



FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



TUBİTAK-BUTAL  
BURSA TEST VE ANALİZ LABORATUVARI

IV. ULUSAL JEOKİMYA SEMPOZYUMU

26-28 MAYIS 2010  
ELAZIĞ

BİLDİRİLER VE ÖZETLER

Editör: Prof.Dr. Ahmet ŞAŞMAZ

## IV. ULUSAL JEOKİMYA SEMPOZYUMU

### BİLİM KURULU

Prof. Dr. Miraç AKÇAY	KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Ercan ALDANMAZ	KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Mesut ANIL	ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Mehmet ARSLAN	KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Serdar BAYARI	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Durmuş BOZTUĞ	TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Hüseyin ÇELEBİ	MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Bahattin ÇETİNDAG	FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Fazlı ÇOBAN	BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU	NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Cevdet DEMİR	ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Atasever GEDİKOĞLU	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Ahmet GÖKÇE	CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Cemal GÜNCÜOĞLU	ORTADOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Şeref GÜÇER	ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Nilgün GÜLEÇ	ORTADOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Ali Haydar GÜLTEKİN	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Cahit HELVACI	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Muazzez ÇELİK KARAKAYA	SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Yusuf KAĞAN KADIOĞLU	ANKARA ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Hulusi KARGI	PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Yaşar KİBİCİ	AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Osman KOPTAGEL	CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Halim MUTLU	ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Mustafa KUŞCU	SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Yüksel ÖRGÜN	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Orhan ÖZÇELİK	AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. İsmet ÖZGENÇ	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK	İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Osman PARLAK	ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Ali POLAT	WINDSOR ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Burhan SADIKLAR	KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Ahmet SAĞIROĞLU	FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Kadir SARIİZ	ESKİŞEHİR OSMAN GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Muharrem SATIR	TÜBİNGEN ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Yılmaz SAVAŞÇIN	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Abidin TEMEL	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Selçuk TOKEL	KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Hüseyin YALÇIN	CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Mehmet YAMAN	FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Fuat YAVUZ	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Doç. Dr. Galip YÜCE	OSMAN GAZİ ÜNİVERSİTESİ



## **ÖNSÖZ**

Saygıdeğer Meslektaşlarım;

Jeokimya ‘yer ve ‘kimya’ kelimelerinden oluşan ve kısaca yer kimyası olarak tanımlanan, yeryuvarı ve çevresindeki tüm kimyasal olayları inceleyip jeolojik bir bakış açısı ile değerlendirebilen bilim dalıdır. Modern anlamıyla jeokimya, temel jeokimya ve uygulamalı jeokimya olmak üzere iki ana dala ayrılmaktadır. Daha genel tanımı ile jeokimya, yeryuvarını oluşturan maddelerin kimyasal içerikleri, elementlerin bu maddeler içerisindeki dağılımları ve hareketleri, değişik ortam koşullarında bu dağılımların özelliklerini denetleyen yasaları incelemektedir.

Günümüz koşullarında jeokimyasal çalışmaların tümünde, modern teknolojik gelişmelerden en üst düzeyde yararlanarak sonuca ulaşmanın gerekli ve kaçınılmaz olduğunu görmekteyiz. Bu nedenle, diğer bilim dalları gibi jeokimya bilim dalı da hızla gelişmektedir. Bu gelişim, jeokimya bilim dalı ile ilgilenen değerli bilim adamlarının organize olmasını zorunlu hale getirmiştir. Türkiye’de Jeokimya ile ilgili ilk toplantı ‘I. Ulusal Jeokimya Sempozyumu’ kapsamında 2004 yılında gerçekleştirilmiştir. Oldukça başarılı geçen bu etkinlik artan bir ilgi ile devam etmektedir.

Kıymetli meslektaşlarımızın katkıları ile 77 özgün çalışmanın sunulduğu ‘IV. Ulusal Jeokimya Sempozyumu’nun başarılı olmasını diler, katılımcıları kutlar, sempozyumun gerçekleşmesini sağlayan organizasyon komitesine, Fırat Üniversitesi Rektörlüğü ve BÜTAL (TÜBİTAK) Müdürlüğü’ne, ayrıca sempozyuma sponsorluk desteği sağlayan İGDAŞ, İstanbul Maden ve Metal İhracatçıları Birliği (İMMİB), Koza Altın İşletmeleri, TÜPRAG Metal ve Madencilik ile Belen Madencilik San. ve Tic. A.Ş.’ ne teşekkür eder, saygılar sunarım.

Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ

Sempozyum Düzenleme Kurulu Başkanı

## İÇİNDEKİLER

### Önsöz

#### **Cağrılı Bildiriler**

Sayfa No

Muharrem SATIR

**Oklo Uranyum Yatakları Örneğiyle Doğal Atom Reaktörü ! Niçin ve Neden?** 1

Ali POLAT

**Arkiyen tektoniği ve Erken ve Orta Arkiyen'de kıtasal kabuk büyümesi,  
Güneybatı Grönland: İz element ve Nd izotop kayıtları** 3

Francesco ITALIANO

**Sıvılar ve Depremler: Sismojenezin daha iyi anlaşılması için Jeokimyasal bir yaklaşım** 5

Andrzej T. SOLECKI

**Geochemistry of radon** 7

Durmuş BOZTUĞ

**Orta Anadolu granitoidlerinin hornblend ve biyotit Ar-Ar jeo-termokronolojisi** 9

Ahmet GÖKCE, Muharrem SATIR, Gülcan BOZKAYA, Esra ÜNAL

**Akdağmadeni (Yozgat) yöresi kurşun-çinko yataklarında kurşun ve  
kükürt izotopları jeokimyası incelemeleri** 11

Esra Ünal ÇAKIR, Ahmet GÖKÇE

**Akgüney (Kabaduz-Ordu) Bakır-Kurşun-Çinko Yatağının Kükürt ve Kurşun İzotopları** 13

Halim MUTLU, Ünal AKKEMİK, Nesibe KÖSE, Duru ARAL,

Nüzhet DALFES, Sturt W. MANNING, Charlotte PEARSON

**Ağaç Halkalarının Karbon ve Oksijen İzotop Kayıtları: Anadolu'dan Örnekler** 15

Duru ARAL, Halim MUTLU, Ünal AKKEMİK, Nesibe KÖSE,

Nüzhet DALFES, Sturt W. MANNING, Charlotte PEARSON

**Ağaç Halkalarında Ölçülen Karbon ve**

**Oksijen İzotop Oranları ile İklimsel Parametrelerin Karşılaştırılması** 17

Can BAŞARAN , Ahmet YILDIZ

**Hallaçlar (Banaz, Uşak) Kaolen Yatağının Jeokimyası ve Kökeni** 19

E. ÇİFTÇİ, N. GHOSH & A. R. BASU

**Orta Torit Kuşağı Pb-Zn Cevher Oluşumlarının Kökeni:**

**Galendeki Kurşun ve Kükürt İzotoplarından Kanıtlar** 21

Oya CENGİZ, Ali UÇURUM, Philippe MUCHEZ	
<b>Alanya Masifi’ndeki Barit, Sülfürlü Barit ve Pb-Zn Cevherleşmelerini Oluşturan Çözeltilerin Kökeninin İzotop Jeokimyası (S, O, Sr, Pb) ile Belirlenmesi</b>	<b>23</b>
Metin BAĞCI, Ahmet YILDIZ, Yaşar KİBİCİ, Ömer AKINCI	
<b>Menderes Masifi’nin (Muğla) Güneyindeki Mermer Yataklarının Jeolojisi ve İzotop (Sr, C ve O) Jeokimyası</b>	<b>25</b>
Emre AYDINÇAKIR, Cüneyt ŞEN	
<b>Borçka (Artvin) Yöresi Tersiyer Yaşlı Volkanik Kayaçların Mineral Kimyası ve Petrokimyası, Doğu Pontidler, KD Türkiye</b>	<b>27</b>
Zeynel BAŞIBÜYÜK, Hüseyin YALÇIN, Ömer BOZKAYA	
<b>Zara-Suşehri (KD Sivas) Yöresi Magmatik Kayaçlarında Hidrotermal Karışık Tabakalı İllit-Smektit Oluşumları</b>	<b>29</b>
Cem YÜCEL, Mehmet ARSLAN, İrfan TEMİZEL, Emel ABDİOĞLU	
<b>Doğu Pontid Kuzey Zonu (KD Türkiye) Tersiyer Yaşlı Alkalın Volkanitlerin Petrokimyasal Özellikleri</b>	<b>31</b>
Emel ABDİOĞLU, Mehmet ARSLAN, Selahattin KADİR	
<b>Murgul (Artvin) Yöresi Altere Volkanitlerinin Tüm Kayaç Jeokimyası, Alterasyon Minerallerinin Duraylı İzotop Özellikleri ve K-Ar Yaşlandırmaları, KD Türkiye</b>	<b>33</b>
Sabah YILMAZ ŞAHİN, Yüksel ÖRGÜN	
<b>Kestanbol Plütону (Ezine-Çanakkale) ve Mafik Mikrogranüler Enklavlarının Mineral ve Tümkayaç Jeokimyası</b>	<b>35</b>
Sema TETİKER, Hüseyin YALÇIN, Ömer BOZKAYA	
<b>KB Anadolu ve Tokat Yöresi Karakaya Karmaşığı Fillosilikatlarının Jeokimyası</b>	<b>37</b>
Nazmi OTLU, Hüseyin YALÇIN, Ömer BOZKAYA, İrfan ŞAKAR, Hülya YEŞİLDAĞ	
<b>Yıldızeli (Sivas) Yöresi Karakoç Mafik/Ultramafik Plutonikleri’nin Mineraloji-Petrografi ve Jeokimyası</b>	<b>39</b>
Mehmet Ali KURT, Musa ALPASLAN, Abidin TEMEL, Cüneyt GÜLER	
<b>Delicay ve Tarsus Çayı Arasında Yeralan Delta Çökellerinin Kökensel Farklılıkları: Jeokimyasal ve Mineralojik Kanıtlar</b>	<b>41</b>
Ahmet Dündar ŞEN, İbrahim UYSAL, Orhan KARSLI	
<b>Abisal ve yitim karakterli manto peridotitleri, Harmancık ofiyoliti, Bursa, KB Türkiye</b>	<b>43</b>

- Osman PARLAK, Nusret NURLU, Tamer RIZAOĞLU, Fatih KARAOĞLAN, Utku BAĞCI, Ayten ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL, Sevcan KÜRÜM  
**Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağında Yeralan İspendere (Malatya) Ofiyoliti'nin Tektonik Ortamı ve Önemi** 45  
Bünyamin AKGÜL
- Malatya bölgesindeki (Doğu Anadolu-Türkiye) yay ve çarpışma sonrası açılma ile ilişkili granitoidlerin oluşum zamanı ve magmalarının kaynağı** 47  
Ayten ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL, Durmuş BOZTUĞ, Sevcan KÜRÜM, Bünyamin AKGÜL
- Pertek İntruzif Kayaçlarında İzotopik ve Jeokimyasal Veriler, Doğu Anadolu, Türkiye** 49  
Dağhan ÇELEBİ, Nezihi KÖPRÜBAŞI, Aykut GÜÇTEKİN
- Kuzeybatı Anadolu'da yüzeylenen farklı kuşak granitoidlerin jeokimyasal deneştirmeleri** 51  
Orhan KARSLI, Şemsettin CARAN, Raif KANDEMİR, Hakan ÇOBAN, Abdurrahman DOKUZ
- Doğu Pontidler'de Kampaniyen yaşlı A-tipi granitoidlerin kökeni, KD Türkiye: yitim zonunda hibrit A-tipi granitoid oluşumu için kayıtlar** 53  
Bahattin GÜLLÜ , Yusuf Kağan KADIOĞLU
- Topkaya Granitoidindeki Mafik Daykların Kökeni, Eskişehir - Sakarya Levhası, Türkiye** 55  
Kıymet DENİZ, Yusuf Kağan KADIOĞLU
- Buzlukdağı Siyenitoidindeki Geç Mesozoyik Alkalen Kayaçların Petrolojik Özellikleri, İç Anadolu, Türkiye** 57  
Oğuz ZOROĞLU, Yusuf Kağan KADIOĞLU, Tamer KORALAY, Bahattin GÜLLÜ
- Günyüzü (Eskişehir) İntruzif Kütlesinin Jeolojisi ve Petrolojisi** 59  
Yusuf Kagan KADIOGLU
- Magma Kristalleşme Sürecinin Konfokal Raman Spektroskopisi (KRS) Yöntemi ile Yorumu : Türkiye'den Örnekler** 61  
Ali Rıza ÇOLAKOĞLU, Kurtuluş GÜNAY, Üner ÇAKIR
- Mehmetalın Ofiyolitinin (Van-Özalp) Jeolojisi ve Mafik Dayklarında Yay Gerisi Havza Karakteristiklerinin Jeokimyasal Bulguları** 63  
Selçuk TOKEL
- Toprak Jeokimyası Prospeksiyonu ve Self Potansiyel Teknikleri ile B.Anadolu Metalloid Provensi Gömülü Antimon Birikimlerinde Hedef Saptama** 65

Ahmet DURSUN, Mehmet ALTUNBEY

**Batı ve Doğu Kef (Guleman – Elazığ) Krom Yataklarının Mineralojisi ve Jeokimyası** 67

İsmet ÖZGENÇ, Ahmet ŞAŞMAZ, Murat TOKÇAER, Mehmet AKBULUT, Tolga OYMAN,

**Hasançelebi (Konukdere-Hekimhan-Malatya) ve Buzlukdağ (Bayındır-Kırşehir)**

**Çevresi Alkali Kayaçlar ve Karbonatitlerle İlgili Skarn Oluşumlarının Petrolojisi,**

**Nadir Toprak Elementleri (NTE) Jeokimyası ve Olası Cevher Odaklarının Belirlenmesi** 69

İbrahim UYSAL, Federica ZACCARINI, Necla KÖPRÜBAŞI, Utku BAĞCI, Tamer RIZAOĞLU,  
R. Melih AKMAZ, Ahmet D. ŞEN, Giorgio GARUTI, Oskar THALHAMMER

**Laurit (RuS<sub>2</sub>)’ce zengin Yüksek-Cr Ofiyolitik Kromitleri, Islahiye, GD-Türkiye:**

**Cevher Mikroskobisi ve Elektron Mikroprob Verileri** 71

İbrahim UYSAL, Yıldırım DİLEK, Ender SARIFAKİOĞLU, Thomas MEISEL

**Rheic SSZ Okyanusal Litosfer (320 My) kalıntıları, İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu, KD**

**Türkiye: Refahiye-Erzincan Ofiyolitinden Yeni Jeokimyasal ve Re-Os İzotop Verileri** 73

Nursel ÖKSÜZ, Alpay KARAKUŞ

**Cihanpaşa-Büyük Mahal-Derbent (Yozgat) Bölgelerindeki Manganez Cevherleşmelerinin**

**Jeokimyasal Özellikleri** 75

Burcu GÖREN, Mustafa AKYILDIZ, Nail YILDIRIM, Semiha İLHAN

**Koçali Karmaşığı İçerisindeki Mangan Cevherleşmelerinin Kökenine Bir Yaklaşım** 77

Nail YILDIRIM, Yunus AY, Cevdet ÇAKIR, Semiha İLHAN, Cahit DÖNMEZ,  
Esra YILDIRIM

**Koçali Ofiyolitik Karmaşığı’nın Metalojenik (Cu-Au) Önemi** 79

Mehmet YILMAZ

**Türkiye’de Altın ve Altın Madenciliği ve TÜPRAG Metal Madencilik** 81

Şeref GÜÇER

**Jeokimyasal Örneklerde Eser Element Analizleri ve Önemi** 83

D. DEMİRHİSAR, M. ÇÖTELİ, A. GÜNTÜRK, A. YAVUZ

**Jeokimyasal analizlerde çözücü asit interferanslarının**

**ICP-OES tekniği kullanılarak incelenmesi** 85

Belgin Aydın YILDIRIM, Leyla KALENDER, Ahmet ŞAŞMAZ

**Çolaklı (Elazığ) çevresindeki Pb-Zn-Cu cevherleşmeleri ile**

**ilişkili kuvarlarda sıvı kapanım incelemeleri** 87



Gülay SEZERER KURU, İsmet CENGİZ, Mehmet ASLAN, Alper SAKİTAŞ <b>Porfiri Tip Alterasyon Zonlarındaki Metal Zenginleşmelerin Takibinde Sıvı Kapanım Petrografisinden Nasıl Yararlanılmaktadır ? Bir Örnek; İnanmış Sahası (Erzurum-Oltu)</b>	89
İsmail KOÇAK, Şükrü KOÇ <b>Bigadiç Borat Yataklarında Sıvı Kapanım Çalışmaları</b>	91
Muazzez ÇELİK KARAKAYA, Necati KARAKAYA <b>Giresun (KD Türkiye) Yöresi Masif Sülfid Yatakları Çevresindeki Bitki ve Çökellerin Jeokimyası</b>	93
Güllü KIRAT, Cemal BÖLÜCEK, Leyla KALENDER, Ahmet SAĞIROĞLU, İsmail TÜRKOĞLU <b>Görgü (Yeşilyurt-Malatya) Kurşun – Çinko Yatağı Çevresinde Toprak ve Bazı Bitkilerde (<i>Euphorbia Macroclada</i> ve <i>Cruciata Taurica</i>) Ag, Ba, Cd, Pb ve Zn Dağılımı</b>	95
Cihan YURTERİ, Zeynep ÖZDEMİR, Erkan DEMİR <b>Küçükfindıkpınar-Erdemli-Mersin Bölgesinde Yetişen <i>Pinus nigra</i> (Karaçam) Bitki Türü ile Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Cd, Cr ve Pb için Biyojeokimyasal Anomalilerin İncelenmesi</b>	97
Melike ÖZLÜK, Ali SARI <b>Himmetoğlu Formasyonu (Göynük-Bolu) Organik Kayaçlarında Element Zenginleşmeleri</b>	99
Ayşegül CANATALI <b>Güneydoğu Anadolu Bölgesi Sınır Petrollerinin Karbon İzotop ve Biyolojik Fosiller (Biomarkers) Kullanılarak Değerlendirmesi ve Suriye Petrolleri ile Karşılaştırması</b>	101
Derya KOCA, Ali SARI, Berna YAVUZ, Şükrü KOÇ <b>Kepeztepe (Nallıhan, Ankara) Civarı Organik Kayaçlarının Redoks Depolanma Koşulları</b>	103
Derya KOCA, Ali SARI, Berna YAVUZ, Şükrü KOÇ <b>Kepeztepe (Nallıhan, Ankara) Civarı Organik Kayaçlarında Element Zenginleşmeleri</b>	105
Berna YAVUZ, Şükrü KOÇ, Esra ERGİN, Leyla AÇIK, Mecit VURAL, Yusuf Kağan KADIOĞLU, Derya KOCA, Vedat GÖK <b>Çayırhan (Ankara) Bölgesindeki Bitki Çeşitliliği ve Bölgedeki Organik Maddece Zengin Kayaçlarla olan Jeokimyasal İlişkisi</b>	107

IV. Ulusal Jeokimya Sempozyum Bildirileri, Elazığ 2010

Berna YAVUZ, ŞÜKRÜ Koç, Ali SARI, Derya KOCA	
<b>Hırka Formasyonu'na ait Organik Maddece Zengin Örneklerin Derinliğe Bağlı Jeokimyasal Paleoredoks Değişimleri (Beypazarı-Ankara)</b>	<b>109</b>
M. Kaya ÇOBAN	
<b>Güneydoğu Anadolu Ana Yapısal Kuşakları'nda Sıcaklık Gradyan Dağılımı</b>	<b>111</b>
Fatma GÜLTEKİN, Arzu Fırat ERSOY, Esra HATİPOĞLU	
<b>Trabzon ili CO<sub>2</sub>'ce zengin kaynak sularında su-kayaç ilişkisi</b>	<b>113</b>
Andrzej T. SOLECKI, Ahmet ŞAŞMAZ, Dagmara E. Tchorz-TRZECIAKIEWICZ	
<b>Kapadokya (Nevşehir, Türkiye) turistik bölgesindeki kapalı alanlarda radon aktivite gözlemlerinin ilk sonuçları</b>	<b>115</b>
Mehmet ÖZKUL, Kele SANDOR, Ali GÖKGÖZ, Mehmet Oruç BAYKARA, István FORİZS	
<b>Bantlı Travertenlerin Jeokimyası ve Kökenleri Hakkında Görüşler:</b>	
<b>Denizli Havzası'ndan (Batı Anadolu) Örnek Bir Çalışma</b>	<b>117</b>
Lütfi TAŞKIRAN, Galip YÜCE	
<b>Erzurum-Bingöl Civarındaki Jeotermal Potansiyel: Tekman Jeotermal Sahası</b>	<b>119</b>
Sevim ÖZULUKALE, Bahattin ÇETİNDAG	
<b>Fırat Üniversitesi Kampus Alanındaki Yeraltı Sularının İçme Suyu Olarak Kullanımının İncelenmesi</b>	<b>121</b>
Tülay EKEMEN KESKİN	
<b>Eskipazar (Karabük) bölgesinde sismik aktivitelere bağlı olarak meydana gelen yeraltısuyu değişimleri</b>	<b>123</b>
Sonay BOYRAZ, Hong WANG	
<b>Geç Miyosen yaşlı paleosol (eski toprak) istifinin (Denizli-Çal, GB Anadolu) karbon izotopları (<math>\delta^{13}\text{C}</math>) ve Geç Miyosen Ekolojisi</b>	<b>125</b>
Suzan PASVANOĞLU ve Sunay GÜLER	
<b>Diyadin (Ağrı) ve Çevresinin Jeotermal Enerji Yönünden İncelenmesi</b>	<b>127</b>
Suzan PASVANOĞLU, Sunay GÜLER	
<b>Zilan (Erciş) Sıcak ve Mineralli Su Kaynaklarının Hidrojeokimyasal İncelemesi</b>	<b>129</b>
Seda BAKIR, Özlem ÖZTEKİN OKAN	
<b>Baskil (Elazığ) ve Yakın Çevresindeki Tarım Arazilerinde Kullanılan Gübrelerin Yeraltı Sularına Etkileri</b>	<b>131</b>
Lütfi TAŞKIRAN, Galip YÜCE	
<b>Tekman (Erzurum) Güneybatısındaki Sıcak Su Kaynaklarının Hidrojeokimyasal Özellikleri</b>	<b>133</b>

Selahattin KADİR, Pırıl Önen-HALL, Nihal S. AYDİN

**Zonguldak (KB Türkiye) Yöresindeki Çevresel Faktörün Kansere Üzerine Etkisi** 135

Serdar KESKİN, Taner ÜNLÜ, Ebru COŞKUN

**Elmadağbeli, Menteş, Kartalkaya ve Mağarabeli Demir Yataklarında**

**Jeotermometrik Çalışmalar (Kayseri-Adana Havzası, Türkiye)** 137

Yeliz TEKER, Mustafa KUŞCU

**Isparta Bölgesi Manganez Cevherleşmelerinin Jeokimyasal Özellikleri** 139

Tülay BAK, İlknur BATAR, Cüneyt ŞEN

**Düzce (Akçakoca)-Trabzon Arası Kıyı Tortularının Ana ve İz Element Jeokimyası** 141

Dicle BAL AKKOCA

**Neojen Göl Sedimanlarında Oluşum Ortamına göre Mineralojik ve Jeokimyasal**

**Değişimler (Elazığ Güneyi)** 143

Cahit DÖNMEZ, Osman PARLAK, Nail YILDIRIM

**Soğanlı-Uyandık (Elazığ) Arasındaki Elazığ Magmatitlerinin**

**Jeokimyası ve Tektonik Ortamı** 145

Onur ŞAHİNOL, Zeynep ÖZDEMİR, Erkan DEMİR

**Küçükfindıkpınar-Erdemli-Mersin Bölgesinde Yetişen Karaçam (*Pinus nigra*)**

**Bitkisinin Bor için Biyojeokimyasal Prospeksiyonu** 147

Tülay EKEMEN KESKİN

**Eskipazar (Karabük) çevresindeki yeraltularında tarımsal**

**aktivitelere bağlı nitrat ve ağır metal kirlilikleri** 149

Selçuk ALEMDAĞ, Zülfü GÜROCAK

**Üst Kretase yaşlı bazaltlarda (Trabzon) bozunma ile jeokimyasal**

**özellikler arasındaki ilişkiler** 151

İskender IŞIK, Deniz UZUNOĞLU, Mehmet KARACA

**Türkiye'nin ayrışma indeksi haritası ve bazı endüstriyel uygulama alanları** 153

**Oklo Uranyum Yatakları Örneğiyle Doğal Atom Reaktörü ! Niçin ve Neden?**

**Muharrem SATIR**

Tübingen Üniversitesi, Yerbilimleri Fakültesi Tübingen, Almanya

1972 yılında Oklo Uranyum yatakları içerisinde 1.7-1.8 Ga yıl önce "spontan Fission" sonucu zincirleme çekirdek tepkimelerinin olduğu bilimsel olarak saptanmıştır. Zincirleme çekirdek tepkimeleri sırasındaki fiziksel ve kimyasal süreçler aynen enerji üreten çağdaş reaktörlerde olduğu gibi gelişmiştir. Bugün doğal Uranyum genelde 99.3 %  $^{238}\text{U}$  ve 0.7113 %  $^{235}\text{U}$  izotop oranlarını verir. Oklo örneğinde ölçülen  $^{235}\text{U}$  izotopu, 0.7113 % yerine 0.7082 (en düşük 0.296%) olarak bulununca yörede ayrıntılı çalışmalar başlatıldı. Doğal Oklo reaktörünün bilimsel çalışmalara, insanlığa ve özellikle radyoaktif katı atıkların nerelere, hangi koşullarda depolanması gerektiği konusunda önemli bilgiler vermektedir.

**Anahtar Kelimeler** Uranyum, Oklo, atom reaktörü

**Natural nuclear reactors; why and how?**

**The Oklo example**

**Muharrem SATIR**

Universität Tübingen, Geowissenschaftliche Fakultät, Tübingen Germany

A sustainable nuclear reaction chain requires a critical mass of the fissioning isotope. This process occurs in carefully controlled nuclear reactors. But it can also occur in nature if the required conditions are met. The only natural known example till 1972 is the Oklo fossil reactors in Gabon that were active some 1.7 – 1.8 Ga ago. They are uranium ore deposits that had operated as natural fission reactors. This is suggested by isotopes ratios that strongly resemble those in spent fuel generated by modern nuclear reactors. They are marked by

$^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$  ratio anomalies of 0.440% and similar anomalies for Nd and Ru isotopes. At present, natural proportions of  $^{238}\text{U}$  and  $^{235}\text{U}$  amount to 99.3% and 0.7%, respectively. Calculations back to 1.7 Ga ago, the age of the Oklo deposits, indicate 3% content of  $^{235}\text{U}$ , a value high enough to permit nuclear fission to occur, provided other conditions are met. All these show that a modern nuclear reactor-like process had occurred at Oklo and nature effectively contained the radioactive wastes created by the reactions.

**Key words** Uranium, Oklo, nuclear reactor

**Arkiyen tektoniği ve Erken ve Orta Arkiyen’de kıtasal kabuk büyümesi, Güneybatı Grönland: İz element ve Nd izotop kayıtları**

**Ali POLAT**

Department of Earth and Environmental Sciences, University of Windsor, Windsor, ON, Canada  
([polat@uwindsor.ca](mailto:polat@uwindsor.ca))

Güneybatı Grönland’daki Arkiyen kıta kalkanı bir kaç kez deformasyona ve metamorfizmaya uğramış 3.85-2.65 milyar yıl yaşlı granitoid kökenli gnayslar ve yeşilkayaç kuşaklarından oluşmuştur. Erken Arkiyen (3.8-3.7 milyar yıl yaşlı) Isua ve Orta Arkiyen (3.1-2.9 milyar yıl yaşlı) Ivisaartoq ve Fiskenaesset yeşilkayaç kuşakları mafik ve ultramafik lavlar ve silllerden meydana gelmiştir. Isua kayaç kuşağı ayrıca volkanik kayaçlarla ardalanmış tabakalı demir yatakları ve çörtlere içermektedir. Lavlar toleyitik bazalt, bononit ve pikritlerden oluşur. Isua ve Ivisaartoq kayaç kuşakları amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğramıştır. Fiskenaesset kuşağındaki metamorfizmanın derecesi ise granulit fasiyesine kadar çıkmaktadır. Fiskenaesset kuşağındaki yeşilkayaçlar, anortozit, gabro, pirokсенit dünit ve peridotit gibi tabakalı sokulum kayaçları ile birlikte oluşmaktadır. Yeşilkayaç kuşaklarındaki bazaltik, pikritik ve bononitik lavların iz element bileşimleri, bu kayaçların ada-yayı ve ada-önü-yayı ortamlarında oluştuğunu göstermektedir. Nd izotop analizleri, tüm yeşilkayaç kuşaklarının tükenmiş mantodan türediğine ve önemli bir miktarda kıtasal kirlenmeye maruz kalmadığına işaret etmektedir. Başlangıç epsilon-Nd izotop değerleri Erken Arkiyen Isua kayaçlarında +1 ile +3 arasında, Orta Arkiyen Ivisaartoq kayaçlarında +0.5 ile +5.0 arasında ve Orta Arkiyen Fiskenaesset anortozit, gabro, dünit ve peridotitlerde ise +2.5 ile +5.0 arasında değişmektedir. Logaritmik La/Th, Sm/Th, Yb/Th ve Nb/Th iz element oranlarına dayalı tektonik ortam ayırma diyagramlarında, Grönland’daki Erken Arkiyen ve Orta Arkiyen yaşlı volkanik kayaçlar orta-okyanus sırtı (MORB) bazaltları ile ada-yayı bazaltları (IAT) arasında geçiş göstermektedir. Bu iki ortam arasındaki geçiş, normal okyanus sırtlarının altındaki tükenmiş mantonun dalma-batma ile kirlendiğini ve dolayısıyla tükenmiş üst mantonun dalma-batma olayı sonucunda yay-altı mantosu haline dönüştüğünü yansıtmaktadır. Tükenmiş ve dalma-batma yoluyla kirlenmiş mantodan türeyen bu Erken ve Orta Arkiyen yaşlı kayaçlar, okyanusal ada-yaylarını oluşturmuştur. Bu ada-yaylarının birbirine eklenmesi ve granitoidlerin magmatik yaylar içine sokulmasıyla güneybatı Grönland’daki Arkiyen kıta kabuğu meydana gelmiştir.

**Anahtar kelimeler** Arkiyen tektoniği, kabuk büyümesi, iz element, Nd izotop

**Archean tectonics and growth of Eoarchean to Mesoarchean continental crust, SW Greenland:  
Evidence from trace elements and Nd isotopes**

**Ali POLAT**

Department of Earth and Environmental Sciences, University of Windsor, Windsor, ON, Canada  
([polat@uwindsor.ca](mailto:polat@uwindsor.ca))

Archean crust in southern West Greenland is composed of multiply-deformed and -metamorphosed 3.85 to 2.65 Ga TTG gneisses and greenstone belts. The Eoarchean (3.8-3.7 Ga) Isua and Mesoarchean (3.1-2.9 Ga) Ivisaartoq and Fiskenaesset greenstone belts are composed mainly of mafic to ultramafic lavas and sills. In addition, the Isua greenstone belt contains banded iron formation and cherts interlayering with volcanic rocks. Volcanic rocks of the Eoarchean Isua and Mesoarchean Ivisaartoq greenstone belts are composed of tholeiitic pillow basalts, boninites, and picrites. The Fiskenaesset volcanic rocks consist predominantly of tholeiitic basalts. The Isua and Ivisaartoq greenstone belts underwent amphibolite facies metamorphism, whereas the Fiskenaesset rocks were metamorphosed under granulite facies conditions. The Fiskenaesset volcanic rocks are spatially associated with layered anorthosites, gabbros, leucogabbros, dunites, and peridotites. Trace element systematic of basalts, boninites, and picrites are consistent with a supra-subduction zone (arc and fore-arc) geodynamic origin. Nd isotope compositions of volcanic rocks from the Isua and Ivisaartoq greenstone belts suggest that they were derived depleted mantle sources, and crustal contamination was insignificant. Initial epsilon-Nd values of the Eoarchean Isua and Mesoarchean Ivisaartoq rocks range from +1.0 to +3.0 and from +0.5 to +5.0, respectively. Initial epsilon-Nd values of the Fiskenaesset anorthosites, gabbros, dunites, and peridotites are between +2.5 and +5.0. On recently developed new petrogenetic discrimination diagrams, based on the log-transformed ratios of immobile elements, such as La/Th, Sm/Th, Yb/Th, Nb/Th, Eoarchean to Mesoarchean volcanic rocks display a trend projecting from mid-ocean ridge basalt (MORB) to island arc basalt (IAB) field. This trend is interpreted as reflecting the entrainment by induced convection of Archean depleted upper mantle (i.e., the source of Archean MORB) into a subarc mantle wedge following the initiation of intra-oceanic subduction and arc migration. Archean continental crust in southern West Greenland was grown by accretion of Eoarchean to Mesoarchean oceanic island arcs and intrusion of granitoid magmas into these island arcs.

**Key words** Archean tectonic, crust growth, trace element, Nd isotopes

**Sıvılar ve Depremler: Sismojenezin daha iyi anlaşılması için jeokimyasal bir yaklaşım**

**Francesco ITALIANO**

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo, via U. La Malfa 153, Palermo, Italy

6 Nisan 2009 tarihinde Orta İtalya'da 300'den fazla kişinin ölümüne ve pek çok tahribata neden olan sismik kriz, aynı zamanda Radon gazı verilerine bağlı olarak verilen bir alarmın önemsenmeyişinden dolayı çeşitli tartışmaları da oluşturmuştur. Bu olay, her ne kadar ölü sayısı diğer olaylara göre düşük olsa bile, dünya ölçeğinde sismik tehlikeleri etkili bir şekilde azaltmada bilimsel araştırmaların rolünün ne olduğu temel sorusundan dolayı unutulmamalıdır. Depremlerin önceden tahmini, tüm insanlık için, henüz daha çözümlenmemiş diğer büyük problemler arasında yer almaktadır.

Depremlerin önceden tahmin edilme olasılığı hakkında pek çok deneysel metotlar teklif edilmekte olup, bu olasılık özellikle deprem riski altındaki bölgelerde yaşayan insanları her zaman etkilemektedir. Depremlerin önceden tahmini ile ilgili mevcut durum özetlenecek olursa, biz dünya genelinde bu konudaki tüm girişimlerin yararlı sonuçlar sağlamadığı kanaatindeyiz. Nitekim sismik tehlikeleri değerlendiren istatistiksel yaklaşımlar, günümüzde depremlerle ilişkili kayıpları azaltmak için en uygun maliyetli yöntem olarak tercih edilmeye devam etmektedir. Bununla birlikte böyle bir yaklaşım sismojenez boyunca oluşan doğal süreçler hakkında herhangi bir bilgi sağlayamamaktadır.

Sismojenez boyunca farklı kabuk seviyelerinde oluşan süreçleri en iyi şekilde kavrayabilmek, yani deterministik bir yaklaşım için, sıvılardan elde edilen bilgilere dayalı pek çok bilimsel aktivite geliştirilmiştir. Bununla birlikte, şayet "tahmin", sismik şokun etkileyeceği yer ve zamanı kesin olarak göstermek anlamına geliyorsa, bilim dünyası böyle bir tahmin olasılığından oldukça uzakta oldukları düşüncesindedir.

Kuzey İtalya (Friuli/ Slovenia sınırı), Orta İtalya (Umbria- Marche- Abruzzo- Latium bölgelerinin Orta- Kuzey Apeninleri) ve Güney Apeninler (Basilicata- Irpinia alanı, Calabria Bölgesi, Messina boğazı ve Peloritani- Nebrodi Dağları gibi İtalya'nın sismik alanlarından son 15 yıl boyunca, uzun süreli jeokimyasal izlemelerden elde edilen sonuçlar sismojenez faylar boyunca hareket eden sıvıların köken, dolaşım ve zamansal değişimlerini yorumlama ve modelleme de kullanılmışlardır.

Bu gibi sonuçları diğer bilim dalları (jeofizik, jeoloji, arkeoloji vb.) ile paylaşım depremin önceden tahmini probleminde disiplinler arası işbirliği ile yaklaşmak doğal süreçlerin daha iyi anlaşılmasını sağlayabilir. Sonuç olarak, istatistiksel metotları deterministik sonuçlarla birlikte kullanmak, sismik tehlike altında bulunan alanlar için bu tehlikenin boyutunu önemli derecede azaltacak bir adım olacaktır.

**Anahtar kelimeler** Sıvılar, deprem, jeokimyasal yaklaşım, sismojenez



**Fluids and Earthquakes: the geochemical approach to gain a better insight into seismogenesis**

**Francesco ITALIANO**

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo, via U. La Malfa 153, Palermo, Italy

On April 6<sup>th</sup>, 2009, a seismic crisis hit the Central Italy killing more than 300 people among the ruins and the polemics caused by an unheeded alarm based on radon data. That episode cannot be forgotten not because the number of victims, lower than in other events, but because at global scale the main question was what it was the role of the scientific research to effectively reduce the seismic hazard. The Earthquake prediction still represents one, among the biggest, unsolved problems for the whole humankind.

The possibility of forecasting seismic events has always attracted people living over earthquake-prone areas, and many empirical methods have been proposed in order to predict earthquakes. Summing up the situation of the Earthquake prediction we have to agree that the attempts made all over the world did not provide useful results, thus, statistical approaches to the seismic hazard assessment, continue nowadays to offer the most cost-effective means to reduce earthquake-related losses. However the limit of such an approach is that it cannot provide information on natural processes occurring during the seismogenesis.

To gain a better insight of those processes occurring at various crustal levels during the seismogenesis, namely to develop a deterministic approach, many research activities based on the information carried by the fluids have been recently developed, although the scientific community have the feeling to be far from any possibility of predicting an earthquake, if “prediction” means the precise indication of time and site hit by the seismic shock.

The results of long-term geochemical monitoring carried out during the last 15 years over the Italian seismic areas of Northern Italy (Friuli/Slovenia border), Central Italy (Central-Northern Apennines of Umbria-Marche-Abruzzo-Latium Regions), and Southern Apennines (Basilicata-Irpinia area, Calabria Region, Messina strait and Peloritani-Nebrodi Mountains) has allowed to model and to interpret the origin, circulation and temporal variations of fluids over seismogenic faults.

To share such kind of results with other scientific information (geophysical, geological, archaeological etc) thus to have a cooperative multidisciplinary approach to the wide problem of forecast prediction may provide the most powerful tool to better understand the natural processes. Finally, to couple the statistical methods with the deterministic results will take a step forward to significantly reduce the seismic hazard for any seismic-prone area.

**Key words** Fluid, Earthquakes, geochemical approach, seismogenesis

## Geochemistry of radon

Andrzej T. SOLECKI

University of Wroclaw, Institute of Geological Sciences, 50-204 Wroclaw pl. Maxa Born'a 9 Poland.

Radyumun bozunma ürünü olan Radon (Rn), radyoaktif, renksiz, kokusuz, tatsız ve yoğun ( $9.73 \text{ kg/m}^3$ ) bir soygazdır. En duraylı izotopu  $^{222}\text{Rn}$ 'dir. 3.8 gün yarılanma süresine sahip  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ' un ( $^{238}\text{U}$ 'ün bozunma serileri) bozunma ürünü olup, doğal bir izleyici olarak kullanılır.  $^{220}\text{Rn}$  izotopu (thoron),  $^{224}\text{Ra}$ 'nın ( $^{232}\text{Th}$  bozunma serisi) bozunma ürünüdür ve 55.6 sn yarılanma süresine sahiptir. Diğer izotopların çevresel bir önemi yoktur. Çevredeki  $^{222}\text{Rn}$  miktarı, litosferdeki ilksel radyonükleid içeriğine bağlıdır. Uranyum durumuna bağlı olarak, litosferde 2.5 ppm (31 Bq/kg), kıtasal kabukta 4.8 ppm (60 Bq/kg), okyanusal kabukta ise 0.6 ppm (7.5 Bq/kg) gözlenmektedir (Perelman 1971, Thomas et al., 1986).  $^{238}\text{U}$ ' in bozunma serisi içindeki serbest denge durumunda,  $^{226}\text{Ra}$  ve  $^{222}\text{Rn}$  içeren tüm radyonükleidlerin aktiviteleri uranyumun aktiviteleri ile aynıdır.  $^{220}\text{Rn}$ ' nin üretimini ortalama miktarı,  $^{222}\text{Rn}$  ile yaklaşık aynıdır ancak  $^{220}\text{Rn}$  durumunda minerallerden serbest kalmış radon miktarı, daha kısa yarılanma süresine sahip olmasından dolayı  $^{222}\text{Rn}$ ' den çok daha azdır. Kayaçlardaki radon göçü, ana radyum atomlarının pozisyonlarına bağlıdır. Şayet Radyum mineral tanesinin içinde ise gözenek boşluğuna radon göçü zordur ve yayılım oranı düşüktür. Ana radyum izotopunun bozunması ile radon oluştuğundan sonraki ilk dönemde, alfa geri tepkimeleri sebebiyle önemli mesafelere taşınabilir. Geri tepkime enerjisi 100 keV'dir ve kimyasal bağlanma enerjisinden  $10^4$  - $10^5$  kat daha yüksektir (Michel, 1997). Alfa geri tepkimeleri radondan atomlarından oluşması nedeniyle, mineral içinde 20-70 nm, suda 100 nm ve mineral yapısını bozan havada (Tanner, 1964; Michel) ise 60000-90000 nm hareket edebilir. Alfa parçacıkları ve geri tepkime atomlarının neden olduğu mineral yapısındaki düzensizlikler, nanoporozitenin artışı ve kristal yapısındaki eksikler olarak tanımlanan "metamictisation" sonucu olabilir. Metamiktize olmuş minerallerde yayılım daha fazla etkilidir. Geri tepkime yolculuğundaki radon atomları mineral dışındaki boşluk yüzeyine girerse, mineraldeki boş ve kanalın dış yüzeyine çarpabilir. Boşlukların içinde suyun bulunması geri tepkime olmuş atomları engeller ve bitişikteki mineral içinde yapışmaktan onları korur. Diğer taraftan, Su içindeki boşluklar radon atomlarının uzağa taşınmaları için daha az uygundur. Bundan dolayı, radon göçü üzerine suyun etkisi iki katı kadardır ve boşluklarda radon atomlarının toplanmasına yardım eder ancak ilave yayılımları geciktirir. Radon atomları, ısı yayılımı ve basınç değişimleri gibi etkenlerle sıvı akıntıları içerisine girerse litosferden radon çıkışı artmış olabilir. Göç eden gaz kabarcıkları (hava,  $\text{CO}_2$ , metan) yer altı suyundan radonu toplayabilir ve gerekli yerlere taşıyabilir. Tektonik gerilimlerdeki değişimler sebebiyle sıvı göçü, depremi algılanabilir radyoaktif erken uyarı sinyali oluşturan radonu taşıyabilir. Radon göçü, kısa yarılanma süresi ve metreleri geçmeyen menzili nedeniyle sınırlı bir uzantıya sahiptir. Tektonik gerilimler etkisiyle derinlerden gelen gaz çıkışları, litosferin daha çok üst kısımlarından radon atomları ile beraber taşınabilir. Ancak, toprak gazındaki radonun varlığı porozite ve kırılmalarındaki artış nedeniyle özellikle daha yüksektir. Radonun binlerce  $\text{Bq/dm}^3$  ulaşan konsantrasyonları yeraltı suyuna karışabilir. Atmosferik havada Hawai adalarındaki 3400 rakımında  $0,02$ - $0,7 \text{ Bq/m}^3$  den Kolorado platosunda  $27,8 \text{ Bq/m}^3$  'e kadar değişirken (Gessel, 1983; Whittlestone vd., 1992), toprak gazındaki artışı ise milyonlarca  $\text{Bq/m}^3$  i bulabilir. Radon insanların maruz kaldığı radyasyonun yaklaşık % 60'dan daha fazlasından sorumludur. İç mekânlardaki radon aktivitesi eski yapılarda  $400 \text{ Bq/m}^3$  den daha fazladır ve yeni yapılar için  $200 \text{ Bq/m}^3$  çoğu Avrupa ülkeleri için kabul edilebilir üst sınırdır. Diğer yandan, radon kaplıcaları pek çok Avrupa ülkesinde hala çok popülerdir. Atmosferik radon içeriği havanın kıtasal kütlelerinin izleyicisi olarak kullanılabilir. Su radon içeriği yüzey ve yer altı sularının karıştığı zonları çalışmak için kullanılabilir. Toprak radon gaz anomalileri fay zonlarının bulunduğunu alanları gösterebilir ve radon miktarındaki geçişi bu değişiklikler depremin habercilerinden birisi olabilir.

**Anahtar kelimeler** Radon, jeokimya, deprem

## **Radonun Jeokimyası**

**Andrzej T. SOLECKI**

Radon (Rn), the decay product of radium, is a radioactive colorless, odorless, tasteless, radioactive noble, high density ( $9.73 \text{ kg/m}^3$ ) gas. The most stable isotope is  $^{222}\text{Rn}$  a decay product of  $^{226}\text{Ra}$  (in uranium  $^{238}\text{U}$  decay series) with half-life 3.8 day, which makes it useful natural tracer. The  $^{220}\text{Rn}$  isotope (thoron) is a decay product of  $^{224}\text{Ra}$  (in  $^{232}\text{Th}$  decay series) with half-life of 55.6 seconds. Other isotopes have no environmental significance. Amount of  $^{222}\text{Rn}$  in environment depends of the parent radionuclide content in the lithosphere. In the case of uranium it is 2.5 ppm (31 Bq/kg) for lithosphere, 4.8 ppm (60 Bq/kg) for continental and 0.6 ppm (7.5 Bq/kg) for oceanic crust respectively (Perelman 1971, Thomas et al., 1986). In the case of secular equilibrium within uranium 238 decay series, the activities of all progeny radionuclides including radium  $^{226}\text{Ra}$  and  $^{222}\text{Rn}$  are the same as the activity of uranium. The average rate of  $^{220}\text{Rn}$  production is about the same as  $^{222}\text{Rn}$  but the amount of radon released from minerals in the case of  $^{220}\text{Rn}$  is much lower than that of  $^{222}\text{Rn}$  because of the shorter half-life. Radon migration from rocks depends on the position of parent radium atoms. If radium is inside mineral grains, radon migration to the pore space is difficult. Diffusion rate of radon inside mineral grains is low. At the first stage after decay of the parent radium isotope newly born Rn atom can travel significant distance due to the alpha recoil. Recoil energy is of order 100 keV, which is  $10^4$ - $10^5$  times higher than chemical binding energy (Michel 1997). Due to the alpha recoil newly born Rn atom can travel 20-70 nm inside mineral, 100 m in water and  $6 \cdot 10^4$ - $9 \cdot 10^4$  nm in air (Tanner 1964, fide (Michel 1997) destroying on its way the mineral structure. Defects in the structure of mineral caused by alpha particles and recoiled atoms can result in its metamictisation - lost of crystalline structure and increase of nanoporosity. Diffusion in metamictised minerals is much more efficient. If radon atom on its recoil travel enters pore space outside the mineral grain, it can hit the other side of the pore and stick in its structure. The presence of water inside pores inhibits recoiled atoms and preserves them of sticking in the next mineral grain. On the other hand, water inside pores is less favorable for further diffusion of radon atoms. So influence of water upon the radon migration is of twofold character. It helps to gather radon atoms in pores, but delays their further diffusion. Exhalation of radon from lithosphere can be increased if radon atoms are included into stream of fluids driven by convection, pressure changes etc. Migrating gas bubbles (air,  $\text{CO}_2$ , methane) can collect radon from underground water and carry it further on. Fluids migrating due to changes in tectonic stresses can transport radon with forming detectable radioactive signal precursory to earthquakes. Radon migration is of limited extent, due to its short half life time its range should not exceed meters. Gases exhaled from the depth due to tectonic stress can carry with them mostly the radon atoms from the upper most part of lithosphere. But it is there, where due to increased porosity and fracturation, availability of radon in soil gas is especially high. Radon can enter groundwater where its concentration can reach thousands of  $\text{Bq/dm}^3$ . In soil gas its activity can reach millions of  $\text{Bq/m}^3$ , while in atmospheric air varies from 0,02-0,7  $\text{Bq/m}^3$  at the altitude of 3400 (Hawaii Islands) to 27,8  $\text{Bq/m}^3$  at Colorado plateau (Gessel 1983, Whittlestone et al. 1992). Radon is responsible to more than about 60% radiation dose for humans. Indoor radon activities higher than 400  $\text{Bq/m}^3$  for old houses and 200  $\text{Bq/m}^3$  for new houses are the upper acceptable limit in most of European countries. On the other hand, radon spa's still are popular in many countries. Radon atmospheric content can be used as a tracer of continental masses of air. Radon water content can be used to study zones of mixing of surface and ground water. Radon soil gas anomalies can indicate the presence of fault zones and their temporal changes can be one of earthquakes precursors.

**Key words** Radon, geochemistry, earthquake, environment

**Orta Anadolu (Türkiye) Granitoid'lerinin  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  jeotermokronolojisi: Orta kabuk derinliğinde, sıkışma rejiminden gerilme rejimine hızlı geçiş nedeniyle oluşan Üst Kretase yaşlı magmatizma**

**Durmuş BOZTUĞ<sup>1</sup>, Matthew T. HEIZLER<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Tunceli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 62000 Tunceli, Türkiye

<sup>2</sup>New Mexico Bureau of Geology and Mineral Res. NM Tech, 801 Leroy Place, Socorro, NM 87801, USA

Orta Anadolu'da sıkışma rejiminden gerilme rejimine hızlı geçiş Üst Kretase yaşlı yaygın Granitoid magmatizmasını meydana getirmiştir. Başlıca S, I ve A-tipi Granitoid'lerden oluşan Orta Anadolu Granitoid'lerinin hornblend ve biyotit minerallerinde yürütülen  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  jeotermokronolojisi, başlıca 79, 73 ve 65 milyon yıllık soğuma yaşları vermiştir.

Zirkon U-Pb yaşlarının mevcut olduğu durumlarda, argon yaşları hem zirkon hem de U-Pb yaşlarından daha genç, hem de yaklaşık 80 my önce Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nde (CACC) görülen hızlı soğuma ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Daha çok 73 ve 65 milyon yıllık soğuma yaşları, 300°C'nin altına kadar soğumuş orta kabuk derinliğine yerleşmiş genç intrüzyonları göstermektedir. 120°C'nin daha altına kadar soğumaya neden olmuş hızlı yüzeleme ise, hali hazırda yayımlanmış apatite fission track termokronolojisi verileriyle birleştirildiğinde, en azından 62-57 my kadar devam etmiştir.

Orta Anadolu Granitoid'lerinde bu çalışmada elde edilen  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  jeotermokronolojisi Torid-Anatolid platformunun Avrasya plakası ile ilksel kenetlenmesinin yaklaşık 80 my civarında gerçekleştiğini, bu sıradaki sıkışma rejiminin Orta Anadolu'daki üst kabuksal kayaçların hareketlenmesi ile ani gerilme rejimine dönüştüğünü göstermekte ve bu ani gerilme rejimi altında, Orta Anadolu'daki yaygın Granitoid magmatizmasını oluşturduğunu desteklemektedir. Bu Granitoid'lerin yüzeye yakın derinliklere kadar (yaklaşık 120°C) soğuması ise Orta Paleosen'e kadar devam etmiştir.

**Anahtar Kelimeler**  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  termokronolojisi, granitoid, hızlı soğuma, çarpışma, Orta Anadolu, Türkiye

**<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar geothermochronology of Central Anatolia, Turkey: Rapid transition from shortening to extension triggered Late Cretaceous magmatism in a mid-crustal section**

**Durmuş BOZTUĞ<sup>1</sup>, Matthew T. HEIZLER<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Tunceli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 62000 Tunceli, Türkiye

<sup>2</sup>New Mexico Bureau of Geology and Mineral Res. NM Tech, 801 Leroy Place, Socorro, NM 87801, USA

Rapid tectonic transition from a dominantly compressional regime to that of extension promoted widespread Late Cretaceous magmatism in Central Anatolia, Turkey. Central Anatolian granitoids (CAG), that include S- I- and A-type magmatism are dated by the <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar method and reveal a dominance of 79, 73 and 65 Ma hornblende and biotite ages. Where U/Pb zircon control is available, argon ages are both younger than and concordant with intrusion ages indicating that accelerated cooling, initiated at about 80 Ma over the entire Central Anatolian Crystalline Complex (CACC). Younger age groupings at 73 and 65 Ma likely represent discrete younger intrusions into an already exhumed (below 300°C) middle crust of the CACC. Rapid exhumation (below ~120°C) continued until at least 62 to 57 Ma based on published apatite fission track thermochronology.

The thermochronological data suggest that initial docking of the Tauride-Anatolide platform and Eurasian plate at about 80 Ma caused removal of upper crustal rocks in central Anatolia with continued collision resulting in episodic magmatism into an overall middle crustal that reached the near surface by about the Middle Paleocene.

**Key words** <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar thermochronology, granitoid, rapid cooling, collision, central Anatolia, Turkey

**Akdağmadeni (Yozgat) yöresi kurşun-çinko yataklarında kurşun ve kükürt izotopları jeokimyası incelemeleri**

**Ahmet GÖKCE<sup>1</sup>, Muharrem SATIR<sup>2</sup>, Gülcan BOZKAYA<sup>1</sup>, Esra ÜNAL<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, Sivas

<sup>2</sup>Tübingen Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü, Almanya

<sup>3</sup>Bozok Üniversitesi Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Bölümü Yozgat

Akdağmadeni (Yozgat) Bölgesi ülkemizin en önemli Pb-Zn±Cu üretimi yapılan provenslerinden birisidir. Bölgede bilinen yatakları, Başçatak, Çiçekli Tepe (Karapir), Akçakışla, Ortaköy-Aşağıçulhalı ve Tad Deresi yörelerinde bulunmaktadır. Bölgede, metadetritik, meta-volkanik ve mermerlerden oluşan Akdağmadeni Metamorfileri (Çökelim yaşı; Üst Paleozoik, metamorfizma yaşı; Permien – Alt Kretase) ve yerel olarak “Karapir Granitoyiti” ve Akçakışla Granitoyiti” olarak isimlendirilen Yozgat Batolitine ait granitoyitik kayalar yaygın birimler olup genç sedimanter birimlerce örtülmekte ve genç volkanik birimlerce kesilmektedirler.

Başçatak yatağında cevherleşme, gnayslar içinde, şistozite düzlemlerine paralel yataklanmış ince bantlar halinde olup metamorfizma öncesi sedimanter ortamda (Permien öncesi bir dönemde) sin-sedimanter olarak çökelmiş, daha sonra metamorfizma geçirmiş ve metamorfizma sırasından kısmen remobilizasyon olaylarından etkilenmiş gözükmektedir. Diğer yataklar ise granitoyit – mermer dokunaklarına yakın yerlerde, mermerler ve kalkıştiller içinde, epijenetik olarak oluşmuş; damarlar, cepler ve bantlar halinde oluşmuşlardır. Cevherleşmelerde galenit ve sfalerit hakim olup az miktarlarda pirit ve kalkopirit içermektedirler. Bu cevher minerallerine Başçatak yatağında gnaysik yan kayalara ait silikatlı mineraller, diğer yataklarda ise epidot, amfibol, pirkxen ve granatlardan oluşan skarn mineralleri eşlik etmektedirler. Akçakışla yatağında, spekülaitik ve manyetitleşmiş hematitler de gözlenmektedir.

