



## Karakaya Karmaşığı içerisindeki bazik volkanitlerin jeokimyasal özelliklerinin yeniden değerlendirilmesi

### *Geochemical characteristics of the basic volcanic rocks within the Karakaya Complex: A review*

Kaan SAYIT, M. Cemal GÖNCÜOĞLU

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531, ANKARA

Geliş (received) : 11 Haziran (June) 2009  
Kabul (accepted) : 18 Eylül (September) 2009

#### ÖZ

Biga Yarımadası'ndan Kuzeydoğu Anadolu'ya kadar uzanan kuşakta Sakarya Tektonik Birliği'nin Liyas öncesi temelinde yer alan Karakaya Karmaşığı değişik türde volkanik kayalar içermektedir. Yaşları, çevre birimlerle ilişkileri ve genel jeokimyasal özellikleri farklı yazarlarca farklı biçimlerde yorumlanan bu volkanik kayalar ile ilgili olarak yayınlanmış ve yayınlanmamış veriler dikkate alınarak bir veri bankası oluşturulmuş ve bu veriler petrolojik olarak yeniden değerlendirilmiştir. Duraylı elementlerin kullanıldığı ayırım diyagramlarında, Karakaya Karmaşığı içerisindeki volkanitler 3 farklı grup oluşturmaktadır. Bunlardan ilki belirgin olarak subalkali alana düşen bazaltlar, diğeri alkali alana düşen bazaltlar, üçüncü grup ise bu iki grup arasındaki geçişli alana düşen bazik kayalardır. Tektonomagmatik ayırım diyagramlarında Karakaya birimlerine ait bazik volkanik kayalar çoğunlukla levha içi bazalt alanında yer almakta iken, küçük bir kısım ise okyanus ortası sırt ve ada yayı bazaltları ile benzer özellikler sunmaktadır. Çok uzun yıllardır tartışılan Karakaya Karmaşığı jeolojik evriminin aydınlığa kavuşturulabilmesi için bu birim içinde yer alan volkanizmanın, yaşları iyi belirlenmiş bölümlerden başlanarak, nadir toprak elementlerinin ve izotopların kullanıldığı ayrıntılı jeokimyasal veriler esas alınarak araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Karakaya Karmaşığı, jeodinamik, jeokimya, volkanik kayalar.

#### ABSTRACT

The Karakaya Complex, which lies within the pre-Liassic basement of the Sakarya Composite Terrane extending on a belt from the Biga Peninsula to northeastern Anatolia, comprises various types of volcanic rocks whose ages, origins and geochemical features have been interpreted in different ways. The geochemical data acquired from the previous studies on these volcanic rocks are here re-evaluated in order to unravel the petrology and geochemistry of the Karakaya Complex. The tectonic discrimination diagrams based on the relatively immobile elements indicate that the volcanic rocks within the Karakaya Complex constitute three main groups. These are alkali basalts, sub-alkali basalts and transitional basalts between alkali and sub-alkali basalts. In the tectonomagmatic discrimination diagrams, these basic volcanic rocks display mostly a within-plate affinity, although a small portion reflects mid-oceanic ridge and island arc characteristics. In spite of the geodynamic interpretations that have been suggested so far, there is no consensus on the tectonic settings. This is mainly due to insufficient rare-earth element data and limited correlation. Thus a detailed geochemical discrimination and reliable geodynamic interpretation should be based on a better assessment of the ages of different volcanic rocks from different subunits of the Sakarya Composite Terrane and on more detailed geochemical data including rare earth elements and isotopes.

**Keywords:** Karakaya Complex, geochemistry, geodynamics, volcanic rocks.

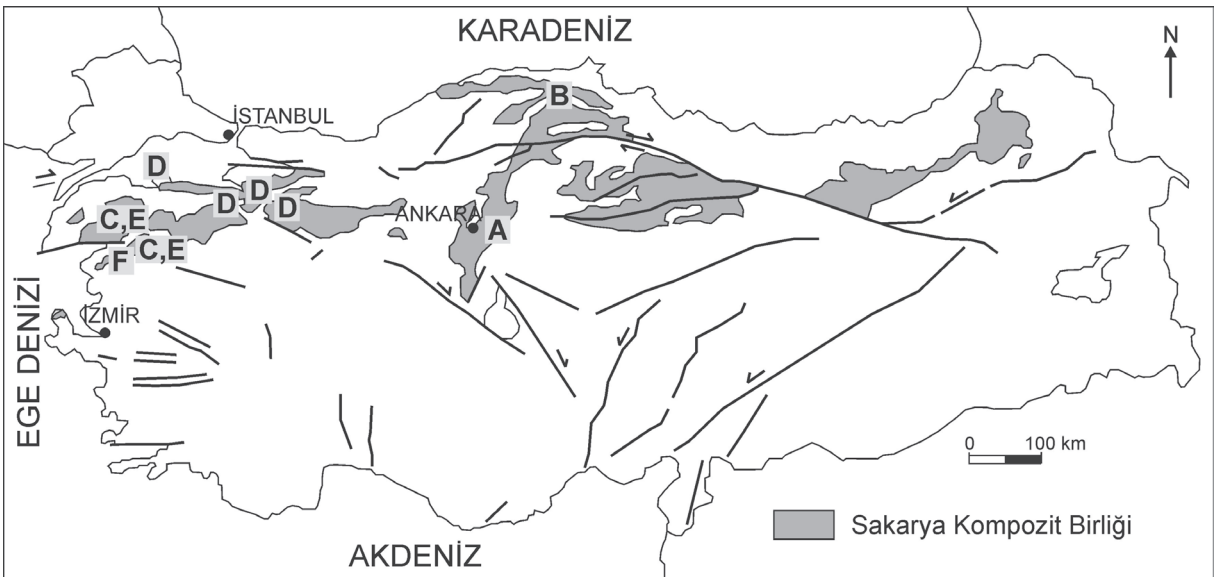
## GİRİŞ

Anadolu'nun kuzeyini doğu-batı yönünde boy-lu boyuna kaplayan, güneyde İzmir-Ankara Sü-tür Kuşağı, kuzeyde ise İntropontid Sütür Kuşa-ğı ile sınırlanmış tektonik birlik "Sakarya Zonu" (Okay, 1989) veya "Sakarya Kompozit Birli-ği" (Göncüoğlu vd., 1997) olarak adlandırılmıştır (Şekil 1). Bugünkü bütünlüğünü Alpin Orojenezi ile kazanmış olan Sakarya Kompozit Birliği'nin Jura öncesi temel birimleri, "Kimmeriyen oro-jenezi" olarak da bilinen Triyas sonu yaşlı bir dağ oluşumundan etkilenmiştir (Şengör vd., 1984). Paleotetis'in Erken Mesozoyik'de kapanması ile sonuçlanan bu orojenez, çeşitli kıtasal ve okya-nusal birimlerin yığılmasına neden olmuştur (Te-keli, 1981). Jura yaşlı kayalar tarafından uyum-suz olarak üzerlenen, yoğun biçimde deforme olmuş ve kısmen metamorfizma geçirmiş bu oluşum "Karakaya Karmaşığı" olarak tanımlanır (Şengör vd., 1984).

