrial usage, technological tests applicable to run-of-mine materials, were carried out on the sample in order to determine the parameters specified in the TS 9773, TS EN ISO 3262-22, TS 11930, TS 11439 and TS EN 12913 standards which published for the applications of diatomites in different industrial areas.

As a result of the study, it was seen that Çaldıran diatomites have a complex mineralogical structure, including phases such as clay, mica, carbonate and plagioclase. This complex structure is supported by chemical analysis results with the low SiO<sub>2</sub> content, which is expected to be high due to silica shells, the main component of diatomites, giving values as low as 58.5%. Due to its low SiO<sub>2</sub> content, it has been observed that the use of Çaldıran diatomites as a run-of-mine material is not suitable according to TS EN 12913 and TS EN ISO 3262-22 standards. In addition, when the sample examined in line with the parameters specified in other standards, it was seen that it did not meet the conditions specified in TS 11930, TS 11439 and TS9773 standards due to its inability to provide values for different parameters such as moisture content, water absorption, oil absorption, glass fiber content and mineralogical components.

**Keywords:** Çaldıran, Diatomite, Industrial Mineralogy

## Rock Eval Piroliz Analizi ile Kinetik Parametrelerin Karakterizasyonu ve Silüriyen Yaşlı Dadaş Formasyonu'nun Kinetik Parametrelerinin Belirlenmesi

*The Characterization of Kinetic Parameters by Rock Eval Pyrolysis Analysis and Determination of Silurian Aged Dadas Formation Kinetics*

Cihan Can<sup>1</sup>, Zeynep Özlem Cihan<sup>1</sup>, Şükrü Gökhan Köse<sup>2</sup>, Yücel Deniz Erdal<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Türkiye Petrolleri Ar-Ge Merkezi, 06510, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> Türkiye Petrolleri Arama Daire Başkanlığı, 06510, Ankara, Türkiye  
(ccan@tpao.gov.tr)

### Özet

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı'nca deniz ve kara alanlarında yürütülen konvansiyonel ve ankonvansiyonel hidrokarbon arama faaliyetlerinde önemli bir yer tutan petrol sistemi ve basen modelleme çalışmaları ile petrol sisteminin zaman içerisindeki dinamik yapısı incelenerek, basenin petrol ve doğalgaz üretme potansiyeline yaklaşımında bulunmaktadır.

Kaynak kayalar, basenin geçirmiş olduğu gömülme ve termal tarihçesine bağlı olarak, belirli jeolojik dönemlerde hidrokarbon üretme potansiyeline sahiptirler. Türümü gerçekleşen bu hidrokarbonların türüne, miktarına ve zamansal dağılımına matematiksel modelleme yöntemleri ile yaklaşımda bulunmaktadır. Kerojenlerin hidrokarbona dönüşüm davranışı, kaynak kaya içerisindeki organik maddenin türüne göre farklılık göstermektedir. Kaynak kayanın içerdiği kerojen molekülü, farklı ısı enerjisi seviyelerinde farklı hidrokarbon moleküllerine dönüşmektedir. Bu dönüşümün hızı, oranı ve ortaya çıkan hidrokarbon bileşenlerinin miktarı kerojenin kinetik özellikleri ile tariflenir.

Ar-Ge Merkezi Jeokimya Müdürlüğü'nde bulunan Piroliz ve Kinetik Analizleri Laboratuvarı'nda kayaçlardaki hidrokarbon potansiyeli, termal olgunluk, kerojen tipi ve organik malzeme zenginliği ile beraber kaynak kaya seviyeleri tayin edilebilmektedir. Dadaş Formasyonu'nu kesen kuyulardan basenin farklı lokasyonlarında açılan; 14 farklı kuyudan seçilen olgunlaşmamış-olgun aralığında, düşük-yüksek TOC değerlerine sahip seviyelerden 19 adet örnek seçilerek Rock Eval 7S cihazı ile 5-10-15-25°C sıcaklık artış rampasına tabi tutularak, kinetik parametrelerinin saptanması amacı ile analizler yapılmıştır. Elde edilen veriler Basen Analizi Müdürlüğü'nce 2 adet kuyunun modellemesinde kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda, 14 kuyu için basen modellemesi çalışmalarında kullanılacak kinetik enerji parametreleri üretilmiştir. Bu üretilen datalar aracılığıyla, kuyular ile kerojen dönüşümü için enerji gereksinimleri arasında korelasyonlar yapılabilmektedir. Ayrıca, kinetik parametrelerin de işleneceği bir adım olarak değerlendirilen bu proje vasıtasıyla, TPAO ARGEM bünyesinde yeni bir değerlendirme yöntemi kazandırılarak yapılacak basen modellemesi çalışmalarına sağlam bir alt yapı oluşturulmasına yardımcı olunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Organik Jeokimya, Piroliz Analizi, Kinetik Parametre, Basen Modellemesi



## Abstract

Turkish Petroleum Corporation operates conventional and unconventional hydrocarbon exploration activities, in which petroleum system and basin modelling studies occupy an important place. According to these studies, the dynamic structure of petroleum system is examined and an estimation of petroleum and natural gas production potential is predicted.

Source rocks have a hydrocarbon production potential at some specific geological times according to burial and thermal history of a basin. Mathematical modelling tools are preferred to be used according to the type, amount and distribution of the hydrocarbon. The conversion behaviour of kerogen to the hydrocarbon changes according to the organic material type in a source rock. A kerogen molecule in the source rock converts into different hydrocarbon molecules based on different heating levels. This conversion rate, ratio and the amount of produced hydrocarbons are described as kinetic parameters of kerogen.

The source rock levels, hydrocarbon potential, thermal maturity, kerogen type and organic material richness of a rock are determined in the Pyrolysis and Kinetic Analysis Laboratory at Turkish Petroleum Corporation Research and Development Center. In this study, 19 cutting samples from 14 different wells which are penetrated Dadas Formation, are immature – mature samples with low and high TOC values. They are analysed in Rock Eval 7S device with a temperature ramp of 5 to 25°C with an increment of 5°C in order to determine reaction kinetics.

At the end of this study, kinetic parameters are produced for 14 different wells in order to be used in basin modelling projects. Furthermore, a strong infrastructure for basin modelling studies is aimed by TPAO R&D Center with gaining a new interpretation tool in which these newly-produced kinetic parameters will be used.

