Türkiye Jeoloji Bülteni **Cilt 56, Sayı 2, Nisan 2013**
Geological Bulletin of Turkey *Volume 56, Number 2, April 2013*

Bolkardağı Birliği Devoniyen Yaşlı Metakumtaşlarının Petrografisi ve Jeokimyası: Sedimanter Süreçler, Provens ve Tektonik Ortam İçin Bazı Sınırlamalar

Petrography and geochemistry of Devonian aged metasandstones of Bolkardağı Unit: some constrains on sedimentary procesess, provence and tectonic environment

Ömer BOZKAYA[1], Hüseyin YALÇIN[2], Remzi ERYILMAZ[3]
[1]Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Kınıklı Kampüsü, 20070 DENİZLİ
[2]Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 SİVAS
[3]MTA Orta Anadolu 1. Bölge Müdürlüğü, 58070 SİVAS
(e-posta:yalcin@cumhuriyet.edu.tr)

ÖZ

Orta (Bozkır-Konya, İsalı formasyonu Gerez üyesi) ve Doğu (Kangal-Sivas, Kangal formasyonu Bakırtepe üyesi) Toroslar'da allokton Bolkardağı Birliği'ne ait Devoniyen yaşlı metakumtaşları; başlıca kuvars (monokristalin ve polikristalin), feldispat (mikroklin ve plajiyoklaz), fillosilikat (illit, klorit, C-V, C-S ve dikit) ve kayaç parçaları (fillit ve kuvarsit) içermektedir. Polikristalin kuvars, mikroklin ve fillitik kayaç parçaları Bakırtepe üyesinde, plajiyoklaz ise Gerez üyesinde daha yüksek miktarda bulunmaktadır. Gerez üyesi genellikle kuvars arenit, Bakırtepe üyesi ise subarkoz bileşimli metakumtaşları ile temsil olunmaktadır. Devoniyen yaşlı metakumtaşları, altında ve üstündeki aynı yaşlı birimlere göre litolojik (kum boyu silisiklastik kayaçların baskınlığı) ve mineralojik (daha fazla feldispat ve kuvars içermesi, 1*M* illitlerin ortaya çıkması, farklı fillosilikat birliktelikleri) farklılıklara sahiptir. Metakumtaşları, yüksek SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 ve K_2O içeriği ile karakteristik olup; feldispat türlerine bağlı olarak Bakırtepe üyesi Gerez üyesine göre K_2O içeriği bakımından zengin, buna karşın CaO ve Na_2O içerikleri bakımından daha fakirdir. Metakumtaşlarının kondrite normalize iz element dağılımlarına göre; Bakırtepe ve Gerez üyeleri birbirinden ayrılmakta ve hem sedimanter hem de magmatik kökenli kaynak alanlardan beslendiğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak; Bolkardağı Birliği'nin birimleri yaş, stratigrafik konum ve litolojik benzerlikler sunmakla birlikte, kaynak alanı, çökelmesi ve diyajenez/metamorfizma tarihçesi açısından önemli farklılıklar içermektedir. Bu farklılıklar, kesiksiz bir sedimantasyondan ziyade, olasılıkla Torosların kuzey birliklerine özgü Variskan orojenezi ile ilişkili transgresyonla provensteki ani değişimlerden kaynaklandığı biçiminde değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toros Kuşağı, Bolkardağı Birliği, Kil/Fillosilikat, Petrografi, Jeokimya

ABSTRACT

The Devonian metasandstones from allocthonous Bolkardağı Unit outcropping in Central (Bozkır-Konya, İsalı formation Gerez member) and Eastern (Kangal-Sivas, Kangal formation Bakırtepe member) Taurides mainly include quartz (monocrystalline and polycrystalline), feldspar (microcline and plagioclase), phyllosilicate (illite, chlorite, C-V, C-S and dickite) and rock fragments (phyllite and quartzite). Polycrystalline quartz, microcline and phyllitic rock fragments found as higher amounts in the Bakırtepe member, but plagioclase in the Gerez member. The metasandstones are represented by a composition of quartz arenite in the Gerez member, whereas of subarkose in the Bakırtepe member. Devonian metasandstones have differences such as lithologic (dominance of sand-size siliciclastic rocks) and mineralogic (more feldspar and quartz, appearance of 1M illites, different phyllosilicate assemblages) with respect to overlying and underlying units with same age. Metasandstones were characterized by high contents of SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 and K_2O, and Bakırtepe member is rich in K_2O but poor in CaO ana Na_2O in comparison with those of the Gerez member depending on feldspar types. Bakırtepe and Gerez members are separated from one another and fed largerly from both sedimentary and magmatic sources according to the ratios of chondrite-normalized trace elements. As a conclusion; The members of Bolkardağı Unit have the same age and similar stratigraphic setting and lithologies, hovewer some important differences with respect to their sources, sedimentations and diagenetic/metamorphic histories. These differences were evaluated as sudden changes in provence through transgression related to Variscan orogeny peculiar to northern units of Taurides rather than continuous sedimentation.

Key Words: *Tauride Belt, Bolkardağı Unit, Clay/Phyllosilicate, Petrography, Geochemistry*

GİRİŞ

İnceleme alanı allokton Bolkardağı Birliği'nin Orta Toroslar (Bozkır-Konya) ve Doğu Toroslar (Kangal-Sivas) biçiminde iki bölge ile sınırlandırılmış olup; Bozkır bölgesi Konya N 27-c2, c3 ve N28-d1, d2, d3, d4 nolu 1 : 25.000 ölçekli topoğrafik paftaların kesiştiği yaklaşık 500 km^2, Kangal bölgesi ise Divriği J 39-d2 paftası içerisindeki yaklaşık 125 km^2 lik bir kesimi kapsamaktadır.