Okay ve Göncüoğlu (2004) tarafından tartışıldı-ğı üzere, "Karakaya Karmaşığı" farklı araştırmacı-larca farklı biçimlerde tanımlanan ve yorumlan-an birden fazla yapısal birlik içermektedir. Bir-birleriyle tektonik ilişkili bu birimler, değişik ya-

zarlarca değişik adlarla tanımlanmış olup, kısa bir özeti Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'de görülen farklılıklar bir yana, ön-cel çalışmalarda tüm araştırmacılar bu birimlerden herbirinin az ya da çok miktarda ve farklı de-recelerde metamorfizmaya mağruz kalmış ba-zik volkanik kayaları içerdiği konusunda görüş birliği içindedir. Ancak, söz konusu bazik volka-nik kayaların oluştukları ortamlar ve yaşları ko-nusunda yine bir görüş birliği bulunmamaktadır. Örneğin, "Karakaya Karmaşığı" içinde en yaygın olarak yüzeylenen bazik volkanik kayalar (Nilü-fer Volkanitleri) Okay (2000) tarafından Alt-Orta Triyas yaşlı bir okyanusal platonun ürünleri ola-rak değerlendirilirken, Genç (2004) bu okyanu-sal platoya ek olarak gelişen okyanus adalarının varlığından söz etmektedir. Öte yandan söz ko-nusu birimleri; Okay vd. (1991) adayı-önü volkanizması, Pickett ve Robertson (1996) levha-içi ve okyanus sırtı bazaltı, Çapan ve Floyd (1985) ve Floyd (1993) okyanus adası ve okyanus sırtı bazaltı olarak yorumlanmıştır. Göncüoğlu vd. (2000), Orta Sakarya'daki benzer metabazik ka-yaların Permiyen öncesi yaşlı ve yay-önü karakterli olduğunu ifade ederken, Yalınız ve Göncü-oğlu (2002) Kozak Dağı doğusundaki metabaz-



Şekil 1. Sakarya Kompozit Birliği'nin Kuzey Anadolu'daki dağılımı (Göncüoğlu vd. (1997)'ne göre) ve öncel çalışmalarda irdelenen örneklerin yerleri (A: Ankara, B: Küre, C: Edremit, D: Marmara Adası, Bursa, Yenişehir ve Söğüt, E: Edremit, Bergama ve Bursa, F: Kozak Dağı doğusu).

Figure 1. Distribution of the Sakarya Composite Terrane in Northern Turkey (after Göncüoğlu et al. (1997)) and the sampling locations examined in the previous studies (A: Ankara, B: Küre, C: Edremit, D: Marmara Island, Bursa, Yenişehir and Söğüt, E: Edremit, Bergama and Bursa, F: East of Kozak Mountain).

Çizelge 1. Karakaya Karmaşığı içerisindeki birimlerin değişik yazarlar tarafından adlandırılması.

Table 1. Naming of the units within the Karakaya Complex by different authors.

Yazar(lar)	Formasyon/Birim
Bingöl vd. (1973)	Karakaya Formasyonu
Akyürek ve Soysal (1983)	Kınık, Çavdaratepe ve Kapıkaya Formasyonları
Akyürek vd. (1984)	Emir, Elmadağ, Ortaköy ve Keçikaya Formasyonları
Kaya vd. (1986), Kaya (1991)	Dışkaya Formasyonu
Genç vd. (1986)	Abadiye, Avdancık ve Iğdır Formasyonları
	Alt Karakaya Napı
	Üst Karakaya Napı
Koçyiğit (1987)	Karacadere Kireçtaşı, Çaltepe Kireçtaşı ve Yazılıkaya, Döşemedere Kısıküstü ve Bayramdere Formasyonları
Okay vd. (1991)	Nilüfer, Çal, Hodul Birimleri ve Orhanlar Grovıkları
Koçyiğit vd. (1991)	Kendirli, Bahçecik Formasyonları ve Olukman Karışığı
Göncüoğlu vd. (2000)	Tepeköy ve Soğukkuyu Metamorfikleri
Seymen (1993, 1997)	Tozanlı Kompleksi ve Karakaya Kompleksi
Yılmaz vd. (1997)	Yeşilirmak Grubu

zik kayaların bir manto sorgucu ürünü olduğunu öne sürmektedirler.

Ayrıntılı olarak bakıldığında, bu volkanik kayaların tektonik oluşum ortamlarının bu denli farklı yorumlanmasının iki nedeni olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenler:

(a) Söz konusu volkanitlerin jeokimyasal-petrolojik özelliklerinin çok sınırlı olarak incelenmiş olması,

(b) Karakaya Karmaşığı'nın farklı yaşlarda ve farklı tektonik ortamlarda gelişmiş ve Paleotetis'in kapanması ile biraraya gelmiş (Göncüoğlu vd., 1997, 2000) bazik volkanik kayalar içermesidir.

Göncüoğlu vd. (1997, 2000) tarafından öne sürülen bu yaklaşımın test edilmesi amacıyla, ilk aşamada, Karakaya Karmaşığı olarak tanımlanan birimin farklı alanlarında öncel çalışmalar kapsamında yapılmış olan jeokimyasal incelemeler, bu çalışmada bir veri tabanı hazırlanarak tekrar değerlendirilmiş ve yapılan yeniden değerlendirmeye ilişkin yorumlar sunulmuştur. Tekrar değerlendirmeye koşut olarak, yazarlar bu kez yaşı kesin olarak bilinen Liyas öncesi bazik volkanik kayaları jeokimyasal yöntemlerle irdelemeyi sürdürmektedirler (Sayıt ve Göncüoğlu, 2004, 2005, 2009; Sayıt vd., 2008). Yazar-

ların diğer amacı, volkanik kayaların jeokimyasının irdelenmesi ile çok uzun yıllardır tartışılan "Karakaya" olgusuna magmatik petrolojinin kullanılması ile somut bir yaklaşımın sağlanmasıdır.