**Keywords:** Organic Geochemistry, Pyrolysis Analysis, Kinetic Parameter, Basin Modelling

## Alaşehir (Manisa/Batı Türkiye) Petrollü Şeyllerinin Organik Jeokimyasal Özellikleri

*Organic Geochemical Properties of Alaşehir (Manisa/Western Türkiye) Oil Shales*

**Demet Banu Koralay**

*Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli/Türkiye  
(dbkoralay@pau.edu.tr)*

### Özet

Petrollü şeyl içeren Alaşehir Havzası Gediz Grabeni'nin güneyindeki alt havzalardan biri olup, havza dolgu çökelleri Erken-Orta Miyosen ve Pliyosen yaş aralığındadır. Bu çalışmada, Alaşehir Havzası'na ait petrollü şeyllerin kaynak kaya özellikleri organik jeokimyasal açıdan değerlendirilmiştir. Rock-Eval piroliz analizleri kapsamında tespit edilen şeyllerin TOC içeriği %0.53-4.28 arasındadır. HI değerleri 106-791 mg HC/g TOC arasında olup, oldukça düşük OI (15-95 mg CO<sub>2</sub>/g TOC) değerlerine sahiptir. İncelenen örnekler Tip I-II ve az miktarda Tip III kerojenden oluşan karışık tip organik madde içermektedir. Petrollü şeyllerin ısısal olgunluğu T<sub>max</sub> (428-444°C) değerlerine göre erken olgun-olgun aşamdadır. Hidrokarbon tip indeksi (S<sub>2</sub>/S<sub>3</sub>) değerleri (1.1-49.7) baskın olarak petrol ve katajeneze ait erken olgun evreye işaret ederken, bitümen indeks (S<sub>1</sub>/TOC) değerlerine (0.1-0.4) göre kaynak kayadan petrol atımının oldukça iyi veya henüz başlangıç evresinde olduğu belirlenmiştir. Gaz kromatografi (GC) incelemelerinde genel olarak C<sub>15</sub> ile C<sub>19</sub> aralığında gözlenen *n*-alkan baskınlığı, kaynak kayanın çökeltme ortamına bol miktarda algal/amorfor organik madde girişinin olduğunu gösterir. Pr/*n*C<sub>17</sub> ve Ph/*n*C<sub>18</sub> oranları Alaşehir petrollü şeyllerinin indirgen ve geçiş ortamında çökeldiğini ifade etmektedir. TAR (0.34-1.04) ve CPI (1.15-1.74) birlikte değerlendirildiğinde şeyl kaynak kayaya işaret etmektedir. Gaz kromatografi-kütle spektrometri (GC-MS) incelemelerine göre; C<sub>29</sub>αα/20S/(20S+20R) ve C<sub>29</sub>ββ/(ββ+αα) steran izomerizasyon oranları ile kuyu örneği (AK-3-7) ve katılmış petrol örneğinin (OIL-1) sırasıyla düşük olgun ve olgunluk başlangıcında olduğu belirlenmiştir. Diasteran indeks değerleri kaynak kayanın önemli ölçüde kırıntılı girdiye sahip olduğunu yansıtmaktadır. Ts/(Ts+Tm) ve C<sub>32</sub> 17α(H) homohopan 22S/(22S+22R) oranları piroliz verileriyle uyumlu olarak erken olgun aşamaya işaret etmektedir. Bu incelemelere ilave olarak organik maddenin ısısal olgunluğu Raman spektroskopisi yöntemiyle de değerlendirilmiştir. İncelenen örneklerin RBS (Raman bant aralığı) değerleri (172.20-271.70 cm<sup>-1</sup>), G bant (grafitik) ve D (düzensiz) bant arasındaki mesafeden hesaplanmıştır. Pirolizden tespit edilen T<sub>max</sub> (°C) kullanılarak hesaplanan eşdeğer vitrinit yansıması (%VR<sub>e</sub>) değerleri %0.60-0.83 arasında olup, RBS ve %VR<sub>e</sub> birlikte değerlendirildiğinde Alaşehir petrollü şeyl örneklerinin petrol zonunda olduğu görülmüştür. Organik petrografik analiz sonucu elde edilen vitrinit yansıması (%VR<sub>o</sub>) değerleri (%0.26, %0.28 ve %0.41) ile RBS birlikte değerlendirildiğinde ise petrollü şeyl örnekleri olgunlaşmamış-erken olgun (diyajenez evresinin sonu) zondadır. Böylece, Raman spektroskopisi ile belirlenen ısısal olgunluk verilerinin organik jeokimyasal (Rock-Eval piroliz, GC ve GCMS) ve organik petrografik (%VR<sub>o</sub>) incelemelerle uyumlu olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Alaşehir petrollü şeyli, Biyomarker, Raman spektroskopisi, Olgunluk, Organik jeokimya





## Abstract

The Alaşehir Basin, which contains oil shale, is one of the sub-basins in the south of the Gediz Graben, and the basin fill sediments are in the Early-Middle Miocene and Pliocene age range. In this study, the source rock properties of oil shales belonging to the Alaşehir Basin were evaluated in terms of organic geochemical properties. The TOC content of the shales detected within the scope of Rock-Eval pyrolysis analyses is between 0.53-4.28 wt%. HI values are between 106-791 mg HC/g TOC and it has very low OI (15-95 mg CO<sub>2</sub>/g TOC) values. The studied samples contain mixed type organic matter consisting of Type I-II and small amounts of Type III kerogen. Thermal maturity of oil shales is at early mature-mature stage according to T<sub>max</sub> (428-444°C) values. While the hydrocarbon type index (S<sub>2</sub>/S<sub>3</sub>) values (1.1-49.7) dominantly indicate the early mature stage of petroleum and catagenesis, the bitumen index (S<sub>1</sub>/TOC) values (0.1-0.4) determined that the oil expelled from the source rock is quite good or at the initial stage. The dominance of *n*-alkane, generally observed in the range of C<sub>15</sub> to C<sub>19</sub> in gas chromatography (GC) studies, indicates that there was abundant algal/amorphous organic matter input into the depositional environment of the source rock. Pr/*n*C<sub>17</sub> and Ph/*n*C<sub>18</sub> ratios indicate that Alaşehir oil shales were deposited in a reducing and transitional environment. When TAR (0.34-1.04) and CPI (1.15-1.74) are evaluated together, they indicate shale source rock. According to gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) investigations; C<sub>29</sub>αα/20S/(20S+20R) and C<sub>29</sub>ββ/(ββ+αα) sterane isomerization ratios were determined as low maturity and early maturity in the well sample (AK-3-7) and solidified oil sample (OIL-1), respectively. Diasterean index values reflect that the source rock has significant clastic input. Ts/(Ts+Tm) and C<sub>32</sub> 17α(H) homohopane 22S/(22S+22R) ratios indicate early mature stage, in agreement with pyrolysis data. In addition to these investigations, the thermal maturity of the organic matter was also evaluated by Raman spectroscopy. The RBS (Raman band separation) values (172.20-271.70 cm<sup>-1</sup>) of the examined samples were calculated from the distance between the G (graphitic) and D (disordered) bands. The equivalent vitrinite reflectance (VR<sub>e</sub>%) values calculated using T<sub>max</sub> (°C) determined from pyrolysis were between 0.60-0.83%, and when RBS and VR<sub>e</sub>% were evaluated together, it was seen that the Alaşehir oil shale samples were in the oil zone. When the vitrinite reflection (VR<sub>o</sub>%) values obtained as a result of organic petrographic analysis (0.26%, 0.28% and 0.41%) are evaluated together with RBS, the oil shale samples are in the immature-early mature (end of diagenesis) zone. Thus, it was determined that the thermal maturity data determined by Raman spectroscopy were compatible with organic geochemical (Rock-Eval pyrolysis, GC and GCMS) and organic petrographic (VR<sub>o</sub>%) studies.