Sülfürlü minerallerin  $\delta^{34}\text{S}$  değerleri -0.7 ile +11.0 ‰ aralığında değişmekte (ortalama; +3.2 ‰) olup bu değerler; hem de yöredeki metamorfitler için tahmin edilmiş (0.0 ile +5.0 ‰ aralığında), hem de yöredeki granitoyitler için analiz edilmiş (+1.9 ile +15.3 ‰ aralığında)  $\delta^{34}\text{S}$  değerlerine benzemekte olup incelenen yatakların yataklanma şekli ve oluşum zamanı dikkate alınarak değerlendirildiğinde; pre-metamorfik Başçatak yatağındaki sülfürlü minerallerin yapısında bulunan kükürtün metamorfizma öncesi çökeltme ortamında deniz suyu içindeki sülfattan indirgenme süreciyle sağlanmış, diğer yataklardaki sülfürlü minerallerdeki kükürtün ise ya granitoyitlerden veya metamorfitlerden kaynaklanmış olmalıdır.

Galenitlerin Pb izotopları analiz sonuçları oldukça geniş bir aralıkta dağılım göstermektedir;  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ; 18.430 - 18.841,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ; 15.666 - 15.724 ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ; 38.452 - 39.048. Başçatak yatağına ait değerlerin  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  -  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  -  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  diyagramlarında diğer yataklardan farklı yerlerde konumlanması yöredeki yataklarda zenginleşen kurşunun farklı kaynaklardan geldiğine işaret etmektedir. Başçatak yatağındaki kurşunun manto – orojen karışımı (mantodan etkilenmiş orojenik) rezervuarlara ait değerlere, diğer yataklara ait değerlerin ise orojen - üst kabuk karışımı (orojeneje katılmış üst kabuk) rezervuarlara benzer olduğu görülmektedir.

Pb-izotopları model yaş değerleri, Başçatak yatağı için 316-285 Milyon yıl arasında değişmekte olup Geç Karbonifer - Erken Permien dönemine karşılık gelmekte olup bu yaş aralığı Akdağmadeni Metamorfileri için önerilen Geç Paleozoyik yaşı ile uyumludur. Diğer yataklara ait Pb-izotopları model yaş değerleri, çok geniş bir aralıkta (105-41 Milyon yıl) değişim göstermekte olup rakamların; 105 –77 Milyon yıl (Üst Kretase) ve 61-41 Milyon yıl (Paleosen – Eosen) aralıklarında 2 farklı küme oluşturdukları görülmektedir. Birinci grup değerlerin granitoyitlerin oluşum yaşı ile uyumlu olduğu, ikinci grup değerlerin ise granitoyit yerleşiminden daha genç bir oluşum yaşına işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler** Akdağmadeni, Pb-Zn yatakları, Pb ve S izotopları

**Lead and sulfur isotope investigation of the lead-zinc deposits in the Akdağmadeni (Yozgat) Province, Turkey**

**Ahmet GÖKCE<sup>1</sup>, Muharrem SATIR<sup>2</sup>, Gülcan BOZKAYA<sup>1</sup>, Esra ÜNAL<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, Sivas

<sup>2</sup>Tübingen Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü, Almanya

<sup>3</sup>Bozok Üniversitesi Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Bölümü Yozgat

Akdağmadeni (YOZGAT) region is one of the important lead-zinc province in Turkey. The known deposits and prospects are located at the Başçatak, Çiçekli Tepe (Karapir), Akçakışla, Aşağı Çulhalı and Tad Deresi areas.

Akdağmadeni Metamorphics, consist of meta-detritics, metavolcanics and marbles (Upper Paleozoic; metamorphosed during the Permian to Lower Cretaceous), and Granitoidic intrusives of Yozgat Batolite (Lower to Upper Cretaceous), locally named as Karapir and Akçakışla Granitoids, are the main rock units of the region. They are overlined by the younger sedimentary units and cut by younger volcanics.

Başçatak lead-zinc deposit consists of thin ore bands concordant with the schistosity surfaces gneiss and seems to be formed by pre-metamorphic, synsedimentary processes, metamorphosed and partly remobilized during the metamorphism. The other lead-zinc deposits and prospects of the area are epigenetically occurred as ore veins, pods and bands within the marbles and calc-schists by the contacts with granitoids. Deposits contain galena, sphalerite and minor amount of pyrite and chalcopyrite as ore minerals. These minerals are accompanied by silicate minerals of host gneiss in Başçatak deposit, while the other deposits contains skarn minerals such as; epidotes, amphiboles, pyroxens and garnets. Magnetized hematites and specular hematite are seen within the Akçakışla deposits and in some of the small outcrops of contact metasomatic rocks.

$\delta^{34}\text{S}$  values of sulfide minerals are in the range of -0.7 to +11.0 ‰ (avg.; +3.2 ‰) and are similar to either the estimated values for metamorphics within the region (0.0 to +5.0 ‰) or the reported values for granitoids (+1.9 to +15.3 ‰). So, the sulfur in sulfides of the pre-metamorphic Başçatak Deposit might have supplied by the reduction processes from the sulfate dissolved in contemporaneous sea water, while the sulfur in other deposits might have derived from either metamorphics or granitoids within the area.

Lead isotope results of galenas are in the range of 18.430 to 18.841 for  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ , 15.666 to 15.724 for  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  and 38.452 to 39.048 for  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ . The plots of the Başçatak deposit's values in different place then those of others on the  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  -  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  -  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  diagrams indicate a different source for lead in ore deposits of the region. The values of Başçatak deposit suggest a lead source of mixed mantle and orogenic material, while those in other deposits suggest a lead source of mixed orogenic and upper crust material.

The lead isotope model age values of Başçatak deposit are 316 to 285 Ma. (Late Carboniferous to Early Permian) and are in accordance with the geological age of hosting Akdağmadeni metamorphics. The lead isotope model age values of other deposits are younger than those Başçatak deposits and dispersed in a wide range (105 - 41 Ma.), but concentrated in two groups; 105 - 77 Ma. (Upper Cretaceous) and 61-41 Ma (Paleocene - Eocene). The first group fits with the granitoid emplacement while the second one suggest a formation age younger than granitoid emplacement.

**Key words** Akdağmadeni, Pb-Zn deposits, Pb and S isotopes

**Akgüney (Kabaduz-Ordu) Bakır-Kurşun-Çinko Yatağının Kükürt ve Kurşun İzotopları Jeokimyası**

**Esra Ünal ÇAKIR, Ahmet GÖKÇE**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Yozgat

<sup>2</sup>Ahmet GÖKÇE, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü Sivas

Akgüney bakır - kurşun - çinko yatağı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan ve günümüzde işletilmekte olan çok sayıda bakır - kurşun - çinko yataklarından birisidir. Bu yataklar, aşırı derecede bozunmuş Üst Kretase yaşlı andezitik kayalar içinde fay zonları boyunca gelişmiş damar tipi oluşumlar şeklindedirler. Cevher damarları ileri derecede limonitleşmiş ve hematitleşmiş kuvars damarları şeklinde yüzeylemektedir.

$\delta^{34}$  değerleri; piritlerde ‰ 2,42 ile 3,02 aralığında (n = 2, ort = ‰ +2,72), kalkopiritlerde ‰ 0,91 ile 1,77 aralığında (n = 3, ort = ‰ +1,28), sfaleritlerde ‰ 0,75 ile 1,72 aralığında (n = 4, ort = ‰ +1,41), galenitlerde ise ‰ -0,63 ile 0,60 aralığında (n = 3, ort = ‰ -0,09) değişmekte olup  $\delta^{34}$ S değerlerinin ve çözelti içindeki H<sub>2</sub>S' in tahmini  $\delta^{34}$ S değerlerinin ‰ 0.0' a çok yakın oluşu ve çok dar bir aralıkta değişmesi (homojen) çözeltilerdeki kükürtün magmatik kökenli olduğunu düşündürmektedir.

Galenitlerde Pb izotop oranları; <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb için 18.533 - 18.745, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb için 15.633 - 15.657 ve <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb için 38.710 - 38.772 aralığında dağılım göstermektedir. Bu değerler, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb - <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb ve <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb - <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb diyagramlarında değerlendirilmiş olup tüm örnekler için değerlerin ortalama kabuksal Pb-izotop gelişim eğrisinin üzerinde kaldıkları görülmüştür. Ayrıca bu değerler, orojenik kökenli kurşuna işaret etmektedirler.

Bu yataklar için hesaplanan Pb izotop model yaş değerleri 2 tanesi hariç (175 ve -5 Milyon yıl) 12 ile 55 Milyon yıl arasında değişim göstermektedir. Bu durumda cevherleşmenin Eosen de oluşmaya başladığı ve Miyosen de sonlandığı söylenebilir. 175 Milyon yıllık tek değer bölgedeki Jura yaşlı volkanikler içindeki sülfürlü minerallerden yıkanmış kurşunu temsil ettiği, -5 Milyon yıllık değer ise bu tip çalışmalarda sık karşılaşılan ve J tipi kurşun olarak nitelenen bir değer olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler** Akgüney, Cu-Pb-Zn yatağı, S ve Pb izotopları



**Sulfur and Lead Isotope Geochemistry of the Akgüney (Kabadüz-Ordu)  
Cu-Lead-Zinc Deposit**

**Esra Ünal ÇAKIR, Ahmet GÖKÇE**

<sup>1</sup> Bozok Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Yozgat

<sup>2</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü Sivas

Akgüney copper – lead – zinc deposit is one of the widely occurred and workable deposits in the Eastern Black Sea Region of Turkey. This deposit consist of ore veins occurred along the fault zones hosted by hardly altered, Upper Cretaceous andesitic rocks. Ore veins crop out as hardly limonitized and hematitized quartz veins.

$\delta^{34}\text{S}$  values of pyrite, chalcopyrite, sphalerite and galena are in the range of 2,42 to 3,02 ‰ (n = 2, avr.= +2,72 ‰), 0,91 to 1,77 ‰ (n = 3, avr. = +1,28 ‰), 0,75 to 1,72 ‰ (n = 4, avr.= +1,41 ‰) and -0,63 to 0,60 ‰ (n = 3, avr. = -0,09 ‰) respectively. These  $\delta^{34}\text{S}$  values and the estimated  $\delta^{34}\text{S}$  values of  $\text{H}_2\text{S}$  dissolved in hydrothermal fluids are dispersed in a narrow range very close to zero and suggest a magmatic source for sulfur in the mentioned sulfide minerals.

Lead isotope ratios of  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  and  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  in galenas are dispersed in narrow ranges from 18.533 to 18.745, from 15.633 to 15.657 and from 38.710 to 38.772 respectively. These values plot on the  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  versus  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  and  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  versus  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  diagrams above of average crustal Pb isotope evolution curve. In addition, these values point out an orogenic source of lead.

Calculated Pb-isotope model ages for these deposits, except two values (175 and -5 Ma), range from 55 to 12 Ma. In this case, it can be said that mineralization began to occur in Eocene and terminated in Miocene. The value of 175 Ma., may represent the lead leached from the galena occurred within Jurassic volcanics in the region. Finally, the value of -5 Ma can be assumed as J type lead, which frequently appear during this type of studies.

**Key words** Akgüney, Cu-Pb-Zn deposit, S and Pb isotopes

**Ağaç Halkalarının Karbon ve Oksijen İzotop Kayıtları: Anadolu'dan Örnekler**

**Halim Mutlu<sup>a</sup>, Ünal Akkemik<sup>b</sup>, Nesibe Köse<sup>b</sup>, Duru Aral<sup>a</sup>, Nüzhet Dalfes<sup>c</sup>, Sturt W. Manning<sup>d</sup>,  
Charlotte Pearson<sup>d</sup>**

<sup>a</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir

<sup>b</sup>İstanbul Üniversitesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı, Bahçeköy, İstanbul

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

<sup>d</sup>Malcolm and Carolyn Wiener Laboratory for Aegean and Near Eastern Dendrochronology, Cornell University, New York

Kuvaterner çökelleri (okyanus, göl, mağara ve buzul), buzul karotları (son 200 bin yıl) ve ağaç halkaları (son 5 bin yıl) yakın dönem iklim değişimlerinin incelenmesinde kullanılan başlıca materyallerdir. Bunlar arasında, ağaç halkalarında ölçülen duraylı izotop oranları yıllık çözünürlüğü yüksek paleoiklimsel kestirimlere olanak tanımaktadır. Bu çalışmada Bolu, Kütahya ve Antalya bölgelerindeki karaçam ağaç halkalarının son 200 yıllık karbon ve oksijen izotop kayıtları incelenmiştir. Her bölgenin iki farklı yükseltisindeki (1000 ve 1400 m) karaçamlardan artım burgusu (12 mm çaplı ve 50 cm boyunda) ile yaklaşık 10 adet ağaçtan karşılıklı olmak üzere artım kalemleri çıkarılmıştır. Odun örneklerinin halka genişliklerinin ölçülmesi ile her bölgeye yönelik standart kronolojinin oluşturulmasından sonra ağaç halkaları 5-yıllık seksiyonlara bölünerek her seksiyondan selüloz saflaştırılmış ve karbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) ve oksijen ( $\delta^{18}\text{O}$ ) izotop analizleri gerçekleştirilmiştir. Bolu, Kütahya ve Antalya ağaç halkası örneklerine ait karbon izotop değerleri son 60 yıl içinde belirgin bir şekilde azalma sergilemektedir. Oksijen izotop zaman serileri karbon izotoplarına göre daha düz bir desene sahiptir. Hesaplanan  $c_i/c_a$  oranları (ağaç ( $c_i$ ) ve atmosferin ( $c_a$ )  $\text{CO}_2$  konsantrasyonları) 0.45 ile 0.50 arasında dar bir aralıkta değişmektedir. Söz konusu bölgelere ait ağaç halkalarındaki  $\text{CO}_2$  konsantrasyonu son 200 yıl boyunca devamlı şekilde artmaktadır.

**Anahtar Kelimeler** Ağaç halkası, duraylı izotoplar, dendrokronoloji

**Carbon and Oxygen Isotope Records of Tree Rings: Examples from Anatolia**

**Halim Mutlu<sup>a</sup>, Ünal Akkemik<sup>b</sup>, Nesibe Köse<sup>b</sup>, Duru Aral<sup>a</sup>, Nüzhet Dalfes<sup>c</sup>, Sturt W. Manning<sup>d</sup>,  
Charlotte Pearson<sup>d</sup>**

<sup>a</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir

<sup>b</sup>İstanbul Üniversitesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı, Bahçeköy, İstanbul

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

<sup>d</sup>Malcolm and Carolyn Wiener Laboratory for Aegean and Near Eastern Dendrochronology, Cornell University, New York

Quaternary deposits (marine, lake, cave and glacial), ice cores (last 200 thousand years) and tree rings (last 5 thousand years) are the main materials for investigation of recent period climate changes. Among these, stable isotope ratios measured on tree rings provide paleoclimatic reconstructions of high annual resolution. In this study, carbon and oxygen isotope records of black pine tree rings from the Bolu, Kütahya and Antalya regions were investigated. Black pines from a total of 6 sites at two different elevations (1000 and 1400 m above sea level) of each region were cored with increment cores (12 mm diameter and 50 cm length). Following the establishment of standard chronology of the whole woods, stable isotope ratios of carbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) and oxygen ( $\delta^{18}\text{O}$ ) were analyzed on cellulose material of 5-year interval. Results indicate that carbon isotope compositions of samples from the Bolu, Kütahya and Antalya forests significantly decreased within the last 60 years. The oxygen isotope time series of the samples are characterized by more flat patterns. The calculated  $c_i/c_a$  ratios ( $\text{CO}_2$  concentrations of plant,  $c_i$  and atmosphere,  $c_a$ ) are in a narrow range changing from 0.45 to 0.50.  $\text{CO}_2$  concentrations of tree rings in the studied regions have increased monotonically for the past 200 years.

**Key words** Tree ring, stable isotopes, dendrochronology

**Ağaç Halkalarında Ölçülen Karbon ve Oksijen İzotop Oranları ile İklimsel Parametrelerin Karşılaştırılması**

**Duru Aral<sup>1</sup>, Halim Mutlu<sup>1</sup>, Ünal Akkemik<sup>2</sup>, Nesibe Köse<sup>2</sup>, Nüzhet Dalfes<sup>3</sup>, Sturt W. Manning<sup>4</sup>, Charlotte Pearson<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir

<sup>2</sup>İstanbul Üniversitesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı, Bahçeköy, İstanbul

<sup>3</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Maslak, İstanbul

<sup>4</sup>Malcolm and Carolyn Wiener Laboratory for Aegean and Near Eastern Dendrochronology, Cornell University, New York

Bolu-Mengen, Kütahya-Simav ve Antalya-Alanya ormanlarının iki farklı yükseltisinden yaşları en az 200 yıl olan karaçam ağaçlarından iklimsel çalışmalar yapmak üzere ağaç halkası odun örnekleri alınmıştır. Bu odun örneklerinin yıllık halka yaşları ile genişlikleri hassas bir şekilde belirlenmiş ve 5-yıllık bölümler halinde selüloz saflaştırılmıştır. Elde edilen selüloz örneklerinden karbon ve oksijen izotop oranları ölçülmüştür.

Bolu, Kütahya ve Antalya ağaç halka genişliklerinin iklimsel parametreler (sıcaklık ve yağış) ile ilişkisini belirlemek için halkaların yıllık standart kronolojileri ile aylık sıcaklık ve yağış değerleri biyolojik yıl bazında (Ekim–Eylül) karşılaştırılmıştır. Bolu ve Kütahya bölgelerinin alt yükseltileri ve Antalya Bölgesinin üst yükseltisine ait örneklerde, büyümenin başladığı dönem öncesinde (Şubat-Mart-Nisan ayları) yıllık halka gelişimi ile sıcaklık arasında belirgin pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Ancak sıcaklığa verilen tepkinin pozitif olduğu dönemde, yağışa verilen tepkiler genellikle negatif yöndedir.

Bolu, Kütahya ve Antalya yöresi için elde edilen C ve O izotop oranları ile her üç yöreye ait meteoroloji istasyonlarından elde edilen sıcaklık ve yağış verileri karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı aylar belirlenmiştir. Yağışa ve sıcaklığa karşı oksijen ve karbon izotop oranlarının verdiği tepkiler benzerdir. Özellikle Bolu yöresi alt yükseltisinde bu benzerlik oldukça net bir şekilde görülmektedir. Sanayileşmenin neden olduğu atmosferik CO<sub>2</sub>'in izotopik bileşimindeki değişimi göz ardı etmek için ağaç halkalarında ölçülen karbon izotop bileşimleri ( $\delta^{13}\text{C}$ ) sanayileşme öncesi yıllık atmosferik karbon izotop değerleri kullanılarak düzeltilmiştir. Elde edilen düzeltilmiş değerler ölçülmüş karbon izotop oranlarına göre 2‰'e kadar varabilen yükselim göstermiştir. Çalışılan bölgelerde yağış verilerinden sağlanan korelasyonlar sıcaklığa göre daha yüksektir. Kasım ayı sıcaklık, Şubat ayı da yağış verileri ile en yüksek ilişkinin görüldüğü dönemlerdir.

**Anahtar kelimeler** Dendrokronoloji, ağaç halkası, duraylı izotoplar, iklim

**Comparison of Climatic Parameters with Carbon and Oxygen Isotope Ratios Measured on Tree Rings**

**Duru Aral<sup>1</sup>, Halim Mutlu<sup>1</sup>, Ünal Akkemik<sup>2</sup>, Nesibe Köse<sup>2</sup>, Nüzhet Dalfes<sup>3</sup>, Sturt W. Manning<sup>4</sup>, Charlotte Pearson<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir

<sup>2</sup>İstanbul Üniversitesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı, Bahçeköy, İstanbul

<sup>3</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Maslak, İstanbul

<sup>4</sup>Malcolm and Carolyn Wiener Laboratory for Aegean and Near Eastern Dendrochronology, Cornell University, New York

Tree ring samples were collected from 200 year old black pine trees at two different altitudes from the Bolu-Mengen, Kütahya-Simav, Antalya-Alanya forests for climatic geochemical investigations. Following the annual ring measurements, samples were divided into 5-year blocks from which cellulose was extracted. This was followed by the measurement of carbon and oxygen isotope ratios on cellulose.

Comparison of standard chronology indexes with oxygen isotope values established for both elevations of each region reveal low correlations. In order to determine the connection between tree ring widths and climatological parameters, annual standard chronologies of tree rings and monthly temperature and precipitation data recorded in the studied regions were compared. In samples from the lower elevations of the Bolu and Kütahya regions and upper elevation of the Antalya region significant positive correlations were observed between the annual ring growth and temperature for the period before which the growth starts (February-March-April). However, the same period is characterized by negative responses to winter the precipitation.

Carbon and Oxygen isotope ratios from Bolu, Kütahya, Antalya and temperature, precipitation data from local meteorological station were compared, thus statistically reasonable months were identified. Responses of C and O isotope ratios to precipitation and temperature are similar. Especially this similarity is very obvious at the lower altitude of the Bolu region. To eliminate the changes in isotopic composition of CO<sub>2</sub> resulting from industrialization, carbon isotope values measured in tree rings were corrected to pre-industrial  $\delta^{13}\text{C}_{\text{atm}}$  levels. The corrected values show about 2‰ increase with respect to measured values. For all regions, correlations with precipitation are found to be greater than those with temperature. November and February periods are determined to be significantly correlated with temperature and precipitation, respectively.

**Key words** Dendrochronology, tree ring, stable isotopes, climate.

**Hallaçlar (Banaz, Uşak) Kaolen Yatağının Jeokimyası ve Kökeni**

**Can BAŞARAN<sup>1</sup> ve Ahmet YILDIZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniv., Jeotermal Sular ve Maden Kaynakları Uyg. ve Araş. Merkezi Afyonkarahisar.

<sup>2</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

Uşak'ın Banaz ilçesine bağlı Hallaçlar köyünde bulunan kaolen yatağı Yeniköy formasyonunun kırıntılı sedimanter kayalarla ilişkili olup, hidrotermal olarak oluşmuş kaolenlerin sedimentasyonu sonucu meydana gelmiş ikincil bir yataktır. Kaolen yatağında tabandan tavana doğru silttaşı, saf kaolen, kum bandı, kaolinit içerikli kumtaşı, kumtaşı, kaolinit içerikli silttaşı, gölsel kireçtaşı ve silis şapkadan oluşan 44m kalınlığında stratigrafik seviye ölçülmüştür. Kaolen yatağının jeokimyası ve kökenini belirlemek için yataktaki değişik stratigrafik seviyelerden ve bölgedeki volkanik kayalardan karakteristik örnekler toplanmış ve bunlara mineralojik, jeokimyasal ve duraylı izotop (O ve H) analizleri yapılmıştır.

X-ışınları difraktometresi (XRD) çalışmalarında kaolinitin başlıca kil minerali olduğu, simektit ve kloritin de az oranlarda yatakta yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca kuvars, muskovit, feldspat, alümit, kalsit, dolomit ve hematit mineralleri de kaolende düşük oranlarda bulunmaktadır. Kaolenlerdeki Ba+Sr oranları 7637.50ppm ulaşmış olup, bu elementler hipojen kökenli kaolen yataklarında yüksek oranlara ulaşmaktadır. Hallaçlar kaolenlerinin  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri 0.2-5.92‰ ve  $\delta\text{D}$  değerleri -91.68 ile -109.45‰ arasında değişmekte olup, bu oranlar hipojen kökeni işaret etmektedir. Saha gözlemleri ve laboratuvar çalışmaları Hallaçlar yatağındaki kaolenlerin Karaboldere volkaniklerinin hidrotermal alterasyonu sonucu oluştuğunu ve daha sonra kaolenlerin Hallaçlar bölgesine taşınıp, burada çökeldiğini göstermektedir.

**Anahtar kelimeler** Kaolen, jeokimya, köken, Hallaçlar, Uşak

**The geochemistry and origin of Hallaçlar (Banaz, Uşak) Kaolin Deposit**

**Can BAŞARAN<sup>1</sup> ve Ahmet YILDIZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniv., Jeotermal Sular ve Maden Kaynakları Uyg. ve Araş. Merkezi Afyonkarahisar.

<sup>2</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

A kaolin deposit related to the clastic sedimentary rocks of the Yeniköy formation in the Hallaçlar region (Banaz, Uşak) and is considered to be a secondary deposit derived from hydrothermally altered kaolins. The stratigraphic profile of the deposit is determined and shows from bottom to top a sequence of siltstone, pure kaolin, sand bed, kaolinite-bearing sandstone, sandstone, kaolinite-bearing siltstone, lacustrine limestone and siliceous cap. The characteristic samples are collected from different stratigraphic levels in deposit and volcanic rocks in Hallaçlar region and mineralogical, geochemical and stable isotope (O and H) studies of kaolin were conducted on these samples to reveal its geochemistry and genesis.

It is determined that kaolinite is the major phyllosilicate present, smectite and chlorite occurs in minor amounts. Accessory minerals are quartz, chlorite, muscovite, feldspar, alunite, calcite, dolomite and hematite. The Ba+Sr concentrations in samples reach up to 7637.50 ppm and these elements are enriched in other hypogene kaolin deposits.  $\delta^{18}\text{O}$  of kaolins from Hallaçlar ranges from 0.2 to 5.92‰ and  $\delta\text{D}$  from -91.68 to -109.45‰ and O and D isotope data argue that the kaolins of the Hallaçlar deposits have a hypogene origin. Field observations and laboratory studies indicate that the kaolins of the Hallaçlar deposit were formed hydrothermally from Karaboldere volcanics and, then, transported and deposited into the Hallaçlar basin.

**Key words** Kaolin, geochemistry, origin, Hallaçlar, Uşak

**Orta Torit Kuşağı Pb-Zn Cevher Oluşumlarının Kökeni: Galendeki Kurşun ve Kükürt İzotoplarından Kanıtlar**

**E. Çiftçi<sup>1</sup>, N. Ghosh<sup>2</sup> & A. R. Basu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ITU, Faculty of Mines, Department of Geological Engineering, 34469 Maslak-Istanbul, Turkey

<sup>2</sup> Department of Earth & Environmental Sciences, University of Rochester, Rochester, NY 14627, USA

Türkiye'nin Torit kuşağı, 50 den fazla çoğunlukla damar tipi Pb-Zn ve baritli-Pb-Zn yatak ve zuhür içermektedir. Toritlerin orta kesiminde bulunan Pb-Zn cevher oluşumları damar-tipi yataklanmalara tipik örnek teşkil etmekte ve bunların bazıları yıllardan beri, bir kısmı da halen ekonomik olarak işletilmektedir. Cevher oluşumları birincil sfalerit, galen, pirit, minörden esere kalkopirit, tetradrit (fahler) ve ikincil serüzit, smitzonit, anglezit, hemimorfit ile kalsit, dolomit, kuvars ve barit gang minerallerinden oluşmaktadır.

Galen  $\delta^{34}\text{S}$  değerleri 0 ve +11,4 ‰<sub>V-CDT</sub> (örneklerin büyük bir kısmı 0 - +7 ‰<sub>V-CDT</sub> arasında yoğunlaşmaktadır) (Kızıldağ-Pozanti, Kurşuntepe-Hakkâri ve Tufanbeyli-Adana cevher oluşumlarından çok negatif değerler, bunlara ait Pb-izotop verileri olmadığı için bu değerlendirmeden hariç tutulmuştur).

Bu kükürt izotop bileşim aralığı, magmatik kaynak bileşimini önermektedir ki bu magmatik kaynaklı kükürttten hem izotopik olarak daha hafif hem de daha ağır, muhtemelen evaporit horizonlarından, kükürdü içermektedir. Magmatik kaynaklara daha yakın olan yataklanmalar daha magmatik karakter göstermektedir. Galenlerin kurşun izotop oranları 18.48 - 19.06 ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ), 15.66 - 15.85 ( $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ) ve 38.60 - 39.43 ( $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ) aralıklarında değişim göstermektedir. Bu değerleri bir  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} - ^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  diyagramında, MORB benzeri-manto bileşimi ve kıtasal kabuk kökenli olarak yorumlanan bir EMII rezervuar arasında kuvvetli bir pozitif korelasyon göstermektedir. Galenlerin  $\delta^{34}\text{S} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  diyagramında ise, daha düşük  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  oranları için daha pozitif  $\delta^{34}\text{S}$  değerlerinden,  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 19.06$  için  $\delta^{34}\text{S} \approx 0$ 'e doğru belirgin bir negatife yönelim söz konusudur ki ikinci durum ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 19.06$  için  $\delta^{34}\text{S} \approx 0$ ) magmatik bileşimi işaret etmektedir.

Mevcut jeokimyasal veriler esas alınarak, Orta Toroslardaki Pb-Zn yataklarının büyük bir kısmına ait galen kurşunu, Toritlerin evrimi ile ilişkili magmatik etkinliklerden kaynaklanmıştır.

**Anahtar sözcükler** Orta Toritler, kükürt, kurşun izotopları, Pb-Zn yatakları



**Origin of Central Tauride Belt Pb-Zn Mineralization:  
Evidences from Lead and Sulfur Isotopes in Galena**

**E. Çiftçi<sup>1</sup>, N. Ghosh<sup>2</sup> & A. R. Basu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ITU, Faculty of Mines, Department of Geological Engineering, 34469 Maslak-Istanbul, Turkey

<sup>2</sup> Department of Earth & Environmental Sciences, University of Rochester, Rochester, NY 14627, USA

The Tauride Belt of Turkey contains well over 50 mostly vein type Pb–Zn and barite-Pb-Zn deposits and mineralizations. Pb-Zn mineralizations occurring in the central part of the Taurides are typical examples of the vein type and some of them have been economically mined for years and are currently being mined. The ore mineralizations contain sphalerite, galena, pyrite and minor to trace amounts of chalcopyrite, tetrahedrite (fahlore) as primary ore minerals and cerussite, smithsonite, anglesite, hemimorphite as secondary ore minerals with calcite, dolomite, quartz and barite as gangue minerals.

The measured  $\delta^{34}\text{S}$  values of galena range between 0 and +11.4 ‰<sub>V-CDT</sub> (majority of the samples between 0 - +7 ‰<sub>V-CDT</sub>) (a few extreme negative  $\delta^{34}\text{S}$  values from Kızıldağ-Pozanti, Kurşuntepe-Hakkari and Tufanbeyli-Adana mineralizations are excluded since there are no lead isotope data for those occurrences). This range of sulfur isotopic composition suggests a magmatic source component that would involve the leaching of both the isotopically lighter and heavier sulfur from mantle derived magmatic source and possibly evaporate horizons, respectively. Deposits within the close vicinity of the magmatic intrusions show more magmatic components. Lead isotope ratios for the galenas range from 18.48 to 19.06 ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ), 15.66 to 15.85 ( $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ), and 38.60 to 39.43 ( $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ). In a  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  versus  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  plot, there is a strong positive correlation between a depleted MORB-like mantle component and an EMII reservoir that is interpreted to be of continental crustal origin. The  $\delta^{34}\text{S}$  versus  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  plot for the galenas show a distinctly negative trend from more positive  $\delta^{34}\text{S}$  values at lower  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  ratios to  $\delta^{34}\text{S} \approx 0$  at  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 19.06$ , the latter indicating the mantle component in the galenas.

From the above geochemical data, we suggest a major part of the lead in the Pb-Zn ore deposits of the Central Taurides was sourced from the igneous activities associated with the evolution of the Taurides.

**Keywords** Mid Taurides, sulfur, lead isotopes, Pb-Zn deposits

**Alanya Masifi'ndeki Barit, Sülfidli Barit ve Pb-Zn Cevherleşmelerini Oluşturan Çözeltilerin Kökeninin İzotop Jeokimyası (S, O, Sr, Pb) ile Belirlenmesi**

**Oya Cengiz<sup>1</sup>, Ali Uçurum<sup>2</sup>, Philippe Muchez<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Müh. Böl., Batı Kampusu Çünür, 32260 Isparta

<sup>2</sup>Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kampus, 58140, Sivas

<sup>3</sup>Katholieke Univ. Leuven Department of Geology, Celestijnenlaan 200 E, B-3001 Heverlee, Belgium

Alanya Masifi'ndeki barit, sülfidli barit ve Pb-Zn cevherleşmeleri, Gündoğmuş-Alanya ve Gazipaşa (Antalya) ile Anamur (Mersin) arasında KB-GD doğrultulu, yaklaşık 100km uzunluklu ve 15km genişlikli bir zon üzerinde 11 ayrı yerde bulunur. Bu çalışmada, barit, galen, sfalerit ve pirit (33 adet) için S izotop oranları, barit (19 adet) için O izotop içerikleri, barit (21 adet) için Sr izotop bileşimleri, galen ve pirit (12 adet) için de Pb izotop oranları ölçülmüştür.  $\delta^{34}\text{S}$  değerleri barit için; ‰18-20.3 ve ‰ 27.4-31.8 arasında iki ayrı aralıkta, galende; ‰ 4.6-14.4 arasında ve pirit için ‰-4.2 değerine sahiptir. Baritlerin  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop içerikleri, sırasıyla ‰12.0-16.3 ve 0.70932-0.71021 arasında değişir.  $^{206}/^{204}\text{Pb}$  izotop verileri piritte; 18.279-18.393, galende; 18.301-18.709,  $^{207}/^{204}\text{Pb}$  izotop sonuçları piritte; 15.672-15.710, galende; 15.670-15.715,  $^{208}/^{204}\text{Pb}$  izotop verileri piritte; 38.432-38.611, galende 38.450-38.922 arasında ölçülmüştür. Buna göre; barit ve sülfidli mineralleri oluşturan çözeltilerin kökeni farklı kaynaklıdır. S; egemen olarak deniz suyu ve kısmen şeyllerden, Ba ve Sr; deniz suyu ve metamorfik kayalardan, O; deniz suyu ve metamorfik kayalarla karışmış suların sülfatından ve Pb da; kıta kabuğu malzemelerinden gelebilir. Sonuç olarak, çözeltilerin kökeni, Kambriyen-Permiyen karbonatları ve klastik metamorfik kayalar ile etkileşimli deniz suyu ile karışmış hidrotermal çözeltiler olarak yorumlanabilir. Buna karşılık, cevherleşmeler; yataklanma şekilleri, magmatik kayalarla doğrudan ilişkisinin olmayışı, yaygın olarak karbonatlı kayalarda bulunması ve S izotop oranları bakımından kısmen Mississippi Vadisi tipi yataklanmaya da benzerlik gösterir.

**Anahtar kelimeler** Orta Toroslar, barit ve sülfidli mineraller, izotop oranları, karışım sınırları, çözeltilerin kökeni

**Investigation on Origin of Solutions Formed Barite, Sulfide bearing-Barite and Pb-Zn Mineralization in Alanya Massive Using Isotope Geochemistry Methods (S, O, Sr, Pb)**

**Oya Cengiz<sup>1</sup>, Ali Uçurum<sup>2</sup>, Philippe Muchez<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Müh. Böl., Batı Kampusu Çünür, 32260 Isparta

<sup>2</sup>Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kampus, 58140, Sivas

<sup>3</sup>Katholieke Univ. Leuven Department of Geology, Celestijnenlaan 200 E, B-3001 Heverlee, Belgium

Barite, sulfide bearing barite and Pb-Zn mineralization's in Alanya Massive are located at eleven different localities on a zone between Gündoğmuş, Alanya and Gazipaşa (Antalya and Anamur (Mersin) which has NW-SE trending, approximately 100 km distance and 15km width. S isotope ratios for 33 barite, galena, sphalerite, and pyrite samples, O isotope contents for 19 barite samples, Sr isotope compositions for 21 barite samples, and Pb isotope ratios for 12 galena and pyrite samples were measured in this study.  $\delta^{34}\text{S}$  ratios are at two different intervals between 18-20.3‰ and 27.4-31.8‰ for barite, and have values between 4.6-14.4‰ for galena, and have -4.2‰ for pyrite.  $\delta^{18}\text{O}$  and  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  isotope contents of barite vary between 12.0-16.3‰ and 0.70932-0.71021, respectively.  $^{206}/^{204}\text{Pb}$  isotope data present values between 18.279-18.393 for pyrite and 18.301-18.709 for galena.  $^{207}/^{204}\text{Pb}$  isotope results have values between 15.672-15.710 for pyrite and 15.670-15.715 for galena.  $^{208}/^{204}\text{Pb}$  isotope data were measured between 38.432-38.611 for pyrite and 38.450-38.922 for galena. On evaluating results of isotope analyses, origin of solutions occurred barite and sulfide minerals has different sources. Sulfur sources result from dominant seawater and partly shale, and Ba and Sr from seawater and metamorphic rocks, O from sulfate of mixing fluids of seawater and metamorphic rocks, and Pb from continental crust materials. As a result, origin of solution may be interpreted as hydrothermal fluids of mixing with seawater interacting with Cambrian-Permian carbonates and clastic metamorphic rocks. However, the mineralization's show a similarity to partly Mississippi Valley type deposit in respect of deposition forms, no relation with directly magmatic rocks, deposition in commonly carbonated rocks, and S isotope ratios.

**Key words** Central Taurides, barite and sulfide minerals, isotope ratios, mixing fluids, origin of solutions.

**Menderes Masifi'nin (Muğla) Güneyindeki Mermer Yataklarının Jeolojisi ve İzotop (Sr, C ve O) Jeokimyası**

**Metin BAĞCI<sup>1</sup>, Ahmet YILDIZ<sup>2</sup>, Yaşar KİBİCİ<sup>3</sup>, Ömer AKINCI<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>AKÜ İncehisar Meslek Yüksekokulu Mermercilik Programı, İncehisar/Afyonkarahisar

<sup>2</sup> AKÜ Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

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

<sup>4</sup>Havacı Binbaşı Mehmet Sokak, 9/12, Bostancı, İstanbul

Menderes masifinin (Muğla) örtü serisini oluşturan şistler içerisinde çok geniş mermer yatakları bulunmaktadır. Stratigrafik seviyelerine göre Muğla yöresinde dört önemli mermer yatağı ayırt edilmiştir. Bunlar; (1): Permokarbonifer yaşlı siyah renkli mermerler, (2): Triyas yaşlı mermerler, (3): Üst Kretase yaşlı platform tip mermerler ve (3): Paleosen yaşlı bordo renkli, pelajik mermerler şeklindedir. Bu çalışmada, mermer yataklarının kökeni ve oluşum koşullarını belirlemek amacıyla değişik mermer seviyelerinden karakteristik örnekler alınarak bunlara mineralojik analiz, majör, iz ve nadir toprak element ve  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop ve  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  analizleri uygulanmıştır.

$\delta^{13}\text{C}$  izotop oranları Triyas yaşlı mermerlerde ‰1.44-4.23, Üst Kretase yaşlı mermerlerde ‰1.31-2.21 ve Paleosen yaşlı mermerlerde ‰1.30-2.81;  $\delta^{18}\text{O}$  izotop oranları Triyas yaşlı mermerlerde ‰-6.13-2.91, Üst Kretase yaşlı mermerlerde ‰-3.80-2.28 ve Paleosen yaşlı mermerlerde ‰-5.11-2.46 ve  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  oranları ise Triyas yaşlı mermerlerde 0.707589-0.707721, Üst Kretase yaşlı mermerlerde 0.707519-0.707714 ve Paleosen yaşlı mermerlerde 0.707711-0.707786 arasında değişmektedir.  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değerleri bölgedeki karbonatların diyajenezi süresince meteorik suların etkili olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler** Mermer, İzotop, Menderes Masifi, Jeokimya

**The Geology and Isotope (Sr, C & O) Geochemistry of Marble Deposits from The Southern of Menderes Massif (Muğla)**

**Metin BAĞCI<sup>1</sup>, Ahmet YILDIZ<sup>2</sup>, Yaşar KİBİCİ<sup>3</sup>, Ömer AKINCI<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>AKÜ İncehisar Meslek Yüksekokulu Mermercilik Programı, İncehisar/Afyonkarahisar

<sup>2</sup> AKÜ Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

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

<sup>4</sup>Havacı Binbaşı Mehmet Sokak, 9/12, Bostancı, İstanbul

The vast marble deposits occur in cover sequence of Menderes Massif, SW Turkey. The four major marble deposits are recognized in Muğla province based on the stratigraphic levels. These are Permo-Carbonifer aged black marbles (1), Triassic aged marbles (2), Upper Cretaceous aged marbles (3) and Paleocene aged pelagic marble (4). This study deal with Triassic aged marbles of in the southern part of the Menderes massif. In this study, the characteristic samples are collected from different stratigraphic levels in marble deposits and mineralogical and major, trace and rare earth element (REE) analyses of marble, limestone and schist were conducted on these samples to reveal their petrographical and geochemical characteristics.

$\delta^{13}\text{C}$  isotope contents are between 1.44-4.23‰ in Triassic aged marbles, 1.31-2.21‰ in Upper Cretaceous aged marbles and 1.30-2.81‰ in Paleocene aged pelagic marbles.  $\delta^{18}\text{O}$  isotope contents are between -6.13-2.91‰ in Triassic aged marbles, -3.80-2.28‰ in Upper Cretaceous aged marbles and -5.11-2.46‰ in Paleocene aged pelagic marbles.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  isotope contents are between 0.707589-0.707721 in Triassic aged marbles, 0.707519-0.707714 in Upper Cretaceous aged marbles and 0.707711-0.707786 in Paleocene aged pelagic marbles. The contents of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  isotopes are shown that meteoric waters have influence during diagenesis of carbonates in Muğla province.

**Key words** Marble, Isotope, Menderes Massif, Geochemistry

**Borçka (Artvin) Yöresi Tersiyer Yaşlı Volkanik Kayaçların Mineral Kimyası ve Petrokimyası, Doğu Pontidler, KD Türkiye**

**Emre Aydınçakır<sup>1</sup> ve Cüneyt Şen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane

<sup>2</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon

Borçka (Artvin) yöresindeki Tersiyer yaşlı volkanik kayaçlar, tüm kayaç kimyasal sınıflama diyagramlarına göre, bazalt-bazaltik andezit-bazaltik trakiandezit takımı (BBAT), andezit-trakiandezit takımı (ATT) şeklinde başlıca iki farklı kayaç grubuna ayrılabilirler. (BBAT) takımı bazaltik dayk, bazaltik lav, yastık lavlardan ve bazaltik volkanik breşlerden meydana gelir. Buna karşın (AAT) takımı genel olarak andezitik dayk ve domlar ile karakterize edilir.

(BBAT) takımı plajiyoklas ( $An_{31-93}$ ), klinopiroksen ( $Wo_{38-48}En_{38-44}Fs_{8-17}$ ), hornblend ( $Mg^{\#} = 0.57-0.72$ ) fenokristalleri ve titanomagnetit içerirken, (ATT) takımını oluşturan kayaçlar ise plajiyoklas ( $An_{52-93}$ ), klinopiroksen, hornblend ( $Mg^{\#} = 0.64-0.71$ ) fenokristalleri, titanomagnetit ve apatit içermektedir. Bu volkanitlerde; plajiyoklas fenokristallerinde halkalı zonlanma, elek dokusu ve kemirilme; hornblend fenokristallerinin kenarlarında gelişen kısmi ergime ile oluşan parçalanma ve opaklaşma ve klinopiroksenlerdeki bozunma gibi dengesizlik dokuları gözlenmiştir. Tüm bu özellikler, volkanitlerin gelişiminde dengesiz kristallenme ve/veya magma karışımının önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

İncelenen volkanik kayaçlar, toleyitik ve kalk-alkali geçişli olup, düşük-orta derecede  $K_2O$  (% 0.18-2.0) içerirler. Örneklerin çoğunun düşük Mg-numarası (0.21-0.51) ile Cr (< 340 ppm) ve Ni (< 100 ppm) içeriklerine sahip olması, bu kayaçların mantodan türemiş ergiyiklerden itibaren önemli oranda farklılaşmaya uğradıklarını işaret etmektedir. Artan  $SiO_2$ 'ye karşı  $K_2O$ ,  $Na_2O$ , Rb ve Ba içerikleri pozitif, CaO, MgO,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $P_2O_5$ ,  $TiO_2$ , Zr, ve Ni içerikleri negatif korelasyon göstererek, kayaçların gelişiminde plajiyoklas, klinopiroksen, hornblend ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının etkili olduğuna işaret etmektedir. Volkanitlerin N-tipi Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı'na göre normalize edilmiş iz element dağılımları; büyük iyon yarıçaplı litofil element (LİLE) ve Th içeriklerinde zenginleşme ile Ta, Nb, Ti ve P elementlerinde gözlenen fakirleşmeler magma gelişiminde daha önceki dalma batma ve kabuk katkısı süreçlerinin önemli rol oynamış olduklarını düşündürmektedir. Volkanitlerin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları, kayaçların benzer kaynaktan türediklerini göstermektedir.

Elde edilen jeokimyasal verilerin ön değerlendirmesi ile volkanik kayaçların fraksiyonel kristallenme, magma karışımı  $\pm$  kontaminasyon/asimilasyon olayları sonucunda geliştiklerini ve volkanitlerin kaynağının muhtemelen daha önceden akışkanlar tarafından metasomatizmaya uğratılmış zenginleşmiş bir kaynak bölgeden (muhtemelen litosferik manto) türeyebileceklerini ifade etmektedir.

**Anahtar kelimeler** Doğu Pontid, Borçka, kalk-alkalen volkanitler, jeokimya, mineral kimyası, Tersiyer volkanitleri

**Mineral Chemistry and Petrochemistry of Tertiary Volcanic Rocks in the Borçka (Artvin) Area, Eastern Pontides, NE Turkey**

**Emre Aydınçakır<sup>1</sup> & Cüneyt Şen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Geological Engineering, Gümüşhane University, TR-29000 Gümüşhane, Turkey

<sup>2</sup> Department of Geological Engineering, Karadeniz Technical University, TR-61080 Trabzon, Turkey

The Tertiary volcanic rocks in the Borçka (Artvin) area, based on the chemical classification diagram, can be mainly divided into two rock groups that comprise of basalt-basaltic andesite-basaltic trachyandesite suite (BBAT) and andesite-trachyandesite suite (ATT). The (BBAT) suite consists of basaltic dyke, basaltic lava, pillow lava and basaltic volcanic breccia whereas the (ATT) suite is mainly characterized by andesitic dyke and domes.

The (BBAT) suite contains plagioclase ( $An_{31-93}$ ), clinopyroxene ( $Wo_{38-48}En_{38-44}Fs_{8-17}$ ), hornblende ( $Mg^{\#} = 0.57-0.72$ ) phenocrysts and titanomagnetite microphenocrysts, whereas the (ATT) suite rocks include plagioclase ( $An_{52-93}$ ), clinopyroxene, hornblende ( $Mg^{\#} = 0.64-0.71$ ) phenocrysts and titanomagnetite and apatite microphenocrysts. In these rocks, disequilibrium textures are observed such as oscillatory zoning, sieve texture and corrosion in plagioclase phenocrysts, breakdown and opaque in hornblendes and dissolution in clinopyroxenes. These microscopic features may indicate that disequilibrium crystallization or magma mixing played a significant role during the evolution of the rocks.

The studied volcanic rocks are tholeiitic to calc-alkaline transitional in nature and generally have low to medium  $K_2O$  contents (0.18-2.0 wt%). Most samples have low Mg-number (0.21-0.51), Cr (< 340 ppm), and Ni (< 100 ppm), which indicates that they have undergone significant fractional crystallization from mantle-derived melts. In binary plots,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ , Rb and Ba show positive correlation, whereas CaO, MgO,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $P_2O_5$ ,  $TiO_2$ , Zr, and Ni show negative correlation with silica content of the rocks, suggesting significant plagioclase, clinopyroxene, hornblende and Fe-Ti oxide fractionation during the evolution of volcanics. N-type mid-ocean ridge basalt-normalized trace element patterns indicate enrichment in large-ion lithophile element (LILE) and Th, and negative anomalies in Ta, Nb, Ti and P elements. This may possibly indicate that the previous subduction event(s) together with the crustal contributions had played an important role in the magma genesis. The chondrite-normalized rare earth element patterns suggest a similar source for the volcanics.

The preliminary interpretations of the geochemical data obtained from this study indicate that the Borçka volcanic rocks evolved by fractional crystallization and magma mixing  $\pm$  contamination/assimilation of a parental magma, and the sources of those volcanics are probably derived from an enriched source region (probably lithospheric mantle) which was previously modified by fluids.

**Key words** Eastern Pontides, Borçka (Artvin), calc-alkaline volcanics, geochemistry, mineral chemistry, Tertiary volcanics

**Zara-Suşehri (KD Sivas) Yöresi Magmatik Kayaçlarında Hidrotermal Karışık Tabakalı İllit-Smektit Oluşumları**

**Zeynel BAŞIBÜYÜK<sup>1</sup>, Hüseyin YALÇIN<sup>2</sup>, Ömer BOZKAYA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ahi Evran Üniversitesi, Kaman Meslek Yüksek Okulu, Kaman-Kırşehir

<sup>2</sup>Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-58140 Sivas

Neo-Tetis'in kapanmasından sonra çarpışma ile ilişkili olarak Orta-Kuzey Anadolu'da Paleosen'de Orta Anadolu Granitoidleri ile Orta-Üst Eosen'de Orta Anadolu Siyenitoidleri ve Orta Anadolu Volkanitleri gelişmiştir. Optik mikroskopi, X-ışınları kırınımı, ana, iz ve O-H izotop verilerine göre; volkanik ve plütonik kayaçlarda gelişen I/S'ler türedikleri köken kayaçlarına bağlı olarak önemli mineralojik ve jeokimyasal farklılıklar göstermektedir.

Zara-Suşehri-Şerefiye dörtgeninde Karataş volkanitlerine (bazalt, andezit, trakit, fonolit) Köseadağ siyenitoidinin (alkali feldispat siyenit, kuvarslı siyenit, monzonit) sokulum yapması sonucu; hidrotermal bozuşmayla ilişkili yaygın fillosilikat/kil (kaolinit, illit, smektit, klorit, karışık tabakalı illit-smektit/I-S ve klorit-smektit/C-S, pirofillit) mineralleri meydana gelmiştir.

Volkanik ana kayaçlı oluşumlar genellikle R1 I/S (% I= 65-80, % S= 20-35) ve daha az da R3 I/S (% I= 90, % S= 10), plütonik ana kayaçlı oluşumlar ise çoğunlukla R3 I/S (% I= 90-95, % S= 5-10) ve 2M1 + 1M + 1M<sub>d</sub> politipine sahip illitler ile temsil edilmektedir. R1 ve R3 I/S'lerin  $d_{(060)}$  değerleri 1.494-1.500 Å (ortalama 1.494 Å), oktahedral (Mg+Fe) içerikleri 0.02-0.32 arasında değişmekte olup, bütünüyle dioktahedral bileşimdedir.

Volkanik kökenli I/S'lerde TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, Na<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Sc, V, Cu, Ge, Sr, Hf, Zr ve Y; plütonik kökenlilerde ise SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Pb, W, Mo, As, Sb, Rb ve U miktarı artmaktadır. Nadir toprak element içerikleri volkanik kökenli I/S'lerde plütonik kökenlilere göre daha fazla zenginleşme göstermekle birlikte; kondrit normalize dağılımları köken kayaçlarınıninkine büyük benzerlik sunmaktadır. O-H duraylı izotop verileri volkanik ve plütonik kökenli I/S'ler için farklı olup, hidrotermal akışkanın kökeni magmatik-meteorik su arasında değişmekte, ancak ağırlıklı olarak magmatik kökeni temsil etmektedir. Ayrıca volkanik kökenli I/S'ler plütonik kökenlilere göre daha düşük sıcaklıkta sentezlenmiş olup, büyük ölçüde köken kayaç ile ilişkilidir.

**Anahtar kelimeler** Zara-Suşehri, hidrotermal bozuşma, illit-smektit oluşumları



**Hydrothermal Mixed Layer Illite-Smectite Occurances In The Magmatic Rocks From Zara-Suşehri Area (NE Sivas)**

**Zeynel BAŞIBÜYÜK<sup>1</sup>, Hüseyin YALÇIN<sup>2</sup>, Ömer BOZKAYA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ahi Evran Üniversitesi, Kaman Meslek Yüksek Okulu, Kaman-Kırşehir

<sup>2</sup>Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-58140 Sivas

Central Anatolian Granitoids in the Paleogene, Central Anatolian Syenitoids and Central Anatolian Volcanites in the Middle-Upper Eocene times are developed in relation to collision after the closure of Neotethys in the Central-Northern Anatolia. I/S depended on derived-origin rocks show important mineralogical and geochemical differences with regard to optical microscopy, X-rays diffraction, major, trace and O-H isotopic data.

Phyllosilicate/clay minerals such as kaolinite, illite, smectite, chlorite, mixed layers illite-smectite/I-S and chlorite-smectite/C-S, pyrophyllite are commonly occurred related to hydrothermal alterations at the quadrangle of Zara-Suşehri-Şerefiye as a result of intrusion to Karataş volcanites (basalt, andesite, trachyte, phonolite) of Kösedag syenitoid (alkali feldspar syenite, quartz syenite, monzonite)

The polytype formations are represented by generally R1 I/S (I %= 65-80, S %= 20-35) in general and less R3 I/S (I %= 90, S %= 10) in the volcanic-hosted rocks, and usually R3 I/S (I %= 90-95, S %= 5-10) and  $2M1 + 1M + 1M_d$  illites in the plutonic-hosted rocks.  $d_{(060)}$  values and (Mg+Fe) contents of R1 and R3 I/S range from 1.494 to 1.500 Å (mean 1.494 Å) and from 0.02 to 0.32, respectively, that is of entirely dioctahedral composition.

The amounts of elements such as TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, Na<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Sc, V, Cu, Ge, Sr, Hf, Zr and Y from the volcanic-originated I-S and SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Pb, W, Mo, As, Sb, Rb and U from the plutonic-originated I-S are increased. The chondrite-normalized distributions of I-S present a great similarity to those of source rocks, although the concentrations of rare earth elements are more enriched in the volcanic types in comparison with the plutonic ones. O-H stable isotope data are different for the volcanic- and plutonic-originated I-S and the origin of hydrothermal fluids are between magmatic and meteoric water, but they offer dominantly magmatic origin. Additionally, volcanic-originated I-S minerals are synthesized in lower temperatures compared with plutonic-originated ones and significantly related to source rocks.

**Key words** Zara-Suşehri, hydrothermal alteration, illite-smektite occurances

**Doğu Pontid Kuzey Zonu (KD Türkiye) Tersiyer Yaşlı Alkalın Volkanitlerin Petrokimyasal Özellikleri**

**Cem YÜCEL, Mehmet ARSLAN, İrfan TEMİZEL, Emel ABDİOĞLU**

Karadeniz Teknik Üniversitesi, MF Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon

Doğu Pontidlerde, Tersiyer volkanitleri, litolojik ve petrokimyasal farklılıklar nedeniyle Kuzey zonda alkalin ve Güney zonda kalk-alkalin olmak üzere iki farklı provense ayrılmaktadır. Bu çalışmada Doğu Pontidlerin Kuzey Zonunda yer alan Tersiyer yaşlı volkanitlerin petrokimyasal karakteristikleri belirlenmiştir. Volkanitler, plajiyoklas, klinopiroksen, olivin, lösit, sanidin, biyotit içerirler ve genellikle porfirik, mikrolitik-porfirik, hyalo-mikrolitik porfirik, flüidal ve nadiren kümülofirik doku gösterirler.