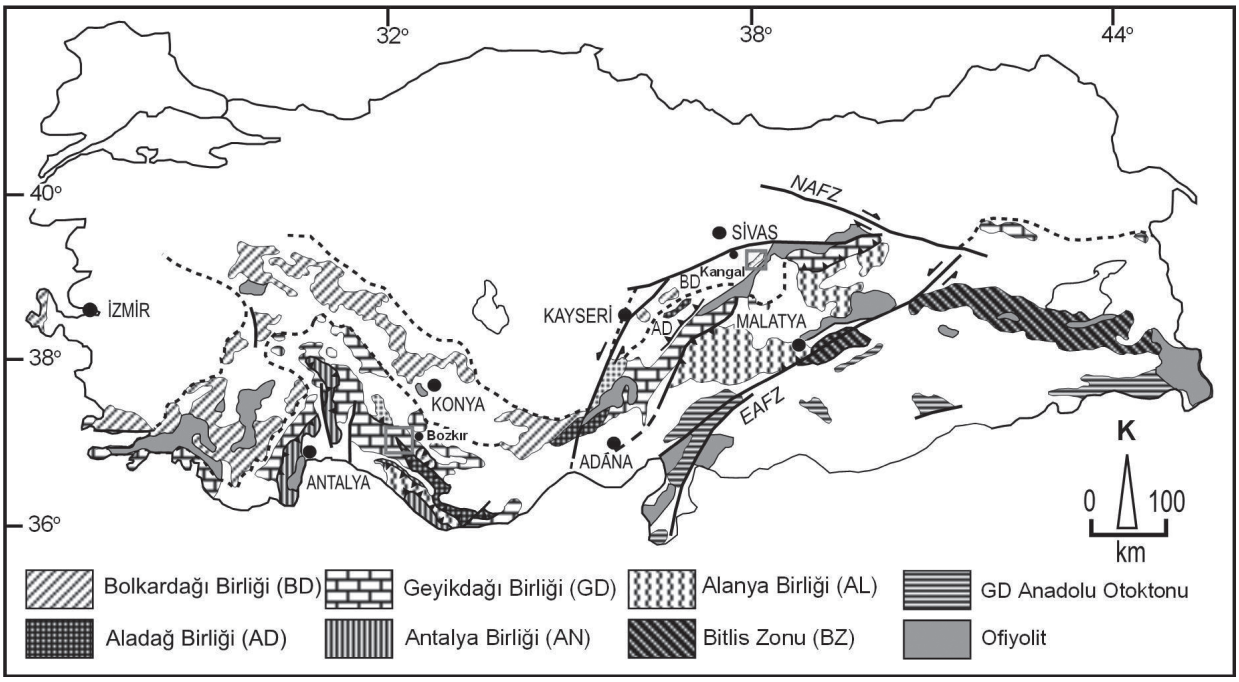
İnceleme alanının yer aldığı Torid-Anatolid Platformu bir Alpin kıtasal mikrolevhasını temsil etmekte olup, Geç Kretase yaşlı Alpin orojenezi nedeniyle Neotetis okyanusunun kapanması ve çarpışma sonucu kabuk kalınlaşmasına uğramıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Göncüoğlu ve diğ., 1997). Toridleri oluşturan naplar veya tektono-stratigrafik birliklerden kuzey kökenli allokton Bolkardağı ve Aladağ birlikleri güneye doğru, güney kökenli allokton Antalya ve Alanya Birlikleri ise kuzeye göreli veya para-otokton Geyikdağı Birliği (Özgül, 1976) üzerine bindirmişlerdir (Şekil 1). Geyikdağı Birliği kısmen kesiksiz ve metamorfizmadan daha iyi korunmuş istifler sergilerken, allokton birliklerden özellikle Bolkardağı Birliği çok düşük dereceli metamorfizma koşullarını yansıtmakta ve Devoniyen'den daha yaşlı birimleri içermemektedir.

Toros Kuşağı'ndaki Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlı otokton ve allokton (Bozkaya ve Yalçın, 2007; Bozkaya ve diğ., 2011), ayrıca Karakaya Karmaşığı (Tetiker ve Yalçın, 2010) birimlerindeki metakumtaşlarının petrografik, petrolojik ve jeokimyasal özellikleri; kaynak bölge, kaynak kayaç, köken ve/veya jeotektonik

konumu ve bölgenin paleocoğrafik evriminin yorumlanmasına ilişkin önemli veriler sunabilmektedir. Bu çerçevede, Bolkardağı Birliği, Sorkun Grubuna ait İsalı formasyonu–Gerez üyesi (Bozkır-Konya) ve Kangal formasyonu–Bakırtepe üyesi (Kangal-Sivas) olarak adlandırılan Orta-Üst Devoniyen yaşlı metakumtaşları incelenerek; iki farklı bölge ve aynı orojenik kuşağa ait olan Devoniyen yaşlı eşdeğer birimlerin mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin ortaya konulması ve birbirleriyle deneştirilmesi, ayrıca metakumtaşlarının diyajenez sonrası evrimleri (diyajenez ve/veya metamorfizma dereceleri) ve jeotektonik konumlarının belirlenmesi yoluna gidilmiştir.

JEOLOJİK KONUM

Konya ilinin güneyinde yer alan Bozkır ilçesi civarındaki Bolkardağı Birliği'ne ait Devoniyen-Kretase yaş aralığına sahip diyajenetik-çok düşük dereceli metamorfik birimler, önceki araştırıcılarca; Güney İç Anadolu Birliği (Özgül, 1971), Beyşehir Hoyran napları içerisinde değerlendirilen "Hadim Napı" (Monod, 1977; Gutnic ve diğ., 1979) ve Sülek Karmaşığı ile birlikte Bozkır Alloktonu içerisinde değerlendirilen "Sorkun Grubu" (Özçelik, 1984, 1985) olarak adlandırılmıştır. Orta Toroslar'da yer alan Hadim naplarından Bozkır Birliği'nin, Senoniyen'de Bolkar ve Aladağ birlikleri üzerine, daha sonra bu üç birliğin Lütesiyen'de Geyikdağı



Şekil 1. Güney Anadolu'nun tektonik birlikleri (Özgül, 1976; Göncüoğlu ve diğ., 1997) ve inceleme alanlarının coğrafik konumu.

Figure 1. *Tectonic units of South Anatolia (Özgül, 1976; Göncüoğlu et al., 1997) and geographic settings of the studied areas.*

Birliği üzerine kuzeyden güneye doğru yerleştiği belirtilmektedir (Özgül, 1976, 1983).

Bozkır yöresindeki Sorkun Grubu, İsalı (Orta-Üst Devoniyen), Çelmeliler (Karbonifer), Karadağ (Permiyen), Bartlı (Triyas), Hacıömer (Jura) ve Akalan (Kretase) formasyonlarından oluşmaktadır. İncelemenin konusunu oluşturan Devoniyen yaşlı İsalı formasyonu Özçelik (1984 ve 1985) tarafından beş üyeye ayrılmıştır. Bu birim alttan üste doğru Yanık (metasilttaşı arakatkılı sleyt), Aygır (metadolomit ve metakireçtaşı), Hesapalanı (metakumtaşı, metasilttaşı ve metakireçtaşı arakatkılı sleyt), Gerez (sleyt arakatkılı metakumtaşı) ve Doğruyol (metadolomitik kireçtaşı) üyelerinden oluşmaktadır. Formasyonun en alt üyesini oluşturan Yanık üyesi, yaklaşık 250 m kalınlığa sahip olup, Kuruçay yöresinde gri, krem ve yer yer pembe renkli 5-10 ve 30-40 cm kalınlığa sahip meta-kireçtaşı ve ender olarak meta-silttaşı arakatkıları içeren gri, yer yer de yeşil renkli karbonatlı arduvazlar (veya sleyt) yer almakta iken, Karacahisar yöresinde hemen hemen tümüyle gri-yeşil renkli ve daha parlak görünümlü arduvazlar karakteristiktir (Bozkaya ve Yalçın, 1997). Alt-Devoniyen yaşlı birimdeki arduvazlarda dilinimin yanı sıra yer yer makroskopik buruşma klivajları da gözlenmektedir. Yanık üyesinin üzerinde yer alan Aygır üyesi iki farklı alanda yüzlek vermekte olup, yaklaşık 400 m kalınlığındadır. Birim büyük ölçüde gri-krem, yer yer de beyazımsı-sarımsı renkli meta-dolomitler ve daha az da gri-siyah renkli meta-kireçtaşları olmak üzere tümüyle meta-karbonatlardan oluşmaktadır. Yaklaşık 600 m kalınlığa sahip Hesapalanı üyesinin egemen litolojisini gri-yeşil ve ender olarak da yeşilimsi-kahve ve beyazımsı, parlak, yer yer mat görünümlü arduvazlar oluşturmaktadır. Yer yer buruşma klivajlarınında izlenebildiği arduvazlarla arakatkılı olarak, gri-siyah yer yer krem renkli metakumtaşı (15-30 cm), yeşilimsi-kahverengi metasilttaşı (10-15cm) ve gri-siyah renkli metakireçtaşları (15-20cm) gözlenmektedir. Gerez üyesi, yaklaşık 90 m görünür kalınlığa sahip olup, başlıca yeşil ve daha az da beyaz-krem renkli 20-30 cm kalınlıktaki metakumtaşı ve yer yer de gri-yeşil renkli metasilttaşı arakatkılı (10-15 cm) gri-yeşil arduvazlardan oluşmaktadır. Arduvazlar daha mat görünüm sunması ve daha sert olmasıyla diğer üyelerdekilerden ayrılmaktadır (Yalçın ve Bozkaya, 1997). Doğruyol üyesi litolojik olarak siyahımsı-gri renkli, orta katmanlı, yer yer dolomitik, kısmen de kristalize kireçtaşından oluşmaktadır. Mikroskopik olarak bol fosil (mercan) içermektedir.