**Key Words:** Alaşehir oil shale, Biomarker, Raman spectroscopy, Maturation, Organic geochemistry





**POSTER SUNUMLARI**

**POSTER PRESENTATIONS**



## **Balçıklı Köyü (Van-Türkiye) Çevresinde Gözlenen Demirli Manganez Cevherleşmelerinin Oluşum Ortamı: Ön Bulgular**

*Formation Environment of Ferrous Manganese Mineralizations Observed Around Balçıklı Village (Van-Türkiye): Preliminary Findings*

**Tijen Üner**

*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği*

### **Özet**

Bu çalışma, Van Gölü'nün doğusunda, Balçıklı Köyü çevresinde gözlenen demirli mangan cevherleşmelerinin oluşum ortamlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma alanı Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağı boyunca, Arap levhası üzerindeki birimler ve tektonik dokanakla bu birimlerin üzerine yerleşen Ofiyolitik birimler yer almaktadır. Üst Kretase yaşlı kuşak içerisinde en alt kesimleri oluşturan Mehmetalan Ofiyoliti içerisinde demirli mangan cevherleşmeleri belirlenmiştir. Bölgede, cevherleşmeler ile birlikte volkanik kayalar, çörtler ve radyolaritler bulunmaktadır. Demirli Mangan cevherleşmelerinin, Mehmetalan Ofiyolitinin üst kesimlerini oluşturan radyolaritlerle bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Tabakalar arasındaki mercekler aracılığıyla stratiform tipte ve masif halde gözlenen cevherleşmeler kırmızımsı kahverengi ve koyu gri renk tonlarında saptanmıştır.

Cevher zonundan toplanan numunelerin öncelikli olarak majör oksit analizleri yapılmıştır. Analiz sonucunda MnO ortalama değerinin %3.26, SiO<sub>2</sub> ortalama değerlerinin %82.03, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ortalamasının ise %3.44 olduğu tespit edilmiştir. Fe/Mn oranı 0,1'den küçüktür. Demirli mangan mineralizasyonunun MnO/TiO<sub>2</sub> oranları değerlendirildiğinde cevherleşmenin pelajik bir ortamda gerçekleştiğini göstermektedir. Elde edilen jeokimyasal verilerle de bu sonuç desteklenmektedir. Major oksit analizleri ile yapılan öncel değerlendirmeler mineralizasyonun hidrotermal kökenli olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ofiyolit, Demirli, Manganez, Cevherleşme, Jeokimya



## Abstract

This study was conducted to investigate the petrographic and geochemical characteristics of mafic and ultramafic rocks located east of Lake Van, near the village of Kıratlı. The Bakışık This study was conducted to determine the formation environments of iron-rich manganese mineralizations observed around the village of Balçıklı, located east of Lake Van. The study area is part of the Southeastern Anatolian Orogenic Belt and includes units on the Arabian plate, with ophiolitic units overlying these formations through tectonic contacts. Iron-rich manganese mineralizations have been identified within the Mehmetalan Ophiolite, which forms the lowest sections of this Upper Cretaceous-aged belt. Alongside the mineralizations, volcanic rocks, cherts, and radiolarites are also found in the region. It is believed that the iron-rich manganese mineralizations are associated with the radiolarites forming the upper sections of the Mehmetalan Ophiolite. The mineralizations, observed as stratiform-type and massive occurrences within lenses between the layers, have been identified in reddish-brown and dark gray tones.

Major oxide analyses were primarily performed on the samples collected from the ore zone. The analyses revealed an average MnO value of %3.26, an average SiO<sub>2</sub> value of %82.03, and an average Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> value of %3.44. The Fe/Mn ratio is less than 0.1. When the MnO/TiO<sub>2</sub> ratios of the iron-rich manganese mineralization were evaluated, it indicated that the mineralization occurred in a pelagic environment, a conclusion also supported by the obtained geochemical data. Preliminary evaluations from major oxide analyses suggest that the mineralization has a hydrothermal origin.

**Keywords:** Ophiolite; Ferrous; Manganese; Mineralization; Geochemistry

## Derinkuyu Yöresindeki Gabro ve Plajiyogranitlerin Mineral Kimyası ve Kristallenme Koşulları (Nevşehir/Orta Anadolu)

*Mineral Chemistry and Crystallization Conditions of Gabbro and Plagiogranites in Derinkuyu Region (Nevşehir/Central Anatolia)*

Ayşe Orhan<sup>1</sup>, Musa Avni Akçe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nevşehir HBV Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 50300, NEVŞEHİR  
(ayse.orhan@nevsehir.edu.tr)

### Özet

Derinkuyu'nun (Nevşehir) güneyinde stoklar şeklinde yüzeyleyen Tilköy ve Çanlı Tepe izotropik gabro ve plajiyogranit kayaçları Orta Anadolu Ofiyolitleri içerisinde yer alır. Bölgedeki izotropik gabro, plajiyogranit kayacı tarafından kesilmiş ve plajiyogranit ise mafik magmatik anklavlar (MME) içermektedir. Petrografik olarak izotropik gabro ve plajiyogranitler orta-kaba kristalin, MME ince-kristalin hipidiyomorfik doku sergiler. Ana bileşen olarak, izotropik gabro plajiyoklaz, piroksen ve hornblend mineralleri içerir. Plajiyogranit kuvars, plajiyoklaz ve hornblendten oluşur. MME ise plajiyoklaz, hornblend ve piroksen mineralleri içerir. İkincil aktinolit piroksen kenarlarını ornatmış veya birincil amfibolü ornatarak sonra gelişmiştir.