Volkanitler, düşük-orta alkali afiniteye ve orta yüksek K içeriğine sahiptir. Toplam alkali-silis diyagramına göre, bazaltik dayklar ve siller, bazaltik lavlar, yastık lavlar ve bazaltik breşler, bazalt, traki-bazalt ve bazaltik traki-andezit takımı olarak (BTB); andezitik dayk ve domlar, trakitik dayklar, trakit ve traki-andezit takımı (TT); foidli breşik lavlar ve foid içeren volkanik breşler bazanit-tefrit takımı (BT) olarak isimlendirilmişlerdir. Kayaçlardaki ana ve iz element değişimleri olivin, klinopiroksen, biyotit, hornblend, sanidin, apatit ve Fe-Ti oksitlerin fraksiyonlaşmasıyla açıklanabilir. N-tipi OOSB'na normalize iz element dağılımları, yitim zonu zenginleşmesinin izlerini taşıyan büyük iyon yarıçaplı elementlerde (Sr, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba), Th ve Ce zenginleşme, Zr, Y, Nb, Ta ve TiO<sub>2</sub> içeriklerinde fakirleşmeyi işaret etmektedir. Kondrite normalize nadir toprak element (NTE) dağılımları, düşük La<sub>N</sub>/Lu<sub>N</sub> (2.27-7.95) oranına sahip BTB ve TT takımları ve yüksek La<sub>N</sub>/Lu<sub>N</sub> (29-49) oranına sahip BT takımı olmak üzere iki ana dağılım göstermektedir. Genel olarak hafif nadir toprak elementlerde zenginleşme ve ağır nadir toprak elementlerde fakirleşmeyi işaret eden konkav şekle sahip bu dağılımlar, volkanitlerin gelişimi sırasındaki klinopiroksen fraksiyonlaşmasını göstermektedir.

**Anahtar kelimeler** Türkiye, Doğu Pontid, Tersiyer volkanitleri, petrokimya, alkali volkanit

**Petrochemical Characteristics of Tertiary Alkaline Volcanic Rocks in the Northern Zone of Eastern Pontides, NE Turkey**

**Cem YÜCEL, Mehmet ARSLAN, İrfan TEMİZEL, Emel ABDİOĞLU**

Karadeniz Technical University Department of Geological Engineering, 61080, Trabzon

Tertiary volcanics are divided into two volcanic provinces, alkaline in Northern Zone and calcalkaline in Southern Zone due to their lithological and petrochemical differences. In this study, petrochemical characteristics of Tertiary aged volcanics at Northern Zone of Eastern Pontide were determined. Volcanics generally contain plagioclase, clinopyroxene, olivine, leucite, sanidine, biotite with porphyritic, microlitic porphyritic, hyalo-microlitic porphyritic, fluidal and rarely cumulo-phiritic textures.

The volcanics have low to mildly alkaline affinities, and medium to high-K contents. According to total alkalis vs. silica diagram, basaltic dikes and sills, basaltic lavas, pillow lavas, basaltic breccias are classified as basalt, trachy-basalt and basaltic trachy-andesite suite (BTB); andesitic dikes and domes, trachytic dikes are described as trachyte and trachy-andesite suite (TT); foid bearing brecciated lavas and foid bearing breccias are named as basanite-tephrite suite (BT). Major and trace element variations in the rocks can be explained by fractionation of common mineral phases such as olivine, clinopyroxene, biotite, hornblend, sanidine, apatite and Fe-Ti oxides. N-type mid-ocean ridge basalt-normalized trace element patterns indicate enrichment in large-ion lithophile element (Sr, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba), Th and Ce and depletion in Zr, Y, Nb, Ta and TiO<sub>2</sub> contents suggesting a fingerprint of subduction zone enrichment. The chondrite-normalized rare earth element (REE) patterns depict two main trends with different enrichment-depletion ratios; BTB and TT with low La<sub>N</sub>/Lu<sub>N</sub> ratio (2.27-7.95) and BT with high La<sub>N</sub>/Lu<sub>N</sub> ratio (29-49). These trends have concave shape with marked light REE enrichment and heavy REE depletion, implying effect of significant clinopyroxene fractional crystallization during the evolution of the volcanics.

**Key Words** Turkey, Eastern Pontide, Tertiary volcanics, petrochemistry, alkaline volcanics

**Murgul (Artvin) Yöresi Altere Volkanitlerinin Tüm Kayaç Jeokimyası, Alterasyon Minerallerinin Duraylı İzotop Özellikleri ve K-Ar Yaşlandırmaları, KD Türkiye**

**Emel Abdioglu<sup>1</sup>, Mehmet Arslan<sup>1</sup> & Selahattin Kadir**

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon, Türkiye

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik Kampüsü, 26480 Eskişehir,

Doğu Pontidler'de Geç Kretase yaşlı asidik kayaçlarla ilişkili volkanojenik masif sülfür yatakları yaygındır. Bu yatakların en büyüklerinden biri olan Murgul (Artvin) madeni yoğun olarak hidrotermal alterasyona uğramış mafik-felsik kayaçlarla ilişkilidir. Çalışma sahasının tabanında Jura-Alt Kretase yaşlı bazalt, andezit ve piroklastitleri yer almaktadır. Bu birim üzerine Senoniyen yaşlı felsik volkanitler gelmektedir. Cevherleşme Senoniyen felsik volkanitlerinin son evrelerinde oluşan yaklaşık 200-250 m kalınlıktaki dasitik piroklastitler içerisinde bulunmaktadır. Cevherin örtü kayaçlarını yer yer porfirik dasitler, çamurtaşı-kireçtaşı-kumtaşı-tüf ile başlayan ince bir tortul seri ve jipsli vitrik tüfler oluşturmaktadır. Tersiyer yaşlı bazalt ve andezitler tüm birimleri örter. Cevher merceği genellikle masif, kısmen ağsal ve saçınımlı olup sarı cevher, siyah cevher ve süperjen birliktelikten oluşmaktadır. Cevher mineralleri sfalerit, galen, pirit, kalkopirit, tetrahedrit, bizmut, bizmutit, bornit, dijenit, kovellin, malakit ve azurit ile temsil edilir.

Murgul masif sülfür yatağı taban ve örtü kayaçları toleyitik-geçiş, kalkalkalen karakterli olup; volkanitlerin tüketilmiş okyanus ortası sırtı bazaltına (NMORB) normalize iz element değişimleri büyük iyon yarıçaplı litofil elementler (LILE; K, Rb ve Ba) bakımından zenginleşme, Sr ve Ti bakımından ise tüketilme ile karakterize edilir. Kondrite normalize nadir toprak element (NTE) dağılımlarında ağır nadir toprak elementlerdeki zenginleşme ( $La_N/Lu_N=0.81-9.98$ ;  $La_N/Sm_N=0.63-7.13$ ) ile pozitif-negatif Eu ( $Eu_N/Eu^*_N=0.34-1.55$ ) ve Ce ( $Ce_N/Ce^*_N=0.29-1.37$ ) anomalileri belirgindir. Bu durum sülfür-sülfat cevherleşmesini sağlayan akışkanların volkanitleri hidrotermal alterasyona uğratması ve kısmen plajiyoklas fraksiyonlaşmasının etkisinin korunması ile açıklanmaktadır. Yoğun hidrotermal alterasyondan dolayı volkanitlerde cevhere yaklaştıkça Na'ca tüketilme, K ve Si'da zenginleşme, alterasyon indeksi (AI=25.62-98.09) ve klorit-karbonat-pirit indeksindeki (CCPI=23.00-99.30) artışlar çarpıcıdır.

Cevher zonuna doğru sıcaklığın artması ile orantılı olarak  $\delta^{18}O$  değerleri azalmaktadır. illitlerde  $\delta^{18}O$  ‰6.6/8.7 ve  $\delta D$  ‰ -42/-50; kloritlerde  $\delta^{18}O$  ‰8.6 ve  $\delta D$  ‰-52'dir. Jipslerin  $\delta^{34}S$  içerikleri ‰20.3 ile ‰20.4 arasında;  $\delta D$  değerleri ise ‰-92 ile ‰-102 arasında değişir. Farklı oluşum evrelerine sahip illitlerden yapılan K-Ar yaşlandırmaları (62-73.3 My) Maastrichtiyen'de başlayıp Erken Daniyen'e kadar devam eden bir killeşme sürecine işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler** Murgul madeni, hidrotermal alterasyon, duraylı izotoplar, K-Ar yaşlandırması

**Whole Rock Geochemistry of the Volcanics, Stable Isotope Properties and K-Ar Dating of the Alteration Minerals around the Murgul (Artvin) Area, NE Turkey**

**Emel Abdioğlu<sup>1</sup>, Mehmet Arslan<sup>1</sup> & Selahattin Kadir**

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon, Türkiye

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik Kampüsü, 26480 Eskişehir.

In the Eastern Pontide, volcanogenic massive sulfide deposits accompanying the Late Cretaceous aged acidic rocks are widespread. The Murgul (Artvin) mine, one of the largest deposits in the region is surrounded by densely hydrothermally altered mafic-felsic volcanics. Jurassic-Late Cretaceous aged basalt, andesite and pyroclastics forms the bottom of the study area. This unit is overlain by Senonian aged felsic volcanics. Ore body is contained by dacitic pyroclastics, varying 200-250 m thickness and generated at later stage formation of Senonian volcanics. Hanging-wall rocks of the massive sulfide lens are partly porphyritic dacites, a thin sedimentary unit beginning with mudstone-limestone-sandstone-tuff and gypsum-bearing vitric tuff. These units are covered by Tertiary aged basalt and andesite. The ore lens generally is massive, partly stockwork and disseminated, and formed by yellow ore, black ore and supergene associations. Ore minerals are represented by sphalerite, galena, pyrite, chalcopyrite, tetrahedrite, bismuth, bismuthite, digenite, covellite, malachite and azurite.

The footwall- and hanging-wall volcanics of the Murgul massive sulfide deposit are tholeiitic-transitional and calc-alkaline in affinity and N-MORB normalized trace element patterns are pronounced by considerable large ion lithophile elements (K, Rb, Ba) enrichment, and Sr and Ti and P depletion. Chondrite-normalized REE patterns of the volcanics exhibit marked HREE enrichment ( $La_N/Lu_N=0.81-9.98$ ;  $La_N/Sm_N=0.63-7.13$ ) with positive/negative Eu ( $Eu_N/Eu_N^*=0.34-1.55$ ) and Ce ( $Ce_N/Ce_N^*=0.29-1.37$ ) anomalies, reflecting alteration with sulphide-sulfate rich fluids and semi-protected effect of plagioclase fractionation. Due to the effect of dense hydrothermal alteration, the volcanics show Na depletion, K and Si enrichment, increases in alteration index (AI=25.62-98.09) and chlorite-carbonate-pyrite index CCPI=23.00-99.30) with increasing proximity to the ore.

$\delta^{18}O$  values decrease towards the ore horizon because of the rising formation temperature.  $\delta^{18}O$  and  $\delta D$  compositions are ‰6.6 to ‰8.7 and ‰ -42 to ‰-50 for illites, and ‰8.6 to ‰-52 for chlorites, respectively.  $\delta^{34}S$  and  $\delta D$  values for gypsums vary ‰20.3 to ‰20.4 and ‰-92 to ‰-102, respectively. K-Ar dating on illites from different stages (62-73.3 Ma) refers an argillization process from Maastrichtian to Early Danian time.

**Key words** Murgul mine, hydrothermal alteration, stable isotopes, K-Ar dating

**Kestanbol Plütönu (Ezine-Çanakkale) ve Mafik Mikrogranüler Enklavlarının Mineral ve Tümükaç Jeokimyası**

**Sabah YILMAZ ŞAHİN<sup>1</sup>, Yüksel ÖRGÜN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi, Müh. Fak., Jeofizik Müh. Bölümü, 34320Avcılar, İstanbul,

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 34469-Maslak, İstanbul

Batı Anadolu'da yaygın olarak gözlenen Miyosen magmatizması, çarpışma sonrası jeotektonik ortamı karakterize etmekte olup, kalk-alkalinden-alkaline değışen özellikte plütönik ve volkanik ürünlerden oluşmaktadır. Kalkalkalin özellikli Kestanbol granitoyidi ve bu granitoyidin volkanik türevleri Ezine civarında (Çanakkale) yüzeylenmektedir. Kestanbol granitoyidi bölgesel metamorfik temel kayalar içerisine sokulum yapmakta ve volkanik-volcano-klastik sedimanter kayalarla örtülmektedir. Plütönu, eşyaşlı mafik ve felsik magmaların heterojen karışım (magma mingling) ürünleri olan mafik mikrogranüler enklavları (MME) ve homojen karışım (magma mixing) ürünleri olan bazı özel dokuları içerir ve sık sık felsik ve mafik daykılarla kesilir. Buna ilaveten, plütönu batı ve doğu kesimleri büyük faylarla sınırlanır.

Kestanbol granitoyidi genellikle monzonitik bileşimdedir ancak bu kayaların enklavları monzonit, monzodiyorit ve kuvars monzodiyorit bileşimdedir. Mineral kimyası sonuçlarına göre, plajiyoklazlar albit-labrador ( $An_{8-50}$ ), amfiboller magnezyo-hornblend ve biyotitler Mg-biyotit bileşimindedirler. Kestanbol granitoyidi ve MME'da amfibol mineralleri  $Mg/Mg+Fe^{+2} = 0.55-0.87$  ve  $0.55-0.74$  değerleri arasında iken; biyotitlerde  $FeO^I/MgO$  oranı ise, 1.01-1.55 değerindedir. Amfibol ve biyotit mineral jeokimyasına göre Kestanbol plütönu, yaklaşık 1.17 – 3,6 Kbar basınç ve 659–799 °C sıcaklık koşullarında, MME'lar ise 1.24 – 3.84 Kbar basınç ve 692–766 °C sıcaklık koşullarında oluşmuş, buna bağlı olarak da plütönu sığ yerleşimli (~12 km derinlik) olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Elde edilen bu basınç ve sıcaklık değerlerinin birbirine yakın olması, felsik ve mafik magmaların benzer fiziksel koşullar altında, birbirleriyle etkileşime uğramış olabileceğini göstermektedir.

Kestanbol plütönu kayaları, çarpışma sonrası kökenli, subalkalin, metaluminalı, ve yüksek K'lu kalk-alkalin karakterlidir ve eşyaşlı felsik ve mafik magmaların farklı magma ortamlarında, farklı oranlarda karışması ile oluşmuşlardır.

**Anahtar kelimeler** Magma mixing/mingling, mineral chemistry, post collision, shallow level intrusion.

**Mineral and Whole-rock Geochemistry of the Kestanbol Pluton and Its Mafic Microgranular Enclaves (Ezine-Çanakkale)**

**Sabah YILMAZ ŞAHİN<sup>1</sup>, Yüksel ÖRGÜN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi, Müh. Fak., Jeofizik Müh. Bölümü, 34320Avcılar, İstanbul,

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 34469-Maslak, İstanbul

Widely observed Miocene magmatism in western Anatolia is characterized post collisional geotectonic setting and consists of coeval volcanic and plutonic products are varied to from calc-alkaline to alkaline. Calc-alkaline Kestanbol pluton and its volcanic products are outcrop in western part of Ezine (Çanakkale). It is intruded into the regional metamorphic rocks and it is covered by volcanic, volcanoclastic sedimentary rocks. Kestanbol pluton also includes mafic microgranular enclaves (MMEs) and some special textures, formed such as products of mingling and mixing of coeval felsic and mafic magmas and often cut by mafic dykes. In addition, the western and eastern parts of pluton are bordered with defined big faults.

The Kestanbol pluton is monzonitic composition but their enclaves are formed monzonitic, monzodioritic and quartz monzodioritic rocks. It is composed of plagioclase (albite-labradorite ( $An_{8-50}$ ), amphiboles (magnesian-hornblende) and biotite (Mg-biotite) according to the results of mineral chemistry. Mg/Mg+Fe<sup>+2</sup> ratio of the amphibol minerals in the Kestanbol granitoid and MMEs is between 0.55 and 0.87 and 0.55-0.74, respectively. FeO<sup>I</sup>/MgO ratio of biotites in these rocks is between 1.01 and 1.55.

The Kestanbol pluton may be formed under the approximately 1.17 – 3,6 Kbar pressure and 659–799 °C temperature and their MMEs are formed 1.24 – 3.84 Kbar pressure and 692–766 °C. It can be interpretate the Kestanbol unit is shallow level (~12 km depth) pluton. The similar pressure and temperature conditions in the Kestanbol pluton and their MMEs may be show to interacted to the felsic and mafic magmas with the each other under the resemble physical conditions.

The rocks of Kestanbol pluton are subalkaline, metaluminous, high-K calc-alkaline character, post-collision origin and derived from hybrid magma that originated from mixing of coeval felsic and mafic magmas in different ratios and different depths.

**Key words** Magma mixing/mingling, mineral chemistry, post collision, shallow level intrusion.

**KB Anadolu ve Tokat Yöresi Karakaya Karmaşığı Fillosilikatlarının Jeokimyası**

**Sema TETİKER<sup>1</sup>, Hüseyin YALÇIN<sup>2</sup>, Ömer BOZKAYA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Batman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 72100, Batman

<sup>2</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas

Sakarya Tektonik Birliği içerisinde yüzeyleyen Paleotetis birimlerinden Permo-Triyas yaşlı Karakaya Karmaşığı iki bölüme ayrılmaktadır. Bunlar; KB Anadolu ve Tokat yöresinde epizonal-ankizonal Alt Karakaya Karmaşığı (Nilüfer birimi / Turhal Metamorfileri) ve ankizonal-yüksek diyajenetik Üst Karakaya Karmaşığı (Hodul, Orhanlar ve Çal birimleri / Devecidağ Karışığı) ile temsil edilmektedir.

Devecidağ Karışığı metavolkaniklerine ait dioktahedral smektit tetrahedralde Si-Al, oktahedralde Al-Fe-Mg süstitüsyonuna sahip ve toplam oktahedral katyon miktarı 2' ye yakındır. Hodul birimi şeyllerinden zenginleştirilen I-S ideal illit bileşiminden sapma göstermekte ve yaklaşık % 5 smektit tabakası, ayrıca oktahedral Fe ve Mg içermektedir. Çal birimi ve Devecidağ Karışığı'na ait sırasıyla şeyl ve kalsleyitten elde edilen C-S'de tetrahedral Si-Al, oktahedral Mg-Fe-Al süstitüsyonu bulunmakta olup; toplam oktahedral katyon miktarı dioktahedral bileşime işaret etmektedir. Nilüfer birimine ait sleyt ve Turhal Metamorfileri'ne ait metatüfitlerde belirlenen kloritlerde tetrahedral Si-Al, oktahedral Mg-Fe-Al süstitüsyonu ve toplam oktahedral katyon miktarı, ayrıca XRD verileri di-trioktahedral bileşimi göstermektedir.

Fillosilikat/kil minerallerinin toplam eser element derişimlerinde logaritmik olarak yaklaşık 1300 kat zenginleşme, 50 kat fakirleşme gözlenmekte olup; ortalama değerler smektit-I-S-C-S-klorit yönünde artmaktadır. Diğer bir ifadeyle, elementsel süstitüsyon kloritlerde en çok, smektitlerde ise en az düzeyde gerçekleşmektedir. Volkanojenik kloritin eser element içerikleri, metamorfik kökenli olandan oldukça yüksektir. Ortalama derişimlere göre; geçiş metalleri (Cr, Ni, Co, Sc, V, Cu, Pb, Zn) volkanojenik kloritte zenginleşmekte; I-S ve smektitte fakirleşmektedir. Granitoyid elementlerinden Sn I-S, W ise klorit ve C-S fraksiyonlarında en bol bulunmaktadır. Karışık davranışlı elementlerden As miktarı C-S, Sb ise klorit fazında kısmen artmaktadır. Kalıcılığı düşük elementlerden Rb, Ba ve Tl potasyum içeriğine bağlı olarak I-S'te; Sr, kalsiyum miktarı ile ilişkili olarak smektitte; kalıcılığı yüksek elementlerden Nb, Zr ve Y C-S'te, Th I-S'te ve U volkanojenik kloritte en fazla derişime sahip elementlerdir.

Fillosilikatların iz element miktarları P ve U hariç genellikle NASC'ten daha düşüktür. Kondrit-normalize iz element desenlerine göre, U elementi klorit (Turhal Metamorfileri) ve C-S (Devecidağ Karışığı) minerallerinde yaklaşık 5600 ve 1837 kata kadar bir zenginleşme göstererek kuvvetli pozitif anomali sergilemektedir. Tüm kil mineralleri K, Sr ve P için kuvvetli negatif anomaliye sahiptir. Fillosilikatların REE içerikleri NASC'ten oldukça düşük olmakla birlikte, kondrite göre artmıştır. Kondrit-normalize REE içeriklerine göre, volkanojenik klorit en az, I-S ise en fazla zenginleşmiştir. Toplam REE konsantrasyonu I-S'te en çok, kloritte en azdır. Ayrıca kil minerallerinin LREE konsantrasyonları, HREE göre bir azalma göstermektedir. La-Lu için I-S'te 121-17, smektitte 43-6, kloritte 18-2 ve C-S'te 54-6 kat zenginleşme görülmektedir. Eu için I-S negatif, buna karşın smektit pozitif anomaliye sahiptir.

Fillosilikatların oluşumu ve kökeni detritik beslenme, volkanik aktivite ve derinsel bozuşma ve/veya yüzeysel bozunma süreçleri ile denetlenmektedir.

**Anahtar kelimeler** KB Anadolu, Karakaya Karmaşığı, fillosilikat, jeokimya



**Geochemistry of the pyhlosilicates from Karakaya Complex in the NW Anatolia and Tokat Region**

**Sema TETİKER<sup>1</sup>, Hüseyin YALÇIN<sup>2</sup>, Ömer BOZKAYA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Batman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 72100, Batman

<sup>2</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas

Permo-Triassic Karakaya Complex of Paleotethys units outcropped in Sakarya Tectonic Terrane is divided into two parts. These are represented by Lower Karakaya Complex with epizonal-anchizonal units (Nilüfer unit / Turhal Metamorphites) and Upper Karakaya Complex (Hodul, Orhanlar and Çal units / Devecidağ Melange) with anchizonal-high diagenetic units in the NW Anatolia and the Tokat regions.

Diocahedral smectite from metavolcanics of Devecidağ Melange have substitutions of Si-Al in tetrahedral and of Al-Fe-Mg in octahedral and the amount of total octahedral cation close to 2. I-S with smectite layer of approximately 5 % obtained from the Hodul unit shales differs from the composition of ideal illite and contains octahedral Fe and Mg. The substitutions of tetrahedral Si-Al and octahedral Mg-Fe-Al are found in the C-S extracted from shale and calcslate in the Çal unit and Devecidağ Melange, respectively, and its content of total octahedral cations indicates dioctahedral composition. Chlorite determined in the slate of Nilüfer unit and metatuffite of Turhal Metamorphites shows di-trioctahedral components based on the substitutions of tetrahedral Si-Al and octahedral Mg-Fe-Al, and the quantity of total octahedral cations, and also the XRD data.

The total concentrations of trace elements in the phyllosilicate/clay minerals are logarithmically observed an enrichment of nearly 1300 times and a depletion of about 50 times, and mean values increase in the direction of smectite-I-S-C-S-chlorite. In other words, elemental substitutions are taken place in the chlorites at most and in the smectite at least levels. Trace element contents of volcanogenic chlorite are higher than those of metamorphic origin. According to the average concentrations, transition metals (Cr, Ni, Co, Sc, V, Cu, Pb, Zn) are enriched in the volcanogenic chlorite but are depleted in the smectite and I-S. Sn from granitoid elements are abundantly found in the I-S, and W in the chlorite and C-S fractions.

As and Sb amounts from the miscellaneous elements partly increase in the C-S and chlorite phase, respectively. Low and high field strength elements have maximum concentrations that these are Rb, Ba and Tl depending on the potassium content in the I-S, Sr related to the amount of calcium in the smectite, and Nb, Zr and Y in the C-S, and Th and U in the I-S volcanogenic chlorite. Except for P and U, amounts of trace elements of phyllosilicates generally are lower than those of NASC. According to the chondrite-normalized trace element patterns, U element is enriched approximately up to 5600 times in the chlorite (Turhal Metamorphites) and 1837 times in the C-S (Devecidağ Melange) and shows a strong positive anomaly.

All clay minerals have a strong negative anomaly for K, Sr and P. REE contents of phyllosilicates increase, compared to chondrite, although they are lower than those of NASC. On the basis of chondrite-normalized REE amounts, they are mostly enriched in the volcanogenic chlorite, but less in the I-S. Total REE concentrations reach maximum in I-S and minimum in the chlorite. In addition, the LREE concentrations of clay minerals show a decrease in comparison with HREE. The enrichments for La-Lu are of 121-17 times in the I-S, 43-6 times in the smectites, 18-2 times in the chlorites, and 54-6 times in the C-S. Eu has negative and positive anomalies for I-S and smectite in order.

The occurrence and origin of the phyllosilicates have been controlled by detrital feeding, volcanic activity and alteration and/or weathering processes.

**Key words** NW Anatolia, Karakaya Complex, pyhlosilicate, geochemistry

**Yıldızeli (Sivas) Yöresi Karakoç Mafik/Ultramafik Plütonikleri'nin  
Mineraloji-Petrografi ve Jeokimyası**

**Nazmi OTLU<sup>1</sup>, Hüseyin YALÇIN<sup>1</sup>, Ömer BOZKAYA<sup>1</sup>, İrfan ŞAKAR<sup>2</sup>, Hülya YEŞİLDAG<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 SİVAS

<sup>2</sup>Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 58140 SİVAS

<sup>3</sup>Afşin-Elbistan Linyit İşletmesi 46500 KAHRAMANMARAŞ

Çalışma alanı, Yıldızeli İlçesi (Sivas) güneybatısındaki Karakoç Köyü civarında yer almaktadır. Bölgede Kırşehir Bloğu' nun Mesozoyik-öncesi kabuksal metasedimentleri, Geç Kretase-Erken Tersiyer yaşlı çarpışma ile ilişkili Orta Anadolu Granitoidleri ve Sivas Baseni'nin Geç Paleosen-Kuvaterner yaşlı örtü sedimentleri mostra vermektedir. Bu stratigrafik dizilim içinde, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özelliklerine göre tanımlanan Karakoç Mafik (gabro, monzogabro, diyorit, monzodiyorit ve monzonit) / Ultramafik (hornblendit ve kısmen piroksenit) Plütonikleri metasedimentleri kesen 1-5 m kalınlığında ve yaklaşık doğu-batı uzanımlı sillerden oluşmaktadır.

K/Ar radyometrik yöntemi ile Karakoç Mafik/Ultramafik Plütonikleri'nden  $69.7 \pm 1.8$  Ma (hornblend), bunlarla birlik oluşturan dayk konumundaki siyenit-aplitlerden  $67.8 \pm 1.7$  Ma (tüm kayaç) ve pirometasomatik kayalardan ise  $60.1 \pm 1.6$  Ma (flogopit) yaşlar elde edilmiştir. Bu veriler, ultramafik kayaç-felsik dayk sokulumu ve buna bağlı hidrotermal alterasyon sırasını vermektedir.

Karakoç Mafik/Ultramafik Plütonikleri'nin koyu renkli bileşenlerini hornblend, arfvedsonit, egirin/egirin-ojit ve enstatit; açık renkli bileşenlerini plajiyoklaz, skapolit ve nefelin, tali mineralleri ise biyotit, zirkon, titanit, apatit, topaz, ksenotim ve opak mineraller oluşturmaktadır. Felsik plütonik kayalar başlıca ortoklaz, plajiyoklaz, mikroklin ve kuvars, kısmen hornblend, arfvedsonit, egirin/egirin-ojit, biyotit, muskovit ve eser miktarda granat, zirkon, titanit, apatit, topaz, ksenotim ve opak mineraller içermektedir. Pirometasomatik kayaların bileşenlerini bolluk sırasına göre granat, epidot, hornblend, plajiyoklaz, mikroklin, ortoklaz, kuvars, ojit, biyotit, klorit ksenotim, titanit ve opak mineraller temsil etmektedir.

Bu magmatik birlik, çarpışma sonrası dönemde, levha içi granitoid yerleşimi ile gelişmiş, hem alkali, hem de subalkali (toleyitik ve kalkalkali) karakterlidir. Ana elementlerin ikili değişimleri, önce alkali, sonra artık magmadan da subalkali birimlerin oluştuğunu göstermektedir. İz element bulgularına göre Karakoç Mafik/Ultramafik Plütonikleri'nin gerilme ile ilişkili levha içi magmatikleri temsil ettiği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler** Orta Anadolu, magmatizma, ana-iz elementler, K/Ar

**Mineralogy-Petrography and Geochemistry of The Karakoç Mafic/Ultramafic Plutonics  
In The Yıldızeli (Sivas) Area**

**Nazmi OTLU<sup>1</sup>, Hüseyin YALÇIN<sup>1</sup>, Ömer BOZKAYA<sup>1</sup>, İrfan ŞAKAR<sup>2</sup>, Hülya YEŞİLDAG<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 SİVAS

<sup>2</sup>Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 58140 SİVAS

<sup>3</sup>Afşin-Elbistan Linyit İşletmesi 46500 KAHRAMANMARAŞ

The study area is located at around Karakoç Village from southwestern Yıldızeli, Sivas. Pre-Mesozoic crustal metasediments of the Kırşehir Block, Late Cretaceous–Early Tertiary collision-related Central Anatolian Granitoids and Late Palaeocene–Quaternary aged cover sediments of the Sivas Basin outcrop in the region. In this stratigraphic sequence, Karakoç Mafic (gabbro, monzogabbro, diorite, monzodiorite and monzonite) / Ultramafic (hornblende and partly pyroxenite) Plutonics determined on the basis of mineralogic-petrographic and geochemical properties consist of sills with a thickness of 1-5 m cutting the metasediments and approximately east-west trending.

The ages are obtained by using the K/Ar radiometric method such as  $69.7 \pm 1.8$  Ma (hornblende) from the Karakoç Mafic/Ultramafic plutonics,  $67.8 \pm 1.7$  Ma (whole-rock) from the dikes of syenite aplites and  $60.1 \pm 1.6$  Ma (phylogopite) from the pyrometasomatik rocks that are associated with each others. These data give an order of ultramafic rock-felsic dike intrusion and its hydrothermal alteration.

The Karakoç Mafic/Ultramafic Plutonics are mainly composed of hornblende, arfvedsonite, aegerine/aegerine-augite and enstatite from dark-colored components, and plagioclase, scapolite and nepheline from light-colored constituents, and biotite, zircon, titanite, apatite, topaz, xenotitme and opaque from accessory minerals. Felsic plutonic rocks contain chiefly orthoclase, plagioclase, microcline and quartz, partly hornblende, arfvedsonite, aegerine/aegerine-augite, biotite and muscovite, trace amounts of garnet, zircon, titanite, apatite, topaz, xenotitme and opaque minerals. Pyrometasomatik rocks are represented by garnet, epidote, hornblende, plagioclase, microcline, orthoclase, quartz, augite, biotite, chlorite, xenotitme, titanite and opaque minerals in order of abundances.

This magmatic suite has both alkaline and subalkaline (tholeiitic and calcalkaline) in character and is developed by within-plate granitoid emplacement in the period of the post-collision. The bivariate plots of major elements show that alkaline units first occurred and then subalkaline ones solidified from residual magma. Karakoç Mafic/Ultramafic Plutonics are thought to represent within-plate magmatics related to extension according to the findings of trace elements.

**Key words** Central Anatolia, magmatism, major and trace element, K/Ar

**Deliçay ve Tarsus Çayı Arasında Yeralan Delta Çökellerinin Kökensel Farklılıkları:  
Jeokimyasal ve Mineralojik Kanıtlar**

**Mehmet Ali KURT<sup>1</sup>, Musa ALPASLAN<sup>1</sup>, Abidin TEMEL<sup>2</sup> ve Cüneyt GÜLER<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343 Çiftlikköy, Mersin

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

Çalışma alanı Mersin O33 paftası içerisinde yer almakta olup; bu alan, batıda Deliçay, doğuda Tarsus Çayı, kuzeyde Mersin-Tarsus karayolu ve güneyde Akdeniz arasında kalan yaklaşık 200 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. Bu çalışmada, Deliçay ile Tarsus Çayı arasındaki bölgede yeralan delta çökellerinin mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve kökensel farklılıklarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışma alanı çökellerinin mineralojisini belirlemek için 40 noktadan ve üç farklı derinlikten toplam 120 örnek alınmıştır. Ayrıca, çalışma alanı yüzey (0-15 cm) çökellerinin dokusal ve jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla toplam 208 örnek alınmıştır. Delta çökellerinin mineralojik bileşimleri XRD yöntemi ile, dokusal özellikleri hidrometre yöntemi ile ve jeokimyasal özellikleri ise ICP-MS yöntemi ile belirlenmiştir. Elde edilen veriler bir Coğrafik Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımına aktararak çeşitli dağılım haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca Ni, Cr ve Co elementlerinin ikili değişim diyagramları oluşturulmuştur. Dağılım haritaları ve değişim diyagramlarının yorumlanması sonucunda; çalışma alanındaki delta çökellerinin mineralojik ve jeokimyasal olarak iki farklı kökenden kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu köken farklılığına göre; delta çökelleri jeokimyasal ve mineralojik bileşim olarak doğu ve batı bölümü çökelleri olarak ikiye ayrılmıştır. Bu ayrımı; delta çökellerinin oluşumunda rol oynayan Deliçay ve Tarsus Çayı'nın farklı kaynaklardan getirdikleri jeolojik malzeme sağlamıştır. Deliçay ile Tarsus Çayı arasında kalan bölgedeki delta çökelleri, kuzey-güney yönde çökellerdeki tane boyu bakımından; doğu-batı yönünde ise jeokimyasal ve mineralojik olarak farklılıklar göstermektedirler.

**Anahtar Kelimeler** Deliçay, Tarsus çayı, delta çökelleri, mineraloji, jeokimya, ICP-MS.

**Differences in the Origins of the Delta Deposits in the Area Between Deliçay and Tarsus Rivers:  
Geochemical and Mineralogical Evidence**

**Mehmet Ali KURT<sup>1</sup>, Musa ALPASLAN<sup>1</sup>, Abidin TEMEL<sup>2</sup> ve Cüneyt GÜLER<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343 Çiftlikköy, MERSİN

<sup>2</sup> Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, ANKARA

The study area is located within O33 topographic sheet and bordered by Deliçay river on the west, Tarsus river on the east, Mersin-Tarsus motorway on the north, and the Mediterranean sea on the south, covering an area about 200 km<sup>2</sup>. Aims of this study were to determine mineralogical and geochemical properties of the delta deposits found in the area between Deliçay and Tarsus rivers and to find out differences in their origins. To determine the sediment mineralogy of the study area, a total of 120 samples were collected from 40 different sampling points and from three different sampling depths. Furthermore, a total of 208 samples were collected to determine textural and geochemical properties of the surface (0-15 cm) sediments of the study area. Mineralogical composition of the samples was determined by XRD method, their textural properties by hydrometer method and geochemical properties by ICP-MS method. The data obtained by this study have been transferred to a Geographic Information Systems (GIS) software to prepare various thematic maps. Additionally, bivariate plots of Ni, Cr and Co elements were also made to find out if there are any trends. Interpretation of thematic GIS maps and bivariate plots revealed that delta sediments in the study area are from two different origins both mineralogically and geochemically, which affect the sediments of the area in the west and east parts differently. The differences in the properties of the sediments in west and east parts can be attributed to differences in the geologic materials brought by Deliçay and Tarsus rivers. The delta sediments found in the area between Deliçay and Tarsus rivers are distinctly different in grain-size in the north-south direction and with respect to geochemical and mineralogical properties in the east-west direction.

**Key words** Deliçay river, Tarsus river, delta deposits, mineralogy, geochemistry, ICP-MS.

**Abisal ve yitim karakterli manto peridotitleri, Harmancık ofiyoliti, Bursa, KB Türkiye**

**Ahmet Dündar ŞEN<sup>1</sup>, İbrahim UYSAL<sup>2</sup>, Orhan KARSLI<sup>1</sup>**

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

<sup>2</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon, Türkiye

Harmancık ofiyolitine ait manto peridotitleri, mineral bileşimleri ve tüm kayaç jeokimyaları esas alınarak, tüketilmiş lertzolit ve tüketilmiş harzburjit olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bazı uyumsuz iz ve ağır nadir toprak elementler (ANTE), bu peridotitlerin tüm kayaç MgO içerikleri ile negatif korelasyon sunmaktadır. Lertzolit bileşimindeki örneklerin Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve CaO içerikleri (%1.58–2.17; ort: 1.93 ve %0.73–2.31; ort: 1.90), harzburjit bileşimindeki örneklerinkine kıyasla (%0.75–1.44; ort: 1.03 ve %0.58–1.30; ort: 0.90) daha yüksektir. Her iki kayaç türünden bazı örneklerin çok kısmen yüksek Al içeriklerine karşılık düşük CaO değerleri sunması, serpantinleşme sırasındaki Ca tüketilmesine işaret etmektedir. Tüketilmiş lertzolitlere ait spinel ve piroksen kristallerinin Cr# değerleri (Cr#<sup>Spl</sup> = 18–25, Cr#<sup>Opx</sup> = 4–12, Cr#<sup>Cpx</sup> = 10–20) düşüktür ve bu kayaçların piroksenleri yüksek Al (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>Opir</sup> = %1.64–4.91 ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>Kpir</sup> = %2.45–6.09) ve Ti (TiO<sub>2</sub><sup>Opir</sup> < %0.10 ve TiO<sub>2</sub><sup>Kpir</sup> %0.05–0.17) içeriğine sahiptir. Ayrıca lertzolitlerin modal klinopiroksen bollukları ile uyumlu olarak, tüm kayaç CaO (%0.73–2.31) ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%1.58–2.17) içeriklerinin yüksek olduğu görülmektedir. Tüketilmiş lertzolitlerden elde edilen veriler, bu kayaçların abisal peridotitler benzerlik sunduğunu göstermektedir. Tüketilmiş harzburjitler ise, yay ile ilişkili peridotitlerle uyumlu olarak, yüksek Cr# (36.6–56.0) değerleri sunarlar. Tüketilmiş harzburjitlerdeki pirokselerin Al içerikleri (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>Opir</sup> = %1.47–3.21, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>Kpir</sup> = %1.88–3.67) ve Ti içerikleri oldukça düşüktür (TiO<sub>2</sub><sup>Opir</sup> < %0.10 ve TiO<sub>2</sub><sup>Kpir</sup> < %0.17).

Tüm kayaç jeokimyaları ve mineral bileşimleri dikkate alındığında, tüketilmiş lertzolitlerin, okyanus ortası açılma rejimine bağlı olarak gelişen, ilksel üst mantonun düşük derecelerdeki kısmi ergimesi (%5–10) sonucu geride kalan tüketilmiş manto peridotitleri oldukları, buna karşılık tüketilmiş harzburjitlerin ise, daha yüksek kısmi ergime dereceleri (%15–25) ile, yitim zonu peridotitlerine benzerlik sundukları görülmektedir. Tüketilmiş harzburjitlerdeki spinellerinin Cr# değerlerindeki artışa bağlı olarak TiO<sub>2</sub> içeriklerindeki artış ve tüm kayaç hafif nadir toprak element içeriklerindeki zenginleşmeler, bu kayaçların, Neotetis okyanusun kapanması sürecinde okyanus oluşumu esnasında kısmen tüketilmiş üst mantoya (tüketilmiş lertzolit) yiten okyanusal kabuğunun sebep olduğu kısmi ergime sonucu oluşan Izu Bonin Mariana ada yayı toleyitleri bileşimindeki ergiyikler ile etkileşime girdiklerini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler** Manto peridotitleri, jeokimya, mineral kimyası, kısmi ergime, ergiyik-kayaç etkileşimi, Harmancık

**Mantle peridotites of supra-subduction and abyssal affinities from the Harmancik ophiolite, Bursa NW- Turkey**

**Ahmet Dündar ŞEN<sup>1</sup>, İbrahim UYSAL<sup>2</sup>, Orhan KARSLI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Geological Engineering, University of Gümüşhane, 29100-Gümüşhane, Turkey

<sup>2</sup>Department of Geological Engineering, Karadeniz Technical University, 61080-Trabzon, Turkey

In the mantle section of the Harmancik ophiolite two groups of peridotites have been recognized, on the basis of mineral composition and whole-rock geochemistry, i.e. depleted lherzolites, depleted harzburgites. Some incompatible trace and heavy rare earth elements (HREE) in whole rock have negative correlation with MgO. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and CaO concentrations in lherzolite samples (1.58–2.17 wt%; avg: 1.93 and 0.73–2.31 wt%; avg: 1.90, respectively) are higher than those in harzburgites (0.75–1.44 wt%; avg: 1.03 and 0.58–1.30 wt%; avg: 0.90, respectively), consistent with the degree of depletion, although some samples from the two rock types have very low CaO contents for the given Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contents, reflecting Ca depletion during the serpentinization. Depleted lherzolites are represented by low Cr# in spinel (18–25.3) and in pyroxenes (4.0–11.7) and also relatively higher content of Al (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>OpX</sup> = 1.64–4.91 wt% and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>Cpx</sup> = 2.45–6.09 wt%) and Ti (TiO<sub>2</sub><sup>OpX</sup> < 0.10 wt% and TiO<sub>2</sub><sup>Cpx</sup> 0.05–0.17) only in pyroxenes. Therefore, bulk composition have higher content of CaO (0.73–2.31 wt%) and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1.58–2.17 wt%), consistent with the modal abundance of clinopyroxene, and are plotted within the undepleted abyssal peridotite field. However, depleted harzburgites are represented by higher Cr# of spinel (36.6–56.0) which is similar to the SSZ-type peridotites from elsewhere. Pyroxenes in these rocks are poor in Al (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>OpX</sup> = 1.47–3.21 wt% and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>Cpx</sup> = 1.88–3.67 wt%) and Ti (TiO<sub>2</sub><sup>OpX</sup> < 0.10 wt% and TiO<sub>2</sub><sup>Cpx</sup> < 0.17 wt%).

Whole-rock geochemistry and mineral compositions, as well as spinel composition imply that depleted lherzolites are the residue of low degrees partial melting (5-11%) of primitive upper mantle formed beneath ocean spreading center. However, depleted harzburgites are assumed to be the residue of higher degrees partial melting (15-25%), related with the SSZ environment. Spinel Cr# vs TiO<sub>2</sub> relationships and enrichment in whole rock LREE concentrations show that some of the refractory peridotites of the Harmancik ophiolites reacted with IBM-IAT like melts percolated during the subduction of oceanic crust into the depleted upper mantle.

**Key words** Mantle peridotites, geochemistry, mineral chemistry, partial melting, melt-rock interaction, Harmancik

**Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağında Yeralan İspendere (Malatya) Ofiyoliti'nin Tektonik Ortamı ve Önemi**

**Osman Parlak<sup>1,2</sup>, Nusret Nurlu<sup>2</sup>, Tamer Rızaoğlu<sup>3</sup>, Fatih Karaoğlan<sup>2</sup>, Utku Bağcı<sup>4</sup>, Ayten Önal<sup>5</sup>, Sevcan Kürüm<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Adıyaman Üniversitesi, Mesleki ve Teknik Eğitim Fakültesi, 02040 Adıyaman, Turkey

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

<sup>3</sup>Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 46100 Kahramanmaraş, Turkey

Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy 33342, Mersin, Turkey

Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Malatya, Turkey

Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Elazığ, Turkey

<sup>4</sup>Mersin

<sup>5</sup>İnönü

<sup>6</sup>Fırat

Doğu Toroslar'da Neotetis okyanusal kabuğunun kalıntılarından birini temsil eden Geç Kretase yaşlı İspendere ofiyoliti Güneydoğu Anadolu'da Malatya'nın doğusunda yer almaktadır. İspendere ofiyoliti doğusunda yeralan Kömürhan ve Guleman ofiyolitleri ile kökensel ilişkiye sahiptir. İspendere ofiyoliti güneye doğru Orta Eosen yaşlı volkano-sedimanter Maden grubu üzerine bindirmekte ve bölgesinde Orta Eosen-Oligosen yaşlı Kırkgeçit formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir.

Bölgede yüzeyleyen İspendere ofiyoliti tam bir okyanusal litosfer kesiti sunmakta olup tabandan tavana doğru; tektonitler, ultramafik-mafik kümülatlar, izotrop gabrolar, izole diyabaz daykları levha dayk kompleksi, plajiyogranitler ve volkaniklerden oluşmaktadır. Manto kayaçları harzburjitik özelliktedir. Ultramafik-mafik kümülat kayaçları verlit, dunit, troktolit, olivinli gabro ve gabrolarla temsil edilmektedir. Kümülatlardaki kristalleşme sırası olivin ( $Fe_{88-81}$ ) ±krom spinel, klinopiroksen ( $En_{50-45}$ ,  $Fs_{9-5}$ ,  $Wo_{49-43}$ ), ve plajiyoklas ( $An_{89-76}$ ) şeklindedir. Kümülüs ve postkümülüs mineraller kayda değer bir zonlanma göstermemektedirler. Kümülat kayaçlar içerisinde yüksek An içerikli plajiyoklasların varlığı okyanusal kabuk gelişimi sırasındaki sulu ortamı işaret etmektedir.

Volkanik kayaçlar ve Levha dayklarının Zr/Ti ve Nb/Y oranlarına dayalı olarak yapılan jeokimyasal sınıflandırmalar; volkanik kayaçların basalt, bazaltik andezit ve andezitler ile levha dayklarının ise diyabaz ve mikrodioritler ile temsil edildiğini göstermektedir. Tüm bu kayaçlar toleyitik karakter sunmaktadır (Nb/Y oranları levha daykları için 0.05-0.16 arasında volkanik kayaçlar için ise 0.05-0.23 arasındadır). Levha daykları ve volkanik kayaçlar genellikle yataya yakın veya hafif nadir toprak elementlerince tüketilme (Levha daykları için  $(La/Lu)_N = 0.67-0.96$  ve volkanik kayaçlar için  $(La/Lu)_N = 0.71-1.12$ ) göstermektedirler. Bu kayaçlar N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramlarında ise Rb ve Th gibi bazı yüksek iyon çaplı elementlerce (LILE) zenginleşme ve Nb bakımından tüketilme göstermektedirler.

Kümülat kayaçlarda kalsiyumca zengin plajiyoklasların ( $An_{89-76}$ ) varlığı, yüksek Mg içeriğine sahip olivin ( $Mg_{88-81}$ ) ve klinopiroksenler ( $Mg_{90-83}$ ), klinopiroksenin plajiyoklastan önce kristallenmesinin yanında volkanik kayaçlar ve levha dayklarının jeokimyasal özellikleri; İspendere ofiyolitinin Güney Neotetis'te Geç Kretase'de okyanus içi dalma-batma zonu (SSZ) üzerinde oluştuğunu ve ada yayı toleyitik (IAT) magmasından türediğini işaret etmektedir.

**Anahtar kelimeler** Neotetis, Güneydoğu Anadolu, Ofiyolit, İspendere, Malatya.



**Tectonic Setting and Significance of İspendere (Malatya) Ophiolite within the SE Anatolian Orogenic Belt**

**Osman Parlak<sup>1,2</sup>, Nusret Nurlu<sup>2</sup>, Tamer Rızaoğlu<sup>3</sup>, Fatih Karaoğlan<sup>2</sup>, Utku Bağcı<sup>4</sup>, Ayten Önal<sup>5</sup>, Sevcan Kürüm<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Adıyaman Üniversitesi, Mesleki ve Teknik Eğitim Fakültesi, 02040 Adıyaman, Turkey

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

<sup>3</sup>Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 46100 Kahramanmaraş, Turkey

Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy 33342, Mersin, Turkey

Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Malatya, Turkey

Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Elazığ, Turkey

<sup>4</sup>Mersin

<sup>5</sup>İnönü

<sup>6</sup>Fırat

Late Cretaceous İspendere ophiolite, one of the Neotethyan oceanic crustal remnants from the Eastern Tauride Mountains, is located to the east of Malatya in the southeast Anatolia. The İspendere ophiolite has a genetic link with the Kömürhan and Guleman ophiolites to the east. The İspendere ophiolite is a thrust over the Middle Eocene volcano-sedimentary Maden Group to the south and unconformably overlain by Middle Eocene-Oligocene aged Kirkgeçit formation.

The İspendere ophiolite in the region presents an intact oceanic lithospheric section and from bottom to top comprises tectonites, ultramafic to mafic cumulates, isotropic gabbros, isolated diabase dykes, sheeted dyke complex, plagiogranitic rocks and volcanics. The mantle tectonites are harzburgitic in composition. The ultramafic-mafic cumulate rocks are represented by wehrlite, dunite, troctolite, olivine gabbro, and gabbro. The crystallization order within the cumulates is olivine (Fo<sub>88-81</sub>) ±chromian spinel, clinopyroxene (En<sub>50-45</sub>, Fs<sub>9-5</sub>, Wo<sub>49-43</sub>), and plagioclase (An<sub>89-76</sub>). The cumulus and postcumulus minerals do not show significant zoning. The presence of An-rich plagioclases in the cumulate rocks indicates hydrous conditions at the time of oceanic crust generation.

The geochemistry of the volcanic and sheeted dyke rocks of the İspendere ophiolite shows that the volcanic unit comprises basalt, basaltic-andesite and andesite whereas the sheeted dykes are represented by diabase and microdiorite based on Zr/Ti vs Nb/Y ratios. All these rocks are tholeiitic in character (Nb/Y= 0.05-0.16 for the sheeted dykes and 0.05-0.23 for the volcanics). The sheeted dykes and volcanics generally show flat to light rare earth element (LREE) depleted patterns [(La/Lu)<sub>N</sub>=0.67-0.96 for the sheeted dyke rocks and (La/Lu)<sub>N</sub>=0.71-1.12 for the volcanics]. The N-MORB normalized spider diagrams for these rocks show some selected large ion lithophile element (LILE) enrichments (Rb, Th) and Nb depletion.

The presence of Ca-plagioclases (An<sub>89-76</sub>), highly magnesian olivines (Mg<sub>#88-81</sub>), clinopyroxenes (Mg<sub>#90-83</sub>), the crystallization of clinopyroxene before plagioclase in the cumulate rocks as well as the geochemistry of volcanics and sheeted dykes suggest that the İspendere ophiolite formed in an intraoceanic-subduction zone (SSZ) and was derived from an island arc tholeiitic (IAT) magma source in southern Neotetis during Late Cretaceous

**Key words** Neotethys, Southeast Anatolia, Ophiolite, İspendere, Malatya

**Malatya bölgesindeki (Doğu Anadolu-Türkiye) yay ve çarpışma sonrası açılma ile ilişkili granitoidlerin oluşum zamanı ve magmalarının kaynağı**

**Bünyamin Akgül**

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 23000, Elazığ

Bu çalışmada, Malatya bölgesinde (Doğu Anadolu-Türkiye) yüzeylenen, yaşları ve tektonik ortamları birbirinden farklı iki granitoid plütünü ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bunlardan Şişman granitoidi Malatya'nın doğusunda Şişman köyü civarında yüzeylenir ve düşük-K toleyitik serinin gabrodan tonalite değişen bileşimdeki kayaçlarını içerir. Diğer plütön Malatya'nın batısında yüzeyleyen Polat granitoidi olup, orta-K'lu kalkalkalen karakterli diyorit, kuvarsdyorit ve tonalit bileşimli kayaçlardan oluşur. Hornblend ve biyotitlerde yaptırılan K-Ar yaş tayinlerine göre Şişman plütünü için  $84.3 \pm 2.5$  ila  $83.0 \pm 4.7$  My ve Polat plütünü için  $59.7 \pm 1.0$  ila  $43.7 \pm 1.8$  My soğuma yaşları elde edilmiştir.

Şişman plütönik kayaçları gabrolardan tonalitelere doğru HFS elementlere göre LIL elementler bakımından zenginleşmiştir. Plütönün farklı kayaç türleri arasında görülen iz element (özellikle LIL elementler) miktarlarındaki farklılıklara rağmen, bütün kayaçlar yitimle ilişkili magmaların karakteristik özelliği olan negatif Nb, Ta ve Ti anomalisi sunarlar. Polat granitoidi de yitimle ilişkili tektonik ortamlarda oluşmuş magmaların karakteristiği olan LIL element zenginleşmesi, HFS element tüketilmesi ve negatif Nb, Ta ve Ti anomalilerine sahip olmakla beraber, bu elementlerin bağıl zenginleşme ve tüketilme miktarı ada yayı magmalarına göre daha düşük, HFSE içerikleri daha yüksektir. Düşük Nb/Ta (8.14-12.00; ortalama 9.33) oranları, Şişman granitoidinin düşük-Mg amfibolün olasılıkla ergime kalıntısı olarak kaldığı yitilen bir granatlı amfibolit kaynağın kısmi ergimesi sonucu oluştuğuna işaret eder. Aksine, Polat granitoidine ait kayaçlar ilksel manto değerine (16.7) yakın Nb/Ta (11.67-22.67; ortalama 16.29) oranlarına sahiptir. Bu durum, Polat granitoid magmasının ya OIB benzeri astenosferik bir kaynaktan veya daha önceki yitim magmasının üretilmesinden sonra arta kalan düşük-Mg amfibol içeren granatlı amfibolit bölümsel ergimesinden türemiş olabileceğini işaret etmektedir.

Ana ve iz element içeriklerindeki farklılıklara rağmen, Şişman ve Polat granitoidleri benzer ilksel  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop oranlarına sahiptir. Bu oran, Şişman granitoidinde 0.70454 ila 0.70502 arasında, Polat granitoidinde ise 0.70429 ila 0.70475 arasında değişmektedir. Şişman granitoidi Polat granitoidine göre daha düşük Pb izotop oranlarına sahiptir. Pb izotop bileşimleri Şişman granitoidi için  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (18.74-18.91),  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (15.60-15.65) ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (38.56-38.84), Polat granitoidi için  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (19.36-19.78),  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (15.66-15.68) ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (39.59-39.78) değerleri arasında değişmektedir.

Sr-Pb izotop bileşimleri ve jeokimyasal özelliklerine dayanarak, Şişman granitoidinin dalan okyanusal kabuk ve daha az miktarda da okyanus sedimanlarından türeyen akışkanlarla metazomatize olmuş litosferik mantonun kısmi ergimesinden, Polat granitoidinin ise, çarpışma sonrası litosferik genişleme ve astenosferik yükselmeye bağlı olarak, daha önce dalan levhadan türeyen eriyik ve/veya akışkanlar ve sediman eriyiklerinin ilavesiyle zenginleşmiş olan litosferik mantonun kısmi ergimesinden kaynaklandığı söylenebilir.

**Anahtar kelimeler** Yay granitoidi, çarpışma sonrası granitoid, Pb-Sr izotopları, Şişman-Polat- Malatya

**Timing and magma sources of the arc and post-collisional extension related granitoids in Malatya region (Eastern Anatolia-Turkey)**

**Bünyamin Akgül**

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 23000, Elazığ

In this study, two granitoid plutons from the Malatya region (Eastern Anatolia-Turkey) which differ from each other in terms of age and tectonic setting have been investigated in detail. One of these, namely Şişman granitoid, crops out at the vicinity of Şişman village to the east of Malatya, covers a compositional range from gabbro to tonalite of low-K tholeiitic series. The other one is the Polat granitoid, exposed to the west of Malatya, consists mainly of diorites, quartz-diorites and tonalites in medium-K calc-alkaline character. Hornblende and biotite K-Ar dates yield cooling ages ranging from  $84.3 \pm 2.5$  to  $83.0 \pm 4.7$  Ma, and from  $59.7 \pm 1.0$  to  $43.7 \pm 1.8$  Ma for the Şişman and Polat plutons, respectively.

The Şişman plutonic rocks show enrichment in large ion lithophile elements (LILE) relative to high field strength elements (HFSE) from the gabbros to tonalites. In spite of the large variations in trace element (especially in LILEs) abundances within the different rock types of the pluton, all rocks exhibit remarkably negative Nb, Ta and Ti anomalies, which are typical of subduction related magmas. The Polat granitoid is also characterized by enrichment in LILEs and depletion in HFSEs, with negative Ta, Nb and Ti anomalies, indicating affinities with magmas generated in subduction-related tectonic settings, but the extent for relative enrichment and depletion is lower and the HFSE contents are larger than those of island arc magmas. The low Nb/Ta (8.14-12.00; average 9.33) ratios of the Şişman granitoid rocks indicate that their magmas originated from the melting of subducted garnet amphibolite, probably reflect the presence of low-Mg amphibole bearing residue. In contrast, the Polat granitoid rocks have high Nb/Ta (11.67-22.67; average 16.29) ratios which are close to the primitive mantle value of 16.7, indicating that their magmas were derived either from an OIB-like asthenospheric source or partial melting of the subducted low-Mg amphibole bearing garnet-amphibolite residues from which a previous subduction related magma has been extracted.