Kangal-Alacahan yöresi, Toros kuşağına ait Bolkardağı Birliği'nin (Özgül, 1976) kuzeydoğu ucunu temsil etmekte olup, bölgede yüzeyleyen Paleozoyik yaşlı ve düşük dereceli metamorfik kayaçlar Gültekin (1993) tarafından Kangal Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Kangal formasyonu alttan üste doğru; Kınalar, Bakırtepe, Düzce ve Höyüktepe üyelerinden oluşmaktadır. Kangal formasyonunun en alttaki birimi olan Kınalar üyesinin alt sınırı görülememektedir (Yalçın ve Bozkaya, 1997; Yılmaz ve Yılmaz, 2004). Kınalar üyesi egemen litoloji olarak, koyu yeşilimsi, gri ve boz renklerde olup, yüzeysel alterasyon nedeniyle kırmızımsı ve grimsi-sarı renklerde görünen geniş yayılımlı arduvazlardan oluşmaktadır. Kınalar üyesinin üzerindeki birim, Gültekin'in (1993) "Bakırtepe metakuvarsit üyesi" adlamasının coğrafik bölümü korunarak düşük dereceli metakumtaşlarından oluştuğu gözetilerek Yalçın ve Bozkaya'nın (1997) Bakırtepe üyesi adlaması esas alınmıştır. Yaklaşık 200 m kalınlığa sahip Bakırtepe üyesinin egemen litolojisini gri-siyah renkli, ince tabakalanmalı, yer yer mikalı olan anki-metakumtaşları ve bunlarla ara katkılı (10-100 cm) yeşil renkli anki-metaşeyl ve/veya arduvazlar oluşturmaktadır. Bakırtepe üyesi devrik senklinalin kuzeybatı kanadında 20 m'lik fay zonunda breşik metakumtaşları ve silisli demir oluşumları (limonit, götit, hematit, pirit)

içermektedir. Düzce üyesi, bordo-pembe renkli, çoğunlukla mat, yer yer parlak görünümlü anki-metaşeyl ve kahvengi-siyah renkli ince taneli metakumtaşı (yer yer metasilttaşı) ardalanması ile temsil edilmektedir. 50-100 cm 'lik gri renkli, fosilli metakireçtaşı arakatkıları da gözlenmektedir. Birim bol miktarda makrofosil içermektedir. Höyüktepe üyesini silttaşı ve kumtaşı ile ender olarak şeyl/metaşeyl arakatkıları içeren gri-sarı renkli, ince tabakalı, fosilli kristalize kireçtaşları oluşturmaktadır. Birimin görünür kalınlığının yaklaşık 100 m olduğu belirtilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bolkardağı Birliği'ne ait Devoniyen yaşlı metakumtaşlarını içeren İsalı formasyonu Gerez üyesinden 13 adet ve Kangal formasyonu Bakırtepe üyesinden 22 adet olmak üzere toplam 35 adet kayaç örneği alınmıştır. Kayaç örneklerinden ince kesite dayalı optik mikroskopi (OM), X-ışınları kırınımı (XRD) (tüm kayaç-TK ve kil fraksiyonu-KF, b_0, politipi) incelemeleri ve kimyasal analizler (tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element) gerçekleştirilmiştir. Bunlardan mineralojik-petrografik incelemeler bütünüyle Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kırma-Öğütme-Eleme, Kil Ayırma ve Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Araştırma Laboratuvarları'nda (MİPJAL), kimyasal analizler ise Activation Laboratuvarları'nda (Actlab, Ontario-Kanada) gerçekleştirilmiştir.

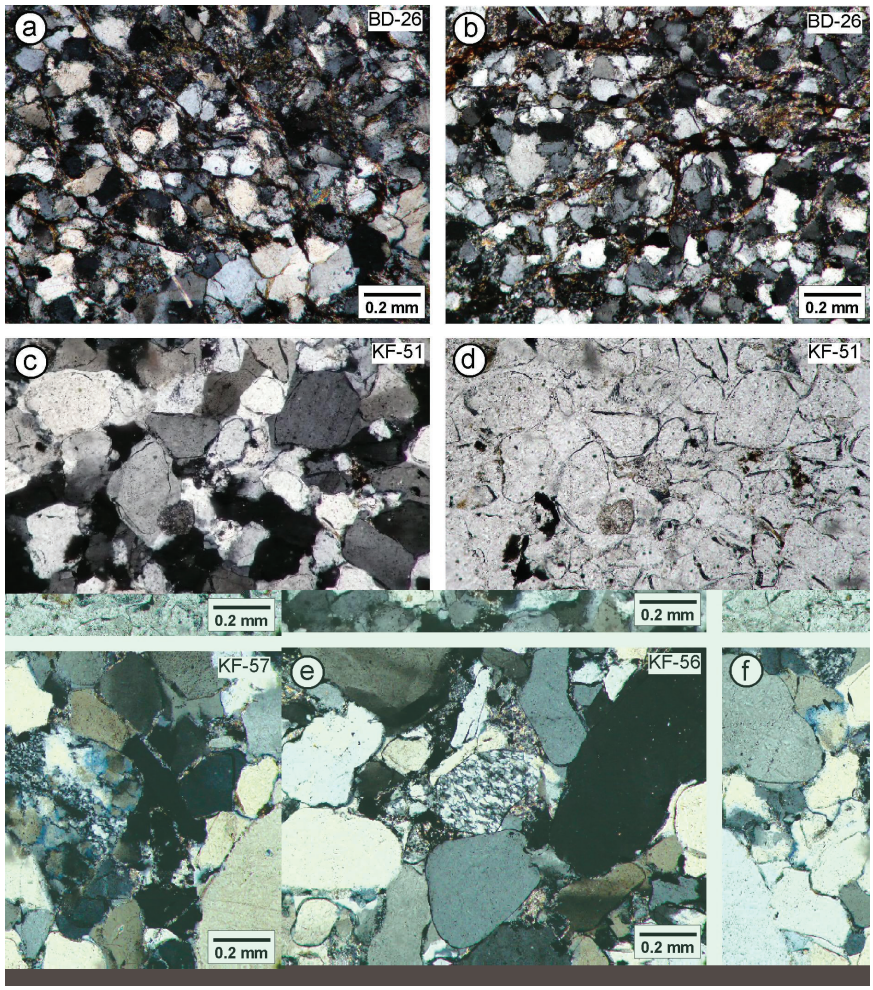
OM ve XRD yöntemlerinin ayrıntıları yazarların yayınlarında (örneğin; Yalçın ve Bozkaya, 2002), tüm-kayaç kimyasal analizlerin iş akışı ise ilgili laboratuvarın internet sayfasında verilmiştir.