Mineral kimyası analiz sonuçlarına göre izotropik gabro, plajiyogranit ve mafik magmatik anklavlarda plajiyoklazlar sırasıyla andezin-bitovnit ( $An_{39-86}$ ), andezin ( $An_{38-48}$ ) ve labradorit-bitovnit ( $An_{65-75}$ ) bileşimlerine sahiptir. Piroksenler, diyopsit – ojit ( $En_{37-43}Fs_{12-15}Wo_{42-47}$ ) bileşimi, yüksek-Mg ( $Mg\# = 0.73-0.84$ ), düşük-Ti ( $<0.76$ ) ve düşük-Al ( $<2.50$ ) içeriği ile karakterize edilir. Hornblendler, yüksek-Mg/(Mg+Fe) oranları (0.57–0.77) ve Si içeriği (6.45–7.23 apfu) ile magnezyo hornblend – çermakit bileşimi sunmaktadır. Bölgedeki kayaçların mineral bileşimleri Orta Anadolu Ofiyolitleri ile ilişkili okyanusal ada yayı ortamında geliştiğini gösterir. Gabro kayaçlarındaki diyopsit – ojit ( $P \approx 2$  kbar;  $T = 1150-1200^\circ C$ ) ve hornblend ( $P = 1.62-1.95$  kbar;  $T = 844-864^\circ C$ ) bileşimleri, kayaçların düşük basınç, yüksek sıcaklık ve okyanus kabuğunda sığ derinlik (5.7–6.9 km) koşullarında kristallendiğini göstermiştir. Plajiyogranit kısmen düşük P (1.20–1.60 kbar) ve T (790–825°C) ve sığ derinlik (4.52–5.67 km) koşullarında kristallenmiştir. Hornblendin kimyasal bileşimlerine dayanarak magma kristalizasyonu için yüksek  $\log fO_2$  (-12.8 ila -11.8 bar) koşulları ve yüksek  $H_2O$  (%6.5–7.2) içeriği tahmin edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Gabro, Plajiyogranit, Mineral kimyası, Nevşehir, Orta Anadolu.

**Katkı Belirtme:** Bu çalışma Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (NEÜABAP21F22) tarafından desteklenmiştir.



## Abstract

Tilköy and Çanlı Tepe isotropic gabbro and plagiogranite rocks exposed in the south of Derinkuyu (Nevşehir) are included in the Central Anatolian Ophiolites. In the region, isotropic gabbro is cut by plagiogranite rock, and plagiogranite contains mafic magma enclaves (MME). Petrographically, isotropic gabbro and plagiogranite exhibit medium-coarse-crystalline, MME fine-crystalline hypidiomorphic texture. As the main component, isotropic gabbro contains plagioclase, pyroxene and hornblende minerals. Plagiogranite composed of quartz, plagioclase and hornblende. MME include in plagioclase, hornblende and pyroxene minerals. Secondary actinolite replaces pyroxene rims or developed after replacing the primary amphibole.

According to mineral chemistry analysis results, plagioclases in isotropic gabbro, plagiogranite and MME have andesine-bitovnite (An<sub>39-86</sub>), andesine (An<sub>38-48</sub>) and labradorite-bitovnite (An<sub>65-75</sub>) compositions, respectively. Pyroxenes are characterized by diopside – augite (En<sub>37-43</sub>Fs<sub>12-15</sub>Wo<sub>42-47</sub>) composition, high-Mg (Mg# = 0.73–0.84), low-Ti (<0.76 wt.%) and low-Al (<2.50 wt.%) content. Hornblendes present a magnesio hornblende – tschermakite composition with high-Mg/(Mg+Fe) ratios (0.57–0.77) and Si content (6.45–7.23 apfu). The mineral compositions of the rocks in the region indicate that they developed in an oceanic island arc environment associated with the Central Anatolian Ophiolites. Diopside – augite (P=2 kbar; T=1150–1200°C) and hornblende (P=1.62–1.95 kbar; T=844–864°C) compositions in gabbro rocks reveal that it crystallized under the low pressure, high temperature and shallow depth (5.7–6.9 km) conditions at oceanic crust. Plagiogranite was crystallized under partially low P (1.20–1.60 kbar) and T (790–825°C) and shallow depth (4.52–5.67 km) conditions. Based on the chemical compositions of hornblende, high log<sub>f</sub>O<sub>2</sub> (-12.8 to -11.8 bars) conditions and high H<sub>2</sub>O (6.5–7.2 wt.%) contents were predicted for magma crystallization.

**Keywords:** Gabbro, Plagiogranite, Mineral chemistry, Nevşehir, Central Anatolia.

**Acknowledge:** This study is supported by the Scientific Research Project Unit of Nevşehir Hacı Bektaş Veli University (NEÜABAP21F22).

## Kapıkaya (Bolu Masifi) Plutonik Kayaçların Petrografisi ve Jeokimyası

*Petrography and Geochemistry of Kapıkaya (Bolu Massif) Plutonic Rocks*

**Sabir Rasimgil<sup>1</sup>, Nurdane İlbeyli<sup>1</sup>, Alper Güneş<sup>1</sup>, Mehmet Demirbilek<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup>Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

(alpergunes@akdeniz.edu.tr)

### Özet

Bolu Masifi, Türkiye'nin kuzeybatısında İstanbul Zonunda yer almaktadır. Bu masif, Çele Metaofiyoliti, Demirci Formasyonu, Yellice Formasyonu, Kapıkaya Plutonu, Kurtköy Formasyonu ve Yılanlı Formasyonundan oluşmaktadır. Çalışma konusu olan Bolu Masifi'nde yer alan Kapıkaya Plutonu genellikle granodiyoritik ve granitik kayaçlardan oluşmaktadır. Granodiyoritik kayaçlar plajiyoklaz, kuvars, alkali feldispat, eser miktarda amfibol, biyotit ve tali mineral olarak zirkon, apatit, titanit ve opak mineraller içermektedir. Granitik kayaçlarda ise kuvars, plajiyoklaz, alkali feldispat ve az oranda biyotit, amfibol ve aksesörük mineral olarak zirkon, titanit, apatit ve opak mineral bulunmaktadır. Tüm kayaçlarda alterasyon türü olarak serisitlenme, kloritlenme ve epidotlaşma gözlenmiştir. Yapılan arazi ve petrolojik incelemelerde, bu kayaçların içerisinde yer alan koyu renkli minerallerdeki nispi yönelmeden dolayı metagranodiyorit ve metagranit olarak tanımlanmıştır. Tüm kaya jeokimyasal analiz sonuçlarına göre, Kapıkaya plutonik kayaçları A/CNK değerlerinin 0.5-1.1 arasında olması nedeniyle; ayrıca bu kayaçların mineral içerikleri baz alındığında I-tipi granit olarak tanımlanmıştır. İlksel mantoya göre normalize edilmiş- çoklu element diyagramlarında büyük iyon yarıçaplı elementlerde zenginleşme ve yüksek çekim alanlı elementlerde ise tüketilme gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar genellikle dalma-batma kökenli magmatizmayı ifade etmektedir. Kondrit normalize- nadir toprak elementleri diyagramlarına göre ise kayaç örneklerinde hafif nadir toprak elementlerinde zenginleşme ve ağır nadir toprak elementlerinde tüketilme gözlenmiştir. Th/U - U diyagramı, plutonik kayaçların, alt kıtasal kabuk bileşenlerince zenginleşen magmadan türediğini göstermektedir.