In spite of different major and trace element contents, the Şişman and Polat granitoids have similar initial  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  isotopic ratios ranging from 0.70454 to 0.70502 and from 0.70429 to 0.70475, respectively. The Şişman granitoid has relatively lower  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (18.74-18.91),  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (15.60-15.65) and  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (38.56-38.84) isotopic compositions than those from the Polat granitoid ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ = 19.36-19.78,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ = 15.66-15.68 and  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ = 39.59-39.78).

Based on Sr-Pb isotope compositions and geochemical characteristics, it can be proposed that the Şişman granitoid derived from partial melting of the metasomatized lithospheric mantle by fluids ascending from the subducted oceanic crust and small fraction of oceanic sediment, whereas the Polat granitoid originated from partial melting of a previously enriched lithospheric mantle by slab-derived melts and/or fluids and sediment melt addition, in response to post-collisional lithospheric extension and asthenospheric upwelling.

**Key words** Arc granitoid, post-collisional granitoid, Pb-Sr isotopes, Şişman-Polat-Malatya-Turkey

**Pertek İnrüzif Kayaçlarında İzotopik ve Jeokimyasal Veriler, Doğu Anadolu, Türkiye**

**Ayten Öztüfekçi Önal<sup>1</sup>, Durmuş Boztuğ<sup>1</sup>, Sevcan Kürüm<sup>2</sup>, Bünyamin Akgül<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Müh. Bölümü, 62000, Tunceli

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 23000, Elazığ

Pertek intrüzifleri gabro, diyorit, kuvarsdiyorit, tonalit, kuvarsmonzodiyorit, siyenit, adamellit ve kuvarsdiyoriti kesen granitik damar kayaçlarından oluşmaktadır. Alkalen karakterli siyenit dışındaki tüm kayaçlar subalkalen ve metalüminli olup, I-tipi özelliktedir.

Ana oksitlerin SiO<sub>2</sub> ile düzenli değişimleri fraksiyonel kristalleşmenin magmanın petrojenetik evriminde önemli rol oynadığına işaret etmektedir. Bütün örneklerin LILE zenginleşmesi ve belirgin negatif Nb ve Ti anomalilerine sahip olmaları adayayı magmatizması ürünü oldukları yönünde verilerdir. Düze yakın kondrite normalleştirilmiş REE gidişli ve pozitif Eu anomalisine sahip bazı mafik bileşimle gabro ve dioritler hariç, bütün örnekler düşük HREE ve hafifçe pozitif ile negative arasında değişen Eu anomalilerine sahip olup, fraksiyonlaşmış REE desenleriyle karakterize edilirler. Nb, Y, Rb, Hf, Th değerleri ve La/Nb oranları, bu kayaçları oluşturan magmanın kaynağında hem litosferik hem de dalma ile zenginleşmiş astenosferik mantonun kısmi ergimesinin etkili olduğunu işaret etmektedir.

Granitik bileşimli damar kayacı hariç, <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd oranları (0.5124 ile 0.5128 arasında) ve <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr oranları (0.70407 ile 0.70791 arasında) da bu hibrid magmanın varlığını yansıtmaktadır. Daha çok adamellit, kuvarsmonzodiyorit ve kuvarsdiyoritler ile granitik bileşimli damar kayacının Sr izotop oranları, bu kayaçları oluşturan magmanın kabuğa yerleşim sürecinde, fraksiyonel kristalleşmenin yanı sıra, kabuksal materyalleri de özümlediğini göstermektedir.

<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr - <sup>87</sup>Rb/<sup>86</sup>Sr diyagramında üç adet tüm kayaç örneği (granit, adamellit ve diyorit) izokron oluşturmuş, bu izokrondan 0.70716±0.00021 ilksel <sup>87</sup>Sr değeri ve 68.6±5.6 milyon yıl yaş elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler** I-tipi granitoid, Jeokimya, Nd-Sr isotopları, Pertek-Tunceli.

**Isotopic and Geochemical Implications on the Pertek Intrusive Rocks, Eastern Anatolia, Turkey**

**Ayten Öztüfekçi Önal<sup>1</sup>, Durmuş Boztuğ<sup>1</sup>, Sevcan Kürüm<sup>2</sup>, Bünyamin Akgül<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Müh. Bölümü, 62000, Tunceli

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 23000, Elazığ

The Pertek intrusive province covers a wide variety of rock types, including gabbro, diorite, quartz-diorite, tonalite, quartz-monzodiorite, syenite, adamellite, and felsic dikes intruding into the quartz-diorite. Except for syenites having alkaline character, all the other plutonic rock units are of sub-alkaline, metaluminous and I-type character.

The covariations of major oxides with SiO<sub>2</sub> clearly indicate that fractional crystallization played an important role in their petrogenetic evolution. All samples are enriched in LILE and display prominent negative Nb and Ti anomalies which are typical characteristics of island arc magmas. Except for some of mafic (gabbro and diorite) samples showing nearly flat chondrite-normalized REE patterns with positive Eu anomalies, all of the samples are characterized by fractionated REE patterns with low HREE and slightly positive to negative Eu anomalies. The low HREE contents (Yb<sub>CN</sub><10) indicate that garnet is present in the residual phase, however the lack of significant Eu anomalies precludes the presence of plagioclase in their mantle source residuum. Nb, Y, Rb, Hf and Th contents and La/Nb ratios indicate that the magma source of these rocks was formed by the mixing of the partially melted lithospheric mantle and metasomatized asthenospheric mantle by subduction related components.

Except for the felsic dykes, <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd (between 0.5124 and 0.5128) and <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr (between 0.70407 and 0.70791) ratios are also confirm the presence of an hybrid magma. Sr isotopic compositions of particularly adamellite, quartz-monzodiorite and quartz-diorite, and felsic dykes indicate that the combination of assimilation and fractional crystallization (AFC) processes took place during their emplacement within the crust.

In the <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr - <sup>87</sup>Rb/<sup>86</sup>Sr diagram, three whole rock samples (granite, adamellite and diorite) exhibit an isochrone which reveals initial <sup>87/86</sup>Sr value of 0.70716±0.00021 and 68.6±5.6 Ma.

**Keywords** I-type granitoid, Geochemistry, Nd-Sr isotopes, Pertek-Tunceli.

**Kuzeybatı Anadolu’da yüzeylenen farklı kuşak granitoidlerin jeokimyasal denestirmeleri**

Dağhan ÇELEBİ, Nezihi KÖPRÜBAŞI, Aykut GÜÇTEKİN

Kocaeli Üniversitesi Müh. Fak., Jeoloji Mühendisliği Böl., Umuttepe Kampüsü 41380 KOCAELİ

Kuzeybatı Anadolu’da kuzey kuşakta bulunan granitoyitik kütleler D-B uzanımlı Armutlu, Kapıdağ ve Biga yarımadalarında yüzeylenmektedir. Bu kütlelerin hemen güneyinde İzmir-Ankara kenet zonunun hem batısında hemde doğusunda yine D-B uzanımlı ayrı bir granitoyitik kuşak (Ilıca, Çataldağ ve Orhaneli granitoidleri) mevcuttur. Kütlelerin tamamı Paleozoyik-Mesozoik yaşlı metamorfik bir temel üzerinde Üst Kretase Tersiyer yaşlı ofiyolitik bindirmeleri ve volkanitleri intrüzif olarak kesmektedir. Genellikle kalk-alkali, metalüminus-düşük peralüminus ve I tipi karakterli bu granitoidler hornblendli granit ve granitten granodiyorite kadar değişen bir bileşim aralığı sunmaktadır.

Kuzeybatı Anadolu granitoidlerinin şu ana kadar yapılmış çalışmalardan elde edilen kimyasal bileşimleri, plütonik kütlelerin çarpışma sonrası, alüminyumca zengin kabuk bileşenlerinin asimilasyonu ile birlikte fraksiyonel kristallenmeyle ilksel mantodan türediğini göstermektedir. Plütonların manto kökenli mafik magmanın fraksiyonel kristallenme ve bununla eş zamanlı, sığ veya ortaç derinliklerdeki manto odalarında kabuk ergiyikleriyle kontamine olmuş bir jeneze işaret ettiği söylenebilir. Manto ve kabuk kökenli ergiyiklerin sığ manto odalarında hibritleşmesiyle, yüksek silisli granitler ve monzogranitlerden oluşan ürünler meydana gelmiştir.

**Anahtar kelimeler** Kuzeybatı Anadolu granitoidleri, jeokimya, petrojenez

**Geochemical investigation of granitoids from different belts of NW Anatolia**

Dağhan ÇELEBİ, Nezihi KÖPRÜBAŞI, Aykut GÜÇTEKİN

Kocaeli Üniversitesi Müh. Fak., Jeoloji Mühendisliği Böl., Umuttepe Kampüsü 41380 KOCAELİ

The plutonic bodies in northwest Anatolia are exposed in the Armutlu, Kapıdağ, and Biga peninsulas where they form an E-W trending magmatic belt. Further south in the region a number of granitic intrusions form a separate magmatic belt. These plutonic bodies are exposed in both eastern and western parts of the İzmir-Ankara suture zone. These plutonic bodies crop out in and around the towns of Ilica, Cataldağ and Orhaneli.

The plutonic bodies intrude Paleozoic–Mesozoic metamorphic basement rocks overthrust by Upper Cretaceous–Tertiary ophiolite fragments. The plutons are generally calc-alkaline, metaluminous, and I-type, and range in composition from hornblende-monzogranite and granite to granodiorite. Recent studies suggest that chemical compositions of these granites are consistent with an origin containing differentiation of compositionally similar parental magmas by fractional crystallization, combined with assimilation of alumina-rich crustal components.

On the basis of chemical data, it has been suggested that the post-collisional granitoids were formed by fractional crystallization of mantle-derived mafic magma with simultaneous contamination with crustal melts (AFC) in lower to middle crustal magma chambers. Further hybridization of mantle and crust-derived melts in shallower magma chambers led to the formation of higher-silica granites in northwest Anatolia.

**Key words** Granitoids, NW Anatolia, geochemistry, petrogenesis

**Doğu Pontidler'de Kampaniyen yaşlı A-tipi granitoidlerin kökeni, KD Türkiye: yitim zonunda hibrit A-tipi granitoid oluşumu için kayıtlar**

**Orhan Karşlı<sup>1</sup>, Şemsettin Caran<sup>2</sup>, Raif Kandemir<sup>1</sup>, Hakan Çoban<sup>2</sup>, Abdurrahman Dokuz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane, Türkiye

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 32000 Isparta, Türkiye

Doğu Pontid orojenik kuşağı, Geç Mesozoik ilâ Erken Senozoik zamanları arasında geniş yayımlı intruzifler ile karakteristiktir. Bölgedeki intruzif kütlelerin çoğu, I-tipi karakterli granitoidlerdir. Ancak, yörede bu kayalar ile eş yaşlı A-tipi granitlerin var olup olmadığı halen araştırılmamıştır. Bu çalışmada, Doğu Pontidlerde, Artvin yöresinde ilk kez bir A-tipi granitoid oluşumu tanımlanmıştır. Çalışma ile kayaların kaynak kaya ve jeodinamik gelişmelerinin araştırılması amaçlanmıştır. A-tipi Pırnalli plütonu'nda SHRIMP zirkon U-Pb yöntemiyle, yaklaşık  $81.2 \pm 1$  My yaşlar elde edilmiştir. Plütön, granit, siyenit ve kuvars monzonit ( $\text{SiO}_2 = 63.72-71.28$  ağırlık %) ile monzonit ( $\text{SiO}_2 = 59.09$  ağırlık %) bileşimli kayak kapanımlarından oluşmaktadır. Yüksek Ga/Al ve düşük Mg#(<42) değerlerine sahiptir. Plütönden derlenen örnekler çoğunlukla metalumin özellikli olup, şoşonitik ve aşırı potasik bileşim sunarlar. Kondrit'e göre normalize edilmiş NTE diyagramlarında, HNTE'lerce zenginleşme ile birlikte önemli bir Eu anomalisine ( $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.33-0.92$ ) gözlenir. Genellikle yatsı NTE modelleri sunarlar. Kayaların N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramları, negative Ba, Nb, Sr ve Ti anomalileri göstermektedir. A-tipi Pırnalli plütonu'ndan alınan kayaç kapanımı ve ana kayaların Sr-Nd izotopik bileşimleri oldukça benzedir ( $I_{\text{Sr}} = 0.70693$  to  $0.70736$ ,  $\epsilon_{\text{Nd}}(81 \text{ Ma}) = -2.6$  to  $-2.0$ ,  $T_{\text{DM}} = 0.94$  to  $1.12$  Ga). Bileşimler, protolitin daha çok mafik bir alt kabuk mineralojisine benzediğini, bununla birlikte az miktarda manto ergiyiğinin de oluşumunda mümkün olacağına işaret etmektedir. Bu tarz bir oluşum için, kıtaaltı litosferik mantonun genişleme tektoniğinin etkisiyle, mafik magmanın oluşmuş olabileceğini önermekteyiz. Daha sonra, alt kabuğun altına sokulan mafik magma, kabuğun alt kısmının ergimesine sebep olur ve aşırı potasik ve şoşonitik kayaların gelişimine imkân sağlar. Bu zamanda, büyük olasılıkla, yay gerisi gerilmeleri ile ilişkili okyanusal litosferin geri çekilmesi (slab rollback), astenosfer yükselimine ve kıtaaltı litosferik mantonun ergimesine neden olmuş olabilir. Böylece, üst mantoda oluşan mafik magma ve astenosferin oluşturduğu termal etki, alt kabuğun kısmi ergimesiyle A-tipi magmaların oluşumuna sebep olduğu sanılmaktadır. Sr-Nd izotopik modellemesi, ~ % 82-90 mafik bir alt kabuk ve ~ % 10-18'de kıta altı litosferik manto ergiyiklerinin kabuk derinliğinde karışıklarını önermektedir. Daha sonra, bu hibrit ergiyik, fraksiyonlaşarak kabuğun sığ derinliklerinde, monzonitten granite kadar değişen kayaları oluşturmuştur. Bölgesel çalışmalar ile birleştirilen U-Pb zirkon yaşı ve tüm jeokimyasal veriler, Doğu Pontidler'de, hibrit A-tipi Pırnalli plütonu'nun, Orta Kampaniyen zamanında (81 My), çarpışma sonrası gerilme safhasından ziyade, aktif kıta kenarına ait bir yay gerisi ortamını karakterize eden gerilmeli safhada oluştuğunu önermektedir.

**Anahtar kelimeler** Hibrit A-tipi granitoid, alt kabuk ergimesi, radyojenik izotoplar, yitim ortamı, yay gerisi gerilme ortamı, Doğu Türkiye



**Origin of Campanian A-type granitoids from the Eastern Pontides, NE Turkey: records for formation of hybrid A-type granitoids in a subduction setting**

**Orhan Karslı<sup>1</sup>, Şemsettin Caran<sup>2</sup>, Raif Kandemir<sup>1</sup>, Hakan Çoban<sup>2</sup>, Abdurrahman Dokuz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane, Türkiye

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 32000 Isparta, Türkiye

Pontide orogenic belt is characterized by the presence of large volumes of intrusive rocks that formed in late Mesozoic to early Cenozoic times. Most of the intrusive bodies in the region are I-type granitoids but it is still unclear whether there are contemporary A-type granitoids. Here, we present first unambiguous discovery of A-type granitoid from the Artvin area in the Eastern Pontide region, aiming to determine its source region and geodynamic evolution. The A-type Pirnalli pluton has SHRIMP zircon U-Pb ages of  $81.2 \pm 1$  Ma. The pluton is composed of granite, syenite and quartzmonzonite ( $\text{SiO}_2 = 63.72-71.28$  wt %), with only monzonite mafic microgranular enclaves in composition ( $\text{SiO}_2 = 59.09$  wt %). It has elevated Ga/Al ratios and low Mg# ( $< 42$ ). The samples are dominantly metaluminous ( $A/CNK = 0.88-1.00$ ) and belong to shoshonitic and ultra-potassic series. On the chondrite-normalized REE diagrams, the pluton is enriched in LREE, with a significant negative Eu anomaly ( $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.33-0.92$ ) and shows relatively flat patterns. Their N-MORB normalized spidergrams display negative Ba, Nb, Sr and Ti anomalies. The host rocks and their enclaves from the the A-type Pirnalli pluton have nearly identical whole-rock Sr-Nd isotopic compositions ( $I_{\text{Sr}} = 0.70693$  to  $0.70736$ ,  $\epsilon_{\text{Nd}}(81 \text{ Ma}) = -2.6$  to  $-2.0$ , with  $T_{\text{DM}} = 0.94$  to  $1.12$  Ga), suggesting that the magma has a dominantly lower crustal source, though a minor mantle contribution is possible. We suggest that the extensional events resulted in melting of the enriched subcontinental lithospheric mantle and consequently mafic magma formed. The underplating of the lower crust by mafic magmas played a significant role in the generation of ultra-potassic and shoshonitic magmas. Possibly continental back-arc extension related to slab rollback caused upwelling of asthenospheric mantle triggering melting of mantle wedge. Hence, thermal anomaly induced by underplated basic magma into a hot crust would cause partial melting in lower part of the crust to produce A-type magmas. Sr-Nd isotope modeling shows that  $\sim 82-90$  % of the lower crustal-derived melt and  $\sim 10-18$  % of subcontinental lithospheric mantle melt were mixed at depth. Then, the melts, which subsequently underwent a limited fractional crystallization process, could ascend to shallower crustal levels to generate a variety of rock types ranging from monzonite to granite. Geochemical data and U-Pb zircon age, combined with regional studies indicate that the hybrid A-type Pirnalli granitoid formed at an extensional phase of a back-arc environment in active continental margin rather than an extensional regime of post-collisional setting during the middle Campanian time ( $\sim 81$  Ma) in the Eastern Pontides.

**Key words** Hybrid A-type granitoid, lower crustal melting, radiogenic isotopes, subduction setting, back-arc extensional environment, Eastern Turkey

**Topkaya Granitoidindeki Mafik Daykların Kökeni, Eskişehir - Sakarya Levhası, Türkiye**

**Bahattin GÜLLÜ ve Yusuf Kağan KADIOĞLU**

Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi (YEBİM), 06100 Tandoğan, Ankara

Topkaya Granitoidi Eskişehir ilinin doğusunda, Kuzeybatı Anadolunun doğu kesiminde Sakarya kıtası içerisinde yer almaktadır. Granitoid kütlesi yarı elips şekilli olarak yaklaşık 35 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamaktadır ve K10D'dan K30B aralığında değişen yönlere sahip felsik ve mafik dayklar tarafından kesilmektedir. Topkaya Granitoidi holokristalin granular ve porfiritik dokuya sahip olup, içerisinde gabro, diyoritik-gabro, diyorit ve kuvars diyorit kompozisyonlarına sahip, boyutları 1 ile 60 cm arasında değişen mafik mikrogranular anklavlar içermektedir. Birkaç yüz metre uzunluğunda ve 1 cm'den 2 metreye kadar değişen kalınlıklarda gözlenen ve tüm plutonu kesen mafik dayklar Topkaya Granitoidini ana karakteristiğini oluşturmaktadır. Bu mafik dayklar mikrogabroporfir, mikro-diyoritporfir, diyoritporfir ve granodiyoritporfir bileşime sahip olup porfirik doku özelliği göstermektedirler. Mafik dayklar, mikroskop altında labrador, andezin, amfibol ve iskelet dokulu piroksenden oluşan mineral bileşimine sahiptirler. Mafik dayklar, bol miktarda kuvars ve K-feldispat içeren ana kayayla keskin dokanaklı olarak gözlenmektedir.

Yapılan tüm kaya jeokimyasal analizler, mafik daykların kalkalkaliden toleyitik karaktere doğru geçişli olduğunu göstermektedir. Mafik dayklar, metaalümin ve Mg'ca zengin magmatik özelliklerde olması, Topkaya granitoidinden ayrılaştığını yansıtmaktadır. ORG'a göre normalize edilen iz element dağılımlarını gösteren spider diyagramlarında; büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerde (LIL) bir zenginleşme gözlenirken, kalıcılığı yüksek elementlerde (HFS) ise fakirleşme göze çarpmaktadır. Ayrıca, Kondrit'e göre normalize edilen Nadir toprak element dağılım desenlerine bakıldığında, hafif nadir toprak elementleri, ağır nadir toprak elementlerine göre önemli bir zenginleşme gösterir.

Tüm bu jeolojik, petrolojik ve jeokimyasal veriler Mafik daykların ana granitoid magmasından farklılaşan, manto karakterli ürünler olduğunu ve Erken Senozoyik magmatizmasının geç evre ürünleri olarak yerleştiğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar kelimeler** Topkaya Granitoidi, mafik dayk, jeokimya, petroloji

**Nature of Mafic Dykes within the Topkaya Granitoid, Eskişehir Sakarya Continent, Turkey**

**Bahattin GÜLLÜ ve Yusuf Kağan KADIOĞLU**

Ankara University Engineering Faculty Department of Geological Engineering  
Earth Sciences Application and Research Center of Ankara University, 06100 Tandoğan, Ankara

Topkaya Granitoid is exposed to the east of Eskişehir City within the Sakarya Continent at eastern part of Northwest of Anatolia. The granitoid covers an approximately an area of 35 km<sup>2</sup> as semi elliptical shaped and cut by felsic and mafic dykes with direction of ranging from N10E to N30W. Topkaya granitoid has holocrystalline granular and porphyritic texture and has mafic microgranular enclaves ranging from 1 cm upto 60 cm in sizes in the composition of gabbro, dioritic gabbro, diorite and quartz diorite in composition. The presence of mafic dykes is the main characteristic features of Topkaya granitoid which are cut all the whole pluton ranging from 1 cm upto 2 m in width with several hundred meters. These dykes have porphyritic textures and in the compositions of microgabbro porphyry, microdiorite porphyry, diorite porphyry and granodiorite porphyry. Labradorites, andesine, amphibole with the relict of the pyroxene are forming the typical mineralogical compositions of these dykes under the microscope. They have sharp contact with their host rock and differ from the host rock by the presence granular texture and abundance of quartz and K-feldspar in the composition.

Whole rock geochemical analyses reveal that the mafic dykes have transitional geochemical features ranging from calcalkaline towards tholeiitic magma nature. The metaaluminum and Mg rich magmatic features of mafic dykes may reflect to differentiate from the Topkaya granitoid. ORG normalized elemental patterns of mafic dykes reveal enrichment with Large Ione Lithophile Elements with respect to High Field Strength Elements. Furthermore, chondrite normalized elemental patterns of Rare Earth Elements show prominent enrichment of Light Rare Earth Elements with respect to Heavy Rare Earth Elements.

The geology, petrology and geochemical data suggest that the mafic dykes of Topkaya granitoid are differentiated from the source magma of the main granitoid body and may derived from mantle signature products and injected to the main body at late stage of the early Cenozoic magmatism.

**Key words** Topkaya Granitoid, mafic dyke, geochemistry, petrology

**Buzlukdağı Siyenitoidindeki Geç Mesozoyik Alkalen Kayaçların Petrolojik Özellikleri,  
İç Anadolu, Türkiye**

**Kıymet DENİZ, Yusuf Kağan KADIOĞLU**

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi

Alkalen intrüzif kayaçlar Geç Mesozoik magmatizmasının ürünleri olup ve İç Anadolu'nun iç kısımlarında gözlenmektedir. Buzlukdağı Plütunu İç Anadolu'daki Kırşehir İli'nin Alışar ve Tatarilyas köylerinin güneyindeki en büyük alkalen intrüzif kütlelerden birini temsil etmektedir. Kütle yaklaşık olarak yuvarlak şeklinde Buzluk Tepe'de gözlenmekte ve yaklaşık olarak 15.75 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamaktadır. Foid içeren siyenitoid bileşiminde İç Anadolu'nun metamorfik temelinde sokulmaktadır. Migmatit ve mermer kontakt metamorfizmanın ürünleri olarak dış zonlarda gözlenebilir. İntrüzif kütle doku özelliklerine ve tane boyutlarına göre üç alt guruba ayrılmıştır. Bunlar iri kristalen foid siyenit, orta kristalen foid siyenit ve ince kristalen foid siyenittir.

Buzlukdağı siyenitoidleri farklı renklerde ve farklı mineral oranlarında benzer mineral bileşimine sahiptir. İri kristalen, orta kristalen ve ince kristalen foid siyenitler sırasıyla pembemsi, pembemsi gri ve gri renktedir. Çoğunlukla nefelin, K-Feldispat, oligoklaz, piroksen, biyotit, amfibol ile az oranda melanit, kankrinit, sfen ve opak minerallerden meydana gelmektedir.

Felsik dayklar ve florit içeren hidrotermal damarlar neredeyse çalışma alanındaki tüm alt grupları kesmektedir. Tüm kaya jeokimya verileri Buzlukdağı intrüzif kayaçlarının tüm alt gruplarının silikaca doymun olmayan alkalen kökende olduğunu belirtmektedir. Çoğunlukla peralkalen kayaçlarla temsil edilmektedirler. Tektonik sınıflama diyagramı levha içi granit kökenini göstermektedir. Örümcek diyagramlarındaki iz elementlerin ORG'a göre normalize edilmiş elementel modelleri LIL ve HFS zenginleşmesiyle ilgili olarak alkalen kökeni işaret etmektedir.

Jeoloji, petrografi ve jeokimyasal veriler Buzlukdağı alkalen intrüzif kayaçlarının silikaca doymun olmayan ürünler olduğunu ve Geç Mesozoik ve Erken Senozoik devirlerinde İç Anadolu'daki kabuksal incelmeden türemiş olabileceğini göstermektedir.

**Anahtar kelimeler** Buzlukdağı Plütunu, petrografi, jeokimya, alkalen kayaçlar.

**Petrological Signature of Late Mesozoic Alkaline Rocks in Buzlukdağı Syenitoid,  
Central Anatolia, Turkey**

**Kıymet DENİZ, Yusuf Kağan KADIOĞLU**

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
Ankara Üniversitesi Yerbilimler Uygulama ve Araştırma Merkezi

Alkaline intrusive rocks are products of Late Mesozoic magmatism and crop out at the inner part of Central Anatolia. Buzlukdağı Pluton is represented one of the largest alkaline intrusive body of Kırşehir City south of Alişar and Tatarilyas villages in Central Anatolia. The body is typically observed at Buzluk hill as circular in shape and covers an area of approximately 15.75 km<sup>2</sup>. They are intruded to the metamorphic basement of Central Anatolia in the composition of foid bearing syenitoid. Migmatite and marble may observe at the outer zone as a product of contact metamorphism. The intrusive body is differentiated to three subgroups according to their texture features and grain sizes. These are coarse crystalline foid syenite, medium crystalline foid syenite and fine crystalline foid syenite.

They have similar mineral compositions with different mineral proportions and colors. Fine crystalline, medium crystalline and coarse crystalline foid syenites are pinkish, pinkish gray and gray in color respectively. They are mainly composed of nepheline, K-feldspar, oligoclase, pyroxene, biotite, amphibole with rare amount of melanite, cancrinite, sphene and opaque minerals.

Felsic dikes and fluorite-bearing hydro-thermal veins cut the almost all the subunits of the research area. Whole rock geochemical data reveal silica undersaturated alkaline nature of all the the subunits of Buzlukdağı intrusive rocks. They are mostly dominated by peralkaline rocks. Tectonic variations diagram suggests Within Plate Granite nature. The ORG normalized elemental patterns of trace elements in spider diagrams reveal an alkaline nature with enrichment of LILE with respect to HFSE.

The geology, petrography and geochemical data suggest that the Buzlukdağ alkaline intrusive rocks are products of silica undersaturated and may derived from crustal thinning of Central Anatolia during the late period of Mesozoic and early Cenozoic.

**Keywords** Buzlukdağı Pluton, petrography, geochemistry, alkaline rocks.

**Günyüzü (Eskişehir) İntruzif Kütlesinin Jeolojisi ve Petrolojisi**

**Oğuz ZOROĞLU<sup>1</sup>, Yusuf Kağan KADIOĞLU<sup>2</sup>, Tamer KORALAY<sup>3</sup>, Bahattin GÜLLÜ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Niğde Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Böl., Niğde

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Böl., Ankara

<sup>3</sup>Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Böl., Denizli

Günyüzü İntruzif kayaçları Sakarya levhasına sokulum yapan, Sivrihisar ilçesi ve çevresinde yeralan, intruzif kütleyi temsil etmektedir. Bu kütle Eskişehir ilinin 80 km GD sunda yer almakta ve oldukça geniş yayılım göstermektedir. Günyüzü intruzif kütlesi; arazi gözlemleri, petrografi ve mineral bileşimlerine göre birbirleriyle dereceli dokanak ilişki sergileyen; Tekören granodiyoriti, Kadıncık granodiyoriti, Dinek granitporfiri ve Karacaören granodiyoriti olmak üzere dört alt birime ayrılmaktadır. Tüm alt birimler diyorit porfir, diyabaz ve ince kristalin alkali feldspat granit bileşimindeki dayklar tarafından kesilmektedir. İnce taneli mafik magmatik anklavlar ana kütle içerisinde koyu renkte gözlenmekte olup, diyorit, kuvars diyorit ve monzodiyorit bileşimindedirler. Anklavlar ana kaya ile keskin dokanak ilişkisi sergilemekte ve boyutları bir santimetreden metre boyutuna kadar değişmektedir.

Yapılan jeokimyasal irdelemeler sonucunda Günyüzü İntruzif Kütlesi; metaaluminyumlu, Yüksek K serisi içinde yeralan Kalkalkalen karakterli kayaçlardan oluşmaktadır. Tektonik yerleşim diyagramlarında (Y-Nb, Y+Nb-Rb, SiO<sub>2</sub>-Y, SiO<sub>2</sub>-Nb) ise dalma-batmaya bağlı olarak gelişen Volkanik Yay Granitleri (VAG) grubunda yer aldığı görülmektedir. Mineralojik, petrografik ve jeokimyasal analiz sonuçlarına göre Günyüzü İntruzif Kütlesinin içermiş olduğu anklavlar felsik ve mafik magma karışım ürünü olduğu ve ana kayadan farklı bir magmadan türediği görülmektedir. Eser elementlerin ORG'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramında (spider diyagram) LIL elementlerce zenginleşmesi ve HFS elementlerce fakirleşmesi ve yine eser elementlerin kondirit'e göre normalize edilmiş örümcek diyagramlarında ise hafif nadir toprak elementlerin ağır nadir toprak elementlere oranla zenginleşme göstermesi kaynak magmanın kıta kabuğundan kaynaklandığı ve manto etkileşim izlerini göstermektedir.

**Anahtar kelimeler** Günyüzü, intruzif kayaçlar, anklav, iz element

**Geology and Petrology of Günyüzü (Eskişehir) Intrusive Rocks**

**Oğuz ZOROĞLU<sup>1</sup>, Yusuf Kağan KADIOĞLU<sup>2</sup>, Tamer KORALAY<sup>3</sup>, Bahattin GÜLLÜ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Niğde Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Böl., Niğde

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Böl., Ankara

<sup>3</sup>Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Böl., Denizli

Günyüzü Intrusive rocks are intruded into Sakarya Plate and exposed in the vicinity of Sivrihisar Town at North West of Anatolia. The intrusive body is located 80 km SE of Eskişehir and covering a wide area on the geological map. The field geology, petrography and mineral compositions reveal that the Günyüzü Intrusive body is mainly Tekören granodiorite, Kadıncık granodiorite, Dinek granite porphyry and Karacaören granodiorite with transitional contact. Diorite porphyry, Diabase and fine crystalline alkali feldspar granite cut both subunits in the form of thin dykes. Mafic microgranular enclaves can be observed as dark color within the main host rock in the compositions of diorite and quartz diorite. These enclaves have sharp contact with their host rocks and ranging in size from 1 cm upto 1 meter.

The results of the geochemical data of Günyüzü Intrusive rocks display a calcalkaline magma nature within high K series with metaaluminous character. Tectonic discrimination diagrams of Y versus Nb, Y+Nb versus Rb, SiO<sub>2</sub> versus Y and SiO<sub>2</sub> versus Nb exhibit Volcanic Arc Granitoid (VAG) nature implying to subduction metasomatized magma product. The results of mineralogical, petrographical and geochemical analyses reveal that the enclaves of Günyüzü Intrusive body are products of felsic and mafic magma mixing products and have different nature than the main host magma. The ORG normalized elemental patterns of trace elements in spider diagrams reveal a calcalkaline nature with enrichment in LILE and depletion in HFSE. Chondrite normalized elemental patterns of trace elements in spider diagrams reveal with enrichment in LREE with respect to HREE suggesting that Günyüzü intrusive suite generated from crustal source magma with a signature of mantle.

**Key words** Günyüzü, intrusive rocks, enclave, trace element

**Magma Kristalleşme Sürecinin Konfokal Raman Spektroskopisi (KRS) Yöntemi ile Yorumu :  
Türkiye'den Örnekler**

**Yusuf Kagan KADIOGLU**

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi

Yerbiliminin nesnel ilkesi doğal dünyanın temel şeklini keşfetmekle yükümlüdür. Kıta kabuğu düzenli bir biçimde her etkinin sonucu ile değişmektedir. Kayaç ve mineraller kıta kabuğu kökeninin küçük bir kısmını temsil etmekte ve Yerkürenin tarihinde önemli rol oynamaktadır. Minerallerin kimyasal bileşimleri ve kristal sistemleri bilinmesine rağmen kaynak bölgelerinin ve kökenlerinin açıklanmasında ve başka mineral gruplarından ayırt edilebilmesini sağlayan özellikler kısıtlıdır. Kristalizasyon; varolan kayaç ve minerallerin bileşimleriyle birlikte gelişen magma kristalleşme süreci ile ilgili soruların ve olayların cevabı olabilir. Mineraloji uygulamalarındaki son teknikler kristalizasyon ve alterasyon boyunca minerallerin farklı davranışlarının nedenlerini anlamaya önemli ölçüde yardımcı olmaktadır. Mikroskop altındaki ayrıntılı petrografik tanımlama, minerallerin alterasyon nedenini anlatmaya yeterli olmamaktadır. Konfokal Raman Spektroskopisi (KRS) kayaçların kimyasal bileşimi, minerallerin kimliklerinin belirlenmesi ve magmanın kristalizasyon geçmişiyle ilgili birçok sorulara cevap verebilmektedir. Konfokal Raman Spektroskopisi örnek üzerinde tahribatsız bir şekilde analiz yapmaya olanak sağlamakta ve ayrıca küçük örneklerin analizlerine imkan vermektedir. KRS; her mineralin kimyasal bileşimini, kimliğini ve spektrumu ile birlikte verebilmektedir. Elde edilen analiz sonucu ile beraber magma kaynağının açıklanmasına, magma odasındaki kristalleşen mineralin konumuna, tüm magmatik kütle içerisindeki mineral çeşitliliğinin açıklanmasına kadar cevap verebilmektedir. KRS yöntemi; elde edilen sonuçlar ile ana magmatik kütlemin mineralojik ve petrografik tanımlamalarının yanında; köken, kaynak ve her hangi bir plutonun kristalizasyon süresince doğal yerini bulmaya yardımcı olmaktadır.

**Key words** Konfokal Raman Spektroskopisi, kimyasal bileşim, mineralojik-petrografik tanımlama



**Use of Confocal Raman Spectroscopy (CRS) in the Interpretation of Magma Crystallization:  
Examples from Turkey**

**Yusuf Kagan KADIOGLU**

Ankara University Faculty of Engineering Geological Engineering Department, Turkey  
Earth Sciences Application and research Center of Ankara University-Turkey

The principle objective of the earth science is to discover the fundamental patterns of the natural world. The earth crust works in an orderly fashion in which every effect has a cause. Rocks and minerals represent the pinpoints the nature of the crust. They have a significant role in the history of the earth. Although they have known chemical compositions and crystal systems they have their own fingerprints which may lead them to differ from others explaining their nature and their source region. The composition of the rocks and minerals for crystallization history may answer the questions of magma crystallization history with their systems. The latest techniques on the application of the mineralogy and petrography cause to a full understanding of the reasons different behavior of the minerals during their crystallization and alteration. Detail petrographical description under the microscope, understanding the reason of the alteration of the minerals, chemical composition of the rocks, by the spectrometers and identification of the minerals and other objects by the Confocal Raman Spectroscopy (CRS) can be answered many questions of the crystallization history of the magma during the differentiations. Confocal Raman Spectroscopy which offers the possibility of fully non-destructive analysis or at least, the analyses of small samples would therefore appear to have much to offer. The CRS offer the chemical compositions of each mineral with their spectra and led them to explain the source, position of the chamber, type of the minerals within this whole magmatic body. All the petrographical and mineralogical descriptions through CRS analyses serve the nature, sources and native place of the pluton during the crystallization.

**Key words** Confocal Raman Spectroscopy, chemical composition, mineralogical-petrographical descriptions

**Mehmetalan Ofiyolitinin (Van-Özalp) Jeolojisi ve Mafik Dayklarında Yay Gerisi Havza Karakteristiklerinin Jeokimyasal Bulguları**

**Ali Rıza ÇOLAKOĞLU<sup>1</sup> Kurtuluş GÜNAY<sup>1</sup>, Üner ÇAKIR<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zeve Kampüsü, TR-65080 Van, Türkiye

<sup>2</sup>Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-06530, Beytepe-Ankara, Türkiye

Mehmetalan ofiyoliti Van Gölü'nün doğusunda, Doğu Anadolu Yığılım Kompleksi içerisinde yer alır. KB-GD gidişli, 150-180 km genişlikte bir kuşak şeklinde gözlenen Doğu Anadolu Yığılım Kompleksi Üst Kretase–Oligosen döneminde, kuzeye doğru Avrasya kıtası altına dalan Neotetis okyanusal litosferi üzerinde gelişen bir karmaşık olarak yorumlanmaktadır. Kompleksin kuzey ve kuzeybatısı genç volkanik birimler ile örtülüdür. Mehmetalan ofiyoliti, yığılım kompleksinin kuzey – güney sıkışma rejimi altında gelişen bindirme hatları boyunca, tektonik karmaşık haline dönüşmüş bir çok ofiyolitik melanjından biridir.

Mehmetalan ofiyoliti kuzey ve batısında Maastrichtian – Lutetian yaşlı Şehittepe formasyonu ile bindirmeli sınır ilişkisine sahiptir. Şehittepe formasyonu altta kumtaşı-kiltaşı ardalanımı ile başlar ve üst zonlarında platform tipi karbonatları kapsar. Mehmetalan ofiyoliti güney'de Pliyosen – Pleyistosen yaşlı Saray formasyonu ve alüvyonlar ile örtülmektedir. Saray formasyonu karasal kırıntılı kayalardan meydana gelir. Çalışma alanında geniş düzlükler ve yamaçlar günümüz çökelleriyle kaplıdır. Bu çökeller genel olarak akarsu çökelleri ve etek molozlarını kapsar. Mehmetalan ofiyolitinin ultramafik birimleri tektonik dokulu serpantinleşmiş harzburjit, dünit ve piroksenitler ile temsil edilirken, mafik kümülatları normal gabro ve olivin gabrolardan oluşmaktadır. Mehmetalan ofiyolitinin peridotit istifi yaklaşık doğu batı uzanımlı izole dolerit daykları ile kesilmektedir.

Mafik dayklar, alterasyondan görece olarak etkilenmedikleri düşünülen iz element (Zr, Ti, Nb, Y) içeriklerine göre sub-alkalin bazalt sınıfında yer alır. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Zr içeriklerine göre toleyitik karakterlidirler. Çeşitli iz elementlerin (Th, Nb, Hf, Zr, Ta) kullanıldığı tektonomagmatik ayırtman diyagramlarında ada yayı toleyitik alanlarda yer almaktadırlar. N-MORB'a göre normalize edilerek hazırlanan çoklu element örümcek diyagramlarında iri katyonlu litofil (LIL- Cs, Rb, K, Ba, Sr) elementlerde belirgin bir zenginleşme görülür. Çoklu element örümcek diyagramlarında Th elementinde zenginleşme, görece olarak Nb ve Ta'da tüketilme trendleri izlenir. Nb/Th oranlarıyla dalma batma zonu bileşeni etkisi yansıtan mafik dayklar, Ti içerikleriyle ada yayı toleyit (IAT) ve okyanus ortası sırt bazaltları (MORB) arasında geçiş ortamında bulunurlar. Mafik dayklar, bazı iz elementlerin (Ce, Nb, Th, Yb, La) kullanıldığı ayırtman diyagramlarında yay gerisi bazaltlar alanında yer almaktadır. Örneklerin Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak element (REE) dağılım desenlerinde, ağır nadir toprak elementlere göre (HREE-Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) hafif nadir toprak elementlerce (LREE-La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm) çok belirgin olmayan bir zenginleşme trendi bulunur. Mafik daykların kondrit'e normalize edilmiş REE dağılım desenleri yay gerisi bazaltlar ile uyumludur.

**Anahtar kelimeler** Yığılım kompleksi, ofiyolitler, toleyitik bazaltlar, mafik dayklar, yay gerisi havza.

**Geology of Mehmetalan Ophiolite (Van-Özalp) and Geochemistry of Mafic Dykes: Evidence for Back Arc Basin Characteristics**

**Ali Rıza ÇOLAKOĞLU<sup>1</sup> Kurtuluş GÜNAY<sup>1</sup>, Üner ÇAKIR<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zeve Kampüsü, 65080 Van, Turkey

<sup>2</sup>Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06530 Beytepe-Ankara, Turkey

The Mehmetalan ophiolite is situated within the Eastern Anatolian Accretionary Complex (EAAC), east of Lake Van. The EAAC has a 150-180 km wide belt trending in a NW-SE direction and is interpreted as a remnant of a large accretion complex which has been developed on the Neotethys ocean lithosphere that has subducted northward to the Eurasian continent during the Late Cretaceous-Oligocene. The northern and northwestern parts of the EAAC have been covered by young volcanic units. The Mehmetalan ophiolite is one of the several mélangé units which has become a tectonic complex as a result of a north-south compression regime along a thrust boundary.

The Mehmetalan ophiolite is thrust over Maastrichtian-Lutetian aged Şehittepe formation at north of the map site. The Şehittepe formation consist of sandstone-claystone and carbonate units. The Mehmetalan ophiolite is covered by Pliocene-Pleistocene aged Saray formation and alluvium at the southern part. The Saray formation consists of terrestrial clastic sediments. Slopes and the plains are covered by recent sediments. Ultramafic unit of the Mehmetalan ophiolite is made up of tectonic-textured serpentinized harzburgite, dunite and pyroxenite. Mafic cumulates are represented by cumulate-textured gabbro and olivine gabbros. The ultramafic units are cut by east-west trending isolate dolerite dykes. These dykes shows generally lens shaped 2-3 meter wide and 8-10 meter long.

Mafic dykes plot sub-alkaline basalt area according to trace element (Zr, Ti, Nb, Y) content that is thought to be not affected from alteration. The whole dykes show tholeiitic characterization on the P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> versus Zr diagram. They also plot island arc tholeiitic field on the tectonomagmatic diagrams using on several trace elements (Th, Nb, Hf, Zr, Ta). A large ion lithophile elements (LILE- Cs, Rb, K, Ba, Sr) shows a distinct enrichment in spider diagram that normalized according to N-MORB. In spider diagrams, while Th is enriched, Nb and Ta relatively depleted. Nb/Th rate of the mafic dykes exhibit subduction zone effects, besides Ti contents show a transition between island arc tholeiitic (IAT) and mid-ocean-ridge basalts. Mafic dykes plot back arc basin basalt field in tectonomagmatic diagrams using on trace elements such as Ce, Nb, Th, Yb, La. Chondrite-normalized rare earth element (REE) patterns of the samples show slightly enrichment of LREE (light rare earth element-La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm) relative to HREE (high rare earth element-Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu). Chondrite - normalized REE pattern of mafic dykes are consistent with back arc basin basalts.

**Key words** Accretionary Complex, ophiolites, tholeiitic basalts, mafic dykes, back arc basin basalt.

**Toprak Jeokimyası Prospeksiyonu ve Self Potansiyel Teknikleri ile B.Anadolu Metalloid Provensi Gömülü Antimon Birikimlerinde Hedef Saptama**

**Selçuk Tokel**

Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-41380 Kocaeli (E-mail: stokel@kocaeli.edu.tr)

Türkiye’deki bor birikimlerinin tamamı, antimon ve arsenik birikimlerinin tamamına yakını “Batı Anadolu Metalloid (B, As, Sb) Provensi” diyebileceğimiz bir alanda görülmektedir. Bu provens Menderes Masifi’ nin kuzeyinde, kenet kuşağı üzerinde, çarpışma granitoidlerini içine alan bir bölgeyi kapsar.

Anadolu’da antimon birikimleri her zaman sığ felsik sokulumlar, metamorfik temel ve kireçtaşlarının birbirine yakın görüldüğü üçlü dokanak içinde görülürler.

Batı Anadolu Metalloid Provensi içinde yer alan Hisarcık (Kütahya) Neojen havzasındaki karbonatlı örtü kayaçlar içerisinde sığ gömülmüş antimon birikimlerinin ortaya çıkarılması amacıyla jeokimyasal prospeksiyon uygulanmıştır. Bu bölge birikimlerindeki antimonun Neojen yaşlı “geç çarpışma” ile eşzamanlı felsik sokulumların oluşturduğu hidrotermal sistemler nedeniyle temel metamorfik kayaçlardan söküldüğü düşünülmektedir. Düzensiz damar şeklindeki bu antimon birikimleri hidrotermal akışkanların karbonatlı kayaçlarla temaslarında oluşabilir.

Saha prospeksiyonu iki etapta yürütülmüştür. Birincide yaklaşık 240 km<sup>2</sup>’ lik alan 1 km. lik aralıklarla karelanarak örneklenmiştir. Verilerin yorumlanması sonucu belirlenene anomali bölgesinin en yoğun kısmında yaklaşık 2km<sup>2</sup>’ lik bir alan ayrıca 100 mt.’ lik aralıklarla tekrar örneklenmiştir. Toplam 300 örneğin başta B, As, Sb olmak üzere 12 element için analizleri yapılmıştır. Örnekler toprağın “B” zonundan alınmış, çözdürme A.R. çözeltisiyle yapılmış ve element derişimleri ICP-MS teknolojisiyle ölçülmüştür.

Antimonun topraktaki ortalama değeri 2 ppm.’ dir. Bölgedeki temel değer 1 ppm.’ dir. Bölgesel eşik değer 7 ppm., eşik değer ise 50 ppm. olarak değerlendirilebilir. Anomali alanı içinde 790 ppm.’ e kadar ulaşan anomali değerleri ölçülmüştür.

Anomali bölgesi içinde seçilmiş (200x200 m.) bir alan içinde yapılan özdirenç ve self potansiyel ölçümleri birlikte yorumlandığında mineralizasyonun şekli, hacmi ve gömülme derinliği ortaya çıkarılmıştır. Özdirenç değerleri örtü kayaçların altında 40-60 m. derinliklerde kristalen bir temelin varlığını işaret etmektedir.

Bu çalışma, toprak jeokimyası prospeksiyonunun özdirenç self potansiyel yöntemiyle birlikte kullanıldığında gömülü antimon mineralizasyonlarında hedef saptayabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler** Toprak Jeokimyası, self potansiyel, antimuan, hedef saptama

**Target Definition for Buried Antimony Deposit in Metalloid Province of W. Anatolia Using Geochemical Soil Survey and Self Potential Measurements**

**Selçuk Tokel**

Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-41380 Kocaeli (E-mail: stokel@kocaeli.edu.tr)

All the known borate deposits and almost all the antimony and arsenic deposits of Turkey were deposited within the specified part of W. Anatolia which can be named “Western Anatolian Metalloid Province”. This province were developed on the collisional suture and include fragments of northern part of Menderes Massif and late collision Neogene magmaties.

Known antimony deposits in Anatolia always occur in the triple contact where shallow felsic intrusions metamorphic basement and limestones are seen near each other.

Geochemical soil survey were applied in order to find new buried antimony deposit in the cover rocks of Neogene basin of Hisarcık (Kütahya) area which is a part of this province. Antimony is assumed to be derived from leaching of the basement metamorphic rock by hydrothermal system associated with the collisional felsic intrusions of Neogene age. These irregular vein type deposits form where hydrothermal fluids interact with carbonate wall rocks.

The survey was carried out in two steps. At first, samples were collected using square grid with 1 km intervals covering approximately of 240 km<sup>2</sup> area. After reconnaissance statistical evaluation, the intensely anomalous area was sampled with 100 m. equal intervals. A total of 300 soil samples were analyzed for 12 elements including B, As and Sb. Samples were collected from B horizon. Decompositions were made by A.R. solution and measurements were conducted by ICP-MS.

Normal background value in soil is about 2 ppm. Regional threshold value is about 7 ppm. Anomalous values in the area were measured up to 700 ppm.

Electrical resistivity and self potential measurements interpretations, carried out on the localized anomalous area (200x200 m.), revealed shape, volume and burial depth of the mineralization. Electrical resistivity measurements indicate the presence of crystalline basement at 40-60 m. depth under the cover rocks around the measurement area.

This research has shown that soil geochemistry can be used to pinpoint the buried shallow antimony mineralizations if combined with evaluated self potential data.

**Key words** Soil geochemistry, self potential, antimony, target definition

**Batı ve Doğu Kef (Guleman – Elazığ) Krom Yataklarının Mineralojisi ve Jeokimyası**

**Ahmet DURSUN, Mehmet ALTUNBEY**

Fırat Üniversitesi Müh. Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, 23119 ELAZIĞ

Elazığ ilinin 90 km güneydoğusunda bulunan Guleman krom yatakları, Türkiye'nin en önemli krom yataklarındandır. Bu bölgedeki krom yatakları dört ana bölgeye ayrılır. Bunlar; Gölalan, Pütyan, Rut-Lasir-Ayıpınarı, Kefdağ-Kapın-Şabata kesimleridir.

Kef bölgesinde otokton birim olarak Lice Formasyonu, yakın çevresinde ise allokton birimler olarak Guleman Grubu, Hazar Karmaşığı ve Maden Karmaşığı gözlenir. Alt Miyosen yaşlı Lice Formasyonu kumtaşı, kireçtaşı, şeyl ve marn aralanmasından oluşur. Jura - Alt Kretase yaşlı Guleman Grubu genel olarak; dünit, harzburjit ve bunların alterasyon ürünü olan serpantinleri içerir. Üst Meastrihtiyen - Alt Eosen yaşlı Hazar Karmaşığı yer yer volkanik ara katkılı kumtaşı, kiltası, şeyl, marn ve killi kireçtaşı aralanmasından oluşur. Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ise kumtaşı, kireçtaşı, çamurtaşı, yastık lavlar, aglomera, tuf andezit - bazalt seviyesi ve Nummulitli kireçtaşlarından oluşur.

Kef bölgesi kromit cevherleşmeleri bazik - ultrabazik kayalarla ilişkili Alpin (podiform) tipi yataklardır. Kromit cevherleşmeleri dünit ve harzburjitler içerisinde izlenmektedir. Bu kayalar yer yer alterasyona uğrayarak serpantinleşmişlerdir. Cevher kütleleri genellikle damar ve mercek şeklinde bir geometri sunmakta olup, D-B doğrultulu ve 80-85° ile G'ye eğimlidirler. Kalınlıkları 1 m'den 40 m'ye kadar değişmektedir. Kromit cevherleri genelde masif olup, daha az olarak saçınımlı, bantlı dokuda izlenmektedir.

Çalışma alanındaki ana cevher minerali kromittir. Bunun dışında az miktarlarda nikel mineralleri bulunmaktadır. Kromit taneleri genellikle özşekilsiz ve tektonizmanın etkisi ile parçalanmış olarak izlenirler. Kef bölgesindeki örneklerin Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri % 29,17-53,04 arasında değişmekte olup, ortalama tenörü % 39,00'dur.

**Anahtar kelimeler** Podiform, Peridotit, Alpin Tipi Kromit, Ortomagmatik, Guleman Krom Yatağı

**Mineralogy and Geochemistry of the Chromite Deposits of West and East Kef (Guleman-Elazığ)**

Ahmet DURSUN, Mehmet ALTUNBEY

Fırat Üniv., Müh. Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 23119 ELAZIĞ

Guleman area which is 90 km SE Elazığ city settlement, is one of the most important chrome district of Turkey. Guleman Chromite deposits are divided into 4 major groups. These are Gölalan, Pütüyan, Rut-Lasir-Ayıpınarı and Kefdağ-Kapın-Şabata.

In the area, autochthonous Lice Formation, allochthonous Guleman Group, Hazar Complex and Maden Complex make up the Lithologies. Lower Miocone aged Lice Formation is made of alternate layers of sandstone, limestone, shale and marl. Jurassic - Cretaceous Guleman Group consist generally of dunite, harsburgite and their alteration products serpentinite. Upper Measterichtian - Lower Eocene Hazar Complex is composed of volcanic interbedded in places, alternates of sandstone, claystone, shale marl and clayeylimestone. Litologies of Middle Eocene Maden Complex are sandstone, limestone, mudstone, pillow lavas, andesite-basalt flows agglomerate, tuff and Nummilitie limestone.

Kef Chromite mineralizations are Alpin (podiform) type and associated with basic-ultrabasic rocks. Chromite mineralizations occur in harsburgite and dunite. These rocks are serpentinitized in places. The ore bodies have generally streak and lens form. The ore bodies have E-W strike directions and S dips with angles about 80-85°. The thickness vary between 1 m and 40 metres, along the strike and dip directions. The ore is generally massive but disseminated and also common. The chromite levels are cut and displaced by small size faults.

The dominant mineral is chromite and very scarcely minute crystals of Ni minerals. The chromite grains are unhedral and fractured by tectonic movements. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contents of studied samples vary between 53,04 and 29,17 and mean value is 39,00 .

**Key words** Podiform, Peridotite, Alpin Type Chromite, Orthomagmatic, Guleman Chromite Deposits

**Hasançelebi (Konukdere-Hekimhan-Malatya) ve Buzlukdağ (Bayındır-Kırşehir) Çevresi Alkali Kayaçlar ve Karbonatitlerle İlgili Skarn Oluşumlarının Petrolojisi, Nadir Toprak Elementleri (NTE) Jeokimyası ve Olası Cevher Odaklarının Belirlenmesi**

**İsmet Özgeç<sup>1</sup>, Ahmet Şaşmaz<sup>2</sup>, Murat Tokçer<sup>1</sup>, Mehmet Akbulut<sup>1</sup>, Tolga Oyman<sup>1</sup>,**

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, 35160-Buca /İzmir.

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi Mühendislik Fak. Jeoloji Müh. Bölümü 23119. Elazığ.

TÜBİTAK-YDABAG 105Y076 koduyla desteklenen bu projenin amacı Hasançelebi-Başören(Malatya) ve Buzlukdağ(Kırşehir) bölgelerindeki Alkalen Plütonlar çevresinde gelişen Kontak Zonlarını ayrıntılı incelemek ve önceki araştırmacılar tarafından Metazomatit olarak isimlendirilen ve yüksek NTE değerleri içeren bu zonlardaki HNTE derişimlerinin kaynağını ve olası ekonomik potansiyellerini ortaya koymaktır.

Her iki bölgedeki metamorfik fasiyesler AE-Hfls, Hbl-Hfls ve PX-Hfls olarak belirlenmiş ve pik metamorfizma koşulları, Hasançelebi bölgesi için  $X_{CO_2} = 0.2-0.4$ ,  $P=3-4$  kbar,  $T=550-600$  °C ve Buzlukdağ bölgesi için  $T = 600-650$  °C,  $X_{CO_2} = 0.1$  olarak belirlenmiştir. Hasançelebi skarnları **Endoskarn** zonlarında gelişir. Sıvı kapanım verileri ve mineral parajenezi de göz önüne alındığında prograd skarn alterasyon koşulları  $T=600$ °C,  $X_{CO_2}=0.1$  ve  $P = 1-3$  kbar olarak, retrograd (gerileyen) alterasyon koşulları da  $T = 500-550$  °C ve  $X_{CO_2} = 0.3-0.5$  ve  $P = 1$  kbar olarak verilebilir.