## JEOKİMYASAL DEĞERLENDİRME

### Yöntem

Öncel çalışmalarda Karakaya Karmaşığı içerisinde yer alan ve volkanizmayı temsil ettiği belirtilen 69 adet bazik volkanit örneği çeşitli tektonik ayırmanlar ve çoklu-element diyagramları kullanılarak yeniden gözden geçirilmiştir. Söz konusu volkanitlerin yer aldığı lokasyonlar Şekil 1'de gösterilmiş olup, değerlendirilen örneklerle ilişkin kaynak ve örnek sayıları Çizelge 2'de belirtilmiştir. Örnekleme yerlerinin yerel jeolojik özellikleri ve volkanik kayaların yaşları, yan kayalarla ilişkileri orijinal çalışmalarda yer almakta olup, burada tekrarlanmamıştır.

Yapılan karşılaştırmada kullanılan bazaltik kayaların örneklerinin çoğu düşük dereceli ikincil alterasyon özellikleri göstermektedir. Dolayısıyla, özellikle başta LIL (Large Ion Lithophile/Büyük İyon Çaplı) elementleri olmak üzere, elementel hareketliliğin olması olasıdır (örneğin; Pearce ve Cann, 1973; Staudigel vd., 1996). Buna ek ola-

Çizelge 2. Öncel çalışmalarda incelenen Karakaya volkanitlerinin örnekleme yerleri ve sayıları.

Table 2. Sample locations and number of the samples collected in the previous studies regarding the Karakaya volcanic rocks.

Çalışma	Birim	Lokasyon	Örnek sayısı
Çapan ve Floyd (1985)	Ankara Grubu	Ankara çevresi	12
Ustaömer ve Robertson (1994)	Küre Karmaşığı	Küre, Orta Pontidler	9
Pickett ve Robertson (1996)	Nilüfer, Ortaoba ve Çal Birimleri	Edremit	9
Genç (2004)	Nilüfer Birimi	Marmara adası, Bursa, Yenişehir ve Söğüt	28
Pickett ve Robertson (2004)	Nilüfer Birimi	Edremit, Bergama, Bursa	11
Yalınz ve Göncüoğlu (2002)	Nilüfer Birimi	Kozak doğusu	5

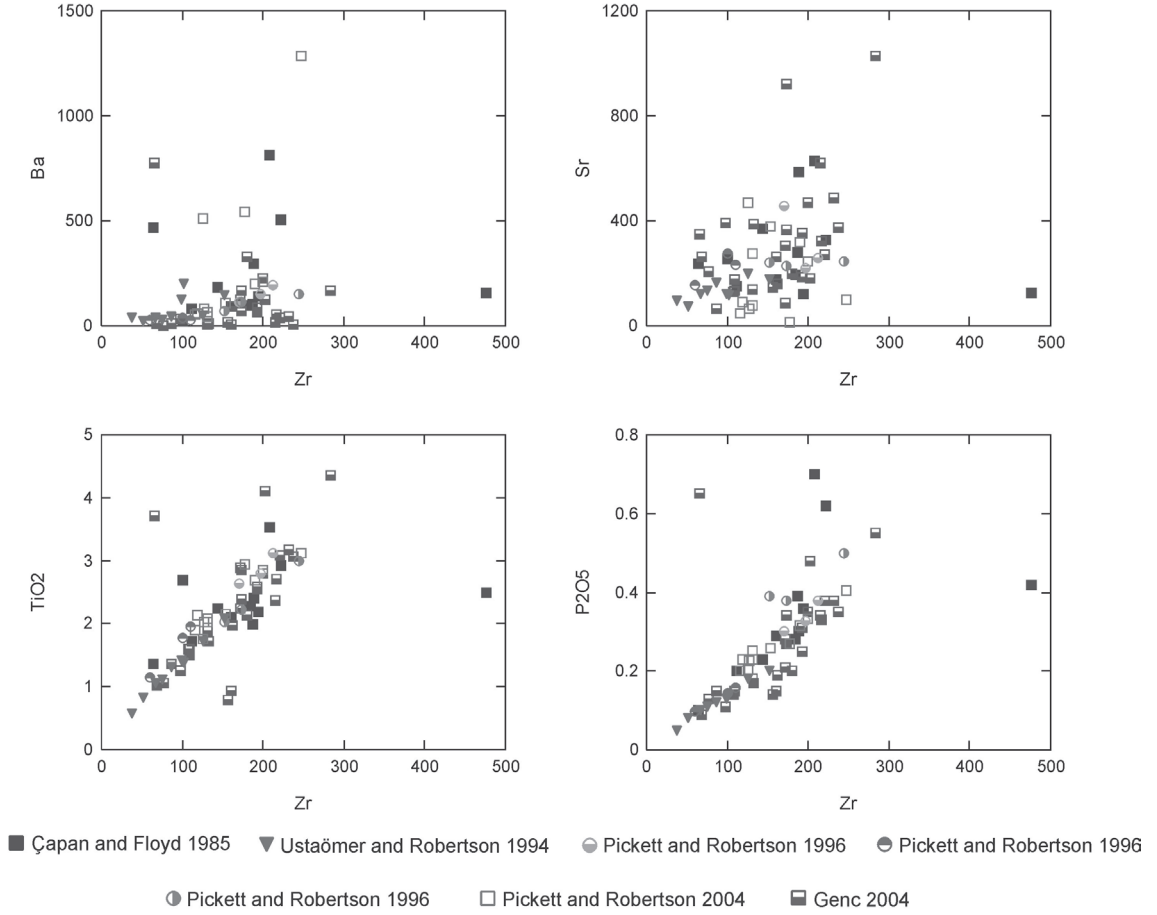
rak, ateşte kayıp değerlerinin (LOI) geniş bir aralıkta değişkenlik göstermesi de, alterasyona ve ikincil sulu mineraller ile karbonat fazlarının varlığına işaret etmektedir.