PETROGRAFİ

Detritik Bileşenler

Metakumtaşlarındaki silis minerallerini çoğunlukla monokristalin, daha az da polikristalin kuvarslar oluşturmaktadır. Metakumtaşlarında tipik olarak gözlenen ve yer yer dalgalı sönme gösteren monokristalin kuvarslar (Şekil 2a-d), Gerez üyesinde silis minerallerinin yaklaşık % 98, Bakırtepe üyesinde ise % 93'ünü oluşturmaktadır. Bakırtepe üyesi metakumtaşlarında tipik olarak gözlenen polikristalin kuvarslar, monokristalin kuvarslara göre daha belirgin dalgalı sönmeye sahip olup, birbirleriyle girift dokulu ve eşboyutlu-poligonal kristal birliktelikleri şeklinde ayırt edilmektedir (Şekil 2e-f). Yarı yuvarlak-yarı köşeli ve iyi-çok iyi boylanma sunan kuvarslar matriksle girift sınır ilişki sunmakta olup, bu özellik Bozkır yöresi metakumtaşlarında daha belirgin gözlenmektedir (Şekil 2a-b). Matriksin % 5'den az olduğu örneklerde, özellikle Kangal yöresi metakumtaşlarında detritik bileşenler yeniden kristallenme ürünü silis büyümeleri ile çevrelenmiştir (Şekil 2c-d).

Bozkır (Konya) yöresi İsalı formasyonu Gerez üyesi metakumtaşlarındaki feldispat minerallerini başlıca plajiyoklaz oluşturmakta, buna karşın Kangal (Sivas) yöresi Kangal formasyonu Bakırtepe üyesi metakumtaşlarında ise başlıca mikroklin daha az da ortoklaz ve plajiyoklaz (albit-oligoklaz) gözlenmektedir (Şekil 3). Toplam feldispat miktarı Bakırtepe üyesi metakumtaşlarında yüksek, buna karşın Gerez formasyonunda daha düşüktür. XRD incelemeleri ile de kanıtlandığı üzere; mikroklinler Bakırtepe üyesine ait metakumtaşlarında egemen feldispat minerali olup, genellikle killeşme ve serizitleşme gibi bozunmalar göstermemektedir (Şekil 3b-d). Plajiyoklazların sönme açıları 15-20° arasında değişmekte olup, Michel Levy yöntemine göre % 50 den az anortit bileşimini (albit-oligoklaz-andezin) yansıtmaktadır. Plajiyoklazlar ikizlenme düzlemlerinin belirgin olmamasıyla karakteristiktir (Şekil 3a-c). İyi boylanma sergileyen plajiyoklaz taneleri genellikle yarı yuvarlak-yarı köşelidir.



Şekil 2. Metakumtaşlarının OM fotoğrafları (çift nikol=çn, tek nikol=tn), a) Serizitik matriks bağlayıcılı, iyi boylanmış ve yarı köşeli/yarı yuvarlaklaşmış monokristalin kuvarslar (Gerez üyesi, metasubarkoz, çn), b) Serizitik matriksle girift sınır ilişkisine sahip, iyi boylanmalı, yarı yuvarlaklaşmış monokristalin kuvarslar ve daha iri taneli girift sınırlı polikristalin kuvarslar (Gerez üyesi, metasubarkoz, çn), c-d) Bütünüyle ikincil silis büyümeleri ile çimentolanmış yarı yuvarlaklaşmış ve iyi boylanmış monokristalin kuvarslar (Bakırtepe üyesi, metasubarkoz, c-çn, d-tn), e) Orta-iyi boylanmış monokristalin kuvarslar ve uzamış ve kısmen girift sınırlı kuvars kristallerinden oluşan polikristalin kuvarslar (Bakırtepe üyesi, metasubarkoz, çn), f) Orta boylanmalı ve yarı yuvarlak monokristalin kuvarslar ve bunlara eşlik eden yönlenmiş ve girift sınırlı kuvarslardan oluşan polikristalin kuvarslar (Bakırtepe üyesi, metakuvars arenit, çn).

Figure 2. *OM microphotographs of metasandstones (crossed nicol=cn, open nicol=on), a) Well sorted and subrounded/subangular monocrystalline quartz with groundmass of sericitic matrix (Gerez member, metasubarkose, cn), b) Suture relations between well sorted-subrounded monocrystalline quartzs and sericitic matrix, and coarser grained polycrystalline quartzs with suture boundary relation (Gerez member, metasubarkose, cn), c-d) Subrounded and well sorted monocrystalline quartzs cemented with completely secondary silica growths (Bakırtepe member, metasubarkose, c-cn, d-on), e) Moderate-well sorted monocrystalline quartzs, and polycrystalline quartzs forming elongated and partly sutured boundary monocrystalline quartzs (Bakırtepe member, metasubarkose, cn), f) Moderate sorted and subrounded monocrystalline quartzs, and polycrystalline quartzs forming quartzs with elongated and sutured boundary (Bakırtepe member, metaquartz arenite, cn).*

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İsalı formasyonu Gerez üyesi ile Kangal formasyonu Bakırtepe üyesi Devoniyen yaşlı olup, her ikisi de metakumtaşlarının egemen olmasıyla altında ve üstünde yer alan birimlerden belirgin bir farklılık sunmaktadır. Çalışmanın konusunu oluşturan bu iki birimin altında ve üstünde yer alan birimler Bozkır ve Kangal yörelerinde de benzer litolojilere sahiptir. Bu durum, aynı dönemde çökelen birimlerin yanal yönde farklılık sunmadıkları, benzer paleocoğrafik ve/veya jeotektonik konumlara sahip olduklarına işaret etmektedir.

Metakumtaşları başlıca kuvars (monokristalin ve polikristalin kuvars), feldispat (mikroklin, pertitik ortoklaz ve plajiyoklaz), fillosilikat (illit, klorit, C-V, C-S ve kaolinit) mineralleri ve kayaç parçaları (sleyt/fillit, kuvarsit) içermektedir. Polikristalin kuvars, feldispat ve fillitik kayaç parçaları Bakırtepe üyesinde daha yüksek miktarlarda bulunmaktadır. Buna göre, Bakırtepe üyesi metakumtaşları genellikle subarkoz, Gerez üyesi metakumtaşları ise kuvars kumtaşı ve subarkoz bileşimindedir. Feldispat mineralleri Gerez üyesinde plajiyoklaz, Bakırtepe üyesinde ise mikroklin ile temsil edilmektedir. Bu durum her iki üyenin köken kayaçlarının farklı olduğunu göstermektedir.