Buzlukdağ skarnları **Ekzoskarn** zonlarında gelişir ve prograd skarn alterasyonunda Skapolit bileşiminin % 50-70 Me (Meiyonit) olması durumunda oluşum sıcaklığı 600- 650 °C civarındadır. Ancak skapolit bileşimine Ma (Marialit-Na skapolit) girmesiyle Skapolit dengesi 525 °C seviyelerine kadar devam etmektedir. Bu koşullarda Prograd skarn alterasyonunda  $T=550-600$  °C ve retrograd alterasyonda  $T = 500-550$  °C (Skapolit-Vollastonit-Vezüvyanit-granat dengesi) olarak verilebilir.

Her iki bölgedeki AE-Hfls zonları potansiyel NTE zonlarıdır. Buzlukdağ **Granat-skapolit-apatit-skarn zonları** ile Başören Karbonatitlerine ait Silikat Apatit damarları (**Britolitler**) ekonomik HNTE zonlarıdır.

**Anahtar kelimeler** Hasançelebi, Buzlukdağ, karbonatit, skarn mineralleri, NTE.



**The petrology, Rare-Earth Element (REE) geochemistry of skarns related with alkaline rocks and carbonatites near Hasançelebi(Konukdere-Hekimhan-Malatya) and Buzlukdağ( Bayındır-Kırşehir) and designate possible ore localization.**

**İsmet Özgeç<sup>1</sup>, Ahmet Şaşmaz<sup>2</sup>, Murat Tokçer<sup>1</sup>, Mehmet Akbulut<sup>1</sup>, Tolga Oyman<sup>1</sup>,**

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, 35160-Buca /İzmir.

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi Mühendislik Fak. Jeoloji Müh. Bölümü 23119. Elazığ.

The scope of this research project supported by TUBITAK(YDABAG-105Y076), is to investigate in detail previously reported LREE-rich metasomatite rocks around the Hasançelebi and Buzlukdağ plutons and to designate possible REE-rich localities.

The metamorphic facies the both of two regions have been identified as AE-Hfls, Hbl-Hfls and PX-Hfls. Peak metamorphic conditions of  $X_{CO_2} = 0.1-0.2$ ,  $P=3-4$  kbar,  $T= 550-600$  °C was found for Hasançelebi region while peak metamorphic conditions of  $T = 600-650$  °C,  $X_{CO_2} = 0.3-0.4$  for Buzlukdağ region.

The diagnostic endoskarn mineral assemblages, geochemistry and fluid inclusion data reveal that the Hasançelebi prograde skarn alterations were formed at  $T= 600$ °C,  $X_{CO_2}= 0.1$  ve  $P = 1-3$  kbar while the diagnostic egzoskarn mineral assemblages of Buzlukdağ region at  $T= 600-650$  °C,  $X_{CO_2} 0.1-0.15$  for prograde skarn alteration. The temperature is really high the plausible temperature range in the contact aureole but scapolite stability field can be expanded to the lower temperature by introduction marialite component, and so that  $T = 500-550$  °C (Scapolite WollastoniteVesuvianite stability) for retrograde skarn alteration.

The large zone of **AE-Hfls** facies both of two regions have **REE rich epidote** minerals and to be thought for future evaluation. **The Garnet-scapolite- -apatite- skarns** in Buzlukdağ have **REE-rich apatites** (Briholite-Silicate Apatite) and Başören region has carbonatite hosted britholite veins. Both of two regions have economic importance for REE mineralization

**Key words** Hasançelebi, Buzlukdağ, carbonatites, skarn minerals, REE.

**Laurit (RuS<sub>2</sub>)’ce zengin Yüksek-Cr Ofiyolitik Kromititleri, Islahiye, GD-Türkiye: Cevher Mikroskobisi ve Elektron Mikroprob Verileri**

**İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Federica Zaccarini<sup>2</sup>, Necla Köprübaşı<sup>3</sup>, Utku Bağcı<sup>4</sup>, Tamer Rızaoğlu<sup>5</sup>, R. Melih Akmaz<sup>1</sup>, Ahmet D. Şen<sup>1</sup>, Giorgio Garuti<sup>2</sup>, Oskar Thalhammer<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-61080 Trabzon, Turkey

<sup>2</sup> University of Leoben, Dep. Applied Geol. Sci. and Geophysics, A-8700 Leoben, Austria

<sup>3</sup> Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-41380 Kocaeli, Turkey

<sup>4</sup> Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-33342 Mersin, Turkey

<sup>5</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-46100 Kahramanmaraş

Ofiyolitlerle ilişkili podiform kromititler küçük boyutlarda, düşük dereceli ve yarı-ekonomik yataklardan, Bushveld stratiform kromititlerinin ardından, yüz milyon tondan fazla rezervleri ile dünyada ikinci sırada üretim yapabilen devasa yataklar oluşturabilirler. Ofiyolitik kromititler, platin grubu element içerikleri bakımından son 20–30 yıldır potansiyel hedef durumuna gelmiştir. Her ne kadar şu ana kadar rapor edilmiş PGE konsantrasyonları yarı-ekonomik boyutlarda kalmış ve daha düşük fiyatlı Ir-grubu PGE’ler (IPGE) bakımından zenginleşmiş iseler de, nadir de olsa, daha değerli ve yüksek fiyatlı Pt, Pd ve Rh bakımından bölgesel zenginleşmeler de söz konusudur. TÜBİTAK tarafından desteklenen 109Y219 numaralı proje kapsamında yürütülen çalışmalar sırasında, Islahiye (Gaziantep, GD-Türkiye) civarında küçük boyutlu bir kromit cevherleşmesi gözlenmiştir. Alınan kromitit örneğinden hazırlanan iki adet parlak kesitin (2.5 cm çapında) sistematik olarak incelenmesi sonucunda, kromit kristalleri bünyesinde birincil kapanımlar şeklinde ve kromit kırıkları boyunca konumlanmış, boyutları 25  $\mu\text{m}$ ’a varan 23 adet platin grubu mineral (PGM) gözlenmiştir. Kromit ve PGM’lerin kimyasal bileşimleri elektron mikroprob ile belirlenmiştir. Kromit kristalleri, yüksek Cr# (72.0–73.8) ve Mg# (56.5–58.9) değerleri ve düşük TiO<sub>2</sub> (% ağırlık 0.06–0.09) ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (% ağırlık 0.11–0.59) içerikleri ile metalurjik tiptedir. Nitel tanımlamalar sonucu, laurit kristallerinin PGM parajenezinin önemli bir bölümünü oluşturduğu ve nadir olarak, tanımlanmamış Ir-sülfür ve muhtemelen oksijen içeren Ru-Fe bileşikleriyle çoklu fazlar çoklu fazlar şeklinde bulunduğu belirlenmiştir. Ofiyolitik kromititlerde sıkça rastlanan Os-Ir alaşımları gözlenmemiştir. Söz konusu kromitit örneğinin tüm kayaç Pt ve Pd içerikleri kısmen yüksek (Pt: 43.2 ppb ve Pd: 12.4 ppb) olmasına rağmen, Pt ve Pd içeren spesifik fazlara da rastlanılmamıştır. Laurit kristalleri benzer bileşimde olup (Ru<sub>0.80-0.89</sub>Os<sub>0.02-0.04</sub>Ir<sub>0.01-0.03</sub>Rh<sub>0.03</sub>Pd<sub>0.04-0.05</sub>)S<sub>2</sub> formülü ile temsil edilir. Genellikle taze kromit kristalleri bünyesinde tek fazlı veya laurit-silikat (klinopiroksen, amfibol ve klorit) ve laurit-baz metal mineral (millerit, pentlandit ve kalkopirit) birliktelikleri şeklinde çoklu fazlar olarak gözlenir. Ir-sülfür ve Ru-Fe (oksit?) fazları bu çoklu fazların bir kısmını oluşturur. Laurit kristallerinin Ni-Fe-Cu sülfür fazları ile olan yakın ilişkisi, kromit kristalizasyonunun yüksek sıcaklıkta (~1200° C) ve kısmen yüksek fS<sub>2</sub> koşullarında gerçekleştiğinin açık kanıtıdır. Bu durum, laurit kristallerinin çok düşük Os içerikleri ile uyumlu olmayıp, osmiyumun kromiti kristallendiren ergiyiğinin Os bakımından daha önceden tüketildiğine işaret eder. Bu tüketilmenin sebebi henüz açıklanamamıştır. 2.5 cm çapında hazırlanmış 2 adet parlatılmış kromitit örneğinde gözlenen yüksek miktardaki PGM, bu kromitit örneğinin yaklaşık 2–3 ppm civarında toplam PGE içeriğine sahip olabileceğini göstermektedir. Düşük değerli PGE birliktelikleri (Ru+Ir) ve PGM’lerin kromit kristalleri bünyesinden mekanik olarak ayrılmasına günümüz teknolojisinde müsaade etmeyen dokusal özellikleri, bu kromititleri PGE içerikleri bakımından atraktif kılmamaktadır. Ancak, bazı ofiyolitik kromititler ofiyolitik masif/tekli cevher kütleleri ölçeğinde düzensiz dağılımlar sunan Pt+Pd zenginleşmeleri sunmaktadır. Bu sebeple, her ne kadar kromitit oluşukları PGE açısından yarı-ekonomik boyutlarda ise de, PGE fiyatlarının uluslararası piyasalarda gün geçtikçe artacağı düşünüldüğünde, bu bölgedeki kromititlerin sistematik bir şekilde araştırılması ve PGE içeriklerinin belirlenmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler** Laurit, kromitit, platin grubu element, platin grubu mineral, GD-Türkiye

**Laurite (RuS<sub>2</sub>) enriched Cr-rich Ophiolitic Chromitites from the Islahiye, SE-Turkey:  
Ore Microscopy and Electron Microprobe Data**

**İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Federica Zaccarini<sup>2</sup>, Necla Köprübaşı<sup>3</sup>, Utku Bağcı<sup>4</sup>, Tamer Rızaoğlu<sup>5</sup>, R. Melih Akmaz<sup>1</sup>, Ahmet D. Şen<sup>1</sup>, Giorgio Garuti<sup>2</sup>, Oskar Thalhammer<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-61080 Trabzon, Turkey

<sup>2</sup> University of Leoben, Dep. Applied Geological Sci. and Geophysics, A-8700 Leoben, Austria

<sup>3</sup> Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-41380 Kocaeli, Turkey

<sup>4</sup> Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-33342 Mersin, Turkey

<sup>5</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-46100 Kahramanmaraş

Ophiolite related podiform chromitites vary in size from small, low grade, sub-economic occurrences up to large ore bodies of more than hundred million tons, being the second world class producers of chromite ore, after stratiform chromitites of the Bushveld type. During the last three decades, ophiolitic chromitites have become a potential target for the recovery of platinum-group elements (PGE). Although so-far reported concentrations are usually sub-economic with prevalence of the low-priced IPGE (Os, Ir, Ru), occasional enrichment in the more precious Pt, Pd and Rh has been locally observed. During field work in the frame of the project supported by TÜBİTAK (109Y219), chromitite samples were collected from a very small occurrence in the vicinity of Islahiye (Gaziantep, SE Turkey). As a result of the systematic investigation of two polished blocks (2.5 cm in diameter) obtained from one chromitite sample, a total 23 grains of platinum-group minerals (PGM), up to 25  $\mu$ m in size, were detected as primary inclusions in chromite crystals and along its cracks. Chromite and PGM compositions were determined by electron microprobe analyses. Chromite is of metallurgical type, having high Cr# and Mg# in the ranges 72.0–73.8 and 56.5–58.9, respectively, with low contents of TiO<sub>2</sub> (0.06–0.09 wt %) and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.11–0.59 wt %). Qualitative identification indicates strong prevalence of laurite in the PGM assemblage, occasionally accompanied by unknown Ir-sulfide and a Ru-Fe compound possibly containing oxygen. The Os-Ir alloys, which commonly occur in ophiolitic chromitites, were absent. Neither specific PGM species of Pt and Pd were found, although preliminary bulk ore assays had yielded up to 4.1 and 2.0 ppb of Pt and Pd respectively. Laurite has constant composition close to (Ru<sub>0.80-0.89</sub>Os<sub>0.02-0.04</sub>Ir<sub>0.01-0.03</sub>Rh<sub>0.03</sub>Pd<sub>0.04-0.05</sub>)S<sub>2</sub>. It may occur included in fresh chromite either as single-phase grains or composite aggregates consisting of the associations: laurite+silicate (clinopyroxene, amphibole or chlorite) and laurite+base metal sulfides (millerite, pentlandite, chalcopyrite). The Ir-sulfide and the Ru-Fe (oxide?) occasionally are part of these composite inclusions. The close association of laurite with Ni-Cu-Fe sulfides apparently indicates relatively high fS<sub>2</sub> conditions in the chromite forming-system at high temperature (~1200° C). This would not be consistent with the Os-poor nature of the laurite, and possibly suggests that the chromite parent melt was initially depleted in Os. The reason for that remains an open question. The high frequency of PGM observed in two polished section of 2.5 cm in diameter suggests that the investigated chromitite may have bulk-PGE concentrations up to 2–3 ppm. Unfortunately, the low valuable PGE association (mainly Ru+Ir), and the PGM texture, unsuitable for mechanical liberation of grains, make this chromitite not attractive for PGE recovery. However, some ophiolitic chromitites have been found to contain punctual and unevenly distributed high concentrations of Pt+Pd at the scale of ophiolite complexes and/or single ore bodies. For this reason, systematic exploration of chromitites in this region of Turkey is advisable, despite of their sub-economic size, and in consideration of an expected raise in the PGE's price on the international market.

**Key words** Laurite, chromitite, platinum-group element, platinum-group mineral, SE-Turkey

**Rheic SSZ Okyanusal Litosfer (320 My) kalıntıları, İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu, KD  
Türkiye: Refahiye-Erzincan Ofiyolitinden Yeni Jeokimyasal ve Re-Os İzotop Verileri**

**İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Yıldırım Dilek<sup>2</sup>, Ender Sarıfakıoğlu<sup>3</sup>, Thomas Meisel<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon, Türkiye

<sup>2</sup>Department of Geology, University of Miami, Oxford, OH, 45056 USA

<sup>3</sup>MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520 Ankara, Türkiye

<sup>4</sup>Department of General and Analytical Chemistry, University of Leoben, 8700 Leoben, Austria

Türkiye'nin kuzeydoğusunda bulunan ve Refahiye-Erzincan Ofiyolitini (REO) oluşturan üst manto peridotitleri ve ultramafik-mafik kümülatlara ait yeni jeokimyasal, Re-Os izotopu ve mineral kimyası verileri elde edilmiş ve bu kayaların Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki değişik okyanus kalıntılarının tektonik evrimiyle olan ilişkileri tartışılmıştır. REO, Güneyde Gondwana'dan kopmuş Torid-Güney Ermenistan kıta şeridiyle Kuzeyde Rodop-Pontid mikrokıtası arasındaki İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu'nun (İAEKZ) bir parçasıdır. Bu ofiyolit, güney ve kuzey dokanakları boyunca kıtasal platformların kenarlarına tektonik olarak iki taraflı bindirmeler şeklinde yerleşmiştir. İAEKZ, genellikle Neotetis kökenli olarak kabul edilmesine rağmen, yaşları Permo-Triyas'tan Geç Kretase'ye kadar değişen kıta içi bazaltları (KİB), okyanus ortası sırtı bazaltları (OOSB), adayı toleyitleri (IAT)-Boninit, okyanus adası bazaltları (OIB), okyanusal plato bazaltları (LIP) ve okyanusal litosfere ait parçalar içerir. REO, harzburjit ve dunitlerden oluşan üst manto peridotitleri, Moho geçiş zonunu temsil eden ultramafik-mafik kümülatlar, izotropik gabrolar, plajiyogranitler ve levha dayklarından oluşur. Ofiyolitik istifte volkanik kayalar gözlenmez, ancak yapısal olarak REO'nin altındaki ofiyolitik melanjda yastık bazalt bloklarına rastlanılmıştır. REO'de, abisal ve yitim karakterli (SSZ) olmak üzere iki tip manto peridotitleri gözlenmiştir. Daha az tüketilmiş klinopiroksence zengin manto harzburjitleri, daha yüksek Al (%1.75–2.12 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ve Ca (% 0.43–1.53 CaO) içeriklerine sahip olup, Cr# değerleri 33.2–37.8 arasında değişir. Bu abisal peridotitler, ilksel üst mantonun OOS-tipi okyanusal kabuk oluşumu sırasında düşük dereceli kısmi ergimesi sonucu oluşan manto kalıntılarını temsil eder. Buna karşılık bazı peridotit örnekleri klinopiroksence oldukça fakir olup, yitim (SSZ) peridotitlerinin karakteristik özelliğine uygun olarak çok düşük Al (%0.16–0.89 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ve Ca (%0.07–0.77 CaO) içermektedir. Bu örneklerdeki spinel fazlarının Cr# değerleri 57.0–73.5 arasında olup, daha önceden kısmen tüketilmiş peridotitlerin yüksek dereceli kısmi ergimesine işaret eder. Her iki peridotit grubu düşük REE içerikleriyle karakteristiktir. Abisal peridotitler, bazı örneklerde HNTE'ler bakımından kısmen zenginleşme göstermesine rağmen, genellikle Lu'dan Tb'ye düz bir yönseme ve Tb'den La'ya negatif bir yönseme sunarlar. Yitim-tipi (SSZ) tüketilmiş peridotit örnekleri benzer HNTE içeriklerine sahipken ANTE ve özellikle ONTE içerikleri abisal peridotitlere nazaran önemli ölçüde tüketilmiştir. Bu peridotitlerin U-şekilli NTE dağılımları yay-önü peridotitlerine benzemektedir. REO manto peridotitlerinin PGE içerikleri düşük olmakla birlikte gabroların PGE içeriklerine nazaran daha yüksektir. Bu peridotitlerdeki <sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os izotop oranı (0.1195–0.1240) tüketilmiş manto değerlerine benzer olup, kümülat gabrolardaki orandan (0.2074–0.5842) çok daha düşüktür. Manto peridotitleri ve kümülat gabroların tüm kayaç izotopik bileşimleri <sup>187</sup>Re/<sup>188</sup>Os - <sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os izokron diyagramında lineer bir yönseme sunar. Bu örneklerden elde edilen 320±16 Ma izokron yaşı, ergiyik oluşumu ve REO'ne ait yitim karakterli (SSZ) ultramafik-mafik birimlerinin kristalizasyonunun Geç Karbonifer yaşlı olabileceğini gösterir. Gondwana ve Avrasya Kıtaları arasındaki Geç Karbonifer yaşlı ve yitim karakterli (SSZ) manto litosferinden elde edilen bu yeni bulgular; (1) Rheic Okyanus kalıntılarının, Doğu Akdeniz Bölgesindeki Tetis kuşağına kadar gözlenebileceğine, (2) İAEKZ'nun, Rheic, Paleotetis ve Neotetis okyanusal basenlerinde yarılma-sürüklenme, sorguç ve yitim-eklenir prizma tektonik ortamında gelişmiş birçok litosferik materyali içeren çok heterojen karaktere sahip olduğuna işaret eder.

**Anahtar kelimeler** Refahiye-Erzincan Ofiyoliti, ultramafik seri, mineral kimyası, Re/Os-izotopu

**Remnants of the Rheic SSZ Oceanic Lithosphere (320 Ma) Within the Izmir-Ankara-Erzincan Suture Zone in NE Turkey: New Geochemical and Re-Os Isotope Data From the Rehafiye-Erzincan Ophiolite**

**İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Yıldırım Dilek<sup>2</sup>, Ender Sarıfakıoğlu<sup>3</sup>, Thomas Meisel<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon, Türkiye

<sup>2</sup>Department of Geology, University of Miami, Oxford, OH, 45056 USA

<sup>3</sup>MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520 Ankara, Türkiye

<sup>4</sup>Department of General and Analytical Chemistry, University of Leoben, 8700 Leoben, Austria

We report on new major-trace-REE and Re-Os isotope compositions and mineral chemistry data from upper mantle peridotites and ultramafic-mafic cumulate rocks in the Rehafiye-Erzincan ophiolite (REO) in NE Turkey, and discuss their significance for the tectonic evolution of various oceanic tracts in the eastern Mediterranean region. The REO is part of the Izmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (IAESZ) between the Gondwana-derived Tauride-South Armenian ribbon continent to the south and the Rhodope-Pontide micro-continent to the north. It shows bidivergent thrusting along its southern and northern boundaries, resting tectonically on the margins of these continental masses. The IAESZ includes fragments of oceanic lithosphere with WPB, MORB, IAT-Boninite, OIB and LIP affinities that range in age from the Permo-Triassic to the latest Cretaceous, although it is commonly interpreted as Neotethyan in origin. The REO consists of upper mantle peridotites including harzburgite and dunite, ultramafic-mafic cumulate rocks making up a transitional Moho, isotropic gabbro, plagiogranites, and sheeted dikes. Extrusive rocks are missing in the ophiolite sequence but occur as blocks of pillow basalts in an ophiolitic mélange structurally beneath the REO. We have identified two types of upper mantle peridotites, abyssal and SSZ, in the REO. Less depleted, clinopyroxene-rich mantle harzburgites have higher concentrations of Al (1.75–2.12 wt.% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) and Ca (0.43–1.53 wt.% CaO) and contain spinel phases with Cr# ranging between 33.2 and 37.8. These abyssal peridotites represent a mantle residue of low degrees of partial melting of primitive upper mantle during MOR-type oceanic crust formation. Some peridotite samples, on the other hand, are highly depleted in clinopyroxene and display extremely low contents of Al (0.16–0.89 wt.% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) and Ca (0.07–0.77 wt.% CaO), characteristic of SSZ peridotites. Spinel phases in these samples have Cr# ranging between 57.0 and 73.5, indicating high degrees of partial melting (in a mantle wedge) of previously depleted peridotites. Both types of peridotites are characterized by low REE contents. Abyssal-type peridotites display a flat pattern from Lu to Tb and negative-flat pattern from Tb to La, although some samples show slight LREE enrichment. SSZ-type, depleted peridotite samples are characterized by nearly similar LREE concentrations, whereas their HREE and especially MREE concentrations are significantly depleted with respect to those of the abyssal peridotites. These rocks show U-shaped REE patterns, reminiscent of forearc peridotites. The PGE content of mantle tectonites in the REO, although low, are significantly higher than those presented by the cumulate gabbros. The <sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os isotope ratio of these peridotites (0.1195–0.1240) is typical of the depleted mantle and much lower than those of the cumulate gabbros (0.2074–0.5842). Whole-rock samples from the mantle tectonites and cumulate gabbros display a well-defined linear trend in a <sup>187</sup>Re/<sup>188</sup>Os vs. <sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os isochron diagram. These samples collectively define an isochron with a best-fit age of about 320±16 Ma, suggesting that the melt evolution and crystallization of the SSZ ultramafic-mafic units of the REO may be as old as the late Carboniferous. This new finding of a late Carboniferous SSZ mantle lithosphere between the Gondwana and Eurasia continental masses in NE Turkey indicates: (1) the existence of Rheic Ocean relics farther away in the Tethyan realm of the eastern Mediterranean region than previously considered; (2) a highly heterogeneous character of the IAESZ, containing some lithospheric material that evolved in rift-drift, plume and subduction-accretion tectonic settings of the Rheic, Paleotethyan and Neotethyan Ocean basins.

**Key words** Rehafiye-Erzincan Ophiolite, ultramafic series, mineral chemistry, Re/Os-isotope

**Cihanpaşa-Büyük Mahal-Derbent (Yozgat) Bölgelerindeki Manganez Cevherleşmelerinin Jeokimyasal Özellikleri**

**Nursel Öksüz<sup>1</sup>, Alpay Karakuş<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Divanlı Yolu, 66200 Yozgat-Türkiye

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan Ankara

Cihanpaşa-Büyük Mahal-Derbent (Türkiye-Yozgat) manganez cevherleşmesi, Alt Kretase yerleşimli ofiyolit karmaşığının üyelerinden olan radyolaritli çörtler içerisinde bulunmaktadır. Cevherleşme, tabakalı ve mercek şeklindedir. Bölgedeki cevherleşme ile ilgili jeokimyasal inceleme ilk defa bu çalışmada yapılmış olup, cevherleşmelerin kökenini belirlemek için ana eser ve NTE (Nadir Toprak Elementleri) içeriklerine göre çeşitli tanımsal diyagramlar çizilmiştir. Bunlardan yararlanılarak cevherleşmenin kökeni belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca NTE değerlerine göre çizilen spider diyagramlarında ise, özellikle Ce ve Eu anomalileri değerlendirilmiştir. Buna göre, Cihanpaşa-Büyük Mahal bölgesindeki örneklerin tamamı kuvvetli negatif Ce anomalisi gösterirken, Derbent bölgesindeki örneklerin bir kısmı çok yüksek negatif Ce anomalisi, bir kısmı ise pozitif Ce anomalisi göstermiştir. Eu ise, her üç bölgede negatif anomali göstermiştir. Bu anomali değerleri Ce için,  $Ce_{norm}/[2/3La_{norm}+1/3Pr_{norm}]$  eşitliği ile, Eu için ise,  $Eu_{norm}/[2/3Sm_{norm}+1/3Gd_{norm}]$  eşitliği ile her üç bölge için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bunlara ilave olarak,  $Ce_{anom}=\log[3xCe_N/(2xLa_N+Nd_N)]$  formülüyle hesaplanan veriler ile de cevherleşmenin kökeni hakkında bilgi edinilmiştir. Bu çalışmadaki ilk veriler ışığında, Derbent bölgesi manganez mineralizasyonunun hidrojenik ve hidrotermal özellik gösterdiği, Cihanpaşa ve Büyükmahal bölgesi manganez mineralizasyonunun ise, yalnızca hidrotermal özellik gösterdiği belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler** Manganez cevherleşmesi, ofiyolit, jeokimya, hidrojenetik, hidrotermal, Eymir

**Geochemical Characteristics of Cihanpaşa-Büyük Mahal-Derbent (Yozgat) Manganese Mineralizations**

**<sup>1</sup>Nursel Öksüz, <sup>2</sup>Alpay Karkuş**

<sup>1</sup>Bozok University, Department of Geological Engineering, Divanlı Road TR-66200 Yozgat-Turkey  
<sup>2</sup>Ankara University, Department of Geological Engineering, TR-06100 Ankara-Turkey

The Cihanpaşa-Buyuk Mahal-Derbent manganese deposit in Yozgat (Turkey) occurs within radiolarite cherts of the lower Cretaceous ophiolite complex. The mineralization is layered and lenticular. In this study, the origin of deposit was examined using various descriptive diagrams constructed based on major trace and rare earth element contents. Ce and Eu anomalies were also evaluated. Results show that all samples from the Cihanpaşa-Buyuk Mahal area are represented by strong negative Ce anomaly but samples from the Derbent area yield both positive and strong negative Ce anomalies. Europium is characterized by negative anomaly in all the areas. Anomaly values were computed with equations of  $Ce_{norm}/[2/3La_{norm}+1/3Pr_{norm}]$  for Ce and  $Eu_{norm}/[2/3Sm_{norm}+1/3Gd_{norm}]$  for Eu. In addition using data computed with the formula of  $Ce_{anom} = \log [3 \times Ce_N / (2 \times La_N + Nd_N)]$  information was obtained on the origin of manganese mineralization. Results indicate that manganese mineralizations in the Derbent area are represented by both hydrothermal and hydrogenous types but the Cihanpasa and Buyuk Mahal manganese mineralizations show only hydrothermal characteristics.

**Key words** Manganese mineralization, ophiolite, geochemistry, hydrogenous, hydrothermal, Eymir

**Koçali Karmaşığı İçerisindeki Mangan Cevherleşmelerinin Kökenine Bir Yaklaşım**

**Burcu Gören<sup>1</sup>, Mustafa Akyıldız<sup>1</sup>, Nail Yıldırım<sup>2</sup> & Semiha İlhan<sup>1</sup>**

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

<sup>2</sup> MTA Orta Anadolu 4. Bölge Müdürlüğü, Malatya

Bu çalışmada Adıyaman iline bağlı Koçali köyünün kuzeyinde yer alan Çağalalı ve Bezardağı mangan yataklarının kökenine dair araştırmalar yapılmıştır. Cevherleşmeler Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı içerisinde ki Üst Kretase yaşlı Koçali Karmaşığı içerisinde yer almaktadır. İnceleme alanında temeli, bölgeye gravite kaymalarıyla yerleşmiş allokton konumlu Koçali Karmaşığına ait spilitik yastık lavlar (Tarasa Formasyonu) ile radyolaritler (Konak Formasyonu) oluşturmaktadır. Koçali Karmaşığı'nın üstüne çok kalın olmayan Germav Formasyonu ile Gercüş Formasyonu gelirken tüm bu birimlerin üstünde nummulitli kireçtaşlarından oluşmuş Midyat Formasyonu bulunur.

Cevherleşmeler düzensiz merccekler ve D-B/30K konumlu, düzensiz merccekler ve ardalı tabakalar halinde radyolaritler içerisinde stratiform-stratobond şeklinde bulunmaktadır. Cevherleşme parajenezleri olarak; pirolusit, psilomelan, manganit ve hematit oluşmuştur. Cevherleşmeyi oluşturan minerallerin tane boyları değişken olup masif ve çatlak dolgusu şeklinde gözlenmektedir. Cevherleşmeler jeokimyasal olarak incelendiğinde ana oksit içerikleri (MnO: %8.98-73.64, SiO<sub>2</sub>: %3.26-%86.19) denizaltı hidrotermal yataklara benzemektedir. Fe/Mn 0.001-0.019 aralığında değişmekte olup, oldukça düşüktür. Fe/Mn oranları denizaltı hidrotermal merkezlerde hidrotermal çözeltilerden hızla çökelleme olmuş olan yatakların oranlarına benzemektedir. Ana ve iz elementler kullanılarak oluşturulan diyagramlar üzerinde de cevherler hidrotermal alanlar içerisinde yoğunlaşmaktadır. Cevherleşmelerin iz element içerikleri ile toplam NTE içerikleri de düşüktür. Ayrıca tüm örnekler hafif negatif Eu anomalisi göstermekte, gözlenen bu negatif Eu anomalileri cevherlerin çökelmiş olduğu çözeltilerin sıcaklığının 250 °C nin üzerine çıkmadığını gösterir.

Yapısal, stratigrafik, petrografik ve jeokimyasal verilere göre Çağalalı ve Bezardağı cevherleşmelerinin; Koçali Ofiyolitik Karmaşığı'nın oluşumuna neden olan okyanus tabanı yayılması sırasında ki denizaltı volkanizmasına bağlı olarak Kıbrıs Tipi Masif Sülfid yataklarını da oluşturan hidrotermal eriyiklerden oluştuğu düşünülmektedir. Volkanizma ile eş yaşlı deniz tabanı hidrotermal sistem döngüsü ile deniz suyu okyanusal kabuğun üst kesimindeki kırıklardan içeri süzülmesi ve dolaşım sırasında ısınmış ve bazik volkanitlerden metal çözmüştür. Bu hidrotermal eriyikler daha sonra deniz tabanına dökülmüşlerdir. Hidrotermal eriyikler tümüyle deniz suyuyla karıştığında metalik Fe ve Mn oksitler çökelmektedir.

**Anahtar kelimeler** Koçali, Mangan, Adıyaman, Hidrotermal



**An Approach To The Origin Of The Manganese Depositions in Koçali Melange**

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

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

<sup>2</sup>MTA Orta Anadolu 4. Bölge Müdürlüğü, Malatya

The scope of this study is investigating the origin/source of the Çağalalı and Bezardağı manganese ore deposits located at north of Koçali village in Adıyaman city. The study area is geologically located in Koçali Melange, obducted on to Arabian platform in the Southeast Anatolian Orogenic Belt at Late Cretaceous time. In the study area, the basement consists of radiolarian cherts (Konak formation) and spilitic pillow lavas (Tarasa formation) which belong to allochthonous Koçali Melange, settled as a result of tensile sliding. In the upper part of the succession the Germav Formation has moderate thickness and the Gercüş Formation discordantly lies on to the Koçali Formation. The Midyat Formation consisting Nummilitic limestone was formed on all these units.

Mineralizations are observed as irregular lenses and alternately bedded and concordant with wall-rocks, oriented along E-W/30N direction. The ore paragenesis is; pyrolusite, psilomelane, manganite, hematite. The grain sizes of the ore minerals are variable; they are mainly massive and formed as crack fillings. Whole rock geochemistry of the mineralizations (MnO: 8.98%-73.64%, SiO<sub>2</sub>: 3.26%-86.19%) are akin to the ocean floor hydrothermal deposits. The Fe/Mn ratio of the representative samples, varying between 0.001 and 0.019 are too low. The Fe/Mn ratios are similar to the deposits formed at the ocean floor centres with a rapid precipitation velocity. Ore minerals are populated at the hydrothermal areas in the diagrams made for major and trace elements.

According to structural, stratigraphic, petrographic and geochemical data; the Çağalalı and the Bezardağı ore deposits were derived from hydrothermal solutions, which also led to the formation of the Cyprus-type Massive Sulfide deposits, sourced from submarine volcanism during seafloor spreading where Koçali Melange originated. The seafloor hydrothermal cycling together with co-eval volcanism, the sea water intruded in to the oceanic crust from the veins in the upper parts and during the cycling the sea water boiled and dissolved the metals from basic volcanites. Afterwards, these hydrothermal solutions precipitated on the seafloor. The metalliferous Fe and Mn oxides precipitated when the hydrothermal solutions completely mixed with sea water.

**Keywords** Koçali, Manganese, Adıyaman, Hydrothermal

**Koçali Ofiyolitik Karmaşığı'nın Metalojenik (Cu-Au) Önemi**

**Nail YILDIRIM<sup>1</sup>, Yunus AY<sup>1</sup>, Cevdet ÇAKIR<sup>2</sup>, Semiha İLHAN<sup>3</sup>, Cahit DÖNMEZ<sup>2</sup>,  
Esra YILDIRIM<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>MTA Orta Anadolu 4. Bölge Müdürlüğü, TR44100, Malatya

<sup>2</sup>MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 23119, Ankara

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

<sup>4</sup>Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119, Elazığ

İnceleme alanı Adıyaman il sınırları içerisinde olup, Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı ile Toros Orojenik Kuşağı sınırında yer almaktadır. İnceleme alanında temelde Jura-Alt Kretase yaşlı Koçali Karmaşığı bulunmakta ve bu birimin üzerine Arap plakasına ait Üst Maestrihtiyen-Miyosen yaş aralığına sahip otokton çökeller (Terbüzek, Besni, Germav, Midyat, Lice Formasyonu) uyumsuzlukla gelmektedir. Koçali Karmaşığı içerisinde MTA tarafından bölgede yapılan çalışmalarda küçük-orta ölçekli çok sayıda Cu cevherleşmeleri belirlenmiştir. Koçali Karmaşığı Hatay'dan Hakkâri' ye kadar bindirme kuşağı boyunca uzanmaktadır. Bu birim; Neotetisin güneyindeki bir kol olarak kabul edilmekte ve Üst Kretase sonunda kuzeye doğru yitimle bu okyanusun dilimlenerek alloktan kütleler halinde Kastel havzasına taşınmasıyla oluşmuştur. Bu cevherleşmeler, Kıbrıs Tipi VMS yataklarının genel özelliklerini sergilemekte ve kök zonu, stockwork zonu, masif cevher zonu ile gossan seviyelerini içermektedir. Bölgedeki cevherleşmeler; Tut-İncekoz mevkiinde levha dayk karmaşığı içerisinde çatlak dolgusu şeklinde izlenirken, Adıyaman-Koçali mevkiinde spilitik yastık lavlar içerisinde stockwork ve masif cevher şeklinde izlenmektedir. Sincik-Ormanbaşı Tepe mevkiinde ise genellikle taşınmış merceğimsi ve tabakamsı şekilde yer almaktadır. Cevherleşmelerin etrafındaki yan kayalarda, deniz tabanı volkanitlerinde sıkça görülen kloritleşme, karbonatlaşma, silisleşme, limonitleşme, hematitleşme ve epidotlaşma izlenmektedir. Cevher mineralleri olarak; pirit, markazit, manyetit, kalkopirit, bornit, kalkozin, kovellin, fahlerz ve sfelirit bulunmaktadır. Dokusal olarak ta masif sülfür yataklarına özgü kolloidal, kataklastik ve zonlu dokular gözlenmiştir. Cevherleşme alanlarında ki yüzey ve sondaj örneklerinde; Au-Ag-Cu-Zn elementlerinin ulaştığı en yüksek değerler sırasıyla 3480 ppb, 23,5 ppm, % 3,9, % 12 şeklindedir. Cevherleşmelere ait tüm jeokimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde bölgede ki cevherleşmelerin özellikle Cu açısından önemli olabileceği görülmüştür. Farklı cevherleşme alanlarından alınan örnekler ait jeokimyasal veriler discriminasyon diyagramlarında değerlendirilmiş ve tamamının Kıbrıs Tipi VMS alanında yer aldığı görülmüştür. Yine aynı örnekler primitif mantoya göre normalize edilmiş spider diyagramlarında da Kıbrıs Tipi VMS yataklarına benzer bir eğilim göstermektedir. Özellikle cevherleşmelere ait masif pirit örneklerinin iz element içeriklerine bakıldığında, Kıbrıs Tipi VMS yataklarının karakteristik özelliklerinden biri olan  $Co/Ni \gg 1$  'in oldukça üzerinde olduğu görülmektedir. Dünya üzerinde tanımlanmış 200'den fazla ofiyolit, en az 25'i önemli VMS cevherleşmeleri içermektedir. Özellikle Tetis kenet zonu üzerinde bulunan Kıbrıs'taki Trodos Ofiyoliti' nde 90 yatak, Oman'daki Semail Ofiyoliti' nde 150 yatağın bulunduğu göz önüne alınırsa, aynı kenet zonu üzerinde yer alan Koçali Karmaşığı içerisinde MTA tarafından belirlenen cevherleşmelere ilave olarak orta ve küçük ölçekte birçok yatağın eklenmesi kaçınılmazdır. Bu durum Koçali Ofiyolitik Karmaşığının metalojenik önemini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler** Kıbrıs Tipi VMS, Koçali Karmaşığı, Metalojenik, Adıyaman

**The Metallogenic (Cu-Au) Importance of Koçali Ophiolitic Complex**

**Nail YILDIRIM<sup>1</sup>, Yunus AY<sup>1</sup>, Cevdet ÇAKIR<sup>2</sup>, Semiha İLHAN<sup>3</sup>, Cahit DÖNMEZ<sup>2</sup>,  
Esra YILDIRIM<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>MTA Orta Anadolu 4. Bölge Müdürlüğü, TR44100, Malatya

<sup>2</sup> MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 23119, Ankara

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

<sup>4</sup>Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119, Elazığ

The studied area is located at Adıyaman and is located in the South East Anatolia Thrust Zone and Taurus Orogenic Belt.. At the bottom, there is Jurassic- Lower Cretaceous Koçali Complex and the Upper Maastrichtiene-Miocene autochthonous sediments, belong to the Arabian Plate (Terbüzek, Besni, Germav, Midyat, Lice Formations), are located on Koçali Complex discordantly.

It is defined that there are alot of small and medium scaled Cu mineralizations in the Koçali Complex in this studies at this region, made by MTA. Koçali Complex, skirt along the thrust zone from Hatay to Hakkâri. Koçali Complex was formed as follows; during the end of Upper Cretaceous a South to North subduction commenced, Neotethis Ocean closed and the allochthonous bodies moved to the Kastel Basin. This mineralizations shows the general characteristics of Cyprus Type VMS deposits and contains root zone, stockwork zone, massive ore zone and gossans.

The mineralization bodies are fracture fillings shaped within sheeted dyke complex at Tut-İncekoz region, and they are massive ore and stockwork within spilitic pillow lavas at Adıyaman- Koçali region. And at Sincik- Ormanbaşitepe the mineralization bodies are either lens shaped or stratiform. Chloritization, carbonatization, silisification, hematization, limonite and epidote alterations observed in wall rocks near mineralizations. These alteration types usually seen in seafloor volcanics. The observed ore minerals are: pyrite, marcasite, magnetite, chalcopyrite, bornite, chalcosine, covellite, fahlerz and sphalerite. Colloidal, cataclastic and zonal textures observed.

In drilling samples of the mineralization area, the maximum value of Au-Ag-Cu-Zn are in order 3480 ppb, 23,5 ppm, % 3,9 and %12. Analysis indicate that the mineralizations in there are important for especially Cu. All of the samples, from different mineralization areas, located at Cyprus Type VMS field in discrimination diagrams. The same samples likes Cyprus Type VMS deposits on primitive mantle normalized spider diagrams. Besides, Co/Ni content of massive pyrite samples are quite high than 1. It is the characteristic speciality of Cyprus Type VMS deposits.

Minimum 25 ophiolites contains VMS mineralizations at the World. There are 90 deposits in Trodos ophiolites at Cyprus which located at Tethis suture zone, and 150 deposits in Semail Ophiolites at Oman. Koçali Complex is located at the same zone. Because of this, rising of the number of deposits in this complex, is inevitable. It shows the metallogenic importance of Koçali Complex.

**Key words** Cyprus Type VMS, Koçali Complex, Metallogenic, Adıyaman

**Türkiye’de Altın ve Altın Madenciliği ve TÜPRAG Metal Madencilik**

**Mehmet YILMAZ**

Tüprag Metal Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. İran Cad. Turan Emeksiz Sok. No :1, G.O.P. Ankara

Bu çalışmada, dünyada, Avrupa’da ve Türkiye’deki altın madenciliği ve merkezi Kanada’da bulunan Eldorado Gold Corporation firmasının Türkiye’de kurulu olan şirketi Tüprag Metal Madencilik’in altın madenciliğine olan yaklaşımı, şirketin sahip olduğu Avrupa’nın en büyük altın madeni Kışladağ Altın Madeni ve İzmir’deki Efemçukuru Altın madeni projeleri konu alınmış, Kışladağ ve Efemçukuru’nun jeolojisi ve cevherleşmesi hakkında bilgi verilmiştir.

**Key words** Altın, Tüprag, Efemçukuru, Kışladağ

**Gold and Gold Mining in Turkey and TUPRAG Metal Mining**

**Mehmet YILMAZ**

Tüprag Metal Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. İran Cad. Turan Emeksiz Sok. No :1 G.O.P. Ankara

In this study, gold mining in the world, in Europe, in Turkey and the approach to the gold mining of Tüprag Metal Madencilik ( wholly owned by Eldorado Gold-Canada ), project informations, geology and ore composing of Kışladağ Gold Mine (which have the largest gold reserve in Europe at the present time) and Efemçukuru Gold Mine project is introduced.

**Key words** Gold, Tüprag, Efemçukuru, Kışladağ

**Jeokimyasal Örneklerde Eser Element Analizleri ve Önemi**

**Şeref GÜÇER<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü 16059 Görükle-BURSA

<sup>2</sup>TUBİTAK-Bursa Test ve Analiz laboratuvarı,16190 Osmangazi-Bursa

Jeolojik oluşumlar içerisinde oluşan jeolojik örneklerde dağılan eser elementler Jeokimyacılar için önemli bilgiler verebilmektedir. Ancak bu element düzeylerinin doğruluğu ve esinliği yüksek metotlarla tayin edilmesi ihtiyaca yönelik modellerin kurulmasında ve ileriye yönelik isabetli öngörülerin sunulmasında gerekli olmaktadır. Çalışmamızda Atomik spektroskopik tekniklerden Atomik Absorpsiyon, İndüktif eşleşmiş Atomik Emisyon ve kütle spektrometrelerle yapılan eser analizlerde gözlenebilecek analitik sorunlar özetlenmeye çalışılmaktadır. X-ışınları spektrometresi ile çalışılabilme sınırları verilirken kütle, spektrometreleri ile gerçekleştirilen İzotop oranları tayinlerine de değinilmektedir. Sonuç olarak kalite ve akreditasyon oluşumları içerisinde jeokimyasal ölçüm verilerimizin değerlendirilmesi özetlenmektedir.

**Anahtar kelimeler** Jeokimyasal örnek, atomik spektrometri, izotop analizleri

**Current State of Trace Elements Analysis and Their Importance in Geochemistry**

**Şeref GÜÇER<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü 16059 Görükle-BURSA

<sup>2</sup>TUBİTAK-Bursa Test ve Analiz laboratuvarı, 16190 Osmangazi-Bursa

The trace elements distribution in geological samples which were formed in geological processes are able to provide important information to scientists. However, the element levels have to be determined with a method that shown high accuracy and precision in order to establish a correct model predictions. In our study, the applications of atomic spectroscopic techniques such as Atomic Absorption, Atomic and Inductively coupled plasma mass spectrometry in geological samples were outlined. Some examples of analytical problem were summarized. Beside this techniques X-rays spectrometric trace element analysis as well as isotope dilution analysis are also discussed. Finally, quality of results and accreditation of laboratory and interperatation of results related with geochemical needs were also discussed.

**Key words** Geochemical samples, Atomic spectrometry, X-ray spectrometry, isotope analysis

**Jeokimyasal analizlerde çözücü asit interferanslarının ICP-OES tekniği kullanılarak incelenmesi**

**D. Demirhisar, M. Çötel, A. Güntürk, A. Yavuz**

MTA Jeokimya Birimi, Üniversiteler Mah. Dumlupınar Bul. No:139 06800 Çankaya, Ankara

Jeokimyasal örneklerin analizinde pek çok analitik metot kullanılarak eser element tayini yapılmaktadır. Numunelerin çözülmesi esnasında kullanılan yöntem ve asitler analiz sonucunun doğruluğunu etkilemektedir. Bu çalışmada farklı asit bileşimlerinin kullanımı ile (HCl, HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, ve HCl:HNO<sub>3</sub>, 3:1 (Kral suyu)) ICP-OES sisteminde analizi yapılan analitin sinyaline kullanılan asit bileşiminin etkisi incelenmiştir.

Bu amaçla uluslararası sertifikalı materyaller (CRM-051-050, CRM-LKSD-3, CRM-STSD-3) kullanılarak Al, B, Ba, Ca, Co, Cu, Er, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Nd, Ni, P, Si, Sr, Th, Ti, V, Y, Zn elementleri için asit-interferans etkileri incelenmiştir. ICP-OES sisteminde çalışma şartları;

Plazma Gücü:	1410 W
Pompa Hızı:	2 ml/dk.
Coulant Flow:	12 L/dk.
Axialary Flow:	1 L/dk.
Nebulizer Flow:	0.82 L/dk.

Al: 396.152, B:249.773, Ba:233.527, Co:228.516, Cu:327.395, Er:337.271, Fe:259.941, Ga:342.274, K: 766.491, La:408.572, Li:870.780, Mg:285.213, Mn:257.811, Nd:401.225, Ni: 221.548, P: 213.518, Si:251.012 Sr: 407.771, Th: 401.913, Ti: 335.121, V: 282.454, Y: 371.030, Zn: 213.856 (nm)

Çalışma sonucunda, seçilen CRM'lerin kullanılan asite bağlı interferans etkisinin HCl kullanılan çözme yönteminde en az olduğu, ayrıca analit sinyallerinin materyalin matris yapısına bağlı olarak değiştiği, dolayısıyla çok yüksek karbonat içerikli numunelerde HCl'in daha etkin olduğu, diğer sediman ve toprak gibi örneklerde ise kral suyu çözme yönteminin etkin olduğu bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler** ICP-OES, çözme metotları, matris etkileri



**The effect of different mineral acid interferences on geochemical analysis by ICP-OES Technique**

**D. Demirhisar, M. Çötel, A. Güntürk, A. Yavuz**

MTA Jeokimya Birimi, Üniversiteler Mah. Dumlupınar Bul. No:139 06800 Çankaya, Ankara

In geochemical samples, trace element analysis is done by using many different analytical methods. The accuracy of the analysis results are affected by the methods and acids used for the digestion of the samples.

In this study, by using different acid contents (HCl, HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, and HCl:HNO<sub>3</sub>, 3:1) for the digestion of the samples, the effect of the acid content on the analyte signal is investigated by ICP-OES.

For this purpose, the acid interference effect is studied for Al, B, Ba, Ca, Co, Cu, Er, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Nd, Ni, P, Si, Sr, Th, Ti, V, Y, Zn by using certificated materials (CRM-051-050, CRM-LKSD-3, CRM-STSD-3).

Consequently, the effect of the interference is observed less for HCl method, furthermore the analyte signal is changed as a result of sample matrix, so the effect is more pronounced for HCl method in samples containing high carbonate content and for HCl:HNO<sub>3</sub> (3:1) in sediment and soil samples.

The operating conditions of ICP-OES is given below.

Plasma Power:	1410 W
Sample flow rate:	2 ml/min
Coolant Flow:	12 L/min
Auxiliary Flow:	1 L/min
Nebulizer Flow:	0.82 L/min

**Key words** ICP-OES, acid digestion, matrix effects

**Çolaklı (Elazığ) çevresindeki Pb-Zn-Cu cevherleşmeleri ile ilişkili kuvarslarda sıvı kapanım incelemeleri**

**Belgin Aydın YILDIRIM, Leyla KALENDER, Ahmet ŞAŞMAZ**

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ

İnceleme alanı Elazığ ilinin 25 km kuzeyinde yer almaktadır. Cevherleşmeler, Koniasiyen-Kampaniyen (80-82 My) yaşlı Elazığ Magmatitleri'ne ait biyotit porfir ve diyoritler içerisinde, kırık ve çatlak zonlarına yerleşmiş damarlar halinde bulunmaktadır. Cevherleşmelerde gözlenen başlıca cevher mineralleri, spekülarit, pirit, kalkopirit, galen, sfalerit, frayberjit ve fahlers veya tetrahedrittir. İkincil mineraller ise, simitsonit, limonit, serusit, anglezit, kovellin ve kalkozindir.

Bu çalışma kapsamında, cevherleşme ile ilişkili kuvars örneklerinde sıvı kapanım çalışmaları yapılmıştır. Birincil sıvı kapanımlarında homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluk değerleri saptanmıştır. Kapanımlar, içerdikleri fazlara göre dört farklı tipe ayrılarak Tip I (sıvı fazca zengin), Tip II (gaz fazca zengin), Tip III (tuz kristalleri, gaz ve sıvı fazlı) ve Tip IV (sıvı, gaz, tuz ve opak mineral) incelenmiştir. Tip I kapanımlarında oluşum sıcaklığı, cevherli damarların intruzyondan uzaklığına göre 145-600 °C; Tip II kapanımlarında 150-376 °C; Tip III ve Tip IV 270- 600 °C dir. Kapanımların tuzluluk miktarı % 25-44 NaCl eşdeğeri aralığında belirlenmiştir. Yoğun alterasyon kuşaklarındaki kuvarslarda oluşum sıcaklığı 145-244°C ve tuzluluk değerleri % 0,88- 5,7 NaCl eşdeğere kadar düşmektedir.

Sonuç olarak, bölgede yüzeyleyen cevherleşmelere ait kuvarslarda, magmatic kütleyle yakınlıklarına göre, merkezden dışa doğru; plutonik kütleyle yakın cevherleşmelere ait kuvarslarda; yüksek sıcaklık ve yüksek tuzluluk değerleri; Köprücük cevherleşmelerine ait kuvarslarda, orta sıcaklık ve orta tuzluluk değerleri; en dıştaki Çolaklı cevherleşmelerine ait kuvarslarda ise düşük sıcaklık ve düşük tuzluluk değerleri saptanmıştır. Başlangıçta hidrotermal çözeltilerin magmatik kökenli olduğu ancak giderek meteorik kökenli sular ile karıştığı düşünülmektedir. Bu nedenle, cevher oluşumunda, farklı fiziko-kimyasal özelliklere sahip ve farklı evreleri temsil eden hidrotermal çözeltilerin kırık sistemi içerisinde dolaşımından söz etmek mümkündür.

**Anahtar Kelimeler:** Elazığ, Çolaklı, Pb-Zn-Cu cevherleşmeleri, sıvı kapanım

**Fluid inclusion studies in the quartz crystals associated with the Pb-Zn and Cu mineralizations around Çolaklı, Elazığ**

**Belgin Aydın YILDIRIM, Leyla KALENDER, Ahmet ŞAŞMAZ**

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ

Study area is located 25 km north of Elazığ city. Mineralizations occur as vein type fillings in the fracture zones biotite porphyries and dioritic rocks from Elazığ Magmatites (Coniacian-Campanian; 80-82 Ma). The main major mineral assemblages of the veins are specularite, pyrite, galena, chalcocopyrite, sphalerite, freibergite, fahlez or tetrahedrite group minerals. During weathering, secondary minerals are simitsonite, limonite, serusite-anglesite, covellite and chalcocite.

This study includes fluid inclusion studies in quartz associated with the mineralizations. Different salinity and homogenization temperature values were determined in the primary fluid inclusions. Fluid inclusions were classified according to phases within inclusions as Type I (liquid-rich), Type II (vapor-rich), Type III (halite bearing intrusions), Type IV (liquid, vapor, halite and daughter minerals-rich). Homogenization temperatures were determined according to distance from the biotite porphyry of the fissure-filling veins; range 145 to 600°C for type I inclusions; range 150 to 376°C for type II inclusions; range 270 to 600°C for type III and type IV inclusions. Salinity values are between 25 and 44 equiv. wt % NaCl. Due to processes weathering, homogenization and salinity values were determined 145-244°C and 0.88-5.7 equiv. wt % NaCl, respectively.

As a result the homogenization temperatures and salinity values were determined in quartzes associated with mineralizations in three different district according to distance from the biotite porphyry. High homogenization temperature and high salinity values were determined in quartzes of the mineralizations in within or near the pluton, moderate homogenization temperature and moderate salinity values in Köprücük mineralizations and low homogenization temperature and low salinity values in quartzes from Çolaklı mineralizations at relatively great distance from pluton. In the beginning, the hydrothermal fluids may be magmatic origin but more and more the hydrothermal fluids may be diluted with meteoric water mixing. That is why; the occurrence of mineralizations may be related to circulate in the hydrothermal system at the different times of the hydrothermal fluids in the different physico-chemical features.

**Key words** Elazığ, Çolaklı, fluid inclusions, Pb-Zn-Cu mineralizations

**Porfiri Tip Alterasyon Zonlarındaki Metal Zenginleşmelerin Takibinde Sıvı Kapanım Petrografisinden Nasıl Yararlanılmaktadır ? Bir Örnek; İnanmış Sahası (Erzurum-Oltu)**

**Gülây Sezerer Kuru<sup>1</sup>, İsmet Cengiz<sup>2</sup>, Mehmet Aslan<sup>3</sup> ve Alper Sakitaş<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Turkey Mineral Exploration, TR-06520 Ankara, Turkey

<sup>2</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, TR 060800 Ankara

<sup>3</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Malatya Bölge Müdürlüğü, TR 44100, Malatya

<sup>4</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, TR-060800 Ankara.