### Jeokimyasal Deneştirme

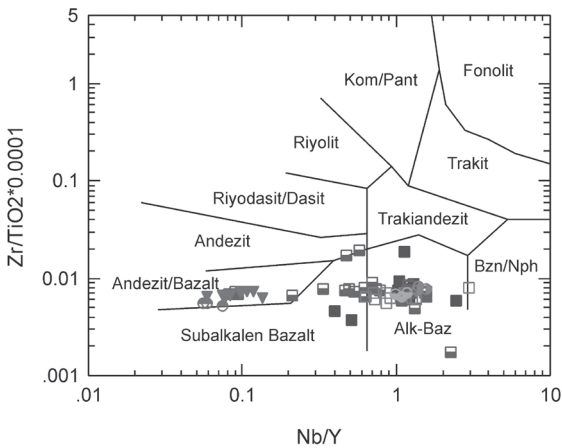
Derlenen analitik verilerde, ana oksitler de dahil olmak üzere, LIL elementleri değerleri büyük ölçüde değişiklik göstermektedir. Bundan dolayı, bu elementlerin kullanımı petrojenetik anlamda güvenilir olmayacaktır. Bu durum göz önüne alındığında, jeokimyasal yorumlamalar düşük dereceli metamorfizma altında hareketli olmayan elementler (örneğin; Pearce ve Cann, 1973; Pearce, 1975) dikkate alınarak yapılmıştır. Deneştirmede öncelikle yoğun denizaltı metamorfizmasının etkisini göstermek amacıyla, Zr fraksiyonlaşma indeksi kullanılarak ikili diyagramlar çizilmiştir (Şekil 2). Şekil 2'den görüldüğü gibi, alterasyon sırasında hareketli olan elementler (örneğin; K, Sr, Ba, Rb) dağınık eğilimler vermekte iken, genelde hareketli olmayan elementler (örneğin; Ti, P) tipik doğrusal eğilimler sergilemektedir. Bu olgu, jeokimyasal değerlendirmelerde yapılacak seçimin ne denli önemli olduğuna da işaret etmektedir. Hareketli olmayan bu elementlere dayalı kayaç sınıflandırma diyagramı kullanıldığında (Winchester ve Floyd 1977), örneklerin alkalin ve çeşitli derecede sub-alkalin bazaltlar olmak üzere iki grup oluşturdukları gözlenir (Şekil 3).

Ti-V tektonomagmatik ayırım diyagramına (Shervais, 1982) bakıldığında, örneklerin baskın olarak okyanus tabanı bazaltları (OFB) alanında toplandığı gözlenmektedir (Şekil 4a). Ayrıca, Küre lavlarının bu diyagramda hem yay (ARC), hem de okyanus tabanı bazaltları (OFB) alanına düşmeleri gözden kaçmamalıdır. Zr/Y-Y diyagramında (Pearce ve Norry, 1979) örneklerin çoğu levha-içi bazaltı (WPB) alanına düşmekte iken, Küre bazaltları diğerlerinden farklı olarak levha-içi (WPB), okyanus- ortası sırtı (MORB) ve ada-yayı (IAB) bazaltları olmak üzere birçok alanla temsil edilmektedir (Şekil 4b). Nb-Zr-Y tektonik ayırım diyagramı (Meschede, 1986) incelendiğinde, örneklerin yine benzer bir şekilde WPB alanında toplandığı görülmektedir (Şekil 4c). Önceki diyagramlarda diğer örneklerden ayrılan Küre bazaltları ve yine farklı özellikler sunan Ortaoba lavları burada bir kez daha ayrılarak normal-MORB (N-MORB) ve volkanik-yay bazaltları (VAB) ile temsil edilen bölgeye düşmektedir. Ti-Zr-Y diyagramı (Pearce ve Cann, 1973) önceki sonuçları destekler nitelikte olup, örnekler yine baskın olarak WPB alanına düşmektedir (Şekil 4d). Ancak Küre ve Ortaoba örneklerinin bu diyagramda da farklı alanlarda toplanması, bu örneklerin diğerlerinden farklı bir tektonik ortamı yansıttığını düşündürmektedir.

Çoklu-element diyagramları göz önüne alındığında (Şekil 5a-f), Ankara Grubu (Çapan ve Floyd, 1985) örneklerinin uyumsuz elementler



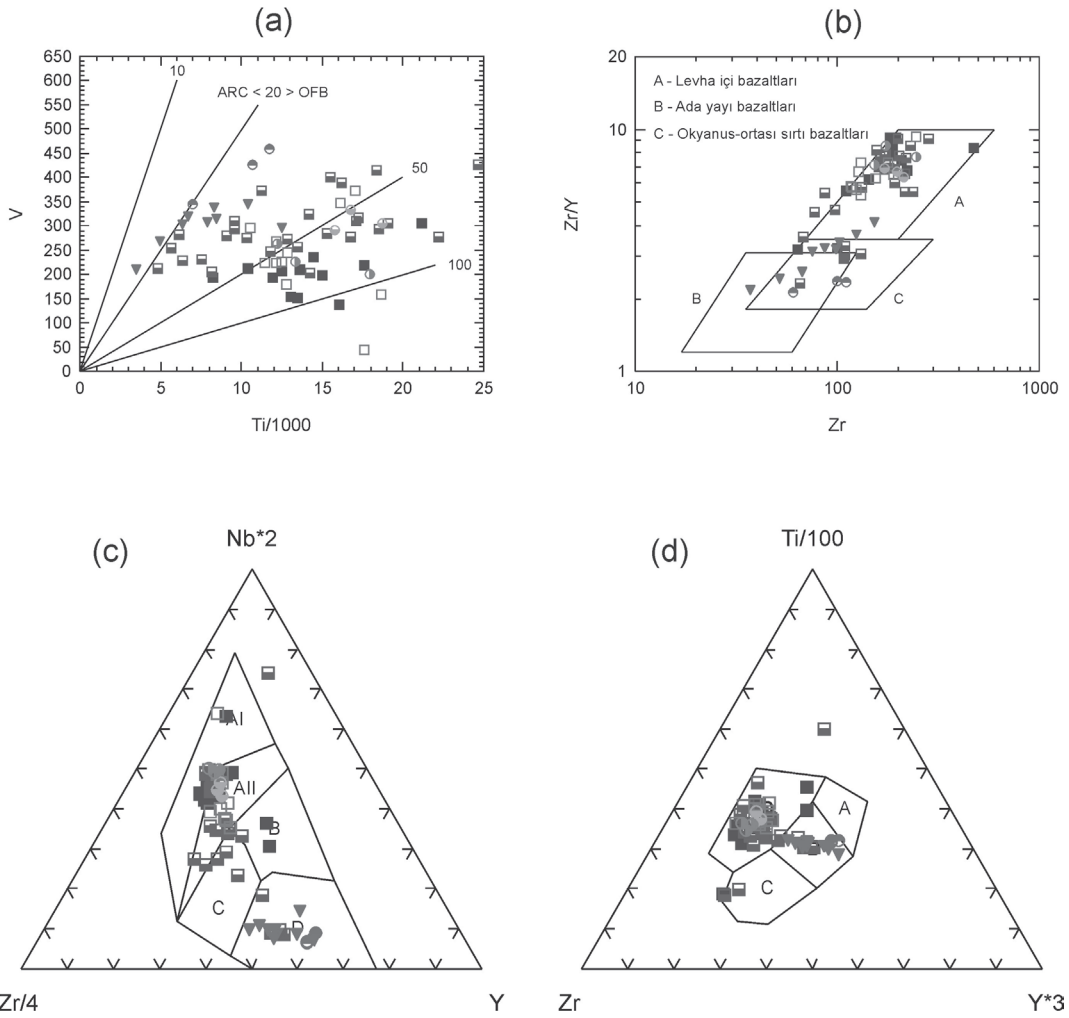
Şekil 2. Düşük dereceli metamorfizma sırasında hareketli ve kısmen hareketsiz olan elementlerin davranışı.  
Figure 2. Behaviour of mobile and relatively immobile elements during low-grade metamorphism.