Tüm veriler ışığında, Kapıkaya plutonik kayaçları oluşturan magmanın dalma-batma zonu ile ilişkili alt kıtasal kabuğun kısmi ergimesi ile türediği belirtilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kapıkaya Plutonu, Bolu Masifi, Petrografi, Jeokimya, Metagranit





## Abstract

The Bolu Massif is located in the Istanbul Zone in northwestern Turkey. This massif consists of Cele Metaophiolite, Demirci Formation, Yellice Formation, Kapikaya Pluton, Kurtköy Formation and Yılanlı Formation. The Kapikaya Pluton, located in the Bolu Massif, which is the subject of the study, generally consists of granodioritic and granitic rocks. The granodioritic rocks contain plagioclase, quartz, alkali feldspar, trace amounts of amphibole, biotite and accessory minerals such as zircon, apatite, titanite and opaque minerals. In granitic rocks, there are quartz, plagioclase, alkali feldspar and small amounts of biotite, amphibole and zircon, titanite, apatite and opaque minerals as accessory minerals. Sericitization, chloritization and epidotization were observed as alteration types in all rocks. In the field and petrological investigations, these rocks were defined as metagranodiorite and metagranite due to the slightly foliation of the dark minerals. According to the whole-rock geochemical analysis results, the Kapikaya plutonic rocks have A/CNK values between 0.5-1.1; additionally, based on the mineral contents of these rocks, they are defined as I-type granite. In primitive mantle normalized multi-element diagrams, the rock samples show enrichment in large-ion lithophile elements and depletion in high field- strength elements. These results generally indicate subduction-related magmatism. According to the chondrite normalized-rare earth element diagrams, it was observed that the rock samples are enriched in light rare earth elements and depleted in heavy rare earth elements. The Th/U - U diagram displays that the plutonic rocks were produced from magma which enriched in lower crustal components.

On the basis of all data, it can be stated that the magma forming Kapikaya plutonic rocks was derived from the partial melting of the lower continental crust associated with the subduction zone.

**Keywords:** Kapikaya Pluton, Bolu Massif, Petrography, Geochemistry, Metagranite

## Batı Sakarya Zonunda Jurasik Kumtaşlarındaki Kırıntılı Rutillerin Jeokimyası, U-Pb Yaşları ve Kökeni

*Detrital Rutile Geochemistry, U-Pb Ages and Origin of the Jurassic Sandstones in the Western Sakarya Zone*

Fırat Şengün<sup>1</sup>, Thomas Zack<sup>2</sup>, Delia Rösel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çan Meslek Yüksekokulu, Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü, Çanakkale

<sup>2</sup> Gothenburg Üniversitesi, Yer Bilimleri Bölümü, Göteborg, İsveç  
(firsensengun@comu.edu.tr)

### Özet

Batı Sakarya Zonu'nda Jurasik yaşlı Bayırköy Formasyonuna ait kumtaşları yüzlek vermektedir. Kumtaşları içerisinde bulunan kırıntılı rutillerin kökenini, ne tür bir kaynak kayadan türediğini, kaynak kayanın oluşum koşullarını ortaya çıkarmak amacıyla LA-ICPMS iz element ve U-Pb izotop analizleri yapılmıştır. Kırıntılı rutiller koyu kahve renkli ve sedimanter kökeni gösteren yuvarlak-yarı yuvarlak şekillidir. 100-240 µm arasında değişen boyutlara sahiptir. Bazı rutil taneleri ilmenit ve kuvars kapanımları içermektedir. Kırıntılı rutillerin Cr içerikleri 18-5996 µg/g arasında değerlere sahiptir. Buna karşın Nb konsantrasyonları ise geniş bir aralığa sahip olup 70-9687 µg/g arasında değişmektedir. Yüksek Fe içerikleri (>1000 µg/g) kırıntılı rutillerin büyük bir çoğunluğunun metamorfik kökenli olduğunu göstermektedir. Cr-Nb kaynak alan ayırım diyagramına göre kumtaşlarındaki kırıntılı rutillerin 79 %'si metapelitik kayalardan 21 %'i metamafik kayalardan türemiştir. Rutilin Zr içeriğine göre rutil tanelerinin oluşum sıcaklıkları hesaplanmıştır. Kırıntılı rutillerin Zr içerikleri 22-1536 µg/g değerlere sahiptir. Buna göre hesaplanan sıcaklık değerleri 10 kbar basınçta 471-798 oC arasında değişmekte ve ortalama 635 oC'dir. Bu oluşum sıcaklıklarına göre kumtaşlarındaki rutiller amfibolit fasiyesinde metamorfizma geçirmiş metamorfik kayalardan türemiştir. Kırıntılı rutil U-Pb yaşları 346 My ile 319 My arasında değişen yaşlar vermiştir. Bu yaşlar kırıntılı rutillerin potansiyel kaynak kayalarının metamorfizma yaşlarıdır. İz element bileşimi, rutil termometresi, U-Pb rutil jeokronolojisi kırıntılı rutil tanelerinin baskın olarak amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğramış erken Karbonifer kayalarından türemiş olduğunu göstermektedir. Kırıntılı rutillere kaynak olabilecek Jurasik öncesi amfibolit fasiyesi metamorfik kayaları Sakarya Zonu'nda (Kazdağ Masifi, Uludağ Masifi), Balkanlarda (Rodop Masifi, Serbo-Makedonya Masifi, Sredna Gora Zonu) bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kırıntılı Rutil, Jurasik, Kumtaşı, Sakarya Zonu

**Katkı Belirtme:** Bu çalışma TÜBİTAK 2219 Yurt Dışı Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı kapsamında ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi FBA-2024-4690 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.



## Abstract

Sandstones of the Jurassic Bayırköy Formation are exposed in the western Sakarya Zone. LA-ICPMS trace element and U-Pb isotope analyses were performed in order to reveal the origin and source rock lithology of detrital rutiles. Detrital rutile grains are dark brown-colored and rounded-subrounded showing the sedimentary origin. Detrital rutiles have the size of 100-240  $\mu\text{m}$ . Some of them include quartz and ilmenite inclusions. Cr contents of detrital rutiles are ranging between 18-5996  $\mu\text{g/g}$ . However, Nb concentrations have wide range and vary from 70 to 9687  $\mu\text{g/g}$ . High Fe contents ( $>1000$   $\mu\text{g/g}$ ) show that detrital rutiles are metamorphic-origin. According to the Cr-Nb discrimination diagram, 79 % of detrital rutiles were derived from metapelitic rocks and 21 % from metamafic rocks. Formation temperatures of detrital rutiles were calculated based on the Zr contents of rutile grains. Zr contents are ranging from 22 to 1536  $\mu\text{g/g}$ . Calculated temperature values vary between 471-798  $^{\circ}\text{C}$  at 10 kbar and have average 635 $^{\circ}\text{C}$ . Formation temperatures of detrital rutiles show that rutile grains within the sandstone were originated from the amphibolite-facies metamorphic rocks. The U-Pb rutile dating yielded ages for the detrital rutiles in the time range of 346 to 319 Ma, which gives the age of metamorphism for the potential source rocks. Trace element compositions, Zr-in-rutile thermometer and U-Pb rutile geochronology show that detrital rutile grains were predominantly derived from early Carboniferous rocks that underwent metamorphism in amphibolite-facies conditions. Potential pre-Jurassic amphibolite-facies source rocks of the detrital rutiles occur on the Sakarya Zone (Kazdağ Massif, Uludağ Massif) and Balkans (Rhodope Massif, Serbo-Macedonian Massif, Sredna-Gora Zone).