Çalışma alanı, Doğu Pontitlerin G-D kesiminde yer almaktadır. Bölgedeki KD-GB doğrultulu yapısal zonlarla sınırlanan, Jura-Kretase yaşlı birlikler kuzeyden güneye doğru, Hopa-Borçka zonu, Artvin-Yusufeli zonu, Olur-Tortum zonu ve Erzurum-Kars ofiyolit zonu olmak üzere dört zon olarak gruplandırılmıştır (Konak ve diğ.,2001). Erzurum Oltu ilçesinin yaklaşık 25 km batısındaki, Çamlıbel ve İnanmış köyleri arasında bulunan İnanmış bölgesi, Oltu Ekaylı Zonu içinde (OEZ) yer almaktadır. Bu zon güneyden sınırlayan Tersiyer istifleri altta Eosen yaşlı denizel kırıntılı ve volkanik kayalardan, üstte ise Oligo- Miyosen yaşlı karasal evaporitik kırıntılı kayalar ve andezitik-bazaltik volkanitlerden oluşur. Bölgede yer alan en genç birimler Geç Miyosen yaşlı çeşitli volkanik kayalar ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökellerdir. Bölgede gözlenen, Jura-Kretase yaşlı bazik karakterli volkanikler, aynı yaşlı Meydantepe kireçtaşı, Eosen yaşlı kırıntılı kayaçlar ve bütün bunları kesen asidik ve bazik kayaçlar gözlenir (Konak ve diğ.2001). Jura-Kretase yaşlı bazik volkanikler, çoğunlukla porfirik dokulu ve asidik, ortaç ve bazik bileşimli kayaçlar ile kesilerek, yaygın bir alterasyona uğramışlardır. Killeşme, limonitleşme, hematitleşme, piritleşme, kloritleşme ve epidotlaşma gözlenen yaygın alterasyonlardır. Bu alterasyonların, bölgede hakim olan KD-GB tektonik hatlara verov olarak gelişmiş olan tektonik zonlar ve dayklarla ilişkili olarak geliştikleri düşünülmektedir. Magmanın kristallenmesi sırasında magmatik-hidrotermal sistem içinde kapanlanan sıvı kapanımlar tahmin edilebilmektedir. Bu genel düşüncenin kullanılması ile alterasyon zonları ve özellikle cevher zonları kolayca belirlenebilmektedir. Porfiri bakır yataklarındaki sıvı kapanımların dağılımları ve tipleri derinlerdeki yerleşimle değişiklikler göstermektedir. Örneğin, daha derinlerde oluşmuş, en yaşlı sıvı kapanımlar, orta tuzluluğa sahip, kalkopiritten oluşan daughter mineralleri içeren sıvıca zengin üç fazlı sıvı kapanımlar içerirken, daha yüzeyde ise genç sıvı kapanımlar orta tuzluluğa sahip kalkopiritli gazca zengin üç fazlı sıvı kapanımlar ile en yüzeyde bulunan sıvı kapanım birliklikleri ise bunlar daha yüksek tuzluluğa sahip magmatik sıvılardan itibaren ve coexisting haliçte ve buharca zengin FIA'lardan oluşmaktadır. Porfiri bakır yataklarında gözlenen sıvı kapanım birlikleri (FIA) PCD yatakların oluşumları sırasında zaman ve mekan arasında meydana gelen sistematik değişiklikler, FIA' ların bu yatakların araştırılmasında etkili olarak kullanılmasına izin vermektedir. Dolayısıyla cevherleşme ile ilgili tüm verileri elde edebilir ve cevherleşmeyi takip edebiliriz (Bodnar, 1982). Bu amaçla bölgede gelişen alterasyon zonlarından alınan örneklerde, sıvı kapanım petrografisi yardımıyla bölgedeki alterasyonlara ve cevherleşmeye neden olan çözeltilerin, kayaçlarda meydana getirdiği jeokimyasal değişiklikler yanal ve düşey olarak ortaya konularak cevherleşmenin varlığı irdelenmiş ve bu altere zonlarda gelişmiş olan sıvı kapanım birlikliklerinin yanal ve düşey olarak dağılımları belirlenmiştir. Alterasyon petrografisi ile fillik zon karakterize eden quartz, pirit, muskovite-illit, klorit, hematit ve anhidrit mineral topluluğu tespit edilmiştir. Bölgeden alınan altere örneklerin fillik alterasyon zonunu temsil ettiği ve fillik alterasyon zonuna ait sıvı kapanım birliklerini içerdiği, ancak cevherleşme zonunu temsil eden sıvı kapanım birliklerine rastlanmadığı belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler** Sıvı kapanım birlikleri (FIA), porfirik tip alterasyon zonları, porfiri bakır yatakları (PCD).

**How is used fluid inclusion petrography for tracing metal enrichments within porphyry-type alteration zones ? A specific example: İnanmış Field (Erzurum-Oltu)**

**Gülav Sezerer Kuru<sup>1</sup>, İsmet Cengiz<sup>2</sup>, Mehmet Aslan<sup>3</sup> ve Alper Sakitaş<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Turkey Mineral Exploration, TR-06520 Ankara, Turkey

<sup>2</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, TR 060800 Ankara

<sup>3</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Malatya Bölge Müdürlüğü, TR 44100, Malatya

<sup>4</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, TR-060800 Ankara.

The study area is located in the south-eastern part of Eastern Pontides. Bordered by structural zones with a trend of NE-SW in the region, Jurassic-Cretaceous units are distinguished by four zones as Hopa-Borçka zone, Artvin-Yusufeli zone, Olur-Tortum zone and Erzurum-Kars ophiolite zone from north to south (Konak ve diğ.,2001). İnanmış field, which is about 25 km distant in the west from Oltu district of Erzurum, is situated between Çamlıbel and İnanmış villages and located within Oltu Overthrust Zone (OEZ). This zone in the south is enclosed by Tertiary successions, represented by lower marine clastics and volcanic rocks of Eocene and upper terrigenous evaporitic clastic rocks and andesitic-basaltic volcanic rocks of Oligo-Miocene. Youngest units in the region are various volcanic rocks of Late Miocene and deposits of Plio-Quaternary. There are observed outcrops of Jurassic-Cretaceous basic volcanic rocks, coeval Meydantepe limestone, clastic rocks of Eocene and acidic and basic rocks, intruding all them (Konak ve diğ.2001). Basic volcanic rocks of Jurassic-Cretaceous are often intruded by porphyritic-textured acidic, intermediate and basic rocks in composition, and subjected to a common alteration. Argillitization, limonitization, hematitization, pyritization, chloritization and epidotization are commonly observed alterations. It is assumed that these alterations were generated by tectonic zones and dykes, developed transverse to dominant NE-SW tectonic lineaments. It is possible to determine that whether there were fluid inclusions trapped within a magmatic-hydrothermal system during the crystallization of magma or not. Alteration zones, and particularly ore mineralization zones can be easily determined using this general assumption. Fluid inclusions located at porphyry-type copper deposits have a varying distribution and type with their emplacement in depth. For instance, the deeper-occurring oldest fluid inclusions contain mildly-saline, liquid-rich triphase fluid inclusions with daughter minerals of chalcopryrite, while shallower-occurring younger fluid inclusions bear mildly-saline, gas-rich triphase fluid inclusions with chalcopryrite, and the shallowest fluid inclusion assemblages (FIA) are built from high-saline magmatic fluids together with co-existing halite- and vapour-rich FIAs. Fluid inclusion assemblages (FIA) observed at the zones of porphyry-type copper deposits inform us on temporal and spatial systematic variations of PCDs, allowing the efficient utilization of FIAs for the exploration of deposits. Therefore, we can obtain all data related with ore mineralization, and trace it (Bodnar, 1982). In order to do this purpose, analyses were conducted on the samples taken from alteration zones in the region. These resulted in revealing lateral and vertical geochemical changes generated by solutions, which cause to produce regional alterations and ore mineralizations. Hence, it is questioned that whether there is an existing ore mineralization or not, and then both lateral and vertical distribution of fluid inclusion assemblages occurred in these altered zones are determined. By means of petrography on alterations, a mineral assemblage built from quartz, pyrite, muscovite-illite, chlorite, hematite and anhydrite, characterizing a phyllic zone, is determined. It is inferred that altered samples taken from the region represent a phyllic alteration zone as well as its fluid inclusion assemblages but bear no those representing any ore mineralization zone.

**Key words** Fluid inclusion assemblages (FIA), porphyry-type alteration zones, porphyry-type copper deposits (PCD).

**Bigadiç Borat Yataklarında Sıvı Kapanım Çalışmaları**

**İsmail Koçak<sup>1</sup>, Şükrü Koç<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 66100, Yozgat

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 06100, Tandoğan, Ankara

İnceleme alanı Balıkesir'in güney doğusunda, Balıkesir-İzmir karayolu üzerinde ve Balıkesir'e 37 km uzaklıkta olan Bigadiç ilçesinin K-KD'sunda yer almaktadır. Bölgenin jeoloji daha önceki çalışmalarda detaylı olarak çalışılmıştır (Alaca ve Helvacı 1991; Helvacı, 1995). Bölgede volkano-sedimanter havzasının temelinde Paleozoyik-Mezozoyik üzerine Miyosen uyumsuzlukla oturmaktadır. Miyosen yaşlı birimlerin alttan üste doğru taban volkaniti birimi, taban kireçtaşı, alt tuf birimi, alt boratlı zon, üst tuf, üst boratlı zon, bazalt ve bütün bunların uyumsuzlukla gelen genç alüvyonlar şeklinde sıralanmışlardır. Bor cevherleri kilitaşı, çamurtaşı, tuf ve ince katmanlı kireçtaşı ile ardalanmalı olup, genel olarak mercekli yapılar sunarlar. Her iki cevher zonunda da kolemanit ve üleksit baskın mineraller olup, reedmergnerit ( $\text{NaBSi}_3\text{O}_8$ ), searlesit ( $\text{NaBSi}_2\text{O}_6\text{H}_2\text{O}$ ), kalsit, kuvars, hidrohalit, analsim, montmorillonit ve illit mineralleri borat çökelimine eşlik etmektedir (Koç vd. 2009; Koçak 2009).

Bigadiç yöresinde yapılan sıvı kapanım ölçümleri Simav ve Tülü ocaklarında kolemanit minerali, Acep ocağında ise üleksit minerali üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu mineraller daha önce Helvacı (1995, 2004) tarafından da belirtildiği üzere birincil oluşumludur. Sıvı kapanım çalışmaları bu birincil mineraller üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sıvı kapanım çalışmalarında yüksek homojenleşme sıcaklıkları ( $>200^\circ\text{C}$ ) ölçülmüştür. Bilindiği üzere üleksit  $25^\circ\text{C}$ , kolemanit  $38^\circ\text{C}$ 'de oluşmaktadır. Diğer borat mineralleri de  $25-45^\circ\text{C}$  de oluşmaktadır (Bowser 1964). Bu yüksek sıcaklık verileri hidrotermal çözeltilerin etkisiyle açıklanabilir. Kolemanit ve üleksit minerallerinin oluşum sürecinde yüksek sıcaklıktaki çözeltiler kristallere sızma şeklinde katılarak yarı ikincil (pseudo secondary) kapanımların oluşmasını sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler** Bigadiç, borat yatakları, sıvı kapanım

**Fluid Inclusion Studies in Bigadiç Borate Deposits**

**İsmail Koçak<sup>1</sup>, Şükrü Koç<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 66100, Yozgat

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 06100, Tandoğan, Ankara

The study area is located at south-east of Balıkesir, 37 km away from Balıkesir, which is in the north-northeast of the Bigadiç at Balıkesir-İzmir highway. The region's geology has been studied in details in previous studies (Alaca ve Helvacı 1991; Helvacı, 1995). Miocene placed onto Paleozoic - Mesozoic volcano-sedimentary basin basement with discordance. The Miocene aged volcano-sedimentary sequence consists of (from bottom to top) basement volcanics, lower limestone, lower tuff, lower borate zone, upper tuff, upper borate zone, basalt and alluvion. Boron ore deposits which are intercalated with claystone, mudstone, tufa and fine layered limestone show lens shape. Colemanite and ulexite are dominant minerals at all ore zones and reedmergnerite ( $\text{NaBSi}_3\text{O}_8$ ), searlesite ( $\text{NaBSi}_2\text{O}_6\text{H}_2\text{O}$ ), calcite, quartz, hidrohalite, analcime, montmorillonite and illite minerals are paragenesis with borates. (Koç vd. 2009; Koçak 2009).

Measurements of the fluid inclusion were carried out on colemanite mineral in region Tülü and Simav mines and on ulexite mineral in Acep mines. These minerals as stated previously by Helvacı (1995, 2004) are the primary process. Fluid inclusion studies were conducted on these primary minerals. Fluid inclusion studies of high homogeneous temperature ( $> 200$  ° C) were measured. As it is known, Ulexite and Colemanite are formed at 25 ° C and 38 ° C respectively. Other borate minerals are formed at 25-45 ° C (Bowser 1964). This high-temperature data can be explained by the effect of hydrothermal solutions. And high temperature during the formation of Colemanite Ulexite mineral crystals in the solutions in the form of infiltration by joining half the secondary (pseudo secondary) has provided inclusions to occur.

**Key words** Bigadiç, borate deposits, fluid inclusion

**Giresun (KD Türkiye) Yöresi Masif Sülfid Yatakları Çevresindeki Bitki ve Çökellerin Jeokimyası**

**Muazzez Celik Karakaya ve Necati Karakaya**

Selçuk Üniversitesi Muh.-Mim. Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, Konya, 42079, Türkiye

Doğu Karadeniz volkanojenik projensi, Üst Kretase yaşlı andezitik, dasitik ve kısmen riyolitik, riyodasitik lav ve piroklastiklerden oluşur. Söz konusu provens içerisinde volkanojenik masif sülfid ve damar tipi sülfid yatakları ile ilişkili olarak yaygın ve yoğun hidrotermal alterasyonu gözlenir. Bölgedeki maden yatakları yakınında yaygın ve yoğun şekilde gözlenen alterasyonlar özellikle Geç Kretase yaşlı dasitik lav ve piroklastikleri içerisinde gelişmiş olup polimetalik masif-damar tipi sülfid türü cevher yataklarını içermektedir. Volkanik kayaçların kimyasal bileşiminde oluşan değişikliklerin belirlenmesi yanında bitki, mineralize suların çökelleri üzerinde mineralojik analizlere ilaveten kimyasal analizler (ana ve REE ile birlikte iz element analizleri yapılarak) yapılmıştır.

Mineralize suların akış güzergahlarında ve cevherli kayaçlar üzerinde kalınlıkları 30cm bulan yosunların geliştiği gözlenmiştir. Bu yosunsu bitkilerin elektron mikroskopta yapılan incelemelerinde bal peteğini andıran dokusal özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. EDS analizinde kimyasal analiz sonuçlarına paralel veriler elde edilmiştir. Kimyasal analizlerle yosunlarda özellikle ağır metallerin (Mo, Zn, Pb, Cu, Fe, As, Sb, Mn ve kısmen Co ve Hg) ve kısmen Se ve Ba un zenginleştiği belirlenmiştir. Fındık ve mısır yapraklarında ise bu elementlerin zenginleşmediği, ancak kısmen Hg, Ag ve Mn içeriklerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Çökellerde ise Fe, Pb, Zn, Cu, As ve Sr konsantre olmuştur. Ancak madenlerden gelen suların fiziksel ve kimyasal özellikler ile ilişkili olarak bazı elementlerin (Cd, Au, Zr, Th, W, Tl, Bi, Ni, Hg ve Zn) içeriklerinde önemli farklılıklar gözlenmiştir.

Özellikle yosunlarda bulunan ağır metal içeriklerinin çok yüksek olması, bu bitkilerin ağır metal tutucu özellikte olduğunu ve bu bitkilerin ağır metal kirliliğinin önlenmesinde kullanılabileceğini, fındık ve mısır yapraklarında ise aşırı bir zenginleşmenin olmamasının bu bitkilerin ürünlerinin tüketiminde sağlık açısından bir problem olmayacağı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** Ağır metal, Giresun, masif sülfid, toksik element, yosun



**Geochemistry of Sediments and Plants at Around of Massive Sulfide Deposits of Giresun, NE Türkiye)**

**Muazzez Çelik Karakaya, Necati Karakaya**

Selçuk Üniversitesi Muh.-Mim. Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, Konya, 42079, Türkiye

The eastern Black Sea volcanogenic province consists of Upper Cretaceous andesitic, dacitic and partially rhyolitic, rhyodacitic lavas and pyroclastics. Widespread and intense hydrothermal alterations occurred within this province in relation to volcanogenic massive sulfide and vein type sulfide deposits. These alterations developed near the ore deposits in the region are especially prominent within the Late Cretaceous dacitic lavas and pyroclastics, including polymetallic massive and vein-type sulfide ore deposits. Volcanic rock, plant and mineralized water samples were to determine chemical and mineralogical features and elucidate further changes during the alteration process.

Moss covers with a thickness of 30 cm developed in the flow direction of mineralized waters and on mineralized rocks. These mossy plants show honey-comb texture under the electron microscope. Electron diffraction spectrometric analysis results are consistent with the results of chemical analyses. Heavy metals, such as Mo, Zn, Pb, Cu, Fe, As, Sb, Mn and to some extent Co, Hg, Se and Ba, were enriched in mossy plants. For comparison, out of these elements, only Hg, Ag, and Mn were enriched in leaves of corn and nut trees growing in the district. Precipitates from mineralized waters also showed high concentrations of Fe, Pb, Zn, Cu, As and Sr. However, the concentrations of some elements, such as Cd, Au, Zr, Th, W, Tl, Bi, Ni, Hg and Zn, showed important differences in relation to the physico-chemical properties of the mineralized waters.

The very high concentrations of heavy metals in mossy plants suggest that these plants behave as acceptors of heavy metals. Therefore, this moss could be used to prevent pollution by heavy metals. It is concluded that corn and nut plants may be consumed without toxicity problems.

**Key words** Heavy metal, Giresun, massive sulfide, moss, toxic element

**Görgü (Yeşilyurt-Malatya) Kurşun – Çinko Yatağı Çevresinde Toprak ve Bazı Bitkilerde (*Euphorbia Macroclada* ve *Cruciata Taurica*) Ag, Ba, Cd, Pb ve Zn Dağılımı**

**Güllü Kırat<sup>1</sup>, Cemal BÖLÜCEK<sup>2</sup>, Leyla KALENDER<sup>3</sup>, Ahmet SAĞIROĞLU<sup>3</sup>, İsmail TÜRKÖĞLU<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yozgat

<sup>2</sup>Balıkesir Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Balıkesir

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

<sup>4</sup>Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Elazığ

İnceleme alanı Malatya ilinin yaklaşık 20 km batısında yer almaktadır. Çalışma alanının güney bölümünde Görgü Pb-Zn yatağı bulunmaktadır. Permo-Karbonifer yaşlı Malatya Metamorfitleri içerisinde yer alan bu yatak, karbonatlı ve sülfürlü Pb-Zn cevherleşmeleri içermektedir. Başlıca cevher mineralleri simitsonit, zinkit, hidrozinik, anglezit-serüzit, sfalerit, galen, pirit, markazit ve limonittir.

Bilindiği gibi bitkiler, bünyelerinde yüksek oranda metal biriktirebildiklerinden, biyojeokimyasal yöntemle cevher aranmasında, çevre iyileştirilmesinde (phytoremediation) ve çevre kirliliği araştırılmalarında etkili biçimde kullanılmaktadırlar. Bu çalışmada Görgü Pb-Zn yatağı ve çevresinden sütleşen (*Euphorbia macroclada*) ve peynir mayası (*Cruciata taurica*) bitki örnekleri ve bu bitkilerin beslenmiş olduğu topraklardaki metal miktarları incelenerek bitki – cevherleşme arasındaki biyojeokimyasal ilişkiler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Aşağıda bu bitkilerin yetiştiği toprağın ve bu bitkilerin kök ve yapraklarının Ag, Ba, Cd, Pb ve Zn ortalama içerikleri verilmiştir. *Cruciata taurica* bitkisindeki (toprak, kök ve yaprak sırasıyla) Ag: 4904.2; 209.3; 73.8 ppb, Ba: 627.4; 84.8; 95.6 ppm, Cd: 161.6; 11.8; 4.94 ppm, Pb: 3707.3; 646.4; 297.2 ppm ve Zn: 6405; 635.8; 453.2 ppm dir. *Euphorbia macroclada* bitkisindeki (toprak, kök ve yaprak sırasıyla) Ag: 9614.8; 406.5; 81.8 ppb, Ba: 692.6; 31.0; 35.8 ppm, Cd: 222.6; 16.5; 4.2 ppm, Pb: 6572; 920.3; 243.8 ppm ve Zn: >10000; 1013.5; 352.4 ppm dir.

Çalışma alanında incelenen *Euphorbia macroclada* ve *Cruciata taurica* bitkilerinin kök ve yapraklarında Ag, Ba, Cd, Pb ve Zn metalleri değişik oranlarda birikebilmektedir. İncelenen metallerin topraktaki miktarları ile bu bitkilerin ilgili organlarındaki element içerikleri arasında iyi derecede pozitif korelasyon bulunmaktadır. Yataktaki cevherleşmelerin ana bileşenlerinden olan bu elementler, bölgedeki cevherleşmeler için belirtgen (indikatör) olarak kullanılabilirler.

**Anahtar Kelimeler** Biyojeokimya, belirtgen, sütleşen, peynir mayası, Görgü.

**Element Dispersion In The Soil and Some Kind of Plants (*Euphorbia Macroclada* and *Cruciata Taurica*) Around Görgü (Malatya – Yeşilyurt) Pb-Zn Deposits**

**Güllü Kırat<sup>1</sup>, Cemal Bölücek<sup>2</sup>, Leyla Kalender<sup>3</sup>, Ahmet Sağıroğlu<sup>3</sup>, İsmail Türkoğlu<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yozgat

<sup>2</sup>Balıkesir Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Balıkesir

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

<sup>4</sup>Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Elazığ

The studied area is situated in about 20 km West of Malatya. Görgü Pb-Zn deposits are located in the South of the study area and placed in Permo-Carboniferous Malatya Metamorphites. The deposits are composed of carbonate and sulphide ore minerals; mainly smithsonite, zincite, hydrozinkite, anglesite – sericite, sphalerite, galena, pyrite, marcasite and limonite.

As it is well known as plants can take up in high amounts metals, they are effectively used in the search of the ore deposits in biogeochemistry method, phytoremediation and surroundings contamination. In this study, *Euphorbia macroclada* and *Cruciata taurica* plant samples and the metal ratio of the soil related to the plants were examined and the biogeochemistry relationships between the plants and the are deposits were found out around Görgü Pb-Zn deposits.

Ag, Ba, Cd, Pb and Zn mean values of the metals in the soil and plants (leaf and root) are below. *Cruciata taurica* in the plant (soil, root and leaf, respectively) are; Ag: 4904.2; 209.3; 73.8 ppb, Ba: 627.4; 84.8; 95.6 ppm, Cd: 161.6; 11.8; 4.94 ppm, Pb: 3707.3; 646.4; 297.2 ppm and Zn: 6405; 635.8; 453.2 ppm. *Euphorbia macroclada* in the plant (soil, root and leaf, respectively) are; Ag: 9614.8; 406.5; 81.8 ppb, Ba: 692.6; 31.0; 35.8 ppm, Cd: 222.6; 16.5; 4.2 ppm, Pb: 6572; 920.3; 243.8 ppm ve Zn: >10000; 1013.5; 352.4 ppm.

In the study area, Ag, Ba, Cd, Pb ve Zn elements in the root and leaves of the *Euphorbia macroclada* ve *Cruciata taurica* plants can be collected in different proportions. The soil contents of these elements show positive correlations with the element contents in the relevant parts of plants. These elements, the main composition of the deposit can be used as indicator elements for the ore deposits around the area.

**Key words** Biogeochemistry, indicator, spurge, cheese ferment, Görgü.

**Küçükfindıkpinar-Erdemli-Mersin Bölgesinde Yetişen *Pinus nigra* (Karaçam) Bitki Türü ile Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Cd, Cr ve Pb için Biyojeokimyasal Anomalilerin İncelenmesi**

**Cihan Yurteri, Zeynep Özdemir ve Erkan Demir**

Mersin Üniversitesi Müh. Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy-Mersin

Maden yataklarının aranmasında kullanılan biyojeokimyasal yöntemler, bitki örneklerinin kimyasal analizi ilkesine dayanmaktadır. Bu çalışmada; Küçükfindıkpinarı- Erdemli- Mersin bölgesinden alınan bitki ve toprak örneklerinde Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Cd, Cr ve Pb içerikleri alevli atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile belirlenmiş olup, bu elementler açısından bitki ve toprak arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelenmiştir. Cu, Ni, Co, Cd ve Pb elementleri için bitki ve toprak arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki bulunamamış, ancak *Pinus nigra* (karaçam) bitki türünün dal ve yapraklarındaki Fe, Zn, Mn ve Cr içeriği ile topraktaki Fe, Zn, Mn ve Cr içeriği arasında anlamlı bir ilişki gözlenmiştir. Fe için  $n=12$ ,  $r= 0,6966$ , %95 güvenirlikle; Zn için  $n=8$   $r= -0,7981$ , %95 güvenirlikle; Mn için  $n=10$ ,  $r= -0,7437$ , %95 güvenirlikle; Cr için  $n=14$ ,  $r= 0,6683$ , %99 güvenirlikle doğrusal bir ilişki olduğu, bu bitki türünün Fe, Zn, Mn ve Cr için belirleyici bitki olduğu ve biyojeokimyasal prospeksiyonda başarılı bir şekilde kullanılabilceğinin yanında çevresel monitör olarak de kullanılabilceği önerilebilir.

**Anahtar kelimeler** Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Cd, Cr ve Pb, Biyojeokimyasal Anomali, Küçükfindıkpinar-Erdemli-Mersin

**Investigation of Biogeochemical Anomalies for Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Cd, Cr and Pb by *Pinus nigra* at the Küçükfindıkçıları- Erdemli, Mersin**

**Cihan Yurteri, Zeynep Özdemir ve Erkan Demir**

Mersin Üniversitesi Müh. Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy-Mersin

Use of biogeochemical methods in mine prospecting is based on chemical analysis of vegetation. In this study, soil and plant species samples were collected from the Küçükfindıkçıları-Erdemli-Mersin area and concentration of Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Cd, Cr and Pb were determined by flame atomic absorption spectrophotometer. Data for the statistical significance of between plant and soil relationship for these elements were investigated. The Cu, Ni, Co, Cd and Pb concentration in all plants organs are not found statistically significant for soil / plant relationship. However, the *Pinus nigra* species for Fe, Zn, Mn and Cr showed highly significant (for Fe: n=12, r= 0,6966 %95 reliability; for Zn: n=8, r= -0,7981, %95 reliability; for Mn: n=10, r= -0,7437, %95 reliability; for Cr: n=14, r= 0,6683, %99 reliability) relationship. Therefore, this species is a good indicator plant for the Fe, Zn, Mn and Cr, it should be successfully used for biogeochemical prospecting and environmental monitoring.

**Key words** Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Cd, Cr ve Pb, Biogeochemical Anomalies, Küçükfindıkçıları-Erdemli-Mersin

**Himmetoğlu Formasyonu (Göynük-Bolu) Organik Kayaçlarında Element Zenginleşmeleri**

**Melike ÖZLÜK ve Ali SARI**

Ankara Üniversitesi Müh.Fak. Jeo. Müh. Böl., 06100 Tandoğan, Ankara

Göynük (Bolu) ilçesinin güneyinde yer alan Himmetoğlu baseni, bir göl havzası özelliğindedir. Himmetoğlu formasyonu tipik göl ve bataklık tortullarıyla temsil edilmektedir. Formasyon, organik madde içeriği açısından oldukça zengin olup, birim bitümlü şeyller ve kömürlü seviyelerden oluşmaktadır. Birime ait bitümlü şeyllerin Corg değerleri 13,9 ile 56,34 arasında iken, kömürlerde Corg değeri 12,54 ile 91,84 arasında değişmektedir. Toplam organik karbon değerlerine göre gerek bitümlü şeylere ve gerekse kömürler çok iyi ve mükemmel kaynak kaya potansiyeline sahiptir. Formasyondaki organik madde zenginliği, Himmetoğlu göl havzasının Miyosen döneminde mükemmel derecede organik üretkenliğe ve ortamın redoks koşulları da organik maddenin korunması ve depolanması açısından mükemmel koşullara sahip olduğuna işaret eder. Çalışılan bitümlü şeyl ve kömür örneklerinde elementlerin ortalama şeyllere göre zenginleşme faktörleri hesaplanmıştır: Bitümlü şeyllerde zenginleşme faktörleri EF V<sub>ort</sub> (2,69; 32,24), EF Fe<sub>ort</sub> (8,94; 9,69), EF Cr<sub>ort</sub> (5,96; 19,81), EF Mo<sub>ort</sub> (5,33; 56,14), EF Mn<sub>ort</sub> (1,02; 8,23) şeklindedir. Kömürlerde ise zenginleşme faktörleri EF V<sub>ort</sub> (8,67; 2,64), EF Fe<sub>ort</sub> (10,21; 3,00), EF Cr<sub>ort</sub> (8,31; 2,08), EF Mo<sub>ort</sub> (6,21; 8,10), EF Mn<sub>ort</sub> (0,46; 0,59) şeklindedir. V/Cr, Ni/Co ve V/V+Ni içeriklerine göre depolanma şartlarının disoksik ve oksik olduğü belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler** Organik madde, organik karbon, bitümlü şeyl, element zenginleşmesi

**Element Enrichments In Organic Rocks of Himmetoğlu Formation (Göynük-Bolu)**

**Melike Özlük ve Ali SARI**

Ankara Üniversitesi Müh.Fak.Jeo.Müh.Böl.,06100.Tandoğan/Ankara

Himmetoğlu basin is located in the southern part of Goynuk (Bolu) and exposed lake characteristics. The Himmetoğlu formation represented typical lake and marsh sediments, rich in organic matter content, consists of bituminous shales and coal levels.  $C_{org}$  values in the bituminous shales are 13.9 and 56.34 wt %, while this values in coal levels changes between 12.54 and 91.84 wt %. According to  $C_{org}$  values bituminous shale and coal levels have very good and excellent source rock potential. The richness of organic matter in the formation indicate that during the Miocene time Himmetoğlu lake basin has a perfectly organic productivity, and redox conditions of the lake environment is perfect for the protection and storage of organic matter. According to the average shale the element enrichment factors are calculated in the analyzed samples of the formation. Enrichment factors (EF) of the bituminous shale as follows:  $V_{ort}$  (2.69, 32.24),  $Fe_{ort}$  (8.94, 9.69),  $Cr_{ort}$  (5.96, 19.81),  $Mo_{ort}$  (5.33, 56.14 ),  $Mn_{ort}$  (1.02, 8.23). Enrichment factors in the coal samples as follows:  $V_{ort}$  (8.67, 2.64),  $Fe_{ort}$  (10.21, 3.00),  $Cr_{ort}$  (8.31, 2.08),  $Mo_{ort}$  (6.21, 8.10 ),  $Mn_{ort}$  (0.46, 0.59). According to V/Cr, Ni/Co and V/V+Ni ratio redox conditions of the basin are generally dysoxic and oxic.

**Key words** Organic matter, organic carbon, bituminous shale, element enrichment

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Sınır Petrollerinin Karbon İzotop ve Biyolojik Fosiller (Biomarkers) Kullanılarak Değerlendirmesi ve Suriye Petrolleri ile Karşılaştırması

Ayşegül Canatalı

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Araştırma Merkezi, Jeokimya Müd., Çankaya, Ankara

Güneydoğu Anadolu (GDA) Bölgesi Suriye sınırında yer alan petrol sahalarından (Çamurlu, Yolaçan, B.Kozluca, vs.) derlenen toplam oniki adet petrol örneği çeşitli temel ve moleküler parametreler kullanılarak jeokimyasal açıdan değerlendirilmiştir.

Bölge petrolleri, düşük API graviteli (9.1-14.9<sup>0</sup>), yüksek sülfür içeren ağır petrollerdir. Düşük Pr/Ph, yüksek Tm/Ts, NH/H, C<sub>24</sub>/C<sub>26</sub> (S+R), C<sub>35</sub>/C<sub>34</sub>, düşük yeniden düzenlenmiş steran oranları bu petrollerin kaynak kayasının karbonat olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca yüksek Tm/Ts oranı ile birlikte yüksek pregnan konsantrasyonu, yüksek gamaseran ve C<sub>27</sub>, C<sub>28</sub>, C<sub>28</sub> ββ steranların mevcudiyeti (αα izomerlere göre) kaynak kaya çökeltme ortamının çok tuzlu evaporitik bir ortam olduğunu da işaret etmektedir. Petrollerin doymuş karbon izotop değerleri -30.37 ile -27.03 arasında, aromatik karbon izotop değerleri ise -29.84 ile -26.76 arasında değişmektedir. Bu izotop kompozisyonu ise denizel ortamda çökelmiş karbonat bir kaynak kayayı işaret etmektedir. Bölgede bu özelliklere sahip sedimanlar Cudi Grubu birimlerine aittir. Fakat bugüne kadar bu birimlerin kaynak kaya potansiyeli taşıdığını gösteren jeokimyasal bir veri elde edilememiştir.

Bu çalışmada ayrıca, jeokimyasal karakterizasyonu yapılan GDA Sınır Petrolleri ile Kuzeydoğu Suriye petrollerini temsil eden Hamza Sahası'na ait bir petrol jeokimyasal olarak karşılaştırılmış, her iki petrol grubunun benzer olduğu saptanmıştır. Sahip olduğu daha yüksek olgunluk düzeyi nedeniyle Hamza petrolü, GDA Petrollerine göre daha yüksek API (20<sup>0</sup>) graviteye ve daha düşük sülfür (% 3) miktarına sahiptir. Her iki gruba ait moleküler parametre ve oranlar ise hemen hemen aynıdır. Bu nedenle Türkiye Sınır Petrolleri ile Kuzeydoğu Suriye petrollerinin aynı kökene sahip olduğu, başka bir deyişle aynı kaynak kayadan türediği kanısına varılmıştır.

**Anahtar sözcükler** Cudi Grubu, GDA petrolü, Suriye petrolü, petrol-petrol korelasyonu, GC, GC/MS, Biyolojik Fosil, Karbon İzotop



**Characterization of Southeast Anatolian Border Oils and Correlation with Syrian Oils by Using Carbon Isotopes and Biomarkers**

**Ayşegül Canatah**

Turkish Petroleum Corporation, Research Center, Cankaya, 06100 Ankara, Turkey.

Twelve oil samples collected from the oil fields (Camurlu, Yolacan, W.Kozluca, etc.) located in Southeast Anatolia (SEA), near Surian border (Turkish Border Oils) have been characterized by using several gross and molecular geochemical parameters.

Oils in this region are heavy, showing low API gravity (9.1-14.9<sup>0</sup>) and high sulphur concentrations. Low Pr/Ph, high Tm/Ts, NH/H, C<sub>24</sub>/C<sub>26</sub> (S+R), C<sub>35</sub>/C<sub>34</sub> and low rearranged sterane ratios indicate that the source rock of these oils is carbonate in lithology. Also, high pregnane, high gammacerane concentrations and the presence of C<sub>27</sub>, C<sub>28</sub>, C<sub>28</sub> ββ steranes in higher abundances (compared to αα isomers) suggest highly saline evaporative depositional environment. The saturated carbon isotope values change between -30.37 and -27.03; the aromatic carbon isotope values change between -29.84 and -26.76, so this isotope composition also shows that carbonate source rock deposited in marine environment for these oils. The only unit in this region having these distinct geological characters is Cudi Group units. However, no geochemical data have been found to date that these units have source rock potential.

Moreover, the studied oils located near Surian border (Turkish Border Oils) have been correlated geochemically with the Hamza Field oil representing Northern Syria Oils and found that the oils are very similar. Due to its higher maturity level, Hamza Field oil has higher API degree (23<sup>0</sup>), lower sulphur (3%) concentrations compared to those of Turkish Border oils. However, the molecular parameters are almost the same in two group of oils. Thus, it has been concluded that the both group of oils have the same origin, in other words, they have been generated from the same source rock.

**Keywords** Cudi Group, SE Anatolian oils, Syria oil, oil-oil correlation, GC, GC/MS, Biomarker, Carbon Isotope

Kepeztepe (Nallıhan, Ankara) Civarı Organik Kayaçlarının Redoks Depolanma Koşulları

Derya Koca<sup>1</sup>, Ali Sarı<sup>2</sup>, Berna Yavuz<sup>1</sup>, Şükrü Koç<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, 06100 Tandoğan/Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üni. Müh. Fak. Jeo. Müh. Böl., 06100 Tandoğan/Ankara

Kepeztepe civarı organik kayaçları, zayıftan mükemmele (% 0.24 ile % 11.31 arasında) kadar değişen organik karbon içeriğine sahiptir. Organik maddece zengin kayaçlarda yapılan elementel analiz verileri çeşitli elementlerin (örnek; Ni, Cr, Ca, Co, U) zenginleştiğini göstermiştir. Kepeztepe Bölgesi organik kayaçları karbon, sülfür ve iz elementler arasında farklı ilişkiler sergiler. Elde edilen element değerleri kullanılarak çeşitli parametreler yardımıyla sediman birikiminin depolanma koşulları hakkında bilgiler elde edilmiştir. Depolanma ortamının paleoredoks koşullarının belirlenmesinde V/(V+Ni), V/Cr, Ni/Co, U/Th ve V/Sc gibi çeşitli jeokimyasal oranlar kullanılmıştır. Bu verilere göre incelenen organik kayaç örneklerinin genellikle oksik-suboksik ortam koşullarında depolandığı görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler** Redoks koşullar, depolanma ortamı, organik karbon, iz element, Kepeztepe

**Redox Depositional Conditions of the Organic-Rich Rocks in the Environs of Kepeztepe (Nallıhan, Ankara)**

**Derya Koca<sup>1</sup>, Ali Sarı<sup>2</sup>, Berna Yavuz<sup>1</sup>, Şükrü Koç<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, 06100 Tandoğan/Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üni. Müh. Fak. Jeo. Müh. Böl., 06100 Tandoğan/Ankara

Organic rocks of Kepeztepe environs have organic carbon contents from poor to excellent values (0.24 – 11.31 wt.%). The element datas of organic-rich rocks showed that several elements were enriched, like Ni, Cr, Ca, Co, U. Organic rocks of Kepeztepe have different relation between carbon, sulphur and trace elements. Informations about sediment depositional conditions were obtained by several parameters with elements values. Several geochemical ratios as  $V/(V+Ni)$ ,  $V/Cr$ ,  $Ni/Co$ ,  $U/Th$  and  $V/Sc$  are used for determining the paleoredox conditions of deposition environment. According to these values organic rock samples are generally deposited in oxic – suboxic conditions.

**Key words** Redox conditions, depositional environment, organic carbon, trace element, Kepeztepe

**Kepeztepe (Nallıhan, Ankara) Civarı Organik Kayaçlarında Element Zenginleşmeleri**

**Derya Koca<sup>1</sup>, Ali Sarı<sup>2</sup>, Berna Yavuz<sup>1</sup>, Şükrü Koç<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, 06100 Tandoğan/Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üni. Müh. Fak. Jeo. Müh. Böl., 06100 Tandoğan/Ankara

Kepeztepe bölgesinde bulunan Paleosen – Eosen yaşlı kayaçları % 0.24 ile % 11.31 wt. arasında değişen organik karbon değerlerine sahiptir. İncelenen örneklerde organik madde tipi Tip I kerojen olarak belirlenmiştir. Kepeztepe civarında 30 örnek üzerinde yapılan jeokimyasal analizlerden ana ve iz element miktarları belirlenmiş olup, ortalama şöyle göre Kepeztepe örneklerinde Ni > Cr > Co > U > Cu > Th > V > Pb > Zn > Mo şeklinde zenginleşme sıralaması elde edilmiştir. Kepeztepe civarı organik kayaçlarında ortalama şöyle göre hesaplanan zenginleşmeleri şu şekildedir; W, Mg, Ni, Cr, Ca, As, P, Se, Si, Co, Sr, Na, U, Tm, Ag, Mn, Se, Cu, Th, Hf, Vi Fe, Cs, Eu, Er, Yb, Pb, Y, Ti, Pr, Dy, Ta, Sb, K, Nd elementlerinde zenginleşme; Ce, Ga, Ho, Zn, Cd, Ba, Tb, Sm, Zr, Gd, Lu, Rb, Be, Mo, Hg, Sn, La, Tl, Nb elementlerinde tüketilme belirlenmiştir. Formasyonda belirlenen element içerikleri organik maddece zengin, anoksik ortam koşullarında depolanmış olan çeşitli havzalara ait şeyl örnekleri ile karşılaştırılmış ve zenginleşme oranları belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler** Organik madde, element zenginleşmesi, Kepeztepe, ana ve iz element

**Element Enrichments in Organic-Rich Rocks in the Environs of Kepeztepe  
(Nallıhan, Ankara)**

**Derya Koca<sup>1</sup>, Ali Sarı<sup>2</sup>, Berna Yavuz<sup>1</sup>, Şükrü Koç<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, 06100 Tandoğan/Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üni. Müh. Fak. Jeo. Müh. Böl., 06100 Tandoğan/Ankara

Paleocene – Eocene rocks of Kepeztepe have organic carbon values which change among 0.24 and 11.31 wt.%. The organic matter type of analyzed samples is Type I. 30 samples of Kepeztepe were analyzed for major and minor element values and an enrichment rank, like Ni > Cr > Co > U > Cu > Th > V > Pb > Zn > Mo, in comparison with average shale is determined in Kepeztepe samples. According to the comparisons with average shale, the results of the samples of Kepeztepe samples, it is determined that elements such as W, Mg, Ni, Cr, Ca, As, P, Se, Si, Co, Sr, Na, U, Tm, Ag, Mn, Se, Cu, Th, Hf, V, Fe, Cs, Eu, Er, Yb, Pb, Y, Ti, Pr, Dy, Ta, Sb, K and Nd were enriched; Ce, Ga, Ho, Zn, Cd, Ba, Tb, Sm, Zr, Gd, Lu, Rb, Be, Mo, Hg, Sn, La, Tl and Nb were decreased. Element values of Kepeztepe were compared with shale of different basins which are rich in organic matter and were deposited in anoxic conditions, and their enrichment rates were determined.

**Key words** Organic matter, element enrichments, Kepeztepe, major and minor element

**Çayırhan (Ankara) Bölgesindeki Bitki Çeşitliliği ve Bölgedeki Organik Maddece Zengin Kayaçlarla olan Jeokimyasal İlişkisi**

**Berna Yavuz<sup>1,2</sup>, Şükrü Koç<sup>2</sup>, Esra Ergin<sup>3</sup>, Leyla Açık<sup>3</sup>, Mecit Vural<sup>3</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>2</sup>, Derya Koca<sup>2</sup>, Vedat Gök<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 66100 Yozgat

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 06100, Tandoğan Ankara <sup>3</sup>Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Beşevler, Ankara

Grup Park Termik, 06922 Çayırhan-Nallıhan/Ankara

<sup>4</sup>CİNER

Ankara'nın yaklaşık 100 km kuzeybatısında Beypazarı - Nallıhan yolu üzerinde yer alan Çayırhan Bölgesi özellikle linyit ve bitümlü şeyl oluşumları bakımından dikkat çeken bir bölgedir. Havza içinde linyit seviyesi Burdigaliyen-Serravaliyen dönemi içinde oluşan Boyalı formasyonunda oluşmuştur. Bu formasyon üzerinde yer alan ve topografik olarak yüzeyleyen volkano-sedimenter istif Orta Miyosen yaşlı Hırka Formasyonu olup, çoğunlukla kıltaşı, siyah şeyl, trona, çamurtaşı, oluşuk içi çakıltaşı, dolomitik kireçtaşı, siltaşı ve piroklastik kayalardan oluşmaktadır.

Arazi çalışmalarında bölgede yüzeyleyen bu Hırka Formasyonu üzerinde, *Sideritis gulendamiae* H.Duman&Karavel [1] (local endemic), *Centaurea virgata* Lam. [2], *Euphorbia macroclada* Boiss. [2], *Echinops pungens* Trautv. var. *pungens* [2], *Reseda lutea* L. var. *lutea* [2], *Eryngium campastre* L. var. *virens* Link [2] *Reichardia glauca* Matthews [2], *Echinophora tournefortii* Jaub.&Spach [2], isimli biri lokal endemik olmak üzere 8 farklı bitki topluluğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada, XRF ve ICP-MS teknikleri ile bitki ve kayaç örneklerinde Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Cs, Ba, La, Ce, Hf, Ta, W, Hg, Tl, Pb, Bi, Th ve U gibi elementlerin içerikleri belirlenerek birbirleriyle kıyaslanmıştır. Hırka Formasyonuna ait organik maddece zengin kayaç örneklerinin ortalama şeyllerle göre zenginleşme faktörleri de hesaplandığında Mg, Mn, Pb, Fe, Si, Zr, P, Sr, K, Ca, U, Cu, Ni, As, V, Co ve Mo gibi elementlerinin zenginleştiği tespit edilmiştir. Bölgedeki bitki örnekleri ise ortalama bitki element içeriklerine göre zenginleşme faktörleri hesaplandığında Bi, Tl, Cd, Pb, U, Th, Sn, Y, Co, Mo, Ni, Cu, As, Sb, Zn, Rb, Ba, Zr ve Sr gibi elementlerin değişen oranlarda zenginleştiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** Çayırhan, Bitki çeşitliliği, organik madde, jeokimya

**Plant Diversity in Çayırhan (Ankara) Region and Geochemical Relationships of Rich Organic Matter Contain Rocks in There**

**Berna Yavuz<sup>1,2</sup>, Şükrü Koç<sup>2</sup>, Esra Ergin<sup>3</sup>, Leyla Açık<sup>3</sup>, Mecit Vural<sup>3</sup>, Yusuf Kağan Kadioğlu<sup>2</sup>,  
Derya Koca<sup>2</sup>, Vedat Gök<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 66100 Yozgat

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 06100, Tandoğan Ankara

<sup>3</sup>Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Beşevler, Ankara

<sup>4</sup>CİNER Grup Park Termik, 06922 Çayırhan-Nallıhan/Ankara

Çayırhan Region is located on the way Beypazarı – Nallıhan and approximately 100 km northwest of Ankara. The region is particularly notable in terms of the lignite and bituminous shale formation. Level of lignite in the basin occurred in Boyalı Formation during the period Burdigalian-Serravalian. Middle Miocene aged Hırka Formation is located on this formation that is outcrop to be a volcano-sedimentary stack that is generally comprised of claystone, oil shale, trona, mudstone, intra-formation pebblestone, siltstone and pyroclastic rocks.

The plants, which were collected on Hırka Formation outcrops in the field work in the area, were named according to Flora of Turkey. Eight different plant communities were identified. The site contains one local endemic plant. The collected plants names are *Sideritis gulendamae* H.Duman&Karavel [1] (local endemic), *Centaurea virgata* Lam. [2], *Euphorbia macroclada* Boiss. [2], *Echinops pungens* Trautv. var. *pungens* [2], *Reseda lutea* L. var. *lutea* [2], *Eryngium campastre* L. var. *virens* Link [2] *Reichardia glauca* Matthews [2], *Echinophora tournefortii* Jaub.&Spach [2].

In this study, Na, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga,Ge, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Cd, In, Sn Sb, Te, I, Cs, Ba La, Ce, Hf, Ta, W, Hg, Tl, Pb, Bi, Th and U contents of plant and rock samples were determined by XRF, ICP, respectively and compared with each other. According to the average shale enrichment factors account of Hırka Formation's organic matter-rich rock samples are identified to enrichment of elements such as Mg, Mn, Pb, Fe, Si, Zr, P, Sr, K, Ca, U, Cu, Ni, As, V, Co and Mo. Examples of plants in the region, when they are calculated enrichment factors according to the average element content of plants in the world, they are identified to enrichment in varying proportions of elements such as Bi, Tl, Cd, Pb, U, Th, Sn, Y, Co, Mo, Ni, Cu, As, Sb, Zn, Rb, Ba, Zr and Sr.

**Key words** Çayırhan, plant diversity, organic matter, geochemistry

**Hırka Formasyonu'na ait Organik Maddece Zengin Örneklerin Derinliğe Bağlı Jeokimyasal Paleoredoks Değişimleri (Beypazarı-Ankara)**

**Berna Yavuz<sup>1,2</sup>, Şükrü Koç<sup>2</sup>, Ali Sarı<sup>2</sup>, Derya Koca<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, 66100 Yozgat

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 06100, Tandoğan Ankara

Miyosen dönemi dünyada anoksik depolanma süreçlerinin sonucusu olması ve petrol/gaz üretkenliği sebebiyle organik madde yığılması açısından son derece önemlidir. Beypazarı (Ankara) bölgesi Hırka Formasyonu (Orta Miyosen) petrolü şeylerin de C-S ve bazı iz element ilişkileri (Ni/Co, V/Cr ve V/(V+Ni)) kullanılarak ortamın jeokimyasal redoks şartları oksik, disoksik, sub-anoksik, anoksik ve öksinik olarak ayırt edilmiştir.

Bu çalışmada R-744 sondajına ait örneklerin toplam karbon miktarı (TOT-C) % 6,31-45,96 arasında, toplam organik karbon miktarı (TOC) ise % 2,08-15,68 arasında değişmektedir. Örneklerin ortalama şeyllere göre Mn, Mg, Pb, Si, Sr, Zr, K, Ca, Na, U, Ba, Cu, Ni, As, V, Co, Mo, Rb Fe, P, Ti, Sb ve Cd elementlerinin zenginleştiği, Cr ve Zn elementlerinin ise tüketildiği tespit edilmiştir. Zenginleşen elementler bakımından dikkate değer olan bu örnekler depolanma ortamının paleoredoks şartlarının belirlenmesi için Ni/Co, V/Cr ve V/(V+Ni) gibi bazı paleoredoks belirteçleri kullanılarak jeokimyasal ortam yorumu yapılmıştır.

TOC ve redoks elementleri arasındaki belirlenen ilişkiler organik madde birikiminde anoksik şartların önemli rol oynadığını göstermektedir. R-744 sondajına ait petrolü şeylerinin sedimantasyonu genellikle anoksik şartlar altında gerçekleşmiştir. Tüm sondaj boyunca incelendiğinde ise depolanma koşullarının oksikten-anoksik şartlara kadar değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Burada farklı jeokimyasal redoks koşullarının görülmesinin nedeni; su kimyası, çevresel iklim şartları ve göl yüzeyindeki organik üretkenlik ile değişen paleoredoks şartlarıdır.

**Anahtar Kelimeler** Hırka Formasyonu, organik madde, paleoredoks değişimi



**Geochemical Paleoredox Variations Dependent Upon Depth of Samples Contain Rich Organic Matter in Hırka Formation (Beypazarı – Konya)**

**Berna Yavuz<sup>1,2</sup>, Şükrü Koç<sup>2</sup>, Ali Sarı<sup>2</sup>, Derya Koca<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, 66100 Yozgat

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 06100, Tandoğan Ankara

Miocene period is extremely important in terms of productivity of oil & gas in the world and organic matter accumulation due to the latest becoming anoxic storage period. Hırka Formation (Middle Miocene) oil shales of Beypazarı (Ankara) region has been distinguished as oxic, disoksik, sub-anoxic, anoxic and euxinic for the geochemical redox conditions of the environment from using C-S and trace element relationships (Ni / Co, V / Cr and V / (V + Ni)).

In this study, R-744 borehole's samples have varied total carbon content (TOT-C) between 6,31-45,96%, total organic carbon content (TOC) between the 2.08-15.68%. According to the average shale enrichment factors account of sample are identified to enrichment of elements such as Mn, Mg, Pb, Si, Sr, Zr, K, Ca, Na, U, Ba, Cu, Ni, As, V, Co, Mo, Rb Fe, P, Ti, Sb and Cd, however, to consume of elements such as Cr and Zn. Geochemical environment comment is made of using some paleoredoks markers such as Ni / Co, V / Cr and V / (V + Ni) for determination of storage media paleoredoks conditions in this samples the remarkable in terms of enriched elements.

Determined relationships between TOC and redox elements show that anoxic conditions play an important role of in the accumulation of organic matter. Sedimentation of oil shales in R-744 boreholes occur generally under anoxic conditions. When all borehole was examined from the floor to the ceiling, it was observed diversity from oxic to anoxic of storage conditions. The reason seeing different geochemical redox conditions in here are water chemistry, environmental-climatic conditions, organic productivity on lake surface and changing paleoredoks conditions.

**Key words** Hırka Formation, organic material, paleoredox variation

## Güneydoğu Anadolu Ana Yapısal Kuşakları'nda Sıcaklık Gradyan Dağılımı

M. Kaya Çoban

TPAO Arama Dairesi Söğütözü Mah. 2.cad. No:86 ANKARA

Bu çalışmada Güney Doğu Anadolu'da kuzeyden güneye uzanan ana yapısal kuşaklarda ‘‘Bindirme, Kıvrım ve Ön Ülke’’ sıcaklık gradyanının düşey - yanal yayılımı ve değişimleri karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur. Yapısal kuşaklar boyunca bölgenin basen tipi – evrimi, tektonik-yapısal konumu, litoloji ve akışkan özellikleri gibi temel jeolojik niteliklerinin sıcaklık gradyanıyla olan ilişkileri neden ve sonuçlarıyla sorgulanmıştır. Saptanan sıcaklık gradyanı profili grafiksel yöntemler yardımıyla komşu Doğu Anadolu ve Adana-İskenderun Neojen Basenleri'yle denetlenmiştir. Çalışmada çoğunluğu TPAO olmak üzere ve diğer petrol şirketlerince açılan toplam 1050 kuyunun farklı derinliklerinde kaydedilen Kuyu Dibi Sıcaklık'ları kullanılmıştır. Sondaj süresince sondaj çamurunun kuyu duvarını soğutması nedeniyle loglardaki sıcaklık kayıtları formasyonların gerçek değerlerinden düşüktür. Bu nedenle, öncelikle kuyu dibi sıcaklığı kayıtları grafiksel yöntem kullanılarak bu etkiden arındırılmış ve gerçek değerlerine yakın Statik Formasyon Sıcaklık değerlerine çevrilmiştir. Değerlendirmede sıcaklıklar ‘‘°F’’ ve derinlikler ise ‘‘feet’’ cinsinden alınmıştır.. Sıcaklık düzeltmelerinde Amerikan Jeolojik Araştırmaları Kurumu'nun (U.S.G.S) çok sayıda kuyudan yaptığı ölçümler sonucunda kabul ettiği standart, yöntem ve sınırlar dikkate alınmıştır. Her tektonik kuşakta elde edilen kuyu dibi sıcaklıklarından hesaplanan Statik Formasyon Sıcaklığı değerleri derinliğe bağlı olarak %2 - %13 arasında artışlar sergilemektedir. Bu aralık Amerikan Jeolojik Araştırmalar Kurumu'nun kabul ettiği % 10-%15 üst sınırlarının içerisinde kalmaktadır. Yüzey sıcaklıkları her bir tektonik kuşak için ortalama değerler olarak seçilmiştir. Yüzey sıcaklıkları Bindirme Kuşağı'nda: 63.5 °F, Kıvrım Kuşağı'nda: 64.4 °F ve Ön ülke'de 66.2 °F olarak alınmıştır. Hesaplanan Statik Formasyon Sıcaklığı değerleri, düşey eksen üzerinde derinliğe karşı noktalanarak sıcaklık gradyan profili eğrisi elde edilmiştir. Değerlendirmelerin ışığında, yapısal kuşaklarda sıcaklık gradyanının yüzeyden derine doğru azalarak ve gradyan eğrisinin eğiminin ise artarak uzandığı saptanmıştır. Bu durum Türkiye'nin diğer basenlerinde (Trakya,Tuzgölü ve Doğu Anadolu Tersiyer ve Adana - İskenderun Neojen Basenleri) sıcaklık gradyan eğrisinin belirgin bir karakteridir. Bazı çalışmalarda gösterildiği gibi yüzeye yakın seviyelerden elde edilen sıcaklık gradyanı değerlerinin, yeraltına doğrusal karakterde uzanmadığını saptanmıştır. Söz konusu üç ana yapısal kuşakta temel istatistiksel yöntemlerle yapılan değerlendirmeyle, sıcaklık gradyanının eğrisinin değişiminin (mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma) derinliğe göre farklı beş aralıkta toplandığı saptanmıştır ; 1: Yüzey–1.500 ft, 2: 1.500–3.000 ft, 3: 3.000–5.000 ft, 4: 5.000–10.000 ft ve 5:10.000 ft ve aşağısı. Bölgenin dünya sedimenter basenlerin ortalama sıcaklık gradyanı değerlerinin ( 1,4 °F/100feet) üzerinde olduğu saptanmıştır. Kuzeyde Bindirme Kuşağı'ndan güneyde Ön ülke'ye doğru uzanan alanda sıcaklık gradyanı değerlerinin belirgin bir şekilde düştüğü görülmektedir. Bu durum yalnızca derinliğe karşılık yapılan düşey sıcaklık gradyanı noktalamasında değil, aynı zamanda basen ölçeğinde her bir derinlik aralığı için hazırlanan yanal değişiminin gözlemlendiği sıcaklık gradyanı haritalarında da belirgindir. Bindirme kuşağında özellikle bindirme dilimlerinin altındaki korunmuş formasyonlarda yüksek sıcaklık gradyanı değerleri belirgindir. Bu kuşakta üst bindirme dilimlerinde sıcaklık gradyanı değerleri normal sedimenter basen sıcaklık gradyanı değerlerine yakın yada biraz altında seyretmektedir. Kıvrım kuşağında sıcaklık gradyanı değerleri hemen her derinlikte dünya ortalamalarının üzerindedir. Ön ülkede sıcaklık gradyanı değerlerinde belirgin düşüşler göstermektedir. Bu durum çoğunluğu doğrultu atımlı fay mekanizmalarının etkili olduğu genç tektonik hareketlerle, yeniden şekillenen ve yükselen yapı bloklarında belirgindir. Güney alanlardaki petrolü yapılarada meteorik su hareketleri çok belirgin sıcaklık düşüşleri ve petrolün fiziksel ve kimyasal özelliklerinde bozulmalara sebep olmuştur. Bir diğer önemli noktada aynı derinliklerde yer almalarına rağmen petrolü formasyonların, sulu formasyonlara göre daha yüksek sıcaklık gradyanı değerleri yansıtmalarıdır. Her derinlik aralığında GD Anadolu yapısal kuşaklarında saptanan sıcaklık gradyanı profili Adana Neojen Baseni sıcaklık değerlerinden yüksektir. İskenderun Neojen ve Doğu Anadolu Tersiyer Basenleri'nde sıcaklık gradyan profiliyle eş gradyan değerleri görülmektedir.