Gerez üyesi metakumtaşları, klorit-mika istifleri içermesi, daha az silis çimento içermesi, daha ileri derecede yönlenme fabriği ve metamorfizma derecesine sahip olması ve 1*M* illitin yanı sıra klorit, C-S ve C-V aratabakalıları içermesi açısından Bakırtepe üyesi örneklerine göre farklılık sunmaktadır. Bakırtepe üyesi örneklerinin yukarıda sıralananların yanı sıra, daha iri tane boyuna ve daha düşük boylanma derecesine sahip olması, dikit içermesi ve $1M_d$ illitin daha egemen olmasıyla karakteristiktir. Bu durum, birimlerin köken kayaçla ilişkili beslenmenin yanı sıra paleocoğrafik ve/veya jeotektonik konum ve sedimanter süreçlerindeki farklılıkları da yansıtmaktadır. Turmalin ve özellikle zirkon tanelerinin kısmen, bazı örneklerde belirgin biçimde yuvarlaklaşmış olması, kumtaşlarını oluşturan bileşenlerin bir kısmının daha yaşlı bir sedimanter kaynaktan türediğini de düşündürmektedir. Opak minerallerin metamorfik kökenli mika zonlarında yoğunlaşması; bu mineraller ile metamorfik kayaçlar arasında kökensel bir ilişkiye işaret etmektedir. Tüm bu veriler; Bakırtepe üyesinin granitik kaynağın yanı sıra az da olsa metamorfik, Gerez üyesinin ise metamorfik ve volkanik bir kaynaktan beslendiğini ortaya koymaktadır.

Ana oksit içeriklerine göre, Bakırtepe üyesi örnekleri Gerez üyesi örneklerine göre K_2O bakımından zengin, buna karşın CaO ve Na_2O bakımından daha fakirdir. Bu durum, Bakırtepe üyesi örneklerinin başlıca K-feldispat (mikroklin), Gerez üyesi örneklerinin ise plajiyoklaz içermesi ile ilişkilidir. CIA değerleri; kaolin gibi saf alüminosilikat kalıntılar için 100 olmak üzere, yüzeysel bozunma ve/veya derinsel bozuşma geçirmemiş çoğu magmatik ve metamorfik kayaçlarda yaklaşık 50 veya daha azdır. İncelenen metakumtaşlarına ait veriler diyajenetik/metamorfik ve/veya detritik fillosilikatlar ve feldispatın bolluğu ile açıklanabilmekte, ayrıca sedimanter boylanmanın da iyi geliştiğini göstermektedir. Ayrıca, CIA değerindeki dağılım Bakırtepe metakumtaşlarının Gerez'e göre daha fazla bozunma geçirdiğini göstermekte olup; farklılıklar ise felsik-mafik bileşenlerin kullanımının doğal sonucu ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan, PIA değerleri metakumtaşlarına ait plajiyoklazların önemli ölçüde bozuştuğunu göstermektedir.

Detritik yönelim; Cox ve diğ. (1995) tarafından çamurtaşlarında tanımlanan Bileşimsel Değişim İndeksi (ICV-Index of Compositional

Variability) değerleri ile gösterilmiştir. İncelenen metakumtaşlarının ICV değerleri geniş bir aralıkta; Bakırtepe üyesi için 14-46 (ortalama 25) ve Gerez üyesi için 7-11 (ortalama 9) arasında saptanmıştır. İncelenen metakumtaşlarının ICV ortalama değerleri Kratonik Kumtaşları (9-23), Granitler (44-49) ve Felsik Volkanitler (35-48) ile karşılaştırıldığında, Bakırtepe üyesi için kratonik kumtaşları hariç, daha düşük olduğu görülebilir. ICV-K_2O/Al_2O_3 ilişkisi feldispat ve K-fillosilikatların örneklerdeki bolluğuna göre farklı olmakta; diğer bir ifadeyle diyajenetik/metamorfik evrim en çok Gerez, en az Bakırtepe metakumtaşlarını etkilemiş gözükmektedir.

Sedimanter kayaçların Th/U oranları, kaynaktaki yüzeysel bozunma hakkında bazı ipuçları vermektedir. U^{+4}'ün çözünebilir U^{+6}'e oksidasyonundan dolayı, yüzeysel bozunma Th/U oranının yükselmesine neden olmaktadır (McLennan ve Taylor, 1991; McLennan ve diğ., 1993). Bununla birlikte, indirgen koşullardaki sedimantasyon sırasında U'un derişimi Th/U oranını düşürecek biçimde değişmektedir. Th/U oranı 3'ten büyük olduğunda çoğunlukla yüzeysel bozunma, 3'ten küçük Th/U oranı ise provens etkisini yansıtır (McLennan ve Taylor, 1991). Aktif kıtasal kenar basenlerinden türeyen güncel çamurlar 1-6 arasında değişen Th/U oranına sahiptir (McLennan ve diğ., 1993). Tipik Üst Kıtasal Kabuk (UCC) kökenli magmatik kayaçlar için 3.5-4.0'den küçük Th/U oranı post-Arkeen türbiditlerinde yaygındır, fakat Arkeen eşdeğerlerinde mevcut değildir (McLennan ve Taylor, 1991). NASC'de Th/U oranı tipik olarak yüksek (4.62) olup, kaynaktaki yüzeysel bozunma sırasındaki U kaybını yansıtır. İncelenen metakumtaşlarının Th/U oranları Bakırtepe üyesi için 3.1-4.9 (ortalama 3.8), Gerez üyesi için 4.5-5.2 (ortalama 4.8) arasında değişmekte olup; kaynaktaki yüzeysel bozunmaya işaret etmektedir. İncelenen her iki üyeye ait metakumtaşlarının Th/U oranları; ortalama Arkeen-Proterozoyik-Paleozoyik-Mesosenozoyik Bazaltları'ndan (Condie, 1933) oldukça küçük, buna karşın Gerez üyesi daha ziyade LCC-Kratonik Kumtaşları-Felsik Volkanitlere; Bakırtepe üyesi ise UCC-NASC'lere benzerdir.