Şekil 3. Örneklerin hareketli olmayan elementlere dayalı Winchester ve Floyd (1977) diyagramına göre sınıflandırılması (simgeler Şekil 2'deki gibidir).

Figure 3. Classification of the samples based on an immobile tectonomagmatic discrimination diagram (after Winchester and Floyd (1977), symbols are as in Figure 2).

bakımından MORB'a göre zenginleşmiş olduğu ve OIB-tipi (oceanic island basalt-type) bazaltlara benzerlik gösterdiği görülmektedir (örneğin, Sun ve McDonough, 1989). Edremit örneklerine bakıldığında (Pickett ve Robertson, 1996), Nilüfer ve Çal volkanitleri Ankara Grubu gibi OIB-benzeri bir karakterist sergilemekte iken, Ortaoba bazaltlarının N-MORB benzeri HFSE değerleri (kısmen tüketilmiş Nb hariç) bu volkanitlerin tükenmiş bir kaynaktan (N-MORB-tipi) türediğine işaret etmektedir. Küre bazaltlarının (Ustaömer ve Robertson, 1994) bir kısmı LIL elementlerince zenginleşme gösterirken, bir kısmı ise N-MORB'a yakın değerler sunmaktadır. Ancak tüm Küre örnekleri, Nb bakımından belirgin bir tüketilme göstermektedir. Tektonik ayırım diyagramları da dikkate alındığında, bu örnekler hem okyanus-ortası sırtı hem de adayı bazaltı karakteri sunmakta olup, bu özel-



Şekil 4. Örneklerin tektonomagmatik ayırım diyagramları üzerindeki yerleri: (a) Shervais (1982) (ARC: Yay bazaltları; OFB: Okyanus tabanı bazaltları), (b) Pearce ve Norry (1979), (c) Meshede (1986) (A1, AII: WPB; B: P-MORB, C: VAB, WPB; D: N-MORB, VAB), (d) Pearce ve Cann (1973) (A: IAT; B: MORB, IAT; C: CAB, D: WPB) (simgeler Şekil 2'deki gibidir).

Figure 4. Tectonomagmatic discrimination of the samples based on: (a) Shervais, (1982) (ARC: Arc basalts; OFB: Ocean floor basalts), (b) Pearce and Norry (1979), (c) Meshede (1986) (A1, AII: WPB; B: P-MORB, C: VAB, WPB; D: N-MORB, VAB), (d) Pearce and Cann (1973) (A: IAT; B: MORB, IAT; C: CAB, D: WPB) (symbols are as in Figure 2).