**Anahtar kelimeler** Kuyu dibi sıcaklığı, statik formasyon sıcaklığı, sıcaklık gradyanı, sıcaklık profili, mod, medyan, aritmetik ortalama, standart sapma

**Geothermal Temperature Gradient Distribution In the Major Structural Belts (Thrust Belt, Folded Belt and Foreland) of South Eastern Anatolia Region**

**M. Kaya Çoban**

TPAO Arama Dairesi Söğütözü Mah. 2.Cad. No:86 Ankara

In the study, temperature gradient distribution has been evaluated at the major structural belts of South East Anatolia which are extended from north to south as “Thrust Belt, Folded Belt and Foreland”. The results of temperature gradient distribution along the structural trends were examined and compared such as parameters of basin evaluation, tectonic and structural developments of the trends, lithology and fluid content of the sediments. This study is based on temperature data (e-logs, GR-BHC, FDC-CNL, CDR, Temperature logs) recorded from various depths in 1050 wells drilled by TPAO and other oil companies in South Eastern Anatolia Basins. Since circulating mud cools down and decreases the temperature through the wellbore, temperature records from logs are lower than true bottomhole temperature. Therefore, a correction in the recorded bottomhole temperatures is required to convert them to static formation temperatures using graphical methods. In temperature gradient evaluations, temperatures are taken in °F and depths are taken in feet. In temperature corrections, standard methods and limits set by USGS have been used. In both basins, calculated static formation temperatures using show a depthwise change of about 2-13%. In each belt, following average surface temperature values have been used: in Thrust Belt: 63.5 °F, in Folded Belt: 64.4 °F and in Foreland 66.2 °F. This variation stays within upper limit (10-15%) set by USGS. A cross plot has been prepared using both bottomhole temperatures and static formation temperatures using plotted against depth. This plotting shows that temperature gradient decreases while slope of temperature gradient curve increases with depth. This is a very characteristic configuration of the South East Anatolian Basins. Similar trends of gradient distribution has been observed in the Adana – İskenderun Neogene, and Eastern Anatolia Tertiary Basins. Evaluation of temperature gradient curve by using basic statistical methods (Mod, Median, Average and standard deviation) led me to group temperature gradient values in five depth ranges: 1- surface to 1500 feet, 2- 1500-3000 feet, 3- 3000-5000 feet, 4- 5000-10.000 feet and 5- below 10.000 feet. In this study, not only changes in the vertical profile of temperature gradient is evaluated, but also basin wide lateral change has been defined using constructed temperature maps. By doing so, relation of temperature gradient change with basin type and evolution, structural framework, tectonic, lithology and petrophysical features of fluid content have been evaluated and discussed. In general, temperature gradient values has cumulated above the world average gradient line ( 1,4 °F/100feet) in each major structural belts of South East Anatolia. Results of this study has shown that temperature gradients decreases laterally from “Thrust Belts” on the north to “Fore Land” on the south. Temperature gradient represents high- very high values at each level of the Thrust Belt. There are some exceptions on the uppermost slices of the thrust which has rather decreasing values. Temperature gradient also represents high values at each depth ranges of the Fold Belt. Fore Land region has low temperature gradient values. Late tectonic movements affected and deformed old structures in the region. In this period, mostly the strikeslip faults has played an important role in uplifting and deforming the structures in the south. The continuous meteoric water movements in the area resulted in decreasing hydrocarbon holding capacity of the traps. In such places, oil lost its favorable physical and chemical properties by destructive meteoric water flow and temperature gradient decreased. Geothermal Temperature gradient values are higher than Adana Neogene Basin at each level of depth. But it has approximately similar temperature gradient trends together with İskenderun Neogene, and East Anatolia Tertiary Basins.

**Key words** Bottom hole and static formation temperature, temperature gradient, temperature, gradient profile, Mode, Median, Average, Standart Deviation

**Trabzon ili CO<sub>2</sub>'ce zengin kaynak sularında su-kayaç ilişkisi**

**Fatma Gültekin, Arzu Fırat Ersoy, Esra Hatipoğlu**

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-61080 Trabzon

Genellikle volkanik kayaların yüzeylendiği Trabzon ve çevresinde çok sayıda düşük mineral içeriğine sahip kaynaklar bulunmaktadır. Bu sular ada yayı volkanizması ürünü olan volkanik kayalardan yüzeye çıkmaktadır. Kretase- Eosen aralığında oluşmuş genellikle bazalt, andezit, dasit, riyodasit ve bunların piroklastiklerinden meydana gelen bu kayalar, kumlu kireçtaşı, kiltası, marn, tüfit ve kırmızı kireçtaşı ardalanmasından oluşur. Kimyasal analizlere göre bazaltik kayalarda SiO<sub>2</sub> %43- 59, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %12-14, CaO %5-8, MgO %3-11 ve Na<sub>2</sub>O %2-3 arasında iken dasitik kayalarda SiO<sub>2</sub> %62-63, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %11-16, CaO %0.3-4, MgO %0.6-0.9, Na<sub>2</sub>O %0.8-5 arasındadır. Marnlarda ise en yüksek oksit %39 değeri ile CaO dir. Düşük debili bu kaynaklar volkanik kayalardaki faylarla yüzeye ulaşmaktadır. Bunlar Bereketli (13°C), Durali (14°C), Akoluk (13°C), Yanlıca (14°C), Kisarna (15°C) ve İkisu (18°C) kaynaklarıdır. CO<sub>2</sub> içeriği ve toplam çözülmüş madde miktarı normal yer altı sularına oranla fazla olan kaynaklar NaHCO<sub>3</sub> ve CaMgNaHCO<sub>3</sub> tipindedir. Sularda elektriksel iletkenlik değeri 400-5070 µS/cm, toplam çözülmüş madde miktarı 340- 5100 mg/l, çözülmüş oksijen değerleri 0.6- 6.72 mg/l, pH değerleri 5.51-6.23 arasında değişir. Akoluk ve Yanlıca kaynaklarında en yüksek katyon Ca<sup>++</sup> iken, İkisu ve Kisarna kaynaklarında Na<sup>+</sup> dur. Bereketli ve Durali kaynaklarında ise katyonlar birbirine yakın değerlerdedir. Kaynakların hepsinde en yüksek anyon HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> tür. Su kayaç etkileşiminde düşük pH değeri ve CO<sub>2</sub> etkilidir. Yüksek Na<sup>+</sup> içeriğine sahip İkisu ve Kisarna kaynaklarının dasit ve riyodasit türü kayalarla, yüksek Ca<sup>++</sup> içeriğine sahip olan Akoluk ve Yanlıca kaynaklarının ise kireçtaşı, kiltası, marn, tüfit ve kırmızı kireçtaşı ardalanması ile uzun süreli temas halinde olduğu söylenebilir. İkisu kaynağı çevresindeki demir çökelişi dışında kaynak çevrelerinde herhangi bir çökeliş gözlenmemektedir.

**Anahtar Kelimeler** Su- kayaç etkileşimi, kaynak sular, Trabzon

**Water Rock Interaction of CO<sub>2</sub>-rich springs in Trabzon**

**Fatma Gültekin, Arzu Fırat Ersoy, Esra Hatipoğlu**

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-61080 Trabzon

Trabzon and its vicinity where volcanic rocks are outcropped, have many low mineral water springs. These water discharges are mainly associated with volcanic rocks which constitute volcanic arc. These rocks consist of basalt, andesite, dacite, riodacite and its pyroclastics which formed Cretaceous- Eocene time period. Sandy limestone, claystone, marl, tuffit, red lime stones are interbedded with volcanic rocks. According to the chemical analysis while basaltic rocks contain SiO<sub>2</sub> %43-59, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %12-14, CaO %5-8, MgO %3-11 and Na<sub>2</sub>O %2-3, dacitic rocks contain SiO<sub>2</sub> %62-63, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %11-16, CaO %0,3-4, MgO %0,6-0,9 and Na<sub>2</sub>O %0,8-5. The highest oxide is CaO (%39) in marl. The springs which have low flow rate reach to the surface through the faults in the volcanic rocks. These springs are Bereketli (12°C), Durali (14°C), Akoluk (13°C), Yanlıca (14°C), Kisarna (15°C) and İkisü (18°C). The springs NaHCO<sub>3</sub> and CaMgNaHCO<sub>3</sub> water type, have higher CO<sub>2</sub> and TDS than normal groundwater. The electrical conductivity (EC) values are in the range 400- 5070 µS/cm, TDS contents are between 340 and 5100 mg/l, dissolved oxygen values are in the range 0.6- 6.72 mg/l and pH values are between 5.51 and 6.23 in the springs. While Akoluk and Yanlıca springs are characterized by high Ca<sup>++</sup>, İkisü and Kisarna springs are characterized by high Na<sup>+</sup>. In the Bereketli and Durali springs the cations have approximately same value. Among the major anions, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> dominates all the water springs. Water-rock interaction process was effected by low pH values and CO<sub>2</sub> contents. The high Na<sup>+</sup> values in İkisü and Kisarna springs suggest that springs have long residence time in the dacitic rocks. On the other hand, Akoluk and Yanlıca springs have high Ca<sup>++</sup> content show that springs have long circulation time in the limestone, marl, clay stone and tuffit. There is no precipitation in the vicinity of the springs except the iron deposits near the İkisü spring.

**Key Words** Water-rock interaction, spring water, Trabzon

**Kapadokya (Nevşehir, Türkiye) turistik bölgesindeki kapalı alanlarda radon aktivite gözlemlerinin ilk sonuçları**

**Andrzej T. Solecki<sup>1</sup>, Ahmet Şaşmaz<sup>2</sup>, Dagmara E. Tchorz-Trzeciakiewicz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of Wrocław, Institute of Geological Sciences, 50-204 Wrocław pl. Maxa Born'a 9

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 23119 Elazığ

Kapadokya bölgesi İç Anadolu Bölgesi'nde yer almakta olup, eşsiz görüntüsü nedeniyle dünyada jeoturistik olarak gidilebilecek en popüler yerlerden birisidir. Kapadokya bölgesinde, yaşları 1500 yıldan daha eski olan pek çok yeraltı şehri ve yerleşim alanı bulunmaktadır. Bölgedeki yumuşak tüflerin kolay kazılabilmesi ve termal izalasyon özellikleri, bölgede geniş ve çok amaçlı yer altı yapılarının inşasına neden olmuştur.

Kapadokya bölgesi, uzun ekseni yaklaşık 300 km olan Kapadokya Volkanik Provensine (KVP) ait Neojen-Kuvaterner volkanik kayalar tarafından örtülmüştür. Üst Miyosen'den Kuvaterner'e kadar olan dönemde Avrasya ve Arap levhalarının sıkışmaları ilişkili olarak bölgede riyolit-dasitik ignimbiritler ve andezitik lav akıntıları püskürmüştür. K'ca zengin riyolitik ve dasitik ignimbiritler genellikle gölge sedimentlerle, nadir olarak ise andezitik lavlarla iç içe gözlenmektedir.

Orta Anadolu Volkanik Provensi'nin volkanik kül ve tüflerinin erozyon kalıntıları uzun yıllar boyunca, meşhur yeraltı yapılarının inşasında kullanılmıştır. Bu işlemler sadece geçmişte değil günümüzde de otel ve restoranların tüfit tabakaları içerisinde kazılmasına devam etmektedir. Bölgede geniş alanlar kaplayan pümis tabakalarının jeokimyasal karakteristikleri Steinhäuser vd. (2007) tarafından ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Bu sonuçlara göre bölgedeki kayalar önemli uranyum ve toryum içeriğine sahiptir ve yöredeki uranyum ortalaması 3.5 ve 7 ppm olan iki ayrı topluluk oluşturmaktadır. Uranyum ve toryum arasındaki kuvvetli korelasyon her iki topluluk arasında da görülmektedir ve 0.95 gibi yüksek Pearson'ın korelasyon katsayısı ile de uyumaktadır. Örneklerde Th/U oranı 3.4 olup, bu da kıtasal kabuk oranına yakındır. Bu değerler asit volkanik kayaların normal değerleridir ancak tüflerin yüksek permeabiliteye sahip olmaları ve yapıların yeraltındaki değişken karakterler sergilemeleri nedeniyle yüksek radon konsantrasyonları beklenmiştir.

Yöredeki radon ölçümleri, Solecki vd. (2007) tarafından tanımlanmış yöntem olan, LR-115 Kodak filmleri yardımıyla sonbahar mevsiminde (15 Ekim 2009 ve 15 Ocak 2010) gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, ortalama radon konsantrasyonlu 509 Bq/m<sup>3</sup> ve 1460 Bq/m<sup>3</sup> olan iki yapı topluluğunu ortaya koymuştur. En yüksek değer ise Kaymaklı yeraltı şehri içerisinde 2319 Bq/m<sup>3</sup> olarak ölçülmüştür. Yapıların % 4.8'inin radon aktivitesi 250 Bq/m<sup>3</sup>'dir ve bu da konutlar için kabul edilmiş olan üst limitin altındadır.

**Anahtar kelimeler** Kapadokya, yer altı yapıları, kapalı alan, radon aktivite gözlem sonuçları

**Preliminary results of indoor radon activity studies in the tourist area of Cappadocia, Turkey**

**Andrzej T. Solecki<sup>1</sup>, Ahmet Şaşmaz<sup>2</sup>, Dagmara E. Tchorz-Trzeciakiewicz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of Wrocław, Institute of Geological Sciences, 50-204 Wrocław pl. Maxa Born'a 9 Poland

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 23119 Elazığ

Cappadocia is situated in the Central Anatolia area of Turkey and it is one of the most popular of geotouristic destinations in the world due to its unique landscape. Many underground cities and semi-underground settlements, most of which are more than 1500 years old, exist in the Cappadocia region. Easy carving and thermal isolation properties of these soft tuffs have been the main reasons for the extensive multi-purpose underground settlement in this region from past to present.

The Cappadocia Region is generally underlain by Neogene–Quaternary volcanic rocks belonging to the Cappadocian Volcanic Province and has a long axis of about 300 km. Rhyolitic to dacitic ignimbrites and two andesitic lava flows were erupted from Upper Miocene to Quaternary times, in relation to the collision of the Arabian and Eurasian plates. K-rich rhyolitic and locally Na-rich dacitic ignimbrites are commonly intercalated with lacustrine sediments and, more rarely, with andesitic lava flows.

Erosional remains of Central Anatolian volcanic ash and tuffs have been used for years for construction of famous underground dwellings. Not only monuments of the past but nowadays active hotels and restaurants have been carved inside tuff layers. Geochemical characteristic of pumice layers of these tuffs has been published by Steinhauser et al. (2007). Their results indicate that local rocks are of significant uranium and thorium content with two populations of average uranium content of 3.5 and 7.0 ppm. Strong correlation between uranium and thorium content exists for both populations with Pearson correlation coefficient as high as 0.95. Th/U ratio equal 3.4 is typical for the continental crust. These values are in the normal range of acid volcanic rocks, however due to significant permeability of tuffs and the underground character of dwellings high radon concentrations were expected.

Radon monitoring have been performed in autumn season (15.10.2009-15.01.2010) by means of Kodak films LR-115 in the way described by Solecki et al. (2007). Obtained results indicate that two population of dwelling with average radon activity concentration of 509 Bq/m<sup>3</sup> and 1460 Bq/m<sup>3</sup> exist there, with single anomalous highest result of 2319 Bq/m<sup>3</sup> measured in Kaymaklı underground city. Radon activity of only 4.8% of dwellings is below 250 Bq/m<sup>3</sup>, which is reasonable upper limit commonly accepted for flats of permanent human residence.

**Key words** Cappadocia, underground settlements, indoor, radon activity studies

**References**

- Steinhauser G, Sterba J.H., Bichler M. 2007. "Chemical fingerprints" of pumice from Cappadocia (Turkey) and Kos (Greece) for archaeological applications. *Applied Radiation and Isotopes* 65, 488–503
- Solecki A.T, Puchała R., Tchorz D., 2007. Radon and its decay product activities in the magmatic area of the Karkonosze Granite and the adjacent volcano-sedimentary Intracrustal Basin. *Annals of Geophysics* 50/4, 579-585

**Bantlı Travertenlerin Jeokimyası ve Kökenleri Hakkında Görüşler: Denizli Havzası'ndan (Bati Anadolu) Örnek Bir Çalışma**

**Mehmet Özkul<sup>1</sup>, Kele Sandor <sup>2</sup>, Ali Gökğöz<sup>1</sup>, Mehmet Oruç Baykara<sup>1</sup>, István Fórizs<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, TR-20070-Denizli, Turkey

<sup>2</sup>Hungarian Academy of Sciences, Inst. for Geochemical Research, H-1112 Budapest, Budaörsi út 45., Hungary

Fay düzlemleri ve çatlaklar, yeraltındaki akışkanların yüzeye ulaşmak için kullandıkları doğal yollardır. Bantlı travertenler, sıcak suların fay düzlemlerinde ve açılma çatlaklarında depoladıkları kalsiyum karbonat çökelleridir. Denizli havzası'nda normal fay düzlemlerini ve bunlarla ilişkili açılma çatlaklarını dolduran bantlı travertenler Yenicekent, Gölemezli, Çukurbağ, Akköy (Pamukkale) ve Kocabaş sahalarında gözlenir. Bantlı traverten dolguları, genellikle düşey konumludurlar, ancak bazı durumlarda tabaka sınırları boyunca sokulmuş damarlar olarak rastlanır. Çatlak dolgusu bantlı travertenler kalsit, kalsit-aragonit ya da bazen sadece aragonitten oluşmuştur ve yer yer bunlara traverten breşleri, sal tipi traverten parçaları ve temele ait kayaç kırıntıları eşlik eder. Bantlı traverten örneklerinde Sr elementi en fazla 7392 ppm düzeyindedir. En yüksek Sr değerleri, bantlı travertenlerin aragonitik bileşimli olanlarından elde edilmiştir. Örneklerin  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri +3.7 ile +5.8 (‰PDB) arasında değişir ve oldukça tek düze bir dağılım sunarlar. Buna karşılık  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri +13.8'den +19.5'e (‰SMOW) değişen geniş dağılıma sahiptir. Bantlı travertenlerin oluşumunda, pozitif  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri termojen kökeni,  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değerleri ise derinden kaynaklanan CO<sub>2</sub> ile zenginleştirilmiş yerel meteorik suları işaret eder. Bölgedeki fay ve çatlaklar sadece sismik aktivite sırasında değil, sakin dönemlerde de hidrotermal akışkanın çıkış yolları olmuşlardır. Dolayısı ile fay ve çatlaklar boşalan sular hem bantlı hem de diğer tip travertenleri çökeltmişlerdir. Ayrıca, bantlı travertenler ve beraberindeki çökeller, yörede tekrarlanan sismik olayların izlerini taşırlar.

**Anahtar Kelimeler** Bantlı traverten, jeokimya, Denizli, Pamukkale



**Geochemistry of banded travertines and considerations on their origins: A case study from the Denizli Basin (Western, Anatolia, Turkey)**

**Mehmet Özkul<sup>1</sup>, Kele Sandor <sup>2</sup>, Ali Gökgöz<sup>1</sup>, Mehmet Oruç, Baykara<sup>1</sup>, István Fórizs<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, TR-20070-Denizli, Turkey

<sup>2</sup>Hungarian Academy of Sciences, Inst. for Geochemical Research, H-1112 Budapest, Budaörsi út 45., Hungary

Fault planes and fractures are natural pathways where fluids use to ascend to the surface. The banded travertine is calcium carbonate deposit precipitated through fault planes and fractures by thermal waters. The banded travertine filled normal fault planes and interconnected fractures, are occurred at Yenicekent, Gölemezli, Çukurbağ, Akköy (Pamukkale) and Kocabaş localities in the Denizli basin. The banded travertines are usually in vertical position, but in some localities, they are followed as intruded veins along the bedding boundaries. The banded travertines filling fractures are formed of calcite, calcite-aragonite coupled and in some cases only aragonite, and in some places, travertines breccia, the pieces of raft and fragments derived from bedrocks have attended to the banded travertine. The Sr content of the banded travertine is up to 7392 ppm. The highest Sr values were obtained from the bands formed of aragonite. The  $\delta^{13}\text{C}$  values of the samples range between +3.7 and +5.8 (‰ PDB) and show a highly uniform distribution. On the other hand,  $\delta^{18}\text{O}$  values show a wide range from +13.8 to +19.5 (‰SMOW). The positive  $\delta^{13}\text{C}$  values indicate thermogene origin, while the  $\delta^{18}\text{O}$  values imply deeply circulated local meteoric waters, rich in  $\text{CO}_2$ . Faults and fractures in the region have been pathways for the ascending hydrothermal fluids not only during seismic activity, but also in quiet periods. Consequently, the hydrothermal fluids ascending from the fractures and faults have precipitated both banded (or vein) travertines and other types. In addition, the banded travertines and associated deposits keep in the traces of recurrent seismic events in the region.

**Key words** Banded travertines, geochemistry, Denizli, Pamukkale

**Erzurum-Bingöl Civarındaki Jeotermal Potansiyel: Tekman Jeotermal Sahası**

**Lütfi TAŞKIRAN<sup>1</sup>, Galip YÜCE<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>M.T.A Genel Müdürlüğü Enerji Hammaddeleri Etüt ve Arama Dairesi,06520-Ankara

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik-Eskişehir

Doğu Anadolu'da, Erzurum ve Bingöl illeri arasında yaklaşık KD-GB uzanımlı bir dizi jeotermal alan bulunmaktadır. Bingöl'de Karlıova civarından başlayıp Erzurum'da Pasinler'e kadar uzanan alanda sıcaklıkları 30 °C-68 °C arasında değişen jeotermal kaynaklar ve kuyular bulunmaktadır. Bu çalışma, Erzurum KB'sı ile Bingöl KD'su arasında, Erzurum-Tekman ilçesi güneybatısındaki sıcak su kaynaklarının bulunduğu alanın jeotermal enerji olanakları açısından incelenmesi ve değerlendirilmesini kapsamaktadır. Çalışma kapsamında sahanın jeolojisi, hidrojeolojisi ve jeotermal enerji unsurları ile sahada yer alan sıcak su kaynakları, hidrojeotermometre uygulamalarıyla ve sıcak su-soğuk su karışım oranları incelenerek rezervuar sıcaklıkları hakkında değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma alanında temel birim olarak Hınıs Metaofiyoline ait peridotitler bulunmaktadır. Bu temel birimin üzerine tektonik uyumsuzlukla Tersiyer'e ait kaba kırıntılı, kireçtaşı, ince taneli sedimanter birimler ve volkanik kayalar içeren birimler gelmektedir. Bu birimler birbirleriyle düşey ve yanal geçişlidirler. Bu birimlerin üzerine diskordansla Miyosen ve Pliyosen yaşlı volkanitler gelmektedir. Tüm bu birimlerin de üzerine yine açısız uyumsuzlukla Kuvaterner yaşlı traverten, yamaç molozu ve alüvyon gelmektedir. İnceleme alanında en belirgin faylar, sahanın hemen güneybatısında yer alan Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fay zonlarına paralel özellikler gösteren doğrultu atımlı faylar olup, genel uzanımları kuzeydoğu-güneybatı ve kuzeybatı-güneydoğudur. Sıcak sular, bu fayların etkisiyle oluşan ve bu fay zonlarına paralel ikincil makaslama fayları boyunca yüzeye çıkmaktadır. İnceleme alanındaki Adilceviz formasyonu eklem, kırık ve çatlak sistemleriyle rezervuar kayaç özelliği taşıırken, Miyosen yaşlı volkanitler, altere olmamış, düşük poroziteli yapısıyla örtü kayaç özelliğindedir. Isıtıcı kütle ise, sahadaki tek volkanik çıkış olan Bingöl Dağı'nın lavlarının çıktığı mağma odası olarak değerlendirilmiştir. Kuvaterner birimleri akifer özelliği taşımaktadır. İnceleme alanındaki sıcak suların yüzeye çıkış sıcaklıkları 29-57 °C arasında değişmektedir. Uygulanan çeşitli jeotermometre yöntemleri ile hesaplanan hazne kaya sıcaklıkları, Çerme için 160-170 °C, Gökoğlan ve Kığıhamzan için 100-110 °C arasında değişmektedir. Ayrıca silis-entalpi grafiğine göre Ilıpınar ve Çerme sularına soğuk sular karışmaktadır. Tüm bu verilere dayanarak bölgede Gökoğlan ve Kığıhamzan'dan Çerme'ye doğru artan (yaklaşık 160 °C) orta- yüksek entalpili bir jeotermal rezervuardan söz edilebilir. Dolayısıyla sahadaki yapılacak derin sondajlarla bu jeotermal potansiyel ortaya çıkarılıp artırılabilir. Çalışma alanındaki Ilıpınar ve Çerme sıcak sularının Na ve Cl değerleri yüksek olduğundan suların kullanımı sırasında çevreye olan etkileri araştırılmalıdır.

İnceleme alanı içindeki jeotermal alanların özellikle termal turizm ve balneolojik uygulamalarda kullanımı bölgenin ekonomisine ve çevreye olumlu yönde etki sağlayacaktır.

**Anahtar kelimeler** Tekman, jeotermal potansiyel, hidrojeotermometre

**Geothermal Potential of Erzurum-Bingöl Area: Tekman Geothermal Area**

**Lütfi TAŞKIRAN<sup>1</sup>, Galip YÜCE<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>M.T.A Genel Müdürlüğü Enerji Hammaddeleri Etüt ve Arama Dairesi,06520-Ankara

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik-Eskişehir

A number of geothermal areas occur in Eastern Anatolia and they elongate NE-SW directions in Erzurum-Bingöl Provinces. The temperature of the geothermal waters in this district varies from 30 °C to 68 °C. The purpose of this study aims at the investigation of geothermal energy facilities of the area studied which extends Southwest of Tekman (Erzurum) and Northeast of Karlıova (Bingöl).

Geological and hydrogeological features of the area and its geothermal energy potential were examined by this study. It was calculated reservoir temperatures using hydrogeothermometers and the mixing ratio of hot-cold water was also performed. The basement unit is peridotite of the Hınıs Metaophiolite. Tertiary aged limestone, sedimentary and volcanic rocks overlain this basement unit. The Tertiary units wedge out (interfinger) each others by perpendicular and horizontally. The Miocene and Pliocene units cover the Tertiary units by discordance. The youngest unit in the area is Quaternary aged alluvial deposits that cover all oldest units by discordance. The Adicevaz formation is the reservoir rock with its agreeable joint, crack and fissure systems in the study area. The volcanites in Miocene aged are the cover rocks that have undestroyed structure and low porosity. The heater mass is the magma chamber of Bingöl Mountain lavas. The major faults in study area are parallel to the North Anatolian and East Anatolian fault zones that are strike slip faults at the Southwest of the study area. Their directions are NE-SW and NW-SE. The thermal springs in the area come out to surface along the oblique faults which are parallel to the fault zones. According to stable isotope composition of water sample, thermal waters have meteoric origin. In the study area the thermal springs have 29-57 °C temperatures at the surface. Application of some various geothermometer methods, the reservoir rock temperature is estimated between 60 °C and 170 °C for Çerme and 100-110 °C for Gökoğlan and Kiğıhamzan. According to the silica-enthalpy graphic, there is also a mixture with cold water which causes cooling of Ilıpınar and Çerme thermal springs. On the basis of chemical analyzing results, it can be said that there is a reservoir has an increment temperature (approximately 160 °C) from Gökoğlan-Kiğıhamzan to Çerme. Accordingly, it is worth to search geothermal potential and increased by deep geothermal investigation drillings. Because of a high Na and Cl contents of Çerme and Ilıpınar thermal waters, negative environmental effects should be considered and examined. Utilization of the thermal springs for thermal tourism and balneological purposes will provide positive effects to the region in view of both economical and environmental aspects.

**Key words** Tekman, geothermal potential, hydrogeothermometers

**Fırat Üniversitesi Kampus Alanındaki Yeraltı Sularının İçme Suyu Olarak Kullanımının İncelenmesi**

**Sevim ÖZULUKALE<sup>1</sup>, Bahattin ÇETİNDAG<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müh. Böl., YOZGAT

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müh. Böl., ELAZIĞ

Bu çalışmada, Elazığ İli Fırat Üniversitesi Kampüs Alanı'ndan almış olduğumuz yeraltı suyu örneklerinin hidrojeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Sularda anyon ve katyon analizleri için laboratuvar çalışması yapılmıştır. Sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik gibi bazı su kalitesi parametreleri yerinde ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara dayanarak incelenen suların içme suyu olarak kullanılabilirliği standartlar (TS-266, WHO, EPA) ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Suların içme suyu olarak kullanılabilirliğine yönelik katyon ve anyonlardan bazılarının, SKKY, TS-266, WHO ve EPA standartlarındaki limitleri aştığından Temmuz-2008 döneminde 1-5 ve 8 nolu örnekler ile Kasım-2008 ve Aralık-2008 dönemlerindeki 2-4 ve 8 nolu su örnekleri "içilemez su" niteliği taşımaktadır. Kirliliğin evsel atık su ve hayvansal gübre kaynaklı olabileceği söylenebilir.

**Anahtar kelimeler** Hidrojeokimya, yeraltı suyu, su kalitesi parametreleri

**Investigation of Use As Drinking Water of Groundwater in the Campus Area of Firat University,  
Elazığ, Turkey**

**Sevim ÖZULUKALE<sup>1</sup>, Bahattin ÇETİNDAG<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müh. Böl., YOZGAT

<sup>2</sup>Firat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müh. Böl., ELAZIĞ

In this study, the hydrogeochemical properties of the underground water samples taken from Firat University in the administration province of Elazığ have been examined. The anions and cations laboratory analyzes of these waters have been carried out. Some of the water quality parameters such as temperature, pH, and electrical conductivity have been measured. Base on the results, waters which were studied have been evaluated according to the availability to be used as drinking water via standards (TS-266, WHO, EPA) and Water Pollution Control Regulation (WPCR after that).

Because some of the anions and cations bases have exceeded TS-266, WHO, EPA standards and WPCR limits when considering the waters' availability of drinking, the 1<sup>st</sup>-5<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> samples in the July-2008 term; 2<sup>nd</sup>- 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> samples in the November-2008 and December-2008 terms have the undrinkable characteristics. It can be said that the reason of the pollution is originated from animal faeces and domestic waste water.

**Key words** Hydrogeochemistry, groundwater, water quality parameters

**Eskipazar (Karabük) bölgesinde sismik aktivitelere bağlı olarak meydana gelen yeraltısuyu değişimleri**

**Tülay EKEMEN KESKİN**

Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, SİVAS

Eskipazar (Karabük) sınırları içerisinde ve Kuzey Anadolu Fay Zonu'na yaklaşık 3-5 km mesafede bulunan Akkaya Hamamı Kaynağı ve Acısu Maden Suyu'nun farklı parametrelerinde, 2007-2009 dönemleri arasında çalışma alanında meydana gelen küçük magnitudlü depremler ile ilişkili olarak değişimler gözlenmiştir.  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$  izotop analiz sonuçları kaynakların meteorik kökenli ve uzun yeraltı dolaşımına sahip olduklarını göstermektedir. Eskipazar çevresinde meydana gelen, büyüklüğü 2.8-3.2 arasında değişen üç farklı sismik aktiviteler öncesinde Akkaya Hamamı Kaynağı'nın sıcaklığında 0.4-1 °C aralığında artış gözlenmiştir. Kaynaklara en yakın noktada meydana gelen 28.09.2007 tarihindeki ilk sismik aktivite ile ilişkili olarak, muhtemelen başka suların karışmasına bağlı olarak Akkaya Hamamı Kaynağı'nın debisinde bir miktar artış gözlenmiş ve bu debi artışıyla birlikte kaynağın EC, TDS, Ca ve  $\text{HCO}_3$ , Al, Mn, Fe,  $^{13}\text{C}$  değerlerinde azalmalar ve trityum, Se değerinde ise artışlar saptanmıştır. Yine aynı depremlerle ilişkili olarak Acısu Maden Suyu'nun EC, TDS, Na, Ca ve  $\text{HCO}_3$  değerlerinde ise bir miktar azalışlar gözlenmiştir. Ayrıca diğer sismik aktivitelere oranla daha sığ derinlikte meydana gelen ve Eskipazar halkı tarafından hissedilen 23.04.2008 tarihindeki depremin birkaç gün öncesinde, Akkaya Hamamı Kaynağı'nda 1 °C'lik sıcaklık artışı ve debi, trityum,  $^{13}\text{C}$  ve Si değerlerinde ise azalmalar gözlenmiştir. Kaynakların farklı parametrelerinde meydana gelen bu değişimlerin, olasılıkla bölgesel stres farklılaşmasına bağlı mikro çatlak oluşumları, akiferin gözeneklilik, permeabilite, gözenek basıncı, akım yolu vb. parametrelerinin değişiminden kaynaklanan farklı kökenli suların karışım oranlarının değişime bağlı olduğu düşünülmektedir. Sismik aktiviteler öncesinde-eşzamanlı ve/veya sonrasında, farklı parametrelerinde değişimler gösteren Akkaya Hamamı Kaynağı'nın sürekli gözlem altında tutulması depremin önceden tahmin edilmesi çalışmalarında yararlı olabileceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler** Eskipazar, yeraltısuyu değişimi, sismik aktivite

**Groundwater changes in relation to seismic activities in Eskipazar (Karabuk) region**

**Tülay EKEMEN KESKİN**

Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, SİVAS

Between 2007-2009, changes were observed in different parameters of Akkaya Hamamı Spring and Acısu Mineral Water located in the Eskipazar and ~3-5 km to the NAFZ, relation to small magnitude earthquakes. According to  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$  and  $^3\text{H}$  analysis results, springs have meteoric origin and long underground travel time. A temperature increase of 0.4-1°C was observed in Akkaya Hamamı Spring before three different seismic activities that took place around Eskipazar within a magnitude range of 2.8-3.2. There was a slight increase in the discharge of the Akkaya Hamamı Spring, probably due to mixing of other water, with respect to the first earthquake on 28.09.2007, which occurred closest to the spring. This led to a reduction in EC, TDS, Ca,  $\text{HCO}_3$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ , Al, Mn, and Fe concentrations of the spring, whereas tritium and Se values increased. Due to the first seismic activity, there were a slight decrease in the EC, TDS, Na, Ca and  $\text{HCO}_3$  values of the Acısu Mineral Water. In additional a few days before the seismic activity that occurred on 23.04.2008 at deeper points compared to the other seismic activities and felt by the residents of Eskipazar, a temperature increase of 1°C and decrease of discharge, tritium,  $^{13}\text{C}$  and Si values was observed in the Akkaya Hamamı Spring. Such changes at different parameters of the springs are probably considered to be resulting from changes in the mixing ratio of different genesis water, depending on exchanges of porosity, permeability, pore pressure, flow path etc. of aquifer due to regional stress changes. Constant supervision of Akkaya Hamamı Spring that undergoes changes during pre-seismic, coseismic and/or post-seismic activities is regarded as potentially useful in studies of earthquake precursors.

**Key words** Eskipazar, groundwater changes, seismic activities

**Geç Miyosen yaşlı paleosol (eski toprak) istifinin (Denizli-Çal, GB Anadolu) karbon izotopları ( $\delta^{13}\text{C}$ ) ve Geç Miyosen Ekolojisi**

**Sonay BOYRAZ<sup>1</sup>, Hong WANG<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl. Tandoğan, 06100 Ankara-TR

<sup>2</sup>Illinois State Geological Survey, University of Illinois, Champaign, Illinois, 61820 USA

Karbon izotop analizleri Çal civarı (Denizli, GB Anadolu) Geç Miyosen paleosol istiflerinden alınan pedojenik (sekonder) karbonat ve toprak örneklerinin organik maddeleri üzerinde yapılmıştır. Paleosoller arazide lifsi, nodüler-kokresyonel ve bazı seviyelerde masif kalıplar şeklindeki pedojenik karbonat (sekonder) yapıları ile tipiktirler. Karbon izotopları yerel bitki sistemleri hakkında bilgi elde etmede bir belirteç olarak kullanılır. Bu çalışmanın amacı, toprak organik maddesi ve pedojenik karbonatın karbon izotopik ( $^{13}\text{C}$ ) bileşenini kullanarak, paleoekosistemi yorumlamaya çalışmaktır. Karasal bitkiler, farklı karbon izotop değerlerine göre üç farklı grupta ( $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  ve CAM) sınıflandırılırlar.

İnceleme alanındaki toprak organik maddesinin  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri, -22 ‰ ile -30‰ arasındadır. Bu değerler, paleosollerin izotopik olarak oldukça hafif organik maddeye sahip olduğunu gösterir. Pedojenik karbonattan elde edilen  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) değerleri, -4.46‰ ile -10.13 ‰ arasındadır.  $\text{C}_3$  bitkilerin  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri, toprak organik maddesi için -20‰ ile -35‰ (Deines,1980); pedojenik karbonat için -8 ‰ ile -14 ‰ arasındadır (Cerling and Quade 1993). Bu sonuçlar, inceleme alanında pedojenez boyunca tümüyle  $\text{C}_3$  bitkilerin (ağaçlar, çoğu çalılar) egemen olduğunu gösterir. İnceleme alanında elde edilen bazı fazla negatif  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri, kapalı orman koşullarını yansıtmaktadır (Medina and Minchen, 1980; van der Merwe and Medina, 1989. Ancak, daha pozitif olan değerler, açık ağaçlık alanları yansıtır ve bu değerler  $\text{C}_3$  bitkilerde dönemsel olarak önemli oranda  $^{13}\text{C}$  zenginleşmesi olduğunu göstermektedir.

**Anahtar kelimeler** Palesol, Pedojenik karbonat, Karbon (C) izotopu, Paleoekosistem



**The carbon isotopes of Late Miocene aged paleosol sequence (Denizli-Çal, SW Anatolia) and ecology of late Miocene**

**Sonay BOYRAZ<sup>1</sup>, Hong WANG<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl. Tandoğan, 06100 Ankara-TR

<sup>2</sup>Illinois State Geological Survey, University of Illinois, Champaign, Illinois, 61820 USA

Carbon isotope analyses were done on pedogenic (secondary) carbonate and organic matters of soil samples collected from late Miocene paleosol sequences in Çal around (Denizli, SW Anatolia). Paleosols are typical in the field with pedogenic (secondary) carbonates structures such as fibrous, nodules-concretions and massive caliches in some horizons. The carbon isotopes have been used as a indicator for obtaining information about local plant systems. The aim of this study is to interpret the paleoecosystem using the carbon isotopic (<sup>13</sup>C) composition of soil organic matter and pedogenic carbonates in soils. The terrestrial plants can be classified into three distinct groups (C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> and CAM) according to their different carbon isotopic values.

In study area, the δ<sup>13</sup>C values of soil organic matter ranges from -22 ‰ to -30‰. This means that they have isotopically light organic matter. The δ<sup>13</sup>C values of pedogenic carbonate are between -4.46‰ to -10.13‰. The δ<sup>13</sup>C values of C<sub>3</sub> plants for soil organic matter are between -20‰ to -35‰ (Deines, 1980); for pedogenic carbonates are between -8 ‰ to -14 ‰ (Cerling and Quade 1993). These results show that in study area local ecosystem was completely dominated by C<sub>3</sub> plants (all trees, most shrubs) during the pedogenesis. Some more negative δ<sup>13</sup>C values in study area reflect a closed forest canopy (Medina and Minchen, 1980; van der Merwe and Medina, 1989). However, more positive values of δ<sup>13</sup>C imply in open woodland and these values display seasonally significant <sup>13</sup>C enrichment in C<sub>3</sub> plants

**Key words** Paleosol, Pedogenic carbonate, Carbon (C) isotope, Paleoecosystem

**References**

- Cerling, T.E and Quade, J. 1993. Stable carbon and oxygen isotopes in soil carbonates. In P.K.Swart, K.C Lohmann, J.McKenzie, S.Savin(eds) Climate Change in Continental Isotopic records, American Geophysical Monograph 78, pp.217-231
- Deines, P.1980. The isotopic composition of reduced organic carbon. In Fritz,P. and J.C. Fontes (eds) Handbook of Environmental Isotope Geochemistry Vol I,The Terrestrial Environment. Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam. pp.329-406
- Medina, E. and Minchen, P. 1980. Stratification of δ<sup>13</sup>C values in Amazonian rain forests. Oecologia 45, 377-378
- Van der Merwe, N.J. and Medina, E. 1991. The canopy effect, carbon isotope ratios and foodwebs in Amazonia., J.Arch.Sci. 18, 249-259.

**Diyadin (Ağrı) ve Çevresinin Jeotermal Enerji Yönünden İncelenmesi**

**Suzan PASVANOĞLU ve Sunay GÜLER**

Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Müh. Böl. Umuttepe İzmit

Türkiye'nin doğusunda yer alan Diyadin Ağrı'nın 7 km güney doğusundadır. Diyadin jeotermal sahası genç neotektonik hareketlerin yoğun olduğu bir kuşak üzerinde yer almaktadır. Sahada K-G sıkışmasına bağlı olarak doğrultu atımlı faylar ve beraberinde açılma çatlakları gelişmiştir. İnceleme alanında birbirlerine yakın mesafede birçok sıcak ve mineralli su kaynakları bulunmaktadır. Bunların sıcaklıkları 24-64°C arasında olup, debileri 0.5-10 l/s arasındadır. Bu kaynak yerleri sabit olmayıp su çıkış noktalarında CaCO<sub>3</sub> çökelişi nedeniyle sular sürekli yer değiştirmektedir. Bölgede Yılanlı kireçli, Köprü, Davutlu, Kuşburnu, Tazekent ve Molakır önemli sıcak ve mineralli su kaynaklarıdır. Kaplıca alanında sıcak su arama ve üretim amaçlı olarak MTA ve de Diyadin Entegre jeotermal ısıtma (Doğan Jeotermal) projesi olarak 1998 de yılı içerisinde 6 adet sondaj kuyusu açılmıştır. Kuyuların hepsi artezyen olup derinlikleri 77-215 m, sıcaklık ve debileri ise sırasıyla 62-78°C ve 560 l/s dır. Bunlara ilave olarak Diyadin Kuşburnu 'dan 15 km uzaklıkta Mola kır köyünde sıcaklıkları sırasıyla 40- 60°C ve 37-73°C arasında değişen sıcak su kaynakları ile 2 adet sondaj bulunmaktadır. Diyadin jeotermal alanında sıcak su kaynakları ve bazı kuyular sondaj tekniğine uygun açılmadığı için sıcak su kontrolsüz olarak boşa akmaktadır. Bu çalışmada Diyadin jeotermal akışkanın oluşturduğu kaynak ve sondajlardan örnekler alınarak kimyasal ve izotop analizleri yaptırılmış ve bu analizleri bugün literatürde kullanılmakta olan yöntemlerle değerlendirmeye çalışarak jeotermal sistemi oluşturan akışkanın kimyasal karakteri, izotopik özellikleri ve bu verilerden yararlanarak sistemin kavramsal modeli ortaya konmuştur. Ayrıca bu alanda suların kontrolsüz kullanımı sonucu çevresel açıdan oluşturacağı tehlikelerin gündeme getirilmesidir.

**Anahtar kelimeler** Termal kaynaklar, hidrojeokimya, karstik çöküntü, Diyadin

**Geothermal Energy Investigation of Diyadin (Ağrı) and Its Vicinity**

**Suzan PASVANOĞLU ve Sunay GÜLER**

Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Müh. Böl. Umuttepe İzmit

Diyadin, in the Eastern part of Turkey, is located 7 km SE of Ağrı. Diyadin geothermal field is located on an active Neotectonic zone. Strike slip faults and tensional cracks developed due to the N-S compression in the region. Therefore, thermal water and gases come out from the most of the cracks to the surface. In the study area there are lots of thermal and mineralized water springs close to each other. Their temperatures is 24-64°C and their flowrate is 0.5-10 l/s. The discharge locality of thermal water springs can frequently be change due to CaCO<sub>3</sub> depositions on the outlets of the springs. Yılanlı kireçli, Köprü, Davutlu, Kusburnu, Tazekent, Dibekli and Mola Kır thermal springs are observed at the Diyadin geothermal field. Drilling studies in the Diyadin area were started in 1998 by General Directorate of Mineral Research and Exploration of Turkey MTA and as Diyadin Integrated geothermal heating (Doğan Geothermal) project. As a result of drilling of 6 wells with a depth of 72–215 m, thermal water with a discharge of 560 l/s and with a temperature of 62–78°C was produced. In addition of these 15 km away from Diyadin Kusburnu there are thermal water springs with a temperature between 40 and 60°C and two drilling wells in which temperatures vary between 37 and 73°C in Mola Kır village. In the Diyadin geothermal field, thermal water is used in an uncontrolled manner and waters from some of wells flow out of control. In this study, Samples were taken from sources and drillings formed by Diyadin Geothermal fluid and Isotop and chemical analysis were conducted. These analysis were evaluated by methods used in the current literature to find the chemical character and Isotop properties of the fluid that is forming the Geothermal system. Using all of these data the conceptual model is formed. Also to bring up its possible environmental threats that formed by uncontrolled use of thermal waters in the area.

**Key words** Thermal springs, hydrogeochemistry, karstic depression, Diyadin

**Zilan (Erciş) Sıcak ve Mineralli Su Kaynaklarının Hidrojeokimyasal İncelemesi**

**Suzan PASVANOĞLU, Sunay GÜLER**

Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Böl. Umuttepe, İzmit/Kocaeli

Zilan jeotermal alanı Van ili Erciş ilçesinin 30 km kuzeyinde Zilan deresi içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanında gözlenen en yaşlı birim Paleozoik yaşlı metamorfiklerdir. Yeşil şist fasiyesinde başkalaşıma uğramış olan bu birimin üzerinde, kumtaşı, kireçtaşı, kiltası, marn ve ultrabazik birimlerden oluşan Eosen yaşlı Gergili formasyonu uyumsuz olarak yer almaktadır. Bölgede Neojen; Alt ve Orta Miyosen yaşlı Kızıldere ve Üst Miyosen Alt Pliyosen yaşlı Yörelî formasyonları ile temsil edilir. Yörelî Formasyonunun Kızıldere formasyonu üzerindeki konumu uyumsuzdur. Alüvyon ve travertenler Kuvaterner yaşlı birimleri oluşturur. Bölgede plutonik kaya olarak Eosen yaşlı granodiyorit sokulumlarının yanı sıra Miyosen yaşlı Şorköy, Yalındam, Doğancı, Ilıca lavı ile Pliyosen'e ilişkin Aladağ lavı, ignimbritler ve Zilan lavı magmatik etkinliğin temsilcileridir. Van Erciş jeotermal alanı doğu Anadoluda yer alan önemli jeotermal alanlardan biri olup, kaynakların oluşumu, büyük ölçüde yörenin tektonik özellikleri ile ilgilidir. Zilan vadisi boyunca düşey hareketlerle D-B ve KB-GD uzanımlı genç faylar bulunmaktadır. Sıcak su kaynakları Zilan vadisi içerisinde Hasanaptal, Şorköy ve Gergili köyleri arasında yer almaktadır. 1988-2000 yılları arasında alanda MTA tarafından 4 adet sıcak su sondajı yapılmıştır. Kuyular artezyen olup derinlikleri 264.70-1172.7 m, sıcaklıkları 80-104.92°C ve debileri 4-40 l/s dir. Erciş kaplıca sularının akifer kayacı, intrüziyonlar ile kumtaşları ve kireçtaşlarıdır. Şorköy lavı, altere tüfer ve Miyosen yaşlı Kızıldere formasyondaki çökeller geçirimsiz olup örtü kaya niteliğindedir. Isıtıcı ise Üst Miyosenden Kuvaterner'e kadar etkinliğini sürdürmüş olan Tendürek volkanizmasıdır. Alandaki sıcak suların sıcaklıkları 33-78°C, pH ve EC değeri sırasıyla 5.1- 6.9 ve 360-9560 µS/cm dir. Soğuk suların ise pH ve EC değeri sırasıyla 6.4-7.12 ve 900- 4350 µS/cm arasındadır. Bu sular AIH sınıflamasına göre "Na, Ca, HCO<sub>3</sub>, B, SiO<sub>2</sub> lı sıcak ve mineralli su" olup CO<sub>2</sub> gazı içermektedir. Çevresel izotop (<sup>18</sup>O, <sup>2</sup>H, <sup>3</sup>H) sonuçlarına göre sıcak sular meteorik veya magmatik sokulum olan bir kupolden yayılan sıcaklık ile ısınan meteorik kökenlidir. Meteorik sular, yerin altına çatlak, kırık ve faylar boyunca süzülmemekte ve bu süreçte jeotermal gradyanla da ısınarak kendisine hidrotermal kanal ödevi gören fay veya etkili çatlaklar boyunca yükselerek yeryüzüne döndüğü anlaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** Termal kaynaklar, hidrojeokimya, Erciş, Van

## Hydrogeochemical Investigation of Zilan (Van-Erciş) Thermal and Mineralized Waters

Suzan PASVANOĞLU, Sunay GÜLER

Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Böl. Umuttepe, İzmit/Kocaeli

Zilan geothermal field is located 30 km North to Erciş of Van province in the Zilan valley. Paleozoik metamorphic rocks comprise the basement in the area. On this unit metamorphosed into green schist facies an Eosen aged Gergili formation of Sandstone, Limestone, Claystone, Marl and ultrabasic units exist unconformably. Neogene in this region, is represented by Yörelî formations of Upper Miocene - Lower Pliocene aged, and Kızıldere formation of Lower and Middle Miocene aged. The position of Yörelî formation on the Kızıldere formation is unconformable. The upper most part is represented by Quaternary alluvium and travertines. Existing as plutonic rocks in the region, the Eocene aged grandiorite intrusion as well as Miocene aged Şorköy, Yalındam, Doğancı, Ilıca lava and Pliocene related Aladağ lava, ignimbrites and Zilan Lava are representatives of magmatic activity. Van Erciş geothermal field is one of the important geothermal fields in East Anatolia. The formation of resources is highly related to tectonic properties of the the region. Young faults with vertical movement and E-W, NW-SE direction exist along Zilan Valley. Thermal water resources inside Zilan valley exist between Hasanaptal, Şorköy and Gergili villages. Drilling studies in the area were started in between 1988 to 2000 by General Directorate of Mineral Research and Exploration of Turkey MTA. As a result of drilling of 4 artesian wells with a depth between 264.70-1172.7 m, thermal water with a discharge of between 4 - 40 l/s and with a temperature of 80–104.92°C was produced. Aquifer rocks of Erciş thermal springs waters are intrusives, sandstones and limestones. Şorköy lava, altered tuffs and the precipitation in Miocene aged Kızıldere formation are impermeable and they are featured as covering rock. The heat source is Tendürek Volcanism that have continued its activity from Upper Miocene to Quaternry.

The temperature, pH and EC values for thermal waters are between 33-78°C, 5.1- 6.9 and 360-9560 µS/cm respectively. The pH and EC values for cold water spring is between 6.4-7.12 and 900- 4350 µS/cm respectively. These thermal and minearized waters are "Na, Ca, HCO<sub>3</sub>, B, SiO<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> gas bearing. According to results of environmental isotopes (<sup>18</sup>O, <sup>2</sup>H, <sup>3</sup>H), thermal waters are of meteoric origin and heated by an intrusive-cupola or some of rainwater is infiltrated downward through fractures and fault systems and heated and rise to the surface along fault and effective fractures that act as hydrothermal conduits.

**Key words** Thermal springs, Hydrogeochemistry, Erciş, Van

**Baskil (Elazığ) ve Yakın Çevresindeki Tarım Arazilerinde Kullanılan Gübrelerin Yeraltı Sularına Etkileri**

**Seda Bakır, Özlem Öztekin Okan**

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ

Bu çalışmada, özellikle bahçe tarımının yoğun olduğu Baskil (Elazığ) ilçesinde kullanılan gübrelerin yeraltı ve yüzey sularında oluşturduğu etki araştırılmıştır. Bu amaçla, çalışılan bölgedeki tarım arazilerinde gübreleme dönemini temsil eden Nisan (2009) ve gübrelemeden sonraki dönemi temsil eden Temmuz (2008) aylarında 8 kuyudan yeraltı suyu ve biri mevsimsel olmak üzere 2 nehirden de yüzey suyu örnekleri alınmıştır. Bölgedeki tarım arazilerinde kullanılan gübre türleri belirlenerek bunların yeraltı ve yüzey sularında oluşturduğu/oluşturacağı etki ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Suların elektriksel iletkenlik, sıcaklık ve pH değerleri örnek noktalarında yerinde;  $Na^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $K^+$ ,  $SO_4^{-2}$ ,  $Cl^-$ ,  $NH_4-N$ ,  $NO_2-N$ ,  $NO_3-N$  ve  $PO_4-P$  değerleri Nova 60 cihazıyla spektrofotometrik olarak laboratuvar ortamında ölçülmüştür.  $HCO_3^-$  ise titrasyon yöntemiyle tespit edilmiştir. Kimyasal analiz sonuçları TS 266 (2005) ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinin Kıta İçi Su Kaynakları'na (2008) göre değerlendirilmiştir. Suların kimyasal analizleri sonucunda  $K^+$ 'un Temmuz (2008) döneminde, Nisan (2009) dönemine göre artış gösterdiği gözlenmiştir. Bu artışın sebebi çalışma alanında kullanılan  $K^+$  bileşimli gübrelerden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmüştür. Bunun yanında,  $K^+$  iyonundaki bu artış  $K^+$ 'un yeraltı suyunda yağışlı dönemlerde düşük konsantrasyonlarda, kurak dönemlerde ise yüksek konsantrasyonlarda bulunmasına bağlanabilir. Çalışma alanında kullanılan gübreler, yeraltı ve yüzey sularının  $NH_4-N$ ,  $NO_2-N$ ,  $NO_3-N$  ve  $PO_4^{-3}-P$  konsantrasyonlarında belirleyici bir etki göstermezken, farklı dönemlerde alınan su örneklerinin her iki dönemde de farklı değerlere sahip oldukları gözlenmiştir. Bu farklılık özellikle  $NO_2-N$  ve  $NO_3-N$  konsantrasyonlarında belirgin olarak görülmüştür. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre;  $NO_2-N$ , Temmuz (2008) döneminde, sadece 1 nolu örnek 2. kalite su sınıfına girerken, Nisan (2009) döneminde 1,2,5,6,7,8 ve 9 nolu örnekler 2. kalite su sınıfına girmektedir.  $NO_3-N$  ise Temmuz (2008) döneminde 4 ve 6 nolu örneklerde, Nisan (2009) döneminde ise sadece 6 nolu örnekte, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinin 1. kalite sular sınır değerinin üzerinde tespit edilmiştir. Dönemler arasındaki bu değer farklılıkları, çalışma alanında kullanılan gübrelerin yeraltı suları üzerinde az da olsa bir etki gösterdiğini ve bu etkinin gelecekte yeraltı suları üzerinde bir kirlilik tehlikesi oluşturabileceğini düşündürmektedir.