Kumtaşlarında ağır minerallerin (örneğin; zirkon, monazit, manyetit) zenginleşmesine neden olan sedimanter süreçlerden birisi de sedimanter boylanmadır (Pettijohn ve diğ., 1973). Ağır mineral topluluklarındaki ilişkiler, ana mineraller arasındaki ilişkilere göre sedimanter taşınma süreçlerinden daha az etkilenme eğilimindedir (Örneğin, Morton ve Johnson, 1993). Sedimanların tekrarlanan yeniden çevrimleri bol ağır mineral içeren kumlarda, dolayısıyla bu minerallere bağlı iz elementlerde kuvvetli zenginleşme göstermektedir (Örneğin; McLennan ve diğ., 1993; McLennan, 2001). İncelenen metakumtaşları için Th/Sc oranları Bakırtepe üyesi için 0.7-2.1 (ortalama 1.2) ve Gerez üyesi için 1.2-3.2 (ortalama 2.1); Zr/Sc oranları sırasıyla 12-63 (ortalama 36) ve 47-160 (ortalama 89) arasında değişmektedir. Th ve Zr uyumsuz elementler olup, daha uyumlu bir element olan Sc'a göre bağıl olarak zenginleşmiştir. Ayrıca zirkon eklenmesini, dolayısıyla sedimanter boylanma yönelimine (SST) işaret etmektedir. Diğer bir ifadeyle; sedimanter döngü süreçlerinde Zr/Sc, Th/Sc'daki değişimlerden yaklaşık bağımsız olarak daha fazla artma eğilimindedir. İncelenen metakumtaşlarının $(La/Yb)_N$ oranları Bakırtepe üyesi için 4.3-10.7 (ortalama 7.4), Gerez üyesi için 5.9-10.1 (ortalama 7.1), Eu_N/Eu^* (Taylor ve McLennan, 1985) oranları Bakırtepe için 0.75-0.87 (ortalama 0.80), Gerez üyesi için 0.65-0.95 (ortalama 0.75) ve Gd_N/Yb_N oranları Bakırtepe üyesi için 1.15-1.51 (ortalama 1.34) ve Gerez üyesi için 1.69-2.02 (ortalama 1.81) arasında değişmektedir. Eu_N/Eu^* ile $Gd_N/$

Yb_N oranları ve sedimanter boylanma yönelimine (SST) göre; Gerez üyesi metakumtaşları daha yüksek boylanmaya sahiptir.

Kayaçlardaki ferromagneziyen geçiş metallerinin (örneğin Fe, Cr, Ni, V) zenginleşmeleri; yüksek Cr/V ve CrNi ve düşük Y/Ni oranlarına sahip ofiyolitik veya mafik ve ultramafik magmatik bir kaynak bileşeninin bulunuşunda bir indikatör olarak alınabilmektedir (Örneğin; Danchin, 1967; Hiscott, 1984; Wrafter ve Graham, 1989; Bock ve diğ., 1998). Cr/V oranları; mafik kaynaklardaki kromitin, yani ofiyolitik provenansın varlığına işaret etmektedir. Bakırtepe üyesi metakumtaşlarının 0.6-1.4 (ortalama 1.1) ve Gerez üyesi metakumtaşlarının 0.6-8.5 (ortalama 2.4) arasında değişen çok düşük Cr/V oranları, ofiyolitik veya ultramafik bir kaynaktan beslenmediğini göstermektedir. Şöyleki mafik/ultramafik provenans için önerilen Cr/Ni oranları 10 veya daha büyüktür (Örneğin Jaques ve diğ., 1983). Y/Ni oranları ferromagneziyen zenginleşmenin bir indeksi olarak felsik kaynağa karşı mafik kaynağın belirteci olmaktadır. Y/Ni oranları Bakırtepe üyesi metakumtaşları için 0.3-0.9 (ortalama 0.6) ve Gerez üyesi metakumtaşları için 0.1-1.0 (ortalama 0.6) arasında değişmekte olup; silisik+felsik bir provensi düşündürmektedir. Diğer taraftan; inceleme alanı metakumtaşlarının kondrite normalize iz element, özellikle NTE oranları alt ve üst kıtasal kabuktan oldukça farklı ve büyük; buna karşın NASC, Granitler ve Felsik Volkanitlere oldukça, kratonik kumtaşlarına ise kısmen benzerdir. Bu veriler hem sedimanter hem de magmatik bir kaynaktan beslendiğini düşündürmektedir.

Modal mineralojik bileşimleri, metakumtaşlarının Kıtasal Bloku temsil eden geçiş kıtasal ve kraton içi ortamda depolandığını göstermektedir. Ana ve/veya iz element içerikleri ve oranları belirgin farklılıklar içermekle birlikte, çoğunlukla pasif kenara işaret eden jeotektonik ortamı karakterize etmektedir. Tektonik ortamlarla ilişkili diyagramlar arasındaki farklılıklar; bu tür ayırtman diyagramların kullanılmasında ne kadar dikkatli olunması gerektiğini bir defa daha ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak; Bolkardağı Birliği'nin Orta Toroslardaki İsalı formasyonu Gerez üyesi ile Doğu Toroslardaki Kangal formasyonu Bakırtepe üyesi birimleri yaş, stratigraifk konum ve litolojik benzerlikler sunmakla birlikte, kökeni, çökelmesi ve diyajenez/metamorfizma tarihçesi açısından önemli farklılıklar içermektedir. Mineralojik-petrografik ve petrokimyasal olarak değerlendirilen bu farklılıklar, her iki birim için geniş ölçekte stratigrafik bir farklılaşmanın varlığını düşündürmektedir. Birimlerdeki bu uyuşmazlıklar, kesiksiz bir sedimantasyondan ziyade, olasılıkla Torosların kuzey birlikleriyle ilişkili Variskan orojenezinden (Göncüoğlu ve diğ., 2000; Bozkaya ve Yalçın, 2004b) ileri gelen transgresyonla provensdeki ani değişimlerden kaynaklanabileceği biçiminde değerlendirilmiştir.

EXTENDED SUMMARY

In this study, thin-section petrography, X-ray diffraction (whole rock and clay fraction) and petrochemical (major, trace and REE) analysis have been carried out in the Devonian metasandstones from allocthonous Bolkardağı Unit outcropping in Central and Eastern Taurides (Bozkır-Konya and Kangal-Sivas) regions.

The Gerez member of İsalı formation in Central Taurides and the Bakırtepe member of Kangal formation in Eastern Taurides were made up of metasandstones with slate intercalations. These units bearing metasiliciclastic lithologies and reflecting shallow marine environment have a position of guide level for Bolkardağı Unit.

Metasandstones mainly include quartz (monocrystalline and polycrystalline), feldspar (microcline and plagioclase), phyllosilicate (illite, chlorite, C-V, C-S and dickite) and rock fragments (phyllite and quartzite). Polycrystalline quartz, microcline and phyllitic rock fragments found as higher amounts in the Bakırtepe member, but plagioclase in the Gerez member. The metasandstones are represented by a composition of quartz arenite in the Gerez member, whereas of subarkose in the Bakırtepe member. The metasandstones of Gerez member exhibit less amounts of silica cement, clear orientation fabric and metamorphism and contain C-S and C-V mixed-layered clays as well as chlorite. However, Bakırtepe member has relatively higher amounts of polycrystalline quartz, phyllite fragments and dickite, and lower textural maturity, orientation and metamorphic grade. The Gerez member presents illite + chlorite + C-V ± C-S, but the Bakırtepe member has illite + dickite associations.

Devonian metasandstones have differences such as lithologic (dominance of sand-size siliciclastic rocks) and mineralogic (more feldspar and quartz, appearance of 1M illites, different phyllosilicate assemblages) with respect to overlying and underlying units with same age. These mineralogic records indicating a stratigraphic differences result from change of provenance related to transgression causing by the Variscan orogeny rather than an uninterrupted sedimentation.