**Keywords:** Detrital Rutile, Jurassic, Sandstone, Sakarya Zone

**Acknowledgement:** This study was supported by TUBITAK National Postdoctoral Research Scholarship Program (2219) and Çanakkale Onsekiz Mart University, the Scientific Research Coordination Unit, Project number: FBA-2024-4690.

## Batı Sakarya Zonu'ndaki Jurasik Kumtaşlarından Rb-Sr Kırıntılı Muskovit Yaşları

*In situ Rb-Sr Detrital Muscovite Ages from the Jurassic Sandstones in the Western Sakarya Zone, NW Anatolia*

Fırat Şengün<sup>1</sup>, Thomas Zack<sup>2</sup>, Delia Rösel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çan Meslek Yüksekokulu, Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü, Çanakkale

<sup>2</sup> Gothenburg Üniversitesi, Yer Bilimleri Bölümü, Göteborg, İsveç  
(firsatsengun@comu.edu.tr)

### Özet

Jurasik kumtaşları Sakarya Zonu'nun batı kesiminde yüzlek vermektedir. İnce-orta taneli kumtaşları sarımsı kahve renkli, orta tabakalı ve bölgede geniş yayılım sunan Paleozoyik granitik bir temelin üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır. Jurasik kumtaşları Bilecik kireçtaşı tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Kumtaşlarının ana mineral bileşimi başlıca kuvars, K-feldspat, muskovit, biyotit ve kaya parçalarından oluşmaktadır. Bu çalışma Jurasik kumtaşları içerisindeki kırıntılı muskovit minerallerinin Rb-Sr izotop analizlerini kapsamaktadır. Rb-Sr izotop sistemi provenans çalışmalarında muskovit gibi Rb'ca zengin minerallerin oluşum ve/veya soğuma yaşının belirlenmesinde faydalı jeokronolojik bir araç olarak kullanılabilir. Bütün kırıntılı muskovit taneleri 292 My ile 781 My arasında değişen radyometrik yaşlar vermiştir. Kumtaşları içerisindeki kırıntılı muskovit tanelerinin Rb-Sr yaşlandırmasında  $297 \pm 12$  My izokron yaşı elde edilmiştir. Bu yaş kaynak alan (lar)da Geç Paleozoyik termal olayını ifade etmektedir. Sakarya Zonu'nun batısında Silüryen, Devoniyen ve Karbonifer magmatik ve metamorfik kayaları yaygın olarak bulunmaktadır. Kırıntılı muskovit taneleri batı Sakarya Zonu'nda çoğunlukla orta-geç Paleozoyik magmatik-metamorfik kayaktan türemiştir. Bununla birlikte Rb-Sr yaşlandırması kırıntılı muskovit tanelerinin Sakarya Zonu'nu etkileyen Variskan orojenik olayı sırasında yenilendiğini ya da oluştuğunu göstermiştir. Sonuç olarak bu çalışma kırıntılı muskovit tanelerinin Rb-Sr izotopik karakteristiklerinin jeolojik olarak karmaşık bölgelerin provenansı için potansiyel belirleyici olabileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kırıntılı muskovit, Rb-Sr, Jurasik kumtaşı, Sakarya Zonu, Kuzeybatı Anadolu

**Katkı Belirtme:** Bu çalışma TÜBİTAK 2219 Yurt Dışı Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı kapsamında ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi FBA-2023-4284 nolu proje kapsamında desteklenmiştir



## Abstract

The Jurassic sandstones are exposed on the western Sakarya Zone. Fine to medium-grained sandstones are yellowish brown, medium-bedded and rests unconformably over a Paleozoic granitic basement. The Jurassic sandstones are unconformably overlain by the Bilecik Limestone in the western Sakarya Zone. The main mineral assemblage of sandstones is chiefly composed of quartz, K-feldspar, muscovite, biotite and rock fragments. This study presents in situ Rb-Sr isotope analyses of detrital muscovite minerals from the Jurassic sandstones. Rb-Sr isotopic system can be used as a useful geochronological tool to constrain the formation and/or cooling age of Rb-rich minerals such as muscovite for provenance studies. All detrital muscovite grains gave the radiometric dates in the range of 292 Ma and 781 Ma. In situ Rb-Sr dating of detrital muscovite grains in sandstones gave an isochron age of  $297 \pm 12$  Ma, which implies Late Paleozoic thermal event in the source area(s). Silurian, Devonian and Carboniferous magmatic and metamorphic rocks are common in the western Sakarya Zone. Detrital muscovite grains were mainly derived from middle to late Paleozoic magmatic-metamorphic source within the western Sakarya Zone. However, the Rb-Sr dating indicates that detrital muscovite grains would have been reset or formed during the Variscan orogenic event affecting the Sakarya Zone. Finally, our study shows that in situ detrital muscovite Rb-Sr isotopic characteristics could be a potential indicator for the provenance of geological complex areas.

**Keywords:** Detrital muscovite, In situ Rb-Sr, Jurassic sandstone, Sakarya Zone, Northwest Anatolia

**Acknowledgement:** *This study was supported by TUBITAK National Postdoctoral Research Scholarship Program (2219) and Çanakkale Onsekiz Mart University, the Scientific Research Coordination Unit, Project number: FBA-2023-4284.*

## Kırıkkale Civarında Yüzeyleyen Kırmızı Renkli Neojen Yaşlı Kazmaca Formasyonu ile Üst Eosen-Alt Miyosen Yaşlı İncik ve Bayındır Formasyonları; Jeolojik ve Jeokimyasal Yorumu

*Red colored Neogene Kazmaca Formation and Upper Eocene-Lower Miocene İncik and Bayındır Formations cropping out around Kırıkkale; Geological and Geochemical interpretation*

Menevşe Altan<sup>1</sup>, Berna Yavuz Pehlivanlı<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Öğrencisi, Yozgat, Türkiye, altanmenevse@hotmail.com ORCID: 0000-0002-0149-2786

<sup>2</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Yozgat, Türkiye, berna.yavuz@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0127-8525

### Özet

Kırıkkale civarında yüzeyleyen, kırmızı renkli, Neojen yaşlı, Kazmaca Formasyonu ile Üst Eosen- Alt Miyosen yaşlı İncik ve Bayındır Formasyonlarına ait örneklerin farklı jeolojik ortamsal şartlarda oluştuğu yorumlanmaktadır. Bu formasyonlar arazide çeşitli seviyelerde farklı özelliklerde oldukça geniş bir alanda kırmızı tabakalar şeklinde yüzlek vermektedir. Bu tür kayaçlar genellikle, denizel veya gölsel kökenli düşük enerjili kalkerli veya dolomitik silttaşları, şeyller ve karbonatlı kayaçlar olarak ve kıtasal kökenli yüksek enerjili kumtaşları, arkozlar ve konglomeralar olarak çökeltmektedir.