**Anahtar kelimeler** Baskil, gübre, yeraltısuyu, kirlilik, nitrat, nitrit, fosfat, potasyum

**The Effects of Fertilizers, Used in Agriculture Areas, To Groundwater at Baskil (Elazığ) and Its Close Vicinity**

**Seda Bakır, Özlem Öztekin Okan**

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ

The effects of fertilizers especially used in garden farming to groundwater and surface water in Baskil(Elazığ) district were investigated in this study. The water samples were taken in two periods that the month of April, 2009 represents the fertilizing period of the agriculture areas at Baskil district and the month of July, 2008 represents the period after the fertilizing of the agriculture areas at Baskil district. There are 8 groundwater samples were taken from wells and 2 surface water samples were taken from rivers that one of them is intermittent. The chemical composition of the fertilizers have been determined and the effects of these kind of fertilizers to ground and surface water have been investigated. The electrical conductivity, temperature and pH values of groundwater and surface water samples were measured in-situ;  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  and  $\text{PO}_4\text{-P}$  values of waters were analysed spectrophotometrically with Nova 60 in laboratory.  $\text{HCO}_3$  was determined by the titration method. The chemical analysis of waters have been evaluated with the TS 266 (2005) standarts and with the Water Pollution Control Regulations of The Continental Interior Water Resources (2008). An increase was observed in  $\text{K}^+$  concentrations of groundwaters taken in July 2008 period compare to April, 2009 period. The reason of this increase may be due to the chemical composition of the fertilizers used in the agriculture areas. Besides this reason, an other cause of this increase may be the low concentrations of  $\text{K}^+$  ion in groundwater in rainy periods and high concentrations of  $\text{K}^+$  ion in dry periods. There is no significant effect of fertilizers was determined in  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  and  $\text{PO}_4\text{-P}$  concentrations in groundwater and surface water in the studied area. But, there are some differences have been observed in the concentrations of  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  and  $\text{PO}_4\text{-P}$  in the periods of April 2009 and July, 2008. There is a significant difference has been observed especially in the  $\text{NO}_2\text{-N}$  and  $\text{NO}_3\text{-N}$  concentrations. According to the Water Pollution Control Regulations, groundwater sample, numbered 1 is in the second quality water class in July, 2008 and the samples numbered 1, 2, 5, 6, 7, 8 and 9 are in the second quality water class in April, 2009 respect to  $\text{NO}_2\text{-N}$  concentration. In July, 2008 the samples numbered 4, 6 and in April, 2009 only the sixth sample has been exceeded the limit concentration of  $\text{NO}_3\text{-N}$  of the first quality class waters. These differences of  $\text{NO}_2\text{-N}$  and  $\text{NO}_3\text{-N}$  concentration in groundwaters respect to the periods indicate the effects of the fertilizers to groundwater, and this effect may be a serious danger on groundwater pollution in the future.

**Key words** Baskil, fertilizer, groundwater, pollution, nitrate, nitrite, phosphate, potassium

**Tekman (Erzurum) Güneybatısındaki Sıcak Su Kaynaklarının Hidrojeokimyasal Özellikleri**

**Lütfi TAŞKIRAN<sup>1</sup>, Galip YÜCE<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>M.T.A Genel Müdürlüğü Enerji Hammaddeleri Etüt ve Arama Dairesi,06520-Ankara

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik-Eskişehir

Bu çalışma Tekman (Erzurum) güneybatısındaki yaklaşık 400 km<sup>2</sup>'lik bir alanın jeolojisi ve bu alanda yer alan sıcak su kaynaklarının hidrojeokimyasal ve kökensele özelliklerinin değerlendirilmesini kapsamaktadır. Çalışma alanında temel birim olarak Hınıs Metaofiyoline ait peridotitler bulunmaktadır. Bu temel birimin üzerine tektonik uyumsuzlukla Tersiyer'e ait kaba kırıntılı, kireçtaşı, ince taneli sedimanter birimler ve volkanik kayalar içeren birimler gelmektedir. Bu birimler birbirleriyle düşey ve yanal geçişlidirler. Bu birimlerin üzerine diskordansla Miyosen ve Pliyosen yaşlı volkanitler gelmektedir. Tüm bu birimlerin de üzerine yine açısız uyumsuzlukla Kuvaterner yaşlı traverten, yamaç molozu ve alüvyon gelmektedir. İnceleme alanında en belirgin faylar, sahanın hemen güneybatısında yer alan Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fay zonlarına paralel özellikler gösteren doğrultu atımlı faylar olup, genel uzanımları kuzeydoğu-güneybatı ve kuzeybatı-güneydoğudur. Sıcak sular, bu fayların etkisiyle oluşan ve bu fay zonlarına paralel ikincil makaslama fayları boyunca yüzeye çıkmaktadır. Su örneklerinden yapılan analiz sonuçlarına göre çalışma alanındaki sıcak sular iki ayrı hidrojeokimyasal fasiyeste olup, Çerme ve Ilıpınar kaynakları Na-Cl'lü, diğer sular Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>'lü su tipindedir. Yöredeki sıcak suların pH değerleri genelde 7'nin üzerinde olup 6,37 ile 8,17 arasında değişmektedir. İnceleme alanındaki sulara yapılan çevresel izotop analiz değerlerine göre tüm sular meteorik kökenli olup, soğuk sular ve Yiğitlerdeki sıcak su örneği aynı kökenli ve sık dolaşımli; Kığıhamzan, Meman, Gökoğlan ve Çerme kaynakları da aynı kökenli ve derin dolaşımli sular olarak yorumlanmıştır.

**Anahtar kelimeler** Tekman, sıcak sular, hidrojeokimya, çevresel izotoplar



**Hydrogeochemical Properties of Thermal Springs In Southwest of Tekman (Erzurum)**

**Lütfi TAŞKIRAN<sup>1</sup>, Galip YÜCE<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>M.T.A Genel Müdürlüğü Enerji Hammaddeleri Etüt ve Arama Dairesi,06520-Ankara

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik-Eskişehir

The aim of the study was to assess geological and hydrochemical properties of the area by approximately 400 km<sup>2</sup> which is located in the southwest of Tekman near Erzurum city. The basement unit in the study area is peridotite of the Hınıs Metaophiolite. Tertiary aged limestone, sedimentary and volcanic rocks overlain this basement unit. The Tertiary units wedge out (interfinger) each others by perpendicular and horizontally. The Miocene and Pliocene units cover the Tertiary units by discordance. The youngest unit in the area is Quaternary aged alluvial deposits that cover the oldest units by discordance. The major faults in study area are parallel to the North Anatolian and East Anatolian fault zones that are strike slip faults at the Southwest of the study area. Their directions are NE-SW and NW-SE. The thermal springs in the area come out to surface along the oblique faults which are parallel to the fault zones. On the basis of obtained chemical analysis of thermal waters in the area, two types of water can be distinguished. Çerme and Ilıpınar thermal waters consist of Na-Cl type while others are Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> type. According to environmental isotope analysing results of water samples, all waters have meteoric origin. While the Yigitler thermal water and cold water show similar origin and having a shallow circulation, the Kiğıhamzan, Meman, Gökoğlan and Çerme thermal waters have a deep circulation and the same origin.

**Key words** Tekman, thermal waters, hydrogeochemistry, environmental isotopes

**Zonguldak (KB Türkiye) Yöresindeki Çevresel Faktörün Kansere Üzerine Etkisi**

**Selahattin Kadir<sup>1</sup>, Pırıl Önen-Hall<sup>2</sup>, Nihal S. Aydın<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik 26480 Eskişehir

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

<sup>3</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 06800 Ankara

Batı Karadeniz bölgesi Zonguldak yöresindeki Kretase-Eosen yaşlı volkano-tortul birimler subalkalen andezit, tuf ve kumtaşlarından meydana gelmektedir, bu kayalarda egemen olarak smektit, kaolinit, eser miktarda klorit, illit, mordenit, analsim, feldspat, kuvars, opal-CT, amfibol ve kalsit eşlik ettiği petrografi, X-ışınları difraktometresi (XRD), Diferansiyel Termal Analizi-Termal Gravimetresi (DTA-TG), Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM-EDX) ve jeokimyasal analiz yöntemleri saptanmıştır. Petrografik ve mikromorfolojik determinasyonlarda andezitik ve tüflü birimlerde yer alan cam kıymıkça zengin hamur ile feldspat ve klinopiroksen fenokristallerin alterasyonu sonucu kaolenleşme, kloritleşme, serizitleşme, albitleşme, Fe-Ti oksitleşmesi ile zeolit, epidot ve illitin oluştuğu gözlenmiştir. Feldspat ve camın, smektit ve kaolinit ile birlikteliği ve feldspatların yönlenmesi, kırılma eksenlerine doğru kaolinit levhalarının paralelleşmesi otijenik olarak oluşmuş smektit veya kaoliniti göstermektedir. Yukarı doğru alterasyon derecesinin artması ile alterasyonu takip eden muhtemel diyajenez ve hidrotermal aktiviteden dolayı Al, Fe, Ti kazanılmış ve Si, Na, K, Ca tüketilmiştir. Mikromorfolojik olarak altere birimlerde lifsi mordenit ve konutların yapıtaşları ile çimentolarında krizotilin varlığında kanser vakalarının yaşandığı tespit edilmiştir. Buna ek olarak, kanser hassasiyet ayırımı modeline göre, yöredeki çevresel etki ve genetik yatkınlık olasılıkla tanımlanamayan bir genin etkisinin önemi yöredeki kanser insidansının artmasına neden olmaktadır.

**Anahtar kelimeler** Batı Karadeniz, Çevresel Etki, Hidrotermal alterasyon, Jeokimya, Kansere, Mineraloji, Zonguldak.

**Environmental Effect on Cancer Predisposition in Zonguldak Region, NW Turkey**

**Selahattin Kadir<sup>1</sup>, Pırl Önen-Hall<sup>2</sup>, Nihal S. Aydın<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik 26480 Eskişehir

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

<sup>3</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü 06800 Ankara

The Cretaceous-Eocene volcano-sedimentary units of the Zonguldak region of the western Black Sea consist of subalkaline andesite and tuff, and sandstone dominated by smectite, kaolinite, accessory chlorite, illite, mordenite and analcime associated with feldspar, quartz, opal-CT, amphibole and calcite. The mineralogical characteristics were examined using polarized-light microscopy, X-ray diffractometry (XRD), differential thermal analysis and thermal gravimetry (DTA-TG) and scanning-electron microscopy (SEM-EDX), as well as by chemical methods. Textural and micromorphological images show that kaolinization, chloritization, sericitization, albitization, Fe-Ti-oxidation, and presence of zeolite, epidote and illite in andesitic rocks, and tuffaceous materials developed as a result of degradation of a glass shards matrix, enclosed feldspar and clinopyroxene-type phenocrysts, due to alteration processes. The association of feldspar and glass with smectite and kaolinite, and the suborientation of feldspar-edged, subparallel kaolinite plates to fracture axes may exhibit an authigenic smectite or kaolinite. Increased alteration degree upward in which Al, Fe and Ti are gained, and Si, Na, K, and Ca are depleted, is due to the alteration following possible diagenesis and hydrothermal activities. Micromorphologically, fibrous mordenite in the altered units and the presence of needle-type chrysotile in the residential buildings in which cancer cases lived were detected considered an environmental effect, and probably unidentified gene also increased cancer incidence in the region.

**Key words** Cancer, Environmental Effect, Geochemistry, Hydrothermal alteration, Mineralogy, Western Black Sea, Zonguldak.

**Elmadağbeli, Menteş, Kartalkaya ve Mağarabeli Demir Yataklarında Jeotermometrik Çalışmalar  
(Kayseri-Adana Havzası, Türkiye)**

**Serdar KESKİN<sup>1,2</sup>, Taner ÜNLÜ<sup>2</sup> & Ebru COŞKUN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520, Balgat, Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Tandoğan, Ankara

<sup>3</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analiz ve Teknolojileri Dairesi, 06520, Balgat, Ankara

Bu çalışma, Doğu Toroslar'ın batısında yer alan Elmadağbeli, Menteş, Kartalkaya ve Mağarabeli demir (siderit, hematit, götit) yataklarından alınan barit örneklerindeki jeotermometrik ölçüm çalışmalarını kapsamaktadır. Birincil cevher, Emirgazi Formasyonu içerisinde yer alan bitümlü şeyler ile uyumlu syn-sedimanter oluşumlu sideritlerden oluşur. Geç evre demir cevherleşmeleri ise daha genç birimleri kat eder durumdadır. İnceleme alanındaki fay sistemleri bu maden yataklarını yapısal ve tektonik olarak kontrol etmektedir. Fay zonlarına yakın yerlerden alınan barit örneklerinde sıvı kapanım çalışmaları yürütülmüştür. Sıvı kapanım çalışmaları, örneğin ince-orta tane boyuna sahip şeffaf ve yarı şeffaf olan barit kristallerinde gerçekleştirilmiştir. İncelemelerde birincil kökenli kapanımların büyük çoğunluğunu tek fazlı (sıvı) kapanımlar oluştururken, iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar daha az bollukta izlenmektedir. Ölçüm yapılan iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımların boyutları yaklaşık 2-36 mikron arasında değişmektedir. Tüm yataklardaki barit minerallerinden yapılan mikrotermometrik çalışmalar 100-300°C civarlarında homojenleşme sıcaklıklarını (Th<sup>0</sup>C) göstermektedir. Ayrıca baritlerdeki tek fazlı (sıvı) kapanımların iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlara göre oldukça fazla bulunması, ortamın sıcaklığının 100<sup>0</sup>C'nin altına düştüğünü ve/veya altında olduğunu göstermektedir. Soğutma deneyleri sonucunda baritleri oluşturan çözeltilerin tuzluluğu %0.9 - %7.2 NaCl eşdeğerleri arasında değişmektedir.

Tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde, barit minerallerinin ilk oluşmaya olasılıkla 300°C civarında başladığını ve daha düşük sıcaklıklarda da devam ettiğini göstermektedir. Örneklerdeki düşük tuzluluk değerleri sistemde meteorik çözeltilerin de etkili olduğunu göstermektedir. Cevherleşme sonrası fay zonlarında dolaşan bu meteorik çözeltiler, derinden gelen daha yaşlı birimlere özgü metal taşıyan sistemleri işlemiş ve bugün ki konumlarıyla şekillenmesinde etken olmuştur.

**Anahtar Kelimeler** Doğu Toroslar, sıvı kapanım, barit, tuzluluk, cevherleşme, fay

**Geothermometric Studies of Elmadağbeli, Menteş, Kartalkaya and Mağarebeli Iron Deposits  
(Kayseri-Adana Basin, Turkey)**

**Serdar KESKİN<sup>1,2</sup>, Taner ÜNLÜ<sup>2</sup> & Ebru COŞKUN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520, Balgat, Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Tandoğan, Ankara

<sup>3</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analiz ve Teknolojileri Dairesi, 06520, Balgat, Ankara

This study includes geothermometric measurements in the barite samples taken from Elmadağbeli, Menteş, Kartalkaya and Mağarebeli iron (siderite, hematite, goethite) deposits, located on the western part of Eastern Taurus. The primary ore is derived from syn-sedimentary siderites conformable with bitumen-shale of Emirgazi Formation. However, late-stage Fe-mineralisations cut across younger units. These ore deposits are structurally and tectonically controlled by fault systems in the study area.

Fluid inclusion studies are carried out on the fine-medium grained, transparent and semi-transparent barite crystals near the these fault zones. Generally, primary inclusions are mostly single phase (liquid) inclusions whereas two phase (liquid+gaseous) inclusions are observed less abundance. The measured two phase (liquid+gaseous) inclusions size range from 2 to 36 microns. Microthermometric studies are performed on barite minerals, taken from all deposits, indicate the 100 - 300°C homogeneous temperatures (Th<sup>0</sup>C). Moreover, the further abundance of single phase (liquid) inclusions than two phase (liquid+gaseous) inclusions indicates that ambient temperature was below 100°C and/or fell below 100°C. In consequence of cooling experiments, the salinity of solutions forming the barite samples varies between %0.9 - %7.2 NaCl equivalent.

When all data evaluated together, the barite minerals began to have occurred at temperatures near 300°C and continued to occurred at less temperatures. Low salinity values of the samples provide evidence for contribution of meteoric fluids to system. The meteoric fluids circulating throughout the post-mineralised fault zones, interacted with the ascending metalliferous fluids and give rise to present-day deposits in the study area.

**Key Words** Eastern Taurus, fluid inclusion, barite, salinity, mineralisation, fault

**Isparta Bölgesi Manganez Cevherleşmelerinin Jeokimyasal Özellikleri**  
**Yeliz Teker<sup>1</sup>, Mustafa Kuşcu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Isparta

Manganez cevherleşmeleri Isparta ili Aksu ilçesine bağlı Bağlı ve Havutlu köyleri ile Isparta iline bağlı İmrezi köyünde bulunmaktadır. Havutlu manganez cevherleşmesi ve Bağlı manganez cevherleşmesi Ladinien (Triyas) yaşlı Tesbihli formasyonunda, İmrezi manganez cevherleşmesi Triyas-Jura yaşlı Ispartaçay formasyonunda yer almaktadır. Cevherleşme genellikle radyolaritler içerisinde ağsal, mercek ve katman şeklinde gelişmiştir. Manganez cevherleşmelerinde pirolusit, psilomelan, braunit, todorokit, kriptomelan, rodokrozit, mangan fosfid, yakobsit, manganokalsit, pirit, magnetit, hematit ve götit cevher mineralleri saptanmıştır.

Manganez zuhurlarında MnO oranı ortalama % 20.19, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oranı ortalama % 2.98 ve SiO<sub>2</sub> oranı ise ortalama % 70.63'dür. Manganez cevherleşmelerinin iz elementler kullanılarak hazırlanan diyagramlarda çoğunlukla hidrojenetik alana düştüğü belirlenmiş ve bu durum cevherleşmelerin Fe/Mn oranı ile desteklenmiştir.

**Anahtar kelimeler** Manganez katmanı, yan kayaç, mineral parajenezi, Fe/Mn oranı

**The Geochemical Properties of Manganese Occurences of Isparta**

**Yeliz Teker<sup>1</sup>, Mustafa Kuşcu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Isparta

The manganese occurences of Isparta are located in Bağılı, Havutlu and İmrezi areas. Havutlu manganese occurence and Bağılı manganese occurence are found in Tesbihli formation of Ladinian (Triyassic), İmrezi manganese occurence are found in Ispartacay formation of Triyassic-Jurassic. Manganese mineralizations are seen generally cutting radyolarite in stockwork, lenticular and normal vein forms. Pyrolusite, psilomelane, braunite, todorokite, cyrptomelane, rhodochrozite, manganese phosphide, jacobsite, manganocalcite, pyrite, magnetite, hematite and goethite are determined as ore minerals in the manganese occurences.

In the manganese occurences, average composition is 20.19 % MnO, 2.98 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and 70.63 % SiO<sub>2</sub>. The diagrams prepared by using trace elements show that manganese mineralizations are determined in the hydrogenetic area and this also supported with the ratio of Fe/Mn of mineralizations.

**Key words** Manganese layer, host rock, mineral paragenesis, Fe/Mn ratio

**Düzce (Akçakoca)-Trabzon Arası Kıyı Tortularının Ana ve İz Element Jeokimyası**

**Tülay Bak, İlknur Batar ve Cüneyt Şen**

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Trabzon

Karadeniz'in güneyinde Kızılırmak ve Yeşilirmak deltalarının bulunduğu kısımlar hariç şelf daha dar bir şerit oluşturur. Söz konusu dar şelfteki tortular genellikle küçük-orta boylu yüksek debili dereler ve açık deniz akıntıları tarafından biriktirilir. Bu çalışmanın amacı şelf tortularındaki ana ve iz element zenginleşmesini kontrol eden faktörleri anlamak ve çevre kayaçların, şelf tortularının bileşimlerinden yola çıkarak bölgesel eşik değerlerin ortaya koyulmasıdır.

Düzce (Akçakoca)-Trabzon arasında 20 farklı noktadan (on iki ana lokasyon) deniz tortusu örnekleri KTÜ DENAR-I Araştırma Gemisi tarafından derlenmiş ve örneklerin ana oksit ve iz element analizleri ICP-MS yöntemiyle ACME (Kanada) laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Pontidlerde yüzeylenen kayaçlara ait jeokimyasal verilerden itibaren ortalama bir değer oluşturulamaması nedeniyle, tortular ortalama kabuk (\*Taylor and McLennan, 1985) değerine göre normalleştirilmiş ve hesaplanan zenginleşme faktörüne göre (EF): Cr>V>Ni>Cu>CaO%> TiO<sub>2</sub>%> Zr>MgO>Mn>Y zenginleşmesi bulunmuştur. Sonuç olarak: bazı elementlerin zenginleşmesinin bölgede yüzeylenen kayaçların kimyasal özellikleri ile ilgisi belirlenmiş ancak Cr, V gibi elementlerin zenginleşmesinin kaynağı soru işareti olarak kalmıştır.

**Anahtar Kelimeler** Güncel deniz çökelleri, jeokimya, Doğu Karadeniz



**Major and Trace element Geochemistry of Trabzon-Akçakoca (Düzce) coastal sediments**

**Tülay Bak, İlknur Batar ve Cüneyt Şen**

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Trabzon

The shelf of the southern coast of Black Sea is so narrow with the exception of deltas of Kızılırmak and Yeşilirmak. The accumulated coastal sediments in this narrow shelf are carried generally by high flowrated small creeks or lesser open sea currents. The main objectives are to understand the process controlling major and trace elements in the surface sediments and to identify regional baseline levels in order to using surrounding rock geochemistry.

Twenty surface sediment samples (twelve main locations) from Düzce (Akçakoca) to Trabzon were collected by research vessel of KTÜ DENAR-I and were analyzed using ICP-MS (in ACME laboratories, Canada) for major and trace elements. Due to insufficient geochemical data in the literature from the outcrops of the Pontides formations to set off average crust value of Pontide, obtain data for sediments normalized by using the average crust value of Taylor and McLennan, 1985. The results indicate that enrichment of the some elements positively correlate with surrounding formations but source of enrichment of some elements like Cr, V cannot be identified.

**Key words** Recent sea sediments, geochemistry, eastern Black Sea

\*Taylor, S.R. and McLennan, S.M., 1985, The continental crust: its composition and evolution: Blackwell Scientific Publications, Oxford, 312 p.

**Neojen Göl Sedimanlarında Oluşum Ortamına göre Mineralojik ve Jeokimyasal Değişimler (Elazığ Güneyi)**

**Dicle BAL AKKOCA**

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Elazığ

Bu çalışmada Elazığ'ın güneyinde yer alan Neojen (Üst Miyosen-Pliyosen) tortulların mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ile bazı neoformasyon minerallerin oluşumu ve dağılımları incelenmiştir. Killi, kumlu, karbonatlı seviyelerden oluşan göl istifinde iki farklı lokasyondan alınan ölçülü kesitlerde X-Işınları difraksiyonu (tüm kayaç ve kil fraksiyonu), taramalı elektron mikroskopi (SEM) ve jeokimyasal analizler yapılmıştır. Göl baseninin en yaygın parajenezi kil+kalsit olup bu birlikteliğe sırasıyla dolomit, kuvars, feldispat ve opal mineralleri eşlik etmektedir. Kil mineralleri smektit, paligorskit, klorit, illit, S-I, S-C, sepiyolit ve halloysittir. Gölün kenar kesimlerinde kalsit, kuvars, feldispat mineralleri yüksek oranda iken, basenin merkezine doğru dolomit ve sepiyolit mineralleri ortaya çıkmaktadır. Paligorskit her iki ortamda da mevcuttur. Göl baseninin merkezine doğru pH, tuzluluk, alkalinite ve Mg/Ca artışı dolomit ve sepiyolit oluşmasına neden olmuştur. Elementlerin jeokimyasal davranışları mineral birlikteliklerini göstermekte, havzanın kenar ve merkezi kesimlerini ayırmada önemli olan mineralojik parajenezlere jeokimyasal veriler de uyum göstermektedir. Ba/Sr ve Rb/Sr oranları otijenik karbonat ve sepiyolit oluştuğu basenin merkezi kesimlerinden alınan örneklerde daha düşüktür. Bu da Sr'mun karbonat ve Mg'ca zengin kil minerallerini tercih etmesinden kaynaklanmaktadır. %95 güvenilirlikte MgO, CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO, Ba, Sr 'mun SiO<sub>2</sub> ile negatif korelasyonu silikat-karbonat ayırımı belirtmektedir. K<sub>2</sub>O ile TiO<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sc, Ga, Hf, Nb, Th, V, Zr pozitif korelasyonu illitin detritik olduğunu, NTE elementlerinin Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile pozitif korelasyonu ise bu elementlerin ayrışma boyunca ortamdaki uzaklaşmadığı ve killeri tercih ettiğini göstermektedir.

**Anahtar kelimeler** Neojen gölsel killer, paligorskit, sepiyolit.

**Mineralogical and Geochemical Changes of Neogene Lake Sediments as a Record of Environmental Change, (Southern Elazığ)**

**Dicle BAL AKKOCA**

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Elazığ

In this study, the mineralogic-geochemical properties, the formation and distribution of some neof ormation minerals of Neogene (Upper Miocene-Pliocene) sediments which is located at southern Elazığ have been investigated. X-Ray diffraction (whole rock and clay fraction), scanning electron microscopy (SEM) and geochemical analyses are carried out on clayey, sandy and carbonated samples taken from two different measured sections. The common whole minerals of basin are clay+calcite, the other minerals are in decreasing order; dolomite, quartz, feldspars and opal. The clay minerals are smectite, paligorskite, chlorite, illite, S-I, S-C, sepiolite, and halloysite. The margins of the basin are rich in calcite, quartz and feldspar. Dolomite - sepiolite emergence toward central of the basin because of geochemical variations. Paligorskite is present at two section. Increasing of alkalinity, salinity, pH and Mg/Ca caused for formation of dolomite+ sepiolite towards central parts of basin. Behaviour of elements show mineral paragenesis, and geochemical data are in accordance with mineralogical paragenesis, which are important for discrimination of merge and centre of the lake basin. Ba/Sr and Rb/Sr ratios are low in the parts of centre of basin which have carbonate and sepiolite formations, because Sr prefer carbonate and Mg- rich clay. Negative correlation of MgO, CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO, Ba, Sr with SiO<sub>2</sub>, (95% confidence), show silicate-carbonate discrimination. Positive correlation of TiO<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sc, Ga, Hf, Nb, Th, V, Zr with K<sub>2</sub>O show detritic illite. NTE have positive correlation with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. This shows that NTE do not leave the environment during decomposition and prefer clays.

**Key words** Neogene lacustrine clays, paligorskite, sepiolite.

**Soğanlı-Uyandık (Elazığ) Arasındaki Elazığ Magmatitlerinin Jeokimyası ve Tektonik Ortamı**

**Cahit Dönmez<sup>1</sup>, Osman Parlak<sup>2,3</sup>, Nail Yıldırım<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520, Ankara

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

<sup>3</sup>Adıyaman Üniversitesi, Mesleki ve Teknik Eğitim Fakültesi, 02040 Adıyaman

<sup>4</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Md., Orta Anadolu 4. Bölge Müdürlüğü, 44100 Malatya

İnceleme alanı, Doğu Toroslarda, Elazığ iline bağlı Kovancılar ilçesi sınırları içerisinde Soğanlı-Uyandık köyleri arasında yer alır. İnceleme alanı çevresinde temelde Geç Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri yer alır. Temel üzerine açılmal uyumsuzlukla Orta-Üst Eosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Çaybağı Formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı Palu Formasyonu yüzeylenmektedir. Elazığ Magmatitleri inceleme alanında tabanda yastık yapılı spilitik bazaltlardan, üst seviyelere doğru piroksenli andezitik lav akıntıları, piroklastikler ve bunlarla ardalanmalı olarak riyodasit ve riyolitler ile en üstte volkanojenik kumtaşlarından oluşmaktadır.

Elazığ Magmatitlerine ait volkanitlerin oluştuğu jeodinamik ortamı belirlemek amacıyla 20 adet örnekten ana oksit, iz ve nadir toprak element içerikleri analiz edilmiştir. Ti/Y-Nb/Y diagramında volkanik kayaların toleyitik karakterde oldukları (Ti/Y=46-218, Nb/Y=0,03-0,17) görülmektedir. N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramı incelendiğinde LIL (Rb, K, Ba, Th) ve Sr-Pb elementleri açısından bir zenginleşme, Nb-Ta elementlerince fakirleşme ve HFS elementleri açısından N-MORB'a göre paralellik gösterdikleri gözlenmektedir. Volkanik kayaların Zr, Y ve Nb element içeriklerinin pozitif korelasyonu, olivin-klinopiroksen-plajiyoklas kristallenmesini işaret etmektedir. Bu diyagramlarda göze çarpan en önemli özellik Th elementindeki pozitif ve Nb elementindeki negatif anomalilerdir.

Volkanik kayaların nadir toprak element şekillerinin kondrite göre normalize edilmiş örümcek diyagramında genel olarak yatay veya yataya yakın görünümü [(La/Lu)<sub>N</sub>=0,61-2,99] ada-yayı toleyitlerinin tipik özelliklerinden birisidir. Alterasyona dayalı iz elementlere dayalı tektonomagmatik ayırtlama diyagramları volkanik kayaların okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluştuğunu göstermektedir. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayalar üzerinde tarafımızca yürütülen çalışmalardaki ayrıntılı arazi gözlemleri ve jeokimyasal analiz sonuçları göz önüne alındığında, bu kayaların toleyitik magmadan türedikleri ve Neotetis'in güney kolunda okyanus içi dalma batma zonu üzerinde gelişmiş Geç Kretase yaşlı ada yayına bağlı oluştuğu anlaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** Doğu Toroslar, Elazığ Magmatitleri, jeokimya, tektonik ortam, toleyitik, bazalt

**Geochemical Properties and Tectonic Setting of Elazığ Magmatics Between Soğanlı – Uyandık (Elazığ)**

**Cahit Dönmez<sup>1</sup>, Osman Parlak<sup>2,3</sup>, Nail Yıldırım<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520, Ankara

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

<sup>3</sup>Adıyaman Üniversitesi, Mesleki ve Teknik Eğitim Fakültesi, 02040 Adıyaman

<sup>4</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Md., Orta Anadolu 4. Bölge Müdürlüğü, 44100 Malatya

Study area located in eastern Taurides, between Soğanlı and Uyandık Villages of Kovancılar County, Elazığ province. The base geological unit of the study area is the Late Cretaceous aged Elazığ Magmatics. This magmatic succession includes different rock types: spilitic pillow lavas located at the bottom section, piroxene bearing andesitic lava flows, pyroclastics and alternating riolite and rhyolites and volcanogenic sandstones as the uppermost unit were identified. Middle – Upper Eocene aged Kırkgeçit formation, Upper Miocene – Pliocene aged Çaybağı formation and Plio – Quaternary aged Palu formation overlies these units unconformably.

Major element oxides, trace element and REE analyses were conducted from twenty samples collected from the volcanic section to identify the geodynamic setting of this section of Elazığ Magmatics. Volcanic section have a tholeiitic character according Ti/Y-Nb/Y diagram (Ti/Y=46-218, Nb/Y=0,03-0,17). Enrichments in LIL (Rb, K, Ba and Th), Sr and Pb; depletion in Nb, Ta and parallel trend in HFS elements were identified in spider diagram normalized to N-MORB. The positive correlation between Zr, Y and Nb reflected the fractional crystallization of olivine-clinopyroxene-plagioclase system. Positive anomaly of Th and negative anomaly of Nb elements are the most important observations.

The trends of the REE of the volcanic rocks in chondrite-normalized spider diagrams are generally flat [(La/Lu)<sub>N</sub>=0,61-2,14] and this pattern is typical in island arc tholeiites (IAT). The tectonomagmatic discrimination diagrams based on immobile trace elements suggest that they formed on the intra-oceanic subduction zone setting. Detailed geological field observations and geochemical data indicate that these volcanic units of the Elazığ Magmatics are derived from tholeiitic magma and they are formed in Late Cretaceous aged island-arc related to the supra-subduction zone of the southern branch of Neotethys.

**Key words** Eastern Taurus, Elazığ Magmatics, geochemistry, tectonic setting, basalt

**Küçükfindıkpınar-Erdemli-Mersin Bölgesinde Yetişen Karaçam (*Pinus nigra*) Bitkisinin Bor için Biyojeokimyasal Prospeksiyonu**

**Onur Şahinol, Zeynep Özdemir ve Erkan Demir**

Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, Çiftlikköy-Mersin

Biyojeokimyasal prospeksiyon yöntemleri, bilinmeyen maden cevherlerinin ortaya çıkarılması amacıyla bitki örneklerinin kimyasal analizlerinin yapılması ilkesine dayanmaktadır. Bu amaçla bor elementinin oluşturduğu maden yataklarının saptanması için *Pinus nigra* (karaçam) bitki türünün belirtgen bitki olduğu literatürde saptanmıştır. Çalışma bölgesinde bol ve baskın olan *Pinus nigra* bitki türü ve üzerinde yetiştiği topraktan toplam 30 adet bitki ve toprak örneği alınmıştır. Toprak ve bitkilerin (dal ve yaprak) element analizleri spektrofotometre ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürdeki toprak, bitki değerleriyle karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçlarıyla hem *Pinus nigra* ( $r=-0.6819$  dal için,  $r=-0.6819$  yaprak için, %99 güvenirlikle) bitki türünün belirtgen bitki olduğu onaylanmış hem de bölgenin bor içeriği açısından biyojeokimyasal prospeksiyonu yapılmıştır. Bu bölge bor yatağı için umutlu sayılabilir. Ayrıntılı çalışmaların yapılması önerilebilir.

**Anahtar kelimeler** B, Biyojeokimyasal Prospeksiyon, Küçükfindıkpınar-Erdemli-Mersin

**The Biogeochemical Prospecting of The *Pinus nigra* for Boron Growing in The Küçükfindıkpınarı-Erdemli Area in Mersin**

**Onur Şahinol, Zeynep Özdemir ve Erkan Demir**

Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, Çiftlikköy-Mersin

The method of biogeochemical prospection, with aim of exploring unknown mine ores, bases on the principle of chemical analysis of plant samples. For this purpose, in order to determine the ore beds that boron elements form, it is found out in literature that the *Pinus nigra* (larch) is the indicator plant. 30 pieces of plant and soil samples are taken from that the *Pinus nigra* are abundant and dominant in operating area along with the soil. Element analysis of soil and (twigs and leaves) plants are carried out by spectrophotometer. The findings are compared with the soil and plant value in literature. With the analysis results, both indicator plant -*Pinus nigra* ( $r=-0.6819$  for twigs and  $r=-0.6819$  for leaves, % 99 reliability ) is approved and biogeochemical prospection for boron content were made. This area for boron mineral deposits can be considered hopeful, detailed prospecting work may be recommended.

**Key words** B, Biogeochemical Prospecting, Küçükfindıkpınar-Erdemli-Mersin

**Eskipazar (Karabük) çevresindeki yeraltısularında tarımsal aktivitelere bağlı nitrat ve ağır metal kirlilikleri**

**Tülay EKEMEN KESKİN**

Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, SİVAS

Dünyanın birçok ülkesinde tarımsal faaliyetler sırasında kullanılan kimyasallar nedeniyle yeraltı ve yerüstü suları büyük bir kirlenme tehdidi altında kalmaktadır. Bu tehdidin 696 km<sup>2</sup> yüzölçümüne sahip Eskipazar ve çevresinde var olup olmadığını araştırmak amacıyla çalışmalar yapılmıştır ve gevşek çakıllıtaşı, kumtaşı, çamurtaşı, silttaşı, kiltası, seviyelerinden oluşan Örencik Formasyonu, kireçtaşlarından oluşan Örencik Formasyonuna ait Yörük üyesi, Örencik Formasyonu ve Yörük üyesinin birlikte bulunduğu alanlar ve alüvyondan boşalan sularda nitrat (NO<sub>3</sub>) kirliliği gözlenmiştir. Bu alanlarda yoğun tarımsal aktivite gerçekleştirilmektedir ve bu sular içme ve kullanma suyu olarak kullanılmaktadırlar. Özellikle NO<sub>3</sub> konsantrasyonu çok yüksek olan Örencik Formasyonunda açılmış kuyularda konsantrasyonları dönemsel olarak değişen B, Pb, Hg, Se gibi kirlilikleri de saptanmıştır. Bu sularda S, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, Ga, Br, Sr, Y, I, Ba, U miktarları da çalışma alanında bulunan diğer soğuk sulara oranla biraz daha yüksek düzeyde bulunmaktadır. Ayrıca bazı kuyulardaki (EK-39 ve/veya EK-40) bazı iz element konsantrasyonları (Se, Hg, Pb, Cu, Zn, Ga, Y, Pd, I, Ba, U) çalışma alanında bulunan sıcak ve/veya mineralli su kaynaklarının ortalama değerlerinden de daha yüksek düzeyde bulunmaktadır. Alüvyonda açılmış kuyuda ise NO<sub>3</sub> kirliliğinin yanında yüksek düzeyde Ca ve SO<sub>4</sub> kirliliği de gözlenmektedir. Kanalizasyon sisteminin tam olduğu ve herhangi bir cevherleşme, sanayi merkezi, çöp depolama alanı vb. kirletici kaynakların bulunmadığı bu alanlarda, bu kirliliklerin tarım faaliyetleri sırasında kullanılan gübre ve tarım ilaçlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu sularda bazı iz element değerlerinin dönemsel olarak değişmesi, su-kayaç etkileşimi, gübre ve pestisit kullanım dönemi, yağış miktarı, yeraltısuyu seviyesi, elementlerin bitkiler tarafından kullanımı, elementlerin hareketliliği, ortamın pH'ı, redoks potansiyeli, adsorbsiyon/desorpsiyon olayları, biyokimyasal süreçler vb. nedenlere bağlı olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler** Eskipazar, yeraltısuyu, nitrat, ağır metal kirliliği



**Nitrate and heavy metal pollutions resulting from agricultural activity in Eskipazar (Karabuk) vicinity**

**Tülay EKEMEN KESKİN**

Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, SİVAS

In most countries of the world, groundwater and surfacewater is under a big threat of pollution due to chemicals used in agricultural activities. Research studies were performed in order to determine whether this threat exists in Eskipazar and its surrounding with a surface area of 696 km<sup>2</sup> or not. Nitrate pollution (NO<sub>3</sub>) was observed in waters discharging from Örencik Formation consisting of loose conglomerate, sandstone, mudstone, siltstone, claystone levels, from Yörük member of Örencik Formation consisting of limestones, from areas where Örencik Formation and Yörük member are located together and from alluvium. Agricultural activities are performed in these areas. These waters are used as drinking water and domestic water. In particular, pollutions such as B, Pb, Hg, Se with periodically changing concentrations were detected in wells drilled in Örencik Formation featuring a very high NO<sub>3</sub> concentration. The concentrations of S, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, Ga, Br, Sr, Y, I, Ba, U in these waters are also at a bit higher level compared to other cold waters in the study area. The concentrations of some trace elements (Se, Hg, Pb, Cu, Zn, Ga, Y, Pd, I, Ba, U) in some wells (EK-39 and/or EK-40) are at a bit higher level compared to average values of geothermal and/or mineral waters in the study area. In addition to the NO<sub>3</sub> pollution, high level of Ca and SO<sub>4</sub> pollution is observed in the well drilled in alluvium. In addition some trace element concentrations determined in the wells drilled in Örencik Formation are at higher levels compared to average values of geothermal and/or mineral springs in the study area. These pollutions observed in these areas featuring a complete sewage system, without any polluting sources such as mineralization, industrial center, waste disposal area, etc. are believed to be arising from fertilizers and pesticides used in agricultural activities. Water-rock interaction, usage period of fertilizers and pesticides, amount of precipitation, groundwater level, usage of elements by the plants, mobility of elements, pH value of environment, redox potential, adsorption/desorption, biochemical processes, etc. are believed to be the reasons of the periodical change of some trace element values in these waters.

**Key words** Eskipazar, ground water, nitrate, heavy metal pollution

**Üst Kretase yaşlı bazaltlarda (Trabzon) bozunma ile jeokimyasal özellikler arasındaki ilişkiler**

**Selçuk ALEMDAĞ<sup>1</sup> ve Zülfü GÜROCAK<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane, Türkiye

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye

Bu çalışmada farklı bozunma derecesine sahip bazaltlarda, bozunma derecesi ile jeokimyasal özellikler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bazaltlardan ISRM tarafından önerilen bozunma sınıflamasına uygun olarak farklı bozunma derecesine sahip örnekler derlenmiş ve bu örneklerin ana oksit değerleri belirlenmiştir. Bazaltlarda bozunma derecesi ile ana oksitler arasındaki ilişkiler basit regresyon analizleri ile incelenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre, bazaltlarda bozunmanın artması ile SiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> ve K<sub>2</sub>O değerleri azalmakta, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO ve CaO değerleri ise artmaktadır. Bu değişimler bazaltlarda bozunma ile birlikte ayrışmanın da etkin olduğunu göstermektedir.

**Anahtar kelimeler** Ana oksit, ayrışma, bazalt, bozunma

**The Relationships between Weathering Degree and Geochemical Properties  
in the Upper Cretaceous Basalts (Trabzon)**

**Selçuk ALEMDAĞ<sup>1</sup> ve Zülfü GÜROCAK<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane, Türkiye

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye

In this study, the relationships between weathering degree and geochemical properties in basalts having different weathering degree were examined. Basalts having different weathering degree were collected in accordance with the weathering classification of ISRM and major oxide values of these samples were analyzed. The relationships between weathering degree and major oxide values were evaluated using simple regression analyses. According to statistical evolutions, the values of SiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> and K<sub>2</sub>O decrease and the values of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO and CaO increase while the weathering degree of basalts increases. These changes in the major oxides show that alteration also effects with weathering on the basalts.

**Key words** Alteration, basalt, major oxide, weathering

**Türkiye'nin ayrışma indeksi haritası ve bazı endüstriyel uygulama alanları**

**İskender IŞIK<sup>1</sup>, Deniz UZUNOĞLU<sup>2</sup>, Mehmet KARACA<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dumlupınar Üniversitesi, Seramik Mühendisliği Bölümü, Kütahya

<sup>2</sup> Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya

<sup>3</sup> İTÜ, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Maslak-İstanbul

Jeolojik bir terim olan ayrışma, yeryüzünde veya yeryüzüne yakın kayalarda hava, su, sıcaklık değişiklikleri, canlılar ve diğer çevresel faktörler tarafından yapılan parçalanma, ufalanma, ayrılma, çözünme ve çürüme gibi değişikliklerin tümünü kapsayan bir tanıma sahiptir. Ayrışma başlıca; (1) fiziksel (mekanik) ayrışma ve (2) kimyasal ayrışma olarak iki alt türe ayrılır.

Herhangi bir kayaç düşük sıcaklık ve düşük basınçta, su ve atmosferik gazları içeren yeryüzü şartları altında (oluşum şartları dengesi bozulduğu zaman) kimyasal ayrışma meydana gelir. Kimyasal ayrışma hidroliz, çözünme, oksidasyon ve biyokimyasal etki şeklinde olabilir. Kimyasal ayrışmada etkin bir diğer parametre iklim koşullarıdır. Özellikle sıcaklığın yüksek olduğu nemli yerlerde kimyasal ayrışma çok daha çabuk gerçekleşir.

Fiziksel ayrışma ise kayaların kimyasal bileşimleri değişmeden ufak parçalara ayrılmasıdır. Fiziksel ayrışmaya yol açan başlıca süreçler; sıcaklık ve basınç değişimleridir. Donma-çözülme, genişleme-büzülme, mekaniksel eksfolasyon ve sürtünme başlıca fiziksel ayrışma türleridir. Ayrıca karınca ve solucan gibi organizmalarda yaşadıkları zemini gevşetmek ve karıştırmak suretiyle fiziksel ayrışmaya yardımcı olurlar. Kimyasal ve fiziksel ayrışmaya maruz kalan mineral ve kayalarda değişikliklerin olması söz konusudur. Ayrışma, başlıca çamur (kil ve silt) ve kum boyutlu tortular ile kırıntılı ayrık kil yataklarını oluşturur.

Bu çalışmada 90 istasyona ait iklim verileri kullanılarak Türkiye'de ayrışma indeksi bölgeleri az, orta ve çok şeklinde belirlenmiştir. Sonuçlara göre, İzmir, Mersin, Adana, Sinop, Antalya ve Trabzon illerinde az ayrışma, Zonguldak, Samsun, Ordu, Giresun, Rize, Bayburt, Amasya, Karabük, Tokat, Muğla, Manisa, Aydın, Denizli, Osmaniye, Antakya, Kahramanmaraş, Kilis, Kilis, Kırklareli, Tekirdağ, İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Bilecik, Çanakkale, Balıkesir, Yalova, Aksaray, Nevşehir, Kırşehir, Çankırı, Karaman, Adıyaman, Şanlıurfa, Batman, Siirt, Kars, Iğdır, Ardahan ve Şırnak illerinde orta ayrışma bulunmuştur. Artvin, Kastamonu, Çorum, Bartın, Gümüşhane, Kütahya, Uşak, Afyon, Burdur, Isparta, Edirne, Bolu, Bursa, Düzce, Eskişehir, Ankara, Kırıkkale, Yozgat, Sivas, Kayseri, Konya, Niğde, Gaziantep, Van, Mardin, Diyarbakır, Erzurum, Erzincan, Ağrı, Malatya, Elazığ, Bingöl, Muş, Hakkari, Tunceli ve Bitlis illerinde çok ayrışma elde edilmiştir.

Hazırlanan Türkiye'nin Ayrışma İndeksi Haritası (Şekil 1): (1) ayrışma indeksi farklılıkları ile kil yatakları oluşumu arasındaki korelasyonun (?) tanımlanmasında, (2) dış cephe kaplama malzemelerinin standardizasyonunda, (3) doğal yapıtların ve arkeolojik kültür varlıklarının korunmasında ve (4) karayollarının atmosferik etkilere dayanımlarının saptanmasında belirleyici olacağı düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler** Ayrışma, Türkiye Ayrışma İndeksi Haritası, Kil.

**The Map of Weathering Indices in Turkey and Its Application in Some Industrial Areas**

**İskender IŞIK<sup>1</sup>, Deniz UZUNOĞLU<sup>2</sup>, Mehmet KARACA<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dumlupınar Üniversitesi, Seramik Mühendisliği Bölümü, Kütahya

<sup>2</sup> Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya

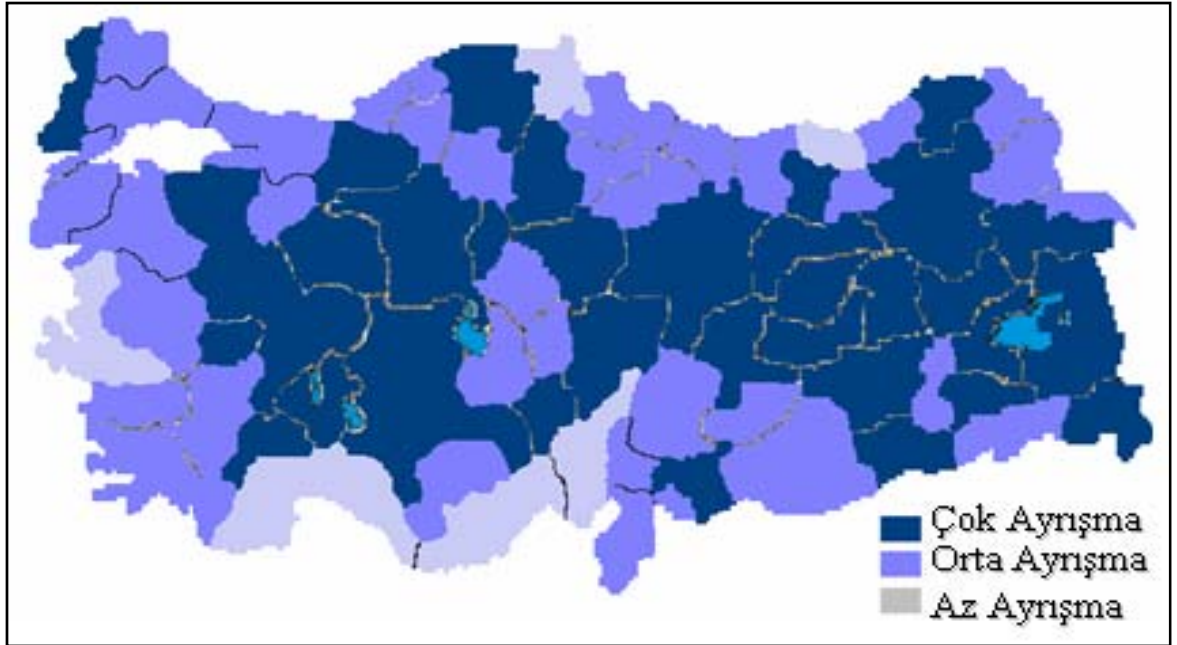
<sup>3</sup> İTÜ, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Maslak-İstanbul

Weathering is the disintegration and decomposition of rocks and minerals at or near the surface of the earth. Two important classifications of weathering processes exist — physical and chemical weathering. Weathering processes create sediments (primarily mud and sand) and soil.

In this study, weathering index regions of Turkey were prepared (Figure 1). According to the calculated results, İzmir, Mersin, Adana, Sinop, Antalya and Trabzon were designated as negligible weathered regions, Zonguldak, Samsun, Ordu, Giresun, Rize, Bayburt, Amasya, Karabük, Tokat, Muğla, Manisa, Aydın, Denizli, Osmaniye, Antakya, Kahramanmaraş, Kilis, Kırklareli, Tekirdağ, İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Bilecik, Çanakkale, Balıkesir, Yalova, Aksaray, Nevşehir, Kırşehir, Çankırı, Karaman, Adıyaman, Şanlıurfa, Batman, Siirt, Kars, Iğdır, Ardahan and Şırnak were designated as moderate weathered regions, Artvin, Kastamonu, Çorum, Bartın, Gümüşhane, Kütahya, Uşak, Afyon, Burdur, Isparta, Edirne, Bolu, Bursa, Düzce, Eskişehir, Ankara, Kırıkkale, Yozgat, Sivas, Kayseri, Konya, Niğde, Gaziantep, Van, Mardin, Diyarbakır, Erzurum, Erzincan, Ağrı, Malatya, Elazığ, Bingöl, Muş, Hakkari, Tunceli and Bitlis were designated as severe weathered regions.

It is concluded that there should be 4 application fields in industry for the map.

**Key words** Weathering, Weathering Indices in Turkey, Clay.



**Şekil 1.** Türkiye Ayrışma İndeksi Haritası.

**Figure 1.** A Map of Weathering Indices in Turkey.

## Toprakta İkincil Karbonat Oluşumunun Stabil İzotop Jeokimyası

Ahmet Mermut

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Osmanbey Yerleşkesi Şanlıurfa

Karbon jeokimyası bilim adamlarını günümüzde ve gelecek yüzyıllarda en çok ilgilendiren konulardan biri niteliğindedir. Stabil İzotop teknikleri çevre ve geçmiş iklimlerle ilgili yeni bilgiler elde etme olanağı tanımaktadır. Bu tekniklerle karbon stokları ve döngüsü hakkında da çok değerli bilgiler vermektedir. Toprakta ikincil karbonatlar, bugüne kadar bilinenin aksine, çoğunlukla organik karbonun oksitlenmesinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Organik ve inorganik karbon bileşenlerinin yaklaşık 3000 Pg lık bölümü toprakta bulunmaktadır. Bu miktarın  $\frac{1}{4}$  ü de atmosferde bulunmaktadır. Topraktaki yaklaşık 1500 Pg organik ve 1500 Pg da inorganik karbon bulunmaktadır. Toprakta bulunan ikincil karbonatların miktarları hakkında güvenilir bilgiler henüz yeterli değildir ve stabil izotop jeokimyası bize bugün güvenilir bilgiler vermektedir. Bu yöntem beklendiği gibi fazlaca pahalı ve aynı zamanda uzun süre alan bir yöntem olmadığından gelişmekte olan ülkelerde de kullanılabilir.

Havadaki CO<sub>2</sub> endüstriyel devrimden bu yana giderek artmaktadır ve bu artış dünyada sıcaklık artmasına sebep olmaktadır. 1960'lı yıllarda artma hızı 0.83 ppm yıl<sup>-1</sup>, 1970'li yıllarda 1.28 ppm yıl<sup>-1</sup>, 1980'lerde 1.53 ppm yıl<sup>-1</sup>, ve 1992'de atmosferik CO<sub>2</sub> konsantrasyonu 355 ppm ulaşmış bulunmaktadır (Schimel et al., 1994). Bilindiği gibi artışın global - iklim değişimine tarımsal üretime, insan sağlığına, ve karasal ve akuatik ekosistemlere doğrudan etki yapmaktadır (IPCC, 2000). Bu sununun amacı toprakta karbon dinamiğini hakkındaki bilgilerimizin genel bir değerlendirmesini yapmak ve hangi yöntemlerle toprakta kalış süresini arttırmanın yollarını gözden geçirmektir.

Havadaki artan karbon miktarlarını azaltmak için önerilen yöntemler arasında havanın CO<sub>2</sub> una öncelikle bitkilere bağlamak ve sonrada organik maddenin oksitlenmesiyle toprakta ikincil kirece dönüştürmek öne sürülmüştür. Toprakta organik karbonun kalma süreci 2000 yıldan az olmasına rağmen ikincil karbonatların döngüsü 80 000 yıl olarak hesaplanmıştır. Bugüne kadar yapılan çalışmalar karbon stokları ve döngüsü hakkında daha ayrıntılı bilgi çağına ulaşmış olduğumuzu göstermektedir.

**Anahtar kelimeler** Jeokimya, İkincil Karbonat Oluşumu, Stabil İzotop, Toprak

### Kaynakça

- IPCC, 2000. IPCC, 2000a. Climate Change: The Scientific Basis. Cambridge University Pres, Cambridge, UK, 116p.
- Schimel, D., Enting, I. G., Heimann, M., Wigley, Y. T. M. L., Raymond, D., Alves, D and Siegenthaler, U. 1994. CO<sub>2</sub> and the Carbon Cycle. In: Wigley, T. M. L and Schimel, D. S. (ed.). The Carbon Cycle. Cambridge University Pres, pp 7 - 36, UK. 1., 1994.



ana sponsor



**TÜPRAG**



**BELEN**  
mühendislik serv. ve tic. ltd. şti.

diğer sponsorlarımız