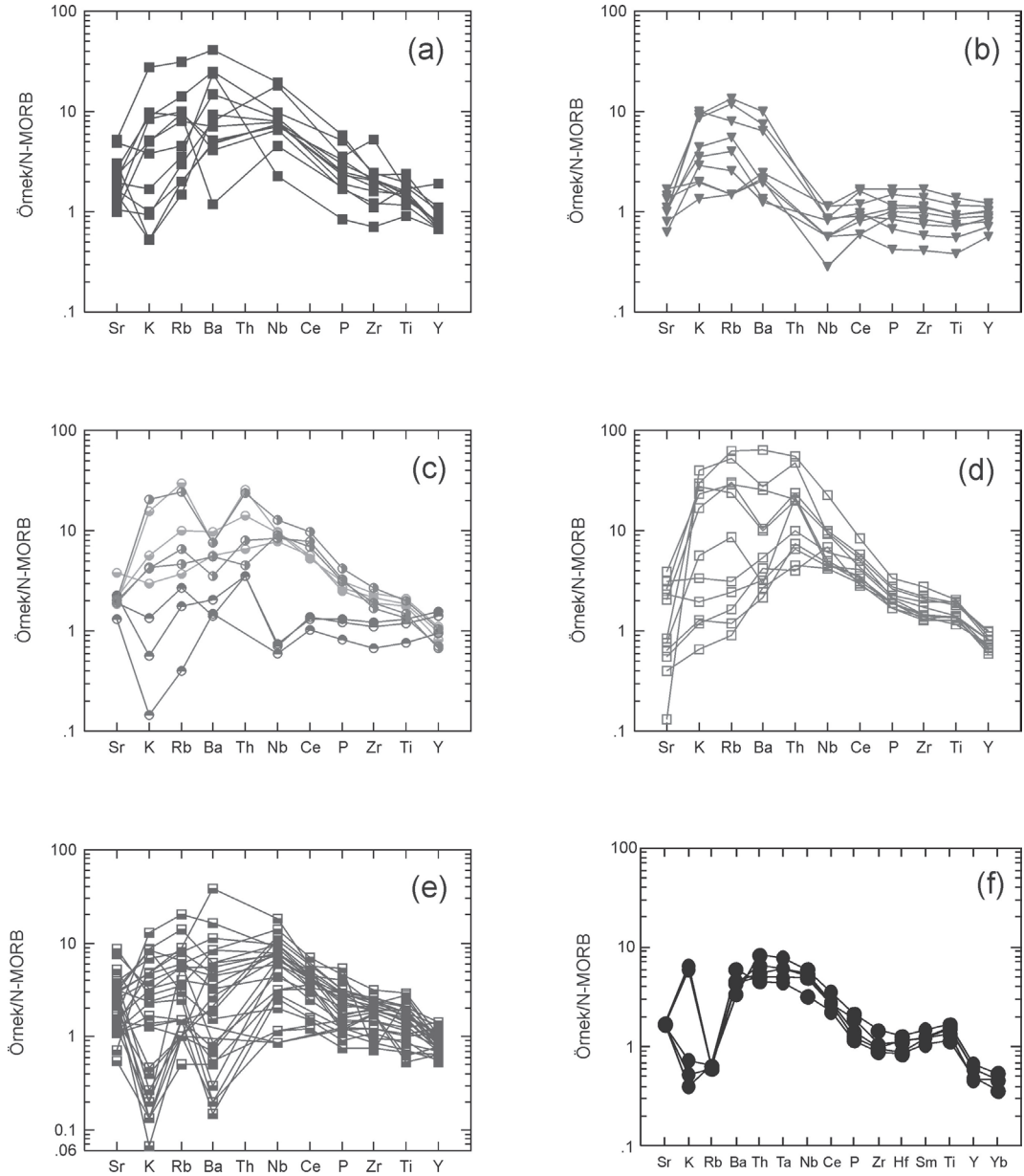
liklere dayanılarak Küre lavlarının bir yay-gerisi havzada oluştuğu söylenebilir. Kozak bölgesindeki Nilüfer-tipi volkanitler (Yalınz ve Göncüoğlu, 2002) ise, yine Ankara Grubu ve Çal Birimi örnekleri gibi, OIB-tipi karakterindedir. Bu örneklerin nadir toprak element (NTE) verisi de göz önüne alındığında, manto-sorgucu ürünü oldukları söylenebilir. Genç (2004) tarafından çalışılan Nilüfer Birimi örneklerine bakıldığında, zenginleşme seviyeleri farklı olan iki grup ortaya çıkmaktadır. Bunlardan biri neredeyse tüm elementlerce zenginleşmiş levha-içi özelliği gös-

teren bazaltlar, diğeri ise tüketilmiş MORB-tipi lavlardır. Diğer Nilüfer Birimi örneklerine bakıldığında (Pickett ve Robertson, 2004), bazaltların tümünün levha-içi ortamını yansıttığı görülmektedir.

## TARTIŞMA

Yukarıda sözü edilen bulgulara dayanılarak Karakaya Karmaşığı'nın içinde yer alan volkanizmalar aşağıda belirtilen tektonik ortamlarda gelişmiş olmalıdırlar:





Şekil 5. Örneklerin N-MORB'a göre normalize çoklu-element diyagramları: (a) Çapan ve Floyd (1985), (b) Ustaömer ve Robertson (1994), (c) Pickett ve Robertson (1996), (d) Genç (2004), (e) Pickett ve Robertson (2004), (f) Yalınz ve Göncüoğlu (2002) (simgeler Şekil 2'deki gibidir, N-MORB değerleri Pearce (1983)'dan alınmıştır).

Figure 5. N-MORB-normalized multi-element diagrams for the investigated samples: (a) Çapan and Floyd (1985), (b) Ustaömer and Robertson (1994), (c) Pickett and Robertson (1996), (d) Genç (2004), (e) Pickett and Robertson (2004), (f) Yalınz and Göncüoğlu (2002) (symbols are as in Figure 2., N-MORB values are from Pearce (1983)).

(a) Orta-Üst Triyas yaşlı bir okyanusal kabuk üzerinde gelişmiş ve yığılıma katılmış okyanus adası ve/veya okyanus platosu (Okay, 2000; Genç, 2004; Pickett ve Robertson, 1996; Yalınz ve Göncüoğlu, 2002)

(b) Paleozoyik sonu- Erken Jura yaşlı okyanusal veya geçişli kabuk üzerinde gelişmiş yay içi, yay önü ve/veya yay ardı (Okay vd., 1991; Ustaömer ve Robertson, 1994, 1999; Göncüoğlu vd., 2000)

(c) Geç Triyas yaşlı Okyanus ortası sırt ( Pickett ve Robertson, 1996)

(d) Erken Triyas yaşlı rift (Genç ve Yılmaz, 1995; Yılmaz vd., 1997; Kozur vd., 2000)

(e) Geç Paleozoyik yaşlı yay (Göncüoğlu vd., 2000).

Görüldüğü üzere, öne sürülen bu tektonik ortamların herbiri jeodinamik yorumlamalarda önemli farklılıkları beraberinde getirmektedir. Bu farklılıklarının en belirgin örneği, bu konuda Genç (2004) tarafından yayınlanan çalışmada görülmektedir. Genç (2004), bu çalışmada da ele alınmış olan jeokimya verisini kullanarak "Nilüfer Volkanitleri" olarak değerlendirdiği kayaların "levha içi", okyanus adası" ve "okyanus tabanı" karakterli olduğunu vurgulamaktadır. Jeokimyasal olarak ortaya çıkan bu farklılıklara rağmen Genç (2004), bu kayaların tümünün okyanusal plato ve okyanus adası kökenli olduğunu savlamaktadır. Böyle bir kabule dayanarak araştırmacı, Karakaya Karmaşığı içerisinde yer alan volkanizmanın dalma-batma ile ilişkili (okyanus içi yay, yay içi ve yayardı konumları) olamayacağı gibi, rift veya erken okyanusal kabuk kökenli de olamayacağını belirtmektedir.