Çalışma sahasının temel oluşturan ofiyolitik melanjı, Paleosen yaşlı Sulakyurt graniti tarafından kesilmektedir. Bu birimin üzerinde üzerinde ise uyumsuz olarak Geç Eosen-Erken Miyosen yaşlı İncik Formasyonu yer almaktadır. İncik Formasyonu üzeri açılı diskordansla Geç Miyosen yaşlı Kızılrırmak Formasyonu gelmektedir. Kızılrırmak Formasyonu içerisinde, ara seviye olarak, bu formasyon ile eş yaşlı, petrografik olarak bazaltlardan oluşan, Faraşlı volkanikleri yer almaktadır. Paleosen yaşlı Sulakyurt graniti, İncik ve Kızılrırmak formasyonları tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Bölgenin en genç birimlerini alüvyonlar oluşturmaktadır.

Dünyada genellikle kırmızı renkli bu tür kayaçların oluşumu bakır gibi bileşenlerin oksitlenmiş tuzlu sular tarafından aktive olması ile; yada sülfür taşıyan sıvılar, deniz veya göl tortularındaki sülfatın indirgenmesi neticesinde oluşmaktadır. Ayrıca ortamın tektonizması; farklı çözeltilerin ortama katılması ve sülfür çökelişi ile oluşmaktadır. Dünyada farklı bölgelere ait kırmızı yatak tipi sedimanter kayaçların oluşumunda Cu, Ag, Pb, Zn, Mo, V, U, Th, Co gibi elementlerin etkili olduğu tespit edilmiştir. Mineral içeriği, ana ve iz element içerikleri XRD, XRF ve ICP-MS gibi analitik tekniklerle tespit edilmiştir. Kırmızı renkli sedimanların metal birikimi, esas olarak indirgenme-oksidadasyon reaksiyonları ile kontrol edilmektedir. Bu sahaya ait jeokimyasal veriler de oluşum mekanizması ile uyumlu sonuçlar vermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mineral içeriği, Ana element, İz element, XRD, XRF ve ICP-MS





## Abstract

It is interpreted that the samples of the red colored, Neogene aged Kazmaca Formation and the Upper Eocene-Lower Miocene aged İncik and Bayındır Formations that crop out around Kırıkale were formed in different geological environmental conditions. These formations crop out in the form of red layers in a very wide area with different characteristics at various levels in the field. These types of rocks are generally deposited as low energy calcareous or dolomitic siltstones, shales and carbonate rocks of marine or lacustrine origin and as high energy sandstones, arkoses and conglomerates of continental origin.

The ophiolitic melange forming the basement of the study area is cut by the Paleocene Sulakyurt granite. The Late Eocene-Early Miocene İncik Formation unconformably overlies this unit. The Late Miocene Kızılırmak Formation unconformably overlies the İncik Formation. Within the Kızılırmak Formation, Faraşlı volcanics, which are petrographically composed of basalts and are coeval with this formation, are located as an intermediate level. The Paleocene Sulakyurt granite is unconformably overlain by the İncik and Kızılırmak formations. The youngest units of the region are alluviums.

The formation of such rocks, which are generally red in color in the world, is formed by the activation of components such as copper by oxidized salt waters; or by the reduction of sulfate in sulfur-bearing liquids, sea or lake sediments. In addition, the tectonism of the environment; It is formed by the addition of different solutions to the environment and sulfur precipitation. It has been determined that elements such as Cu, Ag, Pb, Zn, Mo, V, U, Th, Co are effective in the formation of red bed type sedimentary rocks belonging to different regions in the world. Mineral content, main and trace element contents have been determined by analytical techniques such as XRD, XRF and ICP-MS. Metal accumulation in red colored sediments is mainly controlled by reduction-oxidation reactions. Geochemical data belonging to this area also gave results compatible with the formation mechanism.

**Keywords:** Mineral Content, Main Element, Trace Element, XRD, XRF and ICP-MS

## AUTHOR INDEX

### A

Abd Al-kader A. Alhadede **87**  
 Abdalbagi A.H. Hussien **50**  
 Abdullah Kaygusuz 63  
 Ahmet Can Akıncı 59, 107  
 Ahmet Can Özkan 111  
 Ali Akın Akyol 127  
 Ali Osman Taş **129**  
 Ali Rıza Ongun **88**  
 Ali Tuğcan Ünlüer **118**  
 Alican Öztürk 16  
 Alper Güneş 142  
 Andrey Goev 18  
 Anıl Küçükşümbül **97**  
 Aslıhan Korkmaz Eryılmaz **8, 10**  
 Asuman Kahya **103**  
 Aydın Rüşen 114, **116**  
 Ayman Mahmoud Ahmed 84  
 Ayşe Orhan **36, 140**  
 Ayşe Özdoğan Dölçek **82**  
 Ayşin Konak **125**

### B

Bahattin Güllü 72  
 Bahrıcan Ar **38**  
 Bashar Aziz Mahmoud 84  
 Berna Yavuz Pehlivanlı 48, 148  
 Bilgehan Kırmanlı 8, **10**  
 Bilgehan Yabgu Horasan 16  
 Buğra Çavdar 30

### C

Cahit Dönmez **67**  
 Cansu Almaz 88  
 Cem Saraç 114  
 Cem Yücel 63, **65**  
 Cevdet Bertan Güllüdağ 99  
 Cihan Can **133**

### D

David A. Banks 78, 80  
 Delia Rösel 144, 146  
 Demet Banu Koray **135**  
 Deniz İbiliolu 107  
 Derya Cicerali **63**

### E

Elif Dilek Bayrakcıoğlu **42**  
 Elizarov Dmitry Vladimirovich 16  
 Emine Sütçü Cicioğlu 105  
 Emrah Şimşek 70  
 Emre Aydınçakır 63  
 Emre Osman Cingil **30**  
 Ender Sarıfakıoğlu **16, 18**  
 Eren Şahiner **127**  
 Erkan Yılmaz 52  
 Ersel Göz **61**