Metasandstones were characterized by high SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 and K_2O contents, and Bakırtepe member is rich in K_2O but poor in CaO ana Na_2O in comparison with those of the Gerez member depending on feldspar types. Chemical alteration index data show that the silicates are undergone intermediate weathering processes, just as particularly intensive in Bakırtepe member. Incompatible elements and especially the ratios of Th/Sc - Zr/Sc and Eu_N/Eu^* - Gd_N/Yb_N indicate relatively higher sedimentary sorting trend for metasandstones of the Gerez member. Major oxide and trace element abundances, Al_2O_3-major oxides and Al_2O_3-trace elements variations reveal detrital trend, indirectly evolution of metasandstones. The compositional variation index values are high in Bakırtepe member and diagenetic/metamorphic evolution affect mostly the metasandstones of the Gerez member, but less in the Bakırtepe member on the evaluation together with K_2O/Al_2O_3 ratios. Bakırtepe and Gerez members are separated from one another and fed largely from both sedimentary and magmatic sources according to the ratios of chondrite-normalized trace elements and especially REE in the metasandstones. The ratios of Cr/V and Y/Ni of metasandstones indicate that they are fed dominantly from a silicic and/or felsic plutonic source rather than ophiolitic or ultramafic sources. Modal mineralogic composition of metasandstones shows a craton-continental transition depositional environment representing the Continental Block.

As a conclusion; Gerez member of İsalı formation from Bolkardağı Unit in Central Taurides and Bakırtepe member of Kangal formation in Eastern Taurides have the same age and similar stratigraphic setting and lithologies, however some important differences with respect to their sources, sedimentations and diagenetic/metamorphic histories. These differences were evaluated as sudden changes in provenance through transgression related to Variscan orogeny peculiar to northern units of Taurides rather than continuous sedimentation.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı tarafından M-300 nolu Yüksek Lisans Projesi olarak desteklenmiştir. XRD çalışmalarının gerçekleştirilmesinde Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Araştırma Laboratuvarları (MİPJAL) elemanı Kimya Yüksek Mühendisi Fatma YALÇIN (C.Ü.), ince kesitlerin yapılmasında Tekniker Ufuk KUŞ, laboratuvar çalışmaları ve mikroskop incelemelerinde Jeoloji Yüksek Mühendisi Müslüm KODAL yardımlarda bulunmuştur. Makalenin son şeklini almasındaki titiz önerileri için Prof. Dr. Mehmet ARSLAN ve Prof. Dr. Hulusi KARGI'ya teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Bhatia, M.R., 1983. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. Journal of Geology, 91, 611-627.

Bhatia M.R., Crook, A.W., 1986. Trace element characteristics of greywackes and tectonic discrimination of sedimentary basins. Contributions to Mineralogical Petrology, 92, 181-192.

Bock, B., McLennan, S.M., Hanson, G.N., 1998. The geochemistry and provenance of The Middle Ordovician Austin Glen Member (Normanskill Formation) and the Taconian Orogeny in New England. Sedimantology, 45, 635-655.

Bozkaya, Ö., Yalçın, H., 1997. Bolkardagı Birligi (Orta Toroslar, Bozkır-Konya) Üst Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaslı diyajenetik-çok düsük dereceli metamorfik kayaçların mineralojisi ve petrografisi. H.Ü. Yerbilimleri, Baysal Batman Özel Sayısı 19, 17-40.

Bozkaya, Ö., Yalçın, H., 2000. Very low-grade metamorphism of Upper Paleozoic-Lower Mesozoic sedimentary rocks related to sedimentary burial and thrusting in Central Taurus Belt , Konya, Turkey. International Geology Review, 42, 353-367.

Bozkaya, Ö., Yalçın, H., 2004. Diagenetic to low-grade metamorphic evolution of clay mineral assamblages in Paleozoic to early Mesozoic rocks of Eastern Taurides, Turkey. Clay Minerals, 39, 481-500.

Bozkaya, Ö., Yalçın, H., Göncüoğlu, M.C., 2002. Mineralogic and organic responses to the stratigraphic irregularities: An example from the Lower Paleozoic very low-grade metamorphic units of the Eastern Taurus Atochton, Turkey.Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 82, 355-373.

Bozkaya, Ö., Gürsu, S., Göncüoglu, M.C., 2006. Textural and mineralogical evidence for a Cadomian tectonothermal event in the eastern Mediterranean (Sandıklı-Afyon area, western Taurides, Turkey). Gondwana Research, 10, 301-315.

Bozkaya, Ö., Yalçın, H., Kozlu, H., 2011. Clay mineralogy of the Paleozoic-Lower Mesozoic sedimentary sequence from the northern part of the Arabian Platform, Hazro (Diyarbakır), Southeast Anatolia. Geologica Carpathica, 62, 489-500.

Condie, K.C., 1993. Chemical composition and evolution of the upper continental crust: Contrasting results from surface samples and shales.Chemical Geology, 104, 1-37.

Cox, R., Lowe, D.R., Cullers, R.L., 1995. The influence of sediment recycling and basement composition on evolution of mudrock chemistry in the southwestern United States. Geochimica et Cosmochimica Acta, 59, 2919-2940.

Craig, J. Fitches, W.R., Maltman, A.J., 1982. Chlorite-mica stacks in low-strain rocks from Central Wales. Geological Magazine, 119, 243-256.

Danchin, R.V., 1967. Chromium and nickel in the Fig Tree Shale from South Africa. Science, 158, 261-262.

Dickinson, W.R., Suczek, C., 1979. Plate tectonics and sandstone composition. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 63, 2164-2182.

Dickinson, W.R., Beard, L.S., Brakenridge, G.R., Erjavec, J.L., Ferguson, R.C., Inman, K.F., Knepp, R.A., Lindberg, F.A., Ryberg, P.T., 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. Geological Society of American Bulletin, 94, 222-235.

Fedo, C.M. Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1995. Unravelling the effects of potassium metamorphism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering conditions and provenance and tectonic setting. Geochimica et Cosmochimica Acta, 54, 1061-1081.

Folk, R.L., 1974. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Press, second edition, Austin, TX 182 p.

Göncüoglu, M.C., Dirik, K., Kozlu, H., 1997. General characteristics of pre-Alpine and Alpine terranes in Turkey: Explanatory notes to the terrane map of Turkey. Annales Géologique Pays Hellénique, 37, 515-536.

Göncüoğlu M.C., Turhan N., Şentürk K., Özcan A., Uysal Ş., Yalınız M.K., 2000. A geotraverse across nortwestern Turkey: Tectonic units of the Central Sakarya region and their tectonic evolution. Pp: 139-161 In: Tectonics and

Magmatism in Turkey and the Surrounding Area (Eds. E. Bozkurt, J.A. Winchester, J.D.A. Piper). Geological Society, London, Special Publications, 173, London.

Gromet,L.P., Dymek, R.F., Haskin, L.A., Korotev, R.F., 1984. The "North American shale composite": Its compilation, major and trace element characteristics. Geochimica et Cosmochimica Acta, 48, 2469-2482.

Gutnic, M., Kelter D., Monod O., 1968. Decoverte de nappes decharriage dans le Nord du Taurus Occidental (Turquie meridiona-203-206. le). Ç.R. Acad. Sc. Paris, D. 266, 988-991

Gutnic, M., Monod O., Poisson, A., Dumant, J.F., 1979. Geologie des Taurides Occidentales (Turquie). Mem. Sos. Geol. De France, no:137, Paris tome. 85, 109 p.