Oysa Okay vd. (1991) tarafından "Nilüfer Volkanitleri" olarak tanımlanan kayaların, Genç (2004) tarafından ele alınanlarla ne dereceye kadar özdeş olduğu kuşkuludur. Örneğin, Pickett ve Robertson (1996) tarafından "Ortaoba Volkaniti" olarak tanımlanan ve MORB karakteri bu araştırmada da vurgulanan kayalar Genç (2004) tarafından "Nilüfer Volkaniti"ne katılmıştır. Aynı şekilde, Ustaömer ve Robertson (1994, 1999) tarafından Orta Pontidler için verilen ve farklı jeokimyasal karakterler sunan çok sayıda volkanik kayadan sadece çok az bir bölümü (Kargı metamorfittleri) Genç (2004) tarafından değerlendirmeye alınmıştır. Bu durumda, Karakaya Karmaşığı içinde yer alan volkanizmanın sadece bir bölümünün dikkate alınarak jeodinamik yoruma gidilmesi söz konusudur. Eğer yukarıda sözü edilen ve bu çalışmada değerlendirilen Çapan ve Floyd (1985), Ustaömer ve Robertson (1994), Yalınz ve Göncüoğlu (2002) ve Pickett ve Robertson (2004)'a ait veriler de dikkate alınmış olsa idi, tektonik ortam ile ilişkili olarak daha farklı görüşleri de tartışmak gerekebilirdi.

Bu nedenle Sayıt ve Göncüoğlu (2004) bu farklı volkanizma ürünlerinin herbirinin farklı yaş ve tektonik konumda oluşarak Karakaya Orojeninin kapanması ile biraraya gelmiş olabileceğini, dolayısıyla "Karakaya Karmaşığı"nın bir bütün olarak ele alınması gerektiğini savunmaktadırlar.

Bu farklı tektonik ortam ürünü magmatizmaların bir jeodinamik senaryo içinde doğru olarak değerlendirilebilmesi için en önemli ölçüt olan yaş verisi eksiktir. Bu eksiklik giderilmedikçe, Karakaya Karmaşığı'nın gelişimi hakkında yorumlamaların farklılığının sürmesi doğaldır.

## SONUÇLAR

Önceki çalışmalarda yeralan bazaltik volkanitlerin jeokimyasal özellikleri yeniden değerlendirildiğinde, Karakaya Karmaşığı'nın içinde birden fazla tektonik ortamın ürünü olan volkanik kayaların varlığı açık olarak ortaya çıkmaktadır. Bu tektonik ortamlar;

(a) Yay-gerisi havzası tipi volkanizma: Küre (B) volkanitleri,

(b) Levha-içi tipi volkanizma: Ankara (A), Çal (C, E), Nilüfer (C, E, F) ve Nilüfer D (bir kısmı) volkanitleri,

(c) Okyanus-ortası sırtı tipi volkanizma: Ortaoba (C, E), Nilüfer D (bir kısmı)

olarak genellenebilir.

Karakaya Karmaşığı'nın evriminin objektif olarak açıklanabilmesi için öncel çalışmalar zaman-yer süreci içerisinde ve bir bütün olarak incelenmeli, kesin olarak yaşı bilinen örnekler kullanılmalı ve NTE ve izotop jeokimyası verileri dikkate alınmalıdır.

## KATKI BELİRTME

Yazarlar yazının geliştirilmesindeki değerli katkıları için baş editör Prof. Dr. Reşat Ulusay'a, Prof. Dr. Timur Ustaömer'e ve adı belirtilmeyen hake-me teşekkür ederler. Bu çalışma kısmen ODTÜ BAP-2004-07-02-00-59 projesi tarafından desteklenmiştir.



**KAYNAKLAR**

- Akyürek, B. ve Soysal, Y., 1983. Biga Yarımadası güneyinin (Savaştepe-Kırkağaç-Bergama-Ayvalık) temel jeoloji özellikleri. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, 95/96, 1-13.
- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Soysal, Y., Dağ, Z., Çatal, E., Sözeri, B., Yıldırım, H. ve Hakyemez, Y., 1984. Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının temel jeolojik özellikleri. Jeoloji Mühendisliği, 20, 31-46.
- Bingöl, E., Akyürek, B. ve Korkmazer, B., 1973. Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve Karakaya Formasyonu'nun bazı özellikleri. Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Bildiriler Kitabı, MTA Yayınları, s. 70-77.
- Çapan, U.Z., and Floyd, P.A., 1985. Geochemical and petrographic features of metabasalts within units of Ankara melange, Turkey. Ofioliti, 10, 3-18.
- Floyd, P.A., 1993. Geochemical discrimination and petrogenesis of alkalic basalt sequences in part of the Ankara melange, central Turkey. Journal of the Geological Society of London, 150, 541-550.
- Genç, Ş.C., 2004. A Triassic large igneous province in the Pontides, northern Turkey: geochemical data for its tectonic setting. Journal of Asian Earth Sciences, 22, 503-516.
- Genç, Ş.C., and Yılmaz, Y., 1995. Evolution of the Triassic continental margin, northwest Anatolia. Tectonophysics, 243, 193-207.
- Genç, Ş., Selçuk, H., Cevher, F., Gözler, Z., Karaman, T., Bilgi, C. ve Akçören, F., 1986. İnegöl (Bursa) – Pazaryeri (Bilecik) arasının jeolojisi. MTA Rapor No: 7912 (yayımlanmamış).
- Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., and Kozlu, H., 1997. Pre-Alpine and Alpine Terranes in Turkey: explanatory notes to the terrane map of Turkey. Annales Geologique de Pays Hellenique, 37, 515-536.
- Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., Şentürk, K., Özcan, A., and Uysal, Ş., 2000. A geotransverse across NW Turkey: tectonic units of the Central Sakarya region and their tectonic evolution. In: E. Bozkurt, J. Winchester, and J.A. Piper (eds.), Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area, Geological Society, London, Special Publications 173, pp. 139-161.
- Kaya, O., 1991. Stratigraphy of the Pre-Jurassic sedimentary rocks of the western parts of Turkey; type area study and tectonic considerations. type area study and tectonic considerations. Newsletter for Stratigraphy, 23, 123-140.
- Kaya, O., Wiedmann, J., and Kozur, H., 1986. Preliminary report on the stratigraphy, age and structure of the so-called Late Paleozoic and/or Triassic "melange or "suture zone complex" of northwestern and western Turkey. Yerbilimleri, 13, 1-16.
- Koçyiğit, A., 1987. Tectono-stratigraphy of the Hasanoglan (Ankara) region: evolution of the Karakaya orogen. Yerbilimleri, 14, 269-293.
- Koçyiğit, A., Kaymakçı, N., Rojay, B., Özcan, E., Dirik, K. ve Özçelik, Y., 1991. İnegöl-Bilecik-Bozüyük arasında kalan alanın jeolojik etüdü. Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Projesi Raporu, Rapor No: 90-03-09-01-05 (yayımlanmamış).
- Kozur, H., Aydın, M., Demir, O., Yakar, H., Göncüoğlu, M.C., and Kuru, F., 2000. New stratigraphic and palaeogeographic results from the Palaeozoic and early Mesozoic of the Middle Pontides (northern Turkey) in the Azdavay, Devrekani, Küre and İnebolu areas: Implications for the Carboniferous-Early Cretaceous geodynamic evolution and some related remarks to the Karakaya oceanic rift basin. Geologica Croatica, 53, 209-268.
- Meschede, M., 1986. A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental

- tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. *Chemical Geology*, 56, 207-218.
- Okay, A.İ., 1989. Tectonic units and sutures in the Pontides, northern Turkey. In: A.M.C. Şengör (ed.), *Tectonic Evolution of the Tethyan Region*, Kluwer, pp. 109-115.
- Okay, A.İ., 2000. Was the Late Triassic orogeny in Turkey caused by the collision of an oceanic plateau ? In: E. Bozkurt, J.A. Winchester, and J.A. Piper (eds.), *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area*. Geological Society, London Special Publications 173, pp. 139-161.
- Okay, A.İ., and Göncüoğlu, M.C., 2004. The Karakaya Complex: A review of data and concepts. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13, 77-95.
- Okay, A.İ., Siyako, M., and Bürkan, B.A., 1991. Geology and tectonic evolution of the Biga Peninsula, northwest Turkey. *Bulletin of the İstanbul Technical University*, 44, 191-256.
- Pearce, J.A., 1975. Basalt geochemistry used to investigate past tectonic environments on Cyprus. *Tectonophysics*, 25, 41-67.
- Pearce, J.A., 1983. The role of sub-continental lithosphere in magma genesis at destructive plate margins. In: C.J. Hawkesworth, and M.J. Norry (eds), *Continental Basalts and Mantle Xenoliths*, pp. 230-249.
- Pearce, J.A., and Cann, J.R., 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis. *Earth and Planetary Science Letters*, 19, 290-300.
- Pearce, J.A., and Norry, M., 1979. Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 69, 33-47.
- Pickett, E.A., and Robertson, A.H.F., 1996. Formation of the Late Paleozoic-Early Mesozoic Karakaya complex and related ophiolites in northwestern Turkey by Palaeotethyan subduction-accretion. *Journal of the Geological Society of London*, 153, 995-1009.
- Pickett, E.A., and Robertson, A.H.F., 2004. Significance of the volcanogenic Nilufer unit and related components of the Triassic Karakaya Complex for Tethyan Subduction/Acretion Processes in NW Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13, 97-143.
- Sayıt, K. ve Göncüoğlu, M.C., 2004, Karakaya Volkanitlerinin jeokimyasal özelliklerinin yeniden gözden geçirilmesi. 1. Jeokimya Sempozyumu, Bildiri Özleri, Bursa, s. 27.
- Sayıt, K. ve Göncüoğlu, M.C., 2005, Kuzeybatı Türkiye’de Jura öncesi “Karakaya Kompleksi”ndeki volkanik kayaların jeokimyasal karakterlerinin karşılaştırılması. 58. Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri, Ankara, s. 245.
- Sayıt, K., and Göncüoğlu, M.C., 2009. Geochemistry of mafic rocks of the Karakaya Complex, Turkey: Evidence for plume-involvement in the extensional oceanic regime during Middle-Late Triassic. *International Journal of Earth Sciences*, 98, 367-385.
- Sayıt, K., Göncüoğlu, M.C., and Furman, T., 2008. E-MORB- and OIB-Type Metabasalts From the Karakaya Complex: Trace Element Evidence for Melting Across the Spinel-Garnet Transition. *Eos Transactions, AGU*, 89(53), Fall Meeting Supplement., Abstract V43B-2163.
- Seymen, İ., 1993. Mecitözü delayının stratigrafik gelişimi. A. Suat Erk Jeolojisi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Ankara, s.129-141.
- Seymen, İ., 1997. Tokat Masifi tektonostratigrafisinde yeni bulgular. Selçuk Üniversitesi 20. Yıl Jeoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 405-414.
- Shervais, M., 1982. Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. *Earth and Planetary Science Letters*, 59, 101-118.
- Staudigel, H., Plank, T., White, B., and Schmincke, H.U., 1996. Geochemical fluxes during seafloor alteration of the basaltic upper oceanic crust: DSPS sites 417

- and 418. Geophysical Monograph, 96, 19-38.
- Sun, S., and McDonough, W.F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: A. D. Saunders, and M. J. Norry, (eds.), *Magma-tism in the Ocean Basins*, Geological Society, London, Special Publications 42, 313-345.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. and Sungurlu, O., 1984. Tectonics of the Mediterranean Cimmerides: nature and evolution of the western termination of Paleotethys. In: J.E. Dixon, and A.H.F. Robertson (eds.), *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*, Geological Society, London, Special Publications 17, 77-112.
- Tekeli, O., 1981. Subduction complex of pre-Jurassic age, northern Anatolia, Turkey. *Geology*, 9, 68-72.
- Ustaömer, T. and Robertson, A.H.F., 1994. Late Paleozoic marginal basin and subduction-accretion: the Paleotethyan Küre Complex, Central Pontides, northern Turkey. *Journal of the Geological Society, London*, 151, 291-305.
- Ustaömer, T., and Robertson, A.H.F., 1999. Geochemical evidence used to test alternative plate tectonic models for the pre-Upper Jurassic (Palaeotethyan) units in the Central Pontides, N. Turkey. *Geological Journal*, 34, 25-53.
- Winchester, J.A., and Floyd, P.A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*, 20, 325-343.
- Yalınız, M.K., and Göncüoğlu, M.C. 2002. Geochemistry and petrology of "Nilüfer-type" metabasic rocks of eastern Kozak Massif, NW Turkey. 1st International Symposium of İstanbul Technical University, The Faculty of Mines on Earth Sciences and Engineering, İstanbul, Abstracts, p.158.
- Yılmaz, Y., Serdar, H.S., Genç C., Yiğitbaş, E., Gürer Ö.F., Elmas, A., Yıldırım, M., Bozcu, M., and Gürpınar, O., 1997. The Geology and evolution of the Tokat Massif, South Central Pontides, Turkey. *International Geology Review*, 39, 365-382.