Esra Yıldırım 67

### F

Fatih Kambur 36  
 Fırat Şengün **144, 146**

### G

Ghada A. Al-Hashyme **94**  
 Gilles Ruffet 63  
 Gökçe Gamze Ersoy 30  
 Gökhan Demirela **32, 46, 90**  
 Guohui Chen 70  
 Gülcan Bozkaya 78, **80**  
 Güldane Akıllı **14**  
 Güler Yılmaz Çalışkan 127  
 Gülin Gençoğlu Korkmaz **23**  
 Gültekin Tarcan 97  
 Gülten Yaylalı Abanuz 38

### H

Hakan Yazıcıoğlu 21  
 Halim Mutlu 30  
 Hande Sonsun **107**  
 Hazim M. Ahmed 86, 93  
 Hossein Kouhestani 40, **41**

### I

Isoqov Maqsud 67

### İ

İ. Sönmez Sayılı **28, 46**  
 İrem Aksoy **70**

### J

Jakhongir Movlanov 67  
 Junaid Ashraf **57, 122**

### K

Kayhan Işık **44**  
 Kezhang Qin 41  
 Khalid Ekhlayef N. Alhadidi 87, **95**  
 Kıymet Deniz Yağcıoğlu 36, **72, 127, 129**  
 Koray KOÇ **109**  
 Ksenia Dokukina 18  
 Kurtuluş Günay 30, 67

### M

Mariam Isaac Yako 92  
 Mehmet Ali Yastı 131  
 Mehmet Barış Durgun **90**  
 Mehmet Demirbilek 142  
 Mehmet Yılmaz Savaşçın **2, 4**  
 Menevşe Altan **148**  
 Meral Gürel **6**  
 Milan Kohút 59  
 Mir Ali Asghar Mokhtari **40, 41**  
 Moath A. Al-Hajjar 101  
 Mohammed Ali Fayyadh **92**  
 Muazzez Çelik Karakaya **114, 116**  
 Muhammed Çoban 16  
 Murat Çiflikli **19**



Murat Tokçaer 2, 4  
Musa Avni Akçe 12, 140  
Mustafa Afşin 75  
Mustafa Haydar Terzi 52, 90  
Mustafa Sevin 16  
Mustafa Tuna Kaskatı 38

**N**

Nail Yıldırım 67  
Namık Aysal 18  
Necati Karakaya 114, 116  
Necati Tüysüz 38  
Neriman Tuba Barlas 88  
Neslihan Ünal Kartal 99  
Nurdane İlbeyli 142  
Nurdoğan Sertel 34  
Nurullah Hanilçi 78, 80  
Nusret Nurlu 55, 59, 107

**O**

Obaidullah Andar 19  
Oğuzhan Gümrük 38  
Oktay Dumankaya 127  
Osman Parlak 67, 70  
Oya Cengiz 44

**Ö**

Ömer Bozkaya 78, 80  
Ömer Faruk Özkaya 131

**Q**

Qahtan Darwish Essa Al-Khafagi 86  
Qutaiba Al-Yozbakee 77

**R**

Recep Serdar Kara 88  
Roaa. N. Al-Shamaa 93

**S**

Sabir Rasimgil 142

Salih Bayraktutan 18  
Salim Ahmed Khudir 84  
Samet Saka 67  
Saodat Maripova 67  
Shaimaa A. Nasser 101  
Shaymaa Ghanim Dawood 95  
Sinan Akıska 28, 46  
Sonay Boyraz Aslan 105  
Svetlana Drogobuzhskaya 18

**Ş**

Şükrü Gökhan Köse 133

**T**

Tamara Bayanova 16, 18  
Tamer Koralay 25, 72, 111  
Taylan Akın 78, 80  
Thomas Zack 144, 146  
Tijen Üner 21, 138

**U**

Ufuk Keskin 48  
Ufuk Ören 25  
Ulvi Can Ünlügenç 107  
Utku Bağcı 70

**Ü**

Üftade Muşkara 125

**Y**

Yıldırım Dilek 16  
Yusuf Kağan Kadioğlu 6, 8, 10, 12, 14, 42, 50, 57,  
72, 120, 122, 127, 129  
Yücel Deniz Erdal 133

**Z**

Zehra Deveci Aral 67  
Zeynep Döner 118  
Zeynep Özlem Cihan 133  
Zhaoshan Chang 41

## SPONSORLARIMIZ

**AHLATCI**  
HOLDİNG

Ahlatcı Holding  
<https://www.ahlatci.com.tr>  
Adres: Eğridere Caddesi No:17 Merkez / Çorum  
Tel: 444 0 186  
Fax: (+90) 364 224 66 66  
E-posta: kurumsal@ahlatci.com.tr

Atomika Teknik  
<https://www.atomikateknik.com>  
Adres: Beştepe Mah. Yaşam Cad. Nergiz Sok. Via Flat 7/2  
Kat:3 No:78 06510 Yenimahalle / Ankara  
Tel: (+90) 312 219 22 00  
Fax: (+90) 312 219 22 10  
E-posta: bilgi@atomikateknik.com

  
**ATOMIKA**  
TEKNİK

  
**REDOKS**  
ANALİTİK CİHAZLAR

Redoks Kimyasal Biyolojik Mad. ve Lab. Cih. A.Ş.  
<https://www.redokslab.com/>  
Adres: Mustafa Kemal Mahallesi 2076. Sokak  
No: 8 06530 Çankaya / Ankara  
Tel: (+90) 312 479 3435  
Fax: (+90) 312 479 3445  
E-posta: info@redokslab.com

DENGE Teknik Cihazlar  
<https://www.dengeteknik.com.tr/>  
Adres: Mustafa Kemal Mah. 2141. Cad.  
No:22/9 Çankaya/Ankara  
Tel: (+90) 312 478 61 92  
Fax: (+90) 312 478 61 95  
E-posta: info@dengeteknik.com.tr

  
**DENGE**  
Teknik  
Cihazlar

  
**LİTA ANALİTİK**

Lita Analitik  
<https://litaanalitik.com.tr/>  
Adres: Gazi Üniversitesi Gölbaşı Yerleşkesi Bahçelievler Mah.  
323/1 Cadde C Blok No: 10/50 C-4 Gölbaşı ANKARA  
Tel: (+90) 312 485 35 30  
E-posta: info@litaanalitik.com.tr

İZA Makina  
<https://www.izamakina.com>  
Adres: Ç.S.S. 64. Sk. No:1 Çorum / TÜRKİYE  
Tel: (+90) 364 606 06 22  
E-posta: iza@izamakina.com

  
**İZA**

**İZA MAKİNA**

Asia Diamond  
<https://asiapirlanta.com/>  
Adres: Alemdar Mah. Divan Yolu Cad. Erçevik Han  
No: 48/209 Sultanahmet / Fatih / İstanbul  
Tel: (+90) 553 288 70 07  
E-posta: info@asiapirlanta.com

  
**ASIA**  
diamond





**İletişim**

Aksaray Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

+90 382 288 3745 - 3743