Gültekin, A.S., 1993. Alacahan-Çetinkaya-Divriği (Sivas) arasında kalan alanın jeolojisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bil. Enst., 183 s (yayınlanmamış).

Harnois, L., 1988. The CIW index: A new chemical index of weathering. Sedimentary Geology, 55, 319-322.

Haskin, L.A., Haskin, M.A., Frey, F.A., Wildeman, T.R., 1968. Relative and absolute terrestrial abundances of the rare earths. In: Origin and Distribution of the Elements, (Ed. L.H. Ahrens), Pergamon Pres, 889-912.

Herron, M.M., 1988. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data. Journal of Sedimentary Research, 58, 820-829.

Hiscott, R.N., 1984. Ophiolitic source rocks for Taconic-age flysch: Trace element evidence. Geological Society of America Bulletin, 95, 1261-1267.

Jaques, A.L. Chappell, B.W., Taylor, S.R., 1983. Geochemistry of cumulus peridotites and gabbros from the Marum Ophiolite Complex, northern Papua New Guinea. Contributions to Mineralogy and Petrology, 82, 154-164.

Krinsley, D.H., Pye, K., Kearsley, A.T., 1983. Application of backscattered electron microscopy in shale petrology. Geological Magazine, 120, 109-114.

McLennan, S.M., 2001. Relationships between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust. Geochemistry Geophysics Geosystems, 2, 109 p.

McLennan, S.M., Murray, R.W., 1999. Geochemistry of sediments. In: Encyclopedia of Geochemistry, (Eds. C.P. Marshall, R.W. Fairbridge) Kluwer Academic Publishers, 282-292.

McLennan, S.M., Taylor, S.R., 1991. Sedimentary rocks and crustal evolution: Tectonic setting and secular trends. Journal of Geology, 99, 1-21.

McLennan, S.M., Hemming, S., McDaniel, D.K., Hanson, G.N., 1993. Geochemical approaches to sedimentation, provenance, and tectonics. In: Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments (Eds. M.J. Johnsson, A. Basu), Geological Society of America Bulletin, Spec. Pap. 284, 21-40.

McLennan, S.M., Bock, B., Hemming, S.R., Hurowitz, J.A., Lev, S.M., McDaniel, D.K. 2003. The roles of provenance and sedimentary processes in the geochemistry of sedimentary rocks. In: Geochemistry of Sediments and Sedimentary Rocks: Evolutionary Considerations to Mineral Deposit-Forming Environments, (Ed. D.R. Lentz), Geological Association of Canada, GeoText, 4, 7-38.

Merriman, R.J., 2005. Clay minerals and sedimentary basin history. European Journal of Mineralogy, 17, 7-20.

Merriman, R.J., Frey, M., 1999. Patterns of very low-grade metamorphism in metapelitic rocks. In: Low-Grade Metamorphism, (Eds. M. Frey, D. Robinson), Blackwell Science, 61-107.

Monod, O. 1977. Recherces Geologiques dans le Taurus Occidental au sud de Beysehir (Turquie). These d'etat, l'Univ. de Paris sud., centre d'Orsay, 442 p.

Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1984. Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic considerations. Geochimica et Cosmochimica Acta, 48, 1523-1534.

Nesbitt, H.W., Young, G.M., McLennan, S.M., Keays, R.R., 1996. Effects of chemical weathering and sorting on the petrogenesis of siliciclastic sediments with implications for provenance studies. Journal of Geology. 104, 525-542.

Nockolds, S.R., 1954. Average chemical compositions of some igneous rocks. Geological Society of America Bulletin, 65, 1007-1032.

Özçelik, O., 1984. Toroslar'da Bozkır yöresinin Jeolojisi, tektonik evrimi ve petrol olanakları. Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Doktora tezi, 221 s.

Özçelik, O., 1985. An example for the ophiolitic melange in Taurus; The Sülek Complex: C.Ü. Müh. Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri, 1, 53-62.

Özgül, N., 1971. Orta Torosların kuzey kesiminin yapısal gelişiminde blok hareketlerinin önemi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 14, 85-101.

Özgül, N., 1976. Torosların bazı temel jeolojik özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19, 65-78.

Özgül, N., 1983. Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides. In: Geology of the Taurus Belt, (Eds. O. Tekeli, M.C. Göncüoğlu), Int. Sym., 26-29 Sept., 1983, Ankara, Turkey, p. 77-90.

Pettijohn, F.J., 1975. Sedimentary Rocks. Harper and Row, New York, 628 p.

Pettijohn, F.J., Potter, P.E., Siever, R., 1972. Sand and Sandstone. Wiley, New York, 618 p

Roser, B.P., Korsch, R.J., 1986. Determination of tectonic setting of sandstone–mudstone suites using SiO_2 content and K_2O/Na_2O ratio. Journal of Geology, 94, 635-650.

Roser, B.P., Korsch, R.J., 1988. Provenance signatures of sandstone mudstone suites determined using discriminant function analysis of major element data. Chemical Geology, 67, 119-139.

Sun, S.S., McDonough W.F., 1989. Chemical andisotopic systematics of oceanic basalts; implicatoins for mantle composition and processes. In: Magmatism in Ocean Basins (Eds. A.D. Saunders, M.J. Norry.), Geological Society Special Publication 42, 359-362.

Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey, a plate tectonic approach. Tectonophysics, 75, 181-241.

Taylor, S. R., McLennan, S. M., 1981. The composition and evolution of the continental crust: rare earth element evidence from sedimentary rocks. Phil.Trans. R. Soc. London, Set. A., 301, 381-399.

Taylor, S.R., McLennan, S.M., 1985. The Continental Crust: Its Composition and Evolution. Geoscience Texts, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 312 p.

Tetiker, S., Yalçın, H., 2010. Karakaya Karmaşığı Birimlerinin (KB ve Orta-KD Anadolu) tektonik konumuna (meta-) kumtaşları petrografisi ve jeokimyası ile bir yaklaşım. 45. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Bildiri Özleri, s. 18-20.

Voll, G., 1960. New work on petrofabrics. Liverpool and Manchester Geological Journal, 2, 503-567.

Wrafter, J.P., Graham, J.R., 1989. Ophiolitic detritus in the Ordovician sediments of South Mayo, Ireland. Journal of the Geological Society of London, 146, 213-215

Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 1997. Kangal-Alacahan yöresi (Sivas) Üst Paleozoyik yaşlı meta-sedimanter kayaçlarda gömülme ve bindirme ile ilişkili çok düşük dereceli metamorfizma. Türkiye Jeoloji Bülteni, 40, 1-16.

Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 2002. Hekimhan (Malatya) çevresindeki Üst Kretase yaslı volkaniklerin alterasyon mineralojisi ve jeokimyası: Denizsuyu-kayaç etkileşimine bir örnek. C.Ü. Müh. Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri, 19, 81-98.

Makale Geliş Tarihi : 4 Haziran 2013
Kabul Tarihi : 5 Temmuz 2013

Received : 4 June 2013
Accepted : 5 July 